

Revue Trimestrielle Canadienne

Art de l'ingénieur — Mathématiques — Sciences — Architecture
Industrie — Économie politique et sociale — Finances
Histoire — Statistique — Hygiène — Législation

SOMMAIRE

L'arme économique allemande.....	René RISTELHUEBER.....	227
Les hypothèses de Copernic.....	Thomas GREENWOOD.....	240
La guerre et la métamorphose de l'économie Sud-Africaine.....	Dr Charles-D. HÉRISSON...	250
L'universalité du savoir.....	Ray ATHERTON.....	266
Solution pratique et économique à notre pro- blème de circulation à Montréal.....	Adrien GENEST.....	275
Synchronisation et réglage automatique du voltage des alternateurs au moyen de tubes électroniques.....	Julien RICARD.....	294
Revue des livres.....		332

REVUE TRIMESTRIELLE CANADIENNE
Publiée par les soins de l'École Polytechnique de Montréal,
et avec le concours de
l'Association des Ingénieurs diplômés de Polytechnique

COMITÉ DE DIRECTION

- Président:** Monseigneur Olivier MAURALT, C.M.G., P.D., P.S.S., recteur de l'Université de Montréal.
- Secrétaire:** Armand CIRCE, ingénieur, Directeur de l'École Polytechnique.
- Membres:** Victor DORÉ, surintendant de l'Instruction publique de la province de Québec.
Augustin FRIGON, ingénieur, président de la Corporation de l'École Polytechnique.
Henri GAUDEFRY, ingénieur, secrétaire de l'Association des Diplômés de Polytechnique.
Hon. Léon-Mercier GOUIN, avocat, sénateur, professeur à l'Université de Montréal.
Théo.-J. LAFRENIÈRE, ingénieur, professeur à Polytechnique.
Édouard MONTFETIT, avocat, Secrétaire général de l'Université de Montréal.
Antonio PERRAULT, avocat, professeur à l'Université de Montréal.
Arthur SURVEYER, ingénieur, président de Surveyer & Cie.
Ivan-E. VALLÉE, ingénieur, sous-ministre des Travaux publics de la Province de Québec.
-

COMITÉ DE RÉDACTION

- Rédacteur en chef:** Édouard MONTFETIT, Secrétaire général de l'Université de Montréal.
- Secrétaire de la Rédaction:** Camille-R. GODIN, professeur à Polytechnique.
- Membres:** Mgr Olivier MAURALT, Hon. Léon-Mercier GOUIN, Dr Ing'r Arthur SURVEYER, Ing'r Arthur DUPERRON, Ing'r Maurice GÉRIN, et messieurs Louis BOURGOIN, Henri GAUDEFRY, Théo.-J. LAFRENIÈRE, Paul-Louis POULIOT, Marc TRUDEAU et Ludger VANNE, professeurs à Polytechnique.
-

Les auteurs des articles publiés dans la *Revue Trimestrielle Canadienne* conservent l'entière responsabilité des théories ou des opinions émises par eux.

La *Revue* publie des articles en français et en anglais.

Les manuscrits doivent parvenir à la Rédaction au moins un mois avant la date de publication. Ils ne sont pas retournés.

La reproduction des gravures et du texte des articles parus dans la *Revue* est permise à la condition d'en indiquer la source et de faire tenir à la Rédaction un exemplaire de la publication les reproduisant.

Il sera rendu compte de tout ouvrage dont un exemplaire parviendra à la Rédaction.

La *Revue* paraît en mars, juin, septembre et décembre.

Le prix de l'abonnement est \$3.00 par année pour le Canada et les États-Unis, \$4.00 pour les autres pays.

Toute communication pour abonnements, publicité, collaboration, etc., doit être adressée au siège de la Rédaction et administration:

ÉCOLE POLYTECHNIQUE

1490, rue Saint-Denis,
Montréal

Employez

le Chlorure de Calcium **BRUNNER MOND**

pour

- La consolidation de surface des routes de gravier
- La stabilisation des bases des revêtements
- Abattre la poussière
- Contrôler la glace
- Accélération de la prise du béton
- Contrôler la poussière du charbon
- Le remplissage des pneumatiques de tracteurs
- Solution réfrigérante
- Antigél dans les solutions pour barils de prévention d'incendies

Le service technique de Brunner, Mond Canada Sales, Limited a à sa disposition un personnel d'ingénieurs qui peuvent être consultés sans obligation. Si des problèmes particuliers se présentent par rapport avec n'importe lequel des différents usages du chlo-

rure de calcium, et que notre littérature ne couvre pas le sujet dans tous ses détails, nos ingénieurs se feront un plaisir de coopérer avec vous. Vous êtes donc cordialement invités à nous soumettre vos problèmes.

●

BRUNNER, MOND CANADA SALES, LIMITED
MONTREAL

22



**SAINE ALIMENTATION
JUSTE RÉPARTITION DU SALAIRE
SAGE ÉCONOMIE**

Tel est le credo de tout homme, marié ou célibataire, qui compte sur lui-même et veut réussir dans la vie. Nos deux brochures gratuites: "Savoir dépenser pour mieux vivre" et "La santé par les aliments" vous y aideront.



Dominion Life
THE ASSURANCE COMPANY

Fondée en 1889

1405, rue Peel, MONTRÉAL

PAUL BABY
Gérant provincial

ÉMILE DAOUST A. J. PINARD
Gérants adjoints

Tél. FALKirk 2848

Fondée en 1912



Wilfrid Pageau

PLOMBIER-COUVREUR

Poseur d'appareils à gaz et à eau chaude

SPECIALITE: REPARATIONS

Travail fait soigneusement
et à prix modéré

Bureau et Atelier: 984 Rachel Est



Les lampes Solex — de fabrication canadienne et de qualité éprouvée — sont traditionnellement sûres et de fonctionnement nettement économique. Elles sont faites essentiellement pour donner un bon service et plus d'heures de lumière par dollar.



THE SOLEX COMPANY, LIMITED

Montréal - Toronto - Winnipeg - Vancouver

La

BANQUE CANADIENNE NATIONALE

est à vos ordres
pour toutes vos opérations
de banque et de placement

Actif, plus de \$200,000,000.00

541 bureaux au Canada



ON TROUVE TOUJOURS

A LA

LIBRAIRIE DEOM

UN choix important de beaux livres
anciens et modernes, des éditions
originales, rares ou curieuses des
meilleurs écrivains des XIXe et XXe
siècles et les ouvrages nouveaux, en
exemplaires ordinaires ou sur grand pa-
pier, d'une sélection d'auteurs contem-
porains.

1247 RUE ST-DENIS

TÉLÉPHONE: HA. 2320

MONTREAL

L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

COMPREND LES FACULTÉS ET ÉCOLES SUIVANTES

— FACULTÉS —

Théologie — Droit — Médecine — Philosophie —
Lettres — Sciences — Chirurgie dentaire —
Pharmacie — Sciences sociales, économiques
et politiques



— ÉCOLES AFFILIÉES —

Polytechnique — Institut agricole d'Oka —
Ecole de Médecine vétérinaire — École des Hautes
Études commerciales — École d'Optométrie — Institut
Marguerite d'Youville — École normale secondaire



Pour tout renseignement, s'adresser au

SECRÉTARIAT GÉNÉRAL

2900, boulevard du Mont-Royal

Montréal

H
O
M
M
A
G
E
S

Du Président et des directeurs de
MARINE INDUSTRIES LIMITED
à
L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

JOSEPH SIMARD, président

— DIRECTEURS —

J.-Edouard Simard

E. de G. Power

Colonel H.-S. Tobin

A.-Ludger Simard

Walter Lambert

P.-A. Lavallée

CREUSAGE
CONSTRUCTION MARITIME — TRAVAUX DE GENIE



Bureau-chef :

1405, RUE PEEL

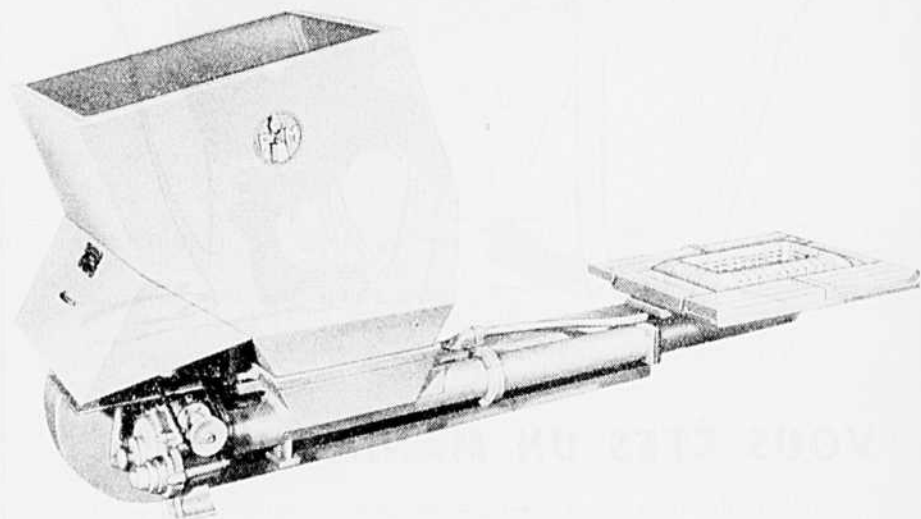
—

MONTREAL

Chantiers à :

SOREL — QUEBEC — VANCOUVER

Réduisez votre compte de chauffage en installant
un FOYER MECANIQUE A CHARBON
FAIRBANKS-MORSE



Bien des églises, couvents, collèges ou autres institutions, ont éliminé les ennuis du chauffage, en installant un Foyer Mécanique à Charbon Fairbanks-Morse. Au poste 24 heures par jour, tous les jours, il maintient une température toujours constante, dans les petites pièces comme dans les grandes salles. Mais ce qu'il y a de mieux, le Foyer Mécanique

à Charbon Fairbanks-Morse réduit votre compte de combustible jusqu'à 40%... des lettres dans nos dossiers le prouvent.

Permettez-nous de vous expliquer combien il est facile et économique d'installer un Foyer Mécanique à Charbon Fairbanks-Morse, dans vos bouilloires actuelles.

The **CANADIAN Fairbanks-Morse** *COMPANY Limited*

297, Boulevard Charest
Québec, Qué.

980, rue Saint-Antoine
Montréal, Qué.

266, rue Sparks
Ottawa, Ont.



VOUS ÊTES UN MANIAQUE

"Le Diable Rouge de la Forêt" déteste les maniaques. Il préfère une personne accommodante, insouciance, qui va gaiement de l'avant sans songer un instant au feu qui couve qu'elle vient de laisser derrière. Soyez un maniaque—restez un maniaque—restez l'ami de vos concitoyens et ayez de la considération pour la forêt qui vous procure tant de plaisirs. Quand nous sommes dans les bois nous ne sommes pas pressés. Une minute de notre temps est bien peu de chose en comparaison avec les millions de dollars de perte qu'un seul feu de forêt peut provoquer.

Piétinez jusqu'au dernier tison de votre feu de camp — ensuite détisez — puis aspergez d'eau jusqu'à ce que flotte la poussière de cendre.

ÉTEINDRE
votre feu de camp,
c'est le premier
pas pour
ÉLIMINER
les feux de forêts.



THE SHAWINIGAN WATER & POWER CO. • SHAWINIGAN CHEMICALS LIMITED • QUEBEC POWER COMPANY
filiales et subsidiaires

Ceci est la quatrième d'une série d'annonces sur la Conservation Forestière.

Revue Trimestrielle Canadienne

Art de l'ingénieur — Mathématiques — Sciences — Architecture
Industrie — Économie politique et sociale — Finances
Histoire — Statistique — Hygiène — Législation

SOMMAIRE

L'armée économique allemande.....	René RISTELHUEBER.....	227
Les hypothèses de Copernic.....	Thomas GREENWOOD.....	240
La guerre et la métamorphose de l'économie Sud-Africaine.....	Dr Charles-D. HÉRISSON...	250
L'universalité du savoir.....	Ray ATHERTON.....	266
Solution pratique et économique à notre pro- blème de circulation à Montréal.....	Adrien GENEST.....	275
Synchronisation et réglage automatique du voltage des alternateurs au moyen de tubes électroniques.....	Julien RICARD.....	294
Revue des livres.....		332

ASSOCIATION DES INGÉNIEURS DIPLOMÉS DE POLYTECHNIQUE
MONTREAL

Revue Trimestrielle Canadienne

MONTREAL

SEPTEMBRE 1944

L'ARME ÉCONOMIQUE ALLEMANDE

Que le désarmement de l'Allemagne s'impose pour empêcher un État, candidat perpétuel à la domination universelle, de venir troubler encore la Paix, tout le monde est d'accord.

Qu'entend-on par là? Question oiseuse, dira-t-on, la réponse allant de soi. Il s'agit de faire en sorte que l'Allemagne ne soit plus en mesure de renouveler le coup d'audace qu'elle a exécuté en reconstituant ses forces d'agression au mépris des Traités. Petite armée de métier dissimulant une armée de cadres, augmentation du personnel de police couvrant l'accroissement des hommes de troupe, développement de l'aviation commerciale masquant la renaissance de l'armée de l'air, intensification de l'effort industriel préparant les usines de matériel de guerre jalonnent, on le sait, la série des artifices qui lui ont permis de camoufler ses préparatifs militaires jusqu'au moment où, se jugeant assez forte, elle a levé le masque pour les poursuivre ouvertement.

Empêcher le retour de ces tragiques mystifications ne suffirait cependant pas. Le désarmement moral est encore plus indispensable. L'outil n'est rien sans l'esprit qui l'anime. Aussi est-il essentiel d'exorciser l'Allemand: abolir chez lui le dogme de sa supériorité, défanatiser la jeunesse, substituer le sens de la solidarité humaine aux excitations de la haine et du mépris. Et désarmer les cerveaux est certes œuvre plus malaisée, plus longue et plus complexe que désarmer les mains.

Il est une autre arme dont les Allemands ont su se servir avec maîtrise et qui s'est révélée singulièrement efficace, c'est l'arme économique. Dans le programme de désarmement envisagé par les Nations Unies, elle n'a pas été oubliée. Cependant, au milieu du fracas des batailles et des discours excitant au combat, on est

tenté de sous-estimer l'importance de ce procédé insidieux, sans caractère spectaculaire. Manié d'une façon habile et sans scrupule, il n'en a pas moins réussi à renforcer la puissance de l'Allemagne et à immoler sans bruit ses victimes.

La conception de l'État totalitaire, imaginée et mise en pratique par le Troisième Reich a inspiré la création d'une armature économique à la fois solide et agressive. Concentrant tous les pouvoirs entre ses mains volontaires, l'État, là comme ailleurs, commande en exigeant une absolue soumission. Un petit nombre d'experts examinant les problèmes financiers et commerciaux, en discutent et arrêtent des décisions. Aucun contrôle ni aucun frein. Les vœux des organismes économiques, les désirs des intéressés, le goût des consommateurs n'entrent pas en ligne de compte. La raison d'État domine: inutile d'essayer de faire entendre une autre voix à côté du tonnerre de la sienne. Ainsi est née « l'économie dirigée » dont les résultats ont été tels que, mus par une réaction de défense, d'autres pays se sont engagés dans la même voie, autant du moins que leurs institutions et l'état d'esprit des populations le permettaient. Le mal né à Berlin, est devenu contagieux. Il a fortement contribué à ébranler la construction de l'économie européenne en faisant élever les barrières douanières, adopter une politique de « contingentement » des produits qui limitait leur circulation jusqu'à aboutir à des prohibitions, en soumettant la sortie des moyens de paiements à de rigoureuses prescriptions, bref en multipliant les entraves à l'échange des marchandises comme au transfert des monnaies. Bientôt l'Europe, à peine convalescente d'une crise commerciale sans précédent et cloisonnée en un trop grand nombre de pays d'importance très inégale, voyait tous ceux-ci repliés sur eux-mêmes dans une semblable méfiance et prompts à user de représailles quand ils croyaient leurs intérêts menacés. Ce fut le cercle infernal de l'autarcie. Au nationalisme exacerbé qui dressait déjà l'un contre l'autre les peuples du vieux continent, venait s'ajouter une forme nouvelle de ce sentiment, le nationalisme économique.

Grâce à son régime dictatorial, l'Allemagne était à ce jeu sans rivale. Tous ses efforts convergeaient vers le même but, la préparation à la guerre. D'où l'organisation méthodique du pays de façon à lui permettre, dès le temps de paix, de se suffire autant que possible à lui-même aussi bien au moyen d'une production intensifiée que d'un sévère rationnement. Pour ce qui est des objets fabriqués,

le vigoureux essor industriel du Reich ouvrait des perspectives favorables. Il en allait autrement pour les denrées alimentaires que son sol, relativement ingrat surtout vers l'Est, fournit en quantité insuffisante pour sa nombreuse population. Afin de parer à ce danger, l'Allemagne s'est ingéniée à pratiquer une politique destinée à transformer en satellites un certain nombre de petits États agricoles en liant peu à peu leur sort au sien. Constituer un groupe compact de nations entraînées dans son sillage de façon à former, hors de ses frontières, le prolongement d'un territoire organisé en vue d'une économie de guerre, tel a été le dessein du Troisième Reich. Placés dans la dépendance de Berlin, ces pays n'étaient plus en mesure de pratiquer librement leur commerce. Tous les fils du vaste organisme dont ils faisaient partie venaient se rejoindre dans les mains du Docteur Walter Funck, Ministre du Commerce et de l'Industrie du Reich, en réalité dictateur économique d'une partie de l'Europe.

Son œuvre était complétée par celle d'un dictateur financier, le Docteur H. Schacht, Président de la Reichsbank. Expert en matière de monnaie, il en était le grand manipulateur. Après avoir, à la suite de la catastrophe inflationniste, largement contribué à stabiliser le Mark, il avait acquis une maîtrise incomparable dans l'art de le faire tour à tour apparaître, disparaître, de le transformer ou d'en produire une infinie variété, à la manière d'un prestidigitateur, tant et si bien que le Mark était devenu une monnaie fictive. Il n'existait plus guère qu'en théorie. Des appellations diverses, affectées d'un coefficient de valeur différent, recouvraient le système monétaire compliqué mis sur pied par sa fertile imagination. Comme il était rigoureusement interdit de faire franchir les frontières à ce Mark, dépourvu de toute base solide, sa parité avec les signes monétaires étrangers était fixés d'une façon arbitraire.

De prime abord, en se rend compte de l'infériorité dans laquelle les pays jouissant encore d'une certaine liberté se trouvaient à l'égard de cette formidable machine autoritaire, dont les rouages savamment construits et agencés en vue d'une même fonction, entraient tous en mouvement sous une impulsion unique. A Londres, à Paris, comme à Prague ou à Varsovie, les questions économiques se discutaient entre plusieurs Départements Ministériels. Une entente devait être établie entre les Administrations du Commerce, des Finances, de l'Agriculture et des Affaires Étrangères qui avaient à prendre en considération les désirs des intéressés qu'un Gouver-

nement démocratique ne pouvait négliger. Ces consultations nécessitaient des délais pour mettre tout le monde d'accord sur une solution qui exigeait ensuite une modification des règlements ou même la consultation du Parlement. A Berlin, sur un coup de sifflet du maître, la machine s'ébranlait aussitôt.

Veut-on un fait concret ? Prenons l'exemple du tabac, denrée essentielle chez les pays balkaniques. Pour les envois destinés à l'Amérique, à l'Angleterre ou à la France, les acheteurs devaient naturellement satisfaire avant tout le goût de leur clientèle. Habitée à un mélange dans lequel le tabac d'Orient n'entrait que pour une proportion déterminée, celle-ci aurait rapidement délaissé une marque ne répondant plus à ses désirs. « Impossible de vous faire des commandes plus importantes, disaient ces acheteurs aux producteurs grecs, tures ou bulgares; cela changerait le parfum de nos cigarettes d'une façon nuisible à nos intérêts. » L'acheteur allemand, lui, prenait tout ce qui lui était offert sans autre préoccupation que les intérêts de l'État. Le tabac était réparti entre les maisons allemandes, qui n'avaient pas à discuter l'opportunité du choix. Avec ce produit, elles fabriquaient des cigarettes que le public, de son côté, fumait sans protester, trop heureux encore de pouvoir continuer à fumer !

Grâce à une double dictature, commerciale et financière, le Reich maîtrisait toute la matière économique sur son propre territoire. Il la modelait à sa convenance en préparant ses belliqueux desseins. Bien plus, il pouvait aussi se lancer à la conquête d'autres régions par une politique d'asservissement des petits pays agricoles. Amputé de ses colonies, il a cherché, et a en partie réussi, à en compenser la perte par la colonisation d'une partie de l'Europe. Un livre paru à Londres peu avant la guerre a fort justement dénoncé le péril de cette invasion pacifique.¹

Continuation du fameux « Draw nach Osten », cette poussée vers l'Est d'une forme nouvelle visait surtout la vallée du Danube et la péninsule balkanique. Ce choix était dicté par la nature, l'économie de ces contrées, presque uniquement agricoles, se trouvant à souhait complémentaire de celle de l'Allemagne, puissamment industrialisée. De là l'idée, à la fois simple et redoutable, d'une association inscrite dans l'ordre même des choses entre deux parties dont l'une serait le ravitailleur en denrées alimentaires et l'autre le

1. Paul Einzig, *Bloodless Invasion*.

fournisseur en produits fabriqués. Le paysan nourrissant l'ouvrier et celui-ci équipant le paysan, c'était en principe un parfait exemple de combinaison à la fois logique et pratique d'intérêts solidaires. A condition toutefois que l'association fonctionnât sur un pied d'égalité. Or, entre une forte Allemagne centralisée de 80 millions d'habitants et un groupe de cinq ou six petits États déjà faibles par eux-mêmes, divisés entre eux et dont la population variait de 6 à 17 millions, rien de tel n'était à envisager.

La politique du Reich consistait à acheter la production de ces pays dans la plus grande mesure possible. Les besoins de sa population offraient un débouché à peu près illimité à des pays généralement pauvres pour lesquels la vente de leurs récoltes était une question vitale. Déjà considérable par lui-même, le marché allemand s'était encore agrandi à la suite de l'annexion de l'Autriche, puis de la région des Sudètes, de façon à constituer une masse sans rivale au point de vue de la capacité d'absorption.

Hongrie, Roumanie, Yougoslavie, Bulgarie, Grèce voyaient assuré l'écoulement de leurs produits, service pour eux inappréciable. Ils étaient ainsi mis à l'abri de la mévente; leur économie était stabilisée. C'était la sécurité,— mais la sécurité dans le servage, car l'énorme supériorité de sa population mettait entre les mains du Reich une arme contre laquelle les petits pays n'étaient pas en mesure de se défendre.

Au début, n'envisageant que leur intérêt immédiat, paysans et commerçants balkaniques se félicitaient d'avoir trouvé un client idéal, toujours disposé à leur passer des commandes. Soucieux d'assurer son approvisionnement et de constituer des stocks de denrées alimentaires, Berlin les encourageait à produire plus encore. Qu'il s'agit de blé, de bétail, de légumes ou de fruits, il était sans cesse preneur, ne tendant à rien moins qu'à s'assurer un monopole dans ces régions. Non seulement il achetait pour son propre compte, mais il s'offrait à placer les marchandises qu'il n'absorberait pas lui-même. La puissance et l'ampleur de son organisation commerciale lui permettaient, moyennant un honnête courtage, d'écouler ses produits dans le monde entier avec beaucoup plus de facilité que des petits pays livrés à eux-mêmes. Aussi les intéressés se montraient fort reconnaissants envers le dispensateur de leur relative prospérité. Aveuglés par leurs profits, ils se faisaient inconsciemment les agents de l'Allemagne en proclamant leur admiration pour ses méthodes, son organisation et sa force, sans se rendre

compte que, devenus les obligés d'un grand pays à poigne de fer, ils allaient être bientôt matés par lui.

L'Allemagne achetait donc beaucoup. Avec quoi payait-elle ? Non pas en monnaie, puisque le Mark n'était pas exportable. Pour y remédier, un ingénieux système avait été élaboré qui a contribué à renforcer encore la position du Reich.

La valeur des marchandises était estimée en Mark à une parité arbitrairement fixée, on l'a vu, et ce montant était inscrit à la Reichsbank au crédit des vendeurs. Ceux-ci avaient à leur disposition un nombre considérable de Marks dont ils pouvaient théoriquement faire ce que bon leur semblait, — sauf les sortir d'Allemagne ! La seule solution était donc d'acheter des produits allemands pour un montant égal. En plein vingtième siècle, on revenait au procédé primitif du troc, avec ce perfectionnement toutefois que comme régulateur des échanges était choisie — ou mieux imposée — une monnaie inexistante à valeur arbitraire. Et c'est ainsi que blés de Hongrie et de Roumanie, pores et prunes de Yougoslavie, volailles et œufs de Bulgarie, tabac et raisin de Bulgarie et de Grèce étaient échangés contre des produits chimiques ou pharmaceutiques, des appareils d'optique, des thermomètres, des fournitures d'appareillage électrique, de la quincaillerie, et des machines de tout genre.

Le rêve du Reich, pour tenir davantage encore ses créanciers à sa merci, eût été de les payer en grande partie en matériel de guerre, avions, tanks et canons, de façon à faire dépendre de son industrie les besoins de leurs armées. Mais sur ce terrain, le jeu était si clair et si dangereux qu'il rencontrait de sérieux obstacles, sans compter la concurrence des autres pays. Si la Bulgarie s'était montrée encline à écouter ces voix tentatrices, la Yougoslavie y était restée farouchement sourde.

Le Mark étant estimé à un taux élevé, le pays danubien ou balkanique avait l'agréable illusion de vendre ses récoltes et son bétail à fort bon prix, sans se rendre compte qu'il achetait également fort cher les produits manufacturés dont il avait besoin. Le fonctionnement du système liait en effet les deux opérations de vente et d'achat : plus le Sud-Est exportait, plus il devait fatalement importer, par le jeu naturel de la balance des comptes.

Malgré leur masse, les exportations allemandes étaient parfois insuffisantes pour utiliser tous les Marks portés au crédit de tel ou tel pays. Que faire de ce reliquat ? « Rien de plus simple, disaient

les Allemands à leurs clients. Venez le dépenser dans notre pays. Il offre une grande variété d'aspects et toutes sortes d'agréments: centres de tourisme dans les montagnes de Bavière ou sur les bords du Rhin, villes d'art comme Munich, Dresde et Berlin avec leurs nombreux Musées, partout d'excellents hôtels. Entre un concert et une excursion, vous pourrez visiter non seulement nos magasins, mais aussi des usines en vous rendant compte sur place de notre production et vous ferez du coup un voyage d'affaires en même temps qu'un voyage de plaisir ». Le meilleur accueil était en effet réservé à ces touristes dont la venue favorisait l'industrie hôtelière et remplissait les carnets de commandes.

On leur suggérait également: « Pourquoi n'enverriez-vous pas vos fils et vos filles terminer chez nous leurs études? Nous comptons un grand nombre d'Universités dont les professeurs jouissent d'une réputation mondiale et une foule d'instituts techniques qui forment les meilleurs ingénieurs. » Ainsi l'arme économique, habilement employée, servait également l'influence intellectuelle. Comme les propriétaires fonciers et les commerçants balkaniques possédaient des Marks en effet, et non des francs ou des livres, ou des couronnes tchèques ou des zlotis, ils envoyaient de préférence en Allemagne leurs enfants qui commençaient peu à peu à désertier les Universités françaises, anglaises, tchèques ou polonaises, où ils se rendaient jusque-là. Les affaires se traitant de plus en plus avec le Reich, la langue allemande prenait une importance accrue. Dans une région où le français avait toujours régné en maître incontesté, il commençait à perdre sérieusement du terrain au bénéfice de ce rival arrivé dans les coffres des commis-voyageurs. Le « Mark gelé » devenait un excellent moyen de propagande. Il facilitait l'achat de livres, de revues et de journaux allemands, de préférence aux autres, et qui parvenaient rapidement grâce à un excellent service de poste aérienne. Voulait-on inviter un professeur, un conférencier, un artiste, un musicien et, plus encore, un orchestre? On s'adressait aux Allemands. Il était si commode de les payer avec des Marks dont personne ne voulait. La marchandise intellectuelle s'écoulait tout comme la marchandise ordinaire.

Le commerce germano-balkanique s'intensifiait ainsi à la satisfaction apparente des intéressés. Les proportions qu'il avait prises justifiaient l'installation sur place d'organismes chargés du contrôle des achats et des ventes. Offices commerciaux et touris-

tiques luxueusement installés nécessitaient la présence d'un nombreux personnel. Le Reich n'en était pas avare: il expédiait une nuée de ses ressortissants de tout ordre et de toute condition, depuis de modestes comptables jusqu'à des grands chefs d'entreprise. Avant de trouver une installation, ils encombraient les hôtels où l'on entendait plus parler que l'allemand. Là où la France et l'Angleterre entretenaient un agent, les Allemands en envoyaient une dizaine. D'où des allées et venues continuelles entre le Reich et les pays de la Péninsule, excellent moyen pour transmettre d'une façon rapide et sûre des informations d'ordre économique, mais aussi politique et même militaire. Non seulement le contact entre Berlin et le Sud-Est était établi de la façon la plus directe, mais l'importance des intérêts engagés nécessitait que fut de temps à autre délégué quelque grand personnage du Reich dont la réception solennelle contribuait à rehausser encore le prestige de son pays tandis que les autres États n'avaient guère de motifs pour multiplier de pareilles visites.

Le sentiment d'euphonie éprouvé par les nations balkaniques les empêchait tout d'abord de s'apercevoir qu'elles forgeaient elles-mêmes leurs propres chaînes. Elles s'étaient tellement mises sous la dépendance de l'Allemagne qu'elles avaient progressivement perdu toute liberté d'action. Un petit pays qui vend presque toute sa production à un État puissant et lui achète en contre partie une fraction de la sienne, a infiniment plus besoin de celui-ci que celui-ci n'a besoin de lui. En général, les États balkaniques expédiaient plus de la moitié de leurs denrées vers le Reich tandis qu'ils absorbaient un dixième environ de ses produits manufacturés. Pour eux, le débouché allemand était indispensable; pour le Reich, le marché balkanique était relativement négligeable. S'il venait à se fermer, il lui était assez facile de placer ailleurs les marchandises devenues disponibles. La prospérité factice qu'avait valu aux pays de la Péninsule l'aide du Reich allait se retourner contre eux d'une façon tragique. Ils devaient bientôt se trouver à sa merci. L'Allemagne jugeait-elle que ces États faisaient preuve de trop d'indépendance, qu'ils risquaient de contrecarrer sa politique, elle disposait d'un puissant moyen de pression pour les assouplir. Il lui suffisait, pour leur imposer sa volonté, de faire peser la menace de ne plus leur acheter tel ou tel produit. C'eût été la ruine pour une partie de la population qui, endormie dans une trompeuse sécurité, était incapable de trouver rapidement une autre voie d'écoulement.

Affolé devant la perspective du mécontentement populaire, le Gouvernement s'empressait de donner satisfaction et il ne pouvait guère faire autrement tant il s'était laissé entraîner dans l'orbite Reich. Celui-ci ne se fit pas faute d'exercer ce chantage. De la dépendance économique, les Balkans passaient peu à peu sous la dépendance politique de l'Allemagne. Quand son emprise économique était suffisamment efficace, elle tordait le cou aux Gouvernements, sans danger pour elle et sans pitié pour eux.

Ce système n'avait d'ailleurs rien de nouveau. L'Empire Austro-Hongrois l'avait utilisé dans ses rapports avec la Serbie avant la guerre de 1914. Quand il jugeait son petit voisin insuffisamment docile, il fermait sa frontière à l'importation des pores et la Serbie cédait: c'est ce que l'on a pittoresquement appelé la « guerre des pores ». Procédé aussi pratique qu'efficace et peu bruyant.

L'Allemagne en était arrivée à dicter à ses tributaires les conditions de leur propre structure économique. La prospérité de ces pays lui importait, bien entendu, assez peu. Ce qu'elle voulait, c'était utiliser leurs territoires en vue de la réalisation de ses projets d'économie fermée. Aussi imposait-elle les productions auxquelles son propre sol se refusait. Elle en faisait intensifier la culture et, afin d'être bien servie, elle expédiait ses agronomes pour surveiller les plantations et ses commerçants pour vérifier la qualité. C'est ainsi que sa crainte d'être à court de matières grasses lui fit favoriser la culture des plantes oléagineuses en invitant les pays balkaniques à faire porter leur effort sur la culture du soja et du tournesol, dont la graine produit de l'huile. Elle entendait en revanche se réserver le marché industriel pour la conquête duquel elle était organisée. Aussi s'ingéniait-elle à mettre des entraves au développement industriel de ces pays en décourageant les initiatives dans ce sens, en rachetant les entreprises pour les laisser végéter et en mettant une évidente mauvaise volonté à fournir le matériel nécessaire à l'équipement industriel. Elle évitait par là la création d'une concurrence et se réservait un quasi monopole.

On sait que tel est le sort que le Reich cherche à imposer à la France depuis l'occupation en encourageant le développement de son agriculture et en entravant toute production industrielle non susceptible de servir à l'industrie de guerre. Tentative de « balkanisation » de la France pour la maintenir en tutelle, lui râfler ses produits agricoles et déverser chez elle les fabrications de ses usines.

Pour ce qui est de pays de la Péninsule, l'Allemagne s'était également efforcée de resserrer ses liens avec eux en abrégant les distances par une amélioration des voies de communication et des moyens de transport. L'annexion de l'Autriche avait merveilleusement servi ses desseins en lui faisant faire un important bond vers l'Est. Mais cela ne l'empêchait pas de perfectionner et d'accélérer la circulation sur les voies ferrées. A la veille de la guerre, elle commençait même la mise à exécution d'un vaste réseau de canaux de façon à multiplier et à intensifier ses voies d'accès vers le réservoir de denrées alimentaires qu'elle entendait intégrer dans son aire économique.

Le contrôle ainsi exercé par le Reich lui assurait sur l'action des autres Puissances une avance considérable. Quand celles-ci finirent par s'émouvoir de cet état de choses, leur tentative de riposte se révéla tardive. A côté des achats massifs de Berlin, les efforts de Paris et de Londres pour s'intéresser, à la dernière heure, aux produits des Balkans n'apparaissaient guère que comme des velléités. L'Angleterre réussit cependant à soulager la pression qui commençait à s'exercer également sur la Turquie en consentant à celle-ci un emprunt important et en lui fournissant du matériel de guerre. De même, elle se décida à demander à la Roumanie des envois de céréales. De son côté, pour essayer de reprendre à l'Allemagne un champ d'action dans lequel elle ne lui avait laissé jusqu'à là que trop de liberté, la France, à la veille de la guerre, voulut tenter d'inaugurer en Yougoslavie et en Bulgarie une politique de prêts et d'achats de produits agricoles.

Deux exemples prise sur le vif dans des pays situés, l'un au Nord, l'autre au Sud de l'Europe, serviront d'illustrations aux méthodes allemandes et à leur efficacité.

Région assez négligée de l'ancien Empire des tzars, la Lithuanie n'était, jusqu'en 1919, qu'un pays de forêts, de blé et de lin, dont le sol se trouvait morcelé entre les vastes propriétés de seigneurs russes ou polonais. Le pays une fois devenu indépendant, le Gouvernement, après avoir effectué une réforme agraire destinée à répartir la terre entre les paysans, décida de transformer l'économie générale de la contrée afin de mieux assurer la subsistance des nouveaux petits propriétaires. Aux cultures précédentes fut substituée une intensification de l'élevage du bétail et de la volaille afin de produire du beurre, des œufs, du lard, des jambons et des viandes en conserve. L'Allemagne se porta immédiatement parmi

les principaux acheteurs, ses transactions étant facilitées par l'existence d'une longue frontière commune.

Pareil voisinage comportait de sérieux inconvénients. Sur les rives de la Baltique, le petit territoire de Mémel avait été enlevé à l'Allemagne pour être attribué à la Lithuanie, sous la réserve d'une administration autonome de façon à sauvegarder les droits d'une importante minorité germanique. C'était là un continuel sujet de friction entre Berlin et Kovno. Encouragée par les progrès de l'hitlérisme, la représentation allemande à la diète de Mémel haussait de plus en plus le ton jusqu'à finir par entrer en lutte ouverte avec le Gouverneur du territoire. Vers la fin de 1934, le conflit prit un caractère aigu. Que fit Berlin, pour tenter d'amener le Cabinet Lithuanien à récipiscence? D'un trait de plume, il décréta subitement l'interdiction d'entrée des jambons et des oies en provenance de Lithuanie. C'était là un coup dur pour des producteurs qui avaient l'habitude d'intensifier leurs expéditions à la veille des fêtes de Noël. Le Gouvernement lithuanien ne céda cependant pas. Il évita la catastrophe en prenant, lui aussi, une mesure énergique que lui permettait son régime dictatorial. Il se rendit acquéreur des denrées laissées en souffrance et, suivant un barème établi d'après l'importance de leur traitement, il imposa à tous ses fonctionnaires d'être pendant quelques mois payés en partie en denrées alimentaires afin d'encouler les stocks et d'éviter de plonger les paysans dans la misère.

Un jeune Britannique était alors professeur de littérature anglaise à l'Université de Kovno. Quand, à la fin du mois, il remit, tout souriant, à la personne chez qui il prenait pension le jambon et les oies qui lui avaient été attribués. « Que voulez-vous que j'en fasse », lui répliqua la dame. Mon mari aussi est fonctionnaire et j'ai déjà bien assez des victuailles qu'il m'a apportées. »

En faisant toucher du doigt à la Lithuanie le danger de compter sur un client trop important, ce sérieux avertissement l'engagea à accélérer les mesures qu'elle avait déjà prises pour se procurer d'autres débouchés. La Grande-Bretagne lui vint fortement en aide en lui achetant des quantités considérables de beurre et de bacon qui commençaient à rivaliser sur le marché de Londres, avec les produits danois.

Le second exemple est emprunté à un pays situé à l'autre extrémité de l'Europe, vers le Sud, la Bulgarie. Alors que vers 1930, l'Allemagne ne figurait que pour 25% environ dans son

commerce, elle avait réussi, de 1925 à 1939, à tripler ses échanges, si bien qu'à la veille du conflit, ceux-ci représentaient déjà un peu plus de la moitié des transactions totales, importations et exportations. Cette situation anormale était aggravée par deux faits. D'un côté, la moyenne d'achat déjà impressionnante était portée à 65% pour certains produits comme les volailles, les œufs, les porcs, les fruits et plus encore pour le tabac. A la suite de l'annexion de l'Autriche et de la région des Sudètes, il était facile de prévoir que cette part se monterait bientôt à 75%. D'un autre côté, la Puissance qui se classait immédiatement après l'Allemagne, la Grande-Bretagne, ne participait que pour 8% au commerce bulgare. Il y avait donc dans l'économie du pays un déséquilibre qui faisait d'un État étranger, et d'un seul, le maître du marché sans aucun contre-poids. On n'allait pas tarder à en constater les néfastes effets.

Dans le courant de 1938 la France, dont l'influence avait toujours été grande en Bulgarie, surtout au point de vue intellectuel, résolut de remédier à cette situation. Une mission fut envoyée à Sofia composée de financiers et d'industriels ayant à leur tête le Directeur des Accords Commerciaux. Les journaux firent grand bruit autour de la venue de cette impressionnante délégation qui fut fêtée au cours de réceptions et de banquets. A la suite de laborieuses négociations, un nouveau traité de commerce fut signé qui augmentait les contingents d'importation de certains produits bulgares, dans une mesure bien timide toutefois, en raison de la résistance des agriculteurs français qui redoutaient la concurrence. Mais le résultat le plus important était l'offre par un groupe d'établissements financiers d'un emprunt de près de 400,000,000 de francs dont le montant devait servir à l'achat à l'industrie française de matériel de chemin de fer, d'équipement industriel, et même, dit-on, de matériel de guerre. Discutées par les journaux bulgares, ces propositions furent critiquées par toute la partie de la presse inféodée à l'Allemagne. Des voix s'élevèrent même au Parlement pour estimer trop onéreuses les conditions de l'emprunt et trop élevés les prix offerts par les firmes françaises. Peu après, le tout puissant Docteur Funck fit un rapide voyage à Sofia, sans appareil. Il dit simplement au Gouvernement bulgare: « Je suis en mesure de vous acheter tout ce que vous produisez et de vous vendre tout ce dont vous avez besoin. Vous adresser à une autre Puissance, qui ne peut vous venir en aide que d'une façon très imparfaite, serait un acte inamical envers le Reich. Je vous engage vivement à

décliner ces offres, sinon mon Gouvernement se verrait à son grand regret dans l'obligation d'annuler toutes ses commandes. » Complètement enlisé dans l'ornière allemande où il s'était laissé glisser peu à peu, le Cabinet bulgare, pris à la gorge, ne put que s'incliner devant la menace. Sous un prétexte quelconque, il fit poliment savoir au Gouvernement français que le projet, pourtant parfaitement mis au point, ne l'intéressait pas !

Tels sont les faits dont il importe d'éviter le retour pour que les petits États ne se trouvent plus victimes de la terrible arme économique allemande qui a joué un rôle si important dans la préparation de la guerre. Il est urgent de faire en sorte que de vastes courants commerciaux s'établissent librement dans le monde, particulièrement dans toute l'Europe délivrée d'un compartimentage excessif, que les nations puissent se faire une entière et salutaire concurrence afin d'éviter qu'une Puissance use de méthodes dictatoriales imposées chez elle pour prétendre dicter également la loi à de petits pays réduits à sa merci.

René RISTELHUEBER.

*Ancien Ministre de France
au Canada*

LES HYPOTHÈSES DE COPERNIC

C'est au titre de la civilisation tout entière qu'est inscrit le nom de Nicolas Copernic, comme l'auteur du système héliocentrique. Tout le monde savant vient de célébrer le quatrième centenaire de la mort de ce génial astronome, qui compte parmi les gloires les plus pures de son pays, la Pologne. Il naquit en effet à Thorun, dans le nord de ce beau pays, où il fit ses études élémentaires; puis il se rendit à la célèbre Université de Cracovie, où il étudia pendant cinq ans. Ensuite, comme cela se devait pour tout humaniste, il voyagea en Italie, où il fréquenta les Universités de Bologne, de Padoue et de Ferrare où il prit ses grades en droit canon. Il était encore jeune homme, quand son oncle, l'évêque d'Ermland, le désigna comme chanoine de la cathédrale de Frauenburg, dont il conserva le bénéfice jusqu'à la fin de sa vie. Ces circonstances, et l'octroi d'une sinécure à Breslau, permirent à Copernic de consacrer tout son génie et ses loisirs aux études qui finirent par donner à la science une nouvelle description de l'univers.

On connaît l'idée générale de son système. Alors que la tradition scientifique de l'antiquité et du moyen-âge plaçait la terre au centre du monde, Copernic en fit une simple planète tournant autour du soleil qui reçut ainsi la place d'honneur. Les motifs qui amenèrent Copernic à parfaire cette « révolution copernicienne », se rattachent à ce grand problème de méthodologie posé par Platon, qui exigeait de l'astronomie la représentation des mouvements des corps célestes de manière à « sauver les apparences ». Les observations accumulées jusqu'à ce jour n'étant pas toutes satisfaites par le système des épicycles de Ptolémée, il devenait nécessaire de rechercher s'il n'y avait pas moyen de faire mieux. Or c'est ce qui nous valut le système héliocentrique.

Quelle valeur Copernic reconnaissait-il à son hypothèse? C'est le problème que nous voudrions discuter brièvement, en insistant aussi bien sur son importance historique, que sur sa portée proprement philosophique.

On sait que Copernic expose sa théorie héliocentrique dans son grand ouvrage *De Revolutionibus Orbium Celestium*, qui parut en 1543 l'année même de sa mort. C'est dans le premier de ces six livres que Copernic donne une description générale de l'univers et les fondements qui lui servent « pour sauver les apparences et les observations de tous les âges » comme le dit Rhéticus, son disciple et collaborateur. Mais dans un ouvrage posthume le *Commentariolus*

écrit bien longtemps auparavant (la date exacte n'en est pas encore déterminée), Copernic donne déjà un résumé de son système et définit ses hypothèses dès le début. Disons ici que ces deux ouvrages offrent une certaine différence dans le détail: dans le *Commentariolus*, Copernic accepte la fixité de l'apogée du soleil. Mais quand il apprit que tel n'était pas le cas, il rajusta ses descriptions et ses calculs dans son ouvrage *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, qui donne à sa pensée une forme définitive.

Pour comprendre le sens et la méthode de l'innovation de Copernic, il faut se rappeler la théorie des sphères imaginaires qu'Eudoxe avait introduites dans l'étude de l'astronomie, au quatrième siècle avant notre ère, pour rendre compte des mouvements apparents des planètes. Ces sphères étaient invisibles, tout en ayant un mouvement propre qui était communiqué aux planètes qui se trouvaient fixées sur elles. Comme le comportement d'un astre errant à travers l'espace était trop compliqué pour être produit par une seule sphère animée d'un mouvement uniforme, il fallait attribuer à chaque planète un ensemble de sphères mobiles dont la résultante rendait compte de la marche de cet astre. Alors qu'Eudoxe croyait décrire le cheminement des cieux par des sphères homocentriques, des observations ultérieures obligèrent les astronomes à proposer des sphères excentriques, puis des épicycles, tout en conservant la terre au centre du monde. Cet emploi des sphères constitue une partie fondamentale de tout système astronomique jusqu'à Képler, qui démontra le caractère elliptique des orbites planétaires.

C'est dire que Copernic conserve naturellement l'usage des sphères dans sa théorie, et avec elles certains axiomes physiques qui les supposent. Le plus important d'entre eux est le principe que tout mouvement céleste doit être circulaire et uniforme. Pour lui, cet axiome est aussi essentiel que le principe de sauver les apparences, que Platon exigeait pour toute théorie physique. C'est pourquoi, tout en concédant que le système de Ptolémée était compatible avec les données numériques de l'expérience, Copernic le rejette parce qu'il viole l'axiome d'uniformité. Afin de respecter ces deux principes, Copernic eut l'intuition géniale d'échanger la position respective que la terre et le soleil occupaient dans l'astronomie ancienne. En mettant ce dernier au centre de notre monde, Copernic a pu simplifier la description géométrique et les calculs numériques relatifs aux mouvements des corps célestes. Nous verrons tout à

l'heure ce que Copernic pensait de la réalité des sphères qu'il utilisait dans son système.

Il convient de donner auparavant les postulats plus détaillés dont il s'était servi. Dans son *Commentariolus*, il demande ainsi qu'on lui accorde les sept hypothèses suivantes: 1) Il n'y a pas un centre unique de tous les cercles et sphères célestes.— 2) Le centre de la terre n'est pas le centre de l'univers, mais uniquement le centre de gravité et celui de la sphère lunaire.— 3) Toutes les sphères tournent autour du soleil comme leur point-milieu, et par conséquent, le soleil est le centre de l'univers.— 4) Le rapport de la distance de la terre au soleil à la hauteur du firmament est tellement moindre que le rapport du rayon terrestre à notre distance du soleil, que la distance de la terre au soleil est imperceptible en comparaison de la hauteur du firmament.— 5) Les mouvements apparents du firmament résultent de celui de la terre et non pas d'une vertu propre. La terre avec ses éléments proches (atmosphère et eaux) fait une rotation complète autour de ses pôles fixes chaque jour, pendant que le firmament reste fixe.— 6) Les mouvements apparents du soleil résultent non point de sa vertu propre, mais bien de ceux de la terre et de notre sphère, qui nous font tourner comme toute planète autour du soleil. La terre a donc plus d'un mouvement.— 7) Les mouvements apparents des planètes, qu'ils soient directs ou rétrogrades, résultent uniquement de celui de la terre. Ce seul mouvement suffit donc à expliquer tant d'apparentes inégalités des corps célestes.

L'application de ces hypothèses aux faits astronomiques connus à son époque, permit à Copernic de déterminer l'ordre des sphères de notre système; de décrire les mouvements apparents du soleil en mesurant des déplacements égaux par rapport aux étoiles fixes et non point relativement aux équinoxes, et en les ramenant aux trois mouvements de la terre; et enfin de tracer la marche des autres planètes et de la lune. Pour comprendre le détail et l'élégance de ce travail, il faudrait avoir présentes à l'esprit les notions courantes de l'astronomie ancienne, dont Copernic utilise le langage tout en conservant comme dominante son hypothèse héliocentrique. Ce décalage significatif entre les idées et leur expression scientifique est un caractère de l'œuvre de Copernic et un exemple de situations analogues aux tournants décisifs de l'histoire des sciences. Mais pour notre présent dessein, il suffit de saisir le sens des postulats que nous venons d'énumérer, et l'originalité de la position de Copernic par rapport à l'astronomie ancienne.

Cette position n'a pas été prise gratuitement, comme ce fut le cas pour Pythagore: en effet, observations et calculs ont fourni à Copernic les soubassements nécessaires à son système. C'est pourquoi il attribue à ses axiomes et à ses postulats une réalité bien plus grande que ce n'est le cas pour de simples hypothèses de travail. C'est ce qu'il devait affirmer dans une lettre adressée à son ami Osiandre, célèbre théologien luthérien qui s'intéressait aux mathématiques et était chargé de l'impression de *De Revolutionibus Orbium Coelestium* de Copernic. Cette lettre ne nous est point parvenue; mais on peut deviner son contenu à la réponse d'Osiandre (20 avril 1541) qui incitait son ami à présenter son système, non point comme une vraie description de l'univers, mais bien comme un moyen vrai ou faux pour sauver les apparences. « J'ai toujours pensé, lui écrivait Osiandre, que les hypothèses physiques ne sont pas des articles de foi, mais plutôt des moyens de calcul, de sorte que rien n'est changé si même elles sont fausses, pourvu qu'elles reproduisent exactement les phénomènes des mouvements. Si nous adoptons l'hypothèse de Ptolémée, qui nous dirait si l'inégalité du mouvement du soleil est due à une épicycle ou à une excentricité, puisque ces deux explications conviennent aux phénomènes? Il me semble donc qu'il serait désirable que vous touchiez à cette question dans votre introduction: de cette façon vous ménageriez les péripatéticiens et les théologiens dont vous craignez l'opposition. »

Ce même souci de ne point heurter les péripatéticiens et les théologiens reste la dominante de la lettre adressée la même date par Osiandre à Rhéticus, mathématicien célèbre qui s'était retiré à Frauenburg pour étudier à côté de Copernic. Dans cette lettre, Osiandre explique que les péripatéticiens et les théologiens se feraient moins de scrupules, si on leur prouve que les mêmes phénomènes peuvent être décrits en utilisant des hypothèses différentes. De cette manière, ils seraient attirés bien plus par le charme de la recherche, que par le devoir présomptueux de défendre des thèses anciennes. Une fois leur antagonisme disparu, ils chercheront en vain la vérité dans leurs propres croyances scientifiques, et ils finiront par se rallier à l'opinion nouvelle.¹ Nous verrons bientôt pourquoi Copernic

¹ Nous empruntons ces renseignements historiques surtout à l'ouvrage *Three Copernican Treatises* (New York, 1939) édité avec notes par E. Rosen, et à la monographie *Copernicus* (London, 1938) de A. Armitage. Comme on peut s'en douter, les études publiées sur les divers aspects de l'œuvre de Copernic sont très nombreuses.

ne partageait pas cette extrême prudence de son correspondant. Pourtant la Préface de son *De Revolutionibus Orbium Celestium* exprime les idées mêmes d'Osiandre, bien que celles-ci jurent avec l'attitude générale prise par Copernic dans son ouvrage. L'explication en est bien simple: comme on le sut bien plus tard, c'est Osiandre qui avait supprimé l'introduction de Copernic, et qui l'avait remplacée par une préface écrite par lui-même et présentée sans signature.

Le point de vue d'Osiandre est que la révélation divine est la seule source de vérité; et que les hypothèses astronomiques, qui ne se rattachent pas à cette révélation, ne peuvent être que des moyens pour calculer les données de l'observation. Comme il le dit dans la Préface que nous venons de mentionner, «les causes des mouvements apparents inégaux (des corps célestes) ne sont guère connues complètement et simplement par cet art (l'astronomie). Et si certaines causes sont mises en avant par l'imagination, comme cela se produit dans la plupart des cas, elles ne sont point présentées pour convaincre quiconque de leur vérité, mais simplement pour offrir une base exacte de calculs. De temps à autre, diverses hypothèses (comme l'excentricité et les épicycles pour le mouvement du soleil) ont été offertes pour rendre compte d'un même mouvement. L'astronome adoptera de préférence celle qui est la plus simple à comprendre. Le philosophe sera peut-être tenté de rechercher celle qui semble plus vraie. Mais ni l'un ni l'autre ne peuvent comprendre ou affirmer quoi que ce soit, à moins qu'il n'ait une révélation divine. Qu'il soit donc permis que ces nouvelles hypothèses soient connues à côté des anciennes, qui ne sont pas plus probables qu'elles; et surtout parce que les nouvelles hypothèses sont admirables et simples, et apportent avec elles un grand trésor d'observations habiles.»

Copernic ne partageait pas cette extrême prudence. Pour lui, le mouvement de la terre, qui était la principale nouveauté de son système, était physiquement vrai; et il voulait exprimer ses opinions ouvertement, même si la science de l'époque était bouleversée. Dans le *Commentariolus* il répète souvent que le *vrai* mouvement de la terre produit les mouvements apparents du soleil, de la lune, des planètes et des étoiles fixes. Et dans le *De Revolutionibus Orbium Celestium* il demande: «Pourquoi hésitons-nous à reconnaître à la terre un mouvement consistant par nature avec sa forme, au lieu d'admettre une rotation de l'univers entier dont les bornes sont

inconnues et inconnaissables? Et pourquoi ne déclarons-nous pas que l'apparence de la rotation diurne convient au firmament, et la réalité de ce mouvement à la terre? » Après avoir réfuté les objections traditionnelles qu'on faisait alors au mouvement de la terre, il a garde cependant de trop accorder à la raison humaine sans l'aide divine, et de lui reconnaître des limites. Mais par contre, tout en n'appelant pas les Écritures à son secours, il n'admet pas davantage qu'on les utilise contre sa doctrine: « S'il est des radoteurs qui prennent sur eux de juger des questions de mathématiques sans connaître les sciences exactes, qui travestissent improprement à leur avantage quelques passages des Écritures, et qui osent critiquer ou censurer mon système, je les ignore jusqu'au point de mépriser leur jugement comme étant mal informé ». ² On ne saurait être plus positif.

C'est toute la question de la vérité scientifique qui se trouve ainsi posée. Il est entendu que Copernic ne dirait pas que son système correspondrait à la vérité ultime; et d'ailleurs il n'avait pas à discuter la question de la vérité en philosophe. Mais ce qui ressort de son attitude explicite, c'est que la science atteint par degrés une vraie connaissance naturelle du monde; et que la dernière étape que lui-même lui avait fait faire était la plus vraie que l'on pouvait avoir à ce moment. Par rapport à la science donc, Copernic pouvait soutenir que son système était vrai.

Il n'en reste pas moins que Copernic considérait ses propositions fondamentales comme des hypothèses, non point dans le sens de propositions conventionnelles ou même imaginaires, mais dans celui de principes premiers nécessaires au départ d'une science comme l'astronomie. Si ces principes ont des conséquences confirmées par l'expérience, ils sont vrais; autrement ils seraient faux. Ces implications nuancées sur le sens donné par Copernic à l'hypothèse, nom qu'il utilise fréquemment dans ses ouvrages, ont provoqué toute une controverse qui a enrichi l'histoire de la critique scientifique. Nous rappellerons seulement que Duhem blâmait Copernic pour ce qu'il appelait son réalisme en croyant à la vérité de ses hypothèses. ³ D'après Duhem, une proposition est vraie si elle

² *De Revolutionibus Orbium Celestium* (ed. 1873, Thorn) 7.16.20.

³ *Essai sur la notion de théorie physique* (Annales de philosophie chrétienne, 79^e année, pp. 373-375 et pp. 584-592). À ce réalisme, Duhem oppose le fictionnalisme que Sesmat appelle le formalisme. (*L'Ancienne Astronomie d'Euclide à Descartes*, II, 29-54; Paris, 1937).

n'admet pas d'alternative possible; comme les hypothèses générales de l'astronomie ne sauraient prétendre à l'exclusivité, on ne saurait les traiter de vraies; elles ne seraient donc que des artifices mathématiques destinés à sauver les apparences.

Nous ne croyons pas souscrire à cette opinion, car il y a une voie moyenne entre l'ultime vérité immuable et le fictionalisme de conventions changeables. Elle nous est indiquée par l'évolution même de la science: c'est celle de la vérité graduelle des hypothèses scientifiques qui sont corroborées par l'observation et le calcul. Cette dernière restriction élimine du domaine scientifique les hypothèses purement fantaisistes que nous offre l'histoire de la cosmogonie. Pour le reste, il faut se rappeler qu'une hypothèse ou théorie scientifique est en somme l'expression générale d'une loi qui rend compte d'un ensemble de phénomènes connus et qui peut expliquer des phénomènes du même ordre qu'on pourrait observer dans l'avenir. Mais comme nous ne connaissons pas actuellement l'ensemble possible des phénomènes qui se manifesteront dans l'avenir, nous sommes en droit de penser que des expériences futures peuvent nous obliger à généraliser davantage nos hypothèses, c'est-à-dire à les modifier. Ce changement éventuel n'affecte pas cependant la qualité de vérité que nous attribuons légitimement aux hypothèses scientifiques qui sont permises par l'état de nos connaissances actuelles.

C'est ainsi que bientôt après Copernic, ses hypothèses concernant le mouvement circulaire des corps célestes furent remplacées par les lois de Képler relatives au mouvement elliptique des planètes; et que cent ans après Képler, l'hypothèse de la gravitation universelle de Newton, vint embrasser dans une seule synthèse tous les aspects du mouvement. Deux cent trente ans plus tard, la théorie de la relativité d'Einstein vint bouleverser les absolus de Newton et ouvrir des perspectives nouvelles à l'astronomie et à la mécanique en général. Et cette ascension vers une généralité croissante n'est pas encore finie; même en ce moment, l'hypothèse des quanta, et celle de l'univers en expansion laissent entrevoir la nécessité d'un élargissement des lois de l'être mobile.

En tenant compte de cette situation, nous pouvons élaborer pour notre compte les intuitions philosophiques de Copernic sur la valeur des hypothèses astronomiques. Nous rappellerons tout d'abord que la rationalisation des observations relatives aux corps célestes est le but propre de l'astronomie; et que cette rationalisa-

tion s'exprime par des lois naturelles qui s'intègrent en hypothèses ou théories astronomiques. En ce qui concerne les lois naturelles, on peut les considérer comme les normes constantes qui représentent les corps en action: elles participent comme telles au caractère de nécessité par rapport à un mode précis que toute loi possède (*Lex ligat seu obligat ad agendum modo determinato*). Principalement, ces normes sont pensées par Dieu; formellement, elles sont dans notre esprit, et matériellement, elles sont dans les choses réglées par la volonté divine.

Du côté des choses, *a parte rei*, les lois naturelles sont donc indépendantes de l'esprit humain. Qu'elles soient éloignées ou proches, elles doivent être nécessaires par rapport aux corps; autrement toute action déterminée ou constante serait impossible. Mais cette nécessité n'est pas absolue ou métaphysique, mais simplement hypothétique ou relative; puisqu'elles dépendent de l'existence et de la constitution des corps d'une part, et de leur perception et de leur expression par notre intelligence de l'autre. Si le concours de Dieu est indispensable pour la manifestation de cette nécessité relative, on peut concevoir des dérogations voulues par Dieu, qui est la cause efficiente libre et ultime ainsi que le fondement dernier des lois. C'est ce qui explique la possibilité du miracle, qui détruit une loi *in actu secundo*, mais non point *in actu primo* qui est l'impulsion donnée par la volonté divine.

L'appréciation des vérités scientifiques se complique quand on envisage l'intégration ou la synthèse des lois naturelles dans des théories plus larges, comme c'est le cas des grandes hypothèses astronomiques. Quelle serait la valeur de vérité de ces théories? Seraient-elles des copies de la réalité sensible, comme le veut l'empirisme? ou bien des conventions utiles à l'action, comme le veut le pragmatisme? ou encore l'expression partielle du réel comme tel, comme le veut l'idéalisme? Malgré l'attrait que peuvent avoir certains détails de ces solutions on doit les rejeter non seulement en raison de la critique générale de ces systèmes, mais encore à cause des difficultés spécifiques qu'elles provoquent. La détermination de la vraie nature des hypothèses astronomiques doit se faire directement par l'analyse des relations entre le donné sensible et l'intelligence, ce qui pose la question préalable de la nature de ces deux termes. La discussion des lois naturelles en elles-mêmes et des théories qui les intègrent, peut alors justifier et corroborer les conclu-

sions ainsi obtenues et permettre ainsi de porter sur ces lois un jugement de valeur.

Voyons quelles sont les étapes de la connaissance physique. Elle débute par des *signes-substances* coordonnés dans un sens large par des relations causales dont l'expression qualitative ou quantitative recherche les formes du symbolisme. A mesure que ces relations se précisent et s'affinent par l'appoint de faits nouveaux et de formules plus souples, les signes-substances disparaissent au profit de signes-opérateurs que l'appareil mathématique épouse plus intimement. Alors, la connaissance ne vise plus aux substances individuelles et à leurs relations causales, mais bien à l'invariance des rapports, à la permanence de la représentation. Comme ils sont créés par la raison, des groupes de signes opératoires sont remplacés par d'autres s'ils sont plus efficaces pour manifester cette invariance et cette permanence. La causalité est donc dépassée dans cette construction, du moment qu'il ne s'agit plus de rapports de cause à effet entre des substances: on aboutit ainsi à des *formes générales de relations invariantes*: ce sont les *lois naturelles*, dont la systématisation produit une théorie astronomique.

Il semble donc que l'explication du réel sensible par la pensée moderne ne s'appuie plus sur la causalité, mais bien sur l'unité logique des formes mathématiques. Les lois causales elles-mêmes occupent le rang de théorèmes dans ce corpus mathématique. On voit la différence entre cette attitude et celle de Saint Thomas, pour qui le philosophe de la nature utilise toutes les causes dans ses démonstrations afin de parvenir à la connaissance des essences. A notre sens, cependant, cette différence n'implique pas une incompatibilité, pourvu qu'on interprète justement les buts plus modestes bien qu'apparemment plus ambitieux de l'astronomie moderne.

En vertu de leur généralité et de la nature des formes mathématiques qui les expriment, les lois naturelles sont essentiellement hypothétiques. En effet, leur applicabilité à des cas concrets dépend de l'occurrence des *concepts conditionnants* qui sous-tendent l'appareil symbolique de ces lois; et celles-ci sont basées en dernier lieu sur les signes-substances qui intègrent les expériences du départ. Les substitutions de symboles à généralité croissante, et les inclusions successives de groupes de lois de plus en plus abstraites, ne doivent pas faire oublier le sensible immédiat d'où l'on est parti. Il est même intéressant de rappeler qu'en raison de leurs origines empiriques spécifiques, les concepts et les lois de l'astronomie ne

peuvent pas expliquer tous les degrés de la vie matérielle. Néanmoins ce qui compte aujourd'hui au point d'arrivée, c'est le classement logique de toutes ces étapes dans une synthèse cohérente portant les marques canoniques de la validité et permettant l'interprétation et l'utilisation des phénomènes. On peut obtenir dans cette perspective la solution d'un grand nombre de problèmes spécifiques de la philosophie des sciences. On pourrait dire, par exemple, que chaque nouvelle théorie physique proprement vérifiée est plus vraie que celle qu'elle a déplacée. Et le travail impliqué dans des thèses de ce genre donnerait lieu à des règles prudentielles pour l'étude du monde physique.

Nous pouvons donc conclure que les hypothèses astronomiques sont des *interprétations perfectibles* du monde physique. Ces interprétations exigent des principes spécifiques qui ont leurs racines dans le triple domaine de l'ontologie, de la physique et des mathématiques, auxquelles on doit se rapporter avant de prononcer des jugements de valeur sur les lois naturelles. Celles-ci sont pourtant vraies tout en étant approximatives: elles ne sont pas entièrement certaines non seulement en raison de la grande complexité de la nature qui ne peut être connue dans sa totalité, mais surtout parce que la certitude s'obscurcit graduellement à mesure qu'on s'éloigne de l'ontologie. Elles sont perfectibles parce qu'on peut les exprimer plus exactement dans l'ordre qualitatif et dans l'ordre quantitatif, par le perfectionnement de nos moyens d'observation et de notre appareil mathématique. Enfin, leur relativité ne comporte pas nécessairement l'erreur: au contraire, leur vérité réside justement en cette fidélité progressive à exprimer des faits indépendants de nous et tels qu'ils nous sont connus. C'est ce qui donne une valeur permanente aux hypothèses de Copernic. En somme, ce que la pensée a conquis par une méthode sûre et consciente de ses limites est définitivement acquis quoique susceptible d'amélioration.

THOMAS GREENWOOD,
Professeur à l'Université d'Ottawa
Maître de Conférences,
à l'Université de Londres.

LA GUERRE ET LA MÉTAMORPHOSE DE L'ÉCONOMIE SUD-AFRICAINE

Dans des articles antérieurs nous avons examiné les aspects fondamentaux de l'économie sud-africaine avant la guerre: agriculture, mines et industrie (1).

Cette guerre a donné une impulsion sans précédent à l'industrialisation de l'Union Sud-Africaine. Elle a développé les capacités techniques de la population et modifié sa structure économique et sociale. Elle rendra l'Union moins dépendante des importations étrangères et augmentera sa capacité exportatrice avec des conséquences probables sur les marchés africains. (2)

POTENTIEL DE GUERRE LIMITÉ

L'Union était mal préparée à la production de guerre. Elle n'avait pas prévu la mobilisation industrielle et son économie n'était pas naturellement orientée vers la satisfaction de besoins militaires. Il semblait que sa contribution économique dût se limiter essentiellement à la production et à l'exportation des articles qu'elle produisait traditionnellement: produits agricoles, miniers et certains articles manufacturés. Le reste, c'est-à-dire la presque totalité de ses produits industriels, continuerait à être importé, grâce à la liberté des mers assurée par la marine britannique.

Son potentiel de guerre paraissait fort limité: elle n'avait pas d'industrie mécanique équipée pour la production de masse; l'industrie du vêtement n'était pas coordonnée pour faire face aux besoins d'une grande armée. Son expérience industrielle ne datait que d'un quart de siècle, car c'est au cours de la grande guerre que l'industrialisation avait réellement commencé. La main-d'œuvre qualifiée était fort restreinte et ses réserves de main-d'œuvre qualifiée étaient minimes, car en principe elle ne la recrute que dans la population des Européens, d'un peu plus de deux millions. La majorité, les indigènes, métis et hindous, se chiffrant par près de huit millions, sont cantonnés dans les emplois inférieurs ou non qualifiés.

1 Voir *Revue Trimestrielle Canadienne*, Nos 106, 107, 108, 111 et 116.

2 Voir *African Arsenal* et *South Africa on Service*.

DES POSSIBILITÉS ET DES VIRTUALITÉS

Ce n'est pas à dire que l'Afrique du Sud ait eu un potentiel de guerre négligeable. Elle possédait une industrie métallurgique certes jeune (elle n'était vieille que de sept ans) mais fermement établie, grâce à ses riches gisements de charbon, de minerais de fer et d'autres métaux essentiels: manganèse, tungstène, vanadium, amiante; et les Rhodésiens, ses voisins, avaient des ressources énormes de cuivre, de zinc, de cobalt, de chrome. Elle est fort riche en pierre calcaires et sa production de ciment était déjà importante. Son industrie d'énergie électrique basée sur le charbon bon marché (le débit pauvre et irrégulier des fleuves et rivières prive l'Union d'énergie hydraulique) était puissante, bien organisée et met à la disposition de tous dans ses diverses régions une force motrice régulière et peu coûteuse. Son système de transport ferroviaire et routier était bien développé et fonctionnait bien; il disposait de nombreux ateliers de réparation bien équipés. L'industrie aurifère sud-africaine, la plus grande du monde, avait un grand nombre d'établissements mécaniques. Celle des explosifs était également aussi puissante que dans n'importe quel autre grand pays en raison des besoins des mines. Quant à l'industrie des produits alimentaires, elle était en pleine expansion et travaillait de plus en plus pour l'exportation, assurant de nouveaux débouchés à l'agriculture qui, avec les mines, sont les deux assises traditionnelles de la vie économique et sociale. Certes, tous les véhicules de l'Union, très nombreux en raison de l'énormité des distances, étaient importés, mais dans les villes côtières avaient été installées des usines d'assemblage et de montage et des fabriques de pneus. Enfin, de nombreuses industries secondaires les plus diverses commençaient à se développer et certaines d'entre elles, comme celle de la chaussure et du vêtement, malgré l'inexistence d'une industrie textile (l'Union est un des plus gros producteurs mondiaux de laine) avaient pris un certain essor.

Mais, comme dans les pays en cours d'industrialisation, tous ces efforts étaient dispersés; les usines et ateliers étaient de petites dimensions et leur capacité productive était limitée. Enfin, il faut signaler que l'outillage était surtout un outillage de réparation plutôt que de production ou encore moins de grande production. L'Afrique du Sud dépendait de l'étranger pour son ravitaillement

en matières premières essentielles: pétrole, caoutchouc, coton, bois, soie, en machines et produits manufacturés.

LA CRISE DE 1940

Les malheureux événements de l'été 1940 placèrent l'Union dans une situation fort difficile car elle ne pouvait plus recevoir en quantité suffisante les fournitures anglaises et américaines sur lesquelles elle comptait. Ce fut précisément alors, que l'entrée en guerre de l'Italie rendit essentiel son concours militaire en Afrique mal défendue. Certes à cette époque elle avait pu faire l'inventaire de ses ressources matérielles et humaines, de son potentiel de guerre et la mobilisation économique était en cours, mais la conjoncture militaire d'alors et surtout celle de 1941, 1942 et 1943 allait lui imposer un effort infiniment plus grand que celui qui était prévisible en 1940. Elle devait, dans toute la mesure du possible, pourvoir non seulement à ses propres besoins, mais à ceux de ses alliés en Afrique et après l'entrée en guerre du Japon, de ceux du Groupe Oriental, à l'est de Suez. L'importance stratégique de l'Union fut considérablement accrue car elle se trouvait plus proche des théâtres d'opérations du Proche et Moyen-Orient et de l'Extrême-Orient, en raison de la fermeture de la route méditerranéenne. Pour épargner le long périple africain aux convois alliés, elle devait dans toute la mesure du possible servir de zone des arrières au front de l'Afrique du Nord. Mais la crise du tonnage désorganisait le flot des matières premières et de l'outillage traditionnellement importés.

LA MOBILISATION INDUSTRIELLE

Les difficultés paraissaient insurmontables; il fallait improviser, produire avec des moyens de fortune des armements, du matériel de plus en plus compliqué, entièrement nouveau pour la main d'œuvre. Au début en effet, la production de l'Union devait être limitée aux domaines pour lesquels les Alliés n'avaient pas un avantage décisif, conformément à l'idée rationnelle de la division du travail, mais par la suite ce principe dut être mis de côté par nécessité. L'Union se lança dans des processus de production d'une technique difficile. Sa population a montré un bon sens de l'adaptation. Tout l'appareil productif de l'Union a été transformé.

Des usines qui produisaient les objets les plus inoffensifs en temps de paix, comme des allumettes, du cirage, des boîtes de conserves, se sont mises à fabriquer les armes les plus meurtrières. Les machines et ateliers existants ont été adaptés d'une façon ingénieuse aux besoins nouveaux. La production a été essentiellement décentralisée; les petites entreprises, les garages, ateliers de réparation, ont été souvent utilisés pour la production de guerre, afin d'assurer la maximum de production. Le temps pressait et faute d'équipement il ne pouvait être question de construire des usines modèles pour la production de masse. De ce point de vue, la mobilisation industrielle de l'Union rappelle celle de la France, au cours de la dernière guerre, privée par l'occupation ennemie de la **grosse industrie** lourde du nord et de l'est.

LA DIRECTION GÉNÉRALE DES FOURNITURES DE GUERRE

Une sorte de Département Ministériel, la Direction Générale des Fournitures de Guerre reçut tous les pouvoirs pour coordonner et diriger la production de guerre, stimuler la création de nouvelles entreprises, l'agrandissement de celles déjà existantes et leur adaptation à la production de guerre, la formation rapide du personnel.

L'apprentissage rapide de dizaines de milliers de travailleurs civils sans aucune expérience industrielle préalable a été assuré. La réponse des femmes à l'appel au gouvernement a été excellente et en travaillant dans les usines de guerre ou dans l'industrie elles ont libéré un grand nombre d'hommes valides pour les forces combattantes. Aujourd'hui d'anciennes secrétaires, dactylos, commis de magasins, fermières ou simples mères de familles contribuent à la fabrication du matériel de guerre, de l'équipement militaire, sans parler de celles qui travaillent dans l'industrie aidant plus ou moins directement à l'effort de guerre. Dans l'industrie mécanique seule, les femmes « européennes » se chiffrent par plus de dix mille. Plus de 60.000 hommes et femmes blancs se consacrent aujourd'hui à la production de matériel de guerre proprement dite.

Naturellement, sans la coopération des employeurs et de la main-d'œuvre, le succès de cette Direction aurait été difficile; mais il est certain qu'en dépit de certaines fautes de détail, inévitables parce qu'humaines, dans le cadre du système social et économique sud-africain, capitaliste avec une législation industrielle assez pro-

gressive pour les travailleurs européens bien organisés en syndicats, et dans l'observation de la barre de couleur qui a empêché le plein concours de la population noire (l'absence d'équipement limitant d'ailleurs les possibilités d'expansion industrielle et l'utilisation à plein de la main-d'œuvre) la Direction des Fournitures de Guerre a mené à bien la mission qui lui avait été confiée.

Son Directeur Général, Dr. H. J. van der Bijl, un ingénieur distingué formé en Amérique, qui avait fait des preuves déjà avant la guerre en organisant la production d'énergie électrique à l'échelle nationale et avait présidé à la fondation de la South African Iron Steel Corporation (Isco) à Prétoria, organisme semi-public, ou de l'industrie sidérurgique nationale, la base sur laquelle a été édiflée l'expansion de la production de guerre, a incontestablement révélé des qualités d'organisation. On parle déjà de lui comme successeur futur de Smuts, âgé, ne l'oublions pas, de 75 ans, et on l'oppose notamment à M. Hofmeyr, le Ministre actuel des Finances, représentant les tendances politiques libérales dans le sein du parti uni, le parti gouvernemental dans l'ensemble très conservateur. L'Union prend une conscience industrielle et dans ce jeune pays pragmatique il ne serait pas surprenant que le choix se fixât sur un grand ingénieur, un technicien. Les États-Unis, auxquels l'Union ressemble de plus en plus, ont fait jadis cette expérience. Ils ont eu à s'en repentir, certes. Un ingénieur, quelles que soient ses qualités, n'est pas nécessairement un homme politique capable, un grand chef de gouvernement.

LE SUCCÈS

Partie de rien à l'automne de 1940, l'industrie de guerre sud-africaine joue un rôle important. L'Union n'a pas seulement réussi à s'équiper, s'armer et se ravitailler; elle a envoyé des fournitures diverses en grande quantité aux autres alliés et elle a ainsi économisé du tonnage aux Alliés, économie capitale. L'Union est dans une large mesure un arsenal, un atelier de réparations, un grenier et un garde-manger interallié.

RÉSERVES ET CRITIQUES

Toutefois des réserves et des critiques ont été présentées dans certains milieux. La maximum du rendement n'aurait pas été réalisé.

Il a été dit notamment que la production aurifère absorbait trop de machines, de cerveaux et de bras au détriment de la production de guerre. Mais du côté gouvernemental il a toujours été répété qu'elle était la base de la vie économique et sociale et qu'y porter atteinte serait tuer la poule aux œufs d'or.

Le manque de travailleurs qualifiés a été quelquefois un handicap sévère, mais il a été dû dans une large mesure à la barre de couleur qui empêche les non-Européens d'être employés dans les emplois qualifiés ou même demi-qualifiés.

Enfin il est possible de penser que le contrôle de la consommation n'a pas toujours été suffisamment strict. Certes un rationnement sévère a été édicté pour conserver les stocks de caouthouc et dans une moindre mesure, de pétrole, matières premières vitales pour la conduite de la guerre. Les importations de matériel de guerre, d'outillage et matières premières pour les besoins militaires (et industriels essentiels) ont eu la priorité et un certain rationnement volontaire a été appliqué avec succès aux consommateurs par les commerçants pour éviter le stockage; mais des objets qui n'étaient pas de première nécessité ont continué d'arriver dans l'Union, sans beaucoup de bénéfice pour la masse faute de cartes de consommation. Cet aspect négatif de l'effort de guerre est moins heureux que la contribution positive.

Il apparaît bien que dans une certaine mesure des traditions, des modes, des pensées, des habitudes, des lois et coutumes du passé entravent en Afrique du Sud, comme ailleurs, l'effort de guerre des Alliés.

LA PRODUCTION INDUSTRIELLE DE GUERRE

Sans entrer dans les détails il est intéressant de présenter une analyse des réalisations sud-africaines dans chaque domaine de la production pour connaître la nouvelle structure économique de ce jeune pays. Après la guerre il cherchera dans toute la mesure du possible à maintenir les positions acquises, tout en s'adaptant naturellement aux besoins de paix. Ce maintien ne sera pas naturellement sans présenter des difficultés nationales et internationales: la politique douanière et d'exportation de l'Union en seront directement affectées et ses relations avec les autres territoires d'Afrique en ressentiront le contre-coup.

L'INDUSTRIE SIDÉRURGIQUE

L'industrie sidérurgique a été la base de l'armement sud-africain et de l'aide de l'Union aux Alliés. La production d'acier depuis 1939 a plus que triplé; elle s'élève maintenant dix ans après sa création, à 600,000 tonnes par an. Deux cents nouveaux types d'acier ont été produits depuis la guerre pour répondre aux besoins militaires et civils: aciers pour les cuirasses de ses véhicules, pour les bombes, les canons, les obus, pour la fabrication des ponts, des hangars d'avion; aciers spéciaux pour les pièces de rechange des avions et des tanks et casques. L'expansion de l'industrie métallurgique a été rapidement réalisée. La South African Iron and Steel Corporation (Isacor) de Prétoria s'est considérablement agrandie comme les aciéries de Vereeniging. L'Union, il convient de le noter, ne se suffit plus à elle-même en matière d'acier. La demande excède de beaucoup la capacité actuelle de production et l'usage de l'acier est sous un contrôle strict. Pourtant les réserves de minerais de fer sont énormes et les autres matières premières nécessaires pour la fabrication de l'acier sont dans l'Union ou en Rhodésie.

LA FABRICATION DES CANONS

La production des canons est partie de zéro. Il est pourtant sûr que les fabricants de canons sont généralement des fils et petits-fils de fabricants de canons. Or, il n'y avait pas dans l'Union en 1939 de grands-pères qui aient eu l'expérience de cette production. Certes, au temps de la guerre des Boers, des espèces de canon avaient bien été fabriquées, mais leurs servants devaient être des hommes spécialement courageux. Aujourd'hui l'Union produit de nombreux types de canon: artillerie de campagne et canons anti-tanks, qui ont fait leur preuve sur le champs de bataille là où les troupes sud-africaines et alliées ont été engagées. L'Union a envoyé des canons jusqu'en Extrême Orient. Les ateliers des mines d'or, adaptés à la production de guerre, fabriquent des canons anti-tanks légers, dont la plupart sont montés sur les automobiles cuirassées. La production de canons de gros et de moyen calibre n'a pas été entreprise, conformément au principe de la division du travail entre les pays alliés, suivant leurs capacités propres.

LES MUNITIONS

Par contre, elle produit des obus non seulement pour ses propres canons, mais les obus de gros calibres pour les armées alliées. Près de deux millions en sont sortis des usines sud-africaines alors qu'en juillet 1941 la production totale n'avait atteint que 46,000. L'Union a fourni plus de 10,000 tonnes de bombes à la Huitième Armée, ce qui représente 50% de plus que le total du poids de bombes jetées sur Londres pendant le blitz. Au cours de la campagne d'Afrique il importe de noter que les bombes sud-africaines n'avaient parcouru, avant d'arriver à destination, que 5000 milles en Afrique au lieu de 15,000 milles, si elles étaient sorties des arsenaux anglais ou américains. L'économie de tonnage est particulièrement saisissante. Au total, plus d'un million de bombes ont été produites dans l'Union dont près de 800,000 d'exercices. Les bombes de 1000 tonnes sont les plus puissantes fabriquées actuellement.

La production de mortiers et de bombes de mortiers excèdent les besoins nationaux. Elles ont atteint respectivement 8,000 et 900,000. Le rythme mensuel de fabrication de ces dernières est de 100,000 par mois. La fabrication des munitions pour les petites armes: fusils, mitrailleuses, est fondamentale. Des cartoucheries existent dispersées dans le pays (production mensuelle: 20 millions) et produisent les divers types de projectiles: balles traceuses, perforantes, incendiaires et balles ordinaires. Il faut également ajouter la production massive de grenades et de mines terrestres. La production de toutes ces munitions a été rendue possible grâce à l'existence d'une industrie des poudres et explosifs pleinement développée dès avant la guerre pour les besoins des mines.

L'UNION, ATELIER DE RÉPARATIONS

L'Union est un grand atelier de réparations et de fabrication de pièces détachées pour les armes d'infanterie dont l'usure est très rapide, tels les tanks et les avions. L'Union n'a pas entrepris la production des tanks et des avions pour laquelle l'Angleterre, les États-Unis, le Canada, l'Inde même étaient infiniment mieux équipés. Mais malgré les difficultés techniques et le travail de précision requis, elle s'est consacrée à la production de ces pièces

détachées ou éléments des engins de guerre. Il était en effet indispensable d'assurer un flot continu de ces objets pour réparer immédiatement tanks et avions endommagés et les relancer le plus vite dans la bataille. C'était d'autant plus nécessaire que les Alliés manquaient de matériel sur le front d'Afrique. Or, l'Union était beaucoup plus proche que toute autre contrée de la zone de guerre, la Méditerranée était alors fermée; elle était donc le centre de ravitaillement pour les armées d'Afrique. Elle le demeure encore en dépit du changement de la conjoncture militaire. Les ingénieurs sud-africains ont d'ailleurs organisé la production de ces pièces détachées en Palestine et celle-ci a joué un rôle utile à cet égard. L'Union, centre d'entraînement aérien inter-allié a elle-même besoin d'un grand nombre de pièces détachées pour le service de ses avions.

LA MOTORISATION DE L'ARMÉE

La production des véhicules de toutes sortes a été fort importante. Les forces sud-africaines ont été, dès le début, des forces motorisées. Tous ses déplacements stratégiques ont été effectués par transports automobiles. On se rappelle peut-être le fameux « truck » africain des premières troupes sud-africaines qui du Transvaal se rendirent à la frontière d'Abyssinie pour défendre le Kenya. Le problème n'était pas un simple problème de transports routiers car les zones traversées étaient d'un accès difficile et déjà les forces sud-africaines ont dû se mouvoir dans des contrées sans routes, sans eau et des plus accidentées. Elles devaient donc se suffire à elles-mêmes, et avoir à leur disposition un grand nombre de véhicules de types les plus divers pour transporter tout ce dont elles avaient besoin.

L'Union n'a pas d'industrie automobile et elle a dû continuer à importer ses moteurs et châssis du Canada et des États-Unis, mais ses usines ont fait tout le reste. Plus de 40,000 véhicules de 50 types différents montés, assemblés et finis dans l'Union ont été envoyés sur les fronts d'Afrique pour les forces sud-africaines et alliées. Les automobiles cuirassées ont acquis une juste renommée en raison de leur utilité sur les champs de bataille comme organes de reconnaissance et de surprise. La production a dépassé maintenant 50,000; les forces britanniques et de la France Libre en ont reçu. La production de pneus, industrie d'avant guerre, a été

perfectionnée pour faire face aux besoins spéciaux de l'armée; des pneus à l'épreuve des balles et maintenant des pneus pour les bombardiers lourds sont fabriqués par les usines sud-africaines.

L'industrie sud-africaine a livré à son armée et aux autres troupes alliées des appareils de précision, du matériel de radio. Au crédit de l'Union il faut signaler la fabrication d'un nouvel appareil détecteur de mines.

Enfin il faut mentionner la production mécanique qui en elle-même est une production de guerre majeure; elle a fourni les articles les plus divers, depuis les cuisines roulantes jusqu'aux ponts et hangars.

LA RÉPARATION DES NAVIRES ALLIÉS

La réparation des bâtiments a été une des contributions essentielles de l'Union à la cause alliée. Jusqu'en 1943 presque tout le trafic à destination du Proche et Moyen Orient et de l'Inde passait par la route du Cap. Les ports de l'Union étaient donc des centres de réparation de première importance. Ils n'étaient pas équipés pour remplir ce rôle au début de la guerre, mais il existait déjà le noyau d'une organisation expérimentée grâce à laquelle une expansion adéquate a pu être réalisée. Pas moins de 6500 vaisseaux ont été réparés selon la publication *South Africa on Service*, 8500, selon les déclarations plus récentes du Ministre des Chemins de Fer et des Ports faites à la fin de Février, et certains d'entre eux étaient fort endommagés: ils portaient des blessures béantes sur leurs flancs. La capacité de réparation a été portée à 260 vaisseaux par mois. Les chantiers navals sud-africains sont cantonnés dans la production de petits vaisseaux de moins de 100 tonnes, dont certains pour des fins militaires.

L'ÉDUCATION INDUSTRIELLE DE L'UNION

Ce rapide aperçu donne une idée de la contribution industrielle de l'Union. Il révèle les progrès réalisés par ce jeune pays dont l'industrialisation ne date que d'un peu plus de vingt ans et était encore relativement faible avant la guerre.

Ces années de guerre auront été pour sa population des années d'apprentissage industriel et d'éducation technique. Une publi-

cation comme celle de la Direction Générale des Fournitures de Guerre, *South Africa on Service*, dont nous avons tiré en partie nos informations, a certes une valeur patriotique car elle ne peut qu'exalter une légitime fierté nationale, mais elle contribuera dans une large mesure à développer la conscience industrielle de ce jeune pays traditionnellement agricole.

LES LIMITES DE L'INDUSTRIALISATION SUD-AFRICAINE

L'expérience de la guerre est un bénéfice définitivement acquis par sa population. Il en résultera des conséquences politiques, économiques et sociales durables. Toutefois il convient de présenter deux réserves pour ne pas exagérer la portée de cette industrialisation rapide.

Le facteur prix de revient qui est décisif en temps de paix pour l'exportation et même pour la vente sur le marché intérieur, à moins d'établir une protection abusive, était dans une large mesure secondaire pour la population de guerre. L'essentiel était de produire pour les armées. Il est vrai qu'il fallait produire vite et bien et une production répondant à cette double condition est dans une certaine mesure effectuée avec un bon rendement.

La population de couleur n'a pas été associée à cette éducation technique et industrielle et pourtant c'est elle qui constitue la grande réserve de main d'œuvre du pays. Il ne faut pas oublier en effet que bon nombre d'ouvriers et d'ouvrières européens rentreront dans la vie civile et familiale après la guerre. La participation réduite de la population de couleur à l'effort de guerre direct explique pourquoi la structure économique, sociale et politique du pays ne sera pas fortement altérée. Il n'est pas douteux que c'était le but que s'étaient assigné les dirigeants sud-africains: gagner la guerre le plus possible dans le cadre du statu quo. Ils semblent avoir réussi.

L'EFFORT ÉCONOMIQUE SUD-AFRICAIN EST MULTIPLE ET VARIÉ

La contribution de l'Union à l'effort économique de guerre ne se limite pas à la seule production de matériel et d'équipement militaires. L'Afrique du Sud n'est pas seulement une force combattante, un arsenal, un atelier de réparations, un centre d'entraînement

aérien; elle est aussi un centre de ravitaillement, un grenier, ou garde-manger et enfin un grand laboratoire inter-allié. Ces activités répondront aussi aux besoins du temps de paix: on continuera à manger, la protection médicale sera nécessaire même si on cesse de se battre et c'est pourquoi il est intéressant d'en donner un bref aperçu.

L'AGRICULTURE EN GUERRE

La contribution de l'agriculture sud-africaine a été fort importante. L'Union est le second pays producteur de laine du monde; elle a exporté comme par le passé — presque toute sa production: l'Angleterre l'a achetée en entier pour ses besoins militaires et a aussi rendu un grand service aux fermiers sud-africains privés par la guerre des marchés européens. L'Union a continué à exporter des cuirs et des peaux mais son industrie du cuir en plein développement a absorbé une plus grande partie de cette production, la troisième production agricole du point de vue de l'importance, après celle de la laine et des fruits.

L'UNION, GARDE-MANGER DES ALLIÉS

L'Union a joué un rôle notable dans le ravitaillement des Alliés. En temps de paix, la principale exportation de denrées alimentaires était celle des fruits et du sucre de canne. Depuis la guerre les grands convois militaires passant par la route du Cap se sont ravitaillés dans les ports de l'Union en beurre, maïs, fruits, confitures, sucre, légumes, viandes. De l'Union sont partis vers les fronts d'Afrique et du Proche Orient, vers l'Angleterre et l'Inde, des vaisseaux chargés de produits alimentaires sud-africains. Enfin l'armée sud-africaine, fort bien nourrie, consomme un million de livres par mois de vivres tous originaires, à part quelques exceptions (thé, café, cacao, riz . . .) de l'Afrique du Sud.

L'industrie des conserves est devenue une grande industrie nationale. Certes avant la guerre elle était importante, mais c'est pour répondre aux besoins militaires que cette expansion a été réalisée: une cinquantaine de fabriques produisent chaque année des millions et millions de boîtes de conserves: fruits, légumes, confitures, viandes, sirop, levure, chocolat, lait, beurre, poissons, crustacés

(langoustes exportées déjà vers France notamment en grande quantité). Ce n'est pas à dire que l'industrie des conserves ne se soit pas heurtée à de redoutables difficultés car, avant la guerre, l'Union achetait outremer le fer blanc et les machines compliquées nécessaires pour la mise en conserve de ses denrées alimentaires. Heureusement les États-Unis ont pu répondre à peu près à ces besoins, mais le fer blanc est rationné et des substituts sont utilisés. Les fruits, confitures et légumes mis en conserve en 1943 n'étaient pas moins de 300 millions de livres (poids) dont 200 millions pour les fruits et confitures et 100 millions pour les légumes. En 1940 les chiffres respectifs étaient de 80 et 5 millions seulement.

Mentionnons également la production massive de biscuits pour l'armée avec les céréales sud-africaines, du beurre, du fromage, du lard, jambon, fruits secs et deshydratés, des poissons frais et séchés, de la viande fraîche, des œufs. L'Union est bien un garde-manger militaire. L'industrie des boissons (alcooliques: vins, bières et autres, et non-alcooliques) s'est beaucoup développée. Ces énormes fournitures n'ont pu être sans répercussion sur la vie civile. En effet, malgré la faiblesse de la consommation de la population de couleur due à sa petite capacité d'achat, il y a eu de temps en temps une rareté de certains produits: viandes, beurre, fromage... laquelle a frappé plus particulièrement les sections pauvres de la population en l'absence de rationnement effectif. Le Gouvernement s'est toujours opposé à une pareille politique en dépit de demandes répétées faites par des milieux assez divers. Il semble bien que le rationnement aurait soulevé un grave problème social, celui même de la répartition des revenus et celui des salaires et indirectement le problème de couleur tout entier.

LA GRANDE INDUSTRIE DES CONSERVES ALIMENTAIRES

L'industrie des conserves est probablement une des industries qui a le plus de possibilités après la guerre. Déjà avant la guerre la production de fruits et conserves sud-africains s'était ouverte des marchés internationaux, mais il semble qu'après le rétablissement de la paix, l'Union pourra jouer un rôle plus important encore, en Afrique notamment, car les prix de revient et de vente sont capables de soutenir la concurrence internationale. Or le grand handicap de l'industrie sud-africaine, ce sont en général ces prix élevés et, comme

on a eu l'occasion de le dire, la guerre, époque où les prix de revient sont secondaires, est une mauvaise école d'apprentissage pour l'exportation.

L'INDUSTRIE DU CUIR ET DES CHAUSSURES

Il en est de même de l'industrie du cuir et des chaussures. Elle était déjà avant la guerre une des industries secondaires les plus importantes et ravitaillait partiellement le marché intérieur et même commençait à exporter. C'était une industrie assez saine économiquement, car ses prix de revient n'étaient pas trop supérieurs aux prix internationaux. L'Union possède la matière première de cette industrie: les peaux. Depuis la guerre les tanneries se sont multipliées (la production de tannin tirée des vastes plantations de « wattle » est fort importante, mais avant la guerre le gros de sa production d'écorces et d'extraits était exporté dans le monde entier). Avec la guerre le rendement et la qualité des produits de l'industrie du cuir se sont considérablement améliorés et malgré les difficultés de se procurer l'outillage, elle est entrée dans le stade de la production de masse. Plus de 6 millions de paires de souliers de cuir et de deux millions de paires de chaussures de toile ont été fournis aux forces sud-africaines et alliées.

L'INDUSTRIE DU VÊTEMENT

L'industrie du vêtement, encore une autre industrie d'avant guerre, s'est encore énormément développée et a été coordonnée pour la production de masse. Malheureusement l'Union, grande productrice de laine, n'a pas d'industrie textile (sa création a été étudiée depuis la guerre) et les tissus pour la fabrication des vêtements ont dû être importés d'Angleterre, des autres Dominions et des États-Unis. Plus de douze millions de vêtements militaires ont été fabriqués. La fabrication des couvertures déjà importante avant 1939 a reçu une grande impulsion: pas moins de quatre millions ont été fournies aux armées; celle des sous-vêtements a considérablement grandi et seule la matière première est importée. La production d'équipement militaire: tentes, parachutes, sacs est aussi fort importante.

EXPANSION INDUSTRIELLE GÉNÉRALE

Une autre industrie sud-africaine d'une grande utilité militaire est celle des diamants industriels née de la guerre employés par les Alliés pour les industries de guerre.

Parmi les industries secondaires qui se sont rapidement développées, il faut citer la fabrication des outils, de certaines machines, du matériel agricole, et enfin celle du papier. Certes, l'industrie du papier est une industrie pacifique, mais son développement en Afrique du Sud a économisé le précieux tonnage des Nations-Unies. Elle était née juste avant la guerre, mais avec l'élimination des pays scandinaves comme fournisseurs et la réduction des arrivées des pays britanniques et des États-Unis, l'Union a dû chercher dans toute la mesure du possible à produire pour ses propres besoins avec le papier récupéré et la pulpe obtenue dans le pays même. Les usines sud-africaines ont fabriqué des quantités fort importantes de papier et cartons. Il semble bien que ce domaine d'activité demeurera ouvert à l'industrie nationale.

L'UNION LABORATOIRE INTER-ALLIÉ

Une des plus remarquables contributions sud-africaines à l'effort de guerre allié a été celle faite dans le domaine médical. La guerre a augmenté considérablement les risques de maladies et d'infection pour les combattants et la population civile: blessures, pertes de sang, typhus, tétanos, gangrène, gazeuse, diphtérie, morsures de serpents et piqûres d'insectes vénimeux. Certes l'Union n'était pas sans moyens pour entreprendre cette lutte incessante contre ces fléaux du front et à l'arrière. Elle avait dans le « South African Institute for Medical Research » de Johannesburg un excellent centre scientifique, mais ce qu'il fallait pour la protection médicale et hygiénique c'était un service pour les besoins de son armée, et de celle de ses Alliés. Elle s'est acquittée de cette tâche et l'Institut de Johannesburg et celui nouvellement créé de Rietfontein sont devenus de grands pourvoyeurs de vaccins, sérums et vitamines pour les troupes, pour la Russie, par l'intermédiaire de la Croix-Rouge, pour les malheureux pays occupés et enfin pour les territoires africains privés de leur source normale de ravitaillement. Il est plus que probable qu'après la guerre l'Union continuera

d'être un pourvoyeur international de vaccins, sérums et produits biologiques.

Ainsi dans de nombreux domaines l'Union est, du fait de la guerre, sortie de son repliement traditionnel; sa structure économique et sociale devient plus internationale. Certes, cette expansion sera une source de difficultés dans la période d'après guerre, quand les besoins militaires auront disparu, mais elle demeurera une source de richesse pour ce jeune pays dont les progrès ont été stimulés par la grande épreuve du conflit mondial.

Dr Charles-D. HÉRISSE,
Université de Cape Town, Afrique du Sud.

L'UNIVERSALITÉ DU SAVOIR*

Certain sceptique a prétendu que l'histoire ne se répète jamais, mais que les historiens se pastichent les uns les autres. Il n'en reste pourtant pas moins que l'histoire se répète. Nous étudions le passé afin de pouvoir juger le présent et préparer l'avenir.

Le passé nous apprend, entre autres choses, que l'extension et la diffusion universelle du savoir constituent un phénomène incoercible dont nul désastre, si accablant puisse-t-il paraître sur l'heure, ne saurait sensiblement entraver la marche.

Lorsque les armées de César incendièrent la célèbre bibliothèque d'Alexandrie, à laquelle la ville des Ptolémées devait d'avoir été, trois siècles durant, le brillant foyer de la culture méditerranéenne, on crut que c'en était fait de la civilisation. Nous savons cependant que le monde ancien a survécu à cette catastrophe pour voir ensuite reflourir les lettres, les arts et la philosophie. Quand les Ottomans prirent Constantinople, en 1453, plusieurs Européens cultivés virent dans la profanation du siège du christianisme en Orient une calamité irréparable. Les savants eurent le sentiment que le dernier lien qui les rattachait à la culture gréco-latine venait de se rompre. Or, c'est le contraire qui se produisit. Dérobées aux bibliothèques de Constantinople, ou achetées aux Turcs, les précieuses copies manuscrites des œuvres classiques se répandirent en Europe occidentale, où on en avait été à peu près sevré pendant un millénaire, et fournirent à la Renaissance un aliment ainsi qu'une des grandes forces animatrices qui déterminèrent ce glorieux essor culturel.

Les forces de l'ignorance et du mal ont maintes et maintes fois semblé l'emporter sur le savoir et l'esprit de lumière, mais ce furent des victoires sans lendemain. De cela, nous avons un sublime exemple dans la persécution et le martyre des apôtres, persécution et martyre qui ont abouti à l'établissement de l'Église universelle fondée sur les paroles que les tyrans croyaient étouffer en égorgeant les hommes qui en proclamaient la vérité.

*Allocution prononcée au Cercle Universitaire de Montréal, le 7 mai, 1944.

De nos jours, la tyrannie nazie s'est appliquée à tuer le savoir. On se rappelle l'incinération des livres qui eut lieu à Berlin au début du régime nazi, puis la répétition, partout en Europe, de ces actes barbares qui n'ont pas d'équivalent dans l'histoire de l'Europe moderne. Il était facile de brûler ces livres, mais non de supprimer les idées qu'ils renfermaient, idées de liberté et de lumière non moins que sens de la dignité humaine. Plusieurs de ceux qui avaient créé ces livres, — écrivains et artistes, savants et penseurs de l'Europe moderne, — ont échappé aux nazis et trouvé asile sur le continent nord-américain, de même que jadis les manuscrits classiques soustraits à Constantinople vinrent insuffler la vie à la Renaissance.

Einstein, qui fut l'un des premiers dans ce cas, représente admirablement les milliers d'Européens éminents qui accomplissent aujourd'hui dans les villes et villages du Canada et des États-Unis leur tâche de perfectionnement humain. A mesure que les nations d'Europe ployaient les unes après les autres à la suite de l'Allemagne, sous la terreur noire de la domination nazie, les plus grands esprits du vieux monde sont venus chez nous chercher la sécurité et la liberté que, depuis des siècles, nous offrons aux travailleurs intellectuels.

Quelle que fut la nationalité de ces hommes et de ces femmes, aucune porte, dans le nouveau monde, ne leur a été fermée à cause de leur langue; en effet, comprenant tous le langage universel des connaissances, ils ont trouvé une patrie spirituelle de ce côté de l'océan.

La musique est la langue universelle par excellence. Malgré la guerre, on continue de jouer Beethoven sur tous les continents. Je lisais récemment quelque part que presque tous les plus beaux noms de la musique d'aujourd'hui, — compositeurs et exécutants, — se trouvent actuellement en Amérique. Ce magnifique patrimoine culturel de la musique, non seulement nous le conservons ici pour le rendre à l'Europe à l'heure de la libération, mais il grandit et s'enrichit sous notre ciel occidental pour le plus grand bien du monde entier.

La musique, voilà la véritable langue internationale. D'autre part, chaque art et chaque science fournissent à leur loyaux serveurs un moyen universel de communication. Plusieurs de ceux qui

ont édifié la médecine européenne moderne parlaient l'allemand, par exemple, sans qu'ils eussent pour cela quoi que ce soit en commun avec les nazis, cependant que tout, par ailleurs, les liait à leurs confrères de langue française ou de langue anglaise de notre continent.

La médecine offre l'un des plus beaux exemples du caractère international et de la qualité universelle de la science. Il suffirait de quelques instants de réflexion pour dresser une liste des grands médecins ou un tableau d'honneur de la médecine, où toutes les nations modernes seraient représentées. A seule fin de donner une idée de ce que pourrait être une telle liste, je prends la liberté de vous rappeler quelques noms seulement. Pasteur, bien entendu, représenterait la France, Madame Curie la Pologne; le docteur Pavlov, un des physiologistes les plus éminents, était russe; le docteur Banting, inventeur de l'insuline, représenterait le Canada sur n'importe quel tableau d'honneur de la médecine; le docteur Domagk-Elberfeldt, un Allemand, a découvert les sulfamides; le docteur Welch, un Américain, a découvert le bacille de la gangrène gazeuse; le docteur Fleming, un Anglais, a découvert la pénicilline; le professeur Kitasato, un Japonais, a découvert le bacille du tétanos. On pourrait allonger la liste indéfiniment, mais ces quelques noms font voir la confraternité nettement internationale qui existe entre les praticiens de la guérison. Hitler a beau rêver d'une médecine nazie ou d'une médecine nordique, ce n'est que folie. En revanche, quand elle sera revenue à la raison, l'Allemagne apportera de nouveau son tribut à la médecine universelle.

Cela m'amène à parler d'une question souverainement importante pour le véritable amateur de la connaissance. Le *Nouveau Testament* nous enseigne à détester le péché tout en ayant de l'indulgence envers le pécheur. Hélas ! il y a un trop grand nombre de nos contemporains qui détestent le pécheur et excusent le péché. Il va sans dire qu'il importe de châtier les nazis. D'un côté, si les idées mauvaises et les péchés du nazisme se perpétuent et imprègnent notre société même, si nous laissons l'intolérance, le fanatisme et l'aveugle préjugé fausser nos vies, ce sera malgré tout la philosophie nazie qui aura triomphé, eussions-nous par ailleurs exterminé jusqu'au dernier de ses adeptes.

Il peut arriver que, dans l'affreux carnage que les militaristes allemands et japonais ont attiré sur le monde, des hommes qui se

battent aujourd'hui pour leur vie et leur civilisation perdent de vue la doctrine du *Nouveau Testament* et oublient aisément que le mal intrinsèque réside dans la pensée des militaristes, dans le crime du militarisme. C'est aux gens cultivés et aux maîtres de cette génération qu'il incombe de toujours faire resplendir aux yeux de notre jeunesse l'éternelle sagesse de la doctrine chrétienne: la distinction entre le pécheur et le péché. C'est là l'unique manière de nous assurer à la longue une défense intérieure contre le mal que nous combattons extérieurement.

Seule l'éducation nous permettra d'extirper définitivement les péchés du fascisme. A cette fin, les Nations-Unies s'occupent de mettre sur pied un organisme international d'éducation qui procurera des secours intellectuels à l'Europe d'après-guerre de la même façon que l'Administration de secours et de rétablissement des Nations-Unies subviendra aux besoins matériels des populations. Un comité s'est réuni à Londres afin d'étudier les moyens de rétablir, après la guerre, le niveau éducatif de l'Europe; l'on est à dresser des plans propres à rendre leur ancienne grandeur aux méthodes européennes, bouleversées par la barbarie nazie et saturées de ses fausses théories. Il importe de rendre la santé à l'âme aussi bien qu'au corps. Nous n'avons pas plus le droit de laisser la jeunesse, — en particulier, — pâtir de sous-alimentation intellectuelle que de permettre que les tout-petits d'Europe souffrent de la faim. En de vastes régions d'Europe, les péchés du nazisme ont atteint l'âme même des populations; il faudra donc, pour guérir le mal, recourir à l'éducation, à une éducation spirituelle aussi bien qu'intellectuelle.

Le pouvoir sans la sagesse est une chose terrible. Les Romains qui incendièrent la bibliothèque d'Alexandrie, comme les nazis deux mille ans plus tard, personnifient le pouvoir sans la sagesse. La force ignare redoute le savoir et cherche à le détruire. Il y avait une fois à Domrémy une jeune paysanne dont les connaissances avaient atteint un plan si élevé de sagesse spirituelle que certains ignorants eurent peur d'elle et la firent mourir sur le bûcher. Toutefois, devenue l'une des plus grandes saintes de l'Église Jeanne d'Arc n'a plus besoin d'attester la véracité de ses « voix ». Ceux qui, sur cette terre, n'entendent ni ne voient, les sourds et les aveugles spirituels, s'efforceront toujours d'avilir la sagesse, de brûler les saints, de brûler les livres. Mais ils finissent invariablement par se perdre eux-mêmes.

Historiquement, la doctrine de l'universalité du savoir a été fermement appuyée par l'Église du Christ, qui repose elle-même sur une croyance universelle. L'Église, à travers les âges, a unifié dans un sens universel la pensée de toutes les nations, notamment lorsque le pape Grégoire XIII réforma le calendrier julien, au XVI^e siècle, et donna au monde moderne une méthode universelle de mesurer le temps.

C'est encore l'Église qui fut la mère de l'institution dont la seule dénomination proclame l'universalité: *universitas magistrorum et scholarium* du Moyen Âge, autrement dit l'université. Depuis la fondation, au XII^e siècle, des universités de Bologne et de Paris, jusqu'à nos jours, l'histoire de notre commune culture occidentale se confond avec le progrès et le développement de l'université.

Dans le haut moyen âge, les universités donnèrent l'impulsion à l'effort réalisé par l'Europe pour parfaire son organisation. C'est sur le plan international qu'elles prêtèrent leur précieux et incomparable concours.

Au XIII^e siècle, les grandes écoles étaient devenues des *studia generalia*, c'est-à-dire des écoles fréquentées par des élèves venus de tous les points du globe. Il était loisible à un docteur de Paris, de Bologne ou d'Oxford d'enseigner n'importe où.

Par delà l'évolution et les transformations de presque un millénaire, l'université est restée fidèle à son idéal primordial. Les matrones du savoir, réfugiées de l'Europe déchirée par la guerre, ont afflué aussi naturellement vers les universités canadiennes et américaines que les savants médiévaux auraient quitté une université de l'Europe continentale pour se rendre à Oxford. Il est vrai que le latin et le grec ne sont plus les langues universelles des savants, mais l'universalité des idées et des connaissances a traversé les siècles sans subir la moindre atteinte. La survivance de l'université prouve non seulement la noblesse de l'internationalisme intellectuel mais aussi sa pérennité.

Ces universités, dépositaires de l'idéal internationaliste à travers mille ans d'une civilisation occidentale fondée sur le nationalisme, considérons-les aujourd'hui comme notre meilleure raison d'espérer pour le monde d'après-guerre. L'homme d'affaires, l'homme d'État et l'économiste du type conventionnel voient dans

l'internationalisme une nouveauté, un concept qui jure avec leurs propres antécédents et leur propre formation. Pour les universités, l'internationalisme n'a rien d'une formule bizarre et inéprouvée: c'est leur domaine.

Notre tâche, c'est de faire en sorte que tous les individus et toutes les nationalités finissent par se rapprocher à l'exemple des scholars qui se réunissent toujours, quel que soit le point du globe dont ils viennent. Il importe d'universaliser le savoir au point d'en étendre les bienfaits à toutes les classes de la société humaine. C'est aux universités qu'il incombe de prendre l'initiative de ce beau mouvement.

Si le monde d'après-guerre ne réalise pas l'internationalisme, il sombrera dans un chaos pire que tout ce qu'on a vu jusqu'ici. La première expression de cet internationalisme devra être d'ordre économique et politique, mais l'économie et la politique sont l'une et l'autre filles de l'éducation, et la mère a le devoir d'instruire ses filles. Si nous voulons après la guerre un monde différent, un monde où l'égoïsme personnel, régional et national sera réduit à sa plus simple expression, tandis que l'intérêt bien compris d'une philosophie internationale pourra se développer en toute liberté, commençons par perfectionner le type humain appelé à vivre dans ce monde et à le diriger. Seule l'éducation nous permettra de perfectionner à ce point la personne humaine.

Il y a un siècle, — en 1837 exactement, — dans une mémorable allocution intitulée *The American Scholar*, qui est peut-être la manifeste le plus émouvant qui ait été formulé sur notre continent en matière d'éducation, Ralph Waldo Emerson déclara: « Le scholar est celui qui s'assimile tous les talents de son époque, toutes les acquisitions du passé, tous les espoirs d'avenir. »

Voilà, à coup sûr, un concept de l'éducation aussi profond qu'universel. Or, aux prises avec la redoutable crise morale de notre âge pouvons-nous ne pas aspirer à l'idéal éducatif le plus élevé qui soit? Rappelons-nous que les deux prochaines générations seront tenues d'apporter à certains problèmes, plus graves que tous ceux qui se sont posés depuis la chute de Rome, une solution dont dépendra le sort d'un monde qui est nôtre. C'est pour nous un devoir sacré d'armer ces générations pour la mission sans précédent dont elles devront s'acquitter envers l'humanité.

Dans le tableau qu'il trace des différentes formes de gouvernement: monarchie, aristocratie, oligarchie, démocratie, tyrannie, Platon étudie, aux livres VIII et IX de sa *Republique*, les types d'individu qui correspondent à ces régimes. « Crois-tu, demande Platon, que la forme d'un gouvernement vienne des chênes et des rochers, et non des mœurs des citoyens? Je suis d'avis, pour ma part, qu'elle ne tire son origine d'aucune autre source. »

Il se met ensuite en devoir de prouver qu'un être tyrannique, par exemple, montre les mêmes dispositions, lorsqu'il s'agit de refréner ses impulsions et ses passions, que le tyran qui gouverne un État. Il pousse l'analogie jusqu'aux plus fines nuances à l'égard des cinq types d'individu et des cinq formes de gouvernement.

Quoi que nous pensions de la dissertation critique de Platon sur la valeur relative des divers modes de gouvernement, c'est une thèse à la fois hardie et lumineuse que celle où il soutient que chaque forme de gouvernement est assimilable à un type général d'individu et qu'en outre, les individus tendent à développer certaines caractéristiques conformes à celles de l'État auquel ils appartiennent.

Si nous appliquons cette conception au problème de l'éducation moderne, n'avons-nous pas raison de dire que notre tâche d'après-guerre consistera non seulement à instituer un ordre social international, mais également à former « l'individu international »? Il est bien possible que nos efforts pour instaurer un régime international de gouvernement soient vains tant que nous n'aurons pas réussi à façonner l'homme international. Il ressort de là que si, dans chaque pays, l'éducation vise à former des individus d'esprit international, la génération montante n'acceptera, dans le domaine des affaires mondiales, qu'un internationalisme véritable.

Les hommages que nous rendons depuis quelques dizaines d'années à l'idéal de l'internationalisme ont-ils toujours été bien sincères? N'avons-nous pas loué l'internationalisme sur le plan religieux, philosophique et scientifique, alors qu'effectivement nous prêchions le nationalisme sur le plan culturel, économique et politique? Si Platon a raison, un tel enseignement ne peut produire ni un type national ni un type international, mais plutôt un dédoublement de personnalité. Le monde contemporain n'est peut-être, à tout prendre, que la projection d'une personnalité dédoublée.

Nous entrevoyons, à divers indices prometteurs, un certain élargissement des idées dans le domaine de notre enseignement. Je sais que, dans vos universités de la province de Québec, il est de tradition de soigner plus particulièrement les humanités que nos universités américaines, après une période assez longue de spécialisation à outrance, sont en voie de retrouver. Aux États-Unis, nous commençons à moins insister sur les sciences physiques prises comme fin en elles-mêmes. Nous sommes toujours résolus de maintenir le progrès scientifique, mais nous avons également à cœur d'édifier un régime d'enseignement qui demandera aux humanités de donner à la science un sens et une orientation.

Sans les larges assises des principes qui régissent toute pensée humaine, il n'est décidément *pas prudent* de permettre la spécialisation, pas plus qu'il ne le serait de bâtir sur le sable. Pourtant, depuis un siècle, notre enseignement bâti sur le sable à un point alarmant en ne faisant pas la place assez large aux connaissances générales. S'inspirant, indiscrètement parfois, des méthodes en honneur dans les universités allemandes du XIX^e siècle, l'enseignement nord-américain s'est laissé emporter vers une formation professionnelle très circonscrite, visant, semble-t-il, à multiplier indéfiniment les doctorats en philosophie dans le nombre de matières le plus restreint. Si l'on songe aux progrès vertigineux réalisés par les sciences physiques au cours de vingt ou trente dernières années, on conviendra qu'une telle tendance était fatale.

Il n'en reste pas moins que les sciences physiques elles-mêmes doivent être contenues dans un cadre culturel et moral à base d'humanisme, et qu'il leur faut une orientation et une direction du dehors, pour ne pas reproduire les traits monstrueux de quelque nouveau Frankenstein. La guerre moderne démontre péremptoirement le caractère amoral des sciences physiques. La science produit des avions de bombardement et des sulfamides le plus impartialement et le plus indifféremment du monde. Les produits de la science peuvent servir au salut ou à la perte du genre humain, mais dans l'un et l'autre cas, ce n'est pas la science qui prononce en dernière instance. La décision est d'ordre moral. Cette décision est la décision capitale que notre civilisation est appelée à rendre. Si notre éducation nous donne des chefs qui ne sont pas rompus aux disciplines de l'humanisme et qui, partout, ne comprennent pas

ce qu'implique une telle décision, comment pourrons-nous compter sur une décision judicieuse ?

A mesure que vous, de la province de Québec, évoluerez davantage vers les sciences physiques et que nous, Américains, nous appliquerons à mieux maîtriser les humanités, nous nous acheminerons les uns et les autres en sens inverse vers un but commun qui est une éducation harmonieuse et équilibrée.

Mais ne nous contentons pas de menus avantages ni d'améliorations graduelles. Si l'avenir de l'internationalisme relève des universités; si une philosophie vraiment internationale peut seule sauver le monde d'après-guerre; si, grâce à l'éducation, nous devons découvrir un moyen de former « l'homme international » de demain; si tout cela est vrai, ne sommes-nous pas tenus de tout mettre en œuvre pour atteindre les véritables fins de l'éducation, pour prendre toutes nos responsabilités devant les générations futures ?

Si ces générations sont un jour condamnées à subir une autre guerre mondiale, elles ne nous tiendront pas pour innocents.

Ray ATHERTON,
Ambassadeur des États-Unis au Canada.

SOLUTION PRATIQUE ET ÉCONOMIQUE À NOTRE PROBLÈME DE CIRCULATION À MONTRÉAL

SCHÉMA

I. *Théorie et Principes*

- Théorie des frictions de McClintock.
- Principe du Chemin libre (Freeway principle).
- Principe du Flux constant (Steady Flow principle).
- Principe « G.I. ».

II. *Analyse de notre régime actuel de circulation urbaine*

- Nombre de nœuds de friction intersectionnelle aux intersections.
- Nombre de nœuds de friction interne sur les tronçons de rues et de « boulevards ».
- Contrôle par système de lumières et interdiction des virages à gauche: palliatifs nécessaires.
- Inconvénients du régime.
- « Densité des Risques ».

III. *Agencement et aménagement logiques de nos grandes voies circulatoires*

- Coopération nécessaire entre l'urbaniste et l'ingénieur en circulation.
- Avantages des artères à voies séparées sur celles à voies simplement divisées.
- Application économique et relativement facile des trois principes énumérés au Chapitre 1er.
- Ouverture de nouvelles rues.
- Artères surélevées futures.
- Tramway et métro.
- Solution complète désirable de notre problème: transport en commun et circulation.

IV. *Comparaison entre 2 régimes de circulation*

- Décentralisation des risques: simplification considérable du problème.

Comparaison des « Densités des Risques »:

1. Entre Intersection de « boulevards » et Intersection de demi-artères.
2. Entre Int. « Boulevard » — Rue locale et Int. Demi-artère — Rue locale.
3. Entre Tronçon de « boulevard » et Tronçon de demi-artère.

Application pratique et temporaire ou plus ou moins permanente du Système de Lumières (Stop & Go control).

Conséquences surtout économiques de l'adoption du Principe « GL ».

V. *Conclusions*

Économies considérables que l'application des trois principes rend facilement réalisables.

Critérium relatif au choix de l'aménagement d'une intersection.

Avantages du nouveau régime: conséquence directe du Système « GL ».

SOLUTION PRATIQUE ET ÉCONOMIQUE

A

NOTRE PROBLÈME DE CIRCULATION A MONTRÉAL

I. *Théorie et Principes*

Rappelons d'abord, aussi brièvement que possible, la théorie des frictions de McClintock qui définit très bien les éléments de base de notre problème, et les principes qu'il s'agit d'appliquer pour le résoudre.

La congestion et tous les accidents de circulation proviennent toujours de causes identiques que M. McClintock appelle frictions et divise en quatre genres:

1° La friction médiane qui se produit généralement près du centre de la route ou de la rue entre deux véhicules venant de sens opposés. Elle peut se produire parfois à une intersection, même si la route est à voies divisées, entre deux véhicules de sens opposés exécutant chacun un virage à gauche.

2° La friction marginale qui a lieu sur le bord ou en marge du chemin entre un véhicule et un obstacle: véhicule stationné, matériaux déposés, piéton, etc.

3° La friction intersectionnelle, qui a lieu à une intersection à niveau, entre véhicules dont les trajectoires se coupent, ou entre véhicule et piéton.

4° La friction interne, entre deux véhicules de vitesses différentes circulant dans le même sens.

La connaissance de ces quatre éléments est indispensable à l'analyse de tout problème de circulation, car ils nous conduisent d'abord au principe du Chemin libre (Freeway principle) dont l'application intégrale exige:

1° Une route ou artère à voies divisées éliminant ainsi presque totalement la friction médiane.

2° Des voies de largeur convenable et bien protégées, bien délimitées et marquées par joints du pavage ou lignes de circulation, par une signalisation adéquate, pour prévenir les risques de friction interne.

3° Des pavages d'une largeur suffisante et d'un alignement convenable pour permettre le dépassement sûr des véhicules lents par les plus rapides; autre moyen d'éviter la friction interne.

4° Accès limité de chaque côté de la route pour empêcher la réduction de sa vitesse normale ou « vitesse de régime » (design speed) et diminuer, sinon éliminer, aux endroits prohibés les risques de frictions marginale, intersectionnelle et interne.

5° Des voies de ralentissement pour les sorties et d'accélération pour les entrées, points d'accès. On réduit ainsi, également, les risques de frictions marginale, intersectionnelle et interne.

6° L'élimination totale de la friction intersectionnelle par la séparation ou l'étagement des trajectoires qui se coupent.

7° Aucun obstacle sur les bords afin d'éviter la friction marginale.

8° Des courbes de transition, spirales ou autres, partout où elles sont nécessaires ou simplement utiles pour empêcher un véhicule dans un virage d'empiéter sur la trajectoire d'un autre véhicule, risquant ainsi de causer de la friction interne.

9° Une signalisation simple, standard et adéquate comportant en particulier, en plus des signaux de réglementation et de destination (regulatory and guide signs), des signaux d'avertissement (warning signs) à distance convenable avant les intersections, bifur-



PLANCHE 1

Exemple d'application urbaine du principe « GL » comportant une rue locale entre les deux branches d'une artère.

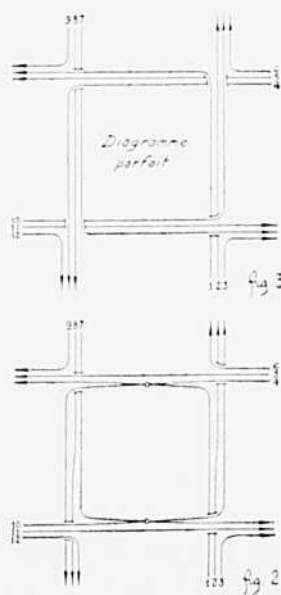
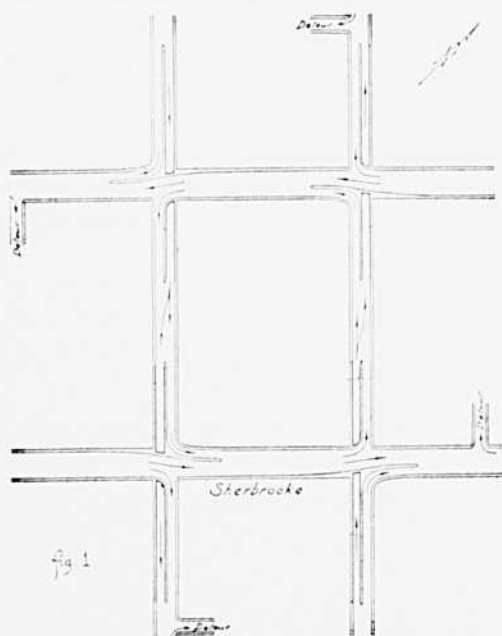


PLANCHE 2

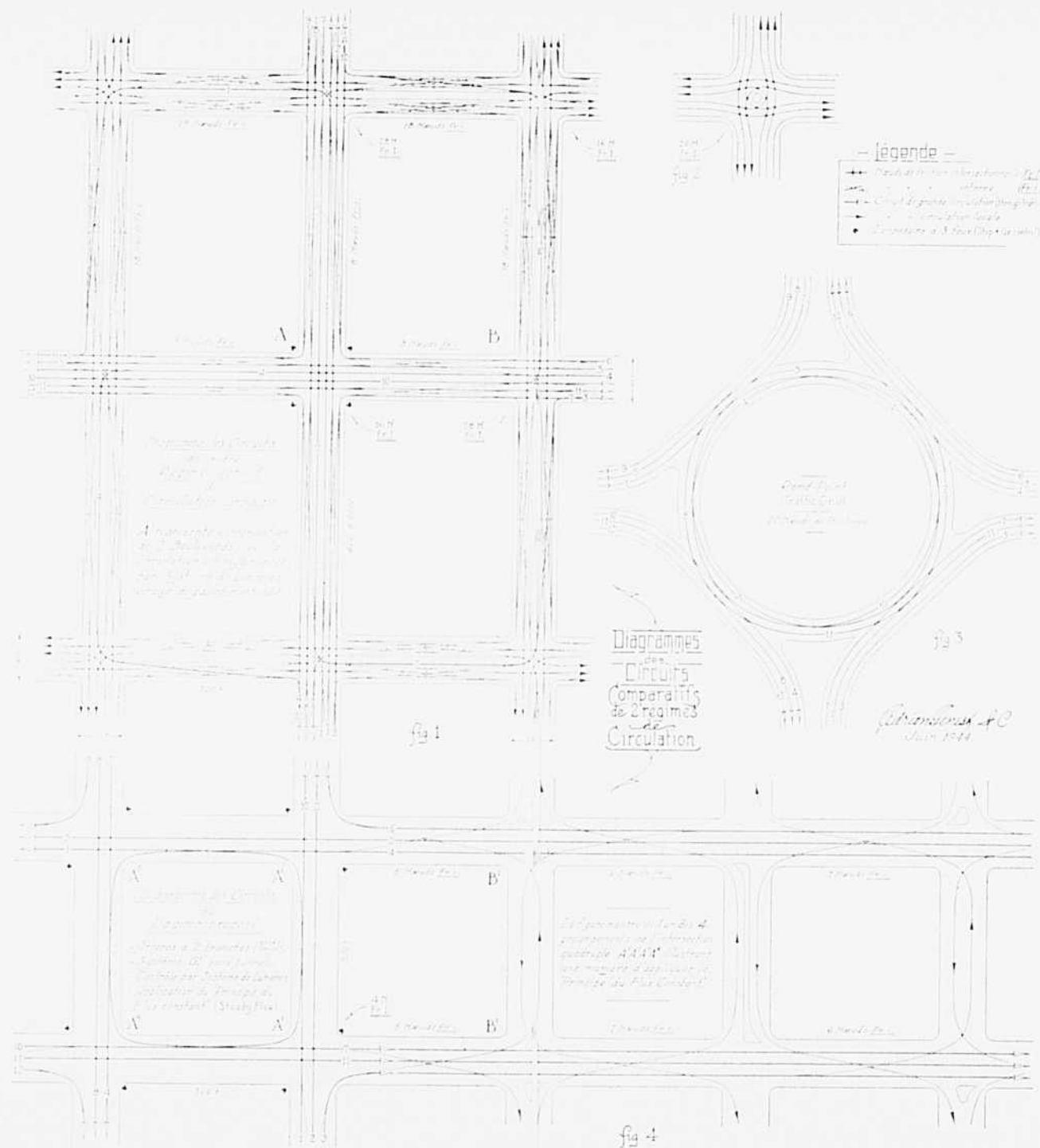
Autre application du principe « GL » montrant les 4 tunnels disposés parallèlement. La fig 2 représente le diagramme des circuits correspondant en regard du diagramme parfait (fig 3).

cations, etc. On réduit ainsi au minimum les hésitations, sources de frictions.

En résumé, puisque tous les accidents et la congestion proviennent toujours de causes identiques, c'est en faisant disparaître celles-ci qu'on éliminera les premiers.

Il est un deuxième principe très important qui sera peut-être considéré comme primordial dans l'avenir; qui, en tous cas, confèrera de grands avantages à la circulation des grands centres où on aura eu la sagesse de prévoir son application intégrale. Il s'agit du Principe du Flux constant (Steady Flow principle) établi par l'ingénieur autrichien Fritz Malcher. Ce principe consiste essentiellement dans l'interdiction pour un véhicule émergeant d'une rue locale de traverser directement une artère, donc de retarder ou d'interrompre la constance du courant de grande circulation. Il doit au contraire s'ajouter à ce courant pour le croiser obliquement suivant un angle faible et dans la distance comprise entre cette rue locale et la suivante, le traversant ainsi dans les meilleures conditions possibles. En d'autres termes, le principe du flux constant permet d'éliminer les nœuds de friction intersectionnelle pour les remplacer par des nœuds de friction interne qu'il décentralise en même temps, les rendant de ce fait d'autant moins dangereux. Le circuit local ayant traversé obliquement un courant de circulation devra ensuite procéder en sens inverse pour traverser le courant de sens opposé. Disons pour le moment que c'est là une des raisons pour lesquelles nos artères devraient être à voies non seulement divisées mais séparées.

Enfin, il y aurait un intérêt considérable à appliquer un troisième principe illustré par le Système « GL ». Voici comment il fonctionne: L'intersection de deux artères, étant le résultat du croisement de quatre branches séparées ou demi-artères, est quadruple et forme en réalité quatre intersections simplifiées et indépendantes dont chacune est traitée par un tunnel demi-largeur. Les planches 1 et 2 présentent deux exemples différents de traitements d'intersections urbaines suivant le principe « GL ». Un véhicule circulant par exemple sur la branche de droite d'une artère montante peut tourner à droite sur la première branche de l'artère transversale, ou passer en-dessous pour tourner à gauche sur la deuxième branche, ou traverser celle-ci, sans aucun croisement avec un autre véhicule en effectuant l'une de ces trois opérations. Il y a exception pour l'exemple de la planche 2 dont le diagramme



PLANCIE 3

Comparaison graphique montrant en particulier les « Densités des Risques » inhérent à notre régime actuel de circulation à Montréal et au nouveau régime proposé (le « Régime GL ») résultant de l'application simultanée des trois principes: « Chemin libre », « Flux constant » et « GL ».

des circuits (fig. 2) comporte 2 nœuds de friction interne mais qu'on peut négliger. Nous verrons plus loin que le système « GL » peut fonctionner même sans tunnels, avec un minimum d'inconvénients, pour plusieurs années à venir, et accommoder un volume important de circulation.

Voici, brièvement, les avantages de l'application urbaine du système « GL » :

- 1° Système plus simple qui fait image plus facilement dans l'esprit du conducteur, car il évite le paradoxal virage à droite pour aller à gauche.
- 2° Système plus rapide et plus efficace sans préjudice à la sécurité.
- 3° C'est le système le plus sûr, ne comportant aucun nœud de friction, sauf pour le cas de la planche 2 où il admet deux nœuds de friction interne.
- 4° Tous les circuits sont directs.
- 5° Les raccordements se font tous à niveau, les demi-tunnels ne servant qu'aux circuits rectilignes.
- 6° Éblouissement impossible vu l'écartement des deux branches de l'artère.
- 7° Permet une meilleure signalisation, permanente, plus simple et plus facile, fixée sur un côté de chaque tunnel face à la circulation venant en-dessous.
- 8° Il tient compte de l'existence du piéton. Quatre trottoirs ou zones de sécurité séparent en deux bandes longitudinales les parties des 4 demi-artères situées dans les limites de l'intersection. (Planches 1 et 2). Les piétons n'ont donc que des demi-largeurs de rues, toutes à sens unique, à traverser.
- 9° Les allongements (300 pi., à comparer avec 600 à 1700 pi. dans d'autres systèmes) sont compensés au retour.
- 10° Capacité de circulation double de celle d'un système en trèfle (Clover Leaf).
- 11° Application parfaite du Principe du Flux constant.
- 12° Avantage des virages en « U » simples et faciles.
- 13° Système beaucoup plus économique de fonctionnement que tout autre système.
- 14° Uniformité d'agencement ou de fonctionnement pour les quatre directions.
- 15° Enfin, sous certaines conditions, le système pourrait à la rigueur permettre le stationnement, en ligne ou angulaire jusqu'à 45°

suivant la largeur du pavage, sur le côté droit de chacun des quatre tronçons de rues formant le quadrilatère de l'intersection, sans nuire à son fonctionnement.

En regard de ces avantages, on peut énumérer quelques inconvénients plus ou moins graves et facilement surmontables: le coût plus élevé des charpentes, l'accroissement du volume des terrassements (une fois et demie ceux d'un tunnel double unique comme celui de la rue St-Hubert, sous les voies du Pacifique Canadien), et le coût total d'établissement peut-être supérieur dans certains cas à celui d'un système en tréfle. Toutefois, la suite de cette étude démontrera que les inconvénients précités n'en sont qu'en apparence.

II. *Analyse de notre régime actuel de circulation urbaine*

La figure 1 de la Planche 3 représente la situation qui existe dans notre régime actuel de circulation. Nous avons pris le cas (qui tend à se généraliser) de rues que nous avons pris l'habitude d'appeler boulevards. La figure montre donc, se croisant en A, deux rues de communication non encore aménagées en artères mais qui servent tout de même à la grande circulation (through traffic). Assumons de plus le fait, de plus en plus fréquent, que le contrôle, la réglementation de la circulation est faite par système de lumières (Stop & Go control) avec interdiction simultanée des virages à gauche. A défaut d'une solution adéquate, ce genre de réglementation s'est jusqu'ici avéré nécessaire, voire même indispensable. Il est évident toutefois que notre problème de circulation ne sera pas résolu seulement avec le système de lumières, du moins tel qu'utilisé, et si notre étude réussit à convaincre de ce fait, son but sera partiellement atteint.

Les autres rues complétant les quatre quadrilatères de la figure sont des rues locales servant surtout à la circulation locale, mais aussi à la grande circulation pour deux raisons: d'abord par suite de l'interdiction des virages à gauche en A, et par le fait qu'un certain nombre d'automobilistes emploient les rues locales comme voies de communication pour gagner du temps, croient-ils, en évitant quelques systèmes de lumières. Nous avons tracé tous les circuits usuels et normalement possibles, sans tenir compte cependant des trajectoires que décrivent les conducteurs indécis, ou ceux qui changent leurs réflexes d'une manière intempestive, dans l'espace

d'une fraction de seconde. La figure représente donc un minimum de lignes et de nœuds.

Un tronçon de rue locale (côté extérieur quelconque de l'un des 4 quadrilatères de l'ensemble) comporte 18 nœuds de friction interne. Les 4 tronçons des deux « boulevards » que montre la figure n'en indiquent chacun que 8. Mais ceci n'est dû qu'à l'interdiction des virages à gauche, et tous les tronçons suivants (que ne montre pas la figure) en comportent 20. Il va sans dire que le petit nombre de nœuds sur ces 4 premiers tronçons est loin de compenser l'inconvénient, malcommode et très coûteux, des allongements nécessaires aux virages à gauche. Il est à remarquer également que sur les 18 nœuds de friction interne indiqués sur 4 des 8 tronçons de rues locales, il y a 4 nœuds qui symbolisent des risques beaucoup plus graves que les 14 autres. Ils sont la résultante du croisement de 4 circuits locaux sur chacun de ces 4 tronçons, par chacun des circuits principaux 1, 4, 7 et 10 qui se sont allongés pour aller à gauche par suite de l'interdiction de ce virage à l'intersection A. À défaut de statistiques, si nous supposons par exemple qu'un circuit local représente un volume moyen de 200 véhicules par jour et un circuit principal 2000 véhicules par jour, il est facile d'imaginer la perturbation qui peut résulter du croisement de ce dernier avec 4 circuits locaux, surtout aux endroits où un tel volume serait mal réparti, ou trop concentré durant de courtes périodes de la journée.

Passons maintenant aux intersections. L'intersection de deux rues locales comporte 16 nœuds de friction intersectionnelle. Celle de deux « boulevards », également 16. Mais l'intersection d'un « boulevard » avec chaque rue locale en comporte 28. C'est ce qui explique la difficulté, l'opération souvent risquée que constitue la traversée d'un « boulevard » par un véhicule émergeant d'une rue locale, ou même le virage à gauche sur ce « boulevard ». Remarquons de plus que l'interdiction des virages à gauche en A ne supprime aucun nœud à cette intersection et ajoute à la gravité de 6 des 28 nœuds de friction intersectionnelle à chacune des intersections suivantes avec les rues locales où s'effectuent les virages à gauche, y causant en même temps des retards, de la congestion, une réelle perturbation en un mot, situation qui ira s'aggravant avec l'augmentation du volume de la circulation. De même à chacun des 4 coins de la figure, intersection de deux rues locales, la situation de 4 nœuds de friction intersectionnelle sur 16 est aggravée.

Résumons donc les inconvénients inhérents à notre régime actuel de circulation urbaine, en ce qui concerne plus spécialement les « boulevards » ou futures artères. Ce sont :

1° Le nombre de circuits, trop grand même pour une rue de 60 pieds de pavage, comme l'indique la figure qui ne montre pas d'espace pour le stationnement.

2° Le nombre de nœuds de friction intersectionnelle à chaque intersection.

3° Le nombre de nœuds de friction interne sur chaque tronçon de rue et surtout de « boulevard ».

4° Les risques de friction médiane représentés par le nombre des circuits ou la « densité » des lignes.

5° Les risques de friction marginale, résultat de la réduction des espaces libres due encore au nombre de circuits.

6° Les allongements causés par l'interdiction des virages à gauche en A.

7° Les retards résultants de ces allongements.

8° Les retards dus au système de lumières qui doit accommoder un trop grand nombre de circuits et de véhicules.

9° Les retards dus aux croisements de circuits tournants ailleurs qu'en A.

10° Les retards causés par la congestion.

Ajoutons que les retards et les allongements se traduisent par une dépense continuelle d'argent, des centaines de milliers de dollars annuellement, en pure perte, que l'application des trois principes expliqués au chapitre précédent permettrait de changer en résultats positifs, d'utiliser, en définitive, à la réalisation adéquate de la vraie solution à notre problème.

Constatons en passant que l'analyse qui précède nous fournit un nouveau concept explicatif propre à la compréhension immédiate de ce problème par simple comparaison graphique. Ce nouvel élément qu'on peut définir « Densité des Risques » résume les périphrases: réduction des espaces libres, nombre de lignes, nombre de circuits, nombre de nœuds.

III. *Agencement et aménagement logiques de nos grandes voies circulatoires*

C'est à l'urbaniste et à l'ingénieur en circulation conjointement qu'il incombe d'abord de localiser et déterminer le parcours de nos

artères. Celles-ci devront ensuite être aménagées pour le moins suivant les principes éprouvés appliqués ailleurs, surtout aux États-Unis où ils ont déjà commencé de faire leurs preuves.

Des artères modernes seront au moins à voies divisées et d'accès limité, de façon à mettre en pratique le principe du Chemin libre (Freeway principe). Mais il y a moyen d'obtenir des résultats encore meilleurs en faisant davantage à moindres frais. Si, par exemple, nous décidions que nos artères seront à voies non seulement divisées mais plutôt séparées, c'est-à-dire que chaque artère serait composée de deux branches parallèles de sens contraires, chacune à sens unique, nous pourrions appliquer aussi et de la manière la plus efficace le principe du Flux constant (Steady Flow principe).

La ville de Moscou nous donne un bel exemple de ce genre d'aménagement. Son programme de construction d'artères, déjà à moitié réalisé avant la guerre actuelle, comporte 20 artères radiales (voies de pénétration) et 5 artères de ceinture concentriques (rocailles, ou voies de distribution). Or, toutes ces artères sont à deux branches parallèles, dans le but évident de doubler leur capacité de circulation et d'appliquer intégralement le principe du flux constant.

Ce genre d'aménagement permet également d'appliquer le principe « GL » aux intersections. Ou, réciproquement, ce dernier principe implique logiquement et naturellement l'application intégrale de celui du flux constant.

Démontrons maintenant que la disposition actuelle de nos rues est en général convenable pour l'application économique et relativement facile des trois principes énoncés. Notre résille circulatoire généralement quadrangulaire est formé de rues constituant des quadrilatères plus longs que larges. La distance entre deux rues montantes ou sud-nord varie de 175 à 350 pieds environ; celle comprise entre deux rues transversales ou ouest-est, 400 à 1000 pieds environ. Or, le principe « GL » prévoit la construction future de tunnels demi-largeur dont les deux rampes nécessitent chacune une longueur d'environ 300 pieds. Nos rues montantes seraient donc, apparemment, trop rapprochées dans certains cas. Or, il n'y a pas d'inconvénient sérieux à laisser une rue locale entre les deux branches d'une artère (Planche 1) et, en général, il n'y aurait pas d'expropriation coûteuse à faire pour les besoins présents. Une ligne d'homologation, d'ailleurs, tiendrait compte des besoins futurs.

Quant à nos rues transversales qui sont trop espacées, il n'y aurait qu'à en ouvrir une nouvelle à 300 pieds environ de celle qu'on aura choisie, et l'expropriation nécessaire ne coûtera pas plus cher, généralement moins cher que l'élargissement d'une seule rue pour obtenir la même capacité de circulation. Prenons par exemple le cas de la rue Sherbrooke. Son élargissement à 100 pieds (trottoirs inclus) entre les rues Union et Amherst nécessiterait la démolition de 80 maisons en général cossues et bien construites tandis que l'ouverture d'une nouvelle rue à 300 pieds au nord ne ferait disparaître que 50 maisons et moins dispendieuses que les premières. Ce genre d'aménagement a par ailleurs d'autres avantages économiques importants dont il sera traité plus loin.

Au surplus, il y aurait avantage à l'ouverture de nouvelles rues, car le nombre des rues actuelles est relativement petit pour la densité de circulation qu'elles portent, surtout dans le bas de la ville, principalement le quartier des affaires, où on a déjà atteint le point de saturation. D'après un récent rapport de M. R. N. Watt, président de la Compagnie des Tramways de Montréal, au Comité Économique Métropolitain, le réseau actuel de nos rues ne peut absorber les augmentations normales de la population et des véhicules moteurs, et le résultat inévitable est la ruine des centres d'affaires établis à cause des difficultés d'accès.

Artères surélevées

Comme complément à notre réseau artériel, il y aurait certes lieu de prévoir l'addition de voies élevées pour l'avenir. La construction de telles artères serait sans doute prématurée pour les besoins présents mais, pour être complète, notre étude devrait inclure la considération de leur probabilité ou possibilité future.

Tramway et Métro

Cette étude serait encore incomplète et la solution proposée inefficace si nous omettions la question du tramway. Celui-ci constitue le principal et le plus efficace agent du transport en commun, indispensable dans un grand centre de l'importance de Montréal. On peut dire que son utilité, sa nécessité n'a d'égal que l'embarras qu'il cause à la circulation. Il ne constitue pas seulement une utilité publique mais également une nuisance publique. C'est le véhicule le plus encombrant tant par sa masse que par son manque de mania-

bilité. Il ne fait aucun doute que le tramway doit disparaître graduellement de la surface de nos futures artères. Par ailleurs, il est certes illogique et dangereux de laisser le public voyageur monter et descendre de voiture au milieu de la rue.

D'après les chiffres cités par M. Watt dans le rapport mentionné plus haut, le temps serait venu pour Montréal d'entreprendre la construction d'un métro en profitant pour cela des conditions d'après-guerre où il faudra créer du travail afin de pallier le chômage. Or, comme c'est le public qui, en définitive, défrayera les dépenses nécessaires, il est juste que l'argent dépensé favorise le plus grand nombre. La question du transport des masses ou transport en commun devra donc être solutionnée en même temps que le problème de la circulation en général dont il est un élément important. Une commission d'ingénieurs a d'ailleurs été formée récemment pour faire suite au rapport préliminaire de M. Watt.

IV. *Comparaison entre 2 régimes de circulation*

Supposons maintenant qu'une étude générale et complète de la circulation dans la ville de Montréal a été faite. Supposons en outre que nos artères sont localisées, débarrassées du tramway, et composées de deux branches parallèles en vue de l'application la plus efficace du principe du flux constant et de l'aménagement des intersections suivant le principe « GL ».

La construction des systèmes « GL » par étapes serait logique et avantageuse. Et ceci s'explique par le fait que l'intersection de deux artères ainsi aménagées est quadruple et constitue en réalité 4 intersections simplifiées et en quelque sorte indépendantes. Mais il y a lieu d'analyser la nouvelle situation créée à chacune de ces intersections partielles avant que son demi-tunnel soit construit.

A l'aide des diagrammes des circuits que nous allons comparer, nous verrons que la circulation sera non seulement améliorée d'une façon considérable, mais que, sans tunnels, notre problème peut tout de même être résolu pour plusieurs années à venir. Et ceci se comprend même a priori à l'examen des diagrammes par le fait que les difficultés de notre problème se trouvent divisées par 4 et mieux encore comme nous allons le constater.

Reprenons d'abord le cas de l'intersection en « X » ordinaire sans restriction quant aux directions et aux virages. La figure 1 (coin supérieur droit de la Planche 3) nous indique 16 nœuds de frie-

tion intersectionnelle. Si, pour un instant, nous ajoutions à cette intersection un îlot central (fig. 2), nous aurions 4 nœuds de plus, soit 20 nœuds de friction intersectionnelle. C'est exactement le cas du rond-point (fig. 3, 4 chemins convergents) quant au nombre de nœuds. Ici, cependant, les 20 nœuds sont de friction interne, les croisements, obliques, sont de ce fait facilités et les risques atténués parce que décentralisés.

Dans le système « GL » (fig. 4), nous avons également un îlot central qui est quadrangulaire et autour duquel les 20 nœuds sont ainsi répartis: 4 de friction interne, chacun d'eux étant situé le long de chaque côté du quadrilatère, et 16 de friction intersectionnelle, c'est-à-dire 4 à chaque coin. Et c'est ici le lieu de comparer chacun de ces coins qui est tout de même une intersection en « X » avec l'intersection en « X » ordinaire..

Cette comparaison donne les résultats suivants à l'avantage du nouveau régime:

- 1° 4 nœuds de friction intersectionnelle au lieu de 16.
- 2° Demi-volume de circulation chevauchée et 1/6 de volume à croiser (2 circuits sur 12), résultat de la séparation de chaque artère en 2 branches.
- 3° Aucun croisement de circuits tournants entre eux, ni de circuits rectilignes avec des circuits tournants.
- 4° Le conducteur d'un véhicule émergeant à l'un quelconque des quatre coins n'a qu'une seule direction à surveiller, au lieu de trois, celle indiquée par la flèche « DIRECTION ».
- 5° Friction médiane totalement éliminée, ce que n'assure pas l'intersection de deux routes ou artères à voies simplement divisées où les virages à gauche sont permis.
- 6° Éblouissement nul.
- 7° L'ordre numérique des circuits est sauvegardé. Ceci veut dire que, normalement, les véhicules sont à leur place avant de pénétrer dans l'intersection, et y restent ensuite, assurant à celle-ci un meilleur fonctionnement. Cette situation désirable tend en effet à supprimer les hésitations, atténuant ainsi la congestion et les risques de friction toujours possibles.

Si, maintenant, nous ne sommes pas prêts à construire le demi-tunnel à l'une de ces intersections partielles, le système de lumières est alors tout indiqué, et c'est la plus efficace application qu'on en peut faire pour les raisons suivantes:

1° L'inconvénient du retard est bien atténué puisque la moitié seulement du volume d'une artère rencontre moins que la moitié du volume de l'autre artère. Ce retard est encore diminué par le fait de l'absence de croisements de circuits tournants.

2° Les possibilités de congestion sont réduites des $\frac{2}{3}$, pour le moins.

3° Les allongements, compensés par des raccourcis équivalents.

4° Avantages d'un virage unique à chaque coin, situation qu'on peut assimiler à l'interdiction du virage à gauche habituelle sans ses inconvénients.

5° Le virage unique en A¹, A², A³ et A⁴ ne comporte que des avantages, tandis que le virage à gauche interdit en A, allonge 4 circuits, complique la situation et cause une réelle perturbation:

- a) A 4 intersections des 2 « boulevards » avec chaque rue locale suivante;
- b) A 4 intersections de rues locales entre elles;
- c) Sur 4 tronçons de rues locales.

6°. L'installation même du système dans le nouveau régime est plus simple et ne nécessite que 2 lampadaires par coin au lieu de 4, pour accommoder deux directions seulement.

Nous avons vu (fig. 1) qu'une intersection de « boulevard » avec une rue locale comporte 28 nœuds de friction intersectionnelle (B, fig. 1). Une intersection correspondante du nouveau régime (B¹ ou B², fig. 4), c'est-à-dire l'intersection Demi-artère — Rue locale n'en montre *aucun*. Ceci s'explique par le fait que cette intersection, en « X » dans le premier cas, n'est plus qu'appareusement en « X » dans le second. Cette dernière épouse plutôt la forme de 2 « T » opposés tête à tête dont l'un, le « T » supérieur, est lu à l'envers. Aucun contact n'étant possible à cet endroit d'un côté à l'autre de la demi-artère, chaque « T » peut être considéré séparément.

Nous avons donc une intersection en « T » simplifiée en ce sens que le jambage horizontal du « T » étant à sens unique, les 3 nœuds de friction intersectionnelle communs à toute intersection en « T » ordinaire sont supprimés. La conséquence de cette absence de nœuds de friction intersectionnelle est l'élimination de tout système de lumières aux intersections des artères avec les rues locales. D'où, suppression d'un grand nombre de retards et d'arrêts, maintien de la constance du courant de grande circulation et de sa

« vitesse de régime » (design speed), augmentation de la capacité, et diminution de la congestion.

Un tronçon de « boulevard » adjacent à l'intersection A (fig. 1) comporte 8 nœuds de friction interne. Nous avons vu que ceci est une exception due à l'interdiction du virage à gauche, restriction qu'on ne peut décentement établir à toutes les intersections. Tous les tronçons suivants comporteront 20 nœuds de friction interne, et il en sera ainsi jusqu'à la prochaine intersection où la même restriction existe. Par contre, tous les tronçons analogues du régime proposé (fig. 4) ne comportent normalement que 6 ou 7 nœuds de friction interne.

Il n'est donc aucunement exagéré de dire que de la décentralisation des risques résulte une simplification considérable du problème et que c'est le principe « GL » qui permet et facilite cette décentralisation.

Les conséquences découlant de l'application intégrale de ce principe sont donc:

1° La subdivision des artères en deux branches à sens unique permettant de doubler leur capacité de circulation à meilleur compte que par des élargissements coûteux, en certains cas peut-être prohibitifs.

2° La facilité d'application intégrale la plus efficace du principe du flux constant qui:

- a) Augmentera encore la capacité par suite du maintien de la constance du courant et de la « vitesse de régime », et de la suppression d'un grand nombre de retards et d'arrêts;
- b) Réglementera efficacement la circulation;
- c) Épargnera des sommes considérables en éliminant tous les systèmes de lumières aux intersections des artères avec les rues locales.

3° L'avantage de l'utilisation la plus efficace du système de lumières, dans des conditions spéciales réduisant au minimum ses inconvénients; également le fait que ce système peut ainsi constituer une solution durable dans plusieurs cas au lieu d'être uniquement un palliatif.

4° L'opportunité de prolonger de plusieurs années lorsque jugé opportun — grâce à cette utilisation plus efficace du système de lumières — la période durant laquelle on peut répartir l'aménagement par étapes des intersections.

5° La perspective d'application économique de la subdivision d'artères en deux branches pour une agglomération moyenne, par exemple pour une petite ville que traverse une route ou deux routes qui se croisent, où il peut y avoir congestion par suite de l'afflux de la circulation extérieure (Cette considération peut avoir son importance pour les municipalités suburbaines d'une grande ville).

6° L'élimination totale de l'éblouissement mieux que par une artère à voies simplement divisées.

7° L'élimination totale également de la friction médiane.

8° La diminution sans frais additionnels de la friction marginale par suite d'augmentation de la capacité.

9° Enfin, la certitude d'obtenir de chaque gallon de gazoline dépensé un rendement efficace maximum.

V. Conclusions

Nous avons publié antérieurement dans quelques journaux certains chiffres démontrant à l'évidence la grande importance de cette dernière considération puisqu'il y a moyen d'épargner annuellement des sommes considérables en évitant dans la mesure du possible les retards et les allongements. Nous avons calculé qu'un système en trèfle (Clover Leaf), un rond-point (Traffic Circle), ou un système de lumières (Stop & Go control) avec interdiction des virages à gauche, nous coûtent annuellement en dépenses supplémentaires dues aux retards et aux allongements des sommes variant de \$58,000. à \$65,000., disons une moyenne de \$60,000. pour un volume de 40,000 véhicules passant à *une seule intersection*, soit l'intérêt à 5% par année d'un capital de \$1,200,000.

Ceci, incidemment, nous conduit logiquement à la conclusion que ce n'est pas seulement le volume de la circulation qui devrait justifier à l'avenir telle dépense à une intersection. Notre critérium pourrait plutôt s'énoncer ainsi: Quelle somme annuelle supplémentaire nous coûterait un des trois systèmes plus haut nommés appliqués à cette intersection? La réponse à cette question nous indiquerait exactement ce que nous pourrions entreprendre.

Nous croyons avoir démontré que la solution proposée est la meilleure et la plus économique à notre problème de la circulation à Montréal. Or, le système « GL » est la clef de cette solution. En outre d'être, plus que tout autre système, simple, sûr, efficace et économique de fonctionnement, il permet, à l'exclusion de tout

autre, une plus grande capacité de circulation à moindres frais. Il est de plus le seul à appliquer parfaitement et le plus efficacement le principe si important du flux constant. Son mérite n'est pas seulement de permettre et de faciliter l'application des autres principes, mais de conférer en même temps à tout le régime proposé ses qualités et avantages intrinsèques et exclusifs.

Quant à ce nouveau régime que nous baptisons « Régime GL », en attendant l'épreuve physique sans doute encore plus convaincante, nous croyons qu'il suffit de référer à notre comparaison graphique pour pouvoir en somme le qualifier en deux mots: *ordre et simplicité*, au lieu de *complication et désordre*.

Juillet 1944.

Adrien GENEST, B.Sc.A.,
Ingénieur civil.

BIBLIOGRAPHIE

- « Convention Proceedings, 1938 » (American Road Builders Association).
- « Steady Flow » par Fritz Maleher.
- « City Planning & Housing » par Werner Hegemann.
- Rapport R. N. Watt (1944) au Comité Économique Métropolitain.

SYNCHRONISATION ET REGLAGE AUTOMATIQUE DU VOLTAGE DES ALTERNATEURS AU MOYEN DE TUBES ÉLECTRONIQUES¹

CHAPITRE I

AVANT-PROPOS

La marche en parallèle des machines productives de courant alternatif entraîne la résolution de deux problèmes:

A — Égalité de fréquence.

B — Égalité de voltage.

Ceci revient à dire que les deux machines doivent être en phase.

La pratique actuelle, dans les usines d'énergie électrique, est entièrement manuelle. La synchronisation des machines se fait en réglant la vitesse du moteur entraîneur, tout en surveillant un synchroscope. Cet appareil permet de connaître la fréquence de chacune des machines. La régulation du voltage s'opère par l'action sur le champ de l'excitateur, tout en surveillant un voltmètre.

Le but de ce projet est de réaliser ces deux opérations de façon automatique, par le truchement de tubes électroniques. Cet appareil permet le phasage des deux machines à la première chance possible. Il rend, de plus, l'opération de la synchronisation entièrement sûre et indépendante du facteur humain.

L'équipement comprend différents systèmes de protection dont les deux principaux sont les suivants:

A — Un circuit anti-oscillant pour le régulateur de voltage. Ce circuit empêche le système de jouer entre deux voltages presque voisins. Cet état de poursuite entraînerait une forme de courant sinusoïdale, modulée, qui serait impropre au service.

B — Un relai principal à fermeture retardée pour le mécanisme de synchronisation. Ce retard de fermeture empêchera le circuit,

1. Cet article est un projet de fin d'études présenté, en mai 1944, par M. Julien Ricard, devant le Conseil de Perfectionnement de l'École Polytechnique, en vue de l'obtention des diplômes d'ingénieur civil et de B. Sc. A., section Mécanique-Électricité.

entre les deux machines, de se compléter au moment où les courbes de voltage des deux systèmes se croisent. A ce moment, il n'existe aucune différence de potentiel entre les deux machines et, quoique celles-ci ne soient pas en phase, le circuit pourrait se compléter.

Il est bon de noter que le mécanisme de synchronisation est universel. En effet, l'appareil est applicable à des systèmes de fréquences diverses. La seule pièce à changer est le différentiateur de fréquence. Cet appareil peut être manufacturé pour n'importe quelle fréquence.

Le mécanisme de synchronisation convient à des réseaux de différents voltages. Les seuls changements à effectuer se rapportent aux transformateurs qui alimentent les redresseurs à tube et à oxyde et au transformateur du régulateur de voltage.

On peut ajouter au système, différents appareils de mesure qui permettront de contrôler le fonctionnement de l'appareil automatique et rendront l'opérateur à même d'effectuer manuellement la synchronisation si le système venait à faire défaut, comme dans le cas de tubes brûlés.

Le système proposé dans ce projet sera calculé pour une machine du laboratoire d'électricité. Les caractéristiques de cette machine sont les suivantes:

Westinghouse

5 KVA		60 cycles
110-220	volts	1200 T.P.M.
20-13	ampères	
0.9	Facteur de puissance	
1-3-6	Phases	Excitateur: 3.1 ampères
		125 volts

CHAPITRE II

Le contrôle du voltage des machines productrices d'énergie électrique a préoccupé les ingénieurs depuis le début de l'ère électrique. Un contrôle électronique, dont la souplesse est illimitée et qui ne comporte aucune inertie, semblait le « nec plus ultra » à atteindre. Les différents systèmes, décrits dans l'appendice I, semblent jalonner la route qui conduisit au régulateur électronique à tube unique lequel sert de base à l'appareil proposé.

Le premier de ces régulateurs fut proposé comme contrôle pour les générateurs à courant continu. Il se compose de deux tubes

électroniques dont le premier règle l'output du second. Le tube d'output sert à alimenter les inducteurs de la machine. Cette caractéristique entraîne donc deux désavantages:

A — Le champ de la machine doit être enroulé de façon à convenir à la résistance d'anode du tube, tout en n'opérant qu'en dessous de la courbe de saturation.

B — Le système n'est pas applicable aux machines d'une grande puissance, puisqu'il n'existe aucun tube pouvant porter le courant nécessaire aux inducteurs.

Le deuxième régulateur fut dessiné pour régulariser le voltage des alternateurs. Il employait trois tubes à vide. Le tube d'output sert encore à alimenter les inducteurs de la machine. Les filaments du premier tube opèrent à basse température. L'anode de ce tube est à haut voltage. Le courant d'anode est donc saturé et ne dépend, pratiquement, que de la température des filaments et, par conséquent, du potentiel du transformateur.

Ce régulateur comporte les mêmes désavantages que le précédent. De plus, comme le premier tube opère à basse température de filaments, la régulation devient précaire lorsque le tube vieillit. En effet, l'émission des électrons est moins copieuse et il faut une plus grande fluctuation du voltage de ligne pour obtenir une augmentation du voltage de l'excitateur.

Le premier régulateur électronique, commercial, employait quatre tubes à vide. Cependant le tube d'output ne sert qu'à fournir une portion du champ de l'excitateur. C'est donc une amélioration sur les deux précédents. Cependant le tube de contrôle opère à basse température de filaments et à haut voltage d'anode. Il comporte le même désavantage que le précédent, à ce point de vue. De plus, comme il nécessite quatre tubes, il y a quatre possibilités de déficiences dans le fonctionnement.

Il n'existe que peu de mécanismes de synchronisation commerciaux. Ces mécanismes sont tous basés sur le même principe. Des tubes électroniques, dont la polarisation est déterminée par la différence de phase et la différence de fréquence entre les deux systèmes, commandent la fermeture des relais. Ces relais, à leur tour, contrôlent le relai principal qui ferme le circuit entre les deux systèmes.

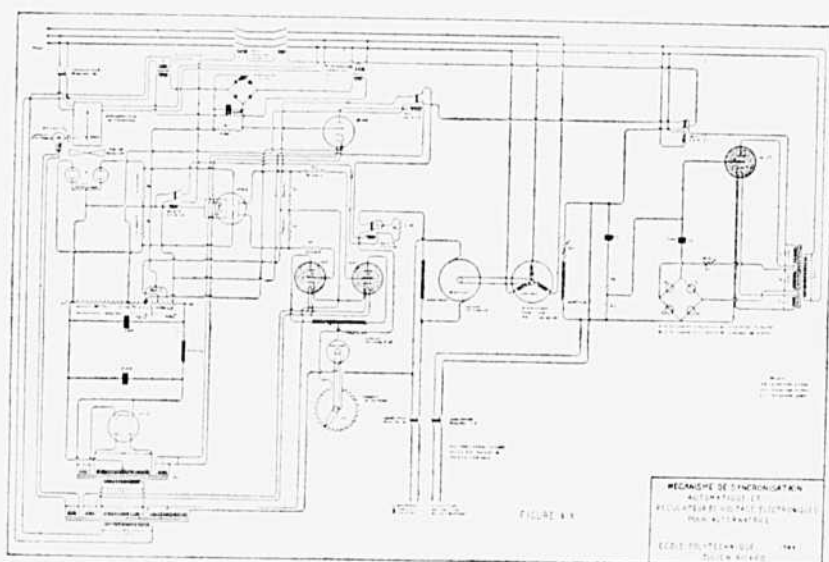
Ces mécanismes ne réalisent pas la synchronisation. Ils ne servent qu'à fermer le circuit entre les deux machines, lorsque la

synchronisation a été réalisée par les méthodes ordinaires, c'est-à-dire, manuellement.

CHAPITRE III

DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SYSTÈME

Si l'on se reporte à la figure XIX, on voit que le système complet se compose des différentes parties énumérées ci-contre :



A — D'un relai principal à fermeture retardée, qui sert à connecter la machine arrivante sur le réseau lorsque la synchronisation est réalisée. Le retard, dans la fermeture du relai principal, est nécessaire afin d'empêcher le branchement de l'alternateur pour une différence instantanée de fréquence et d'angle de phase, égale à zéro;

B — D'un mécanisme tenant compte de la différence d'angle de phase. Ce mécanisme empêche la synchronisation lorsqu'il existe une différence d'angle de phase entre les deux systèmes;

C — D'un mécanisme tenant compte de la différence de fréquence. Ce mécanisme corrige la fréquence de la machine arrivante

jusqu'à ce que cette fréquence soit la même que celle du réseau. Lorsque cette opération est réalisée, un mécanisme permet la fermeture du relai principal;

D — D'un système redresseur à tube qui fournit tout le courant continu nécessaire à l'opération des relais;

E — D'un régulateur de voltage électronique qui maintient constant le voltage de la machine arrivante. Ce voltage doit être égal à celui du réseau.

CHAPITRE IV

NOTES EXPLICATIVES DU FONCTIONNEMENT DES THYRATRONS

Comme le système proposé emploie trois thyratrons, il est bon d'expliquer les caractéristiques de ce genre de tube.

Les thyratrons sont des redresseurs dont le vide est remplacé par une légère quantité de gaz, habituellement de la vapeur de mercure. Ce sont des tubes à trois électrodes: anode, grille, cathode. L'introduction du gaz leur confère certaines caractéristiques dont les principales sont énumérées ci-contre:

A — Le courant de circulation s'amorce brusquement lorsque l'ionisation du gaz est assez avancée;

B — La polarisation de la grille du tube détermine le potentiel d'anode pour lequel la conduction du tube commence;

C — Lorsque le courant circule entre l'anode et la cathode du tube, la grille et la cathode sont pratiquement en court-circuit;

D — Lorsque le tube est amorcé, la grille perd tout contrôle. Le seul moyen de bloquer le thyatron est de rendre l'anode négative.

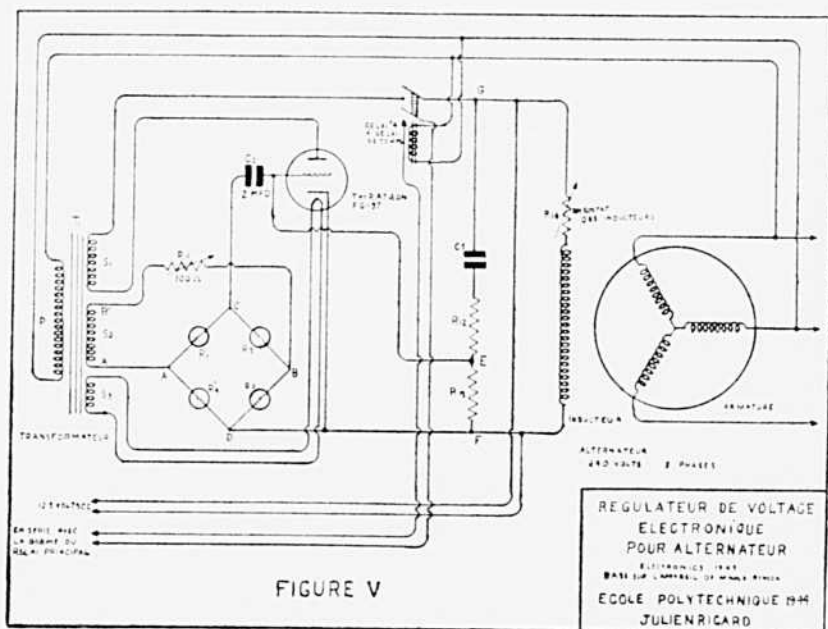
CHAPITRE V

RÉGULATEUR DE VOLTAGE

La régularisation du voltage des alternateurs consiste à maintenir constant le voltage aux bornes de la machine, lorsque la charge augmente. Jusqu'à ces derniers temps les régulateurs employés étaient tous du type à relais et à contacts. Tous ces systèmes offrent le désavantage de dépendre des oscillations d'un relai entre deux séries de contacts.

Dernièrement, un régulateur électronique, employant un seul thyatron, a été proposé. Ce régulateur sert de base à l'appareil proposé et sera calculé pour convenir à un alternateur bien déterminé. Il est bon de noter que le système est applicable à n'importe quel alternateur. Il n'y a qu'à choisir un thyatron pour convenir à la machine.

Si l'on se reporte à la figure V, on voit que l'appareil comprend un transformateur d'alimentation, un montage en pont de quatre lampes, un thyatron et un circuit à couplage par réaction inverse et un relai.



Le fonctionnement de l'appareil est le suivant: Le rhéostat des inducteurs de la machine (R 14), est ajusté de façon à ce que l'alternateur produise son voltage normal pour une charge nulle. On voit donc que, pour toute charge imposée à la machine, le thyatron devra fournir aux inducteurs le supplément de courant nécessaire pour rétablir à sa valeur normale, le voltage aux bornes de l'alternateur. Comme le thyatron ne doit rien fournir à charge

nulle, il faut que le voltage de polarisation de la grille du thyatron soit assez négatif pour empêcher le fonctionnement du tube. Cette polarisation de grille est fournie par un montage en pont de quatre lampes R'1, R'2, R'3, R'4. Les résistances R'1 et R'2 sont deux lampes Mazda de 75 watts à filaments de tungstène alors que les résistances R'3 et R'4 sont des lampes de 120 watts à filaments de carbone. L'explication du choix de ces deux types de lampes ainsi que les calculs du régulateur sont décrits dans l'appendice II.

L'anode du thyatron est alimentée en courant alternatif de façon à permettre à la grille de reprendre le contrôle des opérations à chaque cycle.

Le cycle des opérations du régulateur de voltage est le suivant. La machine est mise en mouvement et produit son voltage normal. Après deux minutes d'opération, le relai se ferme et l'alternateur peut alors prendre soin de la charge. Cette charge produit une chute de potentiel aux bornes de la machine. Cette chute de potentiel détruit l'équilibre du montage en pont. La grille du thyatron devient moins négative, permettant au courant de circuler dans le circuit d'anode. Ce courant, fourni par le tube, s'ajoute à celui qui circule dans les inducteurs de la machine. L'augmentation du champ remonte le voltage aux bornes de l'alternateur jusqu'à sa valeur originale.

L'alimentation des inducteurs de la machine peut être fournie par une source continue séparée ou par un excitateur.

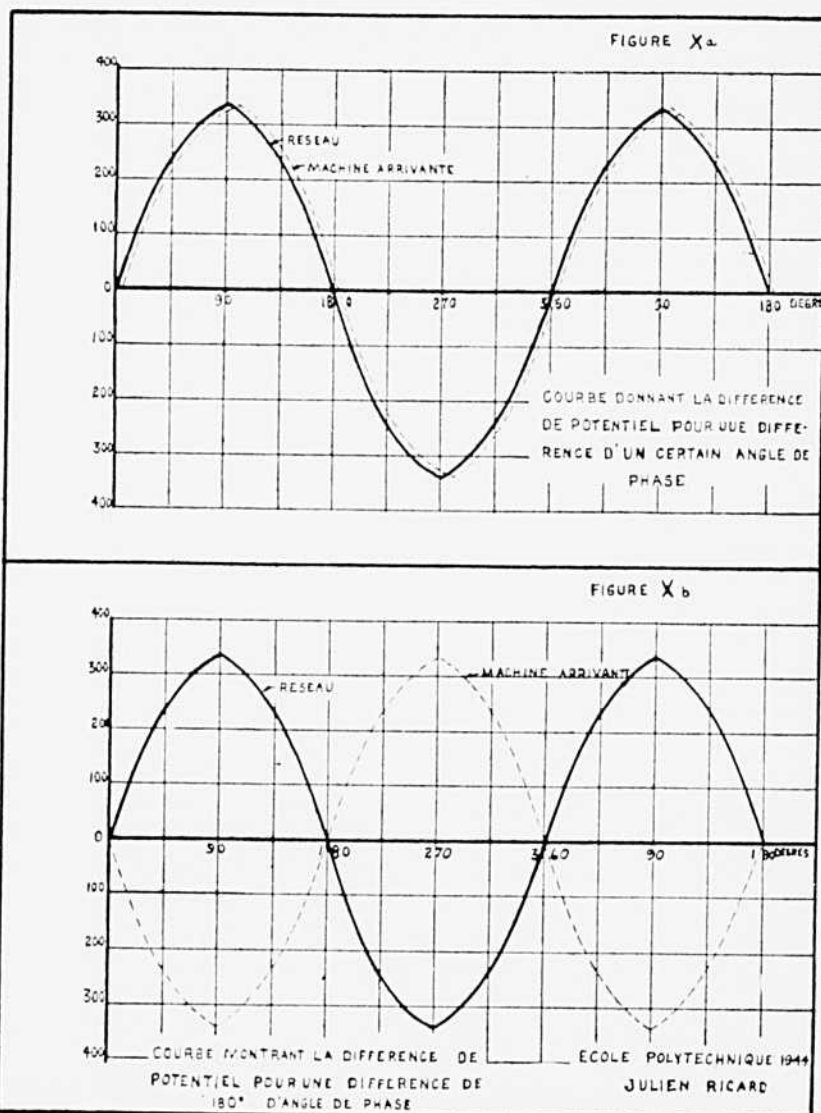
CHAPITRE VI

MÉCANISME DE SYNCHRONISATION

(SECTION: DIFFÉRENCE DE L'ANGLE DE PHASE)

Si les deux machines tournent à la même vitesse, c'est-à-dire, produisent un voltage ayant exactement la même fréquence, cela n'entraîne pas nécessairement que les deux voltages ont exactement le même angle de phase, comme le montre le diagramme de la figure X (a et b). On voit de plus, d'après ces courbes, qu'une différence de voltage se manifesterait entre les bornes correspondantes des deux machines pour toute différence d'angle de phase.

Les deux machines sont opposées au moyen de transformateurs. L'output des transformateurs est appliqué aux bornes d'un



redresseur à oxyde. A la sortie du redresseur, on recueille donc un courant continu pulsatif. Ce courant est filtré au moyen d'un condensateur. L'output du redresseur circule à travers une résistance. Il se produit donc une chute de potentiel dans cette résistance. Cette différence de potentiel est appliquée sur la grille d'une triode de

façon à empêcher le passage du courant dans le circuit d'anode du tube. Nous appliquons, sur la grille du tube, un voltage de polarisation juste suffisant pour permettre le fonctionnement du relai. La chute de potentiel à travers la résistance est appliquée sur la grille du tube dans le même sens. Dans ces conditions, pour permettre l'opération du relai, il faut donc que l'output du redresseur soit nul, c'est-à-dire, qu'il n'y ait aucune différence d'angle de phase entre les deux machines ou pratiquement aucune.

On peut synchroniser certaines machines pour une différence d'angle de phase qui n'est pas zéro. Cette différence permise peut même aller jusqu'à 2 degrés. Il est facile de prévoir cette condition. Si la polarisation constante sur la grille du tube, est rendue plus positive, les conditions d'opération du relai seront atteintes pour un output du redresseur différent de zéro. Un potentiomètre, placé en dérivation sur le diviseur de voltage, permet de réaliser la synchronisation pour une différence d'angle de phase allant jusqu'à 2 degrés.

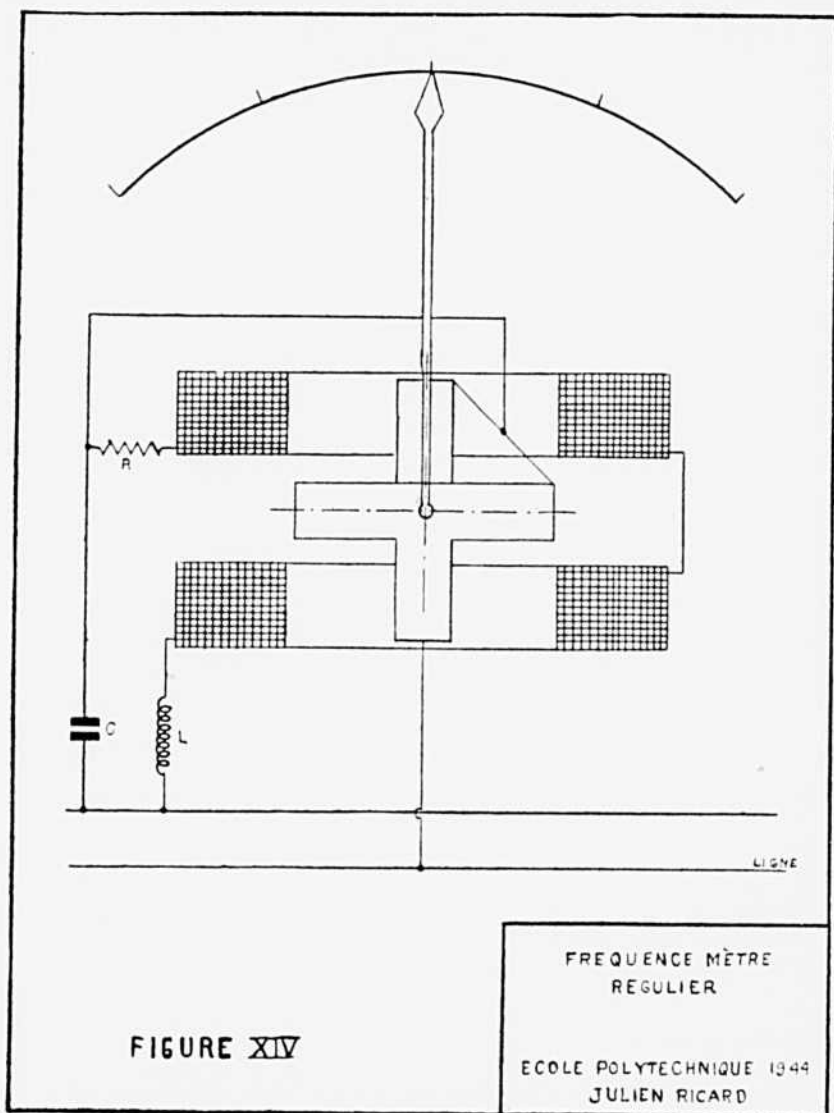
Les calculs se rapportant à cette section du mécanisme sont décrits dans l'appendice III.

Il s'agit maintenant de réaliser le phasage des deux machines, lorsque l'égalité de fréquence des deux machines, est réalisée. Pour cela, il faut faire glisser la machine arrivante vers le réseau. Cette opération est réalisée au moyen du relai 3. Ce relai place momentanément dans le circuit des inducteurs du moteur entraîneur, une résistance R 8. Ceci a pour effet de faire retarder la machine. Cet effet est momentané et ne donne pas le temps nécessaire au différentiateur de fréquence d'effectuer une correction. Donc, lorsque ce relai ouvre ses contacts l'équilibre est rétabli et la différence d'angle de phase entre les deux machines a diminué. Lorsque cette différence d'angle de phase est celle choisie, le relai 1, ferme ses contacts et la synchronisation est possible. Cette partie du mécanisme est décrite dans l'appendice IV.

CHAPITRE VII

MÉCANISME DE SYNCHRONISATION (SECTION: DIFFÉRENCE DE FRÉQUENCE)

Cette partie du mécanisme sert à régler la vitesse de la machine arrivante de façon à ce que sa fréquence soit la même que celle du



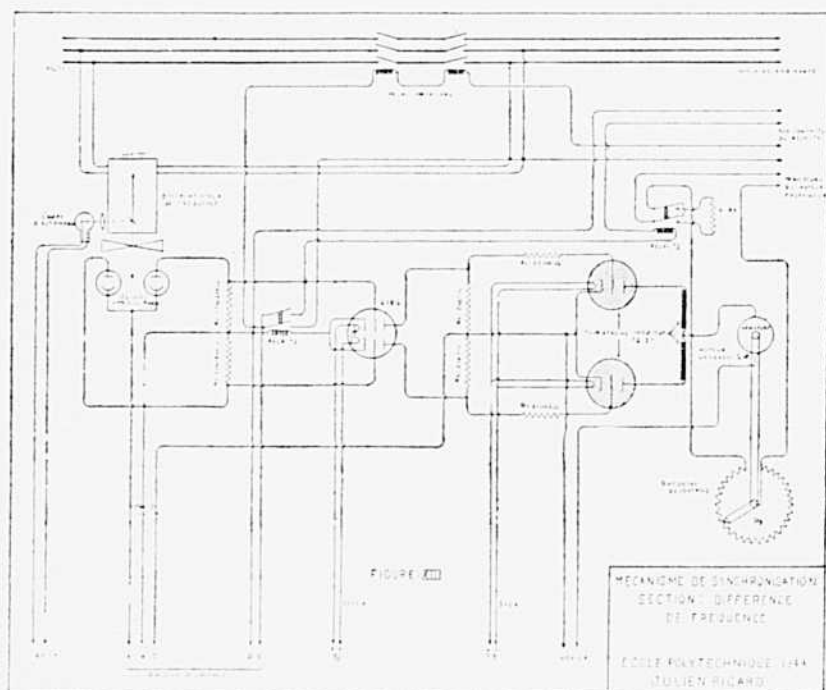
réseau. Cette section du système est contrôlée par un différentiateur de fréquence.

Ce différentiateur de fréquence rend le fonctionnement du système plus précis. Cet appareil donne la différence instantanée

de fréquence entre les deux systèmes. La figure XIV donne la description de cet appareil.

Lorsqu'il existe une différence de fréquence entre les deux machines, l'aiguille indicatrice du différentiateur de fréquence dévie à gauche ou à droite, ce qui fait tourner légèrement le miroir monté sur son axe. Par le fait de cette rotation, le rayon lumineux frappera l'une ou l'autre des cellules.

Le système comprend les appareils énumérés ci-contre (Figure XIII):



A — Une lumière d'automobile et une lentille servant à concentrer le faisceau lumineux sur une fenêtre rectangulaire. Cette fenêtre délimite la quantité de lumière qui frappe le miroir;

B — Un différentiateur de fréquence;

C — Deux cellules photo-électriques éclairées par le rayon lumineux dévié par le miroir. De façon à proportionner l'intensité

de la lumière, deux fenêtres triangulaires sont placées en face des cellules;

D — D'une triode double dont les grilles sont polarisées par la chute de potentiel, occasionnée par le courant de circulation des cellules. Ce courant circule à travers deux résistances;

E — D'un relai dans le circuit des cathodes de la double triode. Ce relai sert à fermer le circuit du relai principal et du relai 3. Ce relai ferme donc deux circuits;

F — De deux thyratrons dont les grilles sont contrôlées par les deux triodes précédentes. Le courant qui circule dans le circuit d'anode de ces triodes, passe à travers deux résistances, ce qui crée une chute de potentiel. La polarisation requise par les grilles des deux thyratrons, est prise aux bornes de ces résistances;

G — D'un moteur universel et réversible qui sert à varier la position du rhéostat de contrôle des inducteurs du moteur entraineur.

Les différents appareils énumérés ci-haut sont calculés dans l'appendice IV.

CHAPITRE VIII

MÉCANISME DE SYNCHRONISATION

(SECTION: REDRESSEUR ET TRANSFORMATEUR D'ALIMENTATION)

Le redresseur à tube à vide, figure XVIII, sert à alimenter, en courant continu, les cellules photo-électriques, les deux triodes et les différents relais employés dans l'appareil.

Ce redresseur se compose:

A — D'un transformateur servant à alimenter les filaments des différents tubes et fournissant le haut voltage d'anode du redresseur;

B — D'un tube redresseur du type 5Y4-G;

C — D'un filtre composé de deux condensateurs et d'une self à noyau de fer;

D — D'un diviseur de voltage qui sert à abaisser le potentiel jusqu'aux valeurs requises par les différents appareils.

B — Le potentiomètre du montage en pont, R II, doit être ajusté de façon à ce que le thyatron soit bloqué pour le voltage normal d'output de l'alternateur. Il sera ensuite barré dans cette position.

Le fonctionnement de l'appareil est le suivant. Lorsqu'il se fait une demande supplémentaire de courant, l'opérateur ferme les trois commutateurs S1, S2, S3 et ajuste le potentiomètre de phase. Les trois commutateurs font les connexions suivantes:

A — Le commutateur S1 connecte le mécanisme de synchronisation sur les barres omnibus. Cette manœuvre permet l'alimentation des différents tubes et celle du différentiateur de fréquence;

B — Le commutateur S2 ferme le circuit du moteur entraîneur et l'alternateur est entraîné;

C — Le commutateur S3 ferme le circuit d'alimentation des inducteurs de la machine. L'alternateur commence à produire du voltage et le régulateur de voltage entre en opération.

Au début, la vitesse de la machine est inférieure à la vitesse normale. Le différentiateur de fréquence indique donc une différence de fréquence et l'aiguille de l'appareil se tient à gauche. La cellule photo-électrique de droite est frappée par le faisceau lumineux et le courant circule à travers la résistance R3. La grille d'une des sections de la triode double se trouve polariser négativement. Le courant d'anode de cette triode est réduit et le relais 2 ouvre ses contacts. La réduction du courant d'anode réduit la chute de potentiel à travers R5. La grille du thyatron de gauche devient plus positive et le potentiel d'opération du tube est atteint. Le courant circule dans le moteur universel et la position du rhéostat des inducteurs du moteur entraîneur varie. La vitesse du moteur change et la fréquence de la machine augmente. L'aiguille du différentiateur de fréquence se rapproche donc du neutre. Lorsque cette position est atteinte, le relais 2 ferme ses contacts.

A ce moment, les phases des deux machines peuvent être différentes. Si tel est le cas, le relais 3 opère, puisque le relai 2 est fermé et le relai 1, ouvert. Ce relais place, en série dans le circuit des inducteurs du moteur, la résistance R8. Le moteur entraîneur retarde donc et la fréquence de l'alternateur diminue. Il existe donc une différence de fréquence entre les deux machines. L'aiguille du différentiateur dévie vers la gauche ce qui a pour effet de démagnétiser le relais 2. Ses contacts ouvrent donc. Immédiatement le relai 3 ouvre

et la fréquence revient au même point que précédemment. La machine arrivante a donc glissé vers la phase du réseau. Si les phases ne sont pas encore égales, l'opération recommence. Si les phases sont égales, le relais 1 opère. Le circuit du relai principal n'est pas encore fermé. Il faut de plus que le relais 4 ferme ses contacts. Le relais 4 demande un intervalle de deux minutes avant d'opérer. Lorsque cette condition est réalisée, le relais ferme ses contacts et le relai principal est magnétisé. Ce relais prend deux minutes avant de fermer ses contacts. Après ce laps de temps, le relais principal opère et la synchronisation est terminée.

Si, au début, la fréquence de l'alternateur est supérieure à celle du réseau, le différentiateur déviara vers la droite et la cellule de gauche sera frappée par le rayon lumineux. Ce sera alors l'autre section de la triode qui réduira la polarisation du thyatron de droite et le moteur universel réduira la vitesse du moteur entraîneur. Le reste des opérations est similaire.

Nous voyons que toutes les bobines des relais doivent être dessinées de façon à opérer continuellement.

De façon à obtenir un déplacement lent du rhéostat des inducteurs, le moteur universel sera attelé à l'axe du rhéostat au moyen d'une boîte d'engrenages servant à réduire la vitesse du moteur.

La synchronisation exigera environ 5 minutes.

CHAPITRE X

CONSOLE DE CONTRÔLE

Cette console est en acier. Elle a la forme d'un pupitre ordinaire. Le fini extérieur est noir et craquelé. Les joints sont entièrement soudés à l'électricité. Les contrôles sont groupés au centre et les appareils de mesure sont sur un panneau incliné à 60 degrés.

Il comprend cinq compartiments: deux à gauche, deux à droite et un à l'arrière. Les deux compartiments de gauche logent le mécanisme de synchronisation, les deux de droite, le régulateur de voltage et un tiroir à outils et le compartiment arrière contient le relai principal et les barres omnibus. Ces derniers appareils sont montés sur un panneau en bakelite.

Les différentes parties du mécanisme sont montées sur des cadres formés de cornières soudées. Ces cadres sont insérés dans leurs compartiments respectifs et boulonnés en place.

Les panneaux de droite et de gauche, ainsi que le panneau arrière, sont boulonnés à la console et peuvent être facilement enlevés. Ceci permet d'atteindre aisément le relais principal et les différents tubes. Si une autre pièce de l'appareil venait à faire défaut, il faudrait déboulonner le cadre dans lequel elle se trouve et le sortir de la console.

Les connexions sont toutes logées dans le compartiment arrière.

Cette console est dessinée pour une installation nouvelle. Lorsqu'il existe déjà un panneau de contrôle, il est évident que les appareils de mesure sont déjà en place. De plus, les différentes sections de l'appareil peuvent être placées à l'arrière du panneau, sur des supports en acier. Nous ferons donc deux estimés de ce projet.

CHAPITRE XI

ESTIMÉ DU PROJET

A — Installation nouvelle:

Console.....	\$ 425.00
Appareils de mesure.....	743.00
Détail A.....	336.16
Détail B.....	74.04
Détail C.....	182.58
Divers.....	178.85
Administration, Dessins, Taxes, Transport, entreposage, etc.....	484.91
Total.....	\$2,424.54

B — Installation existante:

Détail A.....	\$ 336.16
Détail B.....	74.04
Détail C.....	182.58
Divers.....	178.85
Différentiateur de fréquence.....	298.00
Administration, Dessins, Taxes, Transport, entreposage, etc.....	267.41
Total.....	\$1,337.04

Les détails de ces estimés sont compilés dans l'appendice VI.

CHAPITRE XII

DISCUSSION

Le système proposé offre plusieurs avantages, dont les principaux sont les suivants:

A — Il est universel. L'appareil est dessiné, dans ce projet, pour un réseau de 240 volts et 60 cycles; mais il est applicable à n'importe quelle fréquence en changeant les transformateurs et le différentiateur de fréquence. Il peut convenir à tous les voltages; il n'y a qu'à ajuster le régulateur de voltage et à dessiner les transformateurs pour ces voltages;

B — Le mécanisme réalise effectivement la synchronisation. L'opérateur n'a qu'à fermer les différents commutateurs;

C — Le mécanisme est à l'épreuve des manquements. Du au retard de fermeture du relais principal, il faut que la synchronisation se maintienne durant deux minutes avant la fermeture des contacts. Si donc l'une des parties du système faisait défaut, l'égalité de phase et de fréquence peut arriver momentanément, mais le relais principal n'aura pas le temps de fonctionner;

D — Un commutateur d'urgence peut fermer le circuit entre la machine et le réseau si le relais principal vient à faire défaut. L'opérateur peut savoir quand la synchronisation est parfaite, au moyen des appareils de mesure;

E — Le système peut être contrôlé à distance en installant un relais supplémentaire qui fermerait les commutateurs S1, S2, et S3 lorsque la charge dépasserait certaines limites;

F — Le système est économique et ne coûte pas beaucoup plus cher au fur et à mesure que la capacité de la machine augmente;

G — Plusieurs consoles peuvent être placées bout à bout si l'on a plusieurs machines à contrôler;

H — L'appareil peut être installé dans les industries pour prendre la charge maximum aux heures de consommation supérieure;

I — On peut régler la différence d'angle de phase pour laquelle la synchronisation peut s'effectuer, suivant les caractéristiques de la machine;

J — Le système peut servir au démarrage des moteurs synchrones en effectuant de légers changements dans les connexions principales.

En terminant, l'auteur tient à remercier les différents professeurs en la matière, spécialement Monsieur Jean-Charles Bernier, ingénieur, dont les conseils et les directives ont été très appréciés.

Julien RICARD, B.Sc.A

Ingénieur Civil.

BIBLIOGRAPHIE

- I — Proceedings of the I.R.E.— 1929.
- II — Review of the Scientific Instruments — 1930.
- III — Ward Leonard Electric Company.
- IV — Westinghouse Electric Company.

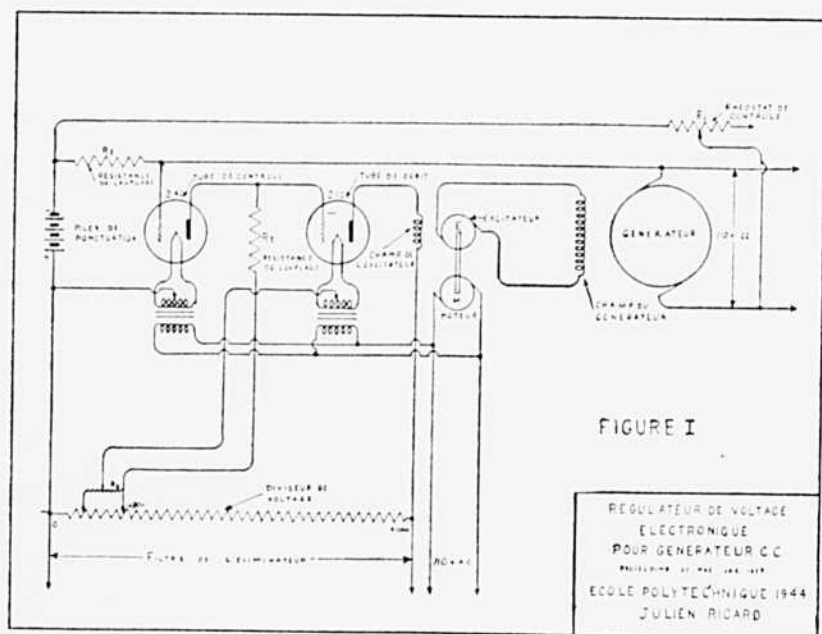
AUTEURS CONSULTÉS

Electric Relays.....	J. Rosslyn
Photoelements.....	Dr. Bruno Lange
Power Plant Engineering and Design.....	Frederick T. Morse
Theory of Alternating Current Machinery.	Alexander Langsdorf
Principles and Practice of Electrical Engineering.....	Gray & Wallace
Radiotron Manual.....	General Electric Co.
Radio Engineering.....	Terman
Fundamentals of Vacuum Tubes.....	Eastman
Handbook of Engineering Fundamentals... ..	Eshbach
Electrical Engineer's Handbook (Electric Power).....	Pender, Del Mar
Electrical Engineer's Handbook (Communication-Electronics).....	Pender, McIlwain
Radio Engineering Handbook.....	Henney
Cost and Production Handbook.....	L. P. Alford

APPENDICE I

A — Régulateur électronique pour générateur à courant continu.

Ce régulateur consiste en un amplificateur à haut facteur d'amplification, à un étage, qui amplifie les fluctuations de la ligne, et contrôle un tube d'output, à travers une résistance d'accouplement R_3 , (Figure I). L'output du tube passe à travers le champ de l'ex-



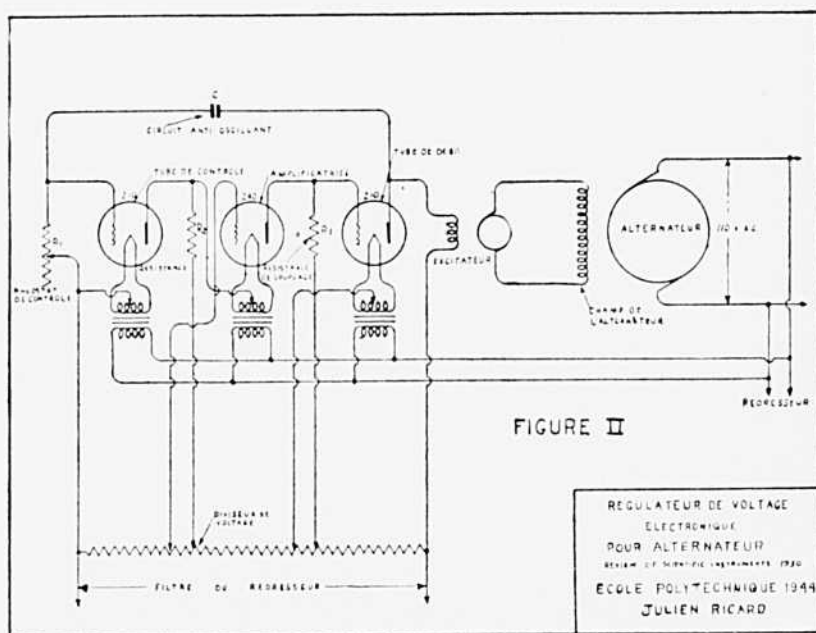
citateur dont le voltage bâtit le champ du générateur principal. Les seules piles employées le sont dans le circuit d'input du premier tube pour balancer la partie principale du voltage de ligne. Comme la grille de ce tube a un voltage de polarisation négatif, il ne circule aucun courant dans les piles et leur durée est très longue. Le régulateur est contrôlé par le rhéostat R_1 sur le panneau principal. Le reste du voltage de polarisation de la grille du tube d'output et tout le voltage continu sont fournis par un redresseur à tube à vide.

Le cycle d'opération s'effectue de la façon suivante. Une chute du voltage de ligne, produit une augmentation négative du voltage

de polarisation de la grille du premier tube, réduisant ainsi son courant d'anode. Cette réduction de courant entraîne une diminution de la chute de potentiel à travers R3. Conséquemment, le voltage négatif, appliqué sur la grille du tube d'output, est réduit. Le courant d'anode de ce tube augmente donc, ce qui renforce le champ de l'excitateur. Le voltage, aux bornes du générateur, augmente par le fait même. Une augmentation du voltage de ligne renverse le procédé.

B — Régulateur électronique pour alternateur.

Le système amplifiant en est un du type à accouplement direct, par résistance (Figure II). Le voltage de polarisation de grille et le



voltage d'anode sont fournis par un redresseur à tube à vide, alimenté par l'alternateur régularisé. Les filaments des tubes sont chauffés directement par le courant alternatif, au moyen de transformateurs individuels. Un tube UX-210 est employé dans le dernier étage pour fournir le courant nécessaire au champ de l'excita-

teur, lequel est enroulé de façon à convenir à la résistance d'anode de ce tube.

Le premier tube UX-210 opère à basse température de filaments et à haut voltage d'anode, de façon à obtenir un courant saturé dans le circuit d'anode. Dans ces conditions, le courant qui circule dans la résistance de couplage R2, est presque complètement indépendant du voltage d'anode. Il change, cependant, rapidement avec la température des filaments et, par conséquent, avec la valeur moyenne du voltage de ligne.

La chute de voltage à travers R2, est balancée par une petite portion de l'output de l'éliminateur.

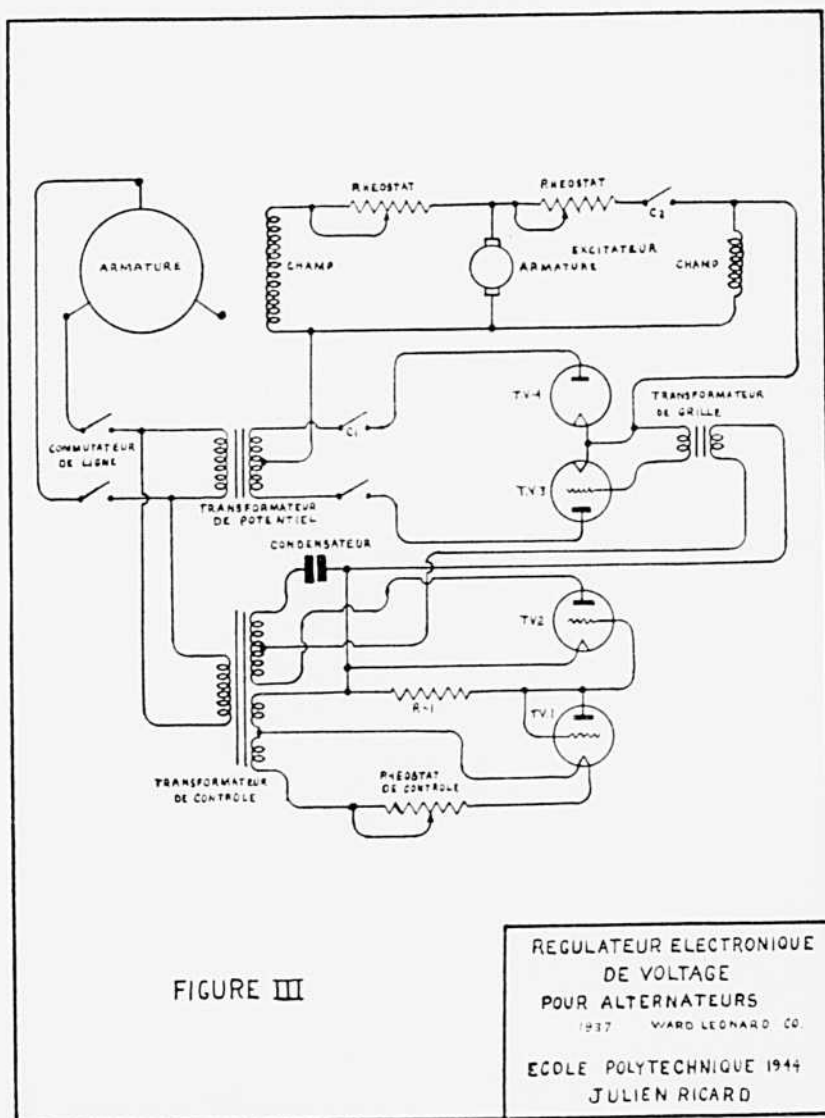
Cette différence de potentiel sert de voltage de polarisation à la grille du second tube à haut facteur d'amplification, UX-240.

Ainsi, une chute du voltage de ligne rend la grille du tube UX-240, plus négative, réduit le courant dans R3, rend la grille du tube UX-210, plus positive, et augmente son courant d'anode. Cette augmentation du courant d'anode, renforce le champ de l'excitateur et, par conséquent, augmente le voltage aux bornes de l'alternateur. Une augmentation du voltage de ligne renverse le procédé.

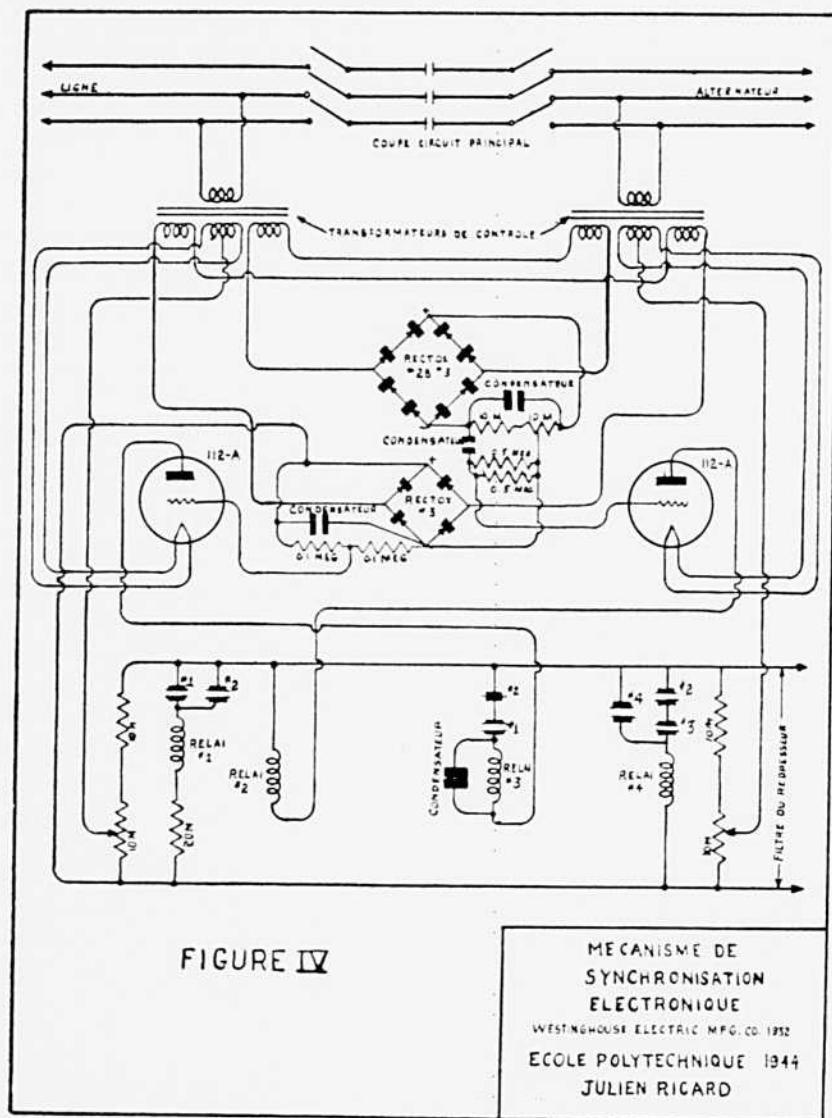
Une plus grande amplification est nécessaire dans un régulateur pour alternateur que dans un régulateur pour générateur, parce que les caractéristiques de régulation d'un alternateur sont plus mauvaises que celles d'un générateur. Cette haute sensibilité rend l'opération plutôt instable parce qu'un système de régulation électronique répond instantanément à de petites fluctuations du voltage de ligne, même si le retard des champs de l'excitateur et de l'alternateur, est considérable. Ces conditions entraînent un état de poursuite ou d'oscillation du voltage de ligne autour d'une valeur moyenne. Un système de couplage à réaction, composé d'un condensateur et d'une résistance R1, réagit sur la grille du premier tube et élimine cet état. Ce circuit retarde virtuellement la réponse du régulateur et corrige la tendance vers une surcorrection.

C — Régulateur électronique, commercial, pour alternateur.

Ce régulateur, comme le précédent, fonctionne selon la courbe de saturation du courant d'anode du tube de contrôle (Figure III). Un tube (1), dont les filaments sont chauffés au moyen d'un transformateur, connecté sur la ligne de l'alternateur régularise, sert



de rhéostat de contrôle. Le transformateur est dessiné de façon à ce que les filaments opèrent à basse température et l'anode, à haut voltage. Ceci fait que, la moindre variation du voltage de ligne changera la température des filaments et, par conséquent, le courant d'anode du tube. Ces changements dans le courant d'anode



feront varier la chute de potentiel à travers la résistance R_1 et ainsi, le voltage de polarisation de la grille du second tube (2). L'output de ce tube est appliqué sur la grille du tube (3) au moyen d'un transformateur, de façon à contrôler l'output des deux autres tubes

(3 et 4). Ces deux tubes fournissent une partie du courant d'excitation et permettent ainsi de contrôler le voltage de l'excitateur et celui de l'alternateur.

D — Mécanisme de synchronisation commercial.

Comme on le voit sur le diagramme de la figure IV, le mécanisme de synchronisation est connecté, au moyen de deux transformateurs de potentiel, sur les deux systèmes que l'on doit brancher en parallèle. Les transformateurs sont connectés de façon à produire un voltage de battement à la sortie des redresseurs à oxyde. L'output, aux bornes des redresseurs, est la composante alternative du voltage redressé. Cette composante sera filtrée au moyen de deux condensateurs. Le voltage, aux bornes des redresseurs, est ainsi un courant continu et pulsatif. La pulsation varie suivant une onde sinusoïdale, entre zéro et un maximum, une fois par seconde pour chaque cycle de différence entre les fréquences des deux systèmes que l'on cherche à synchroniser.

Un tube électronique 112-A, est connecté, en série avec la bobine du relai 3, dans le circuit d'alimentation à 250 volts continus. La grille de ce tube est alimentée par un voltage de polarisation constant et négatif que l'on peut varier au moyen d'un potentiomètre. En plus de ce voltage de polarisation, un voltage négatif, égal à la moitié du voltage aux bornes du redresseur à oxyde, est appliqué sur la grille. Ce voltage de polarisation est maximum lorsque la différence des angles de phase est 180 degrés. Lorsque la différence des angles de phase est réduit, le voltage de polarisation de la grille devient moins négatif, ce qui permet au courant de circuler entre l'anode et la cathode. Ce courant magnétise la bobine du relai 3, lequel ferme ses contacts. En ajustant le potentiomètre, les caractéristiques d'opération du relai peuvent être ajustées pour n'importe quelle différence d'angle de phase, entre zéro et quarante degrés.

La caractéristique proportionnelle du relai 2 est obtenue au moyen d'un condensateur, d'une résistance et du voltage aux bornes des redresseurs 2 et 3. Ce voltage est continu et pulsatif. La pulsation est proportionnelle à la différence de fréquence entre les deux systèmes. Le voltage, aux bornes du condensateur, quand la différence de fréquence est zéro, est égal au voltage aux bornes des redresseurs 2 et 3. S'il y a une différence de fréquence entre les deux

systèmes et si le déplacement de l'angle de phase varie depuis 180 degrés vers zéro, les voltages, aux bornes du redresseur et du condensateur, décroîtront. Cependant, le voltage aux bornes du condensateur sera plus élevé que le voltage aux bornes du redresseur, d'une quantité proportionnelle à la différence de fréquence. Le courant de décharge du condensateur produira une chute de potentiel à travers la résistance. Cette chute de potentiel sera proportionnelle à la différence de fréquence.

Tel qu'indiqué sur le diagramme de la figure IV, cette chute de potentiel à travers la résistance, est connectée de façon à produire un voltage de polarisation sur la grille du deuxième tube 112-A. Un voltage de polarisation, constant et négatif, est appliqué sur la grille de ce tube au moyen d'un potentiomètre. De plus, un autre voltage, variable et négatif, est appliqué sur cette même grille par le redresseur 1. Le potentiomètre est ajusté de façon à produire un voltage de polarisation négatif, juste assez bas pour permettre l'opération du relai 2 quand le déplacement de l'angle de phase est zéro et la différence de fréquence, est aussi zéro. Pour toute différence de fréquence la grille du tube 2 aura un voltage de polarisation positif. Le relai 2 fonctionnera donc pour une position avancée de l'angle de phase, avancée proportionnelle à la différence instantanée des fréquences.

Le diagramme schématique du mécanisme de synchronisation automatique montre, en plus des relais 2 et 3 et du relai principal de fermeture, un relai additionnel 1. Ce relai impose un délai correspondant à une rotation de phase quand l'appareil prend le contrôle. Il prévient ainsi la synchronisation jusqu'à ce que le condensateur ait pris charge du déplacement de l'angle de phase et de la différence de fréquence.

La séquence des opérations des relais, quand le mécanisme de synchronisation prend le contrôle, est la suivante. La première fois que le déplacement de l'angle de phase est zéro, le relai 2 opère. Les contacts du relai 2 se ferment, ce qui complète le circuit du relai 1. Le relai 1 se barre dans la position de fermeture. Si, au cycle suivant, la différence de fréquence est plus élevée que la différence choisie, le relai 2 opérera en avance de la synchronisation. Ses contacts s'ouvriront avant que le relai 3 ne puisse opérer. Ce relai ne peut fonctionner si les contacts du relai 2 sont ouverts. Dans ces conditions, la synchronisation n'aura pas lieu. Si la différence de fréquence est moindre que celle choisie, le relai 3 fonctionnera avant

le relai 2 et, quand le relai 2 opérera finalement pour l'avance de phase choisie, le relai 3, à cause du condensateur, restera fermé assez longtemps pour permettre le fonctionnement du relai 4. Les contacts du relai 4 ferment le circuit du relai principal; ceci complète la synchronisation.

APPENDICE II

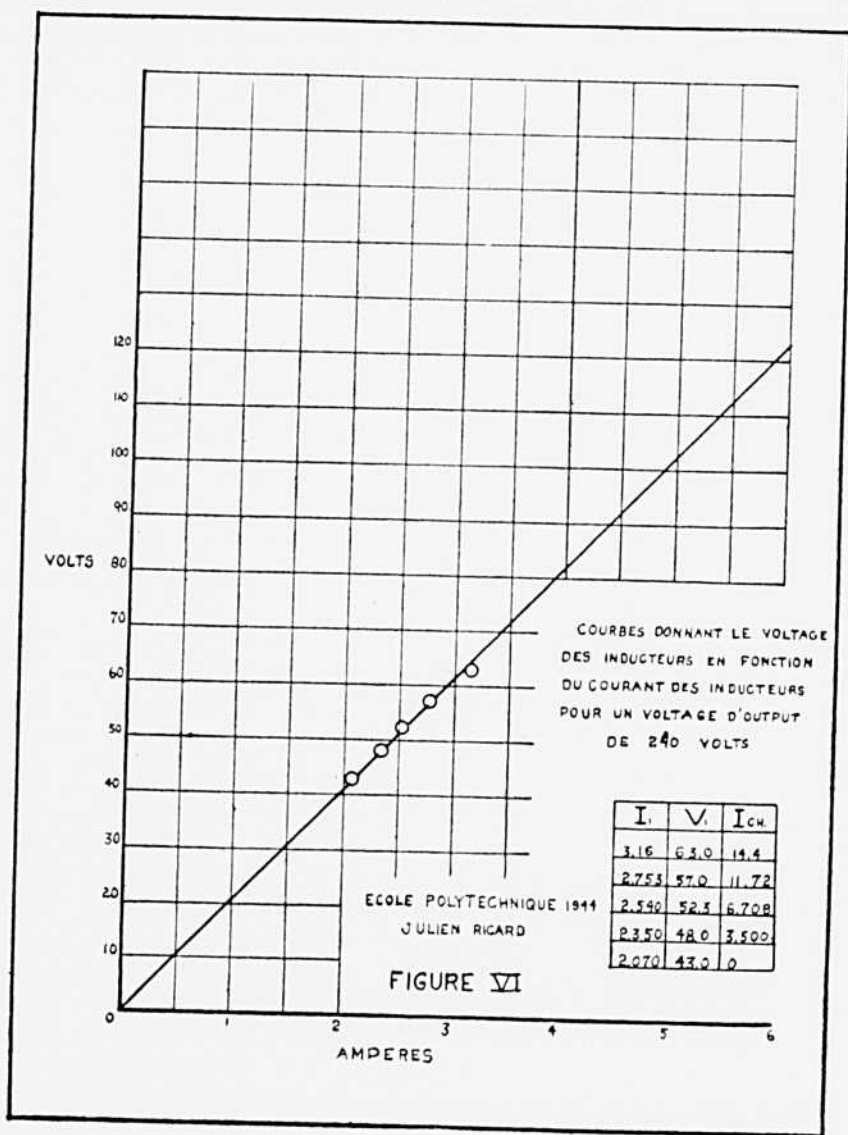
Il faut tout d'abord, déterminer le type de thyatron à employer, puisque la polarisation de la grille varie pour type de tube. Ce thyatron devra convenir à la machine qui doit être régularisée. Cet alternateur est une machine Westinghouse dont les caractéristiques sont les suivantes:

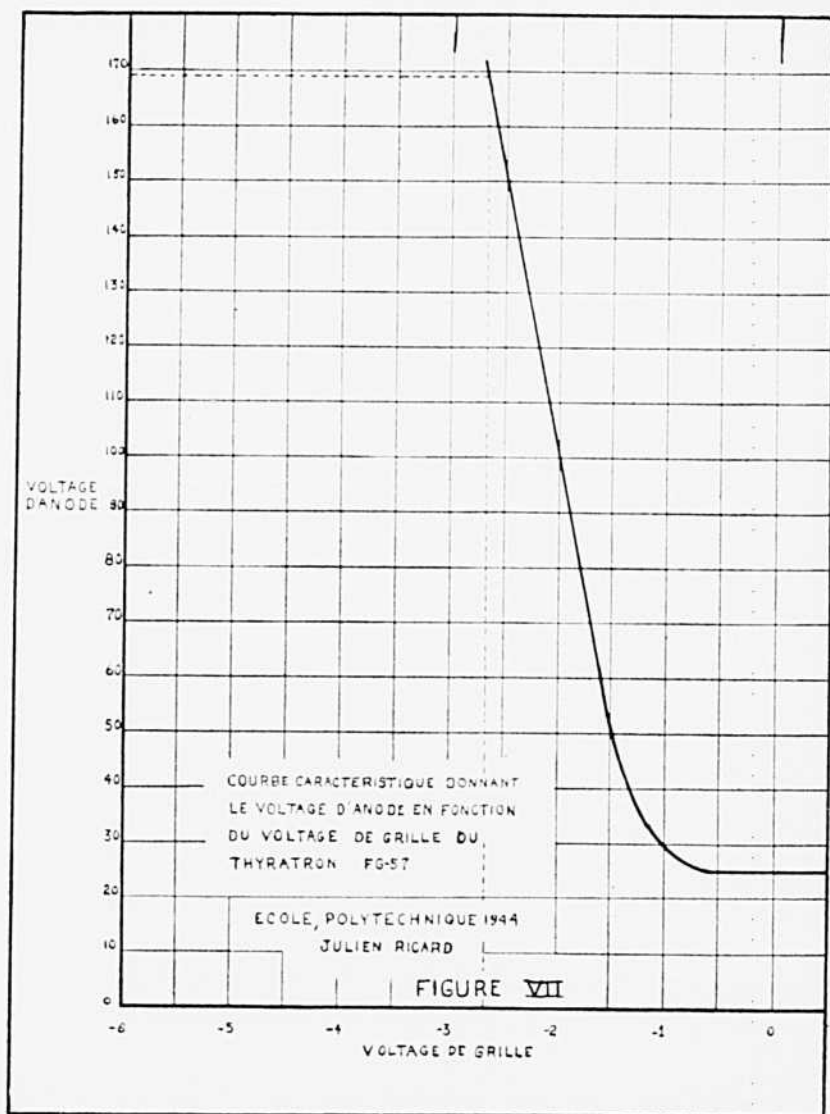
5 KVA	60 cycles
110-220 volts	1200 T. P. M.
26-13 ampères	3.1 ampères
Inducteurs:	
1-3-6 phases	125 volts
0.9 facteur de puissance	

Les caractéristiques des inducteurs de la machine, furent déterminées expérimentalement et donnèrent les résultats indiqués sur la Figure VI.

La charge était purement résistive, ce qui donnait un cosinus $\varphi = 1$. Par conséquent, la puissance était de $240 \times 14.4 = 3456$ watts. La charge était balancée et les instruments étaient connectés comme dans la méthode des deux wattmètres. Nous avons donc $W1 = W2$ et $W \text{ total} = 3456 \times 2 = 6912$ watts. La puissance de la machine, pour un cosinus $\varphi = 1$, est de 5000 watts. La charge maximum, imposée à la machine, durant cette expérience, fut $100 \times 6912 \div 5000 = 138.5\%$ de la charge normale.

Reportons-nous à la figure VI. Nous voyons que le courant des inducteurs, pour une charge nulle, est 2.07 ampères, alors qu'il est 3.16 ampères pour une charge maximum de 138.5%. Pour cette charge, le thyatron devra fournir la différence de courant, soit $3.16 - 2.07 = 1.09$ ampère. Cette valeur nous permet de choisir le type de tube qui doit être employé. D'après les catalogues de thy-





ratrons, nous devons employer un FG-57 dont les caractéristiques sont les suivantes:

Courant d'anode:	normal:	2.5 ampères
	maximum:	15 ampères
Filaments:	voltage:	5.0 volts
	courant:	4.5 ampères

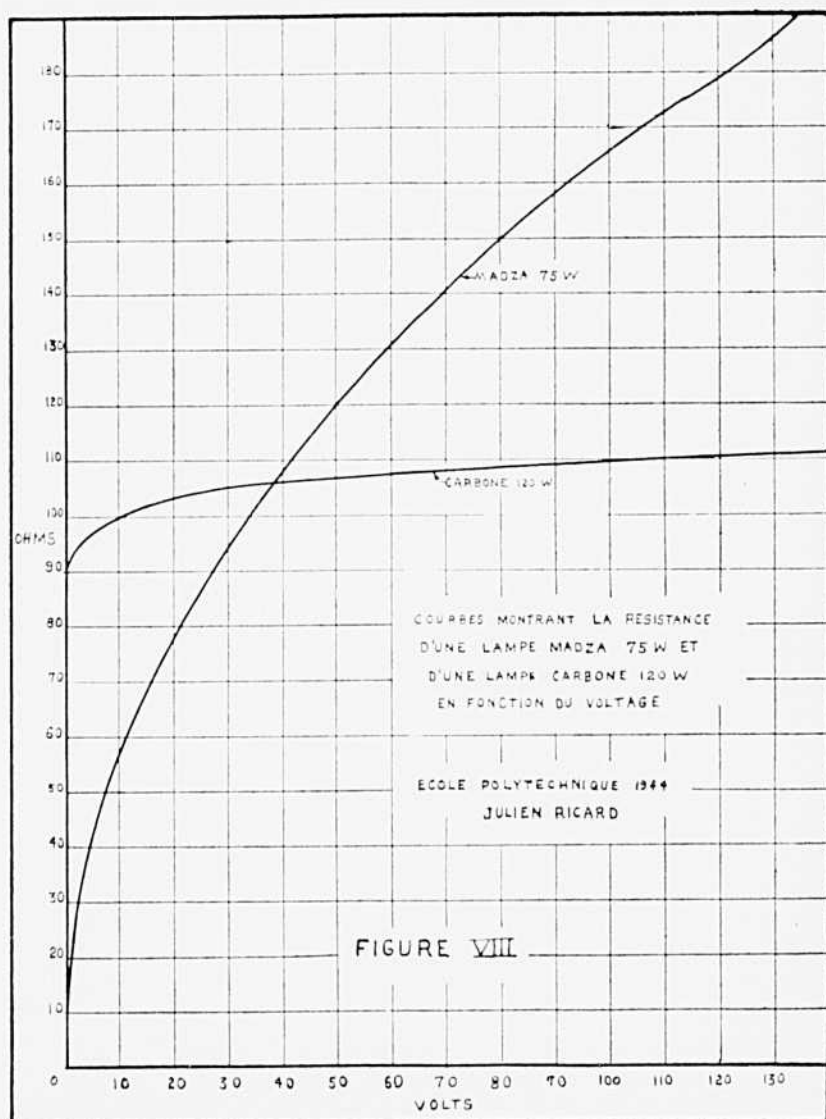
Le courant maximum que doit fournir le tube, est $I_{eff.V2}$, soit $1.09V2 = 1.54$ ampères. On voit donc que le thyatron FG-57 peut fournir facilement ce courant maximum, sans même dépasser sa capacité normale. La courbe caractéristique de contrôle du thyatron FG-57 (Figure VII), nous donne le voltage d'anode nécessaire pour amorcer le tube à différents voltages de polarisation de grille.

Le voltage, à l'output du transformateur S2, étant de 120 volts efficaces ou $120V2 = 169$ volts maximum, nous voyons, d'après la courbe de la figure VII, que le voltage de grille, pour bloquer le tube, à ce voltage d'anode, doit être -2.65 volts. Il faut donc que, pour un output de l'alternateur égal à 240 volts, la différence de potentiel, entre les points C et D du montage en pont, soit de 2.65 volts, c'est-à-dire, que le point C soit à -2.65 volts par rapport à D. Tel qu'énoncé, le pont se compose de quatre lampes R1', R2', R3' et R4'. Les lampes R1' et R2' sont de 75 watts à filaments de tungstène tandis que les lampes R3' et R4' sont de 120 watts à filaments de carbone.

La raison qui motive le choix de ces deux types de lampes, est la suivante: La résistance du filament d'une lampe au tungstène varie beaucoup avec les variations du voltage alors que la résistance du filament d'une lampe au carbone est quasi constante. Ceci est évident si l'on étudie les lois qui régissent ces deux types de lampes. Si nous posons $V1 \div V2 = A$, nous voyons que la puissance des lampes varie suivant les règles suivantes:

$$\text{Carbone } P1 \div P2 = A^{1.96} \quad \text{Tungstène } P1 \div P2 = A^{1.54}$$

Au moyen de ces rapports, nous pouvons calculer la puissance, le courant et la résistance des filaments pour différents voltages. Ces valeurs sont compilées dans les deux tableaux ci-contre et sur les courbes de la figure VIII.

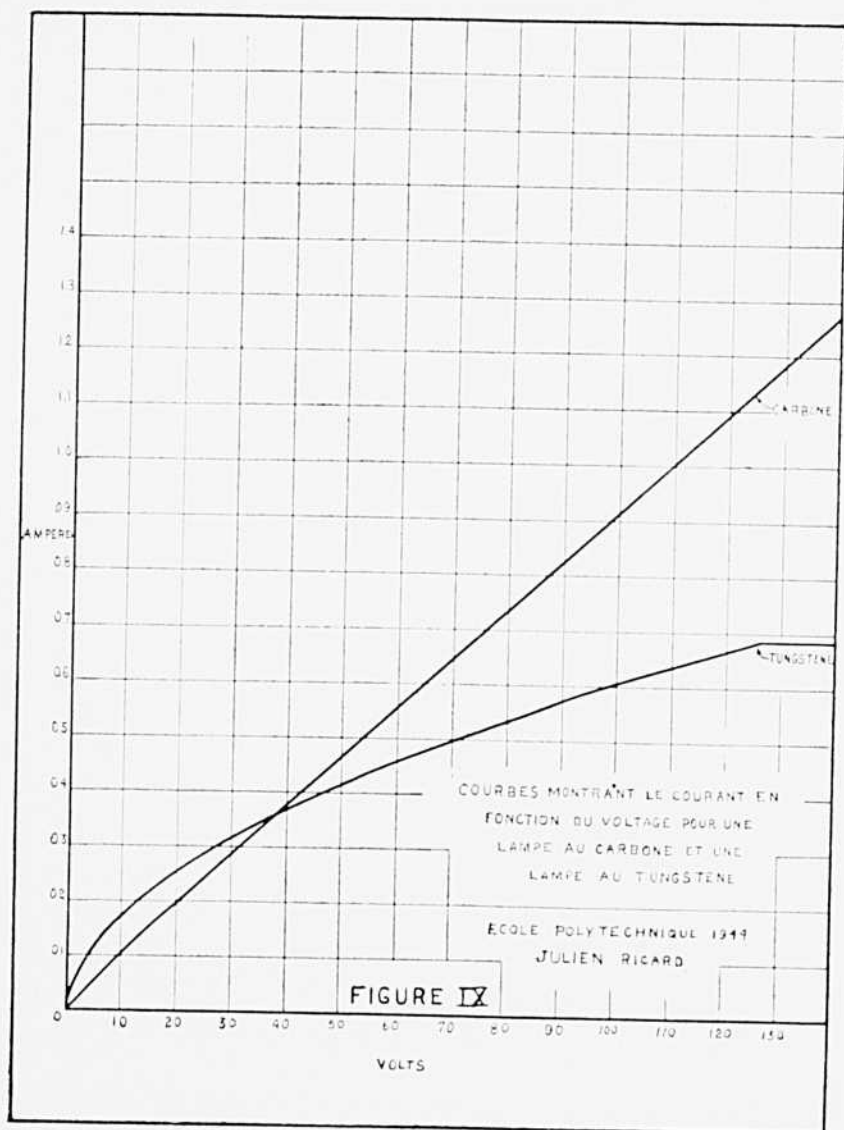


Lampe à filament de Carbone 120 Watts—115 Volts

%	Volts	Watts	Ampères	Ohms	V1/V2
120	138.0	171.4	1.242	111.0	1.2
110	126.5	145.0	1.145	110.5	1.1
100	115.1	120.0	1.042	110.2	1.0
90	103.5	97.6	0.945	109.9	0.9
80	92.0	77.5	0.843	109.2	0.8
70	80.5	59.6	0.741	108.5	0.7
60	69.0	44.1	0.638	108.0	0.6
50	57.5	30.8	0.536	107.2	0.5
40	46.0	19.9	0.433	106.2	0.4
30	34.5	11.3	0.327	105.4	0.3
20	23.0	5.1	0.222	103.5	0.2
10	11.5	1.3	0.113	101.8	0.1
4.35	5.0	0.257	0.051	97.5	0.0435
0.87	1.0	0.0109	0.0109	91.7	0.0087

Lampe à filaments de Tungstène 75 Watts — 115 Volts

%	Volts	Watts	Ampères	Ohms	V1,V2
120	138.0	94.65	0.687	201.0	1.2
110	126.5	87.00	0.687	184.0	1.1
100	115.1	75.00	0.653	176.2	1.0
90	103.5	63.76	0.617	168.0	0.9
80	92.0	53.19	0.578	159.0	0.8
70	80.5	43.30	0.536	150.5	0.7
60	69.0	34.15	0.493	140.0	0.6
50	57.5	25.79	0.448	128.2	0.5
40	46.0	18.26	0.397	115.8	0.4
30	34.5	11.77	0.341	101.0	0.3
20	23.0	6.36	0.276	83.3	0.2
10	11.5	2.16	0.188	61.2	0.1
4.35	5.0	0.598	0.119	42.0	0.0435
0.87	1.0	0.050	0.050	20.0	0.0087



Comme les quatre lampes forment deux circuits parallèles de deux lampes en série, le même courant circulera dans chaque branche. Ceci nous oblige à tracer la courbe donnant le courant en fonction du voltage pour les deux types de lampes, figures IX. Si nous nous reportons à cette figure IX on voit que les deux courbes

se croisent pour un courant de 0.363 ampère et un voltage de 38.5 volts. Cette valeur du voltage, nous donne, d'après la courbe de la figure VIII, une résistance de 106.0 ohms pour chacune des lampes. Il est évident que, lorsque ces conditions sont réalisées, le voltage de polarisation de la grille du tube est zéro. En effet, pour cette valeur commune de résistances des lampes, les points C et D du montage en pont, sont au même potentiel. Tel qu'énoncé plus haut, le courant, dans chaque branche du montage en pont, sera de 0.363 ampère. Ce courant provoquera, entre les points A et B du montage en pont, une chute de potentiel de $(R1 + R3) I = (106.0 + 106.0) 0.363 = 76.956$ volts. La courbe caractéristique de contrôle du thyatron FG-57, nous montre que le redressement maximum est atteint pour une polarisation de grille de zéro volt. Nous aurons donc ce maximum de contrôle pour les différentes valeurs du montage en pont lesquelles sont énumérées plus haut.

Il s'agit maintenant de calculer le courant qui circulera dans chacune des branches du montage en pont et pour lequel la chute de potentiel entre C et D sera de -2.65 volts. Sur la courbe de la figure IX, nous voyons que, pour un courant de 0.390 ampère, la différence de chute de potentiel, dans les deux types de lampes, sera de 2.65 volts. Pour ce courant, la chute de potentiel, à travers la lampe à filaments de tungstène, sera de 44.5 volts et elle sera de 41.5 volts à travers la lampe à filaments de carbone. En se reportant à la figure VIII, nous voyons que, pour ces voltages, la résistance de la lampe à filaments de tungstène est 113.5 ohms et celle de la lampe à filaments de carbone est 106.2 ohms. Ces différentes valeurs entraînent une chute de potentiel entre les points A et B égale à $(113.5 - 106.2) 0.39 = 85.683$ volts. Pour ce courant de 0.39 ampère, la chute de potentiel de A à C sera $113.5 \times 0.39 = 44.265$ volts. Le potentiel de C, par rapport à B, sera $85.683 - 44.265 = 41.418$ volts. Pour ce même courant, la chute de potentiel de A à D sera $106.2 \times 0.39 = 41.418$ volts. Le potentiel de D, par rapport à B, sera de $85.683 - 41.418 = 44.265$ volts. Le potentiel de D, par rapport à C, sera de $44.265 - 41.418 = 2.847$ volts. Au moyen du potentiomètre RII, le voltage produit par le montage en pont, c'est-à-dire, 2.847, sera ramené à 2.65 volts qui est le voltage de polarisation de la grille du tube. Ce potentiomètre RII, sert à absorber la différence entre le voltage fourni par le transformateur S2, et le voltage requis par le montage en pont. Vu que le voltage d'anode du thyatron et le voltage, fourni par le transformateur, aux bornes

du montage en pont, varient suivant la même onde sinusoïdale, nous pouvons donc calculer avec le voltage efficace du système. Le transformateur S2 fournit un voltage efficace de 120 volts et la conduction du thyatron est bloquée pour une différence de potentiel de 85.683 volts aux bornes A et B du montage en pont (Figure V). Le courant, dans chacune des branches du pont, est de 0.39 ampère. Ce qui entraîne un courant de circulation, dans le potentiomètre RII, égal à 0.78 ampère.

Le potentiomètre RII, doit absorber la différence entre 120 volts et 85.683 volts, soit 34.317 volts. La résistance de RII doit être de $34.317 \times 0.78 = 43.99$ ohms. La capacité du potentiomètre doit être de $43.99 \times 0.78 = 26.763$ Watts. Nous choisirons un rhéostat de 100 ohms et d'une capacité de 100 Watts. Le potentiomètre sera ajusté, lors de la mise en opération initiale, de façon à empêcher la conduction du tube lorsque l'output de l'alternateur est 240 volts. Il sera ensuite barré dans cette position de façon à éviter tout dérangement.

Il est nécessaire de calculer la chute de potentiel maximum de l'alternateur, qui pourra être compensée par le régulateur. Ce maximum de compensation sera obtenu pour une polarisation de la grille du thyatron, égal à 0 volt. A ce moment, le courant dans chaque branche du montage en pont sera de 0.363 ampère. Le courant dans l'enroulement S2 du transformateur et à travers le potentiomètre RII sera le double, c'est-à-dire, 0.726 ampère. La chute de potentiel, entre les bornes A et B du montage en pont, pour ce courant de 0.363 ampère sera $(106 + 106) 0.363 = 76.956$ volts et la chute de potentiel, à travers le potentiomètre RII, est $43.99 \times 0.726 = 31.976$ volts. La chute de potentiel totale, dans le circuit A, C, B, B', A', sera $76.956 + 31.976 = 108.932$ volts. La différence de voltage, entre le point de non-conduction du thyatron et le point de conduction maximum, sera $120 - 108.932 = 11.068$ volts. Comme le rapport de transformation du transformateur est de 2 à 1 pour cet enroulement S2, la chute de potentiel au primaire, qui pourra être compensée par le régulateur, sera le double, c'est-à-dire, $11.068 \times 2 = 22.136$ volts.

Le régulateur, décrit ci-contre, pourra donc compenser une chute maximum du potentiel de l'alternateur égale à 22.136 volts. Ceci revient à dire que le régulateur maintiendra constant le voltage d'output de l'alternateur pour toute charge qui abaisserait le poten-

tiel de la machine de 22.136 volts, s'il n'y avait aucun régulateur sur la ligne.

On voit que ce régulateur est efficace pour toute machine dont le pourcentage de régulation est égal ou inférieur à

$$\frac{240 - (240 - 22.136) \times 100}{240 - 22.136} = 10.60\%$$

Le circuit de la figure V montre, en plus, que le montage en pont est connecté à la grille du thyatron à travers un condensateur C2. Ce condensateur est connecté entre le point C et le point D à travers la résistance R13. Cette figure montre, de plus, qu'un lien, composé d'un condensateur C3 et des deux résistances R12 et R13, réunit les deux côtés de la source d'alimentation des inducteurs de l'alternateur. Ce dernier circuit a pour but d'empêcher un état d'oscillation du voltage d'output de l'alternateur. Dû au condensateur C3, le courant continu, provenant de la source, ne peut passer. Cependant, lorsque l'alternateur demande un surplus de courant au régulateur, le thyatron fournit aux inducteurs, un courant continu, mais pulsatif, dont la composante alternative passe facilement à travers le condensateur C3. Dû aux polarités, ce courant circule du point F vers le point G. Ce courant produit une chute de potentiel à travers les résistances R12 et R13. Par conséquent, le potentiel de E, par rapport à F, est négatif. Ce potentiel négatif est appliqué entre la grille et la cathode du thyatron, ce qui empêche la conduction du tube au cycle suivant de l'alternateur. Cette correction ne doit pas circuler dans le montage en pont, autrement celui-ci serait déséquilibré. C'est pourquoi il faut placer le condensateur C2 entre la grille du thyatron et le point C. Ce condensateur doit avoir une faible impédance au courant provenant du montage en pont et ne pas laisser passer le courant provenant de R13. Il faut donc que l'impédance de C2, par rapport à R13, soit faible, disons le dixième de celle de R13. Si nous choisissons C2 égal à 2 microfarads, l'impédance du condensateur, à 60 cycles, sera:

$$Z = \frac{10^6}{2\pi f c} = \frac{10^6}{2\pi \times 60 \times 2} = 1326 \text{ ohms.}$$

Ceci nous montre que R13 doit être aux environs de 13000 ohms.

Un mot d'explication sur ce qui pourrait se produire si le circuit de couplage par réaction inverse était supprimé. On sait que,

dû à l'effet de self de l'enroulement, le courant et, par conséquent le champ, ne s'établissent pas instantanément dans les inducteurs de la machine. Il y a donc un retard entre l'application de la correction par le régulateur et le résultat de cette correction sur le voltage d'output de la machine. Ce retard est néfaste à la stabilité du voltage de la machine. En effet, lorsque le voltage de l'alternateur tombe, le régulateur apporte une correction aussi longtemps que celle-ci n'apparaît pas sur la ligne. Il y aura donc sur-correction. Cette sur-correction bloque complètement le fonctionnement du tube. Le voltage de ligne retombe au même niveau que précédemment et le cycle recommence. On voit donc que le voltage de la machine se mettra à osciller entre une valeur supérieure au voltage normal et une autre, inférieure à ce même voltage. Ces conditions ne sont pas désirables; c'est pourquoi on doit empêcher cet état d'oscillation au moyen du circuit de couplage par réaction inverse.

Les valeurs exactes des deux condensateurs C2 et C3 et des résistances R12 et R13 ne peuvent donc être déterminées si l'on ne connaît pas le retard du champ de l'alternateur.

Le retard du champ de la machine employée pour le calcul du régulateur, ne fut pas déterminé parce que le régulateur n'est pas applicable à cette machine. Cet alternateur est une machine de laboratoire. Elle peut être mise en court-circuit sans danger. C'est donc dire que son impédance synchrone est très élevée. Elle a donc un très gros pourcentage de régulation, environ 35%. Cependant, les spécialistes consultés ont tous affirmé que les alternateurs commerciaux ont une régulation inférieure à 10%. Le régulateur sera donc applicable à toutes les machines qui ne sont pas dessinées spécialement pour l'enseignement.

Le transformateur T1 devra posséder un enroulement primaire de 240 volts et trois secondaires répondant aux exigences suivantes:

Secondaires :	1 :	120 volts
		2.5 ampères
	2 :	120 volts
		0.78 ampère
	3 :	5.0 volts
		4.5 ampères
Primaire :	:	240 volts
		515 watts

Le circuit de la figure V comprend, de plus, un relai qui sert à fermer le circuit d'anode du système régulateur. Ce relai est nécessaire parce qu'il faut environ deux minutes aux filaments du thyatron pour amener la cathode à la température d'opération. Ce relai en est un du type à fermeture retardée. Il devra fermer deux circuits:

A — Le circuit d'anode du thyatron;

B — Le circuit du relai principal.

Cette deuxième série de contacts est nécessaire de façon à empêcher la fermeture du relai principal au cas où la synchronisation se réaliserait avant que le régulateur n'ait pris le contrôle de la machine.

Ce relai aura donc les caractéristiques suivantes:

Contacts : Fermeture de deux circuits
Circuit 1 : 120 volts alternatifs
2.5 ampères
Circuit 2 : 250 volts continus
40 milliampères

Bobines : 240 volts alternatifs
Fermeture retardée à deux minutes
Ouverture instantanée.

Un relai Autocall du type F rencontrera parfaitement ces spécifications.

Lors de la mise en opération initiale, le théostat des inducteurs de la machine sera ajusté de façon à ce que la machine ait un voltage d'output de 240 volts, sans charge. Il sera alors barré dans cette position.

(à suivre)

REVUE DES LIVRES

*L'ART DE SE FORMER L'ESPRIT ET DE RÉUSSIR AU BACCALAU-
RÉAT*, par F. Charmot, s.j. Éditeur, J. de Gigord, Paris. 367 pages. Réédité
par les Éditions Fides, Montréal.

Merci aux Éditions Fides d'avoir réédité l'excellent ouvrage du R. P. F. Charmot S.J., « L'art de se former l'esprit ».

Le père Charmot n'est pas un inconnu ici, ou pour emprunter un mot à Barrès qu'il cite avec beaucoup d'à propos, il n'est pas un « tartare ». C'est un éducateur de renom, maître de ses données et sûr d'une expérience éprouvée. Ces données et cette expérience, il les met à la portée des jeunes gens avides de savoir, de connaissance et d'amour.

Beaucoup de jeunes étudiants, sinon tous, trouveraient avantage à prendre des notes en lisant « L'art de se former l'esprit ». Et lire une plume à la main c'est déjà lire avec intelligence. C'est déjà comprendre, se former l'esprit.

Bien que s'adressant directement à des jeunes, le P. Charmot touche ou aborde tant de questions si simples et si profondes, si concrètes que les B.A., ou les parents encore devraient lire ce volume. Ces derniers y trouveront des raisons sérieuses de veiller à l'éducation de leurs enfants. Plusieurs saisiront peut-être pour la première fois, de vifs problèmes de presque tous les jours, l'essence de la lutte entre l'esprit et la matière.

HORIZONS D'APRÈS-GUERRE, par Jean-Marie Nadeau, 319 pages. Éditeur, Lucien Parizeau & Compagnie, 2027 rue Peel, Montréal.

S'il était possible de grouper les économistes en deux catégories, suivant qu'ils sont de l'école dite littéraire (déduction) ou de l'école scientifique (observation), c'est sans contredit à ce dernier groupe qu'appartiendrait M. Jean-Marie Nadeau. Pas de doctrine, pas d'idées préconçues, en apparence tout au moins, libre de préjugés, M. Nadeau s'applique à observer des faits; il s'efforce d'expliquer les phénomènes de l'activité économique et de conclure avec réalisme, d'une manière impersonnelle et évidemment objective. Telle est sa méthode. C'est aussi celle des américains et anglo-saxons, en général, que vient parfois informer si utilement la faculté de déduction des français.

Cet ouvrage concerne le Canada et les canadiens sans distinction de race ni de religion comme sans préoccupations ayant un caractère régional. C'est à Ottawa que l'auteur a choisi son poste d'observation. Aussi, commence-t-il dans une 1^{ère} partie par instruire le lecteur des facteurs principaux de la politique économique d'un pays. Muni de ces connaissances, le lecteur comprendra mieux la description, les conséquences et l'appréciation de la politique économique du temps de guerre au Canada qui fait l'objet de la deuxième partie. Enfin dans une troisième et dernière partie, l'auteur examine les problèmes qui naîtront de la guerre et les solutions qu'il conviendra de leur apporter dans l'après-guerre.

« Je ne puis, écrit M. Édouard Montpetit, dans une courte introduction, que vous féliciter de tout cœur du sérieux de votre étude, de la précision de votre méthode et de l'art que vous savez mettre à traduire l'évolution de notre politique et à révéler les importants problèmes que nous réserve un avenir prochain ».

De lecture facile et agréable, malgré l'ampleur et la complexité des problèmes étudiés, « Horizons d'après-guerre » est un ouvrage qui a valu à son auteur le témoignage élogieux des spécialistes les plus réputés.

MONTRÉAL ÉCONOMIQUE, rédigé en collaboration par un groupe de professeurs de l'École des Hautes Études Commerciales auxquels se sont joints des spécialistes distingués comme messieurs Jean Bruchési, Honoré Parent, Raymond Tanghe et Marcel Parizeau. Étude préparée à l'occasion du troisième centenaire de la ville. Éditions Fides, Montréal, 430 pages. Prix \$ 1.50

Ce livre est divisé en neuf chapitres qui se présentent dans l'ordre suivant: l'histoire économique, le milieu physique, la population, le port et les transports, l'industrie manufacturière, le commerce, la finance, l'administration municipale et l'urbanisme. Six appendices qui contiennent des tableaux statistiques originaux et éminemment instructifs complètent cet ouvrage.

Rédigé en une langue correcte ce documentaire n'est pas une pièce de littérature même si à maints endroits le style y atteint une forme qu'on rencontre rarement dans ce domaine. La diversité même des auteurs explique la diversité de l'expression. Voilà aussi un livre qui fait plus que renseigner; il enseigne. A notre avis, étant donné l'importance relative de Montréal dans l'activité économique de la Province, il n'est peut-être pas un homme soucieux de l'intérêt public du pays qui ne puisse tirer de cette étude une large part de profit. Il y trouvera en même temps qu'une synthèse remarquable de Montréal, une explication intéressante de ses progrès ainsi qu'une description et une analyse fouillée de chacun des aspects étudiés.

« Montréal Économique » est un ouvrage dont la valeur s'accroîtra avec le temps et la distance parce qu'il s'avérera indispensable aux chercheurs de demain et de l'étranger qui porteront leur attention sur la métropole d'aujourd'hui.

STALINE ET PIE XI. La personne humaine devant le communisme et le catholicisme, par P.-E. Bolté, P.S.S. Publications de la faculté de théologie de l'université de Montréal. 103 pages. Prix: \$1.00.

« Bien peu de personnes, dit Pie XI, ont su pénétrer la vraie nature du communisme ». Voilà une citation que nous retrouvons dans l'introduction de cet ouvrage. C'est pour cette raison surtout que nous ne saurions trop en recommander la diffusion. L'auteur, se basant sur une solide documentation, traite les aspects philosophique, social et antireligieux du communisme. Il met en parallèle, le communisme et la doctrine catholique à ce triple point de vue. Cela permet de très bien suivre le raisonnement de l'auteur.

En lisant ces pages, nous sentons la lumière se faire sur cette question que nous ne connaissons réellement pas. Elles s'appuient sur l'encyclique *Divini Redemptoris*, dont elles en sont un commentaire qui nous montre, à l'aide surtout d'un ouvrage rédigé par Staline et édité à Moscou en 1939, le bien-fondé de

l'affirmation que la doctrine actuelle du communisme est fondamentalement la même que celle de Marx, d'Engels et de Lénine, selon les mots mêmes de l'auteur.

Le travail de M. Bolté, est d'un très vif intérêt. Il est une magistrale contribution à l'action sociale et catholique dont tout le monde a tant besoin.

M. Bolté doit en être remercié et félicité.

Avec S. E. Mgr Émile Yelle, nous souhaitons fortement « Que votre ouvrage soit lu, médité, compris ».

MENAUD, MAÎTRE-DRAVEUR, par Félix-Antoine Savard, 153 pages. Éditions Fides.

Voici, l'édition définitive de « Menaud Maître-Draveur », la première édition ayant paru en 1937.

Ce livre de l'abbé Félix-Antoine Savard est un beau poème, chantant l'attachement profond au sol canadien. Des personnages, comme Menaud, sa fille Marie, son fils Joson et le Luçon sont de cette race forte qui nous a conservé notre héritage français. Ils nous donnent une belle leçon de patriotisme.

La lecture de ce livre laisse une impression de réconfort.

M. B.

HIGHER MATHEMATICS. By R. S. Burington & C. C. Torrance. Un vol. 844 pp. New York (cinquième impression 1943) McGraw-Hill Co.

L'art de l'ingénieur bénéficie généreusement des découvertes faites dans la vaste domaine des mathématiques pures. Nous n'en sommes plus au temps où les mathématiques classiques, celles du dix-huitième siècle habillées de notations récentes, suffisaient pour assurer l'armature théorique des sciences appliquées aux arts. C'est peut-être la réalisation pratique de grandes vitesses, qui exige des méthodes de calcul plus affinées, aussi bien dans la construction des machines que dans celle des outils. Avec cela, toutes les autres parties de l'art de l'ingénieur ont profité des méthodes nouvelles. Depuis quelque temps, les ouvrages de mathématiques supérieures destinés aux physiciens et aux ingénieurs, s'efforcent d'annexer avec facilité ces techniques mathématiques nouvelles. Il suffit de comparer deux ouvrages du même genre publiés à trente ans d'intervalle, pour se rendre compte des besoins plus vastes de l'ingénieur contemporain et de ceux qui se consacrent à la vie des laboratoires.

C'est pour répondre à ces besoins que MM. Burington et Torrance, professeurs à la Case School of Applied Science, une des meilleures écoles polytechniques de la république voisine, ont préparé leur bel ouvrage *Higher Mathematics* avec applications aux sciences et au génie civil. Ce traité comprend neuf parties qui traitent successivement du Calcul Différentiel, du Calcul Intégral, des Équations Différentielles Ordinaires, des Séries, des Fonctions d'une Variable Complexe, de l'Algèbre et de l'Analyse Vectorielle, des Équations aux Dérivées Partielles, du Calcul des Variations et enfin d'une Introduction à la Théorie d'une Variable Réelle. Cette simple énumération indique l'ampleur de l'ouvrage. Nous insistons maintenant sur quelques détails.

Les éléments du calcul infinitésimal sont présentés avec un plus grand souci de leurs soubassements dans la théorie des fonctions. De cette manière on peut mieux comprendre la théorie des fonctions d'une variable complexe, qui occupe une centaine de pages du volume, parmi lesquelles l'on trouve une introduction aux intégrales elliptiques et à la technique de la représentation conforme. Dans

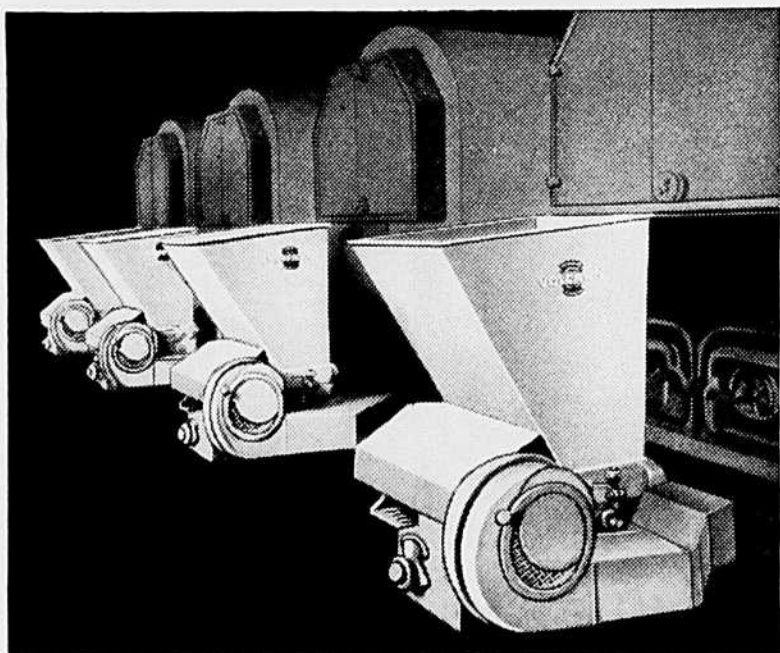
l'exposé du calcul intégral, une section importante sur la théorie de Riemann est ajoutée à celle de l'intégrale définie, bonne preuve du souci de rigueur des auteurs. On aurait pu ajouter quelques paragraphes sur la théorie de l'intégration de Lebesgue, et mieux relier toute cette partie au chapitre relatif à la théorie des fonctions d'une variable réelle. A propos de cette dernière, les auteurs donnent quelques brèves indications sur la théorie des ensembles; mais sans aller jusqu'à mentionner les nombres transfinis et leur application aux fonctions discontinues et aux séries trigonométriques. Celles-ci sont étudiées à la manière classique et avec un grand souci de rigueur. Enfin, les équations différentielles ordinaires donnent aux auteurs l'occasion d'en montrer de nombreuses applications aux sciences pratiques: ainsi toute une section est consacrée à l'étude analytique des courants électriques.

Parmi les intéressantes innovations dans le grand chapitre traitant de l'algèbre et de l'analyse vectorielle, nous en signalerons trois. D'abord une introduction très utile à la théorie des matrices, présentée comme un développement de celle des déterminants. On sait la part considérable que les matrices ont prise dans la physique moderne et dans certaines de ses applications comme l'aérodynamique. Ensuite, ce sont quelques notions de géométrie différentielle, avec des exemples pratiques comme la construction des cartes. Et enfin une introduction à l'analyse tensorielle, qui est sortie depuis quelque temps du domaine de la physique théorique, pour se rendre très utile dans les questions délicates de l'hydrodynamique et de l'aérodynamique.

Comme on le voit par cette rapide esquisse, l'ingénieur moderne doit s'intéresser à un plus grand nombre de théories mathématiques que ce n'était le cas pour ses prédécesseurs. L'excellent ouvrage de MM. Burington et Torrance constitue pour lui une bonne initiation à ces théories, ainsi qu'une récapitulation plus rigoureuse du corps de doctrines indispensables pour sa formation technique. Les nombreux exemples de tout ordre contenus dans ce livre, lui donnent l'occasion d'appliquer les théories exposées à des cas abstraits et concrets. Ajoutons aussi que le penseur soucieux de faire place à la philosophie scientifique dans ses méditations, trouvera dans l'ouvrage que nous analysons une bonne somme technique des mathématiques supérieures, présentées avec cette rigueur et cette facilité qui leur donnent leur charme et leur valeur

T. G.





Foyer mécanique VOLCANO

Foyer à vis pour immeubles et usines ordinaires

Le chauffage d'une conciergerie, d'une usine, d'une institution, est grandement simplifié par l'installation du foyer mécanique Volcano, modèle industriel à vis, qui économise le charbon et la main-d'œuvre et fournit en abondance chaleur ou pouvoir automatiquement. Volcano élimine fumée et gaz; il est d'une efficacité remarquable. Différentes grosseurs d'appareils; capacité d'alimentation jusqu'à 1000 livres à l'heure. Consultez nos ingénieurs.

Devis et estimés sur demande

Bureau chef: 1106, Côte BEAVER HALL - Montréal - PL 8531

Agences dans les principales villes du pays

VOLCANO LIMITÉE

FABRICANTS DE
FOYERS MÉCANIQUES



CHAUDIÈRES
À VAPEUR

FOURNAISES, RÉCHAUDS, ETC.



L'analyseur électronique

Les techniciens de la Compagnie Westinghouse présentent l'un des plus récents développements dans le domaine de l'électronique.

Le nouvel appareil, appelé à simplifier les mesures de contrôle dans la production du caoutchouc synthétique, pourrait s'adapter à diverses autres industries de produits chimiques.

La vignette ci-contre, fait voir le corps principal de l'appareil, constitué d'un tube de verre recourbé, contenu entre les pôles d'un électro-aimant. Cet aimant actionne les molécules chargées d'électricité qui se meuvent dans le tube, faisant décrire à celles qui ont des masses convenables la trajectoire qui les conduit sur la cible où elles sont captées. Une mesure de leurs charges électriques permet alors une détermination rapide et précise de la composition de la substance étudiée.

Ce spectrographe de masses laisse entrevoir de nombreuses applications industrielles.

Westinghouse

Le nom qui signifie: Tout en Electricité

CANADIAN
WESTINGHOUSE
COMPANY LIMITED

HAMILTON ET MONTRÉAL

CHIMIE • PHYSIQUE • BACTÉRIOLOGIE

Verrerie Pyrex.

Outillage *Précision*.

Étuves *Freas* et *Thelco*.

Balances de précision

Creusets et coupelles *Battersea* et *D. F. C.*

Concasseurs, pulvérisateurs, fours *Braun*
pour Laboratoires de Mines.

Canadian Laboratory Supplies Ltd.

296, RUE SAINT-PAUL OUEST, MONTRÉAL

Un journal honnête

et bien fait...

LE DEVOIR

est un quotidien rédigé avec
soin et honnêteté pour un
public intelligent, respec-
table et instruit

Achetez et lisez

LE DEVOIR

tous les jours

Il est intéressant, bien informé, impartial, propre.

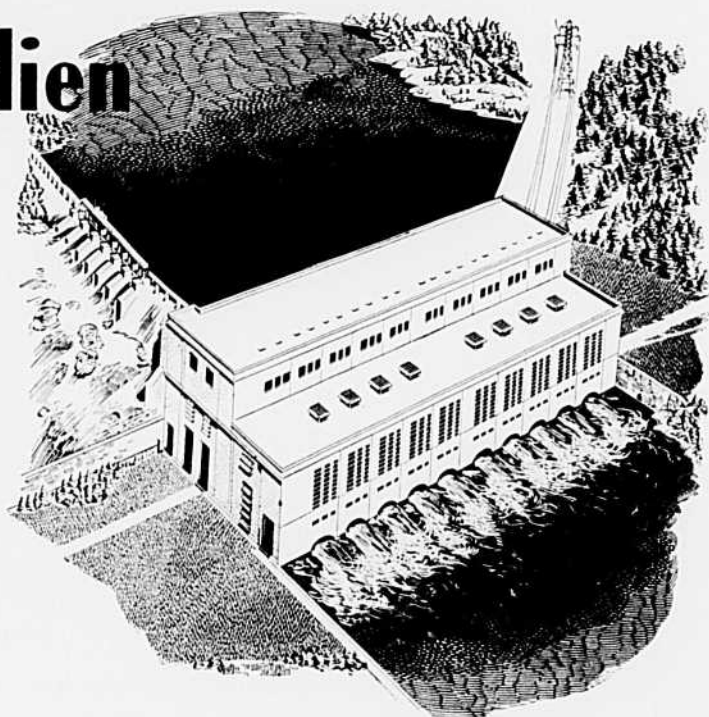
ADMINISTRATION ET RÉDACTION:

430 est, rue NOTRE-DAME :-: MONTRÉAL

Clef du Modernisme Canadien

*L'Énergie
électrique*

NOUS OUVRE
LA VOIE
DU PROGRÈS



A l'origine des développements industriels du Canada, à l'origine de sa vaste production de guerre dont il est si fier, se trouve l'énergie électrique.

Elle anime nos usines et nos mines, elle augmente le rendement de nos chantiers maritimes, de nos scieries et de nos fermes, elle nous a permis de nous placer en quatrième position parmi les puissances productrices d'armements pour les démocraties.

Cependant, quelle que soit la tâche déjà accomplie par l'énergie électrique au Canada, on lui découvrira encore un plus grand nombre d'applications après la victoire.

Depuis 52 ans, C.G.E. fournit au peuple canadien les avantages du confort par l'électricité; maintenant, avec sept grandes usines et un personnel de 10,000 employés, elle se consacre entièrement à la réalisation de l'immense programme de guerre du Canada.

Largement et judicieusement répartie elle peut nous devenir une source de richesses inestimables, embellir nos villes, nos foyers, nos moments de loisir, améliorer de beaucoup nos conditions de vie.

Nous devons tous nous mettre à l'œuvre et préparer dès maintenant les voies du progrès, qui dans sa demeure, sa ferme, qui dans son commerce, sa municipalité. Ne diminuant aucunement notre effort de guerre, ce sont nos préparatifs d'aujourd'hui qui créeront les emplois de demain et nous permettront d'établir l'avenir de notre pays sur des assises solides et stables.



CANADIAN GENERAL ELECTRIC
CO. LIMITED

Hommages à l'Association des Diplômés de Polytechnique

PRICE BROTHERS & COMPANY, LIMITED
QUÉBEC

Fondée en 1817

Usines à pulpe et papier-journal :

KENOGAMI - JONQUIERE - RIVERBEND

Scieries :

RIMOUSKI - PRICE - MATANE



WALLACE & TIERNAN LTD

FABRICANTS D'APPAREILS DE CHLORATION
ET D'ALIMENTATION CHIMIQUE

HALIFAX MONTRÉAL • TORONTO • WINNIPEG VANCOUVER

PURIFICATION DES APPROVISIONNEMENTS D'EAU
ASSAINISSEMENT DES EAUX D'ÉGOUT
DESINFECTION DES PISCINES

Gérant à Montréal :

JACQUES BENOIT, I.C.

**"UN BON LIVRE
POUR TOUS LES MOIS" LA**

Un livret d'Épargne de
BANQUE PROVINCIALE DU CANADA
tenu à date par dépôts fréquents

La véritable épargne c'est :

DEPENSER — mais sans gaspiller, éviter l'extravagance.

EPARGNER — sans cacher son argent. Faire une réserve de fonds en dépôts à la Banque pour payer les taxes, acheter des obligations du gouvernement fédéral et provincial, des certificats d'épargne de guerre, vous donne de la sécurité à travers les crises économiques et un capital pour profiter des chances d'avancement personnel.

LA BANQUE PROVINCIALE DU CANADA

Siège social : 221 ouest, rue St-Jacques,

Montréal

L'Ecole des Hautes Études Commerciales

(affiliée à l'Université de Montréal et subventionnée par le Secrétariat provincial)

**Facilite l'accès aux carrières économiques
et prépare au succès par la compétence**

COURS DU JOUR

- a) Section comptable conduisant à la licence en sciences commerciales, à la licence en sciences comptables, qui donne droit à l'admission dans les associations d'experts-comptables (C.A., L.I.C., C.P.A.);
- b) Section des affaires préparant à la vie des affaires en général et donnant droit à la licence en sciences commerciales.

Ouverture des cours: le deuxième lundi de septembre

COURS DU SOIR

- a) Cours régulier, menant à un diplôme commercial;
- b) Section comptable, préparant aux examens d'admission dans les associations d'experts-comptables;
- c) Cours scientifique, couronné par un certificat d'études.

Ouverture des cours: le premier lundi d'octobre

**BOURSES DU GOUVERNEMENT COURS SPÉCIAUX POUR LES
AUX COURS DU JOUR AVOCATS, LES INGÉNIEURS ET
LES AGRONOMES**

**BIBLIOTHÈQUE ÉCONOMIQUE — MUSÉE COMMERCIAL ET
INDUSTRIEL
ouverts au public**

—
L'École publie aussi un périodique

L'ACTUALITÉ ÉCONOMIQUE

revue mensuelle de 100 pages étudiant les problèmes économiques
sous l'angle canadien

—
Demandez notre prospectus gratuit au Directeur

535, Avenue Viger - - - - - - - Montréal

Appareils

— de —

Laboratoire

PRIX
MODÉRÉS
et
LIVRAISON
PROMPTE



Nous avons toujours en magasin un assortiment complet d'appareils de laboratoire pour l'enseignement des sciences.



Une commande initiale vous convaincra de la haute qualité de notre marchandise.

Fisher Scientific Company Limited



904-910, rue Saint-Jacques
MONTREAL

Ministère du secrétariat de la Province

● Les fonctions du Secrétariat de la Province de Québec sont tout à fait d'ordre social. L'oeuvre qu'il accomplit est d'une importance capitale pour le développement de la Province.

● Les compagnies de la Province, qui désirent bénéficier de la Loi des compagnies de Québec, doivent s'adresser au Secrétariat de la Province, afin d'obtenir leur charte d'incorporation; c'est ce ministère, également, qui émet les licences et permis autorisant les compagnies étrangères à exploiter quelque commerce ou industrie et à vendre ou autrement aliéner leur capital et leurs actions en cette Province. Les unes et les autres sont tenues de fournir au Secrétariat un rapport annuel de leur activité.

● Depuis quelques années, la population tout entière a compris l'importance de l'Instruction publique. Le Secrétariat de la Province n'a rien négligé pour répandre l'enseignement primaire et supérieur, afin d'outiller notre jeunesse, dans la préparation de son avenir. Outre les allocations octroyées aux universités et aux collèges classiques, il assure, avec le Département de l'Instruction publique, le maintien de l'enseignement primaire, dans les villes, et surtout dans nos campagnes.

● Il a la haute direction des principales écoles d'enseignement supérieur: l'Ecole Polytechnique, l'Ecole des Hautes Etudes Commerciales, les Ecoles des Beaux-Arts, les Ecoles Techniques, les Ecoles d'Arts et Métiers, directement subventionnées par lui, et qui visent à la formation d'une élite dans le monde de la finance, du commerce et de l'industrie.

● Chaque année, des cours du soir sont donnés, qui permettent aux jeunes travailleurs sérieux de continuer leurs études et d'acquérir des connaissances nouvelles, souvent indispensables dans l'exercice de leurs devoirs journaliers.

● Le Secrétariat de la Province s'intéresse aussi au progrès des sciences, des lettres et des arts. Chaque année, des bourses d'études sont accordées à nombre de nos jeunes gens, pour permettre à ceux-ci de compléter leur formation à l'étranger. Déjà, plusieurs des nôtres ont fait honneur à la Province, dans les domaines scientifique, artistique ou littéraire.

● Ce ministère a attaché une importance toute spéciale, cette année, au développement de l'art musical, dans cette province. Une enquête préliminaire a été conduite, sous son autorité, en vue de rendre possible la réorganisation de cet enseignement chez nous. De plus, une vive impulsion a été donnée récemment à l'enseignement du solfège, dans les écoles.

● La vie d'un peuple dépend de son éducation nationale, et le Secrétariat de la Province de Québec ne veut rien épargner pour préparer la jeunesse au rôle prépondérant qu'elle devra jouer dans l'avenir.

● Et voilà le résumé succinct des principales activités du Secrétariat, qui occupe sa place bien à lui dans le Gouvernement, et dont l'importance primordiale ne peut être mise en doute.

JEAN BRUCHESI,
Sous-Ministre.

L'HONORABLE HECTOR PERRIER,
Ministre.

DUPUIS

Tout le monde aime la musique !

OFFRE SPECIALE DE DISQUES "CONCERTONE"



Les plus grands maîtres
et compositeurs :

Wagner — Brahms — Chopin
Beethoven — Rimsky Korsakov.

Cette offre fournit l'occasion aux privilégiés qui savent apprécier la musique classique et semi-classique de pouvoir se réunir au foyer pour assister à de véritables FESTIVALS DE LA MUSIQUE...

PRIX ORDINAIRE .50
disques CONCERTONE de 10"

**SPECIAL CHEZ DUPUIS
CHACUN**

.35

DUPUIS — mezzanine (De Montigny)

3 pour 1.00

Dupuis Frères

ALBERT DUPUIS, président
A.-J. DUGAL, v.p. et gér. gén. RAYMOND DUPUIS, sec.-trés.

Imprimerie Populaire, Limitée — 430 est, rue Notre-Dame, Montréal

