parafoudres, interrupteurs, etc. Elle est reliée par une ligne triphasée à la sous-station extrême de Castellanza, ce qui permet, grâce à un jeu de couteaux des plus simples :

1° d'alimenter les deux sous-stations avec les deux lignes d'arrivée en parallèle ;

2° d'alimenter chaque sous-station avec une ligne, ou avec les deux lignes montées en parallèle ;

3° d'alimenter Lomazzo par Castellanza, où se trouvent des groupes à vapeur de secours, en cas d'accident sur les deux lignes principales.

Nous ne nous attarderons pas à décrire la station de Lomazzo qui a été construite d'après les mêmes idées générales que celle de Piattamala. Contentons-nous de signaler qu'elle contient six transformateurs monophasés de 1 250 K. V. A., abaissant la tension à 11 000 volts (voltage normal des réseaux de la Société Lombarde), et six transformateurs triphasés de 500 kilowatts, de 11 000/20 000 volts, destinés au transport de 3 000 kilowatts à Côme. Les appareils de sécurité et de mise à la terre à l'entrée et à la sortie des lignes sont les mêmes qu'à Piattamala et nous n'y reviendrons pas.

Les transformateurs, toutefois, sont à ventilation forcée, et cela parce que l'on voulait voir, pendant la période d'essais, quel serait le meilleur système des deux. On a pu constater par la suite que tous les deux remplissaient parfaitement leur rôle. On peut cependant préférer le transformateur à ventilation forcée comme étant d'une surveillance et d'un entretien plus faciles. Par contre, le rendement est légèrement diminué, et un arrêt accidentel, toujours possible du ventilateur, est dangereux, car tout dispositif de refroidissement est alors supprimé. On a d'ailleurs prévu ce cas à Lomazzo, en installant deux puissants ventilateurs dont l'un est toujours en réserve.

Sous-station de Castellanza

La sous-station de Castellanza, point extrême de la ligne, est une annexe de la centrale à vapeur que possède la Société Lombarde, et qui comprend deux turbo-alternateurs de 5.000 chevaux, et deux groupes à vapeur de 2.500 chevaux. Cette usine sert de réserve aux centrales de Turbigo et Vizzola dont nous avons dit un mot au début. Il était donc naturel de la relier au réseau général.

Nous avons dit plus haut comment il était possible d'effectuer entre Lomazzo et Castellanza, toutes les combinaisons possibles permettant l'alimentation de l'une ou l'autre des sous-stations, voire de toutes les deux de différentes façons.

La disposition intérieure de la sous-station, conçue d'après des plans analogues à ceux des stations de Piattamala et de Lomazzo, ne présente aucune particularité, si ce n'est que la place faisant défaut, on fut obligé de disposer les conduites et appareils divers dans trois étages différents.

Une modification mérite cependant d'être signalée ici : les relais des disjoncteurs automatiques peuvent être branchés sur la bobine de déclenchement de l'interrupteur, de façon que ce soit ceux du circuit haute tension qui déclenchent quand Castellanza fonctionne comme sous-station, et ceux du circuit basse tension quand elle fonctionne comme station génératrice, cela en vertu de son rôle éventuel comme usine de secours. C'est également pour la même raison que des bobines d'induction ont été placées sur les deux enroulements des transformateurs.

Mise en marche

Dès le mois de novembre 1906, les installations étaient suffisamment avancées pour que l'on pût songer à une mise en exploitation graduelle et, dès le mois suivant, on pût procéder aux essais de mise en charge. Le 7 décembre, on fit les premiers essais à 40.000 volts entre les sous-stations de Lomazzo et Castellanza, puis sur toute la ligne, depuis Piattamala, et après des essais de débit en charge sur résistances. Le 8 mars 1907, l'exploitation régulière commença avec une charge de 3.000 kilowatts. Huit mois après, elle était passée à 12.000 kilowatts et, dans le courant de l'année 1908, elle atteignit rapidement 16.000 kilowatts, chiffre prévu au contrat passé entre les deux sociétés intéressées.

Les prévisions des ingénieurs et des constructeurs chargés de l'entreprise avaient ainsi été réalisées, et au-delà, sans aucun incident, et c'est là une raison de plus qui fait que ce transport de puissance de 180 kilomètres, dont nous n'avons pu donner, ici, qu'une très sommaire et bien imparfaite description, transport remarquable par son agencement irréprochable et les dispositions particulièrement heureuses adoptées, peut être considéré, à juste titre, comme l'un des plus parfaits existant actuellement en Europe.

Georges FERROUX,

Chargé de Conférences

à l'Institut Electrotechnique de Grenoble.

HYDRAULIQUE

LA DURANCE ET SON UTILISATION

(Suite)

Nécessité de régulariser le régime de la Durance

Les indications que nous avons données au sujet du débit de la Durance montrent combien est variable le régime de cette rivière torrentielle. A Roussel, elle descend à 19 m³ par les basses eaux d'hiver, pour atteindre en temps de crue 1.500 et même 1.800 m³ par seconde. A Mirabeau, ses débits extrêmes ont été de 44 et de 6.000 mètres cubes.

Ce régime torrentiel s'accommode mal avec les besoins de l'agriculture et de l'industrie. De plus, les grandes crues sont très dommageables aux riverains dont elles corrodent les terres et les inondent quelquefois. C'est surtout dans la basse Provence, en aval de Mirabeau, que les inondations ont été désastreuses. On a conservé, notamment, le souvenir des crues de 1843, 1856, 1882 et 1886, qui ont emporté des ponts, submergé et rompu des digues et inondé de vastes plaines cultivées.

Pénuries d'eau agricoles. — Pendant longtemps, le débit de la Durance a été toujours suffisant pour assurer largement l'alimentation des canaux d'irrigation qui en sont dérivés. Ceux-ci étaient moins nombreux, et les besoins moins grands qu'aujourd'hui. D'un autre côté, il n'est pas douteux que le débit d'étiage d'été tend à diminuer, par suite de la régression des glaciers qui existent dans les parties supérieures du bassin de la Durance. Ce phénomène a été nettement constaté par les géologues, surtout pour les petits glaciers, dont certains sont appelés à disparaître avant longtemps.

Quoi qu'il en soit, il est un fait certain, c'est que, depuis 1895, pour ne pas remonter plus haut, il arrive en moyenne une année sur deux que le débit disponible est insuffisant

pour alimenter les nombreux canaux d'arrosage dérivés de la Durance. La pénurie d'eau se fait sentir habituellement en septembre, mais elle peut se produire dès le mois d'août, lorsque l'été est très sec, et le stock de neige peu abondant.

Bien que le printemps soit une période de hautes eaux, il y a cependant eu une année exceptionnelle, l'année 1896, au cours de laquelle l'eau a manqué pendant tout le mois d'avril et les premiers jours de mai. La cause de cet étrange phénomène a été un hiver absolument sans neige, suivi d'un printemps dont le début a été marqué par une sécheresse anormale. On ne connaît aucun autre exemple d'une pénurie d'eau survenue à cette époque de l'année.

Les pénuries d'eau en Durance ont donné lieu à de sérieuses difficultés, et même à des conflits entre les usagers. Les deux départements riverains de la basse Durance, Bouches-du-Rhône et Vaucluse, étaient loin d'être d'accord au sujet de la répartition des eaux, et chacun d'eux tâchait d'en attirer le plus possible de son côté. Mais c'était surtout entre les usagers d'amont et ceux d'aval que les difficultés étaient grandes, les premiers voulant charger leurs canaux sans se préoccuper des autres qui, maintes fois, ne trouvaient plus d'eau dans la Durance.

Il est facile de se figurer l'état d'exaspération de ces derniers, qui voyaient leurs récoltes dépérir faute d'eau. Aussi ne faut-il pas s'étonner que de paisibles cultivateurs aient menacé de recourir à la violence pour obtenir satisfaction.

En septembre 1895, de nombreux arrosants de Vaucluse furent sur le point de démolir les ouvrages volants qui dirigeaient l'eau de la Durance vers la rive opposée. D'autres usagers, dont les canaux étaient alimentés à peu près suffisamment, gardaient leurs prises, armés de fusils, pour empêcher au besoin par la force qu'on vînt prendre leur eau.

Faute d'une réglementation générale qui, d'ailleurs, était à l'étude, l'Administration assista impuissante au conflit des arrosants. Mais, dès l'année suivante, le Ministre de l'Agriculture prit des mesures énergiques pour sauvegarder les intérêts généraux des deux départements intéressés. Lors de la terrible pénurie d'eau qui sévit au printemps de 1896, les choses se passèrent tout d'abord comme l'année précédente, c'est-à-dire que les arrosants d'amont ne laissèrent plus d'eau à ceux d'aval. Mais des mesures furent prises pour assurer la répartition de l'eau disponible entre tous les canaux, au prorata de leurs dotations. Un véritable désastre fut ainsi évité, mais les pertes subies par les agriculteurs n'en furent pas moins très grandes, surtout dans la région d'Avignon, Carpentras, Cavaillon et Châteaurenard.

Le moyen exceptionnel qui avait été employé par l'Administration, et qui était commandé par des circonstances extrêmement critiques, était toutefois discutable en droit. Dans la suite, on n'y eut plus recours, et le soin de répartir amiablement les eaux en temps de pénurie fut confié à une commission comprenant des représentants des principaux intéressés. Il en fut ainsi jusqu'au vote de la loi portant réglementation des prises d'eau en Durance qui est intervenu en 1908.

Cette réglementation permettra de résoudre les difficultés qui pourront se produire au sujet de la répartition des eaux ; mais il y a mieux à faire. En raison des intérêts considérables qui s'attachent au maintien et au développement de la prospérité agricole de la Provence, il importe de régulariser le régime de la Durance, de manière à assurer aux canaux d'arrosage, largement et en tout temps, le volume d'eau nécessaire à leur alimentation.

Pour atteindre ce but, il faudra emmagasiner dans des

réservoirs, convenablement établis, un volume d'eau suffisant pour parer aux pénuries. Nous avons dit que les canaux en aval du pont de Mirabeau ont droit à un débit total de 80,5 m³ par seconde. Comme dans les mauvaises années, telles que 1896 et 1906, le débit de la Durance peut descendre à 50 et même 44 m³, c'est donc à un déficit de 30 à 36 m³ par seconde qu'il faudra pouvoir faire face.

Les études que nous avons faites nous ont montré que pour remédier à une pénurie moyenne, il faudra pouvoir disposer d'une réserve de 40 à 80 millions de m³. Dans les années exceptionnelles, on aura besoin de 100 à 120 millions de mètres cubes.

Nos calculs ne s'appliquent qu'aux besoins des arrosages actuels, mais il y a lieu aussi de se préoccuper de l'extension des irrigations.

Dans la Crau, il reste encore une vingtaine de mille hectares à mettre en valeur par le colmatage et l'irrigation. La même opération pourrait aussi être faite pour les marais de Fos. Une Société avait été constituée à cet effet, en 1881, mais elle ne put donner suite à ses projets à cause de l'insuffisance du débit de la Durance, et de la nécessité de respecter les droits des anciens usagers.

Dans le département du Var, il n'existe pas de canaux d'irrigation. Les céréales, la vigne, les amandiers et les oliviers sont à peu près les seules cultures. Leur rendement va en diminuant, et les campagnes se dépeuplent peu à peu. Or, les irrigations donneraient d'aussi bons résultats dans le Var que dans les Bouches-du-Rhône et dans Vaucluse, et l'on se préoccupe depuis longtemps d'y amener l'eau nécessaire. Malheureusement, les rivières du Var sont peu importantes, et n'ont pas suffisamment d'eau pendant l'été. Seul, le Verdon, affluent très important de la Durance, qui touche le département du Var vers son extrémité nord, pourrait donner la solution du problème. C'est donc au Verdon, ou plutôt à la belle source de Fontaine-l'Evêque qui lui fournit une partie importante de son débit d'étiage, que l'on a songé pour procurer aux campagnes du Var l'eau bienfaisante dont elles ont tant besoin.

Le Conseil général de ce département a acheté la source de Fontaine-l'Evêque, voilà déjà plus de dix ans, mais, jusqu'à présent, il ne lui a pas encore été possible de la dériver, car les usagers du Verdon et de la basse Durance, qui bénéficient des eaux de cette source, s'opposent à sa dérivation ou tout au moins demandent en compensation des garanties au sujet desquelles l'accord n'est pas encore établi entre les intéressés.

Le projet du département du Var comprend la création d'un long canal, pouvant débiter 4.000 litres par seconde, dont environ 3.000 pour les irrigations et 1.000 pour l'alimentation de Marseille en eau potable. La réalisation de ce projet, de même que celle du projet d'irrigation de la Crau, est subordonnée à la création de réserves d'eau suffisantes.

Pénuries d'eau industrielles. — L'industrie de la houille blanche est à peine née dans la vallée de la Durance que déjà l'on se préoccupe de la situation qui va lui être faite par le régime capricieux de cette rivière. La question est particulièrement importante, car, alors que les pénuries d'eau agricoles sont assez irrégulières, les pénuries d'eau industrielles se feront sentir régulièrement chaque année pendant au moins quatre mois.

Il semble, à première vue, que l'on pourrait les éviter en limitant le débit des dérivations industrielles au minimum disponible en basses eaux. Mais cette solution serait très mauvaise. Le coût d'un canal est, en effet, loin d'être pro-

portionnel à son débit. En limitant celui-ci au minimum disponible dans la rivière, on arriverait presque toujours à une mauvaise utilisation du capital engagé. Aussi les industriels préfèrent-ils toujours aménager la dérivation pour un débit environ double de celui de l'étiage, quitte à subir les effets du manque d'eau pendant quatre à cinq mois par an. Au point de vue de l'intérêt général, l'adoption de la première solution serait d'ailleurs regrettable, car elle correspondrait à une utilisation très insuffisante de nos ressources en forces naturelles.

Deux exemples suffiront pour montrer l'effet des pénuries d'eau.

L'usine de La Brillanne est installée pour l'utilisation d'un débit de 60 m³. Or, le débit disponible descend couramment à 35 m³. En février 1909, il était tombé au chiffre exceptionnellement bas de 28 mètres cubes.

Le canal de l'usine de Ventavon pourra débiter 50 m³, alors que le débit d'étiage d'hiver de la Durance est normalement de 25 à 30 m³, et peut s'abaisser exceptionnellement à 20 mètres cubes.

Les conséquences de cet état de choses sont les suivantes : Lorsqu'il s'agira d'une usine ayant pour objet un transport de force à grande distance, pour les besoins d'une distribution d'énergie électrique dans une grande ville, Marseille par exemple, il sera nécessaire de suppléer au moyen de machines à vapeur à la force hydraulique manquante. Il en résultera des frais d'autant plus élevés que la période des basses eaux sera plus longue.

Dans le cas d'une usine électrochimique ou électrométallurgique, la production se trouvant diminuée, une partie du personnel sera inoccupée et, si la pénurie d'eau est forte et persistante, il pourra se faire que des livraisons promises ne seront pas effectuées. Les frais généraux restant les mêmes, le rendement financier de l'entreprise se trouvera sérieusement amoindri.

De même que pour les irrigations, il y aura bientôt, pour les usines, un intérêt des plus sérieux à réaliser l'amélioration du régime de la Durance. La création même des usines sera subordonnée dans une certaine mesure à la solution préalable de ce problème, car l'amélioration des conditions de l'exploitation permettra de vaincre plus facilement les difficultés financières, parfois très grandes, que rencontre l'industrie nouvelle dont les débuts sont en somme assez difficiles. Les industries qui utilisent l'énergie sur place, notamment celle des nitrates artificiels, ont besoin, pour prospérer, de forces motrices abondantes et à très bas prix.

Historique sommaire de la question des Barrages dans le bassin de la Durance

C'est en 1856 que l'on a songé, pour la première fois, à créer de grands barrages de retenue d'eau dans le bassin de la Durance. A cette époque, les arrosages étaient largement assurés, et l'industrie des grandes chutes d'eau n'existait pas, mais on se préoccupait de remédier à la violence des crues qui avaient causé de graves dommages dans le bassin du Rhône, notamment en 1843 et en 1856. Le but que l'on avait en vue était d'emmagasiner dans de vastes réservoirs, à établir sur les principales rivières, une partie aussi grande que possible des volumes d'eau débités en temps de crues, pour les rendre ensuite lentement à leur cours naturel. On espérait ainsi pouvoir régulariser le régime de nombreux cours d'eau, et celui du Rhône lui-même, de manière à atténuer, dans une large mesure, la violence des crues, et à empêcher les inondations.

Mais on ne tarda pas à reconnaître qu'une œuvre aussi colossale aurait rencontré des difficultés techniques presque insurmontables, et aurait entraîné des dépenses hors de proportion avec les résultats à atteindre. Des études néanmoins furent entreprises et poursuivies pendant quelques années. Elles portèrent principalement sur la recherche des endroits les plus favorables pour y construire de grands barrages, sur la détermination au moyen de sondages de la position du rocher de fondation sous le lit des rivières, et sur les volumes d'eau qui auraient pu être emmagasinés dans les réservoirs projetés.

Dans le bassin de la Durance, le service des Ponts et Chaussées s'occupa des études de six réservoirs. Les barrages projetés furent ceux de Saint-Clément, de Serre-Ponçon et de Sisteron, sur la Durance ; d'Arambre et de Saléon, sur le Buëch ; de Sainte-Croix, sur le Verdon. Mais les études commencées ne reçurent aucune suite, et les projets des barrages ne furent même pas présentés.

L'idée d'emmagasiner les crues fut complètement abandonnée, et il ne fut plus question, pendant près de quarante ans, d'établir des barrages dans le bassin de la Durance. Ce fut seulement en 1895, à la suite de la première forte pénurie d'eau, que la question des barrages redevint d'actualité. Justement préoccupé de remédier à l'insuffisance du débit de la Durance, pendant les années de sécheresse, le Conseil général des Bouches-du-Rhône fit appel à tous les concours, et provoqua une première étude de la question. Les uns proposèrent de créer des glaciers artificiels, ce qui n'était pas, évidemment, pratique. D'autres préconisèrent le reboisement à outrance pour régulariser la Durance et ses affluents. Enfin les barrages eurent aussi leurs partisans.

Les excellents effets des reboisements sont bien connus et indiscutables. Ils diminuent la torrencialité des cours d'eau, et favorisent l'alimentation des sources. Mais les résultats à en attendre ne seront obtenus qu'au bout d'un temps très long, et ne seront d'ailleurs pas suffisants pour remédier aux conséquences d'une sécheresse prolongée.

Pour résoudre le problème tel qu'il est posé, il est donc indispensable de recourir à des barrages de retenue d'eau. Dans cet ordre d'idées, deux études qui avaient leur point de départ dans celles faites vers 1860 furent soumises au Conseil général des Bouches-du-Rhône : l'une par M. Dyrion, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, relative à l'établissement d'un barrage sur le Verdon, à Sainte-Croix ; l'autre par nous-même, ayant pour objet la construction d'un barrage sur la Durance, à Serre-Ponçon.

Après examen de l'affaire par le ministère de l'Agriculture, la mise à l'étude du projet de Serre-Ponçon fut décidée, et le département des Bouches-du-Rhône y contribua pour une somme de 10.000 francs.

L'emplacement de Serre-Ponçon, à deux kilomètres en aval du confluent de l'Ubaye, paraissait avantageux à cause de la possibilité de créer un immense réservoir, très copieusement alimenté par la Durance, et cela sans avoir à acquérir des terrains de grande valeur. De plus, d'après trois sondages exécutés dans le lit de la Durance, en 1857, le rocher de fondation paraissait devoir être trouvé à des profondeurs faibles, ne dépassant en aucun point 8 mètres.

Les études dont nous fûmes chargé comprenaient, notamment, de nouveaux sondages pour vérifier et compléter ceux de 1857. Leur exécution présenta de sérieuses difficultés qui provenaient de la nature même du travail, mais surtout de ce fait que le rocher de fondation ne devait être atteint qu'à des profondeurs dépassant de beaucoup celles qui avaient

été prévues. Commencés en août 1898, ces sondages furent terminés seulement en mars 1899. Au milieu du lit de la rivière, le rocher ne fut rencontré qu'à l'énorme profondeur de 42 mètres.

En présence de cette situation, aussi fâcheuse qu'imprévue, le Ministre de l'Agriculture prescrivit l'abandon du projet de Serre-Ponçon, et nous chargea d'une étude d'ensemble ayant pour objet de rechercher dans tout le bassin de la Durance les emplacements les plus favorables à l'établissement de barrages.

Pendant que nous nous occupions de cette étude, l'attention du Conseil général des Bouches-du-Rhône fut appelée sur la possibilité d'établir, dans de bonnes conditions, un grand barrage sur le Verdon, à 4 kilomètres en amont de Gréoulx. Après une visite des lieux par la Commission des barrages en Durance, accompagnée des ingénieurs en chef des Basses-Alpes et des Bouches-du-Rhône, le Conseil général de ce dernier département demanda au Ministre de l'Agriculture la mise à l'étude du nouveau projet.

Au cours des études qui nous avaient été demandées, nous fûmes amené à examiner une vingtaine d'emplacements, sur lesquels il paraissait possible a priori d'édifier des barrages de retenue. Mais bien peu résistèrent à un examen approfondi, et la plupart d'entre eux furent écartés parce qu'ils présentaient un ou plusieurs des inconvénients suivants :

1° Mauvaise qualité du rocher de fondation ; 2° Alimentation insuffisante ; 3° Dépense trop élevée eu égard au volume du réservoir.

Nous arrivions finalement à conclure qu'à défaut de l'emplacement de Serre-Ponçon, qui nous paraissait d'ailleurs utilisable malgré la profondeur de fondation, les seuls emplacements favorables se trouvaient sur le Verdon, savoir : le barrage de Castillon, à l'entrée du défilé de Demandolx ; le barrage de Caréjuan, en aval du confluent du Jabron et le barrage de Gréoulx.

En adressant nos propositions au Ministre de l'Agriculture, en février 1901, nous dûmes y joindre l'avant-projet détaillé du barrage-réservoir de Serre-Ponçon. Mais celui-ci, sans être jugé irréalisable, fut écarté de nouveau comme devant donner lieu à des difficultés excessives, et à une dépense trop élevée. Par contre, le programme que nous avions proposé pour l'aménagement du Verdon fut adopté. Nous fûmes chargé, sous les ordres de l'ingénieur en chef des Basses-Alpes, d'abord en 1902, des études du barrage-réservoir de Gréoulx, puis, l'année suivante, de celles des barrages-réservoirs de Castillon et de Caréjuan.

Les plans de ces trois réservoirs furent levés sur le terrain, et des sondages furent exécutés dans le lit du Verdon. A Castillon et à Caréjuan, le rocher de fondation fut trouvé à des profondeurs ne dépassant pas 4 à 6 m. A Gréoulx, l'épaisseur de la couche de gravier est au maximum d'une dizaine de mètres.

L'avant-projet détaillé du barrage-réservoir de Gréoulx fut adressé au Ministre de l'Agriculture en mai 1905. Par une décision du 9 juin 1906, ce projet fut pris en considération par le Ministre, sous réserve d'y apporter des modifications assez importantes. De plus, les deux départements intéressés furent invités à voter une subvention égale à la moitié de la dépense, qui était évaluée à douze millions.

Le projet modifié fut soumis à l'approbation des conseils généraux des Bouches-du-Rhône et de Vaucluse, qui votèrent chacun la part contributive qui leur était demandée, soit 4.012.500 fr. pour les Bouches-du-Rhône, et 1.987.500 fr. pour Vaucluse.

En mars 1908, tout le dossier de l'affaire fut adressé au Ministre de l'Agriculture qui, en octobre de la même année, prescrivit l'ouverture d'une enquête d'utilité publique sur l'avant-projet du barrage-réservoir de Gréoulx. Cette enquête eut lieu en novembre, simultanément dans les départements des Basses-Alpes et du Var, qui sont riverains du Verdon dans la partie où le réservoir serait établi.

Les résultats de l'enquête furent en somme favorables. Il y eut cependant quelques oppositions et réserves émanant de divers riverains ou usagers du Verdon. De plus, la Commission d'enquête du Var ne donna un avis favorable que sous diverses réserves ayant trait, notamment, au droit de dériver Fontaine-l'Evêque.

Le dossier d'enquête fut adressé au Ministère de l'Agriculture en janvier 1909. Il a été décidé qu'un projet de loi serait déposé prochainement en vue de la déclaration d'utilité publique du barrage-réservoir de Gréoulx, dont les travaux seraient exécutés par l'Etat, les départements intéressés devant y contribuer pour une somme de six millions.

Pendant que les études dont nous venons de donner un résumé très succinct suivaient leurs cours, le département du Var travaillait de son côté à la solution de la question de Fontaine-l'Evêque. Comme il n'aurait pu être question de détourner cette source sans restituer au Verdon, en basses eaux, un débit au moins égal à celui dérivé, on dut se préoccuper, dès le début, de créer un réservoir d'une capacité suffisante. Sur la proposition de M. Périer, qui était alors ingénieur en chef du département du Var, on s'arrêta au projet d'aménagement du lac d'Allos en réservoir. Ce lac, situé dans le haut de la vallée du Verdon, à 2.200 m. d'altitude, pourrait, moyennant certains travaux qui ont été évalués 1.200.000 francs, contenir une réserve d'eau de quarante millions de m³ qui serait suffisante pour parer aux conséquences du détournement de Fontaine-l'Evêque. La solution de cette affaire a été retardée parce que les usagers des eaux du Verdon et de la basse Durance ont émis des doutes au sujet de l'étanchéité de la cuvette du lac d'Allos, et de la possibilité de remplir chaque année le réservoir projeté. Néanmoins, le projet du lac d'Allos n'en reste pas moins très intéressant, à cause de son coût relativement faible. S'il ne devait pas donner tout ce que l'on en attend, on pourrait y remédier en créant une réserve supplémentaire. C'est dans cet ordre d'idées qu'un projet de loi a été déposé en 1908, en vue de la déclaration d'utilité publique des travaux d'aménagement du lac d'Allos.

Le département du Var vient de donner une grande extension au programme qu'il avait adopté primitivement. Un nouveau projet, connu sous le nom de projet Dalloyau, a été pris en considération par le Conseil général du Var. Ce projet comprend, outre la dérivation de Fontaine-l'Evêque et l'aménagement du lac d'Allos, la création de trois grands barrages-réservoirs devant retenir ensemble 300 à 400 millions de mètres cubes, et un canal d'irrigation devant débiter 8 m³ par seconde. Les trois barrages en question seraient établis dans le bassin du Verdon. L'un d'eux serait le barrage de Caréjuan, dont nous avons déjà parlé. Un autre serait construit à Comps, sur l'Artuby, affluent du Verdon. Le projet Dalloyau comporterait aussi l'utilisation de forces hydrauliques importantes.

Avant de terminer ce chapitre, signalons qu'il serait peut-être possible de créer sur le Guil un important réservoir. Le Guil, en effet, en amont de Guillore, coule dans une vallée très étroite. Dans les gorges de la Chapelue, à 16 kilomètres

environ du confluent du Guil et de la Duranee, il existe un point particulièrement favorable pour la création d'un grand barrage de retenue d'eau. En ce point, le fond de la gorge n'a guère plus d'une vingtaine de mètres de largeur, les deux parois sont très hautes et très escarpées, et formées par un calcaire dur et compact. On pourrait sans doute créer là une retenue de 35 à 40 millions de mètres cubes, ce qui permettrait d'augmenter d'au moins 3 m³ par seconde le débit d'étiage du Guil, qui serait ainsi plus que doublé. Ce supplément de débit profiterait non seulement à l'usine projetée qui serait établie en aval sur le Guil, mais aussi à toutes celles installées, ou à créer, sur la Duranee en aval du confluent du Guil.

Mais, pour réaliser une réserve d'eau aussi importante, il faudrait construire un très grand barrage, dont la hauteur atteindrait probablement 80 m. La dépense, nécessairement élevée, qu'il faudrait faire serait probablement couverte en grande partie, sinon en totalité, par la valeur des forces hydrauliques qu'on pourrait utiliser au barrage lui-même, et par celle de la force motrice supplémentaire qui deviendrait disponible en temps d'étiage dans le Guil et dans la Duranee.

Nous devons ajouter, toutefois, qu'en parlant de ce projet de barrage sur le Guil, nous ne faisons qu'exprimer une idée qui n'a encore fait l'objet d'aucune étude, même sommaire, de sorte que nous ne pouvons que faire toutes réserves sur les conditions techniques dans lesquelles un tel projet pourrait être réalisé. Nous nous bornons donc à signaler notre idée aux personnes que cette question peut intéresser.

(A suivre.)

J. WILHELM.

Ingénieur en Chef des Ponts-et-Chaussées.

HYDROLOGIE

POUR PRÉVENIR LES INONDATIONS

Les inondations de 1910 resteront tristement célèbres par l'étendue des désastres qu'elles auront causés dans les bassins du Rhône et de la Seine. Paris et sa banlieue ont été inondés et, pendant quelques jours, la capitale s'est vu transformée en une Venise d'un nouveau genre. Paris, la ville lumineuse, s'est vu menacée d'être plongé dans l'obscurité la plus complète, sans que le « roi des ténèbres » y fut cependant pour rien, les usines génératrices d'électricité étant envahies par les eaux. Les voies ferrées ont été coupées. La Saône, le Doubs, la Marne, l'Yonne, pour ne citer que les principales rivières, rivalisaient entre elles à semer la ruine et la désolation tout le long des vallées qu'elles inondaient de leurs flots débordants.

Effrayés par le spectacle qu'ils ont eu sous leurs yeux, nos « honorables » se sont préoccupés de rechercher les moyens de prévenir de pareils fléaux dans la mesure du possible. Le Gouvernement s'est ému. Une Commission a été instituée, sous la présidence de M. A. Picard, à l'effet de rechercher les causes du désastre, et les moyens de les prévenir dans l'avenir.

Le 3 mars, M. Audiffred, sénateur de la Loire, développait son interpellation sur « les mesures que compte prendre le Gouvernement pour prévenir les désastres des inondations, par l'emploi combiné des moyens actuellement connus, reboisement, construction de barrages-réservoirs et établissement de digues insubmersibles », ainsi que sur « les études

à prescrire en vue de découvrir des moyens de défense complémentaires ». A la suite de M. Audiffred, MM. Calvet, Méline, Flaissières, sont intervenus dans le débat, ainsi que MM. Millerand et Ruau, comme ministres des Travaux publics et de l'Agriculture.

Le Sénat a clôturé ce débat en votant l'ordre du jour suivant : « Le Sénat, approuvant les déclarations du Gouvernement, et confiant en lui pour rechercher et proposer, dans le plus bref délai possible, toutes les mesures, entre autres les opérations de reboisement et de gazonnement, propres à prévenir le retour des inondations, à en diminuer l'intensité, et à préserver le pays tout entier, passe à l'ordre du jour ».

Espérons que cela n'est pas un vœu platonique, et que le Gouvernement exécutera « dans le plus bref délai possible », l'œuvre salutaire dont il a reçu mandat.

Nous croyons intéresser les lecteurs de *La Houille Blanche* en mettant sous leurs yeux quelques-uns des passages des orateurs qui ont pris part à ce débat. Nous omettrons ceux de ces passages qui ne présentent qu'un intérêt relatif, pour ne conserver que les plus saillants.

DISCOURS DE M. AUDIFFRED

Ce n'est pas Paris seulement qui a été ravagé par les inondations, la région du Doubs a été fortement atteinte. Nos départements de l'Ouest ont éprouvé des pertes considérables. Vous vous souvenez qu'il y a deux ans vous avez été obligés de voter des crédits bien insuffisants pour les inondés du Midi. La vallée de la Loire a subi coup sur coup trois inondations qui ont coûté certainement plus de cent millions aux riverains.

Si l'on avait, depuis soixante ans, par exemple, consacré chaque année la cinquantième partie des sommes représentant les pertes accumulées, c'est-à-dire 10 ou 20 millions, à prévenir ces inondations, peut-être n'aurions-nous pas à déplorer les calamités que je viens de vous énumérer sommairement.

Si nous avons été imprévoyants dans le passé, faut-il continuer à l'être dans l'avenir ? Voilà la question que je veux poser et que je prie le Parlement et MM. les ministres de vouloir bien examiner.

Comment peut-on, messieurs, espérer mettre les populations à l'abri des inondations ? Le problème est d'une importance capitale. Je ne crois pas qu'il y ait un moyen : il y a plusieurs moyens et il faut les employer tous. Je les classerai en deux catégories.

La première comprend tous ceux qui auront pour but de maintenir, au moins pour un certain temps, sur le sommet des collines, des montagnes, l'eau de pluie, afin de l'empêcher d'arriver brusquement dans les vallées où elle cause tant de ravages. Dans cette première catégorie, il faut comprendre la conversion des landes en prairies, en bois ou forêts, il faut comprendre les grands réservoirs artificiels.

Dans la seconde catégorie, il faut comprendre tous les moyens qui auront pour but, une fois l'eau arrivée dans le val, dans le lit des rivières, de l'écouler rapidement, de telle façon qu'elle ne puisse pas causer préjudice aux riverains.

Messieurs, il faut faire figurer au premier plan le reboisement et le gazonnement.

On a dit : Mais, le bassin de la Seine, qui est le plus boisé de tous les bassins français, qui a un taux de boisement de 25 pour 100, alors que la moyenne en France est de 17 seulement, ce bassin n'aurait pas dû souffrir de ces grandes inondations.

L'argument n'est pas probant, parce qu'il existe des causes qui ont rendu inefficace pour partie cette protection de la forêt. Les bois qui sont dans le bassin de la Seine sont des bois que l'on appelle « feuillus », à feuilles caduques et, comme les inondations de la Seine se produisent pendant l'hiver, alors que toutes les feuilles sont tombées, on comprend très bien qu'une partie des effets protecteurs de la forêt n'aient pas pu agir. Les chênes, les acacias, les hêtres n'ont pas de feuilles en ce moment. Et lorsque vous allez au bois de Boulogne, vous pouvez voir, à côté d'arbres qui ont des ramures superbes, qui occupent un grand espace et qui ne protègent pas le sol par leur branchage, de petits groupes de sept à huit résineux qui n'ont pas quinze ans et qui, par leurs touffes supérieures, exercent une protection presque égale à celle d'un écran. C'est là une des raisons pour lesquelles, dans le bassin de la Seine, la forêt n'agit pas autant qu'ailleurs.

Mais, de ce taux de 25 pour 100, combien faut-il déduire de clairières, d'espaces inoccupés ?