

DE L'EMPLOI DE L'ÉLECTRICITÉ

avec les roues hydrauliques

Parmi toutes les fonctions que remplit l'Électricité au service de la Houille blanche, il en est une des plus modestes, néanmoins fort intéressante et très utile par la multiplicité de ses adaptations : c'est celle qu'elle s'est créée au service de la roue hydraulique.

Trop peu connue du petit industriel, lui paraissant onéreuse ou d'application compliquée, l'Électricité ne lui semble d'aucun avantage ; et cependant, elle peut, avec beaucoup de simplicité, lui rendre d'importants services, s'il sait l'appliquer convenablement à ses besoins.

Nous ne parlerons pas des avantages bien connus de la lumière électrique et de l'intérêt que présente son emploi, surtout dans les minoteries et les scieries, pour réduire les chances d'incendie. Et pour ce qui est de l'importance du secours de l'Électricité dans le mode même d'utilisation du travail de la roue, nous nous bornerons seulement à en donner quelques exemples. L'Électricité, d'ailleurs, n'aura que très rarement à intervenir dans l'établissement de la roue, presque toujours elle la trouvera déjà existante. Ce que nous nous proposons, c'est surtout de décrire les moyens pratiques d'adapter à une roue, une installation électrique, dont la simplicité, la commodité et la sécurité soient en rapport avec la rusticité du cadre qui la reçoit.

En passant, remarquons la défiance du petit industriel pour la turbine. Sa roue, il la connaît, croit l'avoir mieux en mains qu'une turbine pour lui plus compliquée, plus délicate et dont il redoute à tort des réparations plus nombreuses. Mais sa roue presque toujours a été construite sans qu'il soit tenu compte suffisamment des efforts considérables qu'elle est appelée à supporter, car elle doit racheter sa faible vitesse par la grandeur de son couple. Souvent, enfin, il a la conviction profonde que sa roue lui donnera *plus de force* ! Sans doute, si, par exemple, il s'agit d'actionner une minoterie nécessitant une faible vitesse de rotation, il peut être dans le vrai ; les bonnes roues « en-dessus » ayant un rendement égal ou supérieur à 80 %. Mais, faut-il entraîner une dynamo, la turbine avec sa grande vitesse est incontestablement préférable, car en ce cas, il n'est pas rare de voir les transmissions absorber de 30 à 50 % du travail de la roue. C'est là le point faible de ce moteur pour cette application ; autrement, sa simplicité, sa robustesse et son haut rendement pour les chutes de 6 à 12 mètres et de faibles débits, sont des avantages qu'il ne faut pas toujours dédaigner.

Mais, considérons la roue hydraulique en tant que moteur de machines dynamos. C'est un moteur à vitesse très variable avec la charge. Elle est, du reste, incapable de donner un coup de collier. En effet, outre que sa puissance diminue presque dans la même proportion que sa vitesse, le couple variant peu lorsque cette dernière baisse, la roue n'agit que très faiblement comme volant, à cause de sa vitesse si réduite. D'autre part, il n'existe pas de moyens réellement pratiques pour régler la vitesse des roues ; les régulateurs hydrauliques et même les « absorbeurs de force » sont, en

général, trop coûteux et trop compliqués pour ces petites installations. La roue sans régulateur a alors un fonctionnement semblable à celui d'une machine à vapeur marchant sans régulateur, à pression et à admission constantes. Il faut cependant s'accommoder de ces inconvénients ; on y arrive en employant les divers moyens que nous allons étudier.

APPLICATION DES ROUES A L'ÉCLAIRAGE

Marche sans accumulateurs. — Si la roue doit actionner simultanément la dynamo et divers outils, à moins que la puissance demandée par ceux-ci ne soit rigoureusement constante (pompes centrifuges, ventilateurs, etc.) il est bien difficile, à cause des grandes variations de vitesse, de faire de l'éclairage direct sans passer par l'emploi des accumulateurs.

Lorsque la roue est exclusivement réservée à la production de l'électricité, du moins pendant le fonctionnement de la dynamo, le cas le plus simple qui puisse se présenter est celui de la *marche à puissance constante* : le nombre de lampes allumées reste sensiblement le même pendant toute la durée d'éclairage à un petit nombre de lampes près que l'on détermine chaque fois par l'expérience. C'est le cas tout indiqué pour l'éclairage public d'un village, pour celui d'un atelier, d'une ferme, en un mot chaque fois qu'un certain nombre de lampes doivent toujours brûler ensemble.

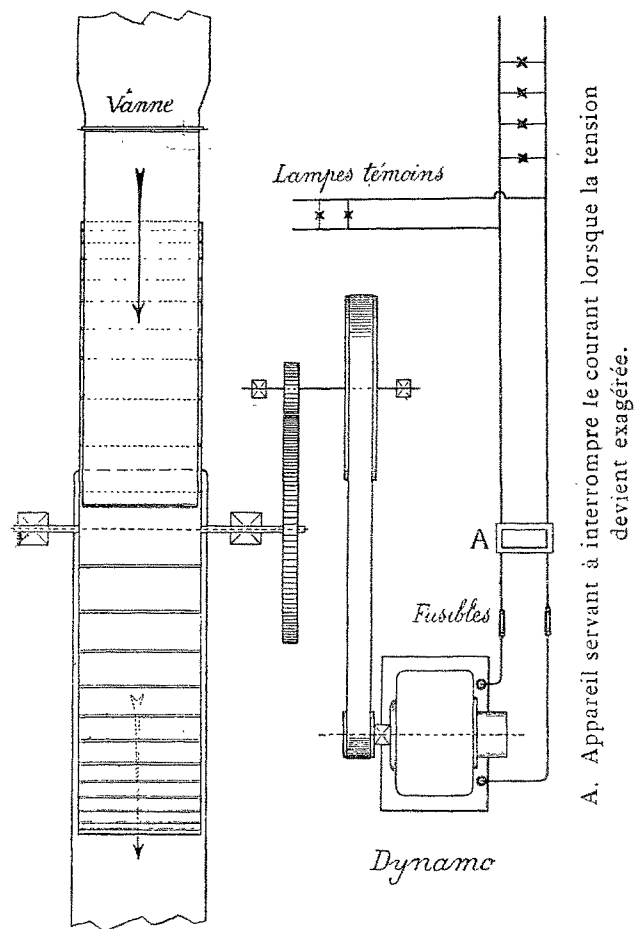


Schéma de la marche à puissance constante.

L'installation qui, une fois bien établie, ne nécessite aucune surveillance car rien ne varie, est alors de la plus extrême simplicité. La chute doit d'abord être aménagée pour que la puissance de la roue ne puisse varier en aucun

cas, pendant un orage par exemple, une fois la vanne ouverte convenablement pour obtenir le voltage voulu. Cette tension, qui se règle à la mise en marche par la vanne, devant rester constante, le rhéostat d'excitation devient alors inutile. Plusieurs lampes témoins, placées près de la vanne, remplaceront économiquement le voltmètre tout en donnant des indications plus nettes et toujours dignes de foi. L'ampèremètre lui-même peut être supprimé, car le voltage étant constant, la puissance aussi, l'intensité doit demeurer fixe. Un ampèremètre ne servirait dans ce cas qu'à déterminer l'isolement de l'installation. Du reste, si, un jour, il devient nécessaire d'augmenter plus que d'habitude, l'ouverture de la vanne pour obtenir l'éclat normal des lampes, c'est que l'intensité débitée par la dynamo aura augmenté par suite d'un défaut d'isolement. Ainsi la vanne pourra elle-même servir d'ampèremètre grossier mais en général suffisant.

Les plombs fusibles se placeront comme d'ordinaire immédiatement après les bornes de la dynamo. On n'en mettra pas d'autres, car toute extinction d'un groupe de lampes pourrait brûler celles qui resteraient, par suite de l'augmentation de tension due à l'emballement de la roue en partie déchargée. Pour la même raison, il sera prudent et économique d'ailleurs, de ne placer aucun interrupteur.

Par mesure de sécurité on pourra mettre un appareil agissant sur la vanne, ou plus simplement, coupant le courant toutes les fois que la tension, trop élevée, sera dangereuse pour les lampes. Ces appareils pourront être des indicateurs de tension ordinaires. On peut faire aussi usage d'un régulateur de Watt, à force centrifuge, qui fonctionnera avec beaucoup de sécurité toutes les fois que la vitesse sera exagérée. Un disjoncteur de courant à maximum, convenablement réglé, remplira également le même but tout en servant à la fois de coupe-circuit.

Ces installations si simples et d'un établissement si économique, puisque tous les accessoires sont à peu près supprimés, le classique tableau de distribution en particulier, peuvent s'établir également avec les turbines et même avec les machines à vapeur fonctionnant sans régulateur, ou plutôt avec un simple régulateur à maximum pour éviter l'emballement, la pression et l'admission de vapeur étant constantes. Ce mode d'installation est très recommandable dans les transports de force là où la charge du moteur électrique est constante.

Dans le cas où l'on désire faire varier le nombre des lampes allumées, un homme est alors nécessaire pour régler constamment la tension en manœuvrant la vanne. Le

rhéostat de champ agit peu sur le voltage; son action sur celui-ci serait même nulle si le rendement de la roue était indépendant de sa vitesse. Cet appareil ne sert qu'à régler la vitesse de la roue et, c'est, du reste, l'effet qu'il produirait sur tous les moteurs usuels qui seraient dépourvus de régulateurs (turbine, machine à vapeur, etc.), car pour augmenter la tension dans un réseau il faut accroître la puissance de la dynamo, ce qui ne peut se faire qu'en agissant sur la vanne (ou sur l'admission de la vapeur, du gaz, etc.).

Dans les petites installations le rhéostat de champ n'est donc pas nécessaire. On peut, d'ailleurs, si on désire maintenir la vitesse de la roue constante, employer une dynamo compound ou même hypercompound.

Il faut éviter, d'autre part, qu'un nombre important de lampes puisse s'éteindre à la fois, afin de ne pas augmenter dangereusement la tension en déchargeant la roue trop brusquement et laisser à l'électricien le temps d'agir sur la vanne. La surveillance exigée de celui-ci peut être bien réduite si l'on emploie des accumulateurs.

Marche avec accumulateurs. — Les accumulateurs, emmagasinant, jour et nuit, la puissance de la roue, peuvent fournir, pendant quelques heures, un éclairage trois et même quatre fois plus important que celui dont on peut disposer sans eux en marche directe. Ils sont, du reste, nécessaires pour permettre

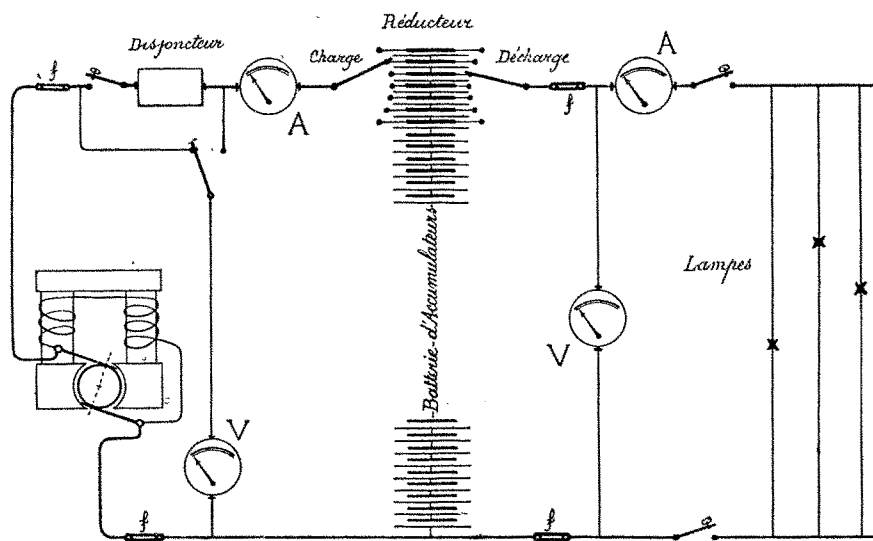


Schéma de la marche avec accumulateurs.

simultanément l'éclairage et l'utilisation de la roue aux travaux de l'usine, ainsi que pour diminuer la surveillance de l'électricien et rendre l'installation plus automatique.

Pendant la charge des accumulateurs, le voltage devant varier de 40 à 50 %, il serait souvent peu pratique d'obtenir cette variation de tension par la variation de vitesse de la roue, surtout si celle-ci actionne en même temps d'autres machines. Le rendement de la roue en souffrirait du reste. Un rhéostat d'excitation sera donc le plus souvent nécessaire, tout au moins pour maintenir la vitesse de la roue dans des limites convenables, en évitant, toutefois, qu'une excitation trop faible n'apporte aux balais des étincelles dangereuses.

On peut aussi, pour rendre la charge automatique avec une vitesse de la roue peu variable, faire usage d'une dynamo compound à enroulements différentiels. La puissance fournie par la dynamo étant constante, lorsqu'avec la charge, la tension augmente, le courant qu'elle débite diminue, l'excitation en série, qui se retranche de celle en dérivation, diminue donc pendant que cette dernière augmente du fait de l'accroissement de voltage à ses bornes. L'excitation résultante suit donc automatiquement, pour ces deux raisons, l'élévation de tension aux bornes des accumulateurs. Le réglage ne sera

jamais parfait, mais les variations de vitesse qui s'en suivront n'auront aucun inconvénient.

Dans les toutes petites installations et là où la puissance disponible est en excès, il est préférable de supprimer les réducteurs de charge et de décharge, et de régler la tension aux lampes par un simple rhéostat. On évite ainsi que les éléments de réduction, confiés souvent aux soins de personnes négligentes ou peu expérimentées, ne soient toujours en charge et rarement en décharge, ce qui entraîne leur usure plus rapide. Dans le cas où la distribution est faite à 25 volts le réglage de la tension devient alors à peu près inutile.

Quant à la capacité des accumulateurs on est porté le plus souvent à la prendre beaucoup trop grande. La roue qui ne peut donner qu'une puissance limitée arrive alors à ne pouvoir jamais charger entièrement la batterie, la sulfatation et la détérioration des plaques s'en trouvent alors facilitées.

Si la chute peut donner une puissance P , en tenant compte du rendement de la roue, des transmissions et de la dynamo, la puissance électrique recueillie aux bornes de celle-ci dépassera rarement, même dans les conditions les plus favorables, 40 à 50% de P . La charge des accumulateurs s'effectuant pendant t heures, le travail absorbé par la batterie sera au maximum de $\frac{50}{100} P \times t$ et la capacité de la batterie devra être au plus de $\frac{50}{100} P \times 736 t \frac{1}{E}$ ampères-heures.

P , étant exprimé en chevaux vapeur.

E , représentant la tension moyenne de charge en volts.

APPLICATION A UNE MEILLEURE UTILISATION DU TRAVAIL DE LA ROUE

Si le petit industriel consent assez facilement à utiliser sa roue pour la production de son éclairage, y voyant un avantage bien tangible, il hésitera beaucoup plus lorsqu'on lui conseillera de recourir à l'électricité pour améliorer sa force motrice. La chute est-elle insuffisante pour les besoins de son usine, il emploiera volontiers une petite machine de secours à vapeur, à gaz ou à pétrole, d'un usage assez familier pour lui et dont il voit nettement le but; tandis qu'il se défiera des transmissions électriques pouvant lui permettre cependant, sans dépense de combustible, de doubler et même tripler momentanément la puissance de sa chute: toute l'énergie gaspillée auparavant, la nuit surtout, pouvant être, à chaque instant, emmagasiné dans les accumulateurs.

Pour que l'électricité soit réellement pratique dans ces petites applications et ne devienne pas une source de désagréments, il est indispensable de rechercher, d'abord la simplicité par la suppression de tout appareil inutile et par la réduction des opérations à effectuer au strict nécessaire, tout en évitant les fausses manœuvres. Les accumulateurs, plus qu'en aucun autre cas, devront être l'objet d'un soin attentif, car c'est l'organe faible de l'installation et celui qui nécessite le plus d'entretien, alors qu'on ne peut exiger et attendre qu'une surveillance simple et limitée. C'est dire combien celle-ci devra être réduite et surtout facilitée par un appareillage judicieux.

Lorsqu'il s'agit d'augmenter la puissance utile de la chute, le cas le plus simple consiste à accoupler la roue avec une dynamo excitée toujours en dérivation et fermée sur une batterie d'accumulateurs. La dynamo fonctionnera en génératrice tant que les outils n'exigeront de la roue qu'une faible puissance, mais au moment d'une surcharge, la vitesse baissant, les accumulateurs arriveront à se décharger dans la dynamo qui, devenant motrice, ajoutera sa puissance à celle de la roue et régularisera la vitesse de celle-ci. L'installation est donc la même que pour l'éclairage; cependant, la puissance de la dynamo devra être, plus grande et égale, en général, à deux ou trois fois celle de la roue.

L'électricité, grâce à l'extrême facilité avec laquelle elle se plie au transport de la puissance, permet aussi d'établir l'usine à l'endroit le plus convenable, tant pour l'économie de son établissement que pour la facilité de son accès. La faible puissance disponible rend en général impraticable l'emploi du courant alternatif à cause de la complication, des dangers dus aux voltages élevés et de l'impossibilité d'employer des accumulateurs. Avec ces derniers surtout, il est, d'autre part, peu pratique de dépasser une tension de 220 volts. La distance de l'usine à la chute sera donc le plus souvent limitée à un rayon de 500 mètres. Mais c'est une commodité à laquelle on ne songe pas dans ces petites installations.

Les accumulateurs, placés presque toujours au lieu même de l'utilisation de la force motrice, alimenteront alors, soit un moteur unique actionnant toute l'usine, soit plusieurs petits moteurs attelés chacun à un outil ou à un groupe d'outils. On évite ainsi ces lourdes transmissions qui encombrant les ateliers et exigent des bâtiments une plus grande solidité. Il est en outre possible de placer les machines selon leur convenance et dans les locaux voulus, sans se préoccuper de la force motrice. Enfin, le rendement de la transmission, et surtout la puissance utile de la chute, se trouvent augmentés.

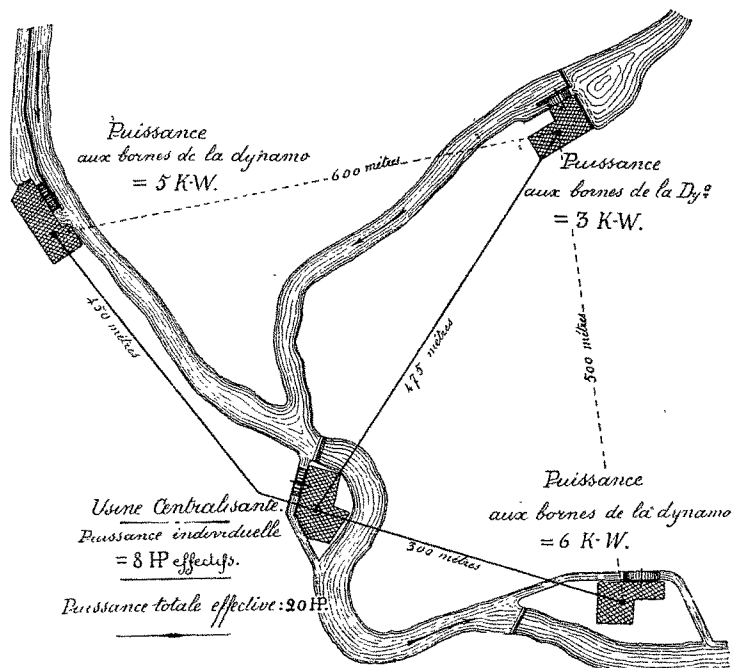
APPLICATION A LA CENTRALISATION DES TRAVAUX DE PLUSIEURS ROUES

Un problème intéressant et susceptible de recevoir bien des applications, est de centraliser le travail de plusieurs roues hydrauliques voisines. Ces moteurs de faible puissance échelonnés, souvent assez près les uns des autres, sur un même ruisseau ou sur des affluents sont, à l'heure actuelle, arrêtés, dans une importante proportion, par la grande industrie qui, non limitée par la force motrice, bénéficie alors des avantages de la production en gros. Il n'est pas rare, non plus, de voir un moulin disposant d'une force motrice relativement importante, arrêter les petits moulins qui l'entourent, sans pouvoir, cependant, les remplacer complètement, faute d'une force motrice suffisante.

L'électricité, avec un peu d'entente entre les intéressés, pourrait intervenir utilement pour grouper, dans une seule usine, la puissance de roues voisines et conserver ainsi l'existence à toutes ces petites usines.

Une dynamo, attelée à chaque roue, enverra jour et nuit, son courant dans une batterie d'accumulateurs.

La marche sans accumulateurs offrirait certaines difficultés dues à la vitesse très variable des roues. Ainsi, à moins de placer un surveillant pour chaque groupe générateur ou d'utiliser des régulateurs trop souvent coûteux et délicats, il serait bien difficile d'éviter une oscillation considérable de la tension avec les différentes charges.



Centralisation de la puissance de plusieurs usines.

En outre, dans la marche à vide, les dynamos, tournant à des vitesses différentes, déverseront leur puissance les unes dans les autres ; certaines roues seront alors entraînées par leur dynamo qu'elles entraîneront à leur tour pendant la marche en charge, d'où usure plus rapide des engrenages. Enfin, on aurait souvent à redouter, dans ce cas, la production de courants exagérés.

Avec des accumulateurs, la surveillance pourra se borner à une simple visite journalière auprès de chaque groupe électrogène, principalement pour en assurer le graissage. Le réglage de la tension s'effectuera, soit en employant pour l'excitation des dynamos, un enroulement différentiel, comme on l'a déjà indiqué, soit simplement par la variation de vitesse de la roue.

Nous ne croyons pas devoir insister davantage sur les services que peut rendre l'électricité dans tous les cas semblables, la place nous manque et nous nous exposerions, d'ailleurs, à parler de choses bien connues. Nous avons simplement voulu éveiller l'attention des industriels sur les ressources qu'ils peuvent tirer de leur roue par l'emploi judicieux de l'électricité et plaider auprès des électriciens en faveur d'une application trop dédaignée jusqu'à présent et qui pourtant, nécessite des soins spéciaux et rachète son apparente rusticité par des avantages certains dont doit profiter toute une classe d'industriels intéressants et très nombreux.

BERGEON,

Ingenieur diplômé

de l'École Supérieure de l'Electricité de Paris.

LE MOIS HYDRO-ÉLECTRIQUE

en France et à l'Étranger

INFORMATIONS DIVERSES

La Houille blanche dans les Pyrénées

La haute vallée de l'Aude est maintenant ouverte à l'industrie, grâce à l'aménagement de chutes, dans l'une des régions les plus sauvagement pittoresques, que traverse cette rivière. On sait que l'Aude, depuis sa source, à 2.080 mètres d'altitude, dans le Caspir, jusqu'à Gesse, c'est-à-dire sur une longueur de 38 kilomètres, présente une chute totale de 1500 mètres avec un débit moyen de 6 mètres cubes à la seconde. C'est en aval de Gesse, où sur un long parcours sa pente est encore de 15 millimètres par mètre, en moyenne, que vient d'être installée une puissante station d'énergie hydro-électrique.

Le barrage de prise est établi à Gesse même, à la cote 550 ; une canalisation en flanc de coteau, suivant sur 6 kilomètres les contours de défilés abrupts, amène l'eau à l'usine génératrice qui est édifiée sur la rive gauche de l'Aude, au seuil même des gorges de Saint-Georges et à 2.500 mètres du petit bourg d'Axat, chef-lieu de canton de l'arrondissement de Limoux.

Cette canalisation, creusée en tunnel sur une longueur de 5.400 mètres, comprend un aqueduc en béton de ciment armé, de 315 mètres et se termine par deux conduites forcées en tôle de 1 mètre de diamètre, longues de 225 mètres.

La puissance de l'usine, une fois complètement équipée, sera de 6.000 H.-P. Actuellement, elle possède quatre groupes turbine-dynamo, d'une puissance individuelle de 800 chevaux, tournant à 300 tours, qui absorbent 800 litres à la seconde sous 100 mètres de pression et qui donnent du courant triphasé, sous 2.500 volts de tension aux bornes.

Ce courant est surélevé par des transformateurs pouvant au besoin le porter à 20.000 volts.

Le transport et la distribution de l'énergie s'opèrent par un réseau comprenant : 1° une ligne de transport sous 16.000 volts, à trois câbles (dont l'isolement a été prévu pour 40.000 volts), allant jusqu'à Fabrezan ; 2° un poste de distribution, établi dans cette localité, d'où part un second réseau, dont la longueur totale de développement est prévue à 500 kilomètres et qui distribuera le courant sous 5.000 volts dans les directions de Carcassonne, Narbonne et dans l'Hérault ; 3° des sous-stations abaissant le courant à 125 volts, réparties dans les villes et villages nombreux qui vont l'utiliser sous forme de lumière et de force.

Cette installation ne peut manquer de créer une vie nouvelle dans les régions que va bientôt traverser le chemin de fer en construction de Quillan à Rivesaltes par Caudiès et Saint-Paul de Fenouillet, prolongement de la ligne Limoux-Quillan qui mettra directement en relation Perpignan et le Roussillon avec Carcassonne et le grand centre de Toulouse.

La Houille blanche en Auvergne

La Société des Forces Motrices de l'Auvergne, fondée il y a quelques mois, pour l'exploitation industrielle des chûtes d'eau de la région de Thiers, a commencé la construction de sa première usine sur le Miodeix petit ruisseau qui se jette dans la Dore, en face de Sauviat ; le barrage sera élevé à une centaine de mètres de la Dore, au point où le lit du Miodeix, quittant une large et profonde vallée, se resserre brusquement. Ce barrage, d'une hauteur prévue de 24 mètres, relèvera le plan d'eau de manière à former à cet endroit un vaste réservoir, long de plus de 1.000 mètres. En prévision de l'insuffisance du Miodeix un canal établi en flanc de coteau, prendra l'eau dans la Dore à 2.500 mètres en amont, pour l'amener dans ce réservoir. L'usine génératrice sera établie au bord de la Dore, à peu de distance du barrage qui l'alimentera par des conduites forcées.

Le projet conçu par M. Fay, ingénieur, prévoit 3.000 chevaux sur l'arbre des turbines.

En ce moment on s'occupe de détourner le lit du Miodeix pour permettre la construction du barrage.