Le plan d'aménagement des forces hydrauliques du bassin de la Sarine

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg**

Band (Jahr): **43 (1953)**

PDF erstellt am: **28.04.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

étape en supprimant par exemple des seuils ou des étranglements locaux réduisant fortement la capacité d'écoulement du lit d'un cours d'eau, alors que pour augmenter à nouveau cette dernière, il faut procéder à des corrections beaucoup plus étendues. C'est le cas en particulier pour les lacs subjurassiens, étant donné la pente extrêmement faible des cours d'eau dans cette région.

En conclusion, on est en droit de souhaiter que les efforts faits actuellement en vue de préparer la réalisation de la nouvelle correction soient couronnés de succès et que cette grande œuvre que constitue la deuxième correction des eaux du Pied du Jura puisse être réalisée dans un avenir pas trop éloigné.

DEUXIÈME PARTIE

Le plan d'aménagement des forces hydrauliques du bassin de la Sarine

Comme nous l'avons déjà signalé dans le préambule, l'étude des projets en vue d'améliorer la situation dans la région des lacs du Pied du Jura a conduit notre service à établir également un plan d'aménagement des forces hydrauliques du bassin versant qui les alimente, en particulier de celles de la Sarine. Avant de donner les caractéristiques des nouvelles usines envisagées à cette occasion, nous pensons qu'il n'est pas sans intérêt de rappeler succinctement les rapports existant entre ces deux questions.

I. Les méthodes permettant d'éviter les débordements d'un lac et leur application à ceux du Pied du Jura

La solution proposée pour éviter de nouvelles inondations le long des rives des lacs subjurassiens consiste essentiellement à augmenter la capacité de leurs émissaires. Le coût de ces travaux et de ceux qui en découlent représentant une somme considérable, il a été nécessaire d'examiner aussi d'une manière systématique s'il n'était pas possible d'obtenir à meilleur compte les résultats escomptés en recourant à un ou plusieurs principes différents.

En effet, la suppression ou tout au moins la réduction des

inondations dues au débordement d'un lac peut être obtenue en appliquant, indépendamment l'une de l'autre ou conjointement, les méthodes suivantes :

1° augmentation du volume de réserve disponible dans le lac lui-même, notamment par abaissement de ses niveaux habituels ;
2° augmentation de la capacité de l'émissaire du lac, de manière qu'il puisse évacuer plus rapidement les eaux parvenant à ce dernier ;
3° réduction des apports au lac par dérivation d'une partie de ceux-ci vers un autre bassin hydrographique, le cas échéant seulement pendant les crues ;
4° réduction des apports au lac en période de hautes eaux par rétention dans des réservoirs appropriés (réservoirs de retardement).

Examinons rapidement, du point de vue hydraulique avant tout, les avantages et inconvénients de chacune de ces méthodes comme la possibilité de les appliquer dans le cas des lacs subjurassiens.

1. Il est évident que les niveaux d'un lac seront d'autant moins élevés en période de crue qu'ils auront été plus bas au début des hautes eaux. Une première méthode consistera donc à faire en sorte que ces niveaux soient aussi bas que possible avant les crues. Mais comme on ne sait jamais à l'avance si une crue importante ne se produira pas à brève échéance, l'application de ce principe conduit à maintenir constamment un certain volume de réserve disponible dans le lac, donc à maintenir ce dernier à des niveaux relativement bas.

Serait-il possible d'augmenter le volume de réserve disponible en général dans les lacs subjurassiens en abaissant davantage leurs niveaux moyens normaux ? L'examen auquel notre service a procédé a montré qu'un changement du régime actuel de ces niveaux aurait de profondes répercussions sur la plupart des secteurs économiques intéressés : navigation, constructions riveraines, pêche, agriculture, etc. Il faudrait procéder à d'importants et onéreux travaux d'adaptation au nouveau régime, ce qui ne permettrait même pas de supprimer tous les inconvénients résultant de cet abaissement. D'ailleurs, le canton de Neuchâtel insiste pour que les niveaux minima actuels soient fortement relevés et les niveaux moyens aussi peu modifiés que possible. Nous avons donc dû constater qu'on ne peut augmenter

les possibilités actuelles d'accumulation temporaire des crues dans les lacs subjurassiens eux-mêmes, et cela malgré tout l'intérêt qu'aurait présenté une solution de ce genre pour améliorer encore la régularisation des débits de l'Aar en aval de Nidau.

Notons à ce sujet que l'influence favorable de bas niveaux initiaux d'un lac sur ses niveaux de crue dépend fortement du caractère de cette dernière ; alors que cette influence est très importante lorsqu'il s'agit de crues de courte durée, elle l'est beaucoup moins et peut même devenir insignifiante en cas de hautes eaux prolongées.

Ajoutons encore, pour être complets, qu'on pourrait aussi augmenter vers le haut le volume de réserve disponible en général. C'est ainsi qu'on a proposé vers 1920 de construire des digues le long des lacs et des canaux de la Broye et de la Thielle, là où leurs rives sont basses. Les lacs ne pourraient alors plus déborder en période de hautes eaux. Des stations de pompage devraient en outre refouler dans les lacs les eaux leur parvenant par les canaux de drainage et éviter ainsi l'inondation des plaines riveraines.

L'examen de cette suggestion, effectué par une commission composée de techniciens des cantons et de notre service, a montré rapidement que sa réalisation serait difficile et surtout très onéreuse ; celle-ci ne saurait donc entrer en ligne de compte.

2. Une deuxième méthode pour éviter les inondations des rives d'un lac consiste à augmenter la capacité de son émissaire afin que celui-ci puisse évacuer plus rapidement les apports au lac. C'est la solution retenue pour améliorer le régime actuel des lacs du Pied du Jura. Son inconvénient principal réside dans le fait que les débits maxima de l'émissaire n'en sont pas réduits et que ses crues normales sont même un peu plus fréquentes qu'auparavant ; c'est ce qui a conduit à inclure dans le projet les très importants travaux prévus à l'aval de Büren.

3. On peut encore chercher à diminuer l'importance des débordements d'un lac en faisant en sorte qu'une partie de ses apports naturels ne lui parvienne pas, soit qu'elle soit détournée vers un autre bassin versant, soit qu'elle contourne le lac par l'intermédiaire d'un canal reliant directement un de ses affluents à son émissaire. Dans le cas concret des lacs du Pied du Jura, le projet d'usine

Hongrin-Grandchamp représente une solution du premier genre alors que la réutilisation de l'ancien cours de l'Aar entre Aarberg et Meienried comme évacuateur de crues constituerait une solution du deuxième genre. En fait, on ne peut envisager de dériver hors du bassin de l'Aar des débits suffisants pour soulager sensiblement les lacs subjurassiens en période de crue ; quant à l'aménagement d'un nouveau lit entre Aarberg et Meienried, il serait beaucoup plus onéreux et présenterait des inconvénients beaucoup plus graves que l'approfondissement du canal de Nidau à Büren, sans toutefois offrir aucun avantage supplémentaire pour l'évacuation des crues.

4. Reste la quatrième méthode, savoir celle qui consiste à retenir temporairement dans des retenues naturelles ou artificielles sises plus en amont une partie des apports au lac.

Par rapport aux méthodes précédentes, la rétention temporaire des eaux des affluents présente le grand avantage d'assurer une régularisation des débits en amont déjà de la région à protéger spécialement ; c'est donc vers une solution basée sur ce principe qu'il faudrait tendre. Malheureusement, un examen approfondi a montré que de telles possibilités — compte tenu des contingences particulières à chaque accumulation existante ou envisagée entrant en ligne de compte : lacs de Joux, de Thoune, de Brienz, bassins d'accumulation de l'Oberhasli, de Rossens, de Schiffenen, etc. — étaient peu importantes et qu'elles ne pourraient donc apporter qu'une amélioration d'ordre secondaire au régime actuel des lacs subjurassiens. De plus, cette amélioration ne jouerait pas dans tous les cas et sa réalisation n'irait pas sans frais assez élevés ni sans causer des inconvénients durant les années sèches.

Signalons à ce propos les drainages et assainissements de terrains agricoles effectués sur une grande échelle, pendant la dernière guerre surtout, et dont l'effet est inverse. Par suite de ces travaux, de grandes régions plus ou moins marécageuses, qui faisaient auparavant fonction de réservoirs naturels retenant provisoirement les eaux de crues, évacuent maintenant celles-ci rapidement vers l'aval. Les corrections de lit et l'augmentation constante des surfaces bâties ou recouvertes d'une chape imperméable (routes) agissent dans le même sens.

En conclusion, nous avons dû constater que dans le cas des lacs subjurassiens, il était nécessaire d'avoir recours avant tout à une solution basée sur la deuxième méthode énoncée, savoir l'accroissement de la capacité des émissaires des lacs, pour obtenir une amélioration radicale du régime de ces derniers en périodes de hautes eaux. Quant aux améliorations qui pourront être apportées au régime de leurs apports, elles ne permettent pas d'envisager une réduction des travaux proposés actuellement, mais constitueront un heureux complément puisqu'elles permettront de réduire davantage le nombre et l'importance des inondations résiduelles pouvant encore se produire.

*

Puisqu'on ne peut éviter l'exécution de travaux considérables le long des émissaires des lacs, nous avons encore étudié s'il ne serait pas possible d'utiliser ces canaux agrandis dans un second but ; une partie de leur coût pourrait alors être prise en charge par d'autres intéressés, ce qui diminuerait la part grevant la régularisation des lacs proprement dite.

Une possibilité de ce genre existe : l'usine envisagée Schiffenen-lac de Morat. On sait que les forces hydrauliques de la Sarine, à l'aval de la ville de Fribourg, ne sont pas encore utilisées. Or une des variantes prévues pour mettre en valeur cette chute consiste à construire un barrage à Schiffenen, puis à conduire les eaux ainsi accumulées jusqu'aux environs de Morat où se trouverait l'usine. Une grande partie des eaux de la Sarine serait ainsi détournée dans le lac de Morat. L'émissaire de ce lac — le canal de la Broye — ainsi que celui du lac de Neuchâtel — le canal de la Thielle — joueraient alors le rôle de canaux de fuite de la nouvelle usine et évacueraient des débits beaucoup plus importants que ce n'est le cas actuellement. Il faudrait donc augmenter leur capacité. Comme la correction des eaux du Pied du Jura nécessite également un agrandissement de ces canaux, on pourrait les agrandir de manière qu'ils satisfassent aux besoins des deux entreprises et réaliser ainsi de notables économies. En effet, non seulement les prix unitaires de tels travaux diminuent avec leur importance, mais ceux-ci comportent une partie fixe — le revêtement en enrochements d'un des deux talus du canal — dont l'importance relative est d'autant plus faible que le volume total des travaux est plus grand.

Cette économie serait encore accrue du fait qu'il serait possible de prévoir une nouvelle capacité inférieure à la somme des débits maxima nécessités par chacune des deux entreprises. Il serait facile en effet de réduire le débit utilisé par la centrale en périodes de très hautes eaux, ces dernières étant très rares et la production d'énergie des autres usines hydroélectriques alors abondante. En temps normal et d'étiage, au contraire, le supplément d'apports dû à l'usine serait très souhaitable puisqu'en s'ajoutant aux faibles débits naturels des canaux, il permettrait de conserver entre les trois lacs subjurassiens, malgré l'élargissement des canaux de la Broye et de la Thielle, des différences de niveau de l'ordre de celles observées actuellement. Quant aux régimes du lac de Bienne et de l'Aar plus à l'aval, ils ne seraient pas sensiblement modifiés puisqu'ils reçoivent, maintenant déjà, toutes les eaux de la Sarine.

De l'étude approfondie à laquelle notre service a procédé, il résulte que la régularisation des lacs trouverait un avantage certain à être conjuguée avec l'usine envisagée. Mais l'exécution de cette dernière nécessiterait des pourparlers longs et délicats, vu l'importance des questions à résoudre et le nombre élevé des intéressés : les quatre cantons riverains des lacs, les Entreprises électriques fribourgeoises, les Forces motrices bernoises, etc. On pouvait donc craindre qu'une entente à ce sujet ne demandât beaucoup de temps et ne puisse se faire qu'au prix de sujétions si lourdes pour la nouvelle usine que sa réalisation en soit compromise. D'accord avec tous les cantons intéressés, il a donc été décidé de poursuivre la question de la régularisation des lacs du Pied du Jura indépendamment de cette possibilité.

II. Les nouvelles usines hydroélectriques envisagées dans le bassin de la Sarine

A. Généralités

Pour pouvoir juger si un projet d'usine est rationnel du point de vue de l'utilisation des forces hydrauliques, il ne suffit pas de l'examiner pour lui seul, ni même de le confronter avec d'autres projets, il faut encore examiner s'il s'incorpore dans un plan général d'aménagement — rationnel lui aussi — s'étendant à toute la région à con-

sidérer, compte tenu des dérivations possibles et de l'interdépendance que celles-ci créeraient entre de vastes territoires.

Plusieurs projets ont été étudiés récemment pour mettre en valeur les forces hydrauliques de diverses sections de cours d'eau appartenant au bassin de la Sarine. Pour cette raison également, et comme il l'a déjà fait ou est en train de le faire pour d'autres parties de notre pays, notre service a dû établir un plan général d'aménagement pour le bassin de la Sarine et certaines régions avoisinantes.

Bien entendu, ces plans généraux d'aménagement n'ont rien d'absolu mais sont revisés chaque fois que des solutions nouvelles et plus avantageuses se présentent. Parfois — c'est le cas pour celui de la Sarine — ils comportent même, pour l'utilisation des mêmes eaux, plusieurs variantes pouvant être considérées comme rationnelles.

Rappelons ici ce que nous avons déjà signalé en tête de cet exposé : Le degré d'élaboration des projets figurant dans le plan d'aménagement établi est très variable. Alors que certaines usines ont déjà fait l'objet d'études approfondies, d'autres n'ont été étudiées que très sommairement. Il en est de même en ce qui concerne les droits d'utilisation des eaux. Tandis que pour certains projets, la concession a déjà été accordée au moins partiellement ou est en cours d'examen, pour d'autres, par contre, il n'existe aucun requérant.

Rappelons aussi que la mise en valeur rationnelle des sections de cours d'eau utilisées ne représente qu'un des points de vue que doivent prendre en considération les autorités lorsqu'elles examinent des demandes de concession et que ce critère peut être différent de l'intérêt public.

Avant de donner quelques brèves indications sur chacun des aménagements figurant au plan d'ensemble actuel du bassin de la Sarine (voir fig. 14), nous ne saurions manquer de signaler que plusieurs de ceux-ci — y compris, par exemple, l'usine envisagée Schiffenen-Morat — se trouvaient déjà dans un premier plan directeur de cette région établi en 1913 par M. Maurer, alors ingénieur en chef du département des Services industriels du canton de Fribourg, un technicien aux vues larges qui fait figure de précurseur dans ce domaine.

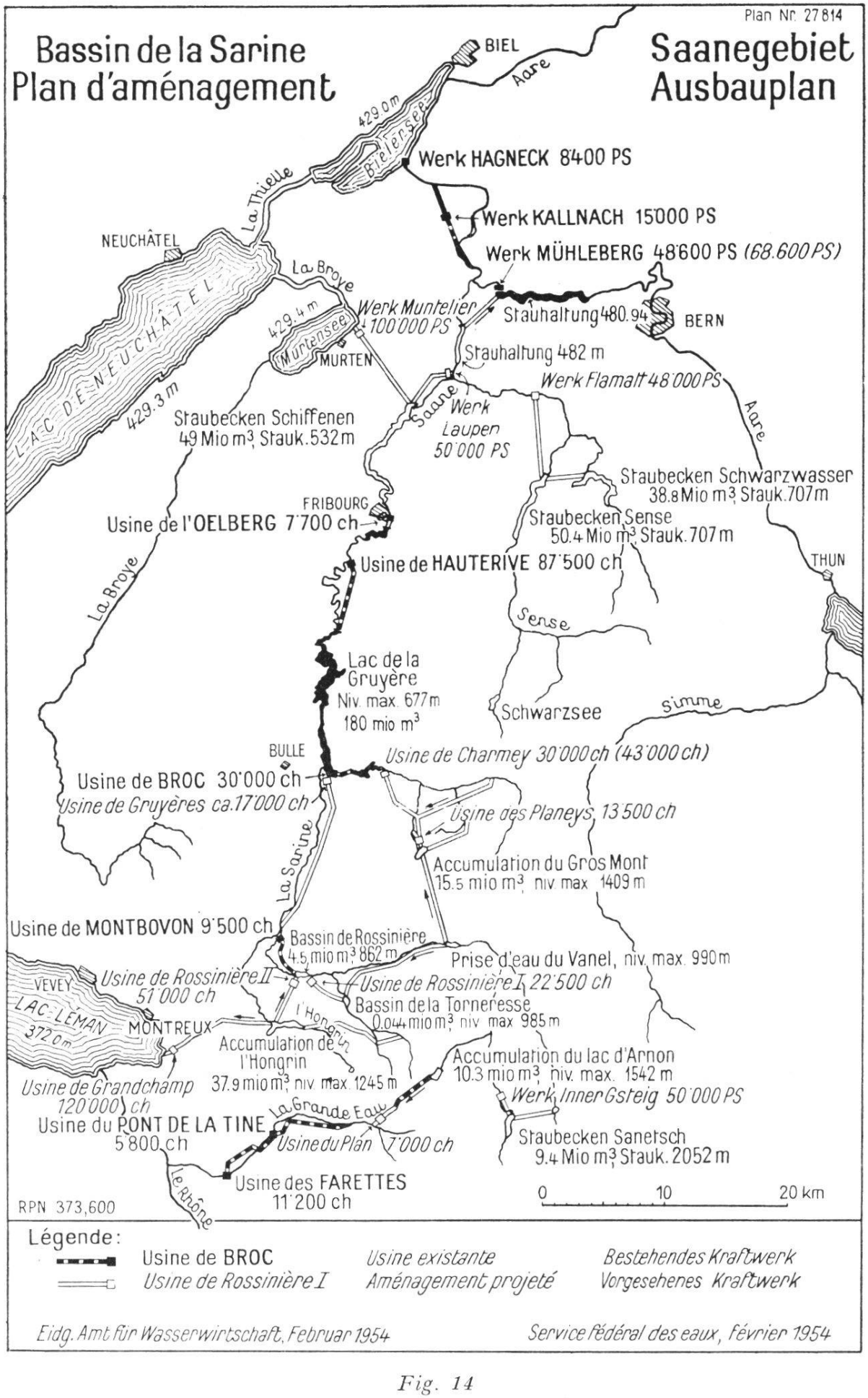
Plan Nr. 27814
Bassin de la Sarine
Plan d'aménagement
Saanegebiet
Ausbauplan
BIEL
Aare
429.0 m
Bielersee
La Thielle
Werk HAGNECK 8400 PS
Werk KALLNACH 15000 PS
NEUCHÂTEL
Werk MÜHLEBERG 48600 PS (68.600 PS)
La Broye
Werk Muntelier
4 100000 PS
Stauhaltung 480.94
BERN
429.4 m
Murtensee
MURTEN
Stauhaltung 482 m
Werk Flamatt 48000 PS
LAC DE NEUCHÂTEL
429.3 m
Saane
Werk
Lauperen
50000 PS
Aare
Staubecken Schiffenen
49 Mio m³, Stauk. 532 m
Staubecken Schwarzwasser
38.8 Mio m³, Stauk. 707 m
FRIBOURG
Usine de l'OELBERG 7700 ch
Staubecken Sense
50.4 Mio m³, Stauk. 707 m
Usine de HAUTERIVE 87500 ch
THUN
La Broye
Sense
Lac de la
Gruyère
Niv. max. 677 m
180 mio m³
Schwarzsee
Simme
BULLE
Usine de Charmey 30000 ch (43000 ch)
Usine de BROC 30000 ch
Usine de Gruyères ca. 17000 ch
Usine des Planeys, 13500 ch
La Sarine
Accumulation du Gros Mont
15.5 mio m³, niv. max. 1409 m
Usine de MONTBOVON 9500 ch
Bassin de Rossinière
4.5 mio m³ 862 m
Prise d'eau du Vanel, niv. max. 990 m
VEVEY
Usine de Rossinière II
51000 ch
Usine de Rossinière I, 22500 ch
LAC LÉMAN
372 m
MONTREUX
l'Hongrin
Bassin de la Torneresse
0.044 mio m³, niv. max. 985 m
Accumulation de
l'Hongrin
37.9 mio m³, niv. max. 1245 m
Accumulation du lac d'Arnon
10.3 mio m³, niv. max. 1542 m
Usine de Grandchamp
120000 ch
Werk Inner Gsteig 50000 PS
Usine du PONT DE LA TINE
5800 ch
La Grande Eau
Usine du Plan 7000 ch
Staubecken Sanetsch
9.4 Mio m³, Stauk. 2052 m
Le Rhône
Usine des FARETTES
11200 ch
RPN 373,600
0
10
20 km
Légende:
Usine de BROC
Usine de Rossinière I
Usine existante
Aménagement projeté
Bestehendes Kraftwerk
Vorgesehenes Kraftwerk
Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Februar 1954
Service fédéral des eaux, février 1954

Fig. 14

B. Description sommaire des nouvelles usines envisagées

1. Usine du Sanetsch

La chute concentrée que fait la Sarine entre le plateau de Genièvre au-dessous du col du Sanetsch et le village de Gsteig est favorable à la mise en valeur de la force hydraulique de cette section. A un moment donné, la ville de Berne, qui s'y intéresse depuis nombre d'années, avait même envisagé de passer au stade des réalisations, mais elle finit par préférer participer à l'aménagement des forces de l'Oberhasli, en commun avec d'autres entreprises électriques.

En 1947, cette même ville et les Forces motrices bernoises dressèrent un nouveau projet. Il comporte l'aménagement d'un bassin d'accumulation de 9,4 millions de m^3 de capacité sur le plateau hauterivien, urgonien et barrémien de Genièvre moyennant la construction d'un barrage-poids en béton de 440 m de longueur et 58 m de plus grande hauteur, prolongé vers l'est par une digue en terre de 130 m de longueur. Le niveau maximum de la retenue serait à la cote 2052 m et la chute brute maximum serait de 855 m. Une galerie amènerait dans la retenue les eaux du bassin voisin du Geltenbach qui a l'avantage d'être recouvert en partie par un glacier. L'usine serait aménagée pour un débit de 5 m^3/sec et la centrale sise près de Gsteig aurait une puissance maximum de 50 000 ch ; sa production serait de 27 millions de kWh en hiver et de 38 millions de kWh en été.

La commune valaisanne de Savièse a accordé depuis longtemps le droit d'utiliser les eaux dépendant de son territoire. Du côté bernois, le Conseil d'Etat n'a pas encore pris de décision, une forte opposition s'étant manifestée dans la vallée de Lauenen pour des raisons ressortissant à la protection de la nature (cascades du Geltenschüss).

Grâce à l'accumulation prévue, cet aménagement ne produirait pas seulement de notables quantités d'énergie d'hiver, mais il améliorerait encore sensiblement le régime de la Sarine à l'aval en augmentant son débit durant cette saison de 1 m^3/sec en moyenne.

2. Augmentation de la retenue du lac d'Arnon

La Société des forces motrices de la Grande-Eau à Aigle, une filiale de la Société romande d'électricité, possède deux usines sur ce cours d'eau : Pont de la Tine et les Farettes. Afin d'améliorer leur production d'hiver, elle a effectué d'importants travaux entre 1912 et 1921 au lac d'Arnon, petit lac situé sur territoire bernois dans une auge d'origine glaciaire obturée par deux grands glissements descendus des versants de la vallée. L'émissaire de ce lac, le Tscherzibach, est un affluent de la Sarine. Grâce à un tunnel percé sous la Palette d'Isenau, les eaux du lac d'Arnon sont détournées du bassin de l'Aar vers celui de la Grande Eau, et par conséquent du Rhône, par l'intermédiaire du torrent du Plan. Comme l'entrée de cette galerie se trouve près de 25 m au-dessous du niveau naturel du lac, on peut abaisser celui-ci d'autant, ce qui représente un volume utile de 6,3 millions de m^3. Pendant la dernière guerre, on a augmenté ce volume de 600 000 m^3 en construisant un petit barrage de 1,50 m de hauteur à la sortie de l'émissaire.

On envisage actuellement d'accroître à nouveau de 3,4 millions de m^3 la capacité utilisable du lac en construisant au même endroit une digue de 8,50 m de hauteur. Il est prévu de construire également une petite usine au Plan près des Diablerets afin de mettre en valeur la chute d'environ 350 m, non encore utilisée, comprise entre l'extrémité de la galerie côté Vaud et l'embouchure du Torrent du Plan dans la Grande Eau.

Les eaux supplémentaires nécessaires pour assurer le remplissage de la retenue agrandie seront captées dans le torrent d'Ayerne, donc dans le bassin de la Grande Eau, puis refoulées dans le lac par l'intermédiaire de la galerie existante ; ce nouvel aménagement n'augmentera donc pas le volume des eaux soutirées au bassin de la Sarine.

Le supplément annuel de production donné par cet aménagement complémentaire sera de 11,2 millions de kWh en moyenne dont 7,7 produits par l'usine du Plan qui sera équipée d'un groupe de 7000 ch absorbant au maximum 1,75 m^3/sec.

Il semble que les concessions bernoise et vaudoise pour ce nouvel aménagement seront octroyées très prochainement.

3. Usine Le Vanel-Rossinière

De Gsteig à Gesseney, la pente de la Sarine est très faible. Entre cette dernière localité et Rossinière, elle est de nouveau un peu plus forte ; une utilisation de la force le long de ce secteur entre donc en ligne de compte. Le dernier projet qui le concerne date de 1949 ; il est dû à la Compagnie d'Entreprises et de Travaux hydrauliques à Lausanne, agissant pour le compte de la Compagnie vaudoise des forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe, qui elle-même deviendra à partir du 1er janvier 1955 la Compagnie vaudoise d'Electricité. La prise d'eau est prévue au Vanel, un peu à l'aval de l'embouchure du ruisseau des Fenils et de la frontière entre les cantons de Berne et de Vaud. Les ouvrages d'amenée se trouveraient sur la rive gauche de la Sarine, ce qui permettrait de capter aussi facilement les eaux de la Gérine et de la Torneresse et même d'aménager un bassin de compensation de 44 000 m³ dans une gorge formée par ce dernier cours d'eau. Quant à la centrale, elle serait située près de Rossinière et équipée pour un débit de 15 m³/sec.

Il existe deux variantes concernant l'emplacement de cette centrale. En effet, les Entreprises électriques fribourgeoises, propriétaires de l'usine d'aval de Montbovon, envisagent de remplacer la prise d'eau actuelle de cette usine près de la Tine par un ouvrage situé 500 m plus en amont, au Lanciau, à l'aval immédiat de la plaine du Vernex, en dessous de Rossinière. A cet endroit, la vallée se resserre et la Sarine coule dans une gorge étroite formée de calcaires, de marnes et de grès toarciens où il serait facile de construire un barrage retenant 4 à 5 millions de m³ d'eau. En aménageant en conséquence la galerie d'amenée actuelle à la centrale de Montbovon, cette dernière pourrait être exploitée en usine de pointe et fournir par conséquent de l'énergie d'une qualité bien supérieure à celle qui est produite actuellement.

Selon donc que ce bassin de Rossinière sera aménagé ou non, la centrale du même nom du palier amont serait édifiée en bordure du nouveau bassin ou au contraire au fond de la plaine du Vernex. Dans le premier cas, la chute brute serait de l'ordre de 150 m, la puissance installée de 26 500 ch et la production annuelle de 70 millions de kWh ; dans le second cas, ces valeurs se réduiraient à 130 m, 22 500 ch et 60 millions de kWh.

4. Accumulation du Gros-Mont

La plaine du Gros-Mont, encaissée entre la chaîne des Gastlosen et celle du Vanil Noir, était autrefois recouverte par un lac qui disparut peu à peu, par érosion torrentielle du seuil rocheux sur lequel coule l'émissaire du vallon : le Rio du Gros-Mont. Moyennant certains travaux d'étanchement, cette plaine pourrait probablement être aménagée en bassin d'accumulation, le barrage principal étant construit au haut des Escaliers du Gros-Mont, sur le verrou néocomien qui limite la cuvette au Nord. A l'autre extrémité de celle-ci, dans la région du Jeu de Quilles, une digue devrait être construite afin d'éviter un déversement vers la vallée vaudoise des Siernes Picats. Les apports du bassin versant naturel, augmentés par l'adduction du Rio du Petit-Mont, étant inférieurs aux 15,5 millions de m^3 prévus comme capacité de la retenue, une partie de l'eau nécessaire pour le remplir devrait être pompée.

Le bassin serait utilisé vers le Nord, la centrale se trouvant près de Charmey. La production annuelle serait de 25 millions de kWh environ, non compris le supplément qui en résulterait dans les trois paliers inférieurs de Montsalvens, Rossens et Oelberg. Cette production pourrait être concentrée sur l'hiver. Il faudrait par contre disposer de 8 à 10 millions de kWh d'été pour le pompage.

Mais ce même bassin du Gros-Mont pourrait aussi être utilisé en conjugaison avec une dérivation de la Sarine vers le bassin de Montsalvens. Cette solution aurait l'avantage d'assurer une utilisation intégrale des forces de cette rivière entre le Vanel et Broc. En effet, la pente de la Sarine entre Montbovon et cette dernière localité est faible. Son utilisation le long de la vallée semble donc peu intéressante. En conduisant les eaux de la Sarine directement vers la retenue de Montsalvens, on utiliserait par contre la chute déjà aménagée de Broc ainsi qu'une partie des galeries nécessaires pour l'utilisation du bassin du Gros-Mont.

Suivant la conception indiquée sur la fig. 14, le groupe d'usines Le Vanel-Gros-Mont-Charmey comporterait deux paliers et par conséquent deux centrales. L'une, souterraine, située dans le vallon du Gros-Mont, au-dessous des Planeys, mettrait en valeur la chute Gros-Mont-Les Planeys. C'est là que se trouverait aussi l'installation

de pompage destinée à compléter les apports au bassin du Gros-Mont. L'eau utilisée dans cette première centrale se déverserait dans le canal d'amenée Le Vanel-Charmey du palier inférieur dont la centrale serait située à Charmey. Le Jaunbach se trouvant à Bellegarde à la même altitude que la Sarine au Vanel, il pourrait être capté également et utilisé dans ce palier inférieur.

La production du groupe d'usines constitué par ces deux paliers serait de l'ordre de 150 millions de kWh par année dont la moitié disponible en hiver.

Ici comme à l'Hongrin, l'énergie reviendrait en majorité à un canton, celui de Vaud en l'occurrence, autre que celui sur le territoire duquel se trouverait la plus grande partie des installations. En effet, l'énergie produite dans l'usine de Charmey par les eaux provenant de la Sarine serait intégralement vaudoise, puisque le bassin de Montsalvens se trouve à une cote supérieure à celle de la Sarine à l'endroit où elle quitte le territoire vaudois.

5. Usines Hongrin-Grandchamp et Hongrin-Rossinière

Nous pensons qu'il n'est pas nécessaire d'exposer ici les grandes lignes de ce projet. Nous rappellerons seulement qu'il prévoit l'aménagement d'un bassin d'accumulation de 38 millions de m^3 dans les vallées du Grand et du Petit Hongrin, l'ouvrage de retenue — un double barrage-voûte — étant situé au Tabousset, au confluent de ces deux torrents. Le verrou à obturer par le barrage est constitué par une barre calcaire formée de couches plongeant vers l'amont, donc favorablement disposées. Les eaux du cours supérieur de la Torneresse et de l'Eau Froide seraient aussi dérivées vers ce bassin. Quant à la centrale d'une puissance de l'ordre de 120 000 ch, travaillant sous une chute brute maximum de 870 m et équipée pour un débit de 12 m^3/sec, elle serait souterraine et située à Grandchamp, près de Veytaux, au bord du lac Léman. La production annuelle serait de 150 millions de kWh, dont 20 millions à restituer aux usines existantes de Montbovon, Rossens et Oelberg. Comme les trois quarts de la production pourraient être concentrés sur l'hiver, cette usine représente le plus bel aménagement hydro-électrique pouvant encore être réalisé dans le canton de Vaud.

Tous les ouvrages sont situés en effet sur le territoire de ce

canton. Toutefois, comme il s'agit de l'utilisation d'une section intercantonale de cours d'eau — l'Hongrin du barrage à son embouchure dans la Sarine, puis la Sarine elle-même —, c'est le Conseil fédéral qui serait compétent pour statuer sur l'octroi éventuel des droits d'eau au cas où les deux cantons intéressés ne parviendraient pas à s'entendre à ce sujet. Fait paradoxal à première vue, la part d'énergie fribourgeoise dépasse celle qui revient au canton de Vaud, la dénivellation comprise entre le barrage et l'endroit où l'Hongrin quitte ce dernier canton étant inférieure à celle qui est comprise entre ce point et celui où la Sarine abandonne le territoire fribourgeois.

Suivant le projet actuel, dressé par la Compagnie d'Entreprises et de Travaux publics à Lausanne pour la Compagnie vaudoise des forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe, le volume des eaux dérivées du bassin de l'Aar vers celui du Rhône serait de 84 millions de m^3 en année moyenne, ce qui représente $2\,^2/_3$ m^3/sec en moyenne.

Bien entendu, la retenue projetée de l'Hongrin pourrait être utilisée également le long du cours naturel des eaux, la centrale étant située par exemple près de Rossinière, à l'amont de la prise d'eau de l'usine de Montbovon. La chute étant un peu inférieure à la moitié de celle correspondant à l'utilisation vers le Léman, la puissance de la centrale de Rossinière II serait de l'ordre de 50 000 ch et sa production annuelle de 68 millions de kWh dont 50 millions en hiver.

6. Usine Montbovon-Gruyères

Entre Montbovon et le lac de la Gruyère, la pente de la Sarine est faible. La mise en valeur de la force hydraulique de cette section ne paraît donc pas très intéressante, même si l'on suppose que la retenue envisagée de l'Hongrin soit utilisée vers la Sarine.

Suivant une étude de caractère très général effectuée par notre service, la production annuelle de cette usine, aménagée pour utiliser un débit de 20 m^3/sec au maximum, serait de 75 millions de kWh, dont 31 millions en hiver, en tenant compte des débits actuels de la Sarine. La construction du bassin de l'Hongrin et son utilisation vers le Léman réduirait cette production d'une dizaine de millions de kWh

par année dont 4 millions en hiver. Quant à l'utilisation de ce même bassin vers la Sarine, elle réduirait la production d'été de 3 millions de kWh, mais accroîtrait celle d'hiver de 6 millions.

7. Usine de Flamatt

Citons encore, mais pour mémoire seulement car elle est très peu intéressante du point de vue économique, la possibilité de mettre en valeur les forces du bassin versant de la Singine. Deux lacs d'accumulation importants pourraient être créés dans la molasse marine, l'un près de Buttnigenbad, sur la Schwarzwasser, d'une capacité utile de 39 millions de m^3, et l'autre près de Schönfels, sur la Singine, d'un volume de 50 millions de m^3. La centrale serait à Flamatt.

Avec des bassins de retenue de cette importance, la production, qui serait de l'ordre d'une cinquantaine de millions de kWh par année, pourrait être concentrée sur les seuls mois d'hiver. Le prix de revient, très élevé, de l'énergie pourrait être réduit en diminuant l'importance des bassins ; mais alors la production ne pourrait plus être concentrée sur l'hiver seulement. En outre, malgré cette réduction de la qualité de l'énergie produite, son coût resterait élevé.

8. Aménagement de la Basse-Sarine

Grâce à la régularisation des débits de la Sarine due au bassin d'accumulation de la Gruyère, l'utilisation des forces hydrauliques de la Basse-Sarine a gagné en intérêt. En collaboration avec les Entreprises électriques fribourgeoises, notre service a examiné comment la section non encore utilisée, c'est-à-dire celle située à l'aval de la restitution de l'usine de l'Oelberg, à Fribourg, pourrait être mise en valeur.

Entre Fribourg et Schiffenen, la vallée de la Sarine est encaissée dans d'épais bancs de molasse marine burdigalienne formant de hautes parois presque verticales. Les conditions topographiques et géologiques sont d'autant plus favorables à l'établissement d'un bassin d'accumulation que, contrairement à ce que l'on a cru pendant longtemps, la couche d'alluvions récentes recouvre directement la roche en place et n'a que quelques mètres d'épaisseur. L'emplacement le plus favorable pour la construction d'un barrage se trouve à environ

1300 m en aval du pont de Schiffenen. Les projets établis prévoient l'érection d'un barrage-poids massif de 34 m de hauteur au-dessus du lit actuel de la Sarine et de 280 m environ de longueur ; son volume atteindrait 190 000 m³. La cote de retenue, 532 m, a été choisie de telle façon que le remous s'étende jusqu'au pied de l'usine de l'Oelberg, à Fribourg. La superficie du nouveau lac serait de 4 km² et son volume total de 56 millions de m³.

L'eau ainsi accumulée pourrait être utilisée dans l'une des deux directions suivantes :

a) vers le lac de Morat, par l'intermédiaire d'une usine Schiffenen-Montilier ;

b) le long du cours naturel de la Sarine, au moyen d'une usine Schiffenen-Laupen ; cet aménagement pourrait être complété éventuellement en dérivant les eaux de la Sarine et de la Singine réunies, de Gümmenen vers le lac de Wohlen où elles seraient utilisées par l'usine de Mühleberg des Forces motrices bernoises.

a) *Usine Schiffenen — Lac de Morat (Montilier)*

Les eaux de la Sarine seraient donc dérivées (voir fig. 15) jusqu'à concurrence d'un débit maximum de 100 m³/sec vers le lac de Morat par une galerie en charge de 6 km environ de longueur et de 6 m de diamètre. Cette galerie, dont l'origine serait située au sud-ouest de Kleingurmels, à la cote 503, pourrait être creusée entièrement dans la molasse. A l'amont, sur 1 km environ, il s'agirait de molasse marine burdigalienne, ensuite de molasse d'eau douce aquitanienne. Une petite gorge, due probablement à l'érosion d'un ruisseau, le Burggraben, permet d'envisager une solution élégante et économique pour le château d'eau. En effet, en barrant cette gorge par une digue, on pourrait la transformer en un réservoir de charge à ciel ouvert spécialement utile dans le cas particulier, étant donné la longueur relativement grande de la galerie d'amenée.

Ce bassin d'équilibre serait relié à la galerie d'amenée par un puits vertical de 20 m de diamètre. De Burg, une conduite forcée de 6 m de diamètre, 5 % de pente et 1500 m de longueur conduirait l'eau à la centrale implantée à l'Est de Montilier, à proximité de la route cantonale de Morat à Löwenberg. Une galerie de décharge, se prolongeant par un canal de 450 m, restituerait les eaux au lac de Morat à la cote moyenne de 429,5 m.

Fig. 15. Avant-projet d'usine Schiffenen – lac de Morat (Montilier).
Situation et Profil en long.

La centrale, dont l'infrastructure jusqu'au plancher de la salle des machines serait creusée dans la molasse, comprendrait deux groupes verticaux actionnés chacun par une turbine Francis de 50 000 ch.

A noter que dans cette variante, le projet prévoit l'utilisation d'une tranche d'eau de 21 m de la retenue de Schiffenen, ce qui correspond à un volume de 49 millions de m³.

Grâce à la chute concentrée de 100 m environ qui pourrait être utilisée entre la cote de retenue maximum du bassin de Schiffenen et celle du niveau moyen du lac de Morat ainsi qu'à l'action régularisatrice très favorable des lacs de la Gruyère et de Schiffenen permettant d'utiliser la presque totalité des débits de la Sarine, la production de cette usine serait d'environ 300 millions de kWh par année, répartis également entre l'hiver et l'été. Le débit aménagé des usines existantes de Kallnach et de Hagneck — celui de Kallnach surtout — étant peu élevé, la perte de production que subiraient ces usines ne dépasserait pas une dizaine de millions de kWh par année au total.

Nous avons déjà relevé que la réalisation de cette usine, conjointement avec celle de la régularisation des lacs, serait avantageuse pour chacune des deux entreprises. Notons encore qu'une usine Schiffenen-Morat aurait par ailleurs l'avantage d'introduire de grandes quantités d'eau relativement pures et riches en oxygène dans le lac de Morat. En effet ce lac, qui doit être classé dans la catégorie des lacs eutrophes, est fortement pollué et il ne pourrait que bénéficier d'un renouvellement plus intense de ses eaux. On sait que c'est dans le lac de Morat qu'apparut pour la première fois dans notre pays — c'était en 1825 — l'algue oscillatoria rubescens d'où son nom de « Sang des Bourguignons ». Depuis lors, et comme ce fut le cas presque partout dans notre pays, la pollution de ses eaux s'est encore accrue au détriment de la pêche, de la beauté du site et même de l'hygiène.

b) *Usine Schiffenen-Laupen* (voir fig. 16)

La chute brute maximum pouvant être utilisée jusqu'à Laupen n'étant que de 50 m environ, il est prévu, dans cette variante, d'abaisser le niveau du bassin d'accumulation de Schiffenen jusqu'à la cote 520 seulement. La tranche utile étant alors de 12 m,

Fig. 16. Avant-projet d'usine Schiffenen-Laupen.
Situation et profil en long.

elle correspondrait à un volume de 36 millions de m³. La galerie d'amenée sous pression, de 6 m de diamètre et de 4,6 km de longueur, serait creusée entièrement dans la molasse burdigalienne et aquitanienne de la rive gauche de la Sarine jusqu'à l'aval de Laupen au-dessus du lieu-dit Alte Amtsschreiberei, où se trouverait la chambre d'équilibre. De là, un puits sous pression incliné, puis deux conduites forcées amèneraient l'eau à la centrale construite immédiatement à l'aval du pont de chemin de fer et équipée pour un débit de 100 m³/sec correspondant à une puissance de 46 000 ch.

Un second groupe d'ouvrages permettrait l'utilisation complète des forces hydrauliques de la Basse-Sarine en dérivant ensuite les eaux de cette rivière vers l'usine de Mühleberg au moyen d'une galerie de 6,75 m de diamètre et de 3,6 km de longueur percée dans la molasse aquitanienne entre Gümmenen et le lac de Wohlen. Un barrage mobile, construit à cet effet au travers de la Sarine en amont du pont de Gümmenen, retiendrait les eaux à la cote 482. Le débit dérivé atteindrait 70 à 100 m³/sec suivant le niveau du lac de Wohlen.

L'énergie produite par l'usine Schiffenen-Laupen serait en année moyenne de 140 millions de kWh, dont la moitié en hiver. A ce chiffre, il faut ajouter le gain d'énergie dans les usines existantes de Mühleberg, Kallnach et Hagneck, qui atteindrait 23 millions de kWh en été et 38 millions en hiver, soit au total 61 millions de kWh. Le gain total d'énergie que la variante Schiffenen-Laupen-Mühleberg permettrait de réaliser serait donc de l'ordre de 200 millions de kWh par année.

Mentionnons qu'on a aussi envisagé d'augmenter la puissance de la centrale de Mühleberg dans le cas où les eaux de la Sarine lui seraient conduites. En portant l'équipement actuel de 240 m³/sec à 340 m³/sec, ce qui permettrait d'augmenter la puissance maximum de 20 000 ch, on obtiendrait en été un supplément de production de 16 millions de kWh.

A noter enfin qu'il serait aussi possible de limiter la section de la Sarine utilisée dans l'usine supérieure au seul secteur fribourgeois. La restitution de l'eau prélevée dans le bassin de Schiffenen aurait alors lieu près de Klein-Bösingen, en amont de Laupen. La chute mise en valeur étant un peu plus faible que dans la variante Schiffenen-Laupen, les possibilités de production seraient réduites en proportion.

C. Les possibilités de production des usines envisagées

La production des usines existantes du bassin hydrographique de la Sarine est de 375 millions de kWh par année en moyenne. Celle des nouveaux aménagements figurant dans le plan d'ensemble donné est de l'ordre de 500 millions de kWh en tenant compte des seuls projets prévoyant une utilisation des eaux dans le bassin naturel de la Sarine. Une fois complètement mises en valeur, les eaux de ce cours d'eau et de ses affluents seraient donc à même de produire près de 900 millions de kWh par année dans leur propre bassin versant.

POSTFACE

En terminant cet exposé, il nous reste l'agréable devoir d'adresser les meilleurs remerciements de notre service à tous ceux : services techniques fédéraux et cantonaux, ingénieurs-conseils, géologues, entreprises, etc., qui ont collaboré aux études qu'il a effectuées, en particulier à partir de la crue de fin 1944. Qu'ils veuillent bien nous excuser si — afin de ne pas allonger cette communication déjà très longue — nous ne les nommons pas ici expressément. Comme cet exposé résume une conférence donnée à Fribourg et qu'il est destiné à paraître dans une revue fribourgeoise, nous nous permettrons cependant de faire une exception en faveur de deux éminentes personnalités de ce canton dont la collaboration nous a été particulièrement précieuse. Il s'agit de M. Jean Tercier, professeur à l'Université de Fribourg, ancien président de la Société fribourgeoise des sciences naturelles, à qui nous avons confié l'examen des problèmes d'ordre géologique posés par les usines envisagées du Gros-Mont et de Schiffenen, et de M. Henri Gicot, ingénieur-conseil à Fribourg, qui, conjointement avec notre service, assura la direction générale des études que nous avons effectuées de 1944 à 1950.