

Zeitschrift: Die Eisenbahn = Le chemin de fer
Herausgeber: A. Waldner
Band: 6/7 (1877)
Heft: 7

Artikel: Barrages mobiles à forte chute, système Boulé
Autor: A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-5821>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

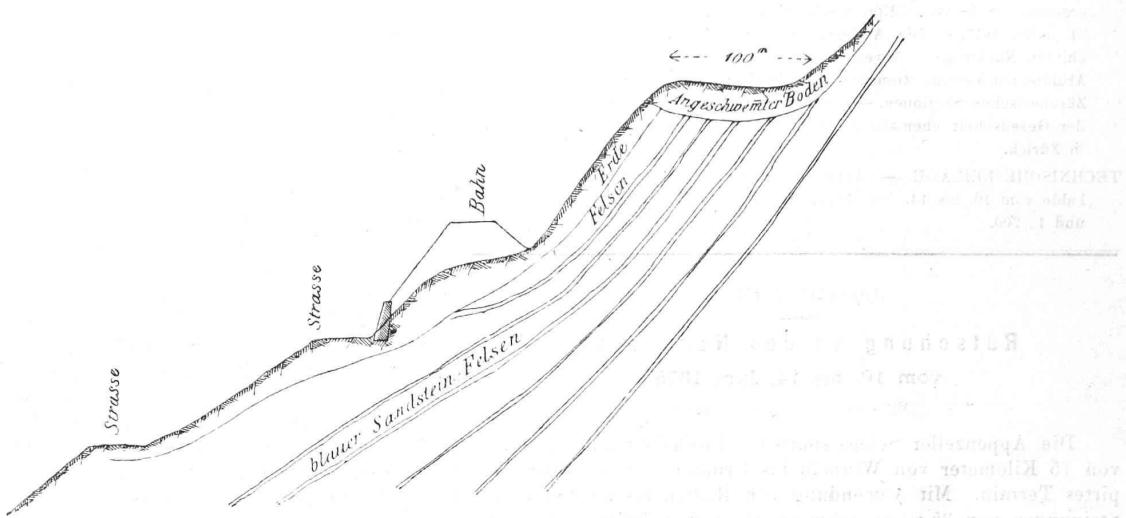
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

die Lehne unmöglich das alleinige Sammelgebiet sein, man kam daher auch sofort zum Schluße, dass das oberhalb liegende, ziemlich ausgedehnte, muldenförmige Plateau, in welches die

Felsschichten unter einem Winkel von ungefähr 30° ansteigen, die hauptsächlichste Lieferquelle sei. (Siehe nebenstehende Skizze.)



Die Felsschichten dürften zum Theil unter dem Damm auslaufen (der Felsen ist hart zum Sprengen, verwittert jedoch an der Luft äusserst rasch) und vermengen sich überdies mit den Nagelfluh- und Leberschichten aus dem Einschnitt (die Richtungen sind auf der Skizze angedeutet); auch scheint die erste Nagelfluhschicht mit eingebackenem grauem Sandstein die Schichten von der Plateaurichtung zu überlagern, welche dann auch die Bewegung mitmachen musste.

Die früheren Erfahrungen verbunden mit den jetzigen Beobachtungen zeigen, dass hier Gleichgewicht beziehungsweise Ruhe nur durch gründliche Entwässerung erzielt werden könne.

Man entschied sich für Sickerdohlen (I, II, III und IV) deren Anlage Fig. 1 und deren Querschnitt Fig. 4 gibt. Die Sohle, die grösstentheils in Felsen gesprengt ist, wurde gepflastert und mit einem Cementguss versehen; hierauf kamen fünf mit Draht zusammengebundene runde Stangen von circa 5—10 %m Durchmesser und darüber Kugelsteine, die durch eine starke Reisigsschicht abgedeckt sind.

Durch die Anlage der Sicherung I wurde die Vermuthung, dass das oberhalb sich befindliche Plateau die meiste Wassermasse liefere, bestätigt, denn als der harte blaue Sandstein in einer Schichtstärke von 0,3—0,45 %m durchbohrt wurde, sprudelte das Wasser aus dem Bohrloch gleich einer Quelle zu Tage, es ist dies auch die Sicherung, die bei der trockensten Witterung Wasser liefert.

Dass durch diese Anlage das Terrain vollständig entwässert sei, ist wohl kaum anzunehmen, denn tiefer ausmündende periodische Quellen, welche übrigens der Bahnanlage nichts schaden, können noch immer vorhanden sein. Während der letzten Regenperiode (Frühjahr 1877) zeigte der Damm und das Terrain daselbst nicht die geringste Bewegung in Folge der durch die Sicherungen gelieferten Wassermasse.

Die Tragweite dieser Rutschung konnte wohl Niemand voraussehen, sonst wäre es vielleicht zweckmässiger gewesen, das Trace statt dem natürlichen Terrain anzuschmiegen möglichst tief in den vorstehenden Felskopf zu legen. Mit Anwendung eines Radius von 130 %m (strichdoppelpunktierte Linie) wäre die Linie durchgehends in felsiges Material gelegt worden.

Die ursprünglichen Anlagekosten wären höher gewesen, weil ein kleiner Tunnel ausgeführt werden musste, jedoch verglichen mit der Anlage der jetzt wirklich ausgeführten Linie, könnte sich keine grosse Differenz mehr zeigen. Auch hätte diese Abänderung eine Verkürzung der Linie nach sich gezogen, die Steigung von 35,8 %/o würde wenigstens auf 40 %/o gewachsen sein.

Ob die zu überwindenden Widerstände bei einem Radius von 84 %m in einer Steigung von 35,8 %/o kleiner wären als bei einem Radius von 150 %m und einer Steigung von 40 %/o liess

sich noch untersuchen, auch dürfte so die Abnutzung der Schienen und des Rollmaterials eine kleinere und die Sicherheit nicht geringer sein. C. S.

Barrages mobiles à forte chute, système Boulé.

Les barrages mobiles jouent, comme on sait, un grand rôle dans la navigation de certaines rivières. Pour rendre navigable une rivière dont le tirant d'eau naturel est insuffisant, on la subdivise par des barrages en un certain nombre de biefs qui se font suite les uns aux autres. Chaque barrage produit dans son bief d'amont un relèvement de la ligne d'eau qui doit être encore assez marqué à la tête de ce bief, c'est-à-dire au pied du barrage précédent, pour qu'à cet endroit la rivière ait encore, même à l'étiage, la profondeur requise par la batellerie. Une écluse, accolée à chaque barrage, le long d'une des rives, permet aux bateaux de franchir la chute qui résulte de la surélévation de la ligne d'eau.

Parmi les voies navigables constituées de cette manière il faut citer en France comme une des plus intéressantes celle qui est formée par l'Yonne, d'Auxerre à Montereau, au confluent de ce cours d'eau avec la Seine, et par la haute-Seine de Montereau à Paris.

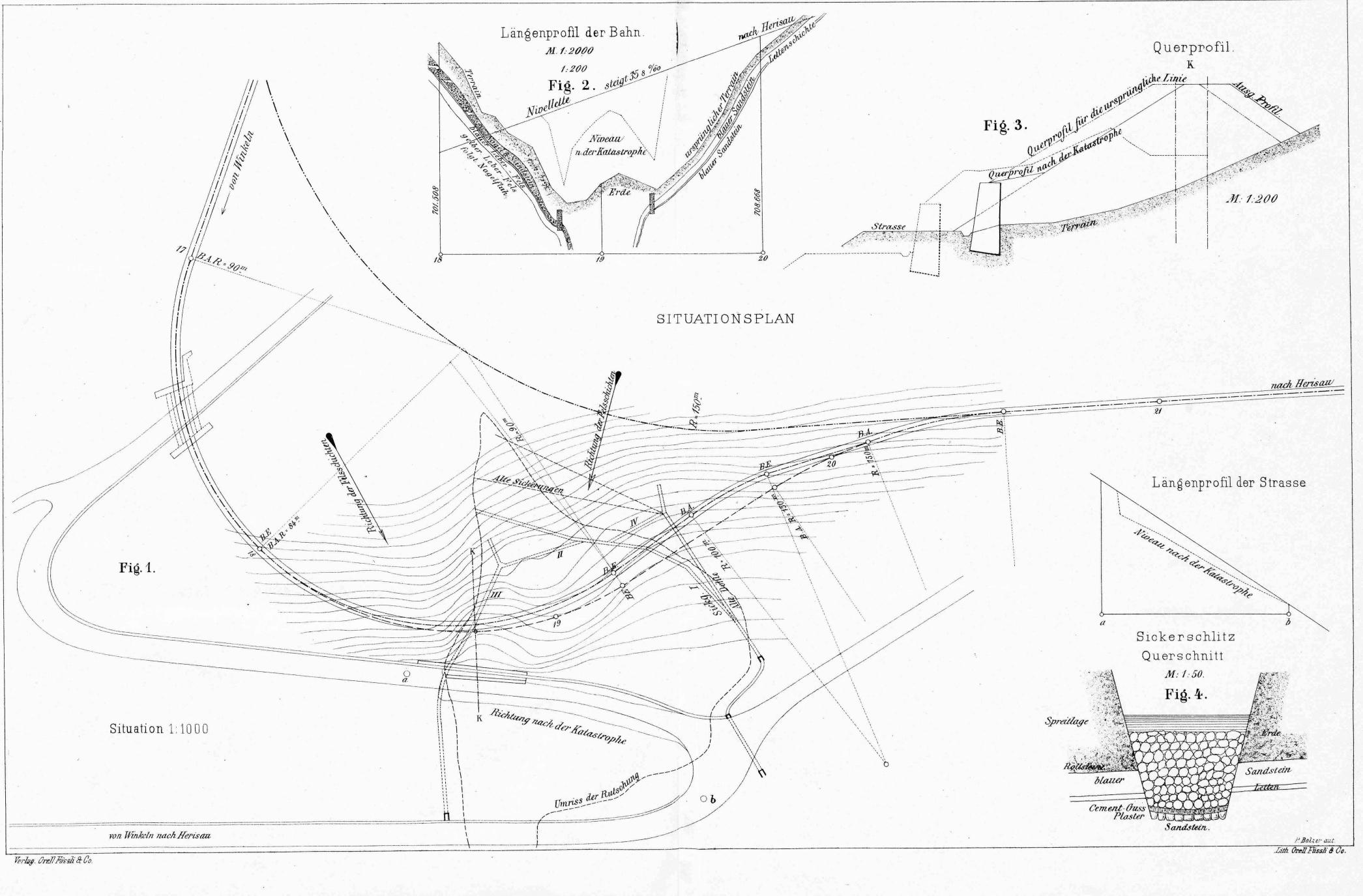
La section d'Auxerre à La Roche comprend 17 barrages dont 15 éclusés.

Celle de La Roche à Montereau comprend 8 barrages, dont 7 éclusés. (Les barrages non éclusés se trouvent placés en tête de canaux latéraux que la batellerie suit dans les parcours où la rivière ne pouvait être appropriée à la navigation.)

Enfin la section de Montereau à Paris comprend 12 barrages tous éclusés dont le plus voisin de Paris est celui de Port-à-l'Anglais.

De tels barrages doivent posséder un degré assez notable d'étanchéité afin de produire un relèvement suffisant du plan d'eau. Aussi on comprend que, s'ils étaient fixes, ils n'offriraient pas un débouché suffisant lorsque la rivière éprouve une crue d'une certaine importance, et qu'ils seraient par conséquent une cause d'inondations. De là la nécessité de rendre les barrages mobiles, c'est-à-dire de faire en sorte qu'on puisse, en cas de crue, effacer en tout ou en partie la construction qui en temps ordinaire fait saillie au dessus du radier.

Le problème des barrages mobiles a préoccupé beaucoup d'ingénieurs. Les solutions qu'il a reçues sont encore souvent l'objet de perfectionnements. On a de plus en plus constaté la nécessité d'augmenter la hauteur des retenues, et par conséquent d'approprier les barrages mobiles à de plus grandes chutes.



Seite / page

leer / vide /
blank

Ceux qui sont usités en France, notamment ceux de l'Yonne et de la haute Seine, appartiennent en général au type de Mr. Poirée et à celui de Mr. Chanoine, plus ou moins modifiés.

Le barrage du système Poirée, dont il existe un spécimen sur la Reuss à Lucerne, est constitué par un rideau d'aiguilles, c'est-à-dire de prismes en bois très-allongés, qui s'appuient par le bas sur une saillie d'un seuil horizontal en pierres de taille faisant corps avec le radier, par le haut sur une passerelle de service. Celle-ci est supportée par des fermettes en fers profilés, placées perpendiculairement à la direction du barrage et mobiles chacune autour de sa base. Elles sont fixées au seuil par des crapaudines dans lesquelles peuvent tourner les tourillons qui terminent leur base, et contreventées en haut par les barres à griffes qui forment les longerons de la passerelle. Si la crue le rend nécessaire, on peut, après avoir fait disparaître tout le rideau d'aiguilles, enlever aussi la passerelle et rabattre toutes les fermettes qui viennent se coucher dans une rainure longitudinale ménagée à cet effet dans le seuil.

C'est cette passerelle supportée par des fermettes qui est la partie la plus originale et la plus utile du système Poirée.

Le barrage imaginé d'abord par Mr. Thénard, puis modifié par Mr. Chanoine, consiste dans des vannes ou hausses mobiles autour d'un axe horizontal. Cet axe fait partie d'un chevalet qui est disposé de manière à se rabattre avec sa hausse sur le radier, en aval, par l'effet de la pression de l'eau, quand il n'est pas maintenu par un obstacle. Un mécanisme assez simple permet d'écartier les obstacles qui maintiennent les chevalets relevés, et par conséquent d'ouvrir à l'eau, en cas de crue, un débouché plus ou moins grand. Le redressement des hausses est une opération plus longue et se pratique au moyen d'un bateau de service manœuvré à l'amont.

Comme les aiguilles du système Poirée s'appuient sur la passerelle, le rideau d'aiguilles ne peut pas servir de déversoir sans quoi la passerelle serait inabordable. Au contraire on peut s'arranger de manière à laisser passer une lance d'eau déversante par dessus la crête des hausses. Il résulte de cette différence qu'il faut annexer aux barrages à aiguilles un déversoir d'une plus grande longueur que pour les barrages à hausses.

En outre les barrages à aiguilles ne se prêtent qu'à des hauteurs de retenue assez restreintes. Si on peut enlever les aiguilles par des moyens mécaniques, il paraît à peu près impossible de les remettre autrement qu'à la main. La manœuvre à faire pour cela exige des mouvements compliqués auxquels une machine ne serait pas propre et pour lesquels la combinaison de l'adresse et de la force est nécessaire. De plus deux hommes ne peuvent guère s'entraider dans la pose d'une aiguille; il faut donc que l'éclusier soit assez robuste pour les poser tout seul. Cette nécessité assigne des limites assez restreintes à la longueur et à la section des aiguilles et par suite à la hauteur des barrages. Le maximum de la hauteur de retenue des barrages Poirée paraît être de 3^m à 3^m,50 au dessus du seuil, et encore on ne l'atteint qu'à l'aide d'expédients qui laissent à désirer.

Pour ces deux raisons on tend à renoncer aux barrages à aiguilles et à leur préférer les barrages à hausses qui se prêtent à des hauteurs de 4^m à 4^m,50.

Indépendamment de l'écluse, les barrages à hausses comprennent 1^o une passe navigable ou pertuis qui sert au passage des embarcations quand le barrage est supprimé et la chute effacée; 2^o le déversoir qui sert à régler la hauteur de la retenue quand le barrage est fermé. Sur la haute Seine les passes navigables ont leur seuil à 0^m,60 en contrebas de l'étiage naturel et les déversoirs à 0^m,50 en contre-haut. Les hausses des déversoirs sont nécessairement moins hautes que celles des passes, et de plus sont automobiles, c'est-à-dire sont disposées de manière à s'incliner d'elles-mêmes quand le niveau d'amont tend à s'élever et par conséquent à contrebalancer cette tendance, et au contraire à se relever dans le cas opposé.

Ce qui limite la hauteur des barrages à aiguilles ce sont seulement les aiguilles et nullement les fermettes. Cette remarque essentielle a donné naissance à une sorte de compromis entre les deux systèmes principaux que nous venons de décrire sommairement. Il consiste à supprimer le relevage des hausses

Chanoine au moyen d'un bateau de service manœuvré à l'amont, et à faire cette opération au moyen d'une passerelle établie, à l'amont de la rangée des hausses, sur des fermettes mobiles toutes pareilles à celles de Mr. Poirée, mais plus hautes et plus solides. La manœuvre se fait avec une chaîne qui d'une part est amarrée aux hausses, et de l'autre s'enroule sur un treuil circulant sur la passerelle.

On a vu quels avantages relatifs présentent les barrages Chanoine. D'autre part on leur reproche la complication même du système, le grand poids qu'atteignent les hausses et les autres parties mobiles, enfin les frais d'établissement qui, malgré la diminution de longueur du déversoir, sont importants, et augmentent rapidement avec la hauteur de la retenue.

Ces inconvénients sont nécessairement portés à leur comble dans le système mixte que nous venons d'indiquer.

Mr. Boulé, ingénieur des ponts et chaussées (on sait qu'en France le service des rivières et canaux rentre dans les attributions des ingénieurs de ce corps), a cherché à les supprimer tout en tirant partie des avantages considérables qui résultent de l'emploi des fermettes Poirée et qui consistent surtout dans la suppression de tout mécanisme immergé, et tout en conservant la faculté de donner une grande hauteur à la retenue. Il a réussi à résoudre ce problème d'une manière très-simple qui paraît en même temps très-satisfaisante.

Sa méthode consiste à appuyer sur les montants d'amont des fermettes des vannes rectangulaires qu'on manœuvre au moyen d'un treuil ou d'une grue circulant sur la passerelle.

Semblables aux vannes ordinaires des moulins qui se meuvent entre deux culées en maçonnerie ou entre deux poteaux en bois, les vannes de Mr. Boulé glissent entre les montants d'amont de deux fermettes consécutives. Mais tandis que celles des moulins restent en place entre leurs appuis après qu'elles ont été élevées au dessus de l'eau, et possèdent chacune son appareil de levage spécial, ici il faut les transporter au magasin au fur et à mesure qu'on les retire et avoir pour toutes un appareil de levage commun.

Il est donc nécessaire que la surface de chaque vanne soit assez petite pour que son transport sur la passerelle jusqu'au magasin établi sur la rive soit facile.

„Dans tous les barrages“ dit Mr. Boulé dans son Mémoire (Annales des ponts et chaussées, 1876), „où l'on emploie des fermettes, soit pour supporter la retenue par l'intermédiaire d'aiguilles, soit seulement pour constituer un pont de service, l'espacement des fermettes successives est assez faible et ne s'éloigne jamais beaucoup de 1^m. En effet, la charge qu'elles supportent est proportionnelle à leur écartement, et si cette distance était trop grande, il faudrait leur donner de trop grandes dimensions transversales; elles deviendraient trop lourdes, et il en serait de même des barres à griffes qui les réunissent et forment les rails sur lesquels circule le treuil de manœuvre; il convient même généralement de rapprocher d'autant plus les fermettes que leur hauteur est plus considérable.

„La largeur des vannes que l'on aura à placer entre deux fermettes successives ne sera donc pas très-grande; mais si ces vannes avaient la même hauteur que les fermettes, cette hauteur serait exagérée dès que celle de la retenue serait un peu forte.

„On superposera donc, dans l'intervalle compris entre deux fermettes, plusieurs vannes, dont la hauteur sera à peu près égale ou un peu supérieure à leur largeur, et c'est cette disposition qui est la clef du système et qui rendra toutes les manœuvres faciles.

„Le vannage appuyé sur les fermettes se composera ainsi de plusieurs étages horizontaux de vannes rectangulaires. Pour ouvrir le barrage, on procédera en enlevant d'abord toutes les vannes de l'étage supérieur, puis celles de la rangée suivante, et ainsi de suite.

„Lorsqu'on aura enlevé sur toute la longueur du barrage la rangée supérieure des vannes, évidemment très peu chargée, le bief d'amont s'abaissera. Le levage du deuxième rang de vannes se fera donc à très-peu près dans les mêmes conditions que pour le premier rang, et il en sera de même jusqu'à l'étage inférieur reposant sur le seuil. Le levage des vannes inférieures, complètement noyées dans le bief d'aval, sera même plus

facile que celui des vannes supérieures; car au moment de leur manœuvre la chute sera presque complètement effacée.

„Lors de la fermeture du barrage, on procédera dans l'ordre inverse: on descendra d'abord toutes les vannes de la rangée inférieure, alors que la chute sera encore nulle ou très-faible, puis on placera celles de l'étage suivant pour supprimer le déversement sur les premières et ainsi de suite. La fermeture du barrage paraît donc devoir être encore plus facile que son ouverture, car on travaillera alors sous des chutes moins fortes.

„Du reste, la manœuvre d'ouverture ou de fermeture ne se fera pas en une seule fois, mais successivement et progressivement à mesure que le débit de la rivière variera; il n'y a donc pas à se préoccuper de la durée des manœuvres.

„La hauteur des fermettes d'un barrage à vannes n'étant plus limitée, comme dans le système de Mr. Poirée, par la nécessité de réduire autant que possible la longueur des aiguilles, la passerelle pourra être élevée notablement plus haut que la retenue et même au-dessus des crues ordinaires. Ce résultat est fort important et permet de ne plus se préoccuper beaucoup de la durée des manœuvres, car on n'aura plus à redouter de ne pouvoir terminer l'ouverture du barrage avant l'arrivée d'une crue, et de le voir submergé sans qu'on puisse achever la manœuvre.

„La facilité avec laquelle on pourra faire varier dans toute proportion le débouché ouvert aux crues est aussi fort importante.

„Enfin les vannes devant être enlevées et mises en magasin pendant les crues, comme les aiguilles des barrages de Mr. Poirée, il sera facile de les tenir toujours en bon état, de les réparer, calfat et goudronner. Il n'en est pas de même dans les barrages de MM. Chanoine et autres dont les hausses sont toujours sous l'eau, que le barrage soit ouvert ou fermé; aussi l'entretien de ces hausses est-il difficile et fort onéreux.“

Les vannes dont la superficie s'éloignera peu de $1^{m/2},50$ seront composées de plusieurs madriers horizontaux de $0^{m/},08$ d'épaisseur, assemblés à double rainure et fausse languette en fer feuillard, et réunis en outre par deux traverses verticales en fer simple T.

Nous croyons inutile d'entrer ici dans les détails que donne Mr. Boulé au sujet de la disposition à donner aux fermettes en vue de leur résistance à la pression exercée par l'eau sur les vannes qu'elles supportent, et du mode de calcul à employer pour déterminer les efforts qui s'exercent sur chaque pièce.

Il est non seulement inutile, mais préjudiciable, que les montants d'amont des fermettes présentent des glissières complètes, parce que les vannes, pour peu qu'elles se gauchissent, risqueraient de s'y gripper. Une simple feuillure sur laquelle la vanne est appuyée par la pression d'amont est beaucoup préférable. Le mieux sera de former les montants d'amont d'un fer en U dont la face plane regardera l'amont, et de river sur cette face un fer à simple T dont les ailes formeraient les feuillures, tandis que la nervure saillante séparerait les deux rangées de vannes qui s'appuient sur la même fermette.

L'administration a autorisé Mr. Boulé à faire l'essai de son système sur la passe navigable du barrage de Port-à-l'Anglais. Cette passe, créée en 1870 d'après le système mixte dont il a été question, a $28^{m/},70$ de débouché linéaire, elle est fermée par 26 hausses du système Chanoine, que l'on manœuvre avec un treuil roulant sur une passerelle de service composée de 26 fermettes.

Le niveau du bief d'amont est maintenu habituellement à $3^{m/},80$ sur le seuil et s'élève quelquefois à $4^{m/},10$. La chute, nécessairement variable, peut s'élever à $3^{m/},10$.

Les fermettes, espacées de $1^{m/},10$ d'axe en axe, ont $4^{m/},75$ de hauteur, $3^{m/},10$ de largeur à la base et $1^{m/},20$ au sommet.

On a placé dans chaque travée 3 vannes de $1^{m/},08$ de largeur et de $1^{m/},30$ de hauteur; ce qui fait pour toute la passe 81 vannes. Celles de la rangée inférieure avaient $0^{m/},08$ d'épaisseur, les autres $0^{m/},06$.

L'appareil de levage qui sert habituellement à la manœuvre des hausses a été conservé pour celle des vannes. Sur ce treuil roulant on a seulement fixé une petite chèvre portant deux pouliées de renvoi, l'une au sommet pour le levage, l'autre à la base pour descendre les vannes à fond. Enfin on a adapté à

la chèvre une petite potence tournante, au moyen de laquelle on reprend les vannes quand elles sont élevées au dessus de l'eau pour les déposer sur un petit chariot de transport, et qui sert à la manœuvre inverse.

En somme, soit pour les fermettes, soit pour l'appareil de levage, on s'est contenté de tirer parti de ce qui existait. Mais pour un barrage construit en vue du nouveau système on aurait établi le tout d'une manière différente.

Une expérience dans laquelle on a établi le procédé suivant l'ordre rationnel qui a été indiqué n'a été possible que lors des manœuvres générales du barrage, qui sont fort rares. En temps ordinaire la batellerie est trop active pour permettre de modifier les niveaux des biefs. On a dû se borner à enlever et ensuite à replacer les trois vannes d'une même travée verticale. Bien qu'on se plût ainsi dans des conditions désavantageuses puisque l'on opérait sous de fortes chutes, la manœuvre a été faite à plusieurs reprises et sans difficulté; l'expérience n'en est que plus concluante.

Dans ces conditions la durée de la manœuvre, qui est à peu près la même pour le levage et pour la mise en place, est la suivante:

pour une vanne du rang supérieur	2 à 3 minutes
" " " " moyen	5 à 6 "
" " " " inférieur	8 à 10 "

Il est probable que dans la manœuvre normale consistant à enlever les vannes rangées par rangée, la durée sera toujours à peu près la même que pour celles de la rangée supérieure.

Des essais faits au dynamomètre ont montré que le coefficient de frottement des vannes sur les feuillures des fermettes varie de 0,40 à 0,50. L'effort de levage sera donc égal au poids de la vanne augmenté de 0,40 ou 0,50 de la pression qu'elle supporte.

Le résultat satisfaisant de l'essai fait sur le barrage de Port-à-l'Anglais a décidé l'administration à faire construire suivant le système Boulé le barrage projeté à Port-Villez sur la basse-Seine.

Au point de vue du coût, voici comment Mr. Boulé établit la comparaison entre son système et celui adopté en 1870 à Port-à-l'Anglais:

	Système mixte	Système Boulé
Fermettes, passerelles et accessoires	Fr. 750	Fr. 750
Hausses et accessoires	" 1335	" —
Vannes	" —	" 175
Maçonnerie	" 1380	" 1035
Total par mètre courant	Fr. 3465	Fr. 1960

non compris les batardeaux et épuisements. On aura donc une économie de 1505 francs en faveur du système Boulé.

La différence relative aux maçonneries vient de ce que le système mixte exige un radier très-long ($16^{m/}$ à Port-à-l'Anglais) et beaucoup de pierre de taille.

L'exposé que nous venons de faire offre un nouvel exemple de ce fait si fréquent: que dans la poursuite d'un problème technique la solution la plus simple ne se trouve pas du premier coup, mais qu'on n'y arrive souvent qu'après avoir passé par beaucoup de détours et de complications.

Quoiqu'il en soit, si le problème des barrages mobiles a reçu une solution qui paraît à la fois plus simple et plus satisfaisante que les précédentes, l'utilité qui en résultera n'existera pas seulement pour la navigation fluviale, mais encore pour d'autres objets non moins importants concernant les cours d'eau.

A.

* * * * *

Gotthardbahn.

(Frühere Artikel Bd. VI, Nr. 19, S. 150; Nr. 20, S. 159; Nr. 21, S. 165; Nr. 24, S. 185; Nr. 25, S. 195.)

Hr. Obering A. Thommen ersucht uns um Aufnahme nachfolgender Antwort auf die im letzten Bande Nr. 24 u. 25 von Hrn. Obering Hellwag gebrachte Erwiderung, welche seither mit einem Vorworte und 2 Tafeln als 7. Heft der „Techn. Mittheilungen“ bei Orell Füssli & Co. unter dem Titel erschien: Mein Gutachten über A. Thommens „Gotthardbahn“. Bemerkungen zur Reform dieses Unternehmens v. W. Hellwag, Obering d. Gotthardbahn.

Zur Reform des Gotthardunternehmens.

(Schluss.)

Für eine definitive Anlage ist nun selbstverständlich nicht bloss die gewählte Bahnanlage, sondern auch die Locomotive von Bedeutung.

Herr Hellwag beschränkt sich nicht darauf, die vorgeschlagene Steilrampe von 45—50% Steigung zu verurtheilen, son-