Tarification et Organisation économique de la Houille Blanche.

Quelles améliorations apporter à notre système hydro-électrique pour l'adapter aux conditions économiques actuelles.

Par DUCREST, Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique, Directeur de la Société hydro-électrique du Drac-Romanche.

Parmi toutes les désillusions que nous a apportées la paix, l'une des moins attendues est certainement celle que nous cause l'arrêt constaté dans le développement de l'industrie hydro-électrique.

La crise qui sévit depuis plus de deux années sur la plupart de nos industries s'explique facilement à posteriori soit par les restrictions dans la consommation mondiale, soit surtout par un développement trop rapide de la production qui est, dans certaines industries, la conséquence de l'effort démesuré qui a été fait pendant la guerre.

Le développement des aménagements hydro-électriques de 1914 à 1922 a été il est vrai très accentué. Le nombre des HP aménagés est passé pour la France entière de 1.200.000 HP à 1.800.000 HP dont environ 1.100.000 HP pour la région des Alpes, chiffre approximatif qui ne comprend pas les petites usines de moins de 200 HP. Sur ce chiffre l'industrie des transports de force entre à peu près pour la moitié, l'autre moitié étant prise pour la presque totalité par l'électro-chimie et l'électro-métallurgie, la papeterie, les industries diverses et la traction électrique n'utilisant guère pour le moment plus de 100.000 HP.

Il semblait que, en raison de notre pénurie de combustible industriel et du développement à prévoir pour nos industries métallurgiques et mécaniques par suite de la grande richesse en minerais de fer de notre sol national, ce supplément d'énergie hydro-électrique aménagée dans ces dernières années serait très facilement absorbé en vue d'être substitué au charbon pour tout ce qui concerne la production de force motrice, et même pour d'autres applications, ce qui permettrait de réserver notre combustible pour la métallurgie. Mais dans ce cas, comme toujours, nous avons pu constater que les évolutions économiques ne peuvent se faire que progressivement et nécessitent certaines adaptations qui demandent du temps.

La cause de l'arrêt momentané de développement de notre industrie hydro-électrique paraît donc résider non pas tant dans une crise de production ou de consommation, mais dans un manque de coordination entre les possibilités de la production et les besoins de la consommation.

Ce défaut de concordance existe à la fois dans le temps et dans l'espace.

Dans le temps la production hydro-électrique est assujettie aux variations saisonnières et même annuelles du débit des rivières. La plupart de nos grandes centrales hydrauliques voient leur production baisser d'une saison à l'autre du simple au triple et même plus. Les variations d'une année à l'autre sont moins accentuées mais elles sont encore plus imprévisibles que les variations saisonnières. La sécheresse de 1921 a été une dure leçon à ce sujet.

Les demandes de la consommation sont au contraire à peu près régulières tout le long de l'année et ne varient d'une année à l'autre que suivant les conditions économiques qui n'ont aucune relation avec les conditions météorologiques. En outre, la consommation de force et d'éclairage présente des variations journalières extrêmement accentuées, alors que les variations diurnes du débit des rivières sont extrêmement faibles.

L'industrie électro-métallurgique fournissait jusqu'à ces der-

nières années un élément compensateur important, car elle pouvait suivre à peu de chose près la production de force. La crise actuelle de cette industrie est donc venue aggraver la situation à ce point de vue.

La loi de huit heures, la semaine anglaise, l'extension du repos dominical, ont constitué aussi de nouvelles aggravations.

Dans l'espace les centres de production sont en général très éloignés des centres de consommation. Lyon est à plus de cent kilomètres des Alpes, Toulouse et Bordeaux sont loin des Pyrénées ; Paris et la région industrielle du Nord et du Nord-Est sont à plusieurs centaines de kilomètres des forces du Rhin et plus loin encore de celles des Alpes ou du Massif Central.

Les réseaux de transport ne se sont pas développés comme les usines de production et ils se montrent actuellement tout à fait insuffisants pour apporter dans les grands centres de consommation la force que ceux-ci seraient probablement très capables d'absorber et qui se perd tous les jours par dessus les déversoirs de nos usines des Alpes ou des Pyrénées.

CAUSES D'AGGRAVATION

Différentes causes sont venues encore accentuer la gêne produite par ce défaut d'adaptation de la consommation à la production. On peut citer entre autres :

- l'augmentation du prix de revient ;
- l'abaissement du coefficient d'utilisation ;
- la crise des industries électro-métallurgiques et électro-chimiques ;
- la loi du 16 octobre 1919.

Prix de revient.— Le prix du HP installé avant guerre variait en moyenne entre 300 fr. et 1.200 fr. en laissant de côté certaines installations exceptionnellement bon marché ou coûteuses. Il atteint aujourd'hui en moyenne 1.000 à 3.600 fr.

Le prix de revient du Kwh, amortissements compris, est très variable suivant les usines, il est en général très sensiblement moins élevé pour les usines d'électro-métallurgie qui se sont installées jusqu'à ce jour dans le voisinage des chutes les moins coûteuses, faisant choix du matériel le moins onéreux sans trop s'attacher au rendement, et réduisant au minimum les frais d'exploitation.

Dans l'électro-métallurgie le Kwh coûtait en moyenne avant la guerre, entre..... 0,005 et 0,015
il est passé actuellement de 0,01 à 0,02
pour les usines anciennes, et de 0,015 à 0,030
pour les usines nouvelles.

Pour l'industrie de la distribution, le prix de revient était avant la guerre en moyenne de 0,01 à 0,02
Il atteint maintenant de 0,02 à 0,04
pour les usines anciennes et de 0,03 à 0,04
pour les usines nouvelles. Il s'agit là du prix de revient du Kwh tout venant en admettant qu'ils soient tous utilisés. Je rappelle que les usines de production de force et de lumière sont équipées

en général pour trois fois le débit d'étiage, ce qui correspond à une possibilité de production annuelle d'environ 7.000 Kwh par Kw installé, alors que les usines d'électro-métallurgie sont équipées plutôt pour quatre fois de débit d'étiage, ce qui correspond à une production annuelle d'environ 6.500 Kwh par Kw installé.

La petite différence qui existe encore entre le prix de revient des usines anciennes et celui des usines nouvelles va en s'atténuant rapidement, car il faut que les renouvellements de matériel se fassent aux prix nouveaux, les réserves et les amortissements doivent donc suivre en conséquence, et il serait logique que les dividendes des actions suivent également la loi générale d'augmentation du taux de l'argent. En somme, étant donné le prix actuel de toutes choses, il semble que le prix de revient de la force motrice est actuellement le triple de ce qu'il était avant la guerre, souvent plus pour les usines nouvelles. Dans ces conditions, les prix de vente doivent tendre vers le triple des prix d'avant guerre et leur maintien en dessous de ce taux est un indice de la crise qui s'oppose au développement des aménagements nouveaux.

Coefficient d'utilisation. — Les prix de revient ci-dessus sont naturellement augmentés chaque fois que l'énergie qu'il est possible de produire n'est pas totalement utilisée.

Dans l'électro-métallurgie, l'utilisation est en principe à peu près totale et ne diminue qu'en cas de mévente des produits.

Pour la force motrice et l'éclairage, le coefficient d'utilisation peut descendre très bas. En effet, ainsi que nous l'avons vu, les besoins de force sont à peu près réguliers toute l'année et la consommation de lumière est la plus élevée en hiver, à une époque où le débit de nos cours d'eau des Alpes est généralement le plus bas. De plus, les demandes de force sont beaucoup moins élevées pendant la nuit.

Il résulte de tout cela, que le coefficient d'utilisation d'une usine installée sur un cours d'eau sans aucun réservoir en vue de satisfaire à elle seule aux demandes d'un réseau de force et de lumière ne dépasserait guère 30 à 40 %. Si ce même réseau est desservi par un ensemble d'usines placées sur des cours d'eau à régimes différents le coefficient d'utilisation montera à 60 % et pourra même atteindre 80 % si ces usines sont pourvues de réservoirs permettant pendant les périodes d'étiage de suivre sans perte d'eau les variations de la consommation journalière.

Cette situation a été aggravée par la loi des huit heures, par la semaine anglaise et par l'extension du repos hebdomadaire. Pour les usines isolées, le coefficient d'utilisation a été diminué de 15 à 20 % de sa valeur antérieure. Pour les usines conjuguées ou munies de réservoirs, cette diminution a pu être compensée plus ou moins par la recherche de clients nouveaux ; néanmoins, nous devons constater que dans toutes nos usines de transport de force il se perd encore une quantité d'énergie considérable pendant la nuit et le dimanche, même à l'époque des basses eaux.

Le prix de revient augmente naturellement en proportion inverse du coefficient d'utilisation. Ainsi une usine dont le Kwh tout venant coûterait 0,04 verra son prix de revient passer à 0,05 si son coefficient d'utilisation est 80 % et à 0,10 si son coefficient descend à 40 %.

La sécheresse de 1921 va aggraver la situation parce que, bien qu'elle soit considérée comme tout à fait anormale, elle produira un effet moral inévitable. Les usines vont être obligées soit de diminuer leurs engagements, soit d'installer des forces complémentaires ou des groupes thermiques de secours, ce qui, de toutes façons, augmentera très certainement leur prix de revient.

Transport et distribution. — Les prix du transport et de la dis-

tribution ont naturellement augmenté dans la même proportion que les autres facteurs du prix de revient.

Dans les conditions actuelles, les prix du transport de l'énergie à grande distance, pour une utilisation moyenne de 3 à 4.000 heures par an, sont :

Pour les grandes distances au-dessus de 200 km et les grosses puissances, environ..... 0,0002 par Kwh-km.

Pour les distances de 50 à 200 km et les puissances moyennes, environ 0,00025 par Kwh-km.

Pour les distances inférieures à 50 km, 0,0003 à 0,0004 par Kwh-Km.

Il faut ajouter à ces prix celui de l'énergie perdue en ligne, laquelle s'établit en moyenne autour de 8 à 10 %.

Les prix de distribution de l'énergie s'équilibrent en général dans notre région autour de 0,03 fr. par Kwh. Ce chiffre est un peu plus faible pour les distributions dans les agglomérations, et d'autant plus élevé que le réseau dessert une population plus dispersée et moins industrielle.

Ainsi, par exemple, si une usine produit du Kwh au prix de 0,04 le Kwh tout venant, ce prix montera à 0,07 si le coefficient d'utilisation est de 57 %. Il sera porté à 0,09 si le transport de l'énergie se fait en moyenne à 50 km. Ce chiffre sera porté à 0,10 si les pertes en ligne sont en moyenne de 10 %, et enfin, pour un réseau desservant une population de densité moyenne, les frais de distribution porteront ce prix de revient à 0,13 pour le Kwh rendu chez l'abonné. Il s'agit là d'un prix de revient de force et d'éclairage qui peut être réduit pour les grosses consommations et qui devra être augmenté par contre pour les faibles consommations et l'éclairage.

Il y aura lieu de tenir compte, en outre, de la nécessité d'avoir des bénéfices suffisants pour la distribution d'un dividende et pour la constitution des réserves indispensables.

Crise de l'électro-métallurgie. — Cette crise tend naturellement à rejeter vers l'industrie de la distribution une partie des forces actuellement disponibles.

Il serait à souhaiter que les industries électro-métallurgiques et électro-chimiques puissent s'adapter à l'utilisation relativement plus importante des forces de hautes eaux et des HP de nuit. Cela aurait le double avantage de diminuer le prix de revient de l'énergie réservée à ces industries et de mettre à la disposition des réseaux de distribution les forces de jour et de basses eaux dont ils ont surtout besoin.

Loi du 16 octobre 1919. — Les effets de cette loi ont été examinés par notre collègue M. Lhuillier, dans une des dernières séances de la Société scientifique de l'Isère.

M. Lhuillier a montré combien cette loi a été encore aggravée par le cahier des charges type qui est imposé aux demandeurs en concession. Ce cahier des charges apporte avec lui toutes les conséquences qui caractérisent l'intervention exagérée de l'Etat dans l'industrie :

- Clauses restrictives à l'utilisation ;
- Fourniture de force à prix réduit aux services publics, même lorsque ceux-ci s'érigent en concurrents de l'industriel ;
- Clauses de sujétions ;
- Redevances fixes et proportionnelles ;
- Limitation des bénéfices ;
- Clauses de déchéance ;
- Clauses de rachat, et enfin ;
- Retour à l'Etat presque sans indemnité en fin de concession.

Les quelques facilités que donne la loi par rapport à l'état de choses existant sont loin de compenser toutes ces charges.

QUELLES AMÉLIORATIONS S'IMPOSENT

Nous avons vu que les caractéristiques de la situation actuelle résident principalement dans un manque de concordance entre les possibilités de production et les besoins de la consommation. Les causes de ce manque de concordance sont des phénomènes naturels ou économiques et les premiers surtout sont susceptibles de correction par la science et l'industrie des hommes.

Le manque de concordance dans l'espace peut être corrigé par un développement méthodique des réseaux de distribution et surtout des grands réseaux de transport. Je n'ai pas l'intention de m'étendre sur ce sujet qui a déjà été traité maintes fois, qui le sera encore certainement, et qui appelle de nombreuses observations ou suggestions. Il est à souhaiter que les intéressés se concertent et arrivent à préciser les bases d'une doctrine bien nette d'accord avec l'Etat et ses mandataires, ce qui ne paraît pas être le cas actuellement si l'on s'en rapporte aux lenteurs qui président à l'établissement des cahiers des charges en cours de discussion.

- Courbes des puissances instantanées mensuelles en année sèche.
- Courbes des puissances instantanées mensuelles en année humide.
- Courbes de la puissance régularisée à 30 000 Kw constants.

Fig. 1

Comme pour les concessions de chutes d'eau, ces cahiers des charges ne semblent pas se préoccuper suffisamment de la nécessité d'attirer les capitaux vers cette industrie dont le développement est cependant si nécessaire.

Le manque de concordance dans le temps peut être corrigé par plusieurs moyens :

La mise en connexion ou en parallèle sur le même réseau de plusieurs usines à régimes différents ;

L'établissement de réservoirs journaliers ou saisonniers ;

L'adjonction d'usines thermiques qui sont mises en marche aux heures où la demande du réseau est supérieure à la production des usines hydrauliques.

Le premier moyen est depuis longtemps entré dans la pratique courante et il y a lieu de recommander son développement. Une usine isolée installée sur un cours d'eau à régime variable est manifestement impuissante à assurer le service d'un réseau, à moins de se contenter d'un coefficient d'utilisation extrêmement faible qui la conduirait fatalement à la ruine.

L'emploi des usines thermiques de secours est également très répandu, mais il n'y a pas lieu de se dissimuler que c'est là un moyen extrêmement onéreux, car le prix de revient du Kwh thermique s'accroît terriblement vite à mesure que le nombre des heures d'utilisation diminue ; cela est bien mis en évidence par le fait que partout où sont installées des usines de secours thermiques on a tendance à les faire travailler d'une façon aussi régulière que possible, le service des pointes étant assuré dans la plus grande mesure par les usines hydrauliques du réseau.

Pour fixer les idées par des chiffres en ce qui concerne particulièrement les usines vapeur, on peut dire que avec les prix

actuels du charbon, 90 à 100 fr., le prix de revient du Kw vapeur dans les grandes centrales thermiques des régions de Lyon et de Saint-Etienne étant par exemple 0,25 à 0,30 le Kwh, celui d'une centrale de secours fonctionnant seulement quelques mois chaque année sera au moins 0,35, et ce prix pourra monter à 0,40 ou 0,50 si le secours n'est donné que pendant quelques semaines.

Dans les Alpes une centrale thermique peut se justifier soit comme secours dans un centre industriel important soit encore comme moyen d'utilisation des charbons de qualité inférieure

- Courbes des puissances mensuelles instantanées en année sèche d'une usine type 4 000 Kw installée sur le Drac moyen.
- Courbes des puissances mensuelles instantanées en année humide d'une usine type 4 000 Kw installée sur le Drac moyen
- Courbes de consommation mensuelle instantanée d'un réseau de distribution type de la région de Grenoble.

Fig. 2

dans une région minière. Dans ce dernier cas le prix de revient devra se rapprocher de celui obtenu dans les centrales hydrauliques sur réservoirs et la puissance maximum sera imposée par la capacité des lignes de transport passant à proximité.

Le secours le plus économique pour un réseau desservi par des centrales hydrauliques sera généralement obtenu au moyen de réservoirs

Réservoirs journaliers. — L'emploi des réservoirs journaliers se répand de plus en plus et nous estimons que ces réservoirs sont le complément indispensable des chutes destinées à assurer le service d'un réseau.

C'est là en effet un moyen qui permet non seulement de satisfaire aux pointes, mais aussi de réserver l'eau pendant les heures de moindre consommation.

Les secours ainsi fournis ne nécessitent aucune dépense de matériel supplémentaire si les pointes ne dépassent pas le maximum d'équipement de l'usine pour les hautes eaux.

Ce genre de réservoir permet donc de compenser d'une manière relativement peu coûteuse les écarts journaliers entre la production et la consommation. Pour les écarts saisonniers il faut avoir recours à des réservoirs beaucoup plus importants.

Réservoirs saisonniers (1). — Les réservoirs saisonniers permettent de régulariser la puissance d'une usine ou d'un réseau sur toute l'année.

Ce résultat peut être obtenu en régularisant le débit, mais

(1) Voir *Houille Blanche*, mai-juin 1922. Usine de Belleville et lac de la Girotte.

dans la plupart des cas il sera atteint beaucoup plus facilement en régularisant directement la puissance par le moyen d'une usine spéciale installée sur une haute chute alimentée par un grand réservoir et fonctionnant seulement pendant les périodes de basses eaux.

Les qualités principales de tels réservoirs doivent être :

Avant tout d'avoir leur remplissage assuré, même pendant les années de grande sécheresse ;

Etre à une altitude aussi élevée que possible et se prêter à l'utilisation de l'eau accumulée sur la plus grande hauteur possible.

Etre alimentés par des eaux aussi pures que possible en vue d'éviter un envasement trop rapide ;

Enfin, les usines de régularisation installées sur de tels réservoirs devront être le plus rapprochées possible des centres de consommation, cela afin d'éviter la construction de longues lignes coûteuses qui ne seraient utilisées que pendant une faible partie de l'année.

La région des Alpes est particulièrement favorable à l'établissement de réservoirs dont le remplissage puisse être assuré, même au cours des années les plus sèches, grâce aux énormes masses glaciaires qui couvrent les massifs élevés.

Ces réservoirs courent d'autant moins le risque de se combler rapidement qu'ils seront à une altitude plus grande. Il est connu en effet que les torrents des Alpes ont des eaux peu chargées de matériaux à leur origine, même lorsque leur source est glaciaire. Les matériaux qu'ils transportent dans la partie inférieure de leur cours proviennent plutôt des érosions produites par les pluies torrentielles ou par la fonte rapide des neiges aux moyennes altitudes.

Dans la région qui nous intéresse directement, c'est-à-dire celle qui est alimentée principalement par les usines des vallées du Drac et de la Romanche et qui dessert les régions industrielles de Vizille, Grenoble, Voiron, tout le bas Dauphiné, le Lyonnais, le Viennois et les régions de la Loire, il existe plusieurs emplacements très favorables pour l'installation de grands réservoirs alimentant d'importantes usines d'énergie complémentaire.

Réservoirs de haute altitude. — Pour cette région, les réservoirs de haute altitude doivent être recherchés surtout dans la haute vallée de la Romanche et de ses affluents, tels que le Vénéon et l'Eau d'Olle. La haute vallée du Drac présente des surfaces glaciaires beaucoup moindres et par conséquent une alimentation moins assurée. De nombreuses études ont été faites et certaines ont été suivies d'un commencement d'exécution. On peut citer en première ligne les lacs du bassin supérieur de l'Eau d'Olle très largement alimentés par les glaciers des Grandes Rousses, les lacs de Lovitel et de la Muselle dans la vallée du Vénéon et nombre d'autres petits lacs pouvant se transformer en réservoirs plus ou moins intéressants.

Mais les usines alimentées par ces réservoirs seraient à une grande distance des centres de consommation, une centaine de km au moins. Il est donc à prévoir que leur puissance devra être limitée à celle que peuvent fournir en période de hautes eaux les usines existantes ou à créer dans la même région.

Les lacs du massif de Belledonne se prêteraient à une utilisation beaucoup plus intéressante en raison de leur proximité de la région de Grenoble et des grands réseaux de transport. Ces lacs ont attiré depuis longtemps l'attention des industriels ; Aristide Bergès, il y a cinquante ans, et d'autres, jusqu'à nos jours ont cherché à les utiliser de plus en plus pour la régularisation des usines installées dans la vallée de l'Isère sur les torrents descendant de ce massif.

Nous croyons qu'il serait possible de tirer de cette région une utilisation d'un ordre beaucoup plus important en envisageant la réunion dans un même aménagement de tous les lacs situés à

l'origine des trois principaux torrents descendant de ce massif ; torrent de Saint-Mury, torrent de Lancey et torrent de Domène.

Il paraît possible d'accumuler dans ces différents lacs une réserve annuelle d'au moins 10 millions de mètres cubes qu'il serait facile d'utiliser par des installations relativement peu coûteuses sur une hauteur de 1.700 mètres, on produirait ainsi 30 à 40 millions de Kwh d'énergie complémentaire, tout en obtenant une quantité au moins égale d'énergie non régularisée. L'aboutissement d'un pareil projet nécessiterait l'entente des différents industriels qui ont installé leurs papeteries au pied de ce massif à Domène et Lancey. Nous ne doutons pas qu'il puisse s'accommoder avec la conservation des beautés naturelles de cette région et même certains avantages pourraient être donnés aux Sociétés touristiques sous forme de chalets de montagne et de facilités d'accès plus grandes.

Réservoirs de moyenne altitude. — Si l'on cherche des emplacements de réservoirs à des altitudes plus faibles en vue de se rapprocher des centres d'utilisation, il faut compenser la diminution de hauteur par une augmentation de volume. Ce résultat sera facilement obtenu en ce qui concerne les possibilités d'alimentation, par suite de l'augmentation des bassins versants, mais les emplacements convenables sont assez rares et la création de vastes réservoirs dans les vallées moyennes entraîne fatalement l'inondation de terrains de plus grande valeur et parfois la disparition de quelques maisons d'habitation.

Les possibilités d'ensablement rapide augmentent également à mesure que l'on descend sur le cours des torrents.

Dans la région qui nous intéresse, deux grands projets ont été mis en avant dans cet ordre d'idée, l'un utilisant les eaux de la haute Romanche et l'autre celles du Vénéon.

Sur l'initiative de M. Frédet, le Comité des intérêts de la Romanche étudie en ce moment le barrage du Chambon qui permettrait de créer dans la vallée de la Romanche, au-dessous du confluent du Ferrand à une altitude d'environ mille mètres, un grand bassin de retenue de près de 100 millions de mètres cubes. Les promoteurs de ce projet avaient surtout en vue de régulariser les usines existantes sur le cours moyen de la Romanche entre Rochetaillée et le confluent du Drac, et du même coup également les usines du Bas Drac et de la Basse Isère, dont le débit d'étiage serait accru de 7 à 8 m³.

On pourrait compléter ce résultat par l'installation d'une usine d'énergie complémentaire utilisant les eaux du réservoir sur la hauteur de 200 à 300 mètres qui le sépare du confluent du Vénéon, mais ainsi que nous l'avons dit plus haut la puissance de cette usine serait limitée par la nécessité de ne pas créer une longue et coûteuse ligne de transport uniquement destinée à transporter la puissance de pointe.

Le barrage du Chambon est actuellement à l'étude, les sondages effectués ont permis de reconnaître le rocher en place à une trentaine de mètres au-dessous du lit du torrent, et il ne semble pas que la construction de l'ouvrage, qui aurait ainsi environ 130 mètres de hauteur totale, doive présenter des difficultés insurmontables.

Un autre projet a été mis en avant récemment par un de nos collègues, M. l'ingénieur en chef Wilhem, il consiste à détourner les hautes eaux du Vénéon par un barrage de faible hauteur établi sur ce torrent au Plan du lac à environ 1.200 m. d'altitude et à conduire ses eaux par une dérivation d'environ 25 km de longueur dans un grand réservoir obtenu par le relèvement du plan d'eau des lacs de Laffrey à l'altitude de 930 m. environ.

La dérivation qui serait de faible section et à grande pente présente un tracé relativement facile composé de parties à ciel ouvert et de trois grands souterrains. Il coupe par une corde la grande boucle constituée par le cours du bas Vénéon et de la Ro-

manche. Ce projet grandiose porte l'empreinte des conceptions audacieuses auxquelles notre collègue, M. Wilhem, nous avait préparés par ses beaux projets de régularisation du Verdon et de la Durance. Il est extrêmement séduisant et nous ne doutons pas que l'avenir montre qu'il est aisément réalisable et susceptible d'apporter au système hydro-électrique de notre région non seulement les moyens de régularisation désirés, mais encore des possibilités de développement considérable dans l'avenir.

PROGRAMME A ÉTABLIR

Pour aboutir rapidement, j'estime qu'il est nécessaire d'établir un programme sur lequel tous les intéressés soient d'accord.

Une des premières données de ce programme doit être la fixation approximative de la quantité d'énergie complémentaire dont nous avons un besoin immédiat. On cherchera en second lieu à établir celle nécessaire pour franchir une seconde étape dans l'aménagement des forces des vallées du Drac et de la Romanche et enfin, on pourrait indiquer le chiffre maximum d'énergie complémentaire que nécessiterait l'aménagement hydraulique intégral de ces vallées.

Nous avons tenu à indiquer l'ordre de grandeur des besoins immédiats de notre région des Alpes.

A cet effet, nous avons pris l'ensemble des usines existantes alimentant les réseaux de distribution du département de l'Isère en laissant de côté pour le moment ceux qui ont déjà leurs moyens propres de régularisation, tels que les réseaux des Sociétés de Force et Lumière, de l'Eau-d'Olle et de Loire et Centre et aussi ceux du bas Grésivaudan qui peuvent être facilement régularisés soit par l'aménagement des Sept Laux, soit par un aménagement partiel des lacs de Belledonne.

Cet ensemble comprend neuf usines, savoir : toutes celles du réseau de Fure et Morge et de la Société d'éclairage de la ville de Grenoble, auxquelles nous avons adjoint deux usines de la vallée de la Romanche, celle de Séchillienne et celle des Vernes et une usine sur le Drac, celle de la Société Drac Romanche, qui sont susceptibles de donner un appoint immédiat de force aux centres industriels qui nous occupent.

Cet ensemble qui représente un total de environ 50.000 HP aménagés, présente d'un bout de l'année à l'autre des variations qui limitent pour le moment son coefficient d'utilisation et font perdre une quantité considérable d'énergie pendant les périodes de hautes eaux.

Néanmoins, le graphique de la figure n° 1, comparé à celui d'une usine isolée (fig. n° 2), montre que la coordination de toutes ces usines produit déjà une régularisation appréciable.

Le graphique dont il s'agit et qui donne les puissances mensuelles pendant deux années types, l'une très humide et l'autre très sèche, fait ressortir qu'il existe encore malgré cette coordination des différences importantes entre les puissances mensuelles extrêmes. Cet écart va de 37.000 Kw, puissance instantanée

totale obtenue pendant le mois de mai de l'année humide, à 13.000 Kw, puissance instantanée obtenue pendant le mois de janvier de l'année très sèche. Cet écart serait encore plus grand si l'on prenait les puissances journalières.

Si l'on cherche à régulariser cette puissance totale en vue d'obtenir une puissance de 30.000 Kw disponible toute l'année, on voit qu'il serait nécessaire d'avoir une usine d'énergie complémentaire fonctionnant en moyenne pendant huit mois par an et capable de donner une pointe instantanée d'au moins 17.000 Kw, probablement 20.000. Cette pointe pourrait cependant être quelque peu diminuée par le développement des accumulations journalières dans les usines existantes.

Une première approximation rapidement faite permet de voir que le déficit d'énergie à combler serait d'environ 69.000.000 de Kwh en année sèche, et de 27.000.000 de Kwh dans une année humide, mais il faut observer qu'en raison de son prix élevé, cette énergie complémentaire ne serait probablement demandée que par les industries qui ont besoin d'une alimentation régulière, lesquelles sont en général les industries de jour, on peut donc admettre que les besoins immédiats probables du réseau dont il s'agit varieraient de :

23 millions de Kwh pour les années sèches, à 9 millions de Kwh pour les années humides.

L'usine devrait être aménagée pour une puissance maximum qui serait probablement comprise entre 15.000 et 20.000 Kw.

CONCLUSION

Ces chiffres, que nous donnons à titre d'indication, devraient être établis plus exactement à la suite d'une étude très précise, et nous terminerons en formant les vœux que ce Congrès provoque la formation d'un comité régional comprenant des représentants de l'industrie, des techniciens de la houille blanche, des géographes, des géologues, et des délégués des Sociétés touristiques. Cette réunion d'experts aurait pour mission d'établir sur des données précises les besoins immédiats et futurs de notre région en énergie complémentaire. Elle aurait également à faire un premier examen des différents projets que nous avons énumérés plus haut et de tous ceux qui pourraient être présentés dans le même but, et de définir les conditions auxquelles chacun d'eux devrait satisfaire pour rentrer dans le cadre du programme établi et surtout pour ne pas porter d'atteintes graves aux autres intérêts régionaux.

Nous pensons qu'une enquête préalable, faite dans de telles conditions, serait indispensable pour établir un plan rationnel d'aménagement qui satisfasse aux besoins de notre région sans soulever dans la suite d'objections qui seraient de nature à retarder sa réalisation. Une telle méthode aurait en outre l'avantage de faciliter aux intéressés la réalisation des moyens financiers indispensables avec toutes les garanties nécessaires.

État actuel de l'industrie des Câbles électriques à très haute tension.

Par G. DECOMBE, *Ingénieur, Fondé de Pouvoirs de la Compagnie générale des Câbles de Lyon.*

L'état actuel de l'industrie des câbles électriques à très haute tension a été parfaitement défini au cours de la Conférence Internationale des grands réseaux électriques à haute tension qui s'est tenue à Paris au mois de novembre dernier.

Nous proposons de reprendre ici les conclusions qui se déduisent de la discussion qui a suivi la lecture du rapport présenté sur cette question.

Les transports d'énergie à haute tension étant généralement réalisés en courant alternatif triphasé nous considérerons plus spécialement les câbles utilisés dans de tels transports.

CÂBLES A TROIS CONDUCTEURS

Les constructeurs paraissent être d'accord pour admettre que le câble à 3 conducteurs présente une sécurité suffisante pour toutes les tensions inférieures à 35.000 volts. De nombreuses installations fonctionnent d'ailleurs d'une façon irréprochable depuis plusieurs années avec des câbles de ce modèle sous des tensions composées comprises entre 30 et 35.000 volts.

Au delà de 35.000 v. et jusqu'à 50.000 v., l'utilisation des câbles à 3 conducteurs peut être discutée. L'inégalité de la répartition