

Mémoire

sur le projet définitif
du Pont sur l'Aar à Berne.

99

La Commission du nouveau pont sur l'Aar à Berne, par sa lettre du 31 aout pp. a bien voulu demander mon avis sur le projet définitif du pont, préparé par Mr. l'Ingénieur Ferry, sur la direction de Mess. Donégani et Sacquiné, et pour faciliter l'examen du projet, Mr. Ferry s'est transféré à Cuvier avec les minutes de son travail.

Après plusieurs conférences avec Mr. Ferry, j'ai l'honneur de soumettre à la Commission le résultat de mon examen, savoir mon opinion motivée sur le projet, et successivement les précautions à adopter pour le succès de l'entreprise.

Les sondes du terrain, les dessins préparés sur une grande échelle et les explications données de vive voix par Mr. Ferry, dont je ne puis que faire des éloges, m'ont mis à même de fixer mon opinion, que je vais ainsi exposer le plus nettement possible sans autre préambule.

1^o Direction
assignée au pont.

La directrice du nouveau pont ayant été fixée après mûre discussion, il est inutile d'y revenir. Qu'il me soit seulement permis de soumettre de nouveau à la Commission que la directrice adoptée par des motifs d'économie laissera des regrets par la suite. Je me réfère à cet égard à l'opinion émise dans mon mémoire du 3 janvier 1837 et dans ma correspondance successive. Dans la suite des tems on critiquera l'économie qui a présidé à une entreprise d'un genre monumental; on regrettera le défaut d'accord qui aura

empêché l'adoption de la ligne droite et le souvenir de reconnaissance pour le nouveau pont sera probablement mélangé de critique pour ne pas avoir eu la constance de suivre ce que requirait le bien public.

Loin de moi l'idée d'un vain amour propre blessé comme ayant proposé la ligne droite que la Commission a sans doute été forcée d'abandonner. Dans ma conviction je pense qu'il peut être préférable d'attendre l'opportunité de bien faire que de faire à demi, sans espoir de remédier à ce qui paraît dans ce moment impossible, ou presque.

Après cette déclaration faite uniquement en vue de répondre sans aucune réserve à une honorable confiance et dans l'intérêt de ma réputation, je n'insisterai pas ultérieurement sur la direction du nouveau pont. Je désire seulement qu'on ne puisse croire en aucun temps que j'ai donné mon adhésion ⁷ du canton et de la ville. Je puis me tromper et peut-être plus qu'un autre; mais je ne puis renoncer à ma conviction intime, ni à ce que je crois contribuer à ma réputation.

J'ose croire que la Commission ne voudra pas prendre en mauvaise part ma déclaration franche et libre; car elle ne s'oppose pas au respect que je professe à l'opinion opposée à la mienne et à la décision prise.

2.° Planimétrie du projet.

Passant à l'examen du projet préparé et en premier lieu à la disposition planimétrique du pont et de ses abords, il a paru que les avenues du pont proprement dit offraient trop de lignes et qu'il fallait en diminuer le nombre. On ne saurait introduire en pareil cas trop de simplicité; car elle est toujours d'accord avec l'utilité

⁷ à la ligne choisie; car je la crois contraire à l'intérêt

publique et même avec l'économie dans la dépense. Ainsi, d'accord avec Mr. Ferry, il paraît préférable de ne fixer que deux largeurs, savoir celle du grand pont, ainsi qu'elle a été limitée dans le programme, de 37' 6" environ entre les nuds intérieurs des parapets, et celle des avenues de chaque côté, qui sera celle de la nouvelle rue du côté de la ville, de 50 pieds. Les petites maisons pour la perception du péage et autres objets de service public seront en dehors de cette largeur. Il sera très-utile de fixer une plus grande largeur entre ces maisons et l'extrémité contigue de la nouvelle rue, de manière à offrir quelques allées d'arbres et des bancs pour les promeneurs. — En embrassant dans cet espace, outre la largeur de la nouvelle rue, celles des flancs des maisons de péage, on aurait une place agréable aux portes de la ville, sans autre augmentation de dépense que celle des terrains latéraux et des plus grands remblais; car les murs de soutènement, des remblais seraient à peu près les mêmes dans l'un et dans l'autre cas. Une place symétrique du côté droit de la rivière serait aussi convenable, mais le défaut d'espace s'y oppose, et il faudra se borner à raccorder le mieux possible la nouvelle avenue avec les rampes et pentes qui y aboutissent. La saillie des maisons de péage empêche de voir le défaut de symétrie des deux côtés; ainsi rien ne s'oppose à la place proposée du côté de la ville, sauf que le petit excédent de dépense nécessaire pour l'acquisition du sol des places et pour les remblais y mette obstacle.

3. Elevation
du pont et de ses
abords.

Les modifications proposées à la planimétrie du pont en amènent naturellement dans l'élevation. Ainsi il n'y aura naturellement que deux faces parallèles de chaque côté, savoir celle du grand

7

pont, et l'autre des abords, sans autre saillie que celle des maisons de péage, qui sera supprimée d'un côté, si l'on fera les places proposées. Si d'une part il faudra augmenter la longueur des arches latérales, d'autre part il y aura moins d'angles rentrants et saillants, et comme on propose avec raison de faire en pierre dure les angles sus-énoncés sur toute la hauteur de l'édifice, en diminuant le nombre de ces angles, on aura moins de pierre dure à employer, et cette économie compensera amplement la plus grande dépense du prolongement des arches latérales. — Ainsi les modifications proposées augmentent l'espace destiné à la circulation publique aux abords du nouveau pont, sans augmenter la dépense; ce qui est un avantage réel; car il faut s'attendre à quelque encombrement près d'un pont à péage aux portes d'une capitale populeuse et fréquentée par les étrangers, surtout dans la bonne saison.

Le débouché de l'air, même lors des grandes crues, paraît garanti avec la largeur fixée de 156' 4"

La forme de la grande arche a donné lieu à beaucoup de réflexions. L'arc de cercle proposé par Mr. Ferry, sur les bases qui lui ont été posées, n'a pas paru convenir au nouveau pont. Il n'y a pas de forme exclusive pour les arches des grands ponts. Toutes les formes sont bonnes, lorsqu'elles sont appliquées à propos; ainsi dans chaque cas particulier il faut étudier la forme la plus convenable, eu égard à toutes les circonstances qui s'y réfèrent.

Dans le cas spécial qui nous occupe on a une hauteur assez considérable, et si l'on ne peut pas adopter un demi-cercle, qui serait sans contredit préférable s'il était possible, rien n'empêche d'adopter une demi-ellipse dont les naissances soient

fi

fixées près du niveau des plus grandes crues.
Cette forme est plus gracieuse qu'un arc de cercle dont la flèche serait du $\frac{1}{3}$ au $\frac{1}{4}$ de la corde, et elle a d'ailleurs l'avantage d'exercer moins de poussée. Un arc de cercle soubainé de $\frac{1}{8}$ ou de $\frac{1}{6}$ exercerait une plus grande poussée et requerrait partout une plus grande épaisseur de culées, et l'effet en serait désagréable à la vue à cause de la grande hauteur du piedroit.
(Dans chaque édifice le beau ne s'obtient qu'en remplissant les convenances qui lui sont propres, et en les remplissant avec toute l'économie possible.
Dans notre cas une arche demi-elliptique est préférable à toute autre par les motifs sus-énoncés.

Si l'économie n'y mettait obstacle, on pourrait faire des cornes de vache pour orner les faces du pont; mais ce serait une dépense en pure perte et on ne pourrait d'ailleurs les exécuter qu'avec de grandes masses. Les cornes de vaches pourraient permettre quelque diminution dans l'ouverture de l'arche, mais cette économie ne serait pas certainement compensée par la plus grande dépense des pierres de taille de grand volume aux deux faces et par leur appareil plus délicat et plus soigné, ainsi que par la plus grande sujétion dans leur pose.

La corniche du couronnement peut être simplifiée dans sa forme. Les modillons sont convenables, mais les moulures supérieures et inférieures doivent être modifiées, d'autant plus avec le parti proposé de diminuer les angles rentrants et saillants, sauf près des impostes de la grande arche, ainsi qu'il a été dit plus haut. Par la même raison je supprimerai la fûse

inférieure en donnant une plus grande épaisseur à la corniche pour la rendre plus proportionnée à la hauteur de l'édifice, et je disposerai l'issue des eaux pluviales, qui tombent sur la voie du pont, dans les espaces compris entre les modillons.

En résumant, outre la suppression des saillies qui résultent naturellement des modifications proposées au précédent n^o 2 l'élevation du pont serait modifiée en substituant à l'arc de cercle proposé pour la grande arche, une demi-ellipse impastée près du niveau des plus grandes eaux, en simplifiant et en grossissant la corniche, sauf à disposer entre les modillons l'issue des eaux pluviales sur la voie du pont.

Du reste le projet du pont présenté par M. Ferruy est admissible dans toutes les parties.

4. Abords du pont.

Les descentes brusques aux deux abords de la nouvelle voie du pont méritent d'être prises en considération. Il n'est pas ici seulement question du beau, auquel on est disposé à renoncer par principe d'économie, mais bien de l'indispensable pour éviter des accidents fâcheux. Si l'origine des descentes brusques d'accès au pont actuel conservé pour la ville basse reste telle qu'elle est à présent, il y aura, sur l'emplacement de la nouvelle voie d'accès au nouveau pont et à ses deux extrémités, danger de prendre la vieille direction au lieu de la nouvelle; ce qui peut être fatal, surtout pour les voitures traînées par des chevaux fougueux. Ainsi il est indispensable de bien circonscrire les limites de la nouvelle voie pour qu'on n'ait en aucun

cas à couvrir le danger de suivre l'ancienne voie au lieu de la nouvelle, par méprise ou par accident, surtout de nuit. Pour obtenir ce résultat il est indispensable de faire des murs de soutènement aux deux extrémités, savoir du côté de la ville entre la fontaine et les maisons de la nouvelle rue à gauche en faisant ainsi servir la fontaine, ou tout autre monument qu'on croirait convenable d'y substituer, pour limite de séparation de la nouvelle et de l'ancienne voie. Il faudra faire quelque chose d'analogue à l'autre extrémité de la nouvelle voie.

Qu'il me soit permis de remarquer ici que, dans le projet de la ligne droite tout inconvénient de la sorte était évité, attendu que les descentes à la ville basse et au pont actuel étaient ménagées de côté, de sorte qu'on ne pouvait en aucun cas se méprendre sur la direction à suivre, et que tout accident imprévu était impossible. Or il me semble que ces considérations sont assez importantes et de nature à motiver quelque excédent de dépense, qui pourrait d'ailleurs se convertir en véritable économie, dans l'intérêt commun du canton et de la ville.

Abstraction faite de ces réflexions, il me paraît évident que les extrémités de la nouvelle voie doivent être étudiées de manière à éviter tout accident provenant des descentes brusques d'accès à la ville basse. Il sera indispensable de retrécir en quelque partie la descente actuelle, du côté de la ville, et de rendre encore plus brusque celle du côté opposé. Pour éviter toute réclamation ultérieure, il sera prudent de faire sur les lieux une étude spéciale des modifications à apporter aux descentes

actuelles pour obtenir la régularité et la sécurité nécessaires sur la nouvelle voie.

En égard aux pentes assez brusques de la rue de la justice près de la nouvelle voie, on pense qu'il est préférable de fixer de nouveau toute la nouvelle voie comprise depuis l'extrémité de la nouvelle rue du côté de l'air jusqu'à l'extrémité des abords du pont près des routes de Chroune et de Lurich.

5. Choix des matériaux.

Le choix des matériaux est de la plus grande importance dans le cas spécial du nouveau pont. La grande arche, supposée même elliptique, ainsi qu'on l'a proposé au N^o 6, est un ouvrage assez délicat et qui réquiert les plus grandes précautions, parmi lesquelles le choix de la matière dont il doit être formé est des plus essentiels.

Les échantillons des matériaux proposés que M^r Ferry a présentés, sont de quatre espèces, savoir deux de molasse, une de calcaire, et la quatrième de granit; les deux dernières espèces de pierres ont été soumises à l'action de la presse hydraulique de l'arsenal de Turin. Mr. Ferry a tenu registre spécial des résultats de l'opération à laquelle j'ai aussi assisté.

Il est évident, d'après l'inspection des principaux édifices de Berne, qu'on peut employer la molasse qui a servi à l'exécution de la cathédrale pour les paremens extérieurs des murs.

Le calcaire peut être utilement employé pour les angles saillans, les corniches, les parapets et les trottoirs.

Il me resterait encore quelque doute sur le choix des matériaux à employer pour la voûte de la grande arche, et ce doute ne peut être

dissipé que par des notices plus circonstanciées sur le calcaire et le granit proposés et par des essais faites sur des pièces de plus grandes dimensions que celles des chantillons présentés, pour ce qui se réfère à leur taille.

Il importe que les voussoirs de la grande arche soient composés des pierres dures, ayant des lits de carrière bien prononcés, et que leur extraction et taille soient pratiquées de manière que les voussoirs soient posés des faces parallèles ou presque au lit de carrière, bien et proprement taillées à la fine pointe, à vive arête, afin que la pression des voussoirs puisse s'exercer sur toute la surface des joints sans crainte d'accident. Des blocs erratiques sans lits de carrière présenteront des difficultés plus ou moins grandes à une coupe régulière, sans que l'on puisse garantir les accidents de rupture qu'une disposition informe des molécules de la pierre peut causer. Ainsi il paraît essentiel de remonter aux montagnes latérales d'où les blocs erratiques sont descendus et extraire directement la pierre, soit calcaire, soit granitique, d'une carrière à lits réglés.

Il semblera au premier abord que l'excès de dépense doive alarmer, mais si cela est nécessaire comme je le pense, il n'y a pas à hésiter. Il est ici question de réussir ou de manquer dans l'objet qu'on se propose, et quant à moi je ne serais nullement persuadé du succès de la grande arche avec des blocs erratiques, soit calcaires, soit granitiques. D'ailleurs il peut se faire que l'excès de dépense ne soit pas si grand et même qu'il y ait économie. Si d'une part il faudra probablement remonter à une certaine hauteur dans les montagnes où peuvent se

trouver des carrières de calcaire, ou de granit, et descendre les blocs extraits et même taillés sur place; ce qui peut causer quelque dépense majeure, il est de fait que, si l'on parvient à trouver une carrière à bancs réglés, l'extraction et la taille des blocs pour les réduire aux formes voulues seront beaucoup plus faciles et pourtant plus économiques relativement aux blocs erratiques.

Quoiqu'il en soit, je pense qu'il convient de faire des recherches pour trouver des carrières à bancs réglés de calcaire et de granit. Il est évident que le granit est à préférer au calcaire pour la grande arche; mais, si l'on trouvait plus facilement une carrière de calcaire à bancs réglés, je pense que, si la pierre est assez dure, et si l'on adopte les précautions convenables dans la taille et dans la pose, on peut admettre le calcaire, pourvu toutefois que, outre les conditions énoncées, on adopte la forme elliptique proposée et qu'on fixe les impostes près du niveau des plus grandes crues, afin de donner à l'arche la plus grande flèche et à rapprocher autant que possible la demi-ellipse du demi-cercle.

Comme cet objet est essentiel, je réclame la plus grande attention de la Commission à l'égard du choix des matériaux. En me résumant en peu de mots, je pense qu'on peut sans hésitation admettre la molasse de même nature que celle employée à la cathédrale pour les revêtements extérieurs; sauf les angles saillans et la voûte de la grande arche.

Il est essentiel de rechercher des carrières à bancs réglés de calcaire et de granit.

Dans l'hypothèse qu'on en trouve de l'une et de l'autre espèce, il conviendrait de faire les angles saillants et rentrants, la corniche, les parapets et les trottoirs en pierre calcaire et la grande voûte, ainsi que les revêtements des culées en granit, - et si l'on ne trouve pas à portée une carrière de granit, on pourra employer le calcaire pour la grande voûte, pourvu qu'il soit dur, taillé et posé avec les précautions convenables et qu'on adopte pour la grande arche la forme elliptique la plus rapprochée possible de celle circulaire.

6. Fondations.

Dans un édifice quelconque une bonne fondation est un objet essentiel pour la stabilité. Heureusement la localité du nouveau pont offre beaucoup de circonstances favorables pour y assurer des fondations solides. Les sondes pratiquées par Mr. Ferry ont démontré que la mollasse résistante se trouve à une profondeur plus ou moins considérable au dessous du sol actuel ou du lit de l'Arar. Il paraît même que l'Arar a creusé dans les temps son lit à travers la mollasse, et que les matières mobiles qui sont superposées à la mollasse ne sont que le dépôt des substances entraînées successivement par l'eau des parties supérieures de son cours. Ainsi on peut fonder solidement les culées du pont et les murs qui les accompagnent sur la mollasse, en ayant soin de la couper suivant divers plans horizontaux séparés entr'eux par des plans verticaux, pour donner une assiette convenable aux murs. Ce système ne réquiert aucune précaution qui excède les limites

ordinaires. Il n'y a qu'à ceindre le pourtour de chaque culée par un batardeau élevé au dessus des eaux de crue, rendre étanche l'air pour la partie inférieure aux eaux, enlever le terrain d'alluvion jus qu'à rencontrer la molasse, arraser de niveau la molasse par un ou plusieurs plans horizontaux et fonder à sec les culées. Sur l'emplacement de la culée droite la molasse étant terminée à une hauteur plus considérable relativement à la culée gauche, il est prudent d'entreprendre en premier lieu les fondations de cette dernière culée et de travailler successivement par assises régulières et uniformément des deux côtés, pour que le tassement de la maçonnerie soit uniforme des deux côtés, non obstant le volume plus grand à gauche qu'à droite.

Il est bon d'avertir qu'en égard à la grande hauteur de l'édifice, ainsi qu'à la grande ouverture de l'arche du pont, il ne serait pas prudent à mon avis de fonder sur béton. Il pourrait en résulter des tassements inégaux, d'autant plus que les aires des fondations sont inégales, ainsi que les hauteurs des deux côtés.

Quant aux fondations des murs de soutènement aux abords, elles ne présentent aucune difficulté. Il suffit d'avoir soin de déviver la molasse et d'en arraser la surface suivant divers plans horizontaux et d'encaisser ainsi les fondations d'une certaine quantité dans la molasse, ainsi qu'il est nécessaire à plus forte raison pour les culées dont il a été question.

7 Construction des murs.

La construction des murs au dessus des fondations n'offre aucune difficulté. On recommande seulement de travailler régulièrement de deux côtés de manière qu'une nouvelle assise ne soit jamais commencée d'un côté seulement, mais simultanément de deux côtés pour la plus grande stabilité de l'édifice dans son ensemble. Cette condition, utile en thèse générale, l'est encore d'avantage pour les culées, afin que la voûte du pont proprement dit puisse réussir parfaitement, pour ce qui se réfère à la résistance des culées.

On recommande de prescrire que les faces de joints soient bien planés sur les $\frac{3}{4}$ au moins de leur étendue à partir des paremens; que les pierres de taille soient posées sans cala permanentes, et pour éviter toutes épaufures aux arêtes il sera convenable de prescrire un chauffein de 2 millimètres sur 5 à 6 centimètres de largeur, au pourtour des paremens; ce qui produit une épaisseur des joints extérieurs de 4 millimètres, en supposant que le ciment liquide interposé entre les pierres soit sans épaisseur sensible. Si le ciment interposé offre une épaisseur déterminée, les joints extérieurs auront la même épaisseur augmentée de 4 millimètres.

Cette précaution est plus utile encore pour les voussoirs de la grande arche, et on la rappelle ici, quoique il en soit question de sa construction que successivement.

Du reste la construction des murs requiert les précautions bien connues pour la construction et les plus convenables à la qualité des matériaux choisis pour le nouveau édifice.

L'élevation du massif des culées et des murs contigus doit être poussée jus qu'aux $\frac{2}{3}$ au moins de la hauteur de la flèche de la grande arche, avant que d'entreprendre cette dernière.

Il est du reste important d'avoir de la bonne chaux hydraulique et de sable siliceux et bien exempt de toute matière hétérogène et de fixer les doses proportionnelles des deux substances, ainsi que leur mélange le plus convenable à une bonne construction et déterminées par une longue expérience sur les lieux.

8. Construction de l'arche.

Le succès de la grande arche réquiert avant tout un choix convenable de pierre calcaire et mieux de granit, extraites de carrières disposées en bancs réguliers, ainsi qu'il a été dit au précédent N^o 5, auquel je me réfère.

Après cela, il importe de fixer un système de cintrement, de pose, et de dé-cintrement, tel à ne rien hasarder et même à être pleinement rassuré sur la stabilité de la grande voûte. La grande hauteur du sol du nouveau pont au dessus des eaux de crue de l'Ar, la constitution du sol du lit de la rivière, et la nécessité de ne pas intercepter la navigation pendant l'exécution des travaux sont autant de circonstances spéciales aux quelles il faut donner la plus grande attention dans le choix du système pour assurer le succès de l'entreprise.

Il importe avant tout de soumettre à la Commission qu'il serait nullement prudent de laisser pleine et entière liberté à l'entrepreneur de construire la voûte à son gré, quand bien même il en garantirait la stabilité. Ce serait com-

promettre les intérêts de la société que de livrer à un entrepreneur le choix des moyens propres à assurer la stabilité de l'arche. Il pourrait en résulter un interminable procès entre la société et l'entrepreneur qui, pour garantir ses intérêts dans l'hypothèse de quelque accident fâcheux, chercherait probablement à attribuer le manque de succès aux conditions prescrites, à la qualité des matériaux et autres. Dans un ouvrage aussi important il ne conviendrait pas d'ailleurs d'adopter le système d'exécution des ponts suspendus au risque et péril des concessionnaires, système dont l'expérience est loin de justifier l'adoption en thèse générale.

La société des actionnaires du pont de Berne n'est pas une société dirigée par l'amour du gain. C'est au contraire une société guidée par l'amour de son pays et qui veut un pont solide et de longue durée. D'après cela, le meilleur moyen pour arriver au but consiste à fixer et à prescrire toutes les conditions qui tendent à assurer le succès de l'ouvrage; ce qui est du ressort de la pratique de l'art guidée par la théorie et partant des hommes de l'art, et successivement à obtenir une exécution conforme aux prescriptions fixées, de telle sorte que l'entrepreneur ne soit réellement garant que de la bonne exécution des travaux conformément au devis et aux ordres du directeur. Par ce moyen rien n'est livré au hasard et le contrôle que le directeur des travaux exerce sur l'entrepreneur assure le succès de l'entreprise, si chacun remplit la mission qui lui est confiée.

Ces principes posés, je pense d'abord qu'un cintre retroussé, c'est-à-dire, appuyé seulement aux deux culées, sans appuis intermédiaires, ne convient pas au cas de nouveau pont. La grande hauteur de la voie du pont au dessus des grandes crues tendrait

à rendre de plus en plus problématique le résultat avec un cintre retroussé. Il faut ainsi adopter sans hésitation un cintre fixe, savoir un cintre avec des appuis intermédiaires. L'expérience a confirmé depuis long tems la préférence des cintres fixés sur eux retroussés, à cause des trop grandes variations de forme aux quelles ces derniers sont sujets. Aussi les grands ponts construits dans les derniers tems soit en France, soit en Angleterre, ont été construits près qu'exclusivement avec des cintres fixes.

La molasse qui constitue le lit de l'air, a peu de profondeur au dessous de l'eau et des alluvions ne permet pas, d'après l'aveu de Mr. Ferry, de planter des pieux avec une fiche suffisante pour en assurer la stabilité. La résistance de la molasse paraît s'opposer à la pénétration des pieux même armés de robustes sabots en fer. On pourrait, si l'on avait encore quelque doute à cet égard, faire un essai plus en grand que ceux jusqu'ici tentés, savoir avec des pieux plus robustes et un monton pesant 50 à 60 miriagrammes, tombant d'une hauteur de 4 à 5 m[?] moyennant une sonnette à déclin. Dans l'hypothèse d'un succès favorable, on pourrait procurer au cintre de la grande arche des appuis intermédiaires par des pieux solidement fichés dans le lit, tels à pouvoir procurer des points fixes pour fortifier le cintre et le rendre invariable de forme. En cas contraire il n'y a d'autre ressource que celle de faire des piles intermédiaires au nombre de deux au moins, pour servir d'appui au cintre. Ces piles fondées sur la molasse seraient démolies après le décintrement de l'arche, tout comme les pieux, s'ils étaient admissibles.

Le cintre fixe doit être combiné de manière à pouvoir opérer le décintrement de l'arche sans

cales ^{sur} ou sous les conchis qui doivent correspondre à chaque cours des voussoirs. Les conchis doivent être fixés sur les cintres et régularisés de manière sur leurs faces supérieures, qui doivent être en contact avec les douelles des voussoirs, que l'on puisse opérer la pose de ces dernières directement sur le conchis avec la plus grande régularité. Il faut ménager des doubles coins de bois dur sur tous les points de support du cintre, de manière à pouvoir opérer par le jeu simultané des doubles coins un mouvement descendant de tout le cintre en masse, sans en déranger l'ensemble. On peut aussi imiter ce qui a été pratiqué au nouveau pont de Londres, savoir disposer des coins à crémaillère et réunis entr'eux pour en simplifier et régulariser le mouvement. —

L'imitation est cependant subordonnée à la possibilité de ficher des pieux solidement dans le lit; et dans ce cas on pourrait, ainsi qu'il a été dit, se dispenser des deux piles en maçonnerie au milieu du lit. Si l'on peut ficher des pieux, je pense qu'il conviendrait de les planter près des culées pour procurer une large base aux impostes des cintres; ce qui rendrait possible l'imitation du cintre du pont de Londres. Autrement il convient, à mon avis, de placer les deux piles en maçonnerie au milieu du vide de l'arche et imiter ce qui a été pratiqué au pont de Chester.

Pour éliminer toute espèce de doute sur le meilleur parti à prendre, je pense qu'il serait convenable que la Commission fit faire les essais indiqués sur la possibilité de planter solidement des pieux dans le lit de la rivière; car, s'il y a possibilité de réussir, il est sans doute préférable d'adopter ce moyen préférablement à l'autre,

soit pour ne pas encombrer le lit de la rivière, soit pour économie dans la dépense, soit encore pour éviter l'effet que pourrait produire sur la masse des personnes peu instruites la vue de deux piles en maçonnerie pour faire lieu à la construction de la nouvelle arche. Si l'essai qu'on propose sera infructueux, il faudra bien se résoudre à faire sans hésitation les deux massifs, proposés en maçonnerie.

La pose des voussoirs requiert aussi beaucoup de précaution; car la moindre négligence peut produire de fâcheux accidens et même compromettre la bonne réussite des travaux. Il faut en premier lieu ne pas fatiguer les cintres, et à cet effet il importe de faire arriver les voussoirs au lieu de leur pose sans s'étayer aucunement sur les cintres. A cet effet, je pense que le meilleur système consiste à élever entièrement les murs de soutènement des remblais aux abords jusqu'au dessous de la corniche de couronnement pour se servir des avenues comme dépôt de matériaux d'où ils seront conduits d'à plomb au lieu de leur destination respective, moyennant un pont de service assez robuste, élevé au dessus de l'extrados de la voûte et appuyé sur les files des pieux au massif de maçonnerie au milieu du lit et sur des pilastres en maçonnerie au dessus des culées à leur pourtour extérieur, ou tout au moins au delà de l'espace qui doit être occupé par les voussoirs des impostes.

La construction de la voûte exige l'attention la plus soutenue et les études préliminaires les mieux combinées sur les bases précédemment posées et autres que le directeur des travaux doit faire soigneusement. Pour le moment j'ai cru de limiter mon avis à

ce qui précède, soit par ce que il est convenable avant tout de faire les essais indiqués, soit pour ne pas sortir des limites dans lesquels j'é devais me contenir.

Je terminerai par tant cet article disant que la pose doit avoir lieu sur le cintre rehaussé d'une certaine quantité; ce qui donnera lieu à obtenir des joints pour y couler le ciment en avertissant que les joints doivent être ouverts à l'intrados au tiers environ de la montée de la voûte elliptique et à l'extrados près de la clef, et que les joints doivent se refermer lorsque la voûte se supportera sans cintre; que le décentrement doit être opéré par degrés et seulement après que le ciment aurait acquis une certaine consistance. L'opération doit durer 4 à 5 jours environ.

(D'ailleurs les autres précautions à adopter pour la construction des arches du grand pont doivent être connues du directeur des travaux et il serait hors de propos de les rappeler ici.

g. Achèvement du pont.

Aussitôt que la grande voûte sera décentrée et qu'on aura vérifié la flèche et les mouvements qui auront eu lieu lors du décentrement, il sera prudent de charger le milieu de la voûte d'un poids équivalent à celui des tympans des remblais, des corniches et des parapets et de n'avancer la sommité de voussoirs qu'après qu'on aura soigneusement constaté que nul abaissement ultérieur a eu lieu pendant un certain temps. Alors seulement on pourra avancer les sommités des voussoirs et terminer les travaux.

L'achèvement du pont est un travail qui exige bien des soins, mais comme ils sont bien connus par les constructeurs, il paraît inutile de s'y arrêter.

J'ajouterai seulement à ce qui a été dit à l'art. 3. que le parapet à mon avis doit être lisse, sauf un bahut supérieur avec saillie de 4 à 5 c^{ts}, sur les faces extérieures du parapet. Les renforcements proposés exigent une certaine dépense et nuisent à la simplicité des formes d'un ouvrage monumental par la grandeur de la masse par la hardiesse de la construction et plus encore par la grande utilité publique qu'il est destiné à procurer.

10. e Mode d'exécution.

Après avoir exposé les principales considérations relatives à la forme et à la construction de l'édifice, il paraît convenable de dire en peu de mots les conditions principales qui peuvent seules garantir la bonne exécution des travaux. Et pour être bref, j'exposerai sans préambule ce qui me paraît le plus essentiel au cas spécial qui nous occupe.

1^o Les travaux doivent être exécutés par entreprise et à mesure. Une entreprise à forfait serait une véritable faute, ainsi que l'expérience des grands travaux le prouve à cause des accidents imprévus qui arrivent toujours en pareil cas.

2^o Il importe de compléter le projet en terminant les dessins, en rédigeant, après les recherches et les essais suggérés, un détail estimatif de la dépense, un devis bien et clairement conçu dans lequel toutes les conditions nécessaires pour la stabilité et la bonne réussite des travaux soient énoncées.

3^o Dans l'intérêt de la société, il importe de publier à l'étranger l'entreprise et à cet effet on conseille de faire imprimer le devis et le résumé du détail estimatif, en y joignant quelques dessins lithographiés pour mettre les

aspirans en état de connaître au moins en masse, la nature et l'importance de l'ouvrage et l'indication de l'époque de l'enchère.

4.^o Pour garantie de l'enchère et de la société il importe de fixer que, pour être admis à l'entreprise, les aspirans devront être munis d'un certificat de capacité délivré par un Ing.^r duquel il résulte que l'aspirant a déjà exécuté avec succès un pont de 25 à 30 m[?] au moins d'ouverture et déposer au bureau le montant de $\frac{1}{10}$ du détail estimatif, ou une lettre de change ou autre papier public équivalent.

5.^o après l'enchère les pièces sont restituées aux porteurs, sauf à l'adjudicataire auquel elles ne seront remises que lors du contrat définitif, et après avoir prêté caution valable de $\frac{1}{4}$ du montant du prix réduit des ouvrages. Les soumissions seront cachetées et ne seront ouvertes que lors de l'enchère.

Il faut, pour le succès de l'entreprise, que la société ait pleine et entière confiance dans le directeur des travaux qui sera par elle choisi. Mr. Ferry, bien et dûment secondé, peut conduire à une bonne fin les travaux, si on lui en confie la direction. Il connaît plus que tous autres les localités, et il a fait bien des études qui le mettent à même de prévoir les difficultés imprévues qui peuvent se présenter et de les résoudre.

Quoiqu'il n'ait pas encore dirigé de grands travaux, il a cependant l'aptitude convenable pour bien faire et la meilleure volonté du monde. D'après les conférences qu'il j'ai eues avec lui je puis juger qu'il sent toute l'importance de la mission qui lui serait confiée; et comme il a

l'amour de l'instruction et du travail, il ne peut manquer de réussir. C'est une justice que j'en fais à lui rendre, et j'espère que la Commission prendra en considération son zèle et son dévouement pour les intérêts de la société.

La société et la Commission doivent s'occuper uniquement de la partie administrative, nommer un commissaire avec lequel seulement l'ingénieur chargé de la direction doit correspondre, car autrement il y aurait désordre et embarras. Pour l'action le système unitaire est sans contredit le meilleur. Ainsi l'exécution des travaux serait uniquement confiée à trois individus, savoir le commissaire élu par la société, l'ingénieur directeur des travaux et l'entrepreneur qui doit être un seul, sauf à lui à avoir un ou plusieurs associés si bon lui semble. Le dernier doit pour ce qui est du ressort de l'art, prendre exclusivement les ordres de l'ingénieur directeur et ce dernier du commissaire chargé de l'exécution. Ce dernier réfère à la Commission permanente et la Commission à l'assemblée générale de la société. Tout autre système ne ferait que compliquer la marche des travaux. L'ingénieur directeur doit avoir à sa disposition un commis et un appareilleur, dépendant de ses ordres, ainsi que l'entrepreneur, pour ce qui est du ressort de l'art.

Conclusion.

Ce qui précède me paraît suffisant pour assurer le succès de la grande oeuvre que la ville de Berne se propose d'entreprendre. Il me paraît inutile de résumer ce que j'ai cru devoir soumettre à la Commission en réponse à la demande contenue dans sa lettre du 31 août pp., soit parce que j'en ferai que me répéter, soit parce que M.

Ferry, avec lequel j'ai longuement conféré et dont je ne puis que faire des éloges sous tous les rapports, m'a paru pénétré de la convenance et de l'utilité des opinions émises et discutées verbalement avec lui.

Il ne me reste qu'à observer que l'ouvrage requiert beaucoup de soins et beaucoup de sacrifices, tout en adoptant la ligne oblique fixée par la Commission et par la Société des actionnaires. La ligne droite exige une plus grande dépense en indemnité de maisons, et l'économie requise s'oppose à son adoption. Outre les regrets exposés au commencement de ce mémoire, qu'il me soit permis d'observer que la ligne droite étant très-approchée du vieux pont, simplifierait la construction de la grande arche, parce que les piles du vieux pont pourraient en partie servir d'appuis intermédiaires au centre et au pont de service supérieur. Cet objet mériterait d'être pris en considération par des études comparatives.

L'adoption d'une seule arche sur l'aar, motivée par la tortuosité du lit et par d'autres considérations locales, conduit à faire un ouvrage monumental. Pourquoi le gêner, pour ainsi dire, par une mesquine économie? La ville de Berne offre plusieurs monuments que les étrangers admirent avec raison. Veut-on que le monument qu'elle se propose d'ériger en ce moment soit soumis à une juste critique?

Je demande mille pardons à la Commission, si je me permets ces réflexions. Elles sont dictées par l'amour de l'utilité et du beau et dérivent d'une véritable affection à la ville de Berne qui m'a laissé d'agréables souvenirs.

J'ose au moins espérer que la Commission sera persuadée de ma bonne volonté et je m'estimerai heureux

si ce mémoire pourra lui en donner une nouvelle preuve.

Turin ce 17 Septembre 1839.

L'Inspecteur du Génie civil

signe C. Mosca