

ÉLECTRICITÉ

Rôle du Chauffage électrique par accumulation dans l'Electrification générale de la France

par Charles BOILEAU

Rapport présenté au deuxième Congrès du Chauffage et de la Ventilation, tenu à Paris les 10, 11 et 12 Juin 1925

PREMIÈRE PARTIE

Evaluations et comparaisons

MESSIEURS,

N'en déplaise aux disciples d'Ampère et de Gramme, dans « chauffage électrique », il y a d'abord « chauffage » !... Et lorsqu'en vous-mêmes vous aurez complété cette proposition, — bien innocente, n'est-ce pas, — vous n'en aurez pas moins défini un très grave problème, et que je n'aborde pas de gaité de cœur, croyez-le bien, ayant déjà fait l'expérience des difficultés auxquelles s'expose qui prétend s'y attaquer.

Mais, d'abord, ce rapport m'a été demandé, et j'ai pu ainsi me convaincre que je ne serais plus seul cette fois à défendre des idées pour lesquelles je bataille depuis six ans. D'autre part, j'ai déjà soulevé la question, il y a quelques mois, devant la « Fédération nationale des collectivités d'électrification rurale », et j'ai reçu, à ce sujet, d'un certain nombre de membres du Parlement et de notabilités industrielles, des témoignages d'intérêt qui sont pour moi un précieux encouragement.

Vous avez pu prendre connaissance du mémoire que j'ai soumis à cette fédération, puisque, sous ma responsabilité, il en a été remis un exemplaire à chacun des membres du Congrès. J'avais conscience d'avoir fait là quelque chose de constructif et à l'avantage de toutes les parties intéressées.

Ce fut précisément mon tort —, et on me le fit bien voir, — d'avoir admis qu'il dut y avoir à cette nouvelle industrie d'autres parties intéressées que les spécialistes mêmes de l'électricité.

Or, messieurs, si le chauffage électrique emploie l'électricité comme agent producteur de calories, et si sa généralisation fait, par suite, entrer en jeu les nombreuses questions d'ordre législatif, administratif, financier, commercial et technique que soulèvent la production, le transport, la vente et l'utilisation de l'énergie électrique, il y a bien d'autres aspects du problème qui échappent totalement aux électriciens et qui sont uniquement du domaine d'autres spécialités, au premier rang desquelles il est clair que doit prendre place l'industrie du chauffage, proprement dite, que vous représentez.

C'est donc un devoir que je me fais de vous apporter ici quelques arguments, destinés à former cette conviction chez ceux d'entre vous qui ne l'auraient pas encore, et à vous donner à tous l'assurance et la volonté nécessaires pour ne pas vous laisser éliminer d'une industrie de si grand avenir, alors que c'est vous qui devriez en prendre la tête.

POSITION EXACTE DU PROBLÈME

1° *Clients et constructeurs actuels.* — Jusqu'ici, le problème du chauffage électrique n'a jamais été traité chez nous qu'aux points de vue beaucoup trop particularistes et étriqués du constructeur d'appareil et du consommateur, résignés tous deux, et acceptant comme une fatalité indiscutable les conditions spéciales de fourniture de courant que chaque secteur veut bien leur consentir, sans même pouvoir les garantir d'ailleurs.

Mais enfin, faut-il être d'une essence supérieure pour acquérir le droit à la discussion raisonnée de ces conditions ? Non, il suffirait, mais certes il est indispensable d'avoir été soi-même quelque temps de l'autre côté de la table, comme exploitant.

C'est la supériorité des secteurs de ne trouver jamais en face d'eux de tels interlocuteurs, que ce soit devant les commissions parlementaires, ou aux Ministères, ou qu'il s'agisse de clients même gros industriels, et à plus forte raison, du petit client isolé qu'est chacun de nous.

Si spéciale que soit l'exploitation des chemins de fer, si fermée que soit la caste des grands seigneurs cheminots, il n'y a là cependant guère de véritables secrets pour l'Etat qui participe au pre-

mier établissement, à la gestion financière des réseaux et qui, d'ailleurs, exploite lui-même directement deux grands réseaux.

En matière d'énergie électrique, par contre, les pouvoirs publics sont littéralement désarmés, parce que systématiquement incompetents : rien jusqu'ici, ne leur permettait de pénétrer la vie réelle d'une *entreprise de production*, puisque, en règle générale, les usines thermiques ne font pas partie des concessions de distribution qu'elles alimentent et que les usines hydro-électriques jusqu'ici n'étaient qu'autorisées. Ils n'en ont les moyens que dans le cas d'usines hydro-électriques créées sous le régime de la loi du 16 octobre 1919 avec participation financière de l'Etat, des départements ou des communes, et ce n'est là qu'un cas particulier, le plus simple de tous.

2° *Impuissance du contrôle.* — Précisément l'*Officiel* du 8 avril 1925 contient une réponse typique à ce sujet, du ministre des T. P. à un député qui lui avait demandé quel était le prix de revient du k. w. h. aux bornes des usines hydro-électriques d'une grande Compagnie électrique du Centre. Elle vaut la peine d'être reproduite : « Ces usines hydrauliques ont été établies sous le régime de l'autorisation antérieurement à la loi du 16 octobre 1919, et au cahier des charges type du 5 septembre 1920. Sous ce régime, il n'était imposé au permissionnaire aucune obligation d'ordre commercial et les usines n'étaient pas construites pour le compte de l'Etat. Le contrôle n'avait donc à s'occuper de l'installation qu'en vertu de ses pouvoirs en matière de police des Eaux (loi du 8 avril 1898), sans intervenir dans les dispositions techniques des usines proprement dites. Il en résulte que l'administration ne dispose pas d'éléments lui permettant d'établir le prix de revient faisant l'objet de la question ci-dessus ».

La même réponse se trouve reproduite huit fois de suite, sur cette même page n° 2121 de l'*Officiel*, à propos des prix de revient de huit entreprises de production, dont sept hydro-électriques, et une thermo-électrique.

Donc ni en matière d'usines thermiques, ni en matière d'usines hydrauliques antérieures, au 16 octobre 1919, l'administration n'a la moindre connaissance directe des conditions réelles d'exploitation.

Toutes ces entreprises, thermiques aussi bien qu'hydrauliques, ont un personnel des plus réduits, des plus faciles à remplacer en cas de grève grâce à la généralisation actuelle du machinisme ; donc, jamais besoin de recourir aux Pouvoirs Publics pour assurer l'exploitation. Aucune indication possible sur la gestion financière autre que celles fournies par la lecture des bilans et comptes de profits et pertes, les déclarations au fisc, et les quelques résultats incontrôlables d'exploitation fournis annuellement aux Ingénieurs du contrôle de l'Etat.

Par exemple, ceux-ci se rattrapent sur le contrôle technique *des réseaux* concédés et autres. Mais par contre, le contrôle commercial est inexistant ou presque, puisqu'au lieu de tarifs précis et homologués, il n'existe qu'un tarif maximum à l'intérieur duquel le secteur peut faire ce qu'il veut, sauf à ce que deux clients identiques soient traités identiquement (et, par définition, il n'y a pas deux clients identiques !)

D'ailleurs c'est le Ministre lui-même qui précise son entière impuissance en matière de contrôle commercial dans sa réponse à M. le député Moncelle, à propos du prix du k. w. h. à l'usine de St-Ouen (*J. O.* du 11 avril, p. 2187) : « L'article 58 du Décret du 3 avril 1908 ne permet d'exiger des permissionnaires ou concessionnaires que des renseignements purement techniques. L'administration ne dispose donc d'aucun moyen pour obtenir des Sociétés d'énergie électrique qu'elles fournissent des données d'ordre commercial auxquelles elles attachent un caractère confidentiel. »

Du contrôle des municipalités, n'en parlons pas.

Des louables efforts que font quelques institutions privées pour

donner aux clients et aux Secteurs l'illusion qu'elles sont de taille à les départager... je préfère ne pas parler, car j'ai fait aussi ce métier-là pendant 3 mois et demi !

Bref, les Secteurs sont plus maîtres absolus chez eux que l'est un industriel dans l'industrie privée, et s'ils ont admis parfois que les Pouvoirs Publics regardent d'un peu plus près dans leurs affaires, c'est qu'il s'agissait de voter une Loi Failliot, d'inventer l'Index Economique, ou d'appliquer la théorie de l'Imprévision.

Aussi est-il facile de comprendre la mentalité du brave constructeur d'appareils d'utilisation, celle du pauvre consommateur, et surtout celle de tous les auteurs qui ont traité de la question du Chauffage électrique, pour lesquels la donnée primordiale est le prix supposé et non sujet à discussion, que consent à faire le Secteur, d'où tous les calculs d'équivalence, que vous connaissez bien, entre ce mode de chauffage et les autres.

3^o *Le point de vue de la collectivité.* — Je me propose ici de renverser cette position du problème, et de montrer qu'il ne doit être traité qu'en se plaçant délibérément au point de vue de la collectivité, par dessus le Secteur lui-même. Pour cela, je chercherai à chiffrer directement les possibilités réelles de cette jeune industrie, en tenant compte des nouvelles circonstances économiques résultant notamment des grands travaux d'aménagement des chutes et constructions corrélatives de supercentrales thermiques et grands réseaux de transport, travaux qui vont prendre un nouvel essor du fait de l'application du plan Dawes et des prestations en nature à recevoir de l'Allemagne.

J'examinerai, dans la deuxième partie, les diverses questions d'ordre technique, administratif, commercial et financier que soulève la réalisation du problème.

4^o *Le point de vue des Spécialistes.* — Mais, tout d'abord, je voudrais, en demandant votre indulgence pour la longueur et l'aridité de cet exposé, que vous soyez intimement convaincus qu'il ne s'agit plus maintenant de chiffres un peu en l'air, d'études purement spéculatives à propos d'une industrie encore mal définie, à possibilités étroites mais qui, si elle prenait corps, deviendrait un concurrent direct pour vos industries actuelles.

Le chauffage électrique par accumulation est dès maintenant une réalité qui s'impose inéluctablement. Je n'en veux pour preuve que la dernière manifestation du Syndicat des Producteurs, Distributeurs d'Electricité du Sud-Est, qui eut lieu à Lyon les 11 et 12 mars dernier, à l'occasion de la Foire de Printemps.

C'est la première fois qu'en France la question fut examinée sous un jour favorable, avec la collaboration — que dis-je ? — sous le patronage des secteurs eux-mêmes. Auparavant, à cette même date, se réunissait également à Lyon le Congrès annuel de l'Habitation et, notamment en 1920 et 1921, la question du chauffage électrique et des tarifs y fut débattue avec une apreté telle que les Secteurs, mis un peu trop rudement sur la sellette, comme simples congressistes, jugèrent préférable de renverser, eux aussi, la position du problème et d'organiser eux-mêmes, par la suite, un Congrès annuel, sur invitations, où représentants des Pouvoirs Publics et des Consommateurs n'ont plus guère à dire qu'« amen » et « merci »... Il suffisait d'y penser !

Le compte rendu sommaire du Congrès de 1925 a été donné par *La Journée Industrielle* du 13 mars, sous le titre « L'Energie électrique par accumulation ». Lisez-le, vous serez convaincus que, cette fois, le chauffage électrique par accumulation est bien parti.

« Eh bien, soit, serez-vous tentés de dire. C'est un concurrent nouveau, nous ferons notre possible pour lutter avantageusement avec lui ; mais pourquoi essayer de nous faire à cette spécialité compliquée et, surtout, d'entrer en compétition avec les électriciens pour prendre la tête du mouvement ? »

C'est que, Messieurs, pour lutter avantageusement avec cette nouvelle spécialité, il faut bien se mettre à l'étudier et arriver à la connaître à fond. Et quand vous en serez là, ce qui pour vous ne sera qu'un jeu, vous reconnaîtrez qu'elle est non pas un concurrent, mais un auxiliaire indispensable, dont vous serez amenés à chaque instant vous-mêmes à devoir tirer parti.

Et alors, n'est-il pas indiqué d'en faire dès maintenant votre chose, pour rester seuls maîtres dans votre spécialité ainsi élargie ? a-t-il lieu de n'y être tolérés que comme des accessoiristes empiriques et encombrants ?

LES POSSIBILITÉS DU CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE

J'emploierai ici un genre de raisonnement analogue à celui que j'ai utilisé dans mon Mémoire au Concours pour l'utilisation rationnelle des combustibles 1920-1921. Ce mémoire a été publié dans le *Bulletin de l'A. I. C. V. F.* n° 5 de juin 1921, et reproduit dans les comptes rendus du Congrès de l'Habitation de Lyon 1921, et en

partie dans la revue *L'Electricien* n° de mars 1922. Il traitait en détail le cas limité et bien précis d'une Centrale de la C. P. D. E. et de consommateurs parisiens, tandis qu'ici je me placerai à un point de vue beaucoup plus général, et que j'envisagerai pour tout le territoire français l'ensemble des usines génératrices thermiques et hydro-électriques et des réseaux de transport et de distribution.

I. — VALEURS DE BASE : 1^o *Puissance.* — Les valeurs utilisées résultent de la confrontation des divers renseignements officiels suivants :

Travaux de la Commission présidée par M. l'Inspecteur Général Monmerqué (1918-1919) pour l'étude des besoins de la France en énergie électrique et des travaux à exécuter jusqu'en 1935.

Réponse du Ministre des T. P. publiée au *J. O.* du 2 août 1922, concernant la puissance hydraulique disponible.

Réponse du Ministre de l'Agriculture publiée au *J. O.* du 14 mars 1923 concernant les usines hydrauliques actuellement en service.

Réponse du Ministre des T. P. publiée au *J. O.* du 4 juin 1924, concernant la puissance hydraulique aménagée.

Statistique des distributions, publiée par le Service du Contrôle.

Il en résulte que nous pouvons admettre les valeurs arrondies suivantes, comme puissances utiles des Centrales pour distribution d'énergie électrique, en 1925 :

Usines thermiques.....	600.000 k. w.
Usines hydro-électriques.....	1.000.000 k. w.

Que seront devenues ces valeurs en 1935 ?

La Commission Monmerqué avait fixé comme suit la puissance nécessaire pour satisfaire les besoins prévus pour cette date en force et lumière (à l'exclusion de la traction des chemins de fer) :

Usines thermiques.....	900.000 k. w.
Usines hydro-électriques.....	1.700.000 k. w.

Mais nous devons, pour ce qui suit, tenir compte également de la fourniture d'énergie, aux chemins de fer électrifiés, car, à l'encontre de ce que l'on pensait en 1918, une grande partie de cette fourniture, notamment en ce qui concerne le P.-L.-M. et même le P.-O., sera demandée aux Centrales alimentant le réseau général de transport et non plus seulement à des Centrales spéciales, comme le fait le Midi. Dans ces conditions, et malgré le ralentissement des aménagements de chutes depuis 5 ans, mais grâce à l'apport des prestations en nature de l'Allemagne, on peut admettre que, 4.000 km. de chemins de fer étant électrifiés, sur les 8.000 prévus, la puissance des usines sera, en 1935 :

Usines thermiques.....	1.000.000 k. w.
Usines hydro-électriques.....	1.800.000 k. w.
Total.....	2.600.000 k. w.

Il y a loin, comme on voit, de ces 800.000 k. w. hydro-électriques nouveaux aux 3.500.000 dont M. le Sénateur Henry de Jouvenel démontrait l'urgence à la tribune du Sénat le 1^{er} avril 1925, pour éviter l'importation des 25 millions de tonnes de charbon, dont l'achat nous oblige annuellement à envoyer deux milliards et demi de francs à l'étranger, mais il semble matériellement bien difficile de faire mieux.

2^o *Coefficients divers.* — Tous les coefficients dont je me servirai ci-dessous ne sont évidemment que des moyennes arrondies, mais établies d'après l'analyse de nombreuses statistiques réelles d'exploitation vécue, et non d'après des tableaux d'agendas. Elles sont d'ailleurs d'autant plus acceptables dans le cas présent qu'il s'agit surtout de comparer deux types d'exploitation (sans accumulation en 1925, avec accumulation en 1935) et non de fixer des valeurs absolues.

Aujourd'hui, la durée moyenne d'utilisation de la puissance utile des Centrales sera prise égale à 2.200 heures.

La consommation de charbon par kwh, au tableau, pour les seules Centrales d'une certaine importance que nous considérons ici, sera prise égale à 900 grammes. (En 1908, nous dépendions déjà moins de 1.000 grammes par k. w. h. à la Centrale de Saint-Denis).

La dépense en charbon sera considérée comme égale à 40 % de l'ensemble des dépenses de production, frais généraux d'usine, entretien, renouvellement, intérêts et bénéfices normaux compris.

Le prix du charbon sera pris égal à 125 fr. la tonne.

Les dépenses de distribution, pour l'ensemble des réseaux de distribution aériens, souterrains, urbains et ruraux, seront prises égales en moyenne générale à 50 % en plus des dépenses de production. Ces dépenses comprennent les frais de direction et d'administration, les frais d'entretien, de renouvellement, intérêts et bénéfices normaux, et amortissement des concessions de distribution.

Les pertes dans les réseaux de transport et de répartition, avec leurs postes, seront prises égales à 15 % de l'énergie à transporter, et le rendement des réseaux de distribution jusqu'aux compteurs des clients sera pris égal à 75 %.

In 1935, ces coefficients auront varié comme suit :
 Les Supercentrales thermiques auront une utilisation de 4.000 h. avec un tel facteur de charge, leur consommation par k. w. h. au lieu de 650 grammes sera descendue à 55 % des frais de production. En Amérique, avec les utilisations très élevées et le machinisme perfectionné des nouvelles Supercentrales, on arrive à 610 grammes (10 % !)

Les Centrales hydro-électriques auront également une utilisation de 4.000 heures. (Le projet du Rhône en prévoit bien 6.000 !). Les pertes dans les grandes lignes de transport et les réseaux de réparation, avec leurs postes, seront encore arrondies à 15 % de l'énergie transportée pour tenir compte, en même temps que de l'amélioration de l'utilisation, de tous les transports et transformations nécessaires.

Par contre, le rendement des réseaux de distribution sera porté à 100 % pour tenir compte de la bien meilleure utilisation du matériel.

Les appareils à accumulation représenteront une puissance maxima instantanée totale de 1.600.000 k.w., exigeant aux usines :

$$\frac{1.500.000}{0,85 \times 0,80} = 2.200.000 \text{ KW}$$

Il y aura donc 2.800.000 k. w. disponibles, les 600.000 k. w. restants représentant les demandes totalisées maxima des réseaux éclairage et des chemins de fer (environ 200.000 k. w.) et des chemins de fer (environ 400.000 k. w.).

Les 1.500.000 k. w. à accumulation auront une utilisation annuelle de 2.000 heures environ, le chauffage des immeubles à lui seul nécessitant déjà 1.500 heures, les 500 autres heures correspondant à d'autres usages domestiques (chauffé eau, chauffe bains, cuisine à accumulation, etc.) et industriels (préparation d'eau distillée, fours de boulangers, frigorifiques, etc.) de l'accumulation. On arrive ainsi à une consommation annuelle de 3.000.000.000 k. w. h. (trois milliards) aux appareils, soit

4.400.000.000 k. w. h. débités par les Centrales.

Il faut bien avoir présent à l'esprit que si l'on est amené à ne pas utiliser l'ensemble de ces 4.400.000.000 k. w. h. que sous la forme de l'accumulation, c'est parce qu'autrement ils n'auraient même pas à être produits, puisqu'ils ne seront produits par les Centrales qu'aux seuls instants où aucune autre demande n'est à satisfaire. D'autre part si j'envisage surtout leur utilisation sous forme thermique, c'est parce qu'ainsi leur rendement est de 100 %, tandis que sous les autres formes les rendements sont bien moins élevés : accumulateurs électriques 75 % (sans compter frais élevés deentretien), élévation d'eau 50 %, etc...

Les 4.000 kilomètres de chemins de fer, qui seront électrifiés en 1935, nécessitent aujourd'hui une consommation de moins de 30.000 tonnes de charbon. Le trafic devant croître, on sera très libéral en admettant que leur consommation en 1935 correspondrait à une consommation de 2.000.000 tonnes de charbon en traction-vapeur et d'ailleurs faudrait-il tenir compte aussi des perfectionnements à attendre des locomotives actuelles et de la diminution de consommation correspondante. Ces 2 millions de tonnes représentent au grand maximum 100.000.000 chevaux-heure, soit 960 millions de k. w. h. aux chemins de fer de 1.300.000.000 k. w. h. livrés aux réseaux. Avec le rendement général de transport adopté de 0,85, on arrive tout au plus à 1.000.000.000 k. w. h. à fournir annuellement par les Centrales pour les chemins de fer en 1935. La puissance maxima correspondante sera de l'ordre de 400.000 k. w., avec une utilisation annuelle de l'ordre de 4.000 heures.

I. — CALCULS : 1° En 1925. — Les 600.000 k. w. thermiques produisent :

$$600.000 \times 2.200 = 1.320.000.000 \text{ k. w. h.}$$

consommant :

$$1.320.000.000 \times 0,900 = 1.200.000 \text{ tonnes de charbon}$$

soit 150 millions de francs.

Les 1.000.000 k. w. hydro-électriques produisent 2.200.000.000 k. w. h. correspondant à 1.870.000.000 k. w. h. livrés aux réseaux de distribution. Le total des k. w. h. livrés aux réseaux de distribution est donc de 3.150.000.000 k. w. h., correspondant à 2 milliards 360.000.000 k. w. h. distribués et vendus aux clients.

Les frais de production sont, pour les usines thermiques :

Charbons	150 millions
Autres frais	225 —

375 millions

Les frais de production et transport de 1.870.000 k. w. h. hydro-électriques sont également de l'ordre de 375 millions, soit 0 fr. 20

par k. w. h. Le total des frais à l'entrée des réseaux de distribution est donc de 750 millions.

Nous y ajoutons 50 %, ou 375 millions pour frais de distribution. Total des recettes nécessaires : 1.125 millions.

Le tarif moyen est donc égal à $\frac{1.125}{2.360} = 0 \text{ fr. } 475 \text{ le k. w. h.}$

2° En 1935. — Les 1.000.000 k. w. thermiques produisent 4.000.000.000 k. w. h. consommant 4.000.000.000 × 0,650 = 2 millions 600.000 tonnes de charbon valant 325 millions.

Les 1.800.000 k. w. hydrauliques produisent 7.200.000.000 k. w. h. dont 1.600.000.000 destinés aux chemins de fer, en principe.

De ces 7.200.000.000 k. w. h., 1.080.000.000 sont perdus en route.

Restent 6.120.000.000 k. w. h. hydrauliques, à ajouter en principe aux 4.000.000.000 k. w. h. thermiques, pour avoir le total des k. w. h. fournis tant aux réseaux de distribution qu'aux chemins de fer. Mais il faut tenir compte qu'une partie de la production des usines thermiques ira aux chemins de fer, notamment pendant les pointes et en périodes de basses eaux. Je suppose que 1/20 de la production thermique ira aux chemins de fer soit 200.000.000 k. w. h. ou 15 % environ de la consommation totale des chemins de fer, qui, utilisés le plus près possible des Centrales, donneront lieu tout de même à une perte dans les lignes de transport qu'on peut évaluer à 30.000.000 k. w. h.

Au total on a donc

$$6.120.000.000 + 3.970.000.000 = 10.090.000.000 \text{ k. w. h.}$$

livrés aux réseaux de distribution et aux chemins de fer, dans la proportion de

$$\frac{8.760.000.000}{1.330.000.000} = 6,58 \text{ k. w. h. aux réseaux de distribution et 1 k. w. h. aux chemins de fer.}$$

$$\text{Il y aura donc } 8.760.000.000 \times 0,80 = 7.000.000.000 \text{ k. w. h. vendus aux réseaux de distribution.}$$

Les frais correspondants seront les suivants, à l'entrée des réseaux de distribution et de chemins de fer, en admettant que le coût de production et de transport des 6.120.000.000 k. w. h. hydro-électriques livrés aux réseaux de distribution et de chemins de fer soit égal à 500 millions, c'est-à-dire à 8 centimes par k. w. h. livré, ce qui sera très beau :

Charbon	325 millions
Autres frais de production thermique ..	265 millions
Production et transport des k. w. h. hydrauliques	500 millions
Total	1.090 millions

Sur ces 1.090 millions, 123 sont imputables aux chemins de fer (93 pour les 1.160.000.000 k. w. h. hydrauliques et 30 pour les 170.000.000 k. w. h. thermiques). Restent donc 967 millions pour les k. w. h. destinés aux réseaux de distribution seuls. Les frais de distribution sur ces réseaux sont égaux à 50 % en plus, soit 483 millions.

Total : 1.450 millions pour 7.000.000.000 k. w. h. vendus aux clients.

Tarifs moyens :

$$\frac{1450}{7000} = 0 \text{ fr. } 207 \text{ par KWH vendu aux clients des réseaux de distribution et}$$

$$\frac{123}{1330} = 0 \text{ fr. } 0925 \text{ par KWH vendu au chemin de fer.}$$

3° Tarifs réels aux clients. — Les tarifs réels moyens se calculent comme suit :

En 1925, on a 2.360.000.000 k. w. h. pour un total de 1.125 millions. Si on suppose que le tarif lumière est de 1 fr. le k. w. h., on aura :

$$200.000.000 \text{ KWH lumière à } 1 \text{ fr.} \dots\dots\dots 200.000.000$$

$$\text{d'où } 2.160.000.000 \text{ — force pour} \dots\dots\dots 925.000.000$$

$$\text{c'est-à-dire : Tarif force} = \frac{925}{2160} = 0 \text{ fr. } 43.$$

En 1935, on aura les tarifs et consommations suivantes :

500.000.000 KWH lumière à 0 fr. 60	300.000.000 fr.
3.000.000.000 — accumulation 0 fr. 10	300.000.000
1.330.000.000 — ch. de fer 0 fr. 0925	123.000.000
3.500.000.000 — force, etc., 0 fr. 243	850.000.000
8.330.000.000 KWH pour	1.573.000.000 fr.

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

1° Limites des tarifs d'accumulation.
 Il est essentiel de constater que si on maintenait, en 1935, pour la force et l'éclairage, les mêmes tarifs qu'en 1925, la vente des 4.000.000.000 k. w. h. destinés à ces deux usages suffirait, et même

En au delà, à garantir à elle seule aux exploitants la recette
nécessaire. En effet :

500.000.000 KWH lumière à 1 fr.	500.000.000 fr.
3.500.000.000 " " force à 0 fr. 43.	1.500.000.000

Total . . . 2.000.000.000 fr.

Ors qu'il suffit de 1.573.000.000 fr.

On voit donc bien qu'aucune difficulté ne peut être soulevée au
sujet des tarifs spéciaux pour accumulation, si réduits devraient-
être pour décider les clients, puisque théoriquement on pourrait
descendre aussi près de 0 qu'il le faudrait.

Mais il est non moins essentiel de constater que, par le fait même,
les Secteurs considérés globalement n'ont aucun intérêt à développer
systématiquement l'usage de l'accumulation. Ils ne le feront, s'ils
parviennent à en détenir le monopole, que dans la mesure où consom-
mateurs, consommateurs et Pouvoirs Publics sauront les y
contraindre. Aussi comprend-on fort bien la tactique que certains de
leurs représentants adoptent vis-à-vis ce « gâcheur de métier ».

1° S'obstiner à soutenir qu'aujourd'hui encore les appareils
d'accumulation ne sont pas au point. C'est ce qu'il y a un mois j'en-
tendais encore déclarer par un représentant qualifié des produc-
teurs à un haut fonctionnaire amené, de par ses fonctions, à
occuper de la question. Dites plutôt que c'est la question elle-
même de l'accumulation qui, en France, n'est pas encore au point,
tandis qu'à l'étranger des milliers d'appareils fonctionnent depuis plus
de 10 ans à la satisfaction générale. Ce n'est plus chez nous qu'une
question d'adaptation... et de bonne volonté, voire de « volonté » tout
court. D'ailleurs, dès maintenant, certains constructeurs français
et importateurs de l'étranger se chargent bien de prouver que le
matériel sait être au point quand les conditions s'y prêtent,
notamment dans certaines applications telles que les chaudières
électriques.

2° Comme par suite, il faut bien faire quelque chose : prendre la
direction du mouvement pour le canaliser, ce qui est facile, puis-
qu'on dispose arbitrairement des k. w. h., attirer à soi quelques
uns des constructeurs et consommateurs avec lesquels il faille compter,
ne permettre au mouvement de se développer que dans la
mesure où il fournira le maximum de bénéfices en regard des
charges et frais exposés.

Car telle est la véritable portée du Congrès dernier de Lyon.
C'est contre une telle conception, — qui n'est pas spéciale à cette
industrie d'ailleurs — que nous devons nous élever, dans l'intérêt
même de la Collectivité.

Encore une fois, le prix du k. w. h. pour accumulation peut être
abaissé sans aucune autre limite que celle donnée par
la comparaison avec les autres modes de chauffage. D'ores et déjà,
nous voyons bien la Compagnie d'Electricité de Lyon pratiquer
un prix de 8,5 centimes en hiver, et 6,5 centimes en été, pour une
utilisation de 18 heures par jour. Dans les calculs ci-dessus, j'ai
pris 0 fr. 10 comme moyenne générale. Et alors un premier avan-
tage de la Collectivité consiste en ce qu'elle bénéficie d'une réduction
de 2.000 — (850 + 250) = 900 millions sur ses fournitures de
lumière et de force, tout en y gagnant un accroissement de consom-
mation de 70 % (4 milliards de k. w. h. force et lumière au lieu
de 2.360).

2° Balance des économies et nouvelles charges de la Collectivité.

Les 3 milliards de k. w. h. pour accumulation représentent
500 milliards de calories utilisées actuellement par des consom-
mateurs de chauffage. Ceux-ci usent de charbon, valant environ
500 calories au kilo, dans des appareils de toute sorte (poêles,
lamandres, cheminées, chaudières de chauffages centraux, calo-
rifères, cuisinières, etc.). En prenant pour tous ces appareils un
rendement global moyen de 0,70, on vérifie que les 2.600 milliards
de calories électriques remplaceront annuellement 520.000 tonnes
de charbon domestique qu'il faut actuellement extraire, transporter
et détailler.

La balance des économies et des charges pour la Collectivité se
présente alors comme suit

Les k. w. h. pour chauffage électrique lui coûtent 300.000.000 fr.,
mais elle économise 520.000 tonnes de charbon domestique à
100 fr. valant donc au total 52.000 millions. Coût en plus : 200 mil-
lions. Par contre, la Collectivité bénéficie de la fourniture supplé-
mentaire de 300.000.000 k. w. h. lumière et 1.340.000.000 k. w. h.
force. En les estimant, comme il est naturel, aux tarifs de 1925,
ils valent 1.640.000.000 k. w. h. supplémentaires représentant 300.000.000
fr. 575.000.000 = 875.000.000 fr. d'économies. Le gain réel est
de 875 — 200 = 675 millions de francs.

On objectera que ce ne sont pas forcément les mêmes clients
qui, subissant d'un côté une charge supplémentaire de chauffage,
bénéficieront, de l'autre, de ces réductions sur la lumière et sur la
force. Sans doute, mais par un phénomène de l'incidence, ces
clients n'en bénéficieront pas moins, d'une façon ou d'une autre,
plus ou moins à leur insu, mais sûrement. En tout cas l'avantage
de la Collectivité est évident.

3° Economie de combustible.

L'économie totale en combustible doit tenir compte de deux
autres facteurs :

a) L'économie due aux chemins de fer électrifiés. Nous avons vu
qu'en 1935 la valeur théorique de ce poste sera au grand maximum
de 2.000.000 tonnes. Mais nous avons vu que 200 millions de
k. w. h. thermiques seraient néanmoins indispensables. Ces 200 mil-
lions coûteront 125.000 tonnes de charbon aux Centrales, faisant
partie des 1.400.000 tonnes brûlées en plus par rapport à 1925.
C'est-à-dire que, par rapport à 1925, les consommations force,
lumière, accumulation exigent une consommation supplémentaire
de 1.275.000 tonnes de charbon.

b) La transformation, qui se sera opérée, d'une certaine propor-
tion de l'éclairage public et privé, en éclairage électrique, ainsi que
de force motrice (vapeur, gaz pauvre, huiles, essence) en force
motrice électrique. Nous avons vu que l'accroissement de consom-
mation aux titres force et lumière, de 1925 à 1935, sera de 1 mil-
liard 640.000.000 k. w. h. Il est certain qu'une grande partie corres-
pondra à des besoins nouveaux, mais le reste proviendra des trans-
formations indiquées ci-dessus. On peut admettre, dans un sem-
blable calcul, qu'il y aura 1/2 de transformations et 1/2 de besoins
nouveaux. Supposons même qu'il n'y ait en 1935 que 600.000.000
k. w. h. consommés annuellement pour remplacer des modes
d'éclairage et de production force motrice périmés. En admettant
que les usagers y aient réalisé une économie d'1/3, ce qui est vrai-
semblable pour justifier la transformation, ces anciens modes
représentaient donc chez les clients une consommation de combus-
tible équivalent à

$$3/2 \times 600.000.000 = 900.000.000 \text{ KWH}$$

c'est-à-dire :

$$900 \times \frac{650}{0,75} = 780.000 \text{ tonnes de combustible.}$$

Enfin, et sans tenir compte des chemins de fer, si l'on
compare la consommation combustible 1935 avec application
généralisée du chauffage électrique à celle de 1925, sans chauffage
électrique, on constate une tendance sensible à la diminution de
consommation de combustible.

$$780.000 + 520.000 - 1.275.000 = 25.000 \text{ tonnes en moins.}$$

En réalité, les chemins de fer économisent 1.875.000 tonnes,
l'économie réelle totale sera de 1.900.000 tonnes annuelles..

IMPORTANCE RELATIVE DES DIVERS CONSOMMATEURS

1° Consommations comparées.

Il faut bien se rendre compte que tous les avantages analysés
ci-dessus, bien que d'ordres très différents, ne peuvent être obtenus
séparément, ou les uns à l'exclusion des autres. On pourra faire
varier légèrement leurs proportions relatives, c'est-à-dire forcer
par exemple certaines consommations : force, éclairage, accumu-
lation, traction, en diminuant d'autant les autres, mais c'est leur
ensemble qui constitue l'avantage du système préconisé. C'est sur
ce point fondamental que j'e m'appuie pour justifier la préférence
— qui fait l'objet réel et le but de mon rapport — qu'à cette
œuvre de l'Électrification générale de la France, où l'Electricité
ne joue jamais qu'un rôle d'agent de transformation et de trans-
port d'énergie, soit associée l'Industrie du Chauffage au même
titre que les autres industries consommatrices, en particulier celle
de l'Électrification rurale, et celle des chemins de fer.

En ce qui concerne ces derniers, il ne faut pas craindre de souli-
gner combien leur consommation en k. w. h. sera inférieure à celle
absorbée par le chauffage électrique par accumulation (1,6 milliards
contre 4,4 milliards). Même l'électrification totale prévue des
8.000 km. de chemins de fer, laquelle ne sera certainement pas
terminée avant 1940-1945, n'arrive pas à faire du chemin de fer un
client d'une importance égale en quantité à celle de l'énergie par
accumulation, et d'ailleurs combien plus exigeant en raison des
pointes instantanées dues aux démarrages, etc...

En effet, la puissance totale des Centrales, à cette époque, ne
pourra être moindre que 3.500.000 k. w. et si l'on refait le calcul
précédent sur cette nouvelle base, on constate que, sur 13 milliards
de k. w. h. produits, 3,5 seulement seront destinés aux chemins de

fer. Les autres utilisations sauf l'accumulation en absorbent tout au plus 4,5, l'accumulation devra donc, à elle seule, en absorber 5. Elle sera donc à ce moment devenue le consommateur le plus important.

Quant à l'Électrification rurale, dont les avantages sont surtout d'ordre social, sa consommation totale ne sera que d'une centaine de millions de k. w. h. tout au plus, tant que les deux seules applications industrielles susceptibles de la faire vivre (labourage et chauffage par accumulation) ne s'y seront pas généralisés.

Le labourage électrique pourra porter cette consommation à 300 millions de k. w. h., mais le chauffage électrique doit pouvoir apporter une consommation supplémentaire de 700 millions de k. w. h., soit 23 % de la consommation accumulation totale.

En fin de compte les réseaux ruraux représenteront une consommation maxima totale de l'ordre de 300.000.000 k. w. h. sans accumulation, et avec accumulation de 1.000.000.000 k. w. h. tout au plus.

2° Frais de premier établissement.

a) *Chemins de fer.* — Par contre, l'accumulation exige des frais de premier établissement relativement très faibles surtout si on les compare aux frais nécessités par l'Électrification des chemins de fer.

Qui a jamais osé demander au Ministre à combien se chiffrent les importations formidables de cuivre nécessités par l'électrification des chemins de fer, et pour combien elles ont contribué à la baisse du franc ? A côté des chiffres, mis en avant à chaque instant à la tribune, concernant nos importations de charbon, ces valeurs là aussi seraient bien intéressantes.

Et de grands techniciens n'ont-ils pas montré qu'avec quelques perfectionnements aux locomotives thermiques, on pouvait tout aussi bien économiser les 2 millions de tonnes envisagées qu'avec l'onéreuse solution de l'électrification des chemins de fer ? Il est vrai qu'ils ont été débordés par la poussée des électrophiles et qu'en réalité, les progrès réalisés par les constructeurs de locomotives thermiques sont peu de chose à côté de ceux réalisés par les constructeurs de chaudières, turbines fixes vapeur, etc... Et c'est à ces derniers, en fin de compte, que nous devons d'avoir pu entreprendre sans tarder l'exécution du programme général d'électrification gravement compromis les années dernières par la cherté inattendue des travaux hydro-électriques. Il ne faut pas craindre de le rappeler.

De toutes façons, l'électrification des chemins de fer est un consommateur formidable de cuivre, tandis qu'un des avantages du chauffage électrique par accumulation est de n'exiger que des matériaux nationaux : fer, acier, fonte pour les corps d'appareils, ferro-alliages pour les éléments chauffants : basalte fondu, quartz fondu, stéatite, etc... pour les empilages accumulateurs ; diatomites du Cantal et d'Algérie pour les isolants calorifuges ; aluminium pour les conducteurs, l'appareillage et l'ornementation ; minuterie de précision de la région de l'Est pour les appareils de contrôle, etc...

Quelques chiffres pour préciser ces idées :

Les frais de premier établissement pour l'électrification des chemins de fer varient de 350.000 fr. sur les lignes secondaires du Midi, à 800 et quelques mille francs sur les magistrales de l'Orléans, par kilomètre de ligne électrifiée, usines génératrices et lignes de transport non comprises. Cela donne donc une moyenne de 600.000 fr. par kilomètre ou 2,5 milliards de premier établissement pour absorber aux Centrales 1 milliard 600 millions de k. w. h., traction nécessaire aux 4.000 km. électrifiés en 1935.

b) *Chauffage par accumulation.* — Or, quel est l'ordre de grandeur des frais de premier établissement nécessaires pour absorber aux Centrales 4.400.000.000 k. w. h. pour chauffage par accumulation ? Il est facile à calculer. Nous avons vu ci-dessus que ces 4,4 milliards de k. w. h. équivalaient à 520.000 tonnes de combustible domestique. En supposant même, pour forcer un peu les prix, que ces k. w. h. ne soient utilisés que dans des installations complètes et nouvelles de chauffage central par eau ou vapeur avec chaudières électriques, à faire dans des maisons de rapport, et non dans de simples électrifications d'installations déjà existantes, les frais correspondants peuvent se chiffrer comme suit :

Cabines, chaudières électriques, Boilers, raccords, etc	550.000.000
Installations de chauffage proprement dites, radiateurs, etc.....	300.000.000
Renforcement de branchements, colonnes, etc.....	150.000.000

Soit un total au grand maximum d'un milliard de francs, sur lesquels 250 millions tout au plus, en installations électriques proprement dites et les 750 millions restants en construction et installation de chaudières, échangeurs de température, tuyauteries, etc... Et cela pour une consommation annuelle de 4.400.000.000 k. w. h. aux Centrales ou 3 milliards aux appareils eux-mêmes, alors que l'électrification de 4.000 km. de chemin de fer coûtera 2,5 milliards de premier établissement pour une consommation de 1.600.000.000 k. w. h. seulement aux Centrales, ou 1.330.000.000 k. w. h. aux compteurs des réseaux.

c) *Électrification rurale.* — On sait que la loi du 2 août 1923 prévoit pour ces travaux un crédit de 600 millions, sous forme d'avances à long terme à consentir aux collectivités, sous conditions que celles-ci contribuent aux frais pour une part égale. Cela ferait donc déjà une prévision de 1.200 millions rien qu'en avances à long terme et mises de fonds des consommateurs intéressés.

Il faut y ajouter les subventions d'Etat, des départements et des communes, les avances consenties par le Crédit Agricole, à moyen et à court terme, notamment pour les achats de matériels d'utilisation (entre autres équipages de labour électrique). Au Congrès de l'Électrification rurale, les estimations oscillaient autour de 1.800.000.000 francs. En fin de compte, on peut certainement évaluer à 2 milliards au moins, le devis général de l'Électrification rurale. Ce total correspond par exemple à une moyenne de 200 fr. par habitant et 10.000.000 habitants à desservir, ce qui est assez près de la réalité. En sus de ces 2.000.000.000 fr., on peut compter 150 millions pour installations de chauffage par accumulation (correspondant aux 700.000.000 k. w. h. évalués tout à l'heure), mais ces 150 millions sont simplement compris dans le devis général pour accumulation, arrondi, comme nous venons de le voir, à un milliard. On peut donc finalement dresser le tableau comparatif suivant :

	Frais spéciaux de 1 ^{er} Etablissement en millions de francs	Consommation annuelle en millions de kWh aux compteurs des clients
Ch. de fer (4.000 k.)	2.500	1.330
Réseaux ruraux sans accumulat.	2.000	300
Chauffage électriq.	1.000	3.000

On voit bien qu'à part certains avantages, d'ailleurs indéniables, d'exploitation technique, l'électrification des chemins de fer n'a guère, pour justifier la prééminence qu'elle s'est vu attribuer dans cette question de l'électrification générale de la France, que l'économie d'environ 2 millions de tonnes de charbon à mettre en avant. Mais, encore une fois, cette économie pouvait très certainement être obtenue en perfectionnant systématiquement les locomotives thermiques, comme on l'a fait pour les centrales thermiques et à l'exemple de la Suède et de l'Allemagne (locomotives à turbines, locomotives Diesel).

Quant aux réseaux ruraux, l'indigence de leur consommation, par rapport au capital engagé, crève les yeux, mais si l'on y généralise l'usage de l'accumulation, les proportions deviennent moins anormales car, au lieu de 300 et 3.000 millions de k. w. h. pour respectivement 2.000 et 1.000 millions de frais de premier établissement, on aurait :

La variante suivante :

Réseaux ruraux, avec accumulation	2.150	1.000
Chauffage électrique sur réseaux urbains seuls.....	850	2.300

Toujours est-il qu'on comprend que constructeurs, entrepreneurs, installations se soient jetés d'abord sur les chemins de fer et l'électrification rurale laissant pour plus tard le chauffage électrique qui, logiquement, aurait dû être mis au point parallèlement. Or, voici que son tour est venu ; que ce soit aussi pour vous le moment d'établir et de faire valoir vos droits à participer à sa mise en œuvre !

(A suivre.)