

**Zeitschrift:** Annales fribourgeoises  
**Herausgeber:** Société d'histoire du canton de Fribourg  
**Band:** 65 (2002-2003)

**Artikel:** La défaite fribourgeoise de Guillaume-Henri Dufour  
**Autor:** Zwick, Pierre  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-817443>

#### 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:** 23.12.2025

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

Grand Pont suspendu: qui tirait les ficelles?

## LA DÉFAITE FRIBOURGEOISE DE GUILLAUME-HENRI DUFOUR

L'ingénieur de l'an 2000, tout en admirant l'œuvre de Joseph Chaley,  
regrette qu'il ne l'ait pas emporté sur l'officier genevois  
à l'issue d'une confrontation loyale, sous l'arbitrage du grand Navier.

**PAR PIERRE ZWICK**

En ouvrant à la bibliothèque de l'Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg<sup>1</sup> un livre technique consacré aux ponts suspendus, nous avons découvert avec surprise, entre la dernière page et la couverture, complètement oublié, un très beau rapport du lieutenant colonel du génie Guillaume-Henri Dufour daté du 18 décembre 1825 et concernant un «Projet de Pont suspendu pour Frybourg». Ce document se présente sous la forme d'un in-folio de 32 pages manuscrites, au format de 31 centimètres par 21. Il porte le timbre de l'ancien Musée industriel cantonal avec le numéro d'enregistrement 30420. Dans un état de conservation remarquable, il est recouvert d'une double feuille de papier bleu. Il s'agit de la mise au net, avec date et signature autographes de l'auteur, d'un brouillon qui se trouve aux Archives de l'Etat de Genève.<sup>2</sup>

Le texte est divisé en six chapitres ainsi libellés:

- I      Description
- II     Calculs du pont
- III    Motifs de l'adoption du système proposé
- IV    Marche des travaux
- V    Effets de la température et d'une surcharge momentanée
- VI   Estimation de la dépense.

Cette pièce originale illustre un tournant de l'histoire des constructions dans le canton de Fribourg; jalon sur l'état de l'art de l'ingénieur, elle présente également un grand

intérêt sur le plan technique. Elle devait être accompagnée de plans, qui sont malheureusement perdus. Néanmoins une lithographie de Philippe de Fégely, imprimée chez de Haller à Berne, représentant l'ouvrage en perspective dans le paysage environnant vu depuis le pont de Berne, fournit une image assez fidèle du projet. D'autre part, la description minutieuse ainsi que les cotes nombreuses et précises de Dufour ont permis d'en restituer l'élévation et la coupe transversale.<sup>3</sup>

## Les premières orientations

Après l'expérience de l'Helvétique et l'apaisement de la Médiation, les relations entre cantons suisses se développèrent promptement, entraînant la rénovation et le développement du réseau routier. Des postes d'ingénieur cantonal furent créés les uns après les autres et toute une collection d'ouvrages d'art innovants se construisirent là où jamais l'homme n'avait eu l'audace de se lancer. Les records de longueur, de hauteur et de portée allaient tomber les uns après les autres dans une compétition internationale. A Fribourg aussi, une partie de l'opinion publique se mit à rêver de pouvoir sauter sans peine par dessus le gouffre de la Sarine, qui avait perdu sa raison d'être défensive. On avait entendu parler des tout récents développements survenus dans la construction des ponts, notamment grâce à l'utilisation du fer. Le préfet Tobie de Gottrau de Pensier (1784-1841) comprit que sa mission était de rapprocher la ville et la campagne environnante ainsi que de favoriser le développement du chef-lieu cantonal en reliant les deux bords d'un plateau scindé par une topographie décousue.

Par lettre du 28 novembre 1824 adressée au Conseil communal, le magistrat «fait connaître que le public de cette ville s'occupe depuis quelque temps de l'idée de voir se construire un pont sur la Sarine de manière à établir une communication directe entre la haute ville et la route de Berne. Mr le Préfet croit que cet établissement offre des avantages réels... Il propose donc la réunion d'une Commission qui aurait pour but de recueillir des renseignements préliminaires que demande l'importance de cette entreprise (...) et que Mr le Préfet coopérerait avec empressement aux mesures qui peuvent tendre à donner les développements convenables à un projet qu'a fait naître l'opinion publique et que l'intérêt général fait désirer de voir se réaliser.»<sup>4</sup>

Peu après, le 3 décembre 1824, en des termes particulièrement solennels, le Conseil communal «prie Mr le Syndic de se transporter chez Mr le Préfet et de lui faire connaître que le Conseil se fait un plaisir d'entrer dans ses vues et de lui demander de quelle manière il croit qu'une telle commission devrait être établie, le Conseil désirant que Mr le Préfet se mît lui-même à la tête d'icelle en s'entourant d'hommes capables, ce qui donnerait plus de poids à la chose.»<sup>5</sup> Lors de la dernière séance de l'année, tenue le 31 décembre, le Conseil désigne de son côté, pour faire partie de la commission, le syndic Albert de Fégely et Maurice de Raemy, ancien secret.<sup>6</sup>

Deux mois plus tard, le 26 février 1825, le Préfet fait connaître le choix qu'il a fait des «propriétaires» qui, réunis aux deux représentants de la ville, sont appelés à former la commission de onze membres destinée à s'occuper du travail préparatoire, à savoir: MM. Pierre de Raemy, conseiller municipal; Charles-Joseph de Schaller, conseiller d'Etat; Nicolas de Savary, caissier d'Etat; Nicolas Kern, négociant, membre du Grand Conseil; Théodore de Diesbach-Belleroche; Philippe de Fégely d'Onnens, membre du Grand Conseil; Ducrest, docteur en médecine, et Charles-Frédéric Daler, négociant, de Durlach (Bade), demeurant à Fribourg.<sup>7</sup> La composition de cette commission respecte un savant équilibre entre représentants de la ville, du canton – gouvernement et parlement – et des milieux indépendants, de tendance majoritairement progressiste. Et ses travaux avancent au pas de charge.

Très rapidement, les commissaires désignent l'emplacement du futur ouvrage, étant convaincus «qu'une communication facile entre les deux rives que baigne la Sarine au Nord Est ne peut s'établir qu'au moyen d'un pont construit au point le plus resserré, qui mesure 840 pieds de Berne [soit 246 mètres; on est en pleine période de transition vers le système métrique – *n.d.l.a.*], et qui serait placé à une élévation de 160 pieds du niveau de la rivière. Ainsi en ont jugé tous les gens de l'art appelés sur les lieux, après en avoir inspecté les localités.»<sup>8</sup>

La commission avoue ses préjugés favorables aux nouveaux ponts suspendus, mais elle prendra soin d'examiner aussi la mise en œuvre de procédés traditionnels pour tenir compte de l'avis des milieux plus sceptiques vis-à-vis des innovations. «Sa pensée première s'est dirigée vers ce genre de constructions, que recommande l'économie, qui réunit la légèreté à l'élégance et qui pourrait convenir particulièrement aux localités coupées par de profonds ravins, à hauts escarpements.»<sup>9</sup> Mais ces Messieurs sont aussi prudents, et ils prennent «pour base de leur travail, de s'entourer et des lumières et des conseils, qui pourraient préparer et assurer le succès de l'entreprise». Ils ont lu avec beaucoup d'attention le *Rapport mémoire sur les ponts suspendus* présenté par Louis Navier<sup>10</sup> au Conseil royal des ponts et chaussées en 1823, ainsi que celui rédigé par M. Perregaux<sup>11</sup> à l'intention du Conseil d'Etat du canton de Vaud. C'est ainsi que «pleinement rassurée sur la bonté de ce genre de construction, la Commission consulta Mr le colonel Dufour de Genève. Ses succès, sa réputation, ses connaissances positives, tout l'indiquait à notre Commission. Notre demande fut accueillie avec cet intérêt bienveillant, avec ce zèle vraiment suisse, qui porte à tout ce qui est utile et honorable à son pays, cet homme distingué. Nous lui devons, Messieurs, nous devons à ses lumières, à son expérience, à ses conseils, les plans, le devis et les moyens de construction d'un pont suspendu.»<sup>12</sup>

Qui est donc l'homme doté d'une telle autorité, profitant d'un tel prestige, doué de si nombreuses qualités?

La formation de Dufour commence au collège Calvin et se poursuit à l'Ecole polytechnique de Paris, dont il sort brillamment cinquième de sa promotion en 1809. Cette

formation scientifique pure devait – c'est encore le cas de nos jours – être complétée par une instruction pratique; il entre donc à l'Ecole d'application du génie à Metz. Prêt à débuter dans la vie active, attiré par une carrière militaire, il se met au service de Napoléon et se retrouve à Corfou. Mis en disponibilité après la chute de l'Empire, il revient à Genève et oriente sa carrière sur différents fronts: l'enseignement, le génie civil, le militaire et le politique. Sa formation à Paris le met au bénéfice de préjugés très favorables. Il travaille pour son canton, pour sa ville et collabore avec des architectes, notamment Samuel Vaucher, à la construction de beaux immeubles dans le style classique. Sa première expérience pratique dans le domaine des ouvrages d'art a pour objet la remise en état du pont de Carouge, achevé en 1812 et endommagé lors d'un fait de guerre en 1814. Il s'acquitte de manière parfaite de cette restauration, faisant preuve d'une grande connaissance de l'ouvrage et d'une bonne entente avec l'entrepreneur. Etant confronté à la construction en pierre, il acquiert rapidement le bagage pratique indispensable sur le choix des matériaux et sur les prix, et s'initie à l'établissement des devis et soumissions, activités capitales qui sont toujours fort peu développées dans l'enseignement dispensé dans les écoles. Ce succès lui confère la réputation d'ingénieur spécialiste des ponts.

Mais d'autres ponts l'intéressent, ceux que permettent les nouvelles techniques issues des progrès de la métallurgie: les ponts suspendus au moyen de chaînes et de câbles en fer. Il se tient au courant des développements extrêmement rapides qui se succèdent depuis qu'en 1796 James Finley a construit, en Pennsylvanie, le premier pont suspendu à tablier rigide adapté aux besoins du trafic routier. Il veut lui aussi se lancer dans la réalisation d'un objet de ce type et s'y prépare en procédant à des expériences concernant la force des fils de fer, en publiant les résultats de ses observations et en exécutant un pont d'essai de 12.60 mètres de portée avec une largeur de 1.00 mètre. Il peut alors passer à la construction d'un ouvrage en grandeur réelle, le pont de Saint-Antoine qui franchit, entre le bastion du Pin et la place d'Armes opposée, deux fossés coupés par une contre-garde sur une distance de 81.95 mètres, au moyen de deux portées de 42 mètres; il a pris le conseil de Marc Seguin, un constructeur français qui lui remet un dessin, des calculs et un devis. Le travail terminé et inauguré en 1823 donne pleine satisfaction, puisque Dufour est immédiatement chargé de projeter un second ouvrage de même nature sur les Fossés-Verts, aux Pâquis, en même temps que lui arrive l'invitation de Fribourg.

Dufour a relativement peu d'expérience lorsqu'il accepte de faire le grand saut sur la Sarine avec un ouvrage dont les portées seront trois fois plus grandes. Il faut savoir qu'en ce domaine, les sollicitations croissent en raison du carré des distances à franchir; pour une longueur triple, les efforts sont presque décuplés. Ce serait surtout, semble-t-il, la grande réputation de l'Ecole polytechnique de Paris, parvenue jusque dans le canton de Fribourg, qui aurait propulsé Dufour à l'avant-scène des savants de l'époque; ses

contemporains genevois n'ont-ils pas écrit qu'à «la meilleure école du monde» correspondait nécessairement «le meilleur ingénieur de Suisse»?<sup>13</sup> Par la suite, l'homme ne contredira jamais ces augures flatteurs.

## **Le projet Dufour**

L'organisation de l'Etat fédéral se met progressivement en place, et avec elle, l'introduction d'un système de mesures unique pour les vingt-deux cantons, le système métrique qui avait vu le jour avec la Révolution française. Pour être plus facilement compris par ses interlocuteurs, Dufour qui passera toute sa carrière à fortifier les liens de la jeune Confédération utilise encore alternativement les anciennes et les nouvelles unités. Les dimensions principales sont indiquées en pieds et pouces, accompagnées parfois de leur traduction en mètres et centimètres, tandis que les calculs techniques et les quantités nécessaires au devis sont exprimés dans les nouvelles bases.<sup>14</sup>

### Description technique

La description de l'ouvrage proposé commence par la définition de l'emplacement: «entre les boucheries actuelles et les hauteurs de l'autre côté de la ville» suivie de l'énumération des dimensions générales: «Sa longueur sera de 246 mètres soit 840 pieds de Berne entre les culées; sa largeur de 25 pieds entre les barrières, dont 17 pieds pour le passage des voitures, et 4 pieds de chaque côté pour les trottoirs.»<sup>15</sup>

La caractéristique de ce pont est qu'il «sera partagé en deux arches de chacune 413 pieds d'ouverture et soutenu dans son milieu par une grande pile ayant 14 pieds de largeur dans sa partie supérieure et 24 au dessus du piédestal de sa base.» Cette pile au milieu de la vallée fera l'objet de toutes sortes de discussions, sur le plan de l'esthétique aussi bien que de la technique. Elle était nécessaire en l'état des connaissances de l'époque, à moins de franchir les limites de ce qui était pratiqué. Tout au long de son œuvre d'ingénieur, Dufour a le souci permanent d'allier l'innovation à la prudence.

Entre les culées et la grande pile, vingt câbles rangés parallèlement supportent une structure de bois divisée dans chacune des deux travées «en huit arceaux de charpente, de dimensions égales.» Cette disposition selon laquelle les câbles principaux sont tendus dans la partie inférieure est très originale; elle permet de se passer des grands portiques caractéristiques des ponts suspendus classiques, et offre l'avantage de ne faire aucun obstacle au tracé de la chaussée de part et d'autre du pont. L'idée avait émergé en Ecosse peu auparavant; elle sera reprise et adaptée par Dufour dans sa ville, pour le pont des Bergues en 1834 et pour le pont de Bel-Air en 1837. Vers chaque culée, les câbles sont fixés à des chaînes de fer forgé qui sont ancrées dans la maçonnerie; le même procédé est utilisé au sommet de la pile.

La charpente qui supporte le tablier est construite en «bois de sapin goudronné vernis et recouvert avec soin. Ce bois est abondant dans le pays, plus léger et moins cher que le chêne, il offre des pieux de plus grande longueur et plus faciles à employer.» La surface de la chaussée est constituée de deux couches de plateaux de bois. La première, de cinq pouces d'épaisseur, est jointoyée à rainure et languette, et calfatée avec soin de manière à former un toit qui préserve la charpente située en dessous; la seconde, destinée à préserver et consolider la précédente, peut être facilement remplacée suite à l'usure causée par le passage des charrettes et des chevaux.

Chacun des vingt câbles porteurs «est composé de 300 fils du n° 18 de fabrique... La grosseur de chaque câble sera de 60 millimètres et sa section de 2250 millimètres carrés ce qui donne une force de 13 500 Kilos, et pour les vingt câbles une force collective de 2 700 000 Kilogrammes, ou en livres poids de marc 4 228 754.» Le fil n° 18 est un simple fil de fer de trois millimètres de diamètre qu'il s'agit d'assembler sur place en faisceau à brins parallèles. En 1837, pour le pont de Corbières, Joseph Chaley utilisera exactement le même câble.

La pile intermédiaire «est l'objet capital dans la construction du pont en raison de sa grande hauteur et des soins qu'elle exige dans son établissement. Sa hauteur depuis le sol jusqu'au coussinet sur lequel reposent les chaînons auxquels sont amarrés les câbles, est de 155 pieds», c'est à dire 45.50 mètres. Elle est supportée par un socle de 2.90 mètres. Les fondations sont «établies sur pilotis, à moins qu'on ne trouve la molasse à une profondeur convenable»; elles reposent «sur 99 pieux ensabotés et plantés au refus du mouton».

Les culées doivent reprendre les tractions des câbles et permettre de les ancrer dans le terrain. Du côté de la ville, il faut s'attendre à trouver la molasse à une certaine profondeur; c'est pourquoi cet élément est «en forme de voûte, de manière à apporter une économie d'un bon tiers dans le volume des maçonneries sans cependant perdre en solidité, la courbure extérieure de la voûte étant telle que les chaînes qu'elle supporte appuient dessus bien plus qu'elles ne tendent à la renverse». «Du côté de la campagne, la culée extérieure est bien plus simple et moins dispendieuse que l'autre puisqu'on peut profiter du rocher qui se trouve à la surface du terrain: après avoir taillé la plateforme pour l'abord du pont, on escarpera le rocher pour y établir la maçonnerie des coussinets des chaînes.»

### Calculs du pont

Plus aride pour le profane, cette partie nous renseigne sur l'état de la science de l'ingénieur à l'époque, c'est-à-dire sur les connaissances théoriques à la lumière desquelles Dufour exerce son métier de constructeur de ponts. Les hypothèses qu'il pose sont correctes; les calculs qu'il présente sont simples, mais suffisants pour justifier que

son projet est réalisable, pour fixer les dimensions des éléments porteurs principaux en fer, en bois et en maçonnerie, ainsi que pour vérifier la portance des fondations.

Les efforts que le pont devra supporter proviennent du poids propre des matériaux et des charges utiles des véhicules et des personnes. Sur la base du toisé du bois et des métaux qui entrent dans sa construction, le poids permanent qui s'exerce sur chacune des deux travées se monte à 256 000 kilos. Les premières normes concernant les charges sur les constructions datent du début du XX<sup>e</sup> siècle. A défaut d'autre source, Dufour suppose que le pont «soit chargé de 74 000 Kilos représentant le poids de mille soixante hommes, ou de neuf des plus lourdes charettes du commerce, ajoutons y encore 46 000 Kilos pour le poids des vingt câbles, et nous aurons une charge totale de 376 000 Kilogrammes aux efforts de laquelle les maçonneries, les chaînes de retenue et les câbles doivent pouvoir résister sans éprouver d'altération.» En rapportant la charge prévue à la surface du tablier, on trouve qu'elle correspond à la combinaison de 100 kilos par mètre carré sur toute la chaussée et de 42 kilos par mètre carré sur chaque trottoir; pour le trafic de l'époque, et la nature des véhicules, ces valeurs sont tout à fait convenables.

La manière de calculer la traction dans les câbles est parfaitement connue en ce temps; la tension dépend de la distance entre leurs points d'amarrage et de leur courbure. Elle se monte à 960 000 kilos.<sup>16</sup> Les câbles prévus pouvaient-ils la supporter? Réponse de Dufour: «Comme la force des câbles est ainsi que nous l'avons dit à leur article de 2 700 000 Kilos, elle est à peu près triple du nécessaire. Ce sont les limites de force dans lesquelles il est reconnu qu'on doit se renfermer pour les fers soumis à une traction.»

A propos de ces limites, il faut remarquer que si le calcul des forces ne présente aucune difficulté, il en est autrement des connaissances relatives à la résistance des matériaux. Karl von Sickingen avait publié quelques résultats en 1782 et l'on sait que des expériences avaient été faites auparavant par Musschenbroek en Hollande. Plusieurs savants procèdent à des essais afin de trouver des valeurs numériques pouvant être utilisées ensuite dans les calculs. Les résultats concordent mal pour différentes raisons: les méthodes et les appareillages ne sont pas les mêmes, les unités de mesures sont différentes, les matériaux examinés – surtout les métaux – sont de qualité très irrégulière et souffrent de défauts de fabrication. Afin d'en avoir le cœur net, Dufour exécute ses propres essais dans un laboratoire qu'il installe dans le bâtiment de la Machine Hydraulique de Genève. Il constate que le fer étiré sous forme de fils de diamètre inférieur à cinq millimètres résiste à des tensions moyennes de 60 kilos par millimètre carré, soit bien mieux que le fer forgé. Les dimensions des câbles sont déterminées d'après ces résultats.

La charpente qui supporte le tablier ne fait l'objet que de deux vérifications. Les arceaux sont dimensionnés sans calcul, par analogie avec une expérience menée par un ingénieur nommé Wiebeking<sup>17</sup> sur un cintre de taille comparable. La charge que peu-

vent supporter les poutres longitudinales, appelées «travons», est calculée à partir d'une formule empirique. La théorie de la résistance des poutres fléchies est en train d'être élaborée sous sa forme définitive par Navier, la plus grande autorité de l'époque, en même temps que Dufour projette son pont sur la Sarine; le Genevois n'en a donc pas connaissance. Néanmoins le résultat de cette approche sommaire concorde bien avec le calcul d'aujourd'hui.

De tous les éléments porteurs constituant le pont, la pile intermédiaire pose les problèmes les plus intéressants et les plus difficiles à résoudre. Deux situations sont envisagées. Dans le premier cas, «nous verrons que lorsque le pont est également chargé, il y a un équilibre parfait dans les forces qui agissent des deux côtés et la pile n'a d'autre effort à soutenir que celui du poids qui pèse sur elle»; il s'agit de vérifier que l'effet du tablier entièrement chargé, auquel il faut ajouter le poids propre de la pile, reste inférieur à la résistance qu'offre «la pierre la plus tendre [qui] porte sans danger de s'écraser 10 Kilos par centimètre carré»; le calcul est simple et la conclusion arrive facilement. Dans le second cas, lorsqu'une seule travée est chargée, il y a déséquilibre entre les forces qui s'exercent au sommet de la pile, et le problème se scinde à nouveau en deux: «Il y a deux manières de considérer l'effet d'une force qui tendrait à renverser la pile; ou elle fait glisser le coussinet sur un plan de rupture horizontal, ou elle rompt la pile à une certaine hauteur et fait tourner la partie supérieure autour de la ligne de rupture comme sur une charnière». Dufour fait l'hypothèse que dans ce dernier cas de figure la rupture interviendrait au milieu de la hauteur, ce qui montre qu'il n'est pas très au clair sur l'accroissement des efforts de flexion du haut vers le bas de la pile; cette vision est contredite par tous les ingénieurs, et Navier ne manquera pas de le relever lors de son expertise.

La culée située du côté de la ville doit assurer l'ancre des câble; la masse de la maçonnerie, additionnée à celle des terres qui la recouvrent, agit comme contrepoids à la traction des amarres du pont. Dufour procède aux deux vérifications qui ont cours aujourd'hui encore: le contrôle de la sécurité vis-à-vis du renversement et le contrôle de la sécurité vis-à-vis du glissement. Du côté du Schœnberg, l'ancre se fait directement dans le rocher affleurant, sans autre calcul justificatif.

Ayant procédé à tous ces examens, l'auteur du projet peut tranquillement conclure: «D'après ce qui précède, on voit que le pont considéré dans son ensemble et dans ses détails offre toutes les garanties de solidité qu'on puisse désirer.»

### Justification du système proposé

Les premiers ponts suspendus avaient de quoi effrayer les usagers accoutumés aux ouvrages massifs en maçonnerie. De ce fait, Dufour commence par attirer l'attention sur le mérite que présente un ouvrage sous-tendu, rarement réalisé jusqu'alors: «Le pont tel

qu'il est proposé offre ce premier avantage de ne montrer au voyageur qu'un pont ordinaire, tous les moyens de suspension étant en dessous; par là, son imagination ne sera point effrayée et il se hasardera plus hardiment sur cette route aérienne.» L'ingénieur mentionne ensuite la question de la résistance envers les intempéries des éléments porteurs principaux difficiles à remplacer, ainsi que le risque de sabotage d'un ouvrage aussi exposé: «Les chaînes rangées au-dessous du pont seront garanties en grande partie de l'action de la pluie et mises tout à fait à l'abri de la malveillance.» Il rappelle aussi la facilité offerte pour le tracé de la voie de circulation, qui ne croise pas les amarres et qui ne subit pas de rétrécissement au passage des portiques.

Dufour, comme d'autres avant et après lui, a probablement rêvé un instant à l'idée de joindre les deux versants d'une seule portée, mais sa prudence coutumière l'a rapidement réveillé: «Si on fait le pont d'un seul jet, on économise il est vrai tout le pilier, mais on se jette dans une entreprise colossale qui effraie l'imagination et entraînerait à une dépense quadruple pour ce qui concerne les chaines et les culées.» Avec psychologie, il pense à l'aspect économique local quand il met en évidence la quantité relativement faible des maçonneries à construire, par opposition au cubage important du bois qui constituera le tablier: «Cependant les bois seront fournis par le Canton, tandis qu'il faut faire venir la pierre dure du dehors, et cette considération toute à l'avantage du pays a dû aussi entrer pour quelque chose dans ma détermination.»

Après avoir développé d'autres considérations, d'ordre plutôt technique, qu'il serait fastidieux de relater ici, Dufour peut écrire avec une certaine pompe, propre à son temps et convenant à son entourage: «Tels sont les motifs qui m'ont déterminé dans le système que je propose pour ce pont qui ferait infiniment honneur à ceux qui en ont eu la première idée, jetterait sur Fribourg un lustre particulier, y attirerait les voyageurs et le commerce, en changerait l'aspect et serait certainement l'objet le plus curieux de toute la Suisse.»

### Marche des travaux

La durée de la construction est prévue sur trois ans. La première année est consacrée aux préparatifs, à l'acheminement des matériaux, aux travaux de terrassement, au battage des pieux de la pile intermédiaire et à l'élévation des fondations. L'année suivante voit l'achèvement des culées, l'élévation de la pile, l'équarrissage des bois, la confection des câbles et la préparation des appareils pour les hisser et les assembler. Durant la troisième année la pile est achevée, les câbles sont suspendus et la charpente est posée.

Ce déroulement est classique. De nos jours, la réalisation d'un ouvrage de même importance durera probablement aussi longtemps, avec des moyens certes très différents et pour une toute autre mise en œuvre.

### Effets de la température et d'une surcharge momentanée

Ce passage, purement technique, démontre que pour une élévation de température de vingt degrés centigrades, l'abaissement du tablier serait de 14 centimètres, déformation que la charpente serait à même de supporter en raison de sa flexibilité. Dufour emploie ici le terme d'élasticité, ce qui n'est pas tout à fait exact.

Dans le cas où deux charrettes représentant un poids de 8000 kilos, chevaux compris, se croisent au milieu d'une travée, le fléchissement du tablier est estimé à 16 centimètres dans les conditions les plus défavorables.

### Estimation de la dépense

Cette partie du rapport est très détaillée et démontre que son auteur maîtrise particulièrement bien le calcul des devis et qu'il est parfaitement au courant de la pratique des chantiers. Pour commencer, il établit le rapport de la mesure du pays à la mesure métrique correspondante, car jusque-là les dimensions des différents éléments sont données en pouces et pieds. Voici la table de conversion utilisée:

«Le pied de Berne en usage à Fribourg vaut 0,29236 m.

Le pied carré vaut donc en surface 0,08600 m<sup>2</sup>.

Le pied cube, id. en volume 0,02522 m<sup>3</sup>.»

Ensuite, les prix unitaires des différents matériaux rendus posés sont calculés à partir du coût de la fourniture auquel s'ajoutent celui de la main d'œuvre pour le façonnage, le transport, le levage, ainsi que les frais d'échafaudages, réparations d'outils, usure des machines, et enfin le 1/10<sup>e</sup> de bénéfice pour l'entrepreneur.

- La valeur des salaires journaliers est à mettre en rapport avec une durée du travail de 10 heures:

«Poseur (chef d'équipe), fr. 2,00 par jour.

Maçon, charpentier, fr. 1,50.

Manœuvre, fr. 1,00.»

- Les valeurs du mètre cube des matériaux ainsi calculées sont les suivantes:

«Pierre de Neuveville, fr. 56,00.

Pierre de tuf, fr. 27,00.

Pierre de sable (*Sandstein* ou molasse), fr. 18,00.

Bois de chêne, fr 38,00.

Bois de sapin, fr. 19,00.

Maçonnerie ordinaire, fr. 1,00.

Déblai du rocher, fr. 2,00.

Déblai des terres, fr. 0,67.

Goudronnage, fr. 5,00.»

- Et pour terminer, voici la récapitulation de la dépense, telle qu'elle figure en dernière page du rapport:

«Art. 1 <sup>er</sup> Fouilles et déblais	fr.	4 904,23
Art. 2 <sup>e</sup> Maçonneries	fr.	61 549,00
Art. 3 <sup>e</sup> Charpente	fr.	22 646,00
Art. 4 <sup>e</sup> Fers forgés et fondus	fr.	38 819,00
Art. 5 <sup>e</sup> Câbles en fil de fer	fr.	73 496,00
Art. 6 <sup>e</sup> Goudronnage et Peinture	fr.	14 372,00
Art. 7 <sup>e</sup> Objets divers	fr.	79 860,00
Le 1/10 <sup>e</sup> pour dépenses imprévues	fr.	<u>29 353,51</u>
Total	fr.	<u>325 000.00.</u> »

Que vaudrait aujourd'hui cette somme de 325 000 francs?

La base de comparaison est fournie par le salaire d'un ouvrier. Il variait entre 1 et 2 francs par jour selon les qualifications; en prenant une moyenne de 1.50 franc pour 10 heures de travail, nous obtenons un salaire horaire de 0.15 franc. Aucune charge sociale ne venait s'ajouter. De nos jours, un travailleur de la branche de la construction reçoit environ 28 francs à l'heure; le facteur de multiplication entre 1825 et 2003 est d'environ 190.

Au cours actuel, le pont proposé par Dufour reviendrait à 62 millions de francs, soit à peu près une fois et demi ce qui est prévu pour un nouveau franchissement de la Sarine dans la région de la Poya. Ce rapprochement est à prendre de façon relative, comme un ordre de grandeur, car les rapports entre les prix des divers biens étaient tout différents; il éclaire cependant l'effort que la Ville de Fribourg, forte alors d'environ 8500 habitants, était prête à fournir pour s'ouvrir à ses voisins et se maintenir dans le réseau des voies de communications nationales. La même volonté se retrouvera pour construire le chemin de fer, et plus tard, l'autoroute.

## L'expertise de Navier

La commission du pont, consciente de ses responsabilités, soumet le projet «à l'examen et aux investigations des premiers Ingénieurs de France, réunis en comité consultatif chez Mr Navier<sup>19</sup>, l'un d'eux. Le Verbal, qu'il nous ont fait parvenir, donne la mesure et justifie la confiance que Nous inspirait le travail de Mr Dufour, et le souci que Nous en attendions.»<sup>20</sup> Ce procès-verbal, qui a pour titre «Rapport sur le projet de pont suspendu à construire sur la Sarine à Fribourg», est connu.<sup>21</sup> Les considérations de l'expert nous permettent de juger des qualités et faiblesses du travail de Dufour et de nous rendre compte de l'état des connaissances en matière de calculs statiques au début du XIX<sup>e</sup> siècle.

En préambule, Navier avoue que sa mission est difficile puisque «le projet est appuyé par les raisonnements et les calculs d'une personne très instruite», et que d'un

autre côté, il ne peut pas «en conseiller l'exécution sans encourir une assez grande responsabilité». Il confirme s'être entouré d'autres spécialistes et avoir profité de la permission qui lui avait été donnée en communiquant le projet à plusieurs ingénieurs et inspecteurs généraux et divisionnaires des ponts et chaussées, qui avaient eu l'occasion de s'occuper des ponts suspendus.

Sur l'ensemble, la «disposition générale du pont lui paraît très satisfaisante et bien adaptée à la localité». Le seul changement qu'il pourrait proposer est de donner au plancher une courbure concave vers le haut, c'est-à-dire que le point le plus bas serait au milieu de la longueur, afin de réduire la hauteur de la pile et de faire ainsi une petite économie. Il étaie logiquement son idée: le plancher des ponts présente ordinairement une forme de dos d'âne parce qu'on y monte par des rampes; si on y arrive au contraire en descendant, il est naturel d'avoir une courbure inverse.

La charge utile prévue par Dufour se monte à 100 kilos par mètre carré; il n'existe pas à l'époque aucune norme en la matière, et chaque projeteur pouvait proposer ce qui lui semblait correspondre aux besoins locaux. Navier fait remarquer que «d'après les usages établis depuis quelque temps en France, on compte cette surcharge à raison de trois personnes ou 200 Kilos par mètre carré du plancher», mais il laisse le choix aux Fribourgeois: «Vous pouvez juger d'après l'état du pays des chances qui peuvent exister pour qu'il y ait sur le pont une surcharge égale à celle qui résulterait de la présence d'une troupe rangée en bataille.»<sup>22</sup> Lors de l'inauguration le 19 octobre 1834, «environ deux mille personnes, avec une musique militaire et des tambours, se sont trouvées en même temps sur le tablier»,<sup>23</sup> ce qui correspond plus ou moins aux 100 kilos par mètre carrés mentionnés plus haut.

Au début du XIX<sup>e</sup> siècle, deux courants opposent les ingénieurs au sujet de la construction des ponts suspendus. Le premier, à la suite des Anglais Samuel Brown et Thomas Telford, est partisan de l'utilisation de chaînes en fer forgé<sup>24</sup>, tandis que l'autre préconise tout simplement d'assembler des fils de fer, dont la résistance intrinsèque est une fois et demi plus élevée, en faisceaux parallèles. Des raisons économiques dictent le choix des Anglais, car le fer est meilleur marché en Grande-Bretagne qu'en France et en Suisse. Dans le devis du pont de Fribourg, le fer forgé est compté au prix de 0.80 franc le kilo, et le fil de fer à 0.70 franc. La lutte durera plusieurs décennies et les ponts à chaînes seront abandonnés après de nombreux accidents.<sup>25</sup> Aujourd'hui tous les ponts de grande portée sont suspendus par des câbles en fils d'acier; il en sera probablement de même dans les prochains temps. Cette façon de construire débute en 1823, avec le pont de Saint-Antoine à Genève, lorsque Dufour lança le premier pont suspendu permanent du continent européen, et le premier pont suspendu permanent à câbles de fils de fer au monde.<sup>26</sup> Navier, lui, était partisan des chaînes en fer forgé, car il se méfiait des différences de tensions qui pouvaient se produire entre les fils d'un même câble. Très sportivement, toutefois, il avoue: «Je n'affirme point, quant à présent, que le fil de

fer doive être rejeté; mais je donne sans hésiter la préférence à l'autre mode de construction.»<sup>27</sup>

La pile intermédiaire a naturellement attiré toute l'attention de l'expert. Il observe d'entrée que «le rapport entre la largeur et la hauteur de cet élément présente, vu de côté, les proportions auxquelles on est habitué dans ces situations.» Il est cependant moins optimiste que Dufour en ce qui concerne la résistance de la pierre, et désire que la surface des murs à la base de la pile soit augmentée. L'objection principale concerne l'hypothèse faite sur la rupture potentielle de la pile. Ce reproche est incontestable; Dufour n'a pas ici commis de faute de calcul, mais le mode de ruine qu'il a imaginé n'est pas le plus probable, ni le plus dangereux.

La remarque la plus intéressante, soulignée aussi par Stüssi, est la suivante: «Pour qu'il fût permis de compter sur la masse entière de la pile, il serait nécessaire que la maçonnerie fût pénétrée de bas en haut par des tiges de fer...»<sup>28</sup> C'est la première fois qu'un écrit mentionne le renforcement par des barres de métal d'une maçonnerie considérée comme un agglomérat de pierres. Navier par cette phrase prédit ce qui sera le grand succès de la construction au XX<sup>e</sup> siècle, le béton armé; cette page du rapport est un texte historique.

L'examen porte enfin sur la résistance des culées, qui sont l'une et l'autre trouvées trop faibles; celle du côté de la ville est placée trop près du bord de la falaise. Ces points de vue sont confirmés par une analyse actuelle.

Dans les remarques diverses, le savant note que «Mr le Colonel Dufour n'a fait aucune mention de l'action que le vent pourrait exercer sur une construction flexible, placée à une aussi grande hauteur.»<sup>29</sup> Cette observation est justifiée quant au fond, mais insidieuse quant au fait, car à l'époque personne n'était en mesure de donner une quelconque indication chiffrée à propos de l'action du vent sur les constructions. Navier en est conscient, car il ne peut que conseiller de s'inspirer du savoir-faire traditionnel des artisans charpentiers: «Les sommiers qui reçoivent les solives du plancher doivent être formés de pièces liées les unes aux autres (...) comme les pièces supportant le plancher des ponts de Schaffhouse et de Wettingen», fameux ouvrages du charpentier Johann Ulrich Grubenmann.<sup>30</sup>

Ces commentaires très perspicaces ont pu faire croire plus tard que le rapport de Navier avait ébranlé la confiance des Fribourgeois et favorisé le choix de Joseph Chaley pour mener à chef l'entreprise du grand pont sur la Sarine. Il n'en est rien, car c'est oublier la conclusion élogieuse de l'expertise, datée de Paris le 20 mai 1826, qu'il vaut la peine de transcrire intégralement: «Je crois, Messieurs, que la hardiesse générale du projet est très satisfaisante, et que, malgré sa hardiesse, la construction aurait le succès que l'on doit attendre des talents de l'auteur. Les remarques précédentes indiquent seulement des perfectionnements ou des changements, qui m'ont paru nécessaires, pour obtenir la solidité, qui est la qualité essentielle des ouvrages publics. Je désire, qu'elles

remplissent l'objet que vous vous êtes proposé et j'ai l'honneur d'être avec une haute considération», etc. Signé Navier, «Ingénieur en chef des ponts et chaussées, membre de l'institut (Acad[émie] des Sc[iences])».

Dufour réplique par ses «Observations sur le rapport de Mr Navier».<sup>31</sup> Il rappelle qu'il a lui-même demandé «l'examen des hommes de l'art les plus capables. Ils ont eu la bonté de faire cet examen avec scrupule et maturité; nous devons avoir égard à leurs observations.» Pour tenir compte de ces remarques, il accepte de modifier certaines dimensions de son projet et calcule la dépense supplémentaire qui s'élève à 45 000 francs, portant ainsi le coût total à 370 000 francs.

Et la commission du pont se rallie entièrement aux conclusions de Navier, puisqu'elle affirme dans son message au Conseil communal que «le pont supporté par des câbles en fer, avec toute garantie de solidité, combiné avec beaucoup d'art et de sagesse, offre la coupe la plus gracieuse et son exécution d'un effet magnifique acquerrait une immense célébrité.»<sup>32</sup>

C'est clair.

## Les autres projets

Mais l'opinion publique n'est pas aussi enthousiaste que la commission; ces nouvelles constructions arachnéennes, comme d'ailleurs d'autres inventions de cette époque, n'inspirent pas confiance à tout le monde. Le sentiment de méfiance grandit de jour en jour et le travail préparatoire accompli risque d'être discrédité au point qu'il faut entreprendre l'étude comparative de solutions en pierre et en bois. C'est à contre-cœur que les commissaires se remettent à l'ouvrage, écrivant avec pathos que «cette exigence de l'opinion, bien loin de favoriser l'opinion commune d'une communication essentielle qui nous manque allait rendre plus problématique que jamais la possibilité de l'entreprendre, et qu'en un mot, ce désir du *Mieux*, ce vouloir du *Grand* [souligné dans le texte] menaçait du néant les espérances raisonnables de succès que l'on avait conçues.»<sup>33</sup>

L'ingénieur tessinois Giulio Pocobelli<sup>34</sup>, informé des intentions des Fribourgeois, propose le 12 août 1826, spontanément semble-t-il, le projet d'un pont en pierre dont il estime le devis à 680 000 francs, sans compter le bois, les carrières et les dédommagemens; il lui est accusé réception en précisant que son projet sera présenté en même temps que celui de Dufour.<sup>35</sup> Les cintres doivent être réalisés en pierre dure, granite ou calcaire qui n'existent pas dans la région; deux piles sont implantées dans le lit de la Sarine, qui risque plus facilement de déborder en cas de crue, et le prix recalculé se monte à 800 000 francs.

Un maître maçon de Fribourg dénommé Kaeser est consulté pour adapter ce projet en utilisant les matériaux indigènes. Comme précédemment, ce travail est «soumis à l'investigation, à l'examen des Gens de l'Art, avec la prière de nous transmettre leur opinion, aussi bien sous le rapport des proportions et de la solidité que sous celui du coût

probable».<sup>36</sup> Parmi ces gens de l'art se trouvent M. Stalder de Zurich, et Dufour lui-même, qui aurait normalement dû se récuser, mais qui jouit d'une telle estime qu'on ne peut le soupçonner de faillir à son devoir d'impartialité. Le prix du contre-projet remanié se monte tout de même à 640 000 francs.

Pour ne rien négliger, un plan pour un pont en bois est demandé à l'architecte Widtmer<sup>37</sup> de Schaffhouse; le projet ne laisse rien à désirer, mais il coûte 500 000 francs. Le souvenir de la destruction de plusieurs ouvrages en bois, dont les magnifiques ponts de Grubenmann, lors de l'invasion de 1798 est une seconde raison pour ne pas retenir cette solution.

## La commission des actionnaires

En janvier 1829, la commission «présente à la méditation» du Conseil communal deux projets: le pont suspendu de Dufour qui coûte 320 000 francs<sup>38</sup> et le pont en pierre qui vaut exactement le double. Elle développe ensuite les «Voyes et Moyens», c'est-à-dire l'examen du financement de cette œuvre; la première mesure envisagée consiste à réunir le capital nécessaire au moyen d'une souscription publique. Pour rallier la confiance des investisseurs, ce capital doit présenter une garantie qui peut être le produit du droit de pontenage (ou péage), dans la mesure où il dépasse les besoins du service des intérêts de l'emprunt et la couverture des frais d'entretien. La commission, n'ayant aucun mandat pour la réalisation qui suivra, considère avoir rempli la mission qui lui était impartie.

La séance du Conseil communal du 26 janvier 1829 se termine ainsi: «Après lecture faite de ce rapport mémoire; considérant les effets infiniment avantageux qui pourront résulter de l'établissement somptueux et gigantesque de ce Grand Pont, le Conseil municipal consent à ce que la souscription soit ouverte; mais comme cet établissement intéresse non seulement la Ville mais encore tout le Canton, il décide de présenter ce projet à Leurs Excellences du Conseil d'Etat afin que cette souscription obtienne leur approbation.»

Le 30 janvier 1829, par lettre au préfet de Fribourg, le Conseil communal exprime le désir qu'une souscription soit ouverte au public pour trouver les moyens de construire le pont. Il flatte les autorités cantonales en ajoutant que cet ouvrage, tout en embellissant la ville, «laisserait à la postérité un monument permanent du zèle des magistrats actuels & de la présente génération.»<sup>39</sup> La réponse ne se fait pas attendre. Le Conseil d'Etat prend connaissance du courrier au préfet lors de sa séance du 13 février 1829. Sans se mouiller, et du bout des lèvres, il « se borne à faire connaître au Conseil municipal de Fribourg qu'il ne met pas d'empêchement à ce qu'on sonde l'opinion publique par une souscription, bien entendu que par là il n'est préjugé en rien de la volonté du Gouvernement duquel dépend seul l'autorisation requise pour mettre à exécution un

établissement de ce genre.»<sup>40</sup> On ne saurai être plus prudent, ni plus réservé.

C'est à cette époque que nous voyons apparaître un nouvel organe, la «commission des actionnaires pour la construction du Grand Pont neuf» qui jouera le rôle de maître de l'ouvrage. Cette commission est toujours restée distincte de la précédente, car le «Programme de l'inauguration du Grand Pont en fil de fer de Fribourg» (elle aura lieu les dimanche 19 et lundi 20 octobre 1834) est signé au nom des deux commissions par «Fégeli, vice-président [de la commission du pont] et P. Wicht, secrétaire» [de la commission des actionnaires].<sup>41</sup>

A partir de la liste connue de tous les membres des diverses commissions, établie suivant leur entrée successive depuis 1825<sup>42</sup>, on peut déduire celle de la commission des actionnaires, puisque la première est connue. Il s'agit probablement de Jean de Landerset, receveur de l'Hôpital; Philippe de Gottrau-Ecuyer; Philippe von der Weid-Hattenberg, membre du Grand Conseil; Rodolphe de Weck, avoyer, président du Conseil d'Etat; Jean Folly, juge d'appel; Jean-Baptiste Thurler, conseiller municipal; Jean-Baptiste Vicarino-Schaller, négociant; Jean-Théobald Hartmann, notaire; Philippe de Maillardoz, préfet de Fribourg; Xavier de Landerset, receveur; Nicolas de Buman, juge d'appel; Ignace Muslin, conseiller municipal; et Pierre Wicht, notaire. Jean de Landerset, Philippe de Gottrau et Jean-Baptiste Vicarino font aussi partie des collecteurs chargés de recueillir les souscriptions.

La commission des actionnaires entre en pourparlers avec la commission de l'Edilité au sujet d'un nouveau problème. Le point de départ du pont étant situé à l'endroit «de la Tuerie et de la Boucherie»<sup>43</sup>, il faut trouver un autre emplacement pour ces activités; après une solution provisoire au Pertuis, l'abattoir trouvera son nouvel emplacement au Varis, où il demeurera jusque vers 1970.

Mais que devient le projet de Dufour?

Les procès-verbaux se font muets, les correspondances publiques et privées souffrent de lacunes.

## L'éviction de Dufour

Cette question a préoccupé tous les auteurs qui se sont intéressés à Dufour ingénieur. Aucun n'y a apporté de réponse satisfaisante pour le moment.

### L'argument politique et confessionnel

La présence à Fribourg d'un Genevois appartenant aux milieux libéraux aurait paru indésirable aux yeux de certains conservateurs énervés et angoissés à la veille de la «Journée des bâtons» de décembre 1830.<sup>44</sup> Vu les recommandations sans ambages de la commission du pont, il faut chercher ces personnes au sein de la nouvelle commission

des actionnaires. C'est difficile, puisque ses membres ont forcément un profil progressiste. Il n'y a guère que Philippe de Maillardoz, ancien lieutenant-colonel dans un régiment suisse de la Garde royale française, qui pourrait être soupçonné de s'être mis en travers du projet officiel<sup>45</sup>, mais il était encore à Paris au début de 1830; il est donc peu probable qu'il fit partie de la commission au moment du choix d'un autre bâtsisseur.

Dufour est unanimement reconnu par ses biographes comme une personnalité modérée dans son engagement politique, toujours soucieuse de conciliation; de plus, il doit mettre en veilleuse ses sentiments bonapartistes et républicains pour retrouver une situation à Genève sous la Restauration.

Des considérations d'ordre confessionnel qui auraient voulu qu'un ingénieur français, donc catholique à l'époque, fût préféré à un Genevois protestant<sup>46</sup> ne sont étayées par aucun document;. Elles auraient eu un certain poids lors du choix du mandataire en 1824, mais ne sont plus crédibles après cinq ans de relations suivies, empreintes d'une confiance affichée publiquement. C'est une vieille caricature, qui a la vie dure.

### L'argument technique

Le rapport de Navier est certes très critique, et les principaux passages qui mettent en évidence des carences relatives à la sécurité de l'ouvrage ont été cités, mais, répétons-le, sa conclusion est claire: la disposition générale du projet est très satisfaisante, et la construction aura le succès que l'on doit attendre des talents de son auteur.<sup>47</sup> Ceux qui voudraient que ce soit Navier qui aurait fait pencher la balance en faveur de Joseph Chaley<sup>48</sup> ignorent délibérément ce passage. De plus, il est certain que Navier n'a jamais été consulté sur un autre projet: il s'est prononcé en mai 1826, alors que Chaley arrive pour la première fois à Fribourg en février 1830<sup>49</sup>; il n'existe aucune trace d'un second avis de l'expert; et Chaley lui-même, qui a très habilement organisé sa publicité après l'achèvement du pont de Fribourg, aurait été ravi de mentionner la caution prestigieuse de Navier, alors qu'il doit se contenter de citer le rapport assez fade rédigé en 1838 par les ingénieurs Negrelli et Pichard, dont les noms sont tombés dans l'oubli.<sup>50</sup>

Il est également faux de prétendre que Chaley avait l'habitude de baser ses calculs sur des valeurs de résistance plus optimistes et des sécurités plus faibles que ses concurrents afin d'emporter le marché.<sup>51</sup> Pour le pont sur la Sarine il utilise exactement les mêmes données que Dufour: la charge utile de 100 kilos par mètre carré, le diamètre et la résistance des fils de fers ainsi que la marge de sécurité sont identiques; la formule mathématique utilisée pour trouver l'effort de traction dans les câbles est semblable. D'ailleurs, Chaley avoue «qu'elle [la commission] me communiqua les mémoires et les plans des ingénieurs qui avaient étudié la question».<sup>52</sup> On constate qu'il les a utilisés très correctement. Ce qui est moins correct de la part des actionnaires, c'est d'avoir remis les

résultats des travaux de Dufour et de ses collègues à un nouveau concurrent. Mais au début du XIX<sup>e</sup> siècle, la notion de protection de la propriété intellectuelle n'était pas celle que nous connaissons.

### L'argument économique

Joseph Chaley avait commencé une carrière militaire; blessé à Waterloo, il dut se reconvertis et entreprit des études de médecine poursuivies jusqu'au doctorat. Il fonda un établissement orthopédique à Lyon, avant de travailler, on ignore par quel hasard, avec Marc Seguin, un inventeur et constructeur qui s'intéressait aussi à la réalisation de passerelles en fil de fer.<sup>53</sup> Il n'a construit aucun ouvrage en son nom avant 1830, et n'est pratiquement pas connu.

Comment vient-il à Fribourg?

Quand on lui pose la question il répond: «Ce fut dans le mois de février 1830 qu'à la demande des Fribourgeois je me rendis sur les lieux; je fus mis en rapport avec la commission des actionnaires...»<sup>54</sup> Mais qui étaient ces Fribourgeois qui appellent Chaley? Ce n'est pas la commission du pont, qui avait pris une position catégorique en faveur de Dufour. Ce n'est pas non plus la commission des actionnaires, puisqu'il fut mis en rapport avec elle après son arrivée à Fribourg. Or, on ne voit pas qui d'autre aurait bien pu le connaître et le préférer à des spécialistes réputés comme Seguin, ou Navier qui était aussi constructeur à côté de sa charge d'ingénieur en chef.

Et si c'était le contraire? Si Chaley s'était invité de lui-même? Dans le monde relativement fermé des spécialistes en ponts suspendus, le formidable marché du franchissement de la Sarine est connu loin à la ronde et suscite des convoitises. Les événements s'enchaînent alors logiquement: il débarque à Fribourg, et s'enquiert des milieux à contacter; il est mis en rapport avec la commission des actionnaires qui, flairant peut-être une bonne aubaine, «lui [fait] part sans restriction de tout ce qui lui avait été proposé et fait jusque là».<sup>55</sup> Il donne une tellement bonne impression «qu'un traité provisoire [est] fait immédiatement» et dans le mois de mai suivant il remet à la commission les plans de deux projets de ponts suspendus, l'un avec une pile intermédiaire et l'autre d'une seule travée.<sup>56</sup> Dans le mois de juin, le gouvernement adopte les bases du traité provisoire et le 10 juillet 1830 la convention définitive est passée avec les actionnaires.

Ce texte a été reproduit par tous les auteurs qui ont écrit sur le sujet. Avant d'y revenir, remarquons que la confiance des Fribourgeois envers Chaley n'est pas seulement totale, elle est aveugle. Alors que tous les projets précédents avaient été soumis, comme il se doit, à l'examen des meilleurs experts, Chaley non seulement est dispensé de tout contrôle, mais libre de construire le pont qui lui plaira. Incroyable, mais vrai.

Les conditions du contrat proposé sont très alléchantes pour les actionnaires: Chaley s'engage à construire le pont à ses risques et périls, en se réservant le choix entre

un pont avec une pile intermédiaire et un pont d'une seule travée, ainsi qu'à prendre en charge les frais et dépens qui dépasseraient le prix convenu. Les actionnaires, d'autre part, doivent fournir l'emplacement nécessaire aux constructions et aux chantiers; payer 300 000 francs (monnaie de France), à verser au fur et à mesure de l'avancement des travaux; et concéder le droit de péage pendant quarante ans au tarif arrêté par le gouvernement.

A première vue, le coût n'est inférieur que de 20 000 francs à celui de Dufour, mais le traité précise qu'il s'agit de francs français, alors que le devis précédent était calculé en monnaie suisse. Depuis le concordat intercantonal du 14 juillet 1819, la parité du franc suisse est fixée à 1.48 franc français; ce taux restera en vigueur jusqu'en 1850.<sup>57</sup> Converti en monnaie locale, le prix figurant au traité n'est plus que de 203 000 francs environ. Mais il n'y a pas de miracle dans ce domaine, le pont de Chaley revient aussi cher, si ce n'est plus que celui de son concurrent; la différence est couverte par la cession du droit de péage. Il est difficile de prévoir ce qu'il rapportera, sans en connaître le tarif, et sans savoir si les usagers ne continueront pas à faire le détour gratuitement par les ponts de la Basse-Ville.

Le traité proposé est séduisant pour la commission des actionnaires, qui voit la collecte de fonds singulièrement facilitée et qui est déchargée des risques liés aux recettes aléatoires du droit de pontenage, ainsi qu'aux dépassements du devis. Elle s'empresse de le ratifier. La suite de l'histoire est connue. Le pont coûtera malgré tout près du double, d'après les calculs de l'ingénieur cantonal Amédée Gremaud<sup>58</sup>, mais en 1830 personne ne le savait, ou ne voulait le dire.

Avec ses 273 mètres, cette construction faite de bois et de fils de fer détiendra durant soixante-sept ans le record du mode de la plus grande portée. Elle servira durant quatre-vingt-huit ans, soit presque aussi longtemps que ce qui est attendu des structures actuelles en béton armé et précontraint, ou en acier.

P. Z.

## Projet de Pont suspendu à construire sur la Sarine à Fribourg.

### Chapitre I<sup>e</sup> Description

#### Dimensions générales

Le pont projeté sur la Sarine à Fribourg sera placé entre les bouches actuelles et les hauteurs de l'autre côté de la Ville. Sa longueur sera de 246 mètres soit 840 pieds de Berne entre les culées, sa largeur de 25 pieds entre les barrières, dont 17 pieds pour le passage des voitures, et 4 pieds de chaque côté pour les trottoirs.

## Notes

### Abréviations

AEF: Archives de l'Etat de Fribourg

AEG: Archives de l'Etat de Genève

AVF: Archives de la Ville de Fribourg

EF: Nouvelles étrennes fribourgeoises

<sup>1</sup> Nous exprimons notre reconnaissance à M. Michel Rast, directeur de l'Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg qui a autorisé et encouragé la publication de cette étude, ainsi qu'à Mme Renée Reverdin, dont la famille conserve les archives privées du général Dufour, pour l'aide qu'elle nous a fournie.

<sup>2</sup> AEG, cote Travaux E 16.

<sup>3</sup> Une esquisse au crayon par Dufour, dessinée sur le profil en travers de la vallée envoyé en juin 1825, se trouve aux AEG.

<sup>4</sup> AVF: protocole du Conseil municipal 3 décembre 1824.

<sup>5</sup> AVF: ibid.

<sup>6</sup> AVF: ibid.

<sup>7</sup> AVF: protocole du Conseil municipal 28 février 1825.

<sup>8</sup> AVF: rapport mémoire de la Commission du Grand Pont sur la Sarine relaté intégralement dans le protocole du Conseil municipal 26 janvier 1829.

<sup>9</sup> AVF: ibid.

<sup>10</sup> Louis Marie Henri Navier (1785-1836) est un des pères de la théorie moderne de la résistance des matériaux; son activité fut partagée entre la construction de ponts et l'enseignement à l'Ecole des ponts et chaussées de Paris; de nombreuses méthodes de calcul et de dimensionnement encore utilisées quotidiennement de nos jours par tous les constructeurs sont de lui ou bien ont été reformulées d'après lui.

<sup>11</sup> Mathieu-Henri Perregaux (1785-1850) s'occupa de la reconstruction de la flèche et de la restauration intérieure de la cathédrale de Lausanne, avant d'occuper le poste d'architecte cantonal; il est le fils d'Alexandre Perregaux, architecte de la salle du Grand Conseil récemment incendiée.

<sup>12</sup> AVF: rapport mémoire de la Commission.

<sup>13</sup> Bruhhart A.: *Guillaume-Henri Dufour, génie civil et urbanisme à Genève*, Lausanne 1987.

<sup>14</sup> Par souci de lisibilité, nous avons normalisé, en les modernisant, la graphie des termes de poids et mesures, ainsi que l'orthographe.

<sup>15</sup> Dufour G.-H.: op. cit. Sauf mention contraire, la référence à ce document ne sera pas répétée lorsqu'elle est évidente dans ce chapitre.

<sup>16</sup> Notre calcul, mené de manière indépendante, donne le même résultat.

<sup>17</sup> Un contemporain connu par les nombreux beaux ponts de bois qu'il a réalisés, en Bavière surtout, et par son livre *Beiträge zur Brückenbaukunde*.

<sup>18</sup> Le poste objets divers comprend notamment l'achat du terrain pour l'établissement de la culée sur la rive droite, pour fr. 10 000; l'emplacement des deux immeubles de la tuerie (abattoir) et de la boucherie est mis gratuitement à disposition, mais une indemnité de fr. 15 000 est versée à la Ville. La fontaine située près de l'ancien Hôtel Zaehringen existait déjà, car un montant de fr. 1500 est prévu pour la « déplacer et transporter dans l'angle que forme la maison n° 118 avec l'axe du Pont ».

<sup>19</sup> A propos de Navier, v. note n° 7.

<sup>20</sup> AVF: rapport mémoire de la Commission.

<sup>21</sup> AEG: cote Travaux E 16; ce manuscrit a été commenté par le professeur Fritz Stüssi de l'Ecole polytechnique de Zurich, article paru dans le 7<sup>e</sup> volume des *Mémoires de l'Association internationale des ponts et charpentes*, Zurich 1944.

<sup>22</sup> Navier L.: op. cit.

<sup>23</sup> Chaley J.: *Pont suspendu de Fribourg*, Paris 1839.

<sup>24</sup> Ces chaînes ont une forme particulière puisque les maillons ne sont pas des anneaux, mais des barres percées d'un oeillet à chaque extrémité, assemblées par de fortes goupilles, à la manière des chaînes de vélo.

<sup>25</sup> Dufour lui-même sera victime d'un de ces accidents lors de l'essai de charge du pont des Bergues en 1833.

<sup>26</sup> Peters T.: « Dufour: l'homme des ponts suspendus », in *Guillaume-Henri Dufour dans son temps*, actes du colloque Dufour, Genève 1991.

<sup>27</sup> Navier L.: op. cit.

<sup>28</sup> ibid.

<sup>29</sup> ibid.

<sup>30</sup> J.-U. Grubenmann (1709-1783), de Teufen, Appenzell, fait partie d'une illustre lignée de constructeurs et charpentiers; le pont de Schaffhouse fut construit en 1757; celui de Wettingen, datant de 1764, avait la plus grande portée d'Europe; les deux furent détruits, incendiés par les Français en 1798.

<sup>31</sup> AEG: cote Travaux E 16.

<sup>32</sup> AVF: Protocole du Conseil municipal 26.1.1829.

<sup>33</sup> ibid.

<sup>34</sup> Giulio Poccobelli (1766-1843) s'est illustré à la fois comme politicien en étant successivement membre du gouvernement provisoire de 1798, puis député au Grand Conseil et enfin conseiller d'Etat, et comme ingénieur en réalisant les projets de routes de montagne au Monte Ceneri et au San Bernardino.

<sup>35</sup> *La Liberté*, 5 septembre 1924.

<sup>36</sup> AVF: Protocole du Conseil municipal 26 janvier 1829.

<sup>37</sup> Andreas Widtmer fut directeur des travaux publics de la ville de Schaffhouse; il est l'auteur d'un plan du port sur le Rhin.

<sup>38</sup> Le projet de 1825 a été remanié et le devis ramené de 370000 à 320000 francs, nous ignorons les raisons de cette économie; les devis présentés officiellement sont souvent basés sur des conditions d'exécution favorables, afin d'inspirer une décision positive.

<sup>39</sup> AVF: copie lettre du 30 janvier 1829.

<sup>40</sup> AEF: manual, 1829, p. 78.

<sup>41</sup> EF, 1923, p.14.

<sup>42</sup> Fragnière E.: «Un dernier adieu au Grand Pont suspendu», in EF 1924, p. 45.

<sup>43</sup> AVF: protocoles du Conseil municipal 5 avril 1830.

<sup>44</sup> Oelek S.: *Dufour 1787-1875*, Edition moderne, Zurich 1998, p. 47.

<sup>45</sup> L'opposition entre Dufour et Maillardoz est une séduisante fiction qui anticipe la situation qu'ils vivront en 1847, lorsque les troupes fédérales commandées par le premier feront face à la défense fribourgeoise aux ordres du second.

<sup>46</sup> Peters T.: *Transitions in Engineering, Guillaume Henri Dufour and the Early 19th Century Suspension Bridges*, Basel, Boston 1987, p. 178.

<sup>47</sup> Navier L.: op. cit.

<sup>48</sup> Peters T.: *Actes du Colloque...*, p. 198.

<sup>49</sup> Chaley J.: op. cit., p. 4.

<sup>50</sup> Chaley J.: op. cit., p 54.

<sup>51</sup> Peters T.: *Transitions in Engineering ...*

<sup>52</sup> Chaley J.: op. cit., p. 4.

<sup>53</sup> de Diesbach M.: « Joseph Chaley constructeur des ponts suspendus de Fribourg », in EF 1903, p. 1 ss.

<sup>54</sup> Chaley J. op. cit., p. 4.

<sup>55</sup> ibid.

<sup>56</sup> ibid.

<sup>57</sup> Morard N.: « Essai d'une histoire monétaire du canton de Fribourg », in *Monnaies de Fribourg*, 1969.

<sup>58</sup> Gremaud A.: sans titre, dans la *Revue scientifique suisse*, 1878, pp. 98-99.

