

A

436

# MÉMOIRE

SUR LES DIFFÉRENS MOYENS A EMPLOYER POUR AMENER

## DES EAUX

DANS LA VILLE DE BESANÇON,

PAR A. A. BOUDSOT,

INGÉNIEUR CIVIL.

---

Imprimé par Décision du Conseil Municipal.

---

Après avoir conçu un projet, livrez-le à la critique de ceux qui sont intéressés à le voir réussir, et tenez bien compte de toutes les observations; car, avec quelques données, tout homme de bon sens peut juger un projet; la science et l'art ne sont indispensables qu'à celui qui l'exécute.

THÉODORE OLIVIER.

*Discours d'ouverture prononcé à l'Ecole centrale.*

— 31. octobre 1835. —

BESANÇON,

OUTHENIN-CHALANDRE FILS,

IMPRIMEUR DE LA MAIRIE.

1836.

# MÉMOIRE

SUR LES DIFFÉRENS MOYENS A EMPLOYER POUR AMENER

## DES EAUX

DANS LA VILLE DE BESANÇON,

PAR A. A. BOUDSOT,

INGÉNIEUR CIVIL.

---

Imprimé par Décision du Conseil Municipal.

---

*Messieurs les Membres du Conseil Municipal,*

CHARGÉ par vous de l'étude des différens projets, les plus rationnellement possibles, à l'effet de donner des eaux suffisantes pour l'usage des habitans de Besançon, nous avons considéré ce problème sous le point de vue le plus général, afin de présenter, dans un simple aperçu, tous les moyens qui peuvent satisfaire, avec plus ou moins d'avantages, aux conditions imposées par la ville.

Les nombreuses sources qui surgissent dans ses environs, et la rivière du Doubs qui la traverse, donnent lieu à différentes solutions de la question. Afin qu'on puisse baser sur des données positives la préférence à accorder au projet qui satisfera le mieux et avec la plus faible dépense, aux besoins de la ville, nous avons établi tous les projets praticables et nous avons indiqué les avantages et inconvéniens qui résulteraient de leur

Préliminaires.

réalisation ainsi que les dépenses auxquelles ils devraient donner lieu , soit pour mises primitives , soit pour charges annuelles d'entretien ou pour renouvellement du capital représenté par les diverses constructions , ou machines.

Considération  
qui nous a guidé  
dans l'établis-  
sement de nos dif-  
férens devis.

Une ville devant être regardée comme impérissable , par conséquent ses besoins devant persister pendant un laps de temps qui peut être considéré comme indéfini , nous pensons que , dans l'intérêt public , MM. les administrateurs doivent faire établir les constructions ( les machines particulièrement ) avec un grand luxe de solidité et de prévision , de manière à obtenir autant que possible par des moyens artificiels les avantages que présente l'emploi des moyens naturels. C'est à cette importante considération que nous avons eu égard dans l'étude des projets dont nous parlerons plus loin : Aussi ne devra-t-on pas s'étonner si quelques-uns de nos devis sont plus élevés que ceux analogues présentés par M. Cordier , cet Ingénieur-Entrepreneur n'ayant eu pour but que de donner avec le moins de dépenses la quantité d'eau indispensable aux besoins actuels de la ville , sans tenir compte de l'accroissement probable de ses besoins , et sans beaucoup s'occuper de la question de savoir s'il était plus convenable de se servir des eaux qui nous arrivaient par la pente naturelle que de celles élevées par des machines.

Avant de passer à l'examen des moyens à employer pour amener les eaux des différentes sources , occupons-nous de déterminer les données indispensables pour établir des projets de cette nature.

Ce qu'il est important de connaître c'est :

Données né-  
cessaires.

- 1.° Le volume d'eau nécessaire, par individu ;
- 2.° La hauteur à laquelle il convient de faire arriver les eaux , pour que la ville puisse en avoir abondamment sur tous les points.

Les relations de la ville de Besançon s'étendant continuellement , son commerce prenant chaque jour une importance plus grande , la population devant suivre cette marche progressive , nous avons porté à 40,000 , le nombre des individus aux besoins desquels il fallait satisfaire ; restait donc à déterminer la quantité d'eau nécessaire à chaque individu.

En se reportant à ce qui a été fait par les villes les plus importantes de France et d'Angleterre, on voit que le volume d'eau, moyen, fourni en 24 heures pour chaque habitant, est de 67 litres (note 1); et si l'on examine ce qui a eu lieu dans les distributions d'eau les plus récentes, on trouve que ce volume est actuellement de 80 litres, et qu'en certains lieux il est même plus considérable, par exemple à Glasgow, où la distribution est faite à raison de 100 litres, etc. Aussi, pensant que la ville de Besançon, qui a tous les moyens de se procurer de l'eau en abondance, ne voulait pas rester en arrière des villes qui, n'ayant pas les mêmes avantages naturels, ont voulu néanmoins assurer à leurs habitans une large distribution, et cela au prix de dépenses souvent très considérables, nous avons compté fournir en 24 heures, et par individu, un volume d'eau de 70 litres. Nous y comprenons l'eau qui est nécessaire pour l'arrosage des rues et pour les concessions particulières.

La population étant supposée de 40,000 individus, comme nous l'avons dit, il s'en suit qu'il faut donner deux millions huit cent mille litres par jour; ce qui fait 33 litres par seconde.

Passons maintenant à la détermination de la seconde donnée : la hauteur à laquelle il convient d'amener les eaux.

Les nivellemens que nous avons opérés, des différens quartiers de Besançon, nous ont fait connaître que les trois points les plus élevés de la ville étaient (note 2), 1.° le fort Griffon; 2.° le quartier de l'Eglise St.-Jean; 3.° la porte de Battant, et nous nous sommes assuré qu'en faisant arriver l'eau au niveau du seuil de l'Eglise St.-Jean, et en déduisant de cette hauteur la pente nécessaire pour imprimer à l'eau la vitesse qu'elle doit avoir dans les tuyaux de conduite de distribution, il était possible d'abreuver tous les quartiers de la ville, celui du fort Griffon excepté; mais comme cette très petite partie de Besançon peut au besoin recevoir l'eau de la source haute de Bregille, nous avons cru qu'en adoptant le niveau de l'Eglise St.-Jean, pour la hauteur à laquelle il convenait d'établir la cuvette de distribution, nous atteignons le but qu'on devait se proposer.

Ayant déterminé le volume d'eau nécessaire et la hauteur à laquelle

Volume d'eau  
nécessaire à cha-  
que individu, 70  
litres en 24 h.

Hauteur à la-  
quelle il con-  
vient d'élever les  
eaux.

il est indispensable de la faire arriver, il ne nous reste plus, avant de nous occuper des différens projets de prise d'eau, qu'à faire connaître les hauteurs des sources, ainsi que le volume d'eau qu'elles peuvent fournir par les plus grandes sécheresses.

Hauteurs et produits des différentes sources.

Hauteurs et produits (note 3) des sources dont les eaux jaillissent dans les environs de la ville de Besançon.

DESIGNATION DES LIEUX DE PRISE D'EAU.	PRODUITS DES SOURCES par seconde.	HAUTEURS DES LIEUX DE PRISE D'EAU rapportées au bajoyer du sas St.-Paul.	
		Au-dessus.	Au-dessous.
		litres.	
Source haute d'Arcier. . . . .	111,00	28,76	
id. de la Mouillère. . . . .	107,95	0,42	
Sources de Bregille } haute. . . . .	3,095	41,45	
alimentant actuellement les } basse. . . . .			
fontaines de la Ville. . . . .		28,74	
Sources dont les eaux se perdent dans le jardin Coulon. . . . .	0,44	13,70	
Source de Billecul. . . . .	51,23	» »	1,84
Fontaine-Argent. . . . .	2,50	44,86	
Source du pré des Petits, au barrage de la Malâtre. . . . .	0,10	Niveau du Doubs.	
Source St.-Léonard. . . . .	0,00	id. id.	

D'après ce tableau, il est facile de se convaincre qu'il n'y a que la source d'Arcier qui puisse satisfaire complètement, sans le secours de machines, aux conditions établies plus haut.

En effet, cette source, qui fournit par seconde 111 litres d'une eau salubre et limpide, est élevée d'environ huit mètres au-dessus de la place St.-Jean, pente bien suffisante pour amener le volume que réclament les besoins de la ville, sans nécessiter une conduite d'un trop grand diamètre.

Après la source d'Arcier, viennent les sources de Bregille et de Fontaine-Argent, dont la hauteur est aussi plus que suffisante, mais dont le produit total n'est pas assez considérable, puisqu'il n'atteint pas le cinquième de la quantité d'eau nécessaire. Cependant, dans le cas où l'on voudrait se servir de ces sources, il faudrait leur adjoindre un volume d'eau pris dans un autre lieu et qu'on élèverait au moyen de machines. Si ce volume d'eau complémentaire était puisé dans le Doubs, ou autres endroits ne fournissant pas des eaux potables, il ne serait employé qu'à l'arrosage des rues, et les eaux des sources de Bregille et de Fontaine-Argent seraient spécialement affectées à la consommation des habitans; mais comme il conviendrait d'économiser ces dernières eaux, on construirait à cet effet deux réservoirs à Bregille, l'un pour la source haute et celle de Fontaine-Argent, et l'autre pour les sources basses, de manière à recueillir, pour le service de la journée, les eaux fournies pendant la nuit par ces différentes sources.

Après avoir établi quelques considérations générales sur les sources d'Arcier, de Bregille et de Fontaine-Argent, dont les pentes permettent de faire arriver les eaux à la hauteur nécessaire, il nous reste à citer les sources de la Mouillère, de Billecul, et la rivière du Doubs, dont on ne pourra se procurer les eaux que par l'emploi de machines mues par l'eau ou par la vapeur.

Nous allons nous occuper maintenant de chacun de ces lieux de prise d'eau en particulier, et établir les projets auxquels ils pourraient donner lieu, ainsi que les dépenses primitives et annuelles qu'ils nécessiteraient.

Les sources de Bregille et de Fontaine-Argent ne fournissant pas un volume suffisant, l'établissement de machines hydrauliques ou à vapeur serait indispensable; c'est pourquoi nous avons adopté l'ordre suivant dans l'examen que nous allons faire de ces différens projets.

- 1.° Source haute d'Arcier ;
- 2.° Source de Billecul ;
- 3.° Source de la Mouillère ;
- 4.° La rivière du Doubs ;
- 5.° Les sources de Bregille et de Fontaine-Argent , en se servant des eaux de la Mouillère ou du Doubs.

### SOURCE HAUTE D'ARCIER \*.

Nous avons indiqué dans une première notice le produit de cette source , et le chiffre de la dépense nécessaire pour amener à Besançon les eaux dont cette ville a besoin ; mais, pendant le cours de nos opérations ,

(\*) Cette source, suivant toutes les probabilités, provient des plateaux supérieurs de Nancray, Bouclans et lieux environnans; on peut difficilement lui assigner une autre origine, lorsqu'on a une connaissance exacte de ces localités où des eaux abondantes s'engouffrent sans qu'on leur connaisse aucune autre issue.

Cependant on a hasardé l'opinion que la source haute d'Arcier pouvait provenir du marais de Saône.

Cette assertion, quoique émise avec réserve et sous la forme du doute à l'occasion du projet éventuel de dessèchement de ce marais , serait de nature à inspirer, sur la permanence du volume des eaux , des craintes pour l'avenir, si les faits les mieux constatés ne démontraient jusqu'à l'évidence combien une semblable assertion est dénuée de fondement.

L'été dernier, ensuite du répurgement des fossés du moulin de Saône, les sources principales du marais détournées de leur cours ordinaire, puis déversées sur une partie du terrain, se maintenaient à sa surface, et le creux sous roche, réceptacle des eaux du marais, ne recevait plus que celles de la fontaine sous roche, dont le produit s'élevait à peine à 5 ou 6 litres par seconde. Dans le même temps, la source d'Arcier donnait 111 litres; ainsi elle ne provenait pas du marais de Saône.

Dans le mois d'octobre suivant, le marais était inondé et les eaux s'étaient élevées au creux sous roche de 14 mètres au-dessus de leur niveau ordinaire; leur décroissement a duré huit jours; or, en vertu de cet excès de pression et de l'énorme volume débité en si peu de temps, la source d'Arcier eût été transformée en un torrent impétueux, si elle eût été le débouché des eaux du marais, ou seulement d'une partie de ses eaux; rien de pareil n'est arrivé, et dans ce cas encore, il est certain que la source d'Arcier est indépendante du marais.

nous avons eu connaissance d'un nivellement fait au sujet du canal du Rhône au Rhin, depuis le barrage de Roche, jusqu'à celui de St.-Paul. La comparaison de ce travail avec celui de M. de Clairville, dont nous avons fait usage, pour l'établissement de notre premier devis, nous a fait soupçonner une erreur dans ce dernier; alors, par des nivellemens partiels, nous avons rapporté la source d'Arcier au barrage de Roche, et le pont-levis de Rivotte au barrage St.-Paul, et nous avons trouvé qu'au lieu d'être située à 58 mètres 46 cent. au-dessus du seuil de la porte de Rivotte, la source d'Arcier n'est élevée que de 24 mètres 89 centimètres au-dessus de ce point. Or cette diminution de hauteur réduisant la pente, et par suite la vitesse de l'eau dans la conduite, nécessite une augmentation du diamètre, pour obtenir le même volume d'eau; et cette augmentation de diamètre produisant un accroissement de dépense, sans pourtant opposer le moindre obstacle à la réalisation du projet, nous avons établi un sous-détail du prix du mètre courant de la conduite nouvelle, afin de déterminer le chiffre auquel s'éleverait la dépense réelle.

La source haute d'Arcier, celle dont toutes les eaux arrivaient autrefois à Besançon par le canal des Romains, est celle aussi dont nous proposons de faire servir une partie aux besoins actuels de cette même ville. Les eaux de cette source, qui appartient aujourd'hui à M<sup>me</sup> veuve Bourgon, après avoir servi successivement au roulement de trois usines, vont se perdre dans le Doubs.

Source haute  
d'Arcier.

Dans une partie de la première chute, qui est de 6 mètres 40 centim., l'eau est employée à faire marcher une scierie à pierre, qui, à cause de sa mauvaise position, est de très peu d'importance.

Quittant la route de cette scierie, l'eau se dirige, par un canal en pierre, sur la roue de l'ancienne papeterie Vaissier, et, dans une chute de 5 mètres 60 cent., elle met en mouvement deux cylindres. C'est à partir du bas de cette roue que commence le canal des Romains, qui conduit encore les eaux jusqu'au moulin de La Cana, situé à environ un quart de lieue de la source. Arrivées là, dans une chute de 7 mètres 50 cent., elles mettent en mouvement plusieurs tournans, une scierie et une ribbe : c'est de cette dernière chute que les eaux de la source haute d'Arcier vont se perdre



dans le Doubs, après avoir parcouru un canal de fuite de 2 à 300 mètres de long.

Un canal en maçonnerie à eau libre ne nous paraît pas applicable ici.

Raisons qui s'opposent à l'emploi d'un canal en maçonnerie.

Le canal des Romains, placé à 10 mètres plus bas que le point d'où jaillit la source, par conséquent beaucoup trop au-dessous de celui où il convient d'amener l'eau, ôtant toute possibilité de faire resservir les parties de ce canal encore existantes, fait d'abord naître l'idée d'un canal semblable, mais placé au niveau des sources, de manière à faire arriver les eaux au point où il convient de les déverser dans la ville. Mais après avoir examiné la question d'un peu plus près, on voit que ce mode de conduite serait très dispendieux et entraînerait de grands inconvénients.

En effet, un canal en maçonnerie, où l'eau coulerait librement en vertu d'une pente, nous mettrait dans l'obligation de suivre toutes les sinuosités des montagnes pour l'y adosser à une hauteur déterminée d'avance par sa pente. Or, le nouveau canal devant être élevé de 10 mètres au-dessus de celui des Romains, et la chaîne de montagnes suivant une ligne très tourmentée, son établissement aurait un développement beaucoup plus considérable que l'ancien qui est placé au pied de la montagne, presque au niveau du chemin d'Arcier à Besançon; et encore en beaucoup d'endroits, pour franchir des cols et des gorges, serait-on obligé de supporter ce canal par des ponts-aqueducs en maçonnerie, ou de réunir les parties séparées par des affaissemens de terrains, à l'aide de tuyaux en fonte qui plongeraient dans le sol. De ces deux moyens de franchir les accidens de terrains, le premier rendrait le travail plus régulier et plus homogène que le second; mais il serait aussi plus dispendieux et exigerait de plus fréquentes et plus coûteuses réparations que ce dernier, qui à son tour aurait l'inconvénient de perdre un peu de chute pour imprimer à l'eau la vitesse quelle devrait avoir pour traverser ces espèces de siphons renversés.

Non-seulement ce mode de conduite entraînerait de grandes dépenses pour sa construction, puisqu'il coûterait au moins 500,000 fr., mais encore, comme il ne pourrait être établi qu'en traversant des terrains particuliers, il donnerait lieu à de fortes indemnités pour les dommages qu'il causerait aux propriétaires.

L'autre système de conduite, bien préférable au précédent pour le cas qui nous occupe, est celui dit à *eau forcée* pour lequel on ne se sert que de tuyaux en fonte, en terre ou en bois, suivant l'importance de la conduite, la durée qu'elle doit avoir, et la pression de l'eau qui doit y courir.

Une conduite en fonte à eau forcée nous paraît devoir mériter la préférence.

Le mouvement de l'eau ayant lieu, non pas en vertu d'une pente uniforme de la conduite, mais bien en raison de la différence de niveau entre l'orifice d'entrée et l'orifice de sortie, la forme tourmentée du terrain n'est plus un obstacle qui puisse empêcher d'y placer les tuyaux, et il devient alors possible d'éviter les propriétés particulières en établissant la conduite dans le chemin vicinal d'Arcier à Besançon, qui est la plus courte distance qu'on puisse parcourir, en suivant la rive gauche du Doubs, sur laquelle est placée la source dont il s'agit.

Telles sont les principales considérations qui nous ont porté à admettre de préférence l'emploi d'une conduite à eau forcée. Quant à la matière dont les tuyaux doivent être formés, nous estimons que sous tous les rapports il convient d'employer la fonte.

Cependant si l'on adoptait le projet d'Arcier, avant de déterminer la nature des tuyaux, il conviendrait de faire quelques essais sur la manière de fabriquer de grands tuyaux en terre cuite, et sur la résistance qu'ils pourraient opposer aux pressions intérieures; et comme la tension qu'éprouve un tuyau de conduite diminue dans la proportion de son diamètre, il serait peut-être possible, en mettant deux ou trois lignes de conduite, pour remplacer celle de 52 centimètres de diamètre, qu'il y eût économie dans la dépense.

Il serait peut-être possible de remplacer la conduite en fonte par deux autres en terre, et par conséquent d'économiser les dépenses.

Une conduite en fonte enfoncée dans le sol, partant de la chambre construite à la source, gagnerait le chemin, qu'elle suivrait jusqu'à Chalèze, où pour abrégier la distance, elle traverserait 1,000 mètres environ de propriétés particulières, elle reprendrait ensuite le chemin qu'elle aurait quitté, elle le suivrait jusqu'à Besançon, où elle viendrait déverser les eaux dans une cuvette de partage, placée au niveau de l'église St.-Jean.

Ce projet ainsi exécuté, au moyen d'une conduite de 0<sup>m</sup> 52 cent. de diamètre intérieur (Note 4 — A —), exigerait une dépense primitive

Dépenses à faire pour fournir à la ville de Besançon

33 litres d'eau  
par seconde.

de 379,900 (Note 4 — B —), et un entretien annuel de 300 fr. soit pour les réparations, soit pour les frais de surveillance; et comme la durée moyenne des constructions peut être fixée à 200 ans, et qu'après cette période elles ne représenteront plus qu'une valeur d'environ 30,000 fr., il faudra compter pendant ce nombre d'années sur une annuité de 1 fr. 2 c. pour renouveler le capital de 350,000 fr.

Dépenses à faire  
pour donner à la  
ville 13 litres 89  
cent. par seconde

Si la Ville trouvait que 13 litres 89 cent. (volume proposé par M. Cordier), pussent suffire à ses besoins, le diamètre de la conduite pourrait être réduit à 0<sup>m</sup> 23 cent.; par conséquent la dépense primitive serait aussi réduite à 293,200 fr. (Note — 4 — C —); et le capital à renouveler en 200 ans, n'étant que de 260,000 environ, n'exigerait plus alors qu'une annuité de 81 centimes; quant aux frais d'entretien, ils seraient les mêmes (\*).

On voit par là, que pour économiser les 2/9 de la dépense primitive, il faudrait que la ville réduisît des 5/9 le volume d'eau qui lui sera indispensable avant peu d'années, bien faible économie pour perdre d'aussi grands avantages; aussi, présentons-nous ce dernier projet, moins pour en faire adopter l'idée que pour démontrer le rapport qui lie les dépenses aux volumes d'eau qu'elles peuvent procurer.

### SOURCE DE BILLECUL.

Source de Bil-  
lecul.

Cette source est située sur la rive droite du Doubs en aval du barrage St.-Paul et à 1 mètre 84 cent. au-dessous du bajoyer du sas de son écluse.

Elle fournit 51 litres 23 centièmes par seconde (Note 2 — B) d'une eau très limpide pendant les sécheresses, mais qui est troublée par les moindres pluies.

Pour donner l'eau de cette source à la ville, l'emploi de machines devient indispensable : ces machines pourraient être mues par l'eau ou par la vapeur :

\* Les calculs précédens ne comprennent pas le prix d'acquisition de la source; cette question étant entièrement indépendante de ce travail.

Examinons ces deux cas.

Deux roues hydrauliques d'égale force seraient nécessaires pour prévenir le cas où l'une d'elles serait en réparation. Elles auraient chacune la force de 25 chevaux (Note—B—A—), et elles seraient placées dans un canal de dérivation, ouvert de l'amont à l'aval du barrage. Chacune de ces roues suffirait pour faire marcher huit pompes. Ces pompes puiseraient l'eau au moyen d'une conduite dans une chambre construite à la source, et la verseraient ensuite dans un grand réservoir à air d'où elle passerait dans le tuyau d'ascension qui la conduirait dans la cuvette de distribution.

Les machines fonctionnant continuellement, la construction d'un réservoir deviendrait inutile; mais pour éviter que la ville ne fût entièrement privée d'eau par suite des chômages, il serait nécessaire de disposer la conduite de Bregille de manière à ce qu'on fit servir les eaux de cette source à alimenter les principales fontaines de la ville; et comme les chômages n'auraient ordinairement lieu que pendant ou après les crues du Doubs et que dans ces momens les sources de Bregille sont très abondantes, on serait dans les circonstances les plus favorables pour remplacer momentanément les eaux élevées par les machines par celles des sources précitées.

Ce projet établi avec des machines de la plus parfaite exécution, où toutes les chances de détérioration auraient été prévues et toutes les réparations rendues faciles par une bonne disposition, exigerait une dépense primitive de 184,248 fr. et une dépense annuelle de 4,726 fr. 50 c. dont 3,807 fr. 50 c. pour entretien, et 919 fr. pour renouvellement des sommes représentées par les diverses constructions et machines. Le capital représenté par les dépenses primitives et annuelles s'éleverait à 278,778 fr.

Dans le cas où l'on emploierait des machines à vapeur, il conviendrait d'économiser la dépense d'eau dans la ville, afin de diminuer la force des machines nécessaires, et la dépense journalière de combustible. Alors on fermerait la conduite pendant huit heures de nuit et l'eau élevée pendant ce temps serait retenue dans un réservoir pour le service de la journée: C'est pourquoi nous n'avons porté qu'à 22 litres le volume d'eau à fournir par seconde.

Élévation des eaux en employant deux roues hydrauliques de la force de 25 chevaux chacune.

Dépenses à faire pour donner 83 litres d'eau par seconde.

Élévation des eaux de Billecul en employant une ou deux machines à vapeur de la force de 17 chevaux chacune.

Il conviendrait pour éviter les chômages, d'employer deux machines d'égale force, fonctionnant alternativement, en cas de réparations.

Dans le projet dont il est ici question, ces machines seraient de la force de 17 chevaux chacune (Note 5. B.) : elles conduiraient le système de pompes semblables à celles dont nous venons de parler ; mais au lieu de déverser les eaux dans une cuvette, le tuyau d'ascension les conduirait dans un réservoir en maçonnerie d'où partiraient les tuyaux de distribution.

Dépenses à faire pour élever 22 litres d'eau par seconde en établissant deux machines à vapeur.

En employant 2 machines à vapeur, système de Watt, à détente et de la force de 17 chevaux (Note 5. B.) avec trois chaudières à bouilleurs, dont une de rechange, le projet s'élèverait, compris les pompes, travaux hydrauliques, bâtiment, cheminée etc., etc., à la somme de 162,248 fr. (Note 6. B.) : La dépense annuelle serait de 30,152 fr. 15 c. dont 28,993 fr. 85 c. pour entretien, et 1258 fr. 30 c. pour le renouvellement des diverses constructions. Le capital représenté par la première mise de fonds et les annuités seraient alors de 767,291 fr.

Dépense à faire pour élever les eaux (22 litres par seconde) en établissant une seule machine à vapeur.

Si on n'employait qu'une seule machine à vapeur et deux chaudières, la dépense primitive serait de 161,248 fr. (Note 6. — C. —) ; la dépense annuelle de 30,042 fr. 15 c. ; et celle pour entretien serait la même que ci-dessus.

Le capital représenté pour la 1<sup>re</sup> mise de fonds et la dépense annuelle serait alors de 762,391 fr.

Le Doubs.

## RIVIÈRE DU DOUBS.

Les chûtes que forme le Doubs dans les barrages qu'il franchit en traversant Besançon permettent d'employer des machines pour élever les eaux nécessaires. Cette rivière étant sujette à être troublée par les moindres pluies, il conviendrait de puiser les eaux dans des filtres établis sur ses bords.

Les barrages qui nous paraissent les plus applicables à l'objet dont il s'agit, sont ceux de la Malâtre et de St.-Paul. Le second de ces barrages quoique plus rapproché de la ville que le premier ne mérite peut-être

pas la préférence, attendu que le pont de Battant, qui est placé au-dessous, rétrécissant beaucoup le lit de la rivière occasionne dans les grandes eaux un remous qui se fait sentir jusqu'à ce barrage et qui par conséquent exposerait les machines à de fréquents chômages.

Si l'on voulait se servir du barrage de la Malâtre, on pourrait établir aussi des filtres dans lesquels seraient puisées les eaux nécessaires, au moyen de huit pompes, mues par 2 roues hydrauliques de la force de 27 chevaux chacune; l'une de ces deux roues devant fonctionner en cas de réparation de l'autre.

En quittant les machines, qui seraient placées sur la rive gauche du Doubs, l'eau serait conduite au moyen de tuyaux en fonte placés eux-mêmes au-dessus des grandes eaux, dans une cuvette établie sur le versant de la citadelle et au niveau de l'Eglise St.-Jean.

Ce projet exigerait une dépense primitive de..... 235,837 fr. » c.  
et une annuité de..... 5,927 50  
dont 2,807 fr. 50 c. pour entretien et 919 fr. pour reproduction du capital représenté par les diverses constructions (Note 7.).

Si le barrage St.-Paul avait la préférence, on pourrait lui appliquer ce que nous avons dit en parlant de Billecul.

### BREGILLE, FONTAINE-ARGENT ET LA MOUILLÈRE.

Si la ville de Besançon se contentait du tiers du volume d'eau que nous avons proposé, elle pourrait joindre aux eaux dont elle se sert maintenant celles de Fontaine-Argent, du jardin Coulon et une partie de celles de la Mouillère que l'on élèverait au moyen de roues hydrauliques, placées à cette source; mais alors, si ce projet était adopté, il conviendrait d'économiser pour le service de la journée, les eaux qui s'écouleraient pendant les 8 heures de la nuit, en se servant du réservoir existant dans le jardin Coulon.

Bregille, Fontaine-Argent et la Mouillère.

La ville, qui ne reçoit actuellement que 1 litre 90 par seconde (note 2 D) à cause du mauvais état des conduites qui perdent les 3/8 du produit des

sources de Bregille, obtiendrait par la réalisation de ce projet 11 lit. 04, c'est-à-dire, 5 fois 275 autant d'eau qu'elle en a maintenant.

La dépense de ce projet s'éleverait, non compris l'acquisition des sources, etc., à la somme de . . . . . 65,608 fr. » c.  
l'annuité serait de. . . . . 1,582. »  
dont 850 fr. pour entretien et 532 fr. pour renouvellement des diverses constructions (note 8).

On voit par-là que non-seulement la ville ne recevrait que le tiers du volume d'eau dont elle a réellement besoin, ce qui la mettrait dans l'impossibilité de faire des concessions particulières, très avantageuses pour elle sous le rapport des bénéfices qu'elle en retirerait, tout en procurant de grandes aisances aux habitans, mais encore qu'elle priverait d'eau le vallon des Chaprais, son principal jardin potager.

Il nous resterait pour compléter ce mémoire sous le rapport de toutes les ressources que présentent les localités, à parler du marais de Saône, mais pressé de déposer notre travail, et convaincu d'ailleurs des grands inconvéniens qu'offre ce projet et des dépenses énormes qu'il devrait entraîner, nous n'avons pas cru devoir nous en occuper, afin de nous livrer plus entièrement à l'étude des autres.

---

### Discussion et Résumé.

En récapitulant les diverses parties de ce rapport, on trouve :

1.° Que de toutes les sources qui peuvent subvenir aux besoins de la ville de Besançon, celle d'Arcier seule joint à une élévation suffisante un volume d'eau capable de réaliser une distribution complète sans le secours de filtres ni de machines.

2.° Que le niveau des sources de Bregille et de Fontaine-Argent, permet aussi de les utiliser; mais leur faible produit n'équivalant qu'à 175 du volume nécessaire, ce projet n'atteindrait qu'en partie le but et exigerait un complément à prendre dans la source de la Mouillère, qui serait élevée au moyen de machines hydrauliques mues par les eaux de cette source.

3.° Que la source de Billecul produit au-delà des exigences de la ville, et qu'on peut en élever les eaux au moyen de machines à vapeur ou de machines hydrauliques placées au barrage St.-Paul; que dans l'une ou l'autre de ces deux hypothèses les eaux de Bregille peuvent être employées très utilement pour parer aux chômages momentanés des machines.

4.° Enfin, que la rivière du Doubs offre trois chutes dont on peut se servir pour en élever les eaux nécessaires qui seraient puisées dans des galeries filtrantes établies sur ses bords.

D'après ce que nous venons de dire, la position de la ville de Besançon lui permet, pour se procurer les eaux dont elle a besoin, d'employer soit la pente naturelle, soit des machines hydrauliques ou à vapeur, c'est-à-dire qu'elle peut, suivant qu'elle le jugerait convenable, profiter des avantages que lui offre la nature, ou chercher à se les procurer par les moyens mécaniques.

Les moyens naturels doivent-ils être préférés aux moyens artificiels? Telle est la question à laquelle il faut répondre, pour établir un choix entre les différens projets: la solution en paraît bien simple et cependant les opinions divergent.

Pourquoi?

Parce qu'on a fait une question de science seulement d'une question administrative, et que l'homme aimant mieux créer qu'utiliser ce qu'il a, emploie toujours les moyens les plus compliqués pour arriver aux choses les plus simples, porté qu'il est par sa nature, à croire que les avantages qu'il procurera par son travail seront proportionnés aux peines qu'il se donnera et aux difficultés qu'il aura vaincues. En effet, l'Ingénieur et l'Administrateur doivent sentir et agir différemment; l'un est l'homme de détail, l'autre est l'homme d'ensemble: le premier, souvent par amour pour son art, cherche à en multiplier les applications, et le désir et la gloire de vaincre les difficultés font taire quelquefois l'intérêt qui le porterait à les éviter; le second au contraire, dans ce qu'il fait faire, n'a d'autre but que la convenance; son ambition est de laisser après lui des monumens utiles et durables; sa gloire est dans l'accroissement du bien-être de ses administrés, par un bon emploi des deniers publics.



En considérant la question de ce dernier point de vue, nous pensons que le projet d'Arcier doit avoir la préférence, car il est le plus grand, le plus simple, le plus sûr et le plus durable; nous ajouterons même le moins dispendieux, en ce sens qu'étant le seul qui puisse procurer en abondance des eaux salubres et limpides, et pour lequel l'opinion s'est prononcée, il est certain qu'en l'adoptant les concessionnaires seraient nombreux, et que le revenu que la ville pourrait se faire par ces concessions serait plus élevé qu'avec tout autre projet.

Voici ce qu'à son retour d'Angleterre où il venait de voir de belles et bonnes machines à vapeur, M. Mallet, Ingénieur en chef des eaux de Paris, écrivait à une ville, qui, n'ayant pas comme Besançon l'avantage d'une source assez abondante et assez élevée, balançait entre l'emploi de roues hydrauliques ou de machines à vapeur : « Je vous félicite de ce que la » nature a fait pour vous, en vous donnant un moteur qui ne se repose » jamais et qui vous livre continuellement son action pour rien; vous de- » mandant seulement, et une fois pour toutes, de le bien disposer. »

Que dirait-il donc à la ville de Besançon, elle qui possède une source plus qu'abondante et assez élevée, et qui parle d'employer des machines?

Dans un mémoire présenté par M. Cordier, sur le sujet qui nous occupe, et où il rejette l'idée du projet d'Arcier, pour donner la préférence à ceux où l'emploi de machines est rendu indispensable, l'Ingénieur s'exprime ainsi : « Les projets proposés sont nombreux. Au premier rang » figure celui de la fontaine des Arciers. Il était permis aux Romains d'as- » surer l'approvisionnement d'eau de leurs villes par de tels moyens; ils » avaient à leur disposition des armées laborieuses.

» L'ignorance complète où ils étaient des moyens mécaniques pour » élever l'eau, et le désir immodéré de laisser des traces ineffaçables de » leur passage, leur faisaient entreprendre des travaux dont l'exécution » nous étonne.

» Placés dans des circonstances bien différentes, la réparation seule d'un » tel monument nous entraînerait dans des dépenses considérables, aux- » quelles il serait difficile de trouver une excuse; quelques personnes, il » est vrai, y verraient l'avantage d'avoir des eaux de source, mais il sera

» facile de leur prouver que les eaux filtrées du Doubs leur sont préférables.

» Si vous joignez, Messieurs, à ces considérations, celles que font naître les changemens opérés dans le niveau du sol par l'exhaussement successif de la ville, vous pourrez craindre que beaucoup de maisons ne soient privées d'eau. »

M. Cordier, qui pense comme nous que le projet d'Arcier doit occuper le premier rang, a tort de le rejeter, du moins par les raisons que l'ancien canal coûterait trop cher en frais de réparations, et qu'il est d'ailleurs établi beaucoup trop bas pour permettre l'arrosage de tous les quartiers de Besançon. Si ce sont là ses objections, elles portent à faux !!! Personne n'a jamais eu l'idée de faire servir l'ancien canal à la nouvelle distribution d'eau. Il faut que M. Cordier n'ait pas visité la source d'Arcier ; car s'il la connaissait, il aurait bien senti la possibilité de s'en servir, en faisant la prise d'eau au niveau de cette source, c'est-à-dire à 10 mètres au-dessus du canal des Romains, hauteur très suffisante pour faire arriver l'eau sur tous les points de la ville.

Nous pensons qu'il nous est permis, aussi bien qu'aux Romains, d'exécuter de grandes choses, quand elles ont un grand but d'utilité ; car si nous ne pouvons pas disposer comme eux de forces exécutantes aussi nombreuses, nous pouvons employer des procédés et des matériaux qu'ils ne connaissaient pas.

Puisque malheureusement aujourd'hui des préjugés ridicules empêcheraient nos soldats de nous aider dans cette utile entreprise ; pour prix de l'eau que nous voulons donner aux établissemens du gouvernement, demandons-lui 4 ou 500 indisciplinés que nous occuperons à faire les fouilles ; en peu de temps, et avec une faible dépense, nous aurons exécuté le plus grand et le plus utile projet pour la ville de Besançon, et nous donnerons ainsi à nos concitoyens, sinon la preuve de nos progrès en machines à vapeur, du moins celle de notre bon sens, puisque nous aurons profité habilement de tous nos avantages.

Si d'ailleurs nous voulions étayer notre opinion de celle de deux de nos compatriotes qui ont été tous les deux commissaires aux fontaines, nous cite-

rions le passage suivant, extrait de l'ouvrage de M. d'Auxiron : « L'on ne » doit jamais perdre de vue le magnifique projet formé par M. de Falletans, » en 1681, de ramener à Besançon les eaux d'Arcier; il faudrait, comme » je l'ai dit, en évaluer la dépense; rendre l'évaluation publique; répartir » la dépense en 12 ans; ouvrir des souscriptions en faveur de ce projet » ou de celui de faire venir les eaux de Fontaine-Argent, pour ceux qui » voudraient avoir un filet de ces eaux chez eux, et pour ceux qui seraient » assez bons citoyens pour fournir à la dépense, sans autre vue que de » concourir au bien public. Le patriotisme n'est pas encore éteint, comme » bien des personnes ont l'injustice de le penser. Il y aurait des sou- » scripteurs; la ville d'ailleurs devrait aussi y concourir de la caisse de » l'octroi destiné aux fontaines. Après avoir fait fondre d'année à autre, et » pendant 10 ans, les tuyaux, les 11<sup>e</sup> et 12<sup>e</sup> années seraient employées à » les mettre en place. De tous les projets, c'est le plus grand, le plus » beau, le plus utile. »

# NOTES.

---

## NOTE 1<sup>re</sup>.

---

A TOULOUSE, on donne en 24 heures et par individu. . . . .	80 litres
A CHALONS-SUR-SAONE. <i>id.</i> . . . . . <i>id.</i> . . . . .	75
A LONDRES. . . . . <i>id.</i> . . . . . <i>id.</i> . . . . .	80
A MANCHESTER. . . . . <i>id.</i> . . . . . <i>id.</i> . . . . .	44
A GLASCOW. . . . . <i>id.</i> . . . . . <i>id.</i> . . . . .	100
A EDIMBOURG. . . . . <i>id.</i> . . . . . <i>id.</i> . . . . .	62
A LIVERPOOL. . . . . <i>id.</i> . . . . . <i>id.</i> . . . . .	28

Ce qui donne une moyenne de 67 litres : mais l'expérience a démontré que ce chiffre est un peu faible, puisque, pour les distributions d'eau les plus récentes, on a porté ce volume à 80 litres.

---

## NOTE 2.

---

A. — Le produit de la source d'Arcier a été obtenu par deux opérations directes, et vérifié ensuite par un moyen indirect.

La première opération a été faite au moulin de la *Cana*.

L'écoulement de l'eau avait lieu par trois vannes.

La 1<sup>re</sup> avait 0,<sup>m</sup>36<sup>e</sup> de largeur : elle avait 0,<sup>m</sup>15<sup>e</sup> au-dessus. La charge d'eau au-dessus de la partie supérieure de l'orifice était de 0,<sup>m</sup>06<sup>e</sup>.

La 2<sup>e</sup> avait 0,<sup>m</sup>49<sup>e</sup> de largeur : elle était levée de 0,<sup>m</sup>11<sup>e</sup>, et la charge d'eau au-dessus de la partie supérieure de l'orifice était de 0,<sup>m</sup>10<sup>e</sup>.

La 3<sup>e</sup> vanne avait 0,<sup>m</sup>40<sup>e</sup> de largeur : elle était levée de 0,<sup>m</sup>01<sup>e</sup>, et la charge d'eau au-dessus de la partie supérieure de l'orifice était de 0,<sup>m</sup>20<sup>e</sup>.

On aura donc pour l'expression de la dépense en désignant

par  $m = 0,58$ , le coefficient de contraction

$l = 0,36$ .  $l' = 0,49$ .  $l'' = 0,40$ . les largeurs des 3 orifices.

$h = 0,21$ .  $h' = 0,21$ .  $h'' = 0,21$ . les hauteurs d'eau au-dessus du seuil.

$h_1 = 0,06$ .  $h_1' = 0,10$ .  $h_1'' = 0,20$ . les hauteurs d'eau au-dessus des orifices.

$Q =$  la dépense

$$Q = m \cdot \frac{2}{3} \sqrt{2g} \left\{ l' (h - h_1)^{\frac{3}{2}} + l' (h' - h_1')^{\frac{3}{2}} + l'' (h'' - h_1'')^{\frac{3}{2}} \right\} = 0,^m109^c68.$$

Ou 109 litres 68 centièmes de litre par seconde.

La seconde opération a été faite à la papeterie d'Arcier.

L'écoulement de l'eau avait lieu par deux orifices de fond.

Le 1<sup>er</sup> avait 1,^m63<sup>c</sup> de longueur; la charge à une extrémité était de 0,^m09<sup>c</sup>, à l'autre elle était de 0,^m11<sup>c</sup>, et sa largeur était de 0,^m05<sup>c</sup>.

Le 2<sup>e</sup> orifice avait 1,^m63<sup>c</sup> de longueur sur 0,^m055 de largeur, et la charge d'eau était de 0,^m08<sup>c</sup>.

En désignant par

$Q$  la dépense par seconde

$m = 0,^m61<sup>c</sup>$ , le coefficient de contraction,

$l = 9,^m00<sup>c</sup>$  le grand côté du grand triangle rectangle formé par la surface de l'eau et le fond du canal et la verticale.

$l' = 7,^m37<sup>c</sup>$  le grand côté du petit triangle rectangle formé par la surface de l'eau, le fond du canal et la verticale.

$h = 0,^m11<sup>c</sup>$ .  $e = 0,^m05<sup>c</sup>$  la largeur de l'orifice.

$h' = 0,^m09<sup>c</sup>$ .

L'expression de la dépense sera <sup>1</sup>

$$(1) \quad Q = m \cdot \frac{2}{3} \sqrt{2g} (le \sqrt{h} - l'e \sqrt{h'}) = 0,^m070,15.$$

Par le second orifice, pour lequel on avait

$$l = 1,^m63<sup>c</sup>$$

$$e' = 0,^m055$$

$$h = 0,^m08$$

nous avons

$$(2) \quad Q' = m \sqrt{2gh}. le' = 0,^m04829.$$

Or, nous avons trouvé (1)  $Q' = 0,^m07015$ .

$$(2) \quad Q = 0,^m04829.$$

Le produit de la source est donc 0,^m11844, ou 118 litres 44 centièmes de litre par seconde.

<sup>1</sup> Car on a  $q' = m \cdot edx \times V$  mais  $V = \sqrt{2gh}$  et  $h = ax$

d'où  $q' = medx \sqrt{2gax} = me \sqrt{2ga} \int_0^l x^{\frac{1}{2}} dx = m \frac{2}{3} e (l \sqrt{2gal} - l' \sqrt{2gal'})$

mais nous avons

$$ia = h \text{ et } l'a = h',$$

d'où

$$Q = m \frac{2}{3} e (l \sqrt{2gh} - l' \sqrt{2gh'}).$$

Moyen de vérification.

L'eau de la source dans une chute de 3,<sup>m</sup>60<sup>c</sup> avec une roue à augets faisait marcher un cylindre fortement sur platine, ce qui représentait au moins 4 chevaux vapeur.

On aura donc

$$75 \text{ k.m} \times 4 = m. P + 3,60^c.$$

Et en donnant à m qui représente le rapport de l'effet utile à l'effet théorique qu'on peut obtenir d'une roue à augets, une valeur de 0,75 de l'effet théorique on obtiendra

$$P = \frac{75 + 4}{m + 3,60} = 111. \text{ kil.}$$

Ce qui représente à peu près un volume de 111 litres.

B — Pour jauger l'entier produit de la source de *Billecul*, il aurait fallu rassembler toutes les eaux qui sourdrent dans une surface de 15 mètres carrés environ, et les faire passer par un orifice de dimensions connues : mais ce travail qui eût demandé beaucoup de temps pour être bien fait, eût été inutile, puisque la source produit au-delà des besoins de la ville.

Nous n'avons donc réuni que la moitié du volume d'eau fourni par la source, et nous l'avons fait passer par un orifice en mince paroi de 0,<sup>m</sup>20<sup>c</sup> de largeur ; la hauteur d'eau sur le seuil de l'orifice était de 0,<sup>m</sup>20<sup>c</sup>.

La formule  
dans laquelle

$$Q = n l h \sqrt{h}$$

$$l = 0,20$$

$$h = 0,20$$

$$n = 1,72 \text{ (résultat des expériences de Poncelet et Lesbros)}$$

a donné

$$Q = 0,^m03076$$

et pour ne pas être en dessus de la réalité, nous avons pris

$$Q = \frac{3}{4} Q = 0,^m0376, \text{ d'où}$$

$$Q = 0,^m05123 \text{ pour le produit de la source de } Billecul.$$

C — Pour avoir très exactement le produit de la source de la *Mouillère*, il aurait fallu arrêter les usines, forcer l'eau à passer par des orifices en mince paroi placés au vannage, et attendre pour jauger que le niveau fût constant. Or cette opération a déjà été faite au sujet d'une expertise, et le rapport dit : « Pendant six semaines une vanne de 0,<sup>m</sup>57<sup>c</sup> de largeur a été ouverte, et elle suffisait pour débiter toute l'eau de la *Mouillère* (la charge était de 0,<sup>m</sup>22<sup>c</sup>). »

L'expression de la dépense sera donc, à cause de l'espèce d'ajutage formé par les poteaux et le fond du canal,

$$1,80 \times 0,57 \times 0,22 \sqrt{0,22} = 0,^m10795. \text{ cubes}$$

Ainsi donc, la *Mouillère* peut fournir 107 litres 95 centièmes de litre par les sécheresses.

D. — Le jaugeage des diverses fontaines de Besançon ayant été fait en 1832 par M. Jeanneney, sous-voier de la ville, nous donnons ci-dessous copie textuelle de son rapport :

» Le 20 Août 1832, le sieur Jeanneney a renouvelé les opérations faites aux sources des fontaines de la ville le 18 de ce mois. Il s'est servi de la même seille dont on s'était servi alors; cette seille contenait 19 litres, d'après le mesurage qu'il en a fait.

» La source du dessus a rempli cette seille dans 14'' 273 (on a recommencé plusieurs fois, on trouvait toujours entre 14 et 15 et 2 fois même, un peu plus de 15) ce qui fait par seconde. . . . . 1, 29605

» La source du bas l'a remplie en 10'' 172 (pour pouvoir remplir la seille il a fallu déranger une pierre mobile, qui est dans le bassin, ce qui n'avait pas été fait le 18) ce qui fait par seconde. . . . . 1, 80952

» *Produit des sources en une seconde.* . . . . . 3, 10557

» Le lendemain matin, il a mesuré l'eau que les fontaines donnaient en ville. La mesure qui a servi pour cela contenait 16 litres 378 ou 16 litres 37.

» La fontaine de la rue St.-Paul a rempli la mesure en 2'35'' 172

» ci. . . . . 2'35'' 172 ce qui fait par seconde. . . . . 0<sup>lit</sup> 10,527

» Celle de la place Dauphine. . . . . 2'11'' 172. . . . . *id.* . . . . . 0, 12,448

» Ronchaux. . . . . 1'24'' 172. . . . . *id.* . . . . . 0, 19,372

» Rue Neuve. . . . . 2'47'' . . . . . *id.* . . . . . 0, 9,802

» Préfecture. . . . . 3'10'' . . . . . *id.* . . . . . 0, 8,616

» Hôpital (le jet). . . . . 1'30'' . . . . . *id.* . . . . . 0, 18,188

» *id.* Perte de 2 robinets, 2 litres en 2'30''. . . . . *id.* . . . . . 0, 1,333

» Prison militaire. . . . . 2'29'' . . . . . *id.* . . . . . 0, 10,986

» Collège. . . . . 1'41'' . . . . . *id.* . . . . . 0, 16,208

» La Madeleine. . . . . 1'57'' . . . . . *id.* . . . . . 0, 13,991

» Place de l'Artillerie. . . . . 3'16'' 172. . . . . *id.* . . . . . 0, 8,331

» Place des boucheries. . . . . 1'48'' . . . . . *id.* . . . . . 0, 15,157

» Bas de la rue Baron. . . . . 3'08'' . . . . . *id.* . . . . . 0, 8,707

» Grands-Carmes. . . . . 2'27'' . . . . . *id.* . . . . . 0, 11,136

» St.-Pierre. . . . . 3'31'' . . . . . *id.* . . . . . 0, 7,758

» Prison civile. . . . . 2'57'' . . . . . *id.* . . . . . 0, 9,249

» Clarisses ou rue St.-Vincent. 3'10'' . . . . . *id.* . . . . . 0, 8,616

» *Produit des fontaines dans la ville, en une seconde.* . . . . . 1<sup>lit</sup> 90,425

» La fontaine du bas de Bregille, qui ne prend pas ses eaux aux susdites sources, à donné le même jour 21 Août, 16 litres 378 en 37'' 172 : alors elle ne perdait plus d'eau.

## NOTE 3.

*Hauteurs des points les plus élevés de la ville de Besançon, rapportées au couronnement du sas St.-Paul.*

Pont levis du fort Griffon. . . . .	mètres.	28.19
Seuil de la porte de l'Eglise St.-Jean. . . . .		20.80
Socle de la porte de Battant. . . . .		18.86
Dessus du bassin supérieur de la fontaine St.-Quentin. . . . .		11.86
<i>id.</i> . . . <i>id.</i> . . . . . <i>id.</i> . . . de Battant. . . . .		8.36
<i>id.</i> . . . <i>id.</i> . . . . . <i>id.</i> . . . d'Arènes. . . . .		6.13
Pont-levis de la porte Rivotte. . . . .		3.95

## NOTE 4.

## PROJETS D'ARCIER.

A — Diamètre de la Conduite.

En déterminant le diamètre de la conduite par la formule

$$D = 0,298 \sqrt[5]{\frac{LQ^2}{H}}$$

Dans laquelle

L = la longueur de la conduite = 10,000<sup>m</sup>.

Q = la dépense par seconde = 0,<sup>m</sup>033.<sup>o</sup>

H = la différence de niveau des 2 orifices = 8,<sup>m</sup>00.

On trouve

$$D = 0,^m32. ^1$$

<sup>1</sup> Ordinairement dans la pratique, on augmente le volume d'eau qui sert à déterminer le diamètre de la conduite; nous ne l'avons pas fait ici, parce qu'il sera possible d'obtenir pour H une valeur plus grande.



*Sous-détail du prix du mètre courant de conduite en fonte de 0,<sup>m</sup>32<sup>c</sup> de diamètre.*

Ouvrages de fontainerie pour un tuyau de 2,<sup>m</sup>50<sup>c</sup> de longueur.

Déblais de tranchée. . . . .	2f. 21c.
Dressement du fond. . . . .	0 31
Remblai et pilonage. . . . .	1 37
Essai d'un tuyau. . . . .	1 90
Descente et pose. . . . .	2 60
Plomb. . . . .	8 13
Corde goudronnée. . . . .	1 07
<i>Total pour un tuyau.</i> . . . .	<u>17f. 59c.</u>
Et par mètre courant $17,59 \times \frac{2}{5} =$ . . . . .	7f. 04c.
Le mètre courant de tuyau de fonte de 0, <sup>m</sup> 32 <sup>c</sup> de diamètre pesant 95 kilog. à of. 29c. = . . . . .	27 55
<i>Prix du mètre courant de conduite.</i> . . . . .	<u><u>34f. 59c.</u></u>

**DEVIS.**

Travaux à faire à la source. . . . .	$\left\{ \begin{array}{l} 20,000 \text{ f. } \text{«c.} \\ 7,000 \text{ »} \\ 5,000 \text{ »} \end{array} \right.$
10,000 mètres de conduite en fonte de 0, <sup>m</sup> 32 <sup>c</sup> de diamètre à raison de 34 f. 59 c. l'un, produisent, ci. . . . .	
Indemnités pour les terrains que la conduite traverserait, au droit de Chalèze. . . . .	
<i>Dépenses primitives.</i> . . . . .	<u>2,000 »</u>
	379,900 f. «c.

D'autre part. . . . .	379,900 f. «
Les frais d'entretien et de surveillance s'élèveront chaque année à. . . . .	300 f. 00
La conduite pouvant durer 200 ans, terme moyen, après lesquels il sera nécessaire de renouveler toutes les constructions, qui en déduisant la valeur des vieux matériaux représenteront une dépense de 350,000 f., le renouvellement de cette somme exigera une annuité de. . . . .	1 013
Les dépenses annuelles s'élèveront donc à. . . . .	301 f. 02
Ce qui en supposant le taux de l'argent à 5 p. 070 représente un capital de. . . . .	6,020 40
Le capital représenté par les dépenses annuelles et primitives sera donc de	<u>385,920 f. 40 c.</u>

DEVIS ESTIMATIF

Si la ville de Besançon ne voulait donner à chaque individu que 30 litres, quantité proposée par CORDIER, la dépense à faire diminuerait, mais non pas dans le même rapport que le volume d'eau : en effet, de la relation  $\frac{D^5}{Q^3} = \frac{D'^5}{Q'^3}$

dans laquelle

$$Q = 2,33. Q'$$

$$D = 0,32.$$

On tire

$$D' = 0,2288.$$

Nous avons pris

$$0,23.$$

*Sous-détail du prix du mètre courant de conduite en fonte de 0,23 de diamètre.*

Ouvrages de fontainerie pour un tuyau de 2,50<sup>e</sup> de longueur.

Déblais de tranchée. . . . .	1 f. 83 c.
Dressement du fond. . . . .	0 27
Remblai et pilonage. . . . .	1 17
Essai d'un tuyau. . . . .	1 25
<i>A reporter</i> . . . . .	<u>4 f. 52 c.</u>

	<i>Report.</i>	4 f. 52 c.
Descente et pose.		1 50
Plomb.		5 10
Corde goudronnée.		0 75
	<i>Total.</i>	11 f. 87 c.
Et par mètre courant	$11 \text{ f. } 87 \text{ c.} \times \frac{2}{5} =$	4 f. 75 c.
Le mètre courant de tuyau pesant 73 k. à 0 f. 29 c. l'un, vaut.		21 17
<i>Prix du mètre courant de conduite.</i>		<u>25 f. 92 c.</u>

### DEVIS ESTIMATIF.

10,000 mètres de conduite en fonte de 0, <sup>m</sup> 23 <sup>c</sup> de diamètre à 25 f. 92 c.	
le mètre, produisent, ci.	259,200 »
Les dépenses pour les autres travaux s'élèvent ensemble à.	<u>34,000 »</u>
<i>Montant des dépenses primitives.</i>	293,200 f. « c.
Les dépenses annuelles d'entretien seraient de.	300 f. « c.
L'annuité pour le renouvellement des constructions et de la conduite dont la durée moyenne est évaluée à 200 ans est (le capital à renouveler en 200 ans est de 280,000 f.) de..	<u>0 81</u>
<i>Les dépenses annuelles seront donc de.</i>	300 f. 81 c.
Ce qui, en supposant le taux de l'argent à 5 p. 070, représente un capital de.	<u>6,016 20</u>
Le capital représenté par les dépenses annuelles et primitives serait donc de.	<u>299,216 f. 20c.</u>

## NOTE 5.

---

**PUISSANCE DES MACHINES.**


---

A. Roues hydrauliques.

	kilogrammes
33 litres d'eau élevés en une seconde à 25 <sup>m</sup> 00 de hauteur. . . . .	825 00
Résistance qu'éprouve l'eau à se mouvoir dans le tuyau d'ascension. . . . .	99 90
Résistance opposée par les 8 pompes. . . . .	335 00
Résistance qu'éprouve l'eau en passant par les clapets et les soupapes. . . . .	41 28
<i>Somme des résistances.</i> . . . . .	<u>1,300 28</u>
En ajoutant $\frac{1}{4}$ de ces résistances pour celles qu'opposeront les engrenages. . . . .	<u>325 06</u>
<i>Travail à produire sur la roue hydraulique.</i> . . . . .	<u>1'625<sup>k</sup> 34</u>
ou en chevaux-vapeur 21,66	
Nous avons supposé 25 chevaux.	

B. Machines à vapeur.

22 litres d'eau élevés en une seconde à 25 mètres de hauteur. . . . .	550 <sup>k</sup> 00
Résistance qu'éprouve l'eau à se mouvoir dans le tuyau d'ascension. . . . .	32 94
Résistance qu'éprouve l'eau en passant par les clapets et les soupapes. . . . .	41 28
Résistance opposée par les pompes. . . . .	305 00
<i>Travail à produire sur l'arbre de la roue hydraulique.</i> . . . . .	<u>959 22</u>
Ou en chevaux-vapeur. . . . .	15,98.
Nous avons supposé 17 chevaux.	

---

NOTE 6.

---

*Élévation des eaux de la source de Billecul en employant  
deux roues hydrauliques.*

---

A. Deux roues hydrauliques en fonte, fer et bronze de la force de 25 chevaux chacune; 8 pompes en fonte, fer et bronze, à pistons pleins, réservoir d'air, trans-

mission de mouvement, etc., etc. . . . .	75,000 f. 00 c.
Encaissement de la source. . . . .	18,000 00
Canal de dérivation, coursiers et autres travaux hydrauliques. . . . .	30,000 00
Bâtiment. . . . .	25,000 00
Tuyaux d'ascension. . . . .	24,248 00
Travaux imprévus. . . . .	10,000 00
Pour outils et instrumens nécessaires au mécanicien. . . . .	2,000 00

*Dépense primitive.* . . . . . 184,248 f. 00 c.

Pour entretien, frais de surveillance, etc. . . . . 3,807 f. 50 c.

Le renouvellement des pompes, roues coussins à air, etc., représenterait, déduction faite de la valeur des vieux matériaux, un capital de 60,000 f., ce qui exigerait pendant 30 ans (durée des machines) une annuité de . . . . . 900 00

Les autres constructions évaluées à 50,000 f. à renouveler tous les 100 ans exigeraient une annuité de . . . . . 19 00

*La dépense annuelle sera donc de.* . . . . . 4,726 f. 50 c.

Ce qui, en supposant le taux de l'argent à 5 p. 0/0 représenterait un capital de . . . . . 94,530 00

*Le capital représenté par les dépenses primitives et annuelles serait donc de* 278,778 f. 00 c.

### *Élévation des eaux de la source de Billecul en employant des machines à vapeur.*

B. Deux machines à vapeur système de Watt, à moyenne pression à condensation et à détente, de la force de 17 chevaux chacune, avec trois chaudières, huit pompes en fonte fer et bronze, réservoir d'air, transmission de mouvement, etc, etc. . . . .	80,000 f. 00 c.
Bâtiment, cheminée, etc. . . . .	20,000 00
Encaissement de la source. . . . .	18,000 00
Tuyaux d'ascension. . . . .	24,248 00
Réservoir d'eau. . . . .	20,000 00

*Dépense primitive.* . . . . . 162,248 f. 00 c.

Les dépenses annuelles pour combustible, entretien des machines, remplacement de pièces nécessaires,

*A reporter.* . . . . . 162,248 f. 00 c.

*Report.* . . . . . 162,248 f. 00 c.  
 chauffeurs, mécaniciens, etc., s'élevaient à . . . 28,993 f. 85 c.

Le renouvellement des machines et des constructions se ferait à 3 époques différentes :

il exigerait . . . . . 20,000 f. 00 c. après 30 ans  
 45,000 00 après 25 ans  
 35,000 00 après 100 ans

ce qui demanderait une annuité de . . . . . 1,258 30

*Les dépenses annuelles s'élevaient donc à* 30,252 f. 15 c.

Ce qui en supposant le taux de l'argent à 5 p. 070, représente un capital de . . . . . 605,043 00

*Les dépenses primitives et annuelles représenteraient donc un capital de* 767,291 f. 00 c.

*Élévation des eaux de la source de Billecul en employant une seule machine à vapeur.*

C. Une machine à vapeur de la force de 17 chevaux, semblable aux précédentes avec deux chaudières, dont une de rechange, huit

pompes, réservoir à air. . . . . 56,000 f. 00 c.  
 Bâtiment, cheminée, etc. . . . . 17,000 00  
 Encaissement de la source. . . . . 18,000 00  
 Tuyau d'ascension. . . . . 24,248 00  
 Réservoir d'eau. . . . . 46,300 00

*Dépense primitive.* . . . . . 161,548 f. 00 c.

La dépense annuelle pour entretien, combustible, remplacement des pièces, chauffeurs, mécaniciens, etc. serait de . . . . . 28,993 f. 85 c.

Le remplacement des diverses constructions des machines qui exigerait 20,000 f. 00 c. après 30 ans.

35,000 00 après 25 ans.

35,000 00 après 100 ans.

exigerait une annuité de . . . . . 1,548 30

*La dépense annuelle s'éleverait donc à* . . . . . 30,042 15

Ce qui en supposant le taux de l'argent à 5 p. 070 représenterait un capital de . . . . . 600,843 f. 00 c.

*La dépense annuelle et primitive représenterait donc un capital de* 762,391 f. 00 c.

## NOTE 7.

*Prise d'eau au barrage de la Malâtre.*

Puits et galeries composant le filtre. . . . .	16,000 f. 00 c.
Canal de dérivation. . . . .	30,000 00
Bâtiment. . . . .	25,000 00
Deux roues en fonte, fer et bronze, de la force de 25 à 28 chevaux huit pompes en fonte, fer et bronze, réservoir d'air, etc, etc, (ici les roues n'ont pas de vanne de fond). . . . .	63,000 00
Tuyaux d'ascension. . . . .	81,837 00
Différens ouvrages de terrassements, estimés à. . . . .	20,000 00
<i>Dépense primitive.</i> . . . .	<u>235,837 f. 00 c.</u>
Les dépenses annuelles pour entretien, remplace- ment des pièces, etc., gardien, etc, s'élevaient à. . . . .	3,807 f. 50 c.
Le renouvellement des diverses constructions et des machines exigerait une annuité de. . . . .	919 00
<i>Les dépenses annuelles s'élevaient donc à.</i> . . . .	<u>4,726 f. 50 c.</u>
Ce qui en supposant le taux de l'argent à 5 p. 070 représenterait un capital de. . . . .	94,530 00
<i>Le capital représenté par les dépenses primitives et annuelles serait donc de</i>	<u><u>330,367 f. 00 c.</u></u>

## NOTE 8.

*Bregille, Fontaine-Argent et la Mouillère.*

Les sources de Bregille qui alimentent la ville fournissent. . . . .	3 <sup>lit.</sup> 095
Celles qui perdent leurs eaux dans le jardin Coulon, produisent. . . . .	0, 442
<i>A reporter.</i> . . . .	<u>3, <sup>lit.</sup> 537</u>

<i>report.</i> . . . . .	3, <sup>lit.</sup> 537
<i>Fontaine-Argent</i> produit. . . . .	2, 500
Une roue hydraulique placée à la Mouillère (1), peut élever par seconde	5, 000
Le volume d'eau que ces fontaines pourraient fournir à la ville est donc de	11, <sup>lit.</sup> 037

par seconde et 23<sup>lit.</sup> 42 par jour pour chaque individu.

**DEVIS.**

*Sous-détail du prix du mètre courant de conduite en fonte  
de 0,261° de diamètre.*

Ouvrages de fontainerie pour un tuyau de 1,50° de longueur.

Déblais de tranchée. . . . .	0 f. 94 c.
Dressement du fond. . . . .	0 18
Remblais et pilonage. . . . .	0 62
Essai d'un tuyau. . . . .	0 50
Descente et pose. . . . .	0 26
Plomb. . . . .	1 23
Corde goudronnée. . . . .	0 20
<i>Total pour un tuyau.</i> . . . . .	3 f. 93 c.

et par mètre courant 3 f. 93 c.  $\times \frac{2}{3}$  . . . . . 2 f. 29 c.

Le mètre courant de tuyau en fonte pesant 20<sup>kil.</sup> 20, à 0 f. 29 c. l'un produit ci. . . . . 5 86

*Prix du mètre courant de conduite.* . . . . . 8 f. 15 c.

(1) Le produit de la source étant de 108 litres par seconde et la hauteur de chute étant de 4 mètres, en se servant d'une roue de côté on aura par l'expression du travail produit. . . . .  $(108^{lit.} - x) 4^m \times 0,60 \times 0,5 = x \times 25,000$   
d'où. . . . .  $x = 4^{lit.} 95.$



*Travaux à faire à la source de la Mouillère.*

---

Roue en fonte et fer de la force de 8 chevaux. . . . .	5,275 f. 00 c.
Bâtiment. . . . .	4,103 00
Canal, coursier, vannage, etc. . . . .	11,325 00
Pompes. . . . .	10,500 00
Dépenses imprévues. . . . .	2,000 00
<i>Total.</i> . . . .	<u>33,203 f. 00 c.</u>

*Travaux à faire à la source de Fontaine-Argent.*

---

1,200 mètres de conduite en fonte à 8 f. 15 c. l'un	9,780 f. 00 c.
Travaux à la source. . . . .	8,500 00
<i>Total.</i> . . . .	<u>18,280 00</u>

*Travaux à faire aux sources de Bregille.*

---

Réparation du réservoir du jardin Coulon. . . . .	4,000 f. 00 c.
Conduite communiquant des sources hautes au ré- servoir du jardin Coulon. . . . .	4,125 00
Conduite des sources basses de Bregille. . . . .	6,000 00
<i>Total.</i> . . . .	<u>14,125 00</u>
Dépenses primitives. . . . .	65,608 f. 00 c.
Dépenses annuelles d'entretien. . . . .	850 f. 00 c.
Annuité de reproduction. . . . .	532 00
<i>Dépenses annuelles.</i> . . . .	<u>1,382 00</u>
Ce qui en supposant le taux de l'argent de 5 p. 070 représente un capital de. . . . .	<u>27,604 00</u>
<i>Capital représenté par les dépenses annuelles et primitives.</i> . . . .	<u>93,248 f. 00 c.</u>

# Distribution

## du Mémoire

Désignation des lieux de prise d'eau.	Hauteurs et produits des Sources.		Hauteurs des différentes sources, comparées à quelques uns des points les plus élevés de la												
	Produit de la source par seconde. (exprimé en litres.)		Rapportée au seuil du pont-levis de St. Pierre, se trouve		Rapportée au seuil du pont-levis de Ballant, se trouve		Rapportée au dessus du barrage de la fontaine de Mallevill, se trouve		Rapportée au dessus du barrage de la fontaine de Thion, se trouve		Rapportée au seuil de l'église St. Jean, se trouve		Rapportée au dessus de la St. Jean, se trouve		
	au dessus	au dessous.	au dessous	au dessous.	au dessous.	au dessous.	au dessous.	au dessous.	au dessous.	au dessous.	au dessous.	au dessous.	au dessous.	au dessous.	
Source d'Arcier.	28 <sup>m</sup> 76 <sup>c</sup>	"	111 <sup>l</sup> 00	7 <sup>m</sup> 43 <sup>c</sup>	"	9 <sup>m</sup> 89 <sup>c</sup>	"	20 <sup>m</sup> 40 <sup>c</sup>	"	22 <sup>m</sup> 63 <sup>c</sup>	"	7 <sup>m</sup> 95 <sup>c</sup>	"	16 <sup>m</sup> 90 <sup>c</sup>	
id. de Billecul.	"	1 <sup>m</sup> 84 <sup>c</sup>	51 <sup>m</sup> 23 <sup>c</sup>	"	30 <sup>m</sup> 03 <sup>c</sup>	"	20 <sup>m</sup> 71 <sup>c</sup>	"	10 <sup>m</sup> 20 <sup>c</sup>	"	7 <sup>m</sup> 97 <sup>c</sup>	"	22 <sup>m</sup> 65 <sup>c</sup>	"	
Le Doubs.	0. 00.	2. 00.	"	"	30. 19.	"	22. 86.	"	10. 36.	"	8. 13.	"	22. 80.	"	
Sources De Bregille.	Donnant actuellement l'eau à la ville	haute.	47. 45.	"	3. 09	73. 26.	"	22. 58.	"	33. 09.	"	35. 32.	"	20. 58.	"
id. dont les eaux se perdent dans le jardin Coulon.		basse.	28. 74.	"	0. 55.	0. 55.	"	9. 87.	"	20. 38.	"	22. 67.	"	7. 87.	"
id. de la Mouillère.			13. 70.	"	0. 44.	14. 49.	"	5. 16.	5. 34.	"	4. 37.	"	7. 10.	7. 84.	
id. de la Mouillère.			0. 42.	"	107. 95	"	27. 77.	"	18. 44.	"	7. 94.	"	5. 71.	20. 38.	
id. de Fontaine Argent.			44. 82.	"	2. 50.	16. 67.	"	25. 09.	"	36. 50.	"	38. 73.	"	24. 05.	32. 09.
id. du Pré des Petits. au dessous du barrage de la Malaise.			2. 15.	"	0. 10.	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
id. de St. Léonard.			"	1. 50.	0. 00.	"	"	"	"	"	"	"	"	"	

Nota. dans les dépenses ne sont pas comprises celles à faire pour l'acquisition des terrains et des chutes.  
Les jaugages ont été faits dans la saison où les sources fournissent le plus petit volume d'eau.

deux dans la ville de Beaumont.

Revue,

Journal

de l'Année de M. D. C. L. X. V. I.

Moyens employés pour obtenir les eaux.	Moyens employés pour obtenir les eaux.	Capital.		Stamps	Moyens employés à la Ville.			Moyens employés à la Ville.			Moyens employés pour obtenir les eaux.	Capital.		Stamps		
		Formel	de renouveau.		à l'usage des Amortissements	à l'usage des Amortissements	à l'usage des Amortissements	Formel	de renouveau.	à l'usage des Amortissements		à l'usage des Amortissements	à l'usage des Amortissements			
332,208	300	1,02	332,908	100	100	100	30	30	30	13,20	13,20	13,20	3,000	1,200	134,000	Années.
208,208	300	0,01	209,208		30	30	30	30	30	13,20	13,20	13,20	3,000	1,200	134,000	Années.
180,218	3,000	0,00	183,218		30	30	30	30	30	13,20	13,20	13,20	3,000	1,200	134,000	Années.
150,218	3,000	0,00	153,218		30	30	30	30	30	13,20	13,20	13,20	3,000	1,200	134,000	Années.
120,218	3,000	0,00	123,218		30	30	30	30	30	13,20	13,20	13,20	3,000	1,200	134,000	Années.
90,218	3,000	0,00	93,218		30	30	30	30	30	13,20	13,20	13,20	3,000	1,200	134,000	Années.
60,218	3,000	0,00	63,218		30	30	30	30	30	13,20	13,20	13,20	3,000	1,200	134,000	Années.

Deuxième partie de l'Année de Beaumont, le 31 Octobre 1835.

4D6

