

gulièrement facilité le travail de l'homme, car il a suffi de créer à la sortie du lac Léman une retenue de un mètre de hauteur pour obtenir une réserve de 582 millions de mètres cubes, qui a permis de tripler le débit d'étiage naturel du Rhône en aval.

Quoi qu'il en soit, les efforts qui ont été faits depuis une dizaine d'années, en vue d'améliorer et de développer les irrigations en Provence, paraissent sur le point d'aboutir à un double résultat : la création du barrage-réservoir de Gréoulx, qui mettra fin aux pénuries d'eau de la basse Durance, et l'aménagement du lac d'Allos, qui rendra possible, ou tout au moins facilitera dans une importante mesure la dérivation de Fontaine-l'Évêque.

Mais les résultats qui seront ainsi obtenus, quoique très importants, ne seront pas encore suffisants pour arriver à une solution à peu près complète des problèmes qui sont actuellement posés.

La suppression des pénuries d'eau, et l'extension éventuelle des arrosages dans le département des Bouches-du-Rhône, la dérivation de Fontaine-l'Évêque qui permettra d'amener de l'eau potable à Marseille et à Toulon, et d'entreprendre des irrigations dans le Var, l'aménagement et l'utilisation des forces hydrauliques de la Durance, qui intéressent à un haut degré la prospérité industrielle de Marseille et de la vallée du Rhône, toutes ces entreprises sont connexes, et liées étroitement à la régularisation du régime de la Durance et de son principal affluent le Verdon. Même les irrigations projetées dans plusieurs départements de la rive droite du Rhône y sont intéressées, car elles doivent être assurées au moyen de l'eau de ce fleuve, qui sera élevée mécaniquement par des pompes actionnées par de l'énergie électrique à très bon marché, empruntée aux usines de la Durance.

Pour réaliser complètement ce programme, il faudra non seulement faire les réservoirs d'Allos et de Gréoulx, mais il faudra encore créer un important réservoir sur la Durance elle-même. Or, il existe sur cette rivière, à Serre-Ponçon, un emplacement merveilleux, unique même, pour la création d'une énorme retenue d'eau. Au moyen d'un barrage de 85 m. de hauteur utile, on aurait une réserve de 490 millions de mètres cubes qui permettrait d'augmenter le débit d'étiage de la Durance de 30 à 35 m³ par seconde.

Avec cette puissante réserve d'eau, dont le renouvellement chaque année sera largement assuré, on apportera un remède définitif aux pénuries de la basse Durance. Si le réservoir de Gréoulx devait ne pas y suffire complètement, l'appoint nécessaire serait demandé au réservoir de Serre-Ponçon, qui permettrait en outre l'extension des arrosages. On mettrait fin ainsi au conflit qui divise depuis longtemps les départements du Var, des Bouches-du-Rhône et de Vaucluse. Ces deux derniers, qui s'opposent actuellement à la dérivation de Fontaine-l'Évêque, n'auront plus aucune raison pour le faire lorsqu'il existera une énorme réserve d'eau qui sera de nature à rassurer les esprits les plus inquiets et les plus défiants.

Pour achever de dégager la question de Fontaine-l'Évêque il serait utile, il est vrai, de faire tomber l'opposition de la ville d'Aix, et des usagers du canal du Verdon, qui ne bénéficieraient en rien des avantages que procureraient les réservoirs de Gréoulx et de Serre-Ponçon. Mais si le réservoir du lac d'Allos devait se montrer insuffisant, on pourrait en faire un autre, par exemple celui de Caréjuan, qui est d'ailleurs compris dans le projet Dalloyau.

En ce qui concerne les forces hydrauliques, la création du

barrage de Serre-Ponçon présenterait également des avantages très importants. Au barrage même, on pourrait créer une usine dont la puissance atteindrait 85.000 chevaux, avec une moyenne de 45.000 chevaux. De plus, le débit d'étiage de la Durance, jusqu'à Avignon, sur un parcours de 220 km., serait notablement augmenté. On mettrait ainsi à la disposition de l'industrie une quantité d'énergie supplémentaire, qui serait d'au moins 480 millions de kilowatts-heure par an, ce qui faciliterait beaucoup la création des usines le long de la Durance.

Enfin, les dangers d'inondation seraient à peu près complètement supprimés jusqu'à Sisteron, et bien diminués au delà.

En résumé, la création du barrage-réservoir de Serre-Ponçon présenterait d'immenses avantages pour l'agriculture et l'industrie dans une grande partie de la région du Sud-Est de la France, et il est à désirer que cet important projet puisse un jour être réalisé.

Pour les amateurs de pittoresque, le lac artificiel de la Durance constituera une attraction peu ordinaire, dans un cadre sauvage et grandiose. Nombreux seront les touristes qui viendront parcourir ses rives, ou naviguer sur ses eaux bleues, dans lesquelles se mireront les hautes cimes du Morgon et du Colbas.

La dépense à faire, qui peut être évaluée à 50 millions, ne sera nullement exagérée, eu égard au but à atteindre. Elle serait couverte par les avantages de toute nature que l'on obtiendrait, et notamment par la location de la chute du barrage, et par les redevances que paieraient les arrosants et les industriels intéressés.

Avant que la construction du chemin de fer de Chorges à Barcelonnette ne vienne rendre presque impossible la réalisation du projet, dont nous venons de tracer les grandes lignes, nous estimons que nous avons le devoir de le faire connaître.

Tel est le but principal que nous avons en vue en publiant cette étude.

I. WILHELM.

Ingénieur en Chef des Ponts-et-Chaussées.

THERMODYNAMIQUE

A PROPOS DU FROID INDUSTRIEL

Il y a cinq ans (nov. 1905), je rendais compte, ici même, des leçons professées à Bordeaux par M. Marchis sur le froid industriel, et ce m'était une occasion de rappeler, après lui, l'attention sur M. Ch. Tellier, le véritable initiateur de l'industrie du froid.

Depuis cette époque a eu lieu, à Paris, en octobre 1908, le *premier Congrès international du froid industriel*, au cours duquel 6 000 congressistes venus de tous les points du monde saluèrent dans un enthousiaste élan Ch. Tellier du titre de *Père du froid*. J'y étais, et j'affirme que la scène ne manquait pas de grandeur ! Ce jour-là le vieux savant, le vieil apôtre, ignoré dans son propre pays qu'il avait voulu enrichir et qui ne le paya que d'ingratitude et d'oubli, le vieux chercheur modeste et probe put se convaincre que, si la foule ne le connaissait pas et le coudoyait sans ménagement, les gens capables de l'apprécier lui vouaient, par contre, sur la terre entière, toute leur gratitude et toute leur admiration.

Il y avait aussi, il faut bien le dire, dans cette ovation,

une nuance de plus qu'un simple acte de déférence ; on savait que l'inventeur, généreux, comme tous ceux qui ont l'âme droite, avait été indignement exploité et pillé à plusieurs reprises ; et il y avait, dans le geste de cette foule de techniciens se levant pour applaudir le vieil ingénieur, comme un sursaut de probité et de justice, comme un besoin de répudier solennellement, et de compenser autant que possible, l'acte vil de ceux qui ne craignent pas de s'introduire chez autrui, sous couleur d'initiation ou de collaboration, pour y pratiquer le cambriolage des idées en y relevant des décalques intelligents et productifs.

Aujourd'hui Ch. Tellier, qui a tout près de 83 ans et qui n'est pas même chevalier de la Légion d'honneur, publie un livre : *Le Frigorifique, histoire d'une invention moderne* (librairie Ch. Delagrave, rue Soufflot, 15, Paris V^e ; 15 fr.), dans lequel il raconte toute son invention et les péripéties par lesquelles il a passé. — Le livre, préfacé par M. d'Arsonval en quelques lignes d'une haute tenue littéraire imprégnées de la plus cordiale admiration, est bien, comme le dit celui-ci, intéressant comme un roman. Il est écrit d'une plume alerte, souvent joyeuse, malgré les raisons que l'auteur aurait pu avoir parfois de s'irriter.

Pour mon compte, je le trouve éminemment instructif et vivant. Les faits scientifiques et théoriques y sont clairement consignés, bonnement, simplement, sans appareil algébrique prétentieux ou rébarbatif, mais avec des dessins nombreux et soignés. Ce n'est pas un cours, c'est une causerie. Notre auteur nous dit tous les tenants et tous les aboutissants de ses travaux, et nous justifie les dispositions prises en nous montrant l'influence des circonstances et du hasard. En cela, je le trouve singulièrement plus éducatif que tels lourds in-folios, aussi lourds de texte que de poids vrai !

Son titre est emprunte au nom du navire : *Le Frigorifique*, le premier qui, par la réalisation matérielle des idées de Ch. Tellier, ait réussi à faire franchir l'équateur à de la viande tuée depuis des semaines sans dommage pour sa qualité.

Tout serait à citer dans cet ouvrage ; il est un abrégé de la vie ; il montre l'inventeur dans sa lutte contre les forces physiques ; il fait voir ce qu'il lui faut de patience, de raisonnement, de courage, de travail pour se rendre maître d'elles ; il indique aussi ce que sont les affaires ; et, incidemment, il enseigne que l'éducation d'un ingénieur ne doit pas, comme on le croit trop naïvement chez nous (et peut-être ailleurs aussi !), être purement technique. Certain chapitre doit, de plus, nous inciter en des réflexions sérieuses, nous, Français, en nous montrant quels obstacles artificiels notre esprit à la fois léger et timoré, a mis au développement chez nous d'une invention française qui enrichit nos concurrents étrangers et est presque complètement inconnue de nous ! Pour une société qui plie sous le faix de ses charges publiques est-il rien de plus sot que de négliger une source de profits qui, tous les jours, fait ses preuves à côté de chez elle !

Comme il est naturel, l'histoire du navire *Le Frigorifique* occupe plusieurs chapitres. Elle nous en dit les origines, la vie et la fin, émouvante au premier chef ; je défie quiconque sait lire d'y jeter les yeux sans aller d'un trait jusqu'au bout, et sans en tirer profit.

Le livre, vers sa fin, contient quelques pages au sujet des découvertes récentes de notre savant dans le domaine de la production industrielle du froid, entre autres de la production du froid au moyen de la détente de l'air préalablement comprimé de manière *isothermique* (grâce à un ingénieux procédé de refroidissement permettant d'effectuer cette

compression sans élever la température de plus de 3° Cent.), puis réchauffé très économiquement, et ensuite détendu. — L'économie de l'opération réside dans ce fait que, par suite du refroidissement de l'air concomitant à sa compression, 60 % de la chaleur qu'on lui fournit ensuite est directement utilisable pour tel travail que l'on veut. — L'auteur a traduit ces conceptions en faits industriels, et a fondé une Société dite : *l'Isothermie*, pour l'exploitation du brevet couvrant cette invention.

Le livre se termine par un chapitre : *Le froid sans combustible* (l'auteur ne dit pas : sans chaleur), où il est posé en principe que, grâce à la compression isothermique, il serait possible d'utiliser pour une détente ultérieure la chaleur que la compression adiabatique du fluide aurait pu produire si on l'avait réalisée. Le chapitre étant muet sur les moyens précis mis en œuvre pour atteindre ce résultat et compenser les pertes passives, je me contente de le signaler. Il montre, et c'est là que j'en voulais venir, que M. Tellier ne craint pas de pousser les conséquences de sa découverte aussi loin que possible.

Comme je l'ai dit plus haut, le langage scientifique de M. Tellier est le langage français usuel ; quelques-uns ne le trouveront peut-être pas *assez scientifique*.

A ceux-là, sans cesser de leur recommander quand même la lecture du livre de M. Ch. Tellier, je signalerai, parce qu'il faut également porter attention aux travaux étrangers, un volume que Gauthier-Villars vient de mettre en circulation pour le compte de l'Encyclopédie industrielle Léchalas. Son titre est :

Machines frigorifiques, par MM. le D^r H. Lorenz, professeur à l'École technique de Danzig, et le D^r Ingénieur C. Heniel, chargé de cours à l'École technique supérieure de Berlin, traduit par M. P. Petit, directeur de l'École de brasserie de l'Université de Nancy, et Ph. Jaquet, ingénieur.

C'est là un ouvrage purement technique, où le discours, clairement divisé d'ailleurs et abondamment illustré de dessins et de diagrammes, se poursuit avec rigidité du commencement à la fin sans digression.

J'attire tout particulièrement l'attention des ingénieurs sur deux parties du livre.

En premier lieu sur le dernier chapitre de l'ouvrage, qu'il couronne en traitant du contrôle du rendement et des essais des machines à glace. Je ne crois pas nécessaire d'insister sur l'importance du sujet.

En second lieu sur l'Annexe que les traducteurs ont ajoutée au livre à propos de la remarquable machine frigorifique à évaporation d'eau (système Westinghouse-Leblanc), dont l'inventeur, M. Maurice Leblanc, nous montra les premiers essais aux Moulineaux, lors du Congrès de 1908. Cette machine utilisant en quelque sorte un sous-produit des usines à feu : *la vapeur d'échappement des moteurs*, est fort intéressante pour toutes les usines à vapeur.

Ce nous doit être aussi un plaisir de lire dans cet ouvrage le nom d'un savant français, et nous remercions bien sincèrement les deux traducteurs d'avoir songé à faire cette citation à la fin d'un livre où il n'est nullement question des origines françaises de l'industrie du froid ; où il n'y a de modèles de machines que des modèles allemands ; et où, lorsqu'il est cité un auteur qui ne soit pas allemand, c'est M. Pictet, qui est de Genève ; ou M. Kirk, qui est Anglais ; ou la Maison Escher Wyss qui est de Zurich : au *Patent Amt* on doit cependant savoir à quoi s'entendre au sujet des antériorités, et ne pas ignorer que nous avons, en France, nous aussi, nombre de constructeurs de machines frigorifiques.

Il est naturel que des auteurs allemands s'adressant à un public allemand lui parlent surtout des procédés et des machines allemands ; mais l'ouvrage ayant été traduit en français, et l'un des traducteurs étant un universitaire français, ce qui donne à sa traduction une certaine autorité auprès de notre public scolaire et même du public technique, je pense qu'on ne trouvera pas étrange que l'on avertisse les étudiants et les ingénieurs français qu'il faut lire cet ouvrage avec un esprit averti de ce que l'origine de l'industrie du froid est due aux savants et aux ingénieurs français ; et qu'en France, même avant le Congrès de 1908, on s'inquiétait de développer cette industrie ; que c'est au surplus pour ces raisons que le premier Congrès international du froid s'est tenu à Paris. J'estime que ce point de vue doit être indiqué, d'abord parce qu'il correspond à la vérité, et, ensuite, parce que cette vérité ne peut être que génératrice et rénovatrice d'initiatives françaises, qu'elle est, par suite, bonne à dire.

Je comprends jusqu'à un certain point que des auteurs allemands, préoccupés, comme je l'ai dit, de faire un ouvrage froidement didactique pour un public allemand, n'aient pas parlé des origines de la question (un Français l'eût fait peut-être) ; mais, après avoir lu le second alinéa de la préface que les traducteurs français placent en tête de la 4^e édition, je suis persuadé qu'ils ne me garderont pas rancune de mon observation. Eux, tenus par le texte à traduire et aussi par un devoir de courtoisie envers leurs auteurs, ne pouvaient pas, sans que leur intervention risquât de paraître désobligeante, écrire la remarque que j'ai formulée. — Me pardonneront-ils également, eux et les éditeurs de leur ouvrage, de regretter que leur traduction ne se soit pas étendue aux légendes imprimées sur quelques-unes des figures qu'ils reproduisent ? Je sais bien que le prix du volume s'en fût ressenti ; mais qui veut la fin veut les moyens !

Qu'il me soit permis de ne pas terminer cet article sans revenir sur l'œuvre de M. Ch. Tellier. C'est le silence des auteurs allemands, dont nous venons de signaler le livre, à l'endroit de l'histoire de l'industrie du froid, qui me pousse à ce retour.

Du fait que ces Messieurs ont traité par préterition l'histoire de la domestication industrielle du froid et qu'il n'ont pas nommé l'ingénieur français, il ne s'en suit pas que les savants allemands en soient ignorants ! L'un des plus qualifiés d'entre eux, le professeur von Linde, a eu à ce sujet, avec son émule français M. G. Claude, une correspondance des plus honorables, rendue publique depuis. Il y suggérerait que l'Association internationale du froid avait le devoir de faire quelque chose pour Ch. Tellier. — J'ignore quelle suite a été donnée à cette généreuse pensée ; mais j'aimerais à voir la France ne pas se laisser battre, en fait de générosité, même par le plus respectable des savants allemands, à l'endroit d'un de ses fils les meilleurs. Il me semble que le moins qu'elle puisse faire désormais, par l'organe de ses mandataires officiels (je veux dire : les ministres compétents), c'est de *décorer solennellement le père du froid*. Cela fixerait élégamment une antériorité importante de la science française, sans contestation possible de la part d'aucune des agences de brevets, officielles ou non, qui nregistrent partout la notoriété industrielle. — *La France se doit cela à elle-même.*

Commandant AUDEBRAND,

Ingénieur,

Ancien Elève de l'École Polytechnique.

MÉCANIQUE

RÉGULATEUR DE VITESSE A ACTION MÉCANIQUE avec retour automatique du tachymètre au point neutre

Le régulateur de vitesse à action mécanique demeura longtemps un problème inextricable qui passionna et déconcerta à la fois les constructeurs les plus habiles.

Dans le cas de turbines à haute pression, le régulateur hydraulique donnait des résultats satisfaisants, mais pour les turbines à basse pression, on eut recours au régulateur mécanique ; son fonctionnement laissant beaucoup à désirer et son mécanisme étant trop compliqué, on revint alors au régulateur hydraulique en créant une pression artificielle. Les résultats furent bons, mais le prix exorbitant ; en outre, les régulateurs mécaniques comme les régulateurs hydrauliques connus aujourd'hui, nécessitent un régime d'environ 3 % entre la marche à vide et pleine charge.

Aussi les efforts des ingénieurs se sont-ils concentrés sur ce point dans ces derniers temps, et l'on peut dire que le problème est aujourd'hui pratiquement résolu.

La *Fabrique de machines de Fribourg* a imaginé un nouveau régulateur de vitesse à action mécanique qui semble bien posséder les trois qualités requises : grande sensibilité, retour automatique du tachymètre au point neutre, et bon marché (Brevet suisse N° 51 805).

Grâce à sa construction ingénieuse, ce tachymètre revient toujours au point neutre, de sorte que son nombre de tours est le même en pleine charge ou marche à vide, et, de ce fait, le régime de 3 % nécessité par les autres régulateurs disparaîtrait. Cet avantage est certainement de la plus haute importance pour les installations hydro-électriques.

C'est à Olivone (Tessin) que s'est faite l'une des premières adaptations de ce régulateur, sur une turbine du type Francis à axe horizontal, d'une puissance de 35 HP sous 8^m10, tournant à 420 tours par minute. Elle actionne une scie battante, une scie circulaire et des machines à travailler le bois.

Le tachymètre T est actionné par un engrenage conique commandé directement par le renvoi R ; sa vitesse normale est de 600 tours par minute.

Le mouvement de translation verticale du tachymètre est transmis au disque C au moyen d'un levier L mobile autour du point O et articulé au point M. A l'extrémité opposée du levier est adapté un servo-moteur combiné avec cataracte. Le disque C, en fibre, est mobile autour de son axe qui lui-même, peut se mouvoir dans un plan vertical (le plan du disque), mais le chemin que décrit cet axe est réglé par une plaque de guidage D. Ce disque est pris entre deux cônes A et B identiques, actionnés l'un, le cône A, par le renvoi, l'autre, le cône B, par la friction qu'exerce le disque C sur lui. Le cône A est ajusté sur un arbre sur lequel est fixée la poulie P, de telle sorte que la poulie, l'arbre et le cône faisant corps, la vitesse du cône A sera toujours celle du renvoi.

Le cône B, fixé sur un arbre formant vis, a une vitesse angulaire variable qui dépend du point de contact du disque sur le cône. Sur cette vis, prend un écrou formant poulie. Cette poulie a le même diamètre que la poulie P, elle aussi est commandée par le renvoi et tourne par conséquent à la même vitesse que le tachymètre et la poulie P. Le cône B et la vis faisant corps, si la vis vient à tourner à une vitesse différente de celle de l'écrou Q, il s'ensuivra un mouvement de translation qui est employé pour commander directement l'organe de réglage de la turbine.