

Rep 35369-38/11

INONDATION DU 23 JUIN 1875

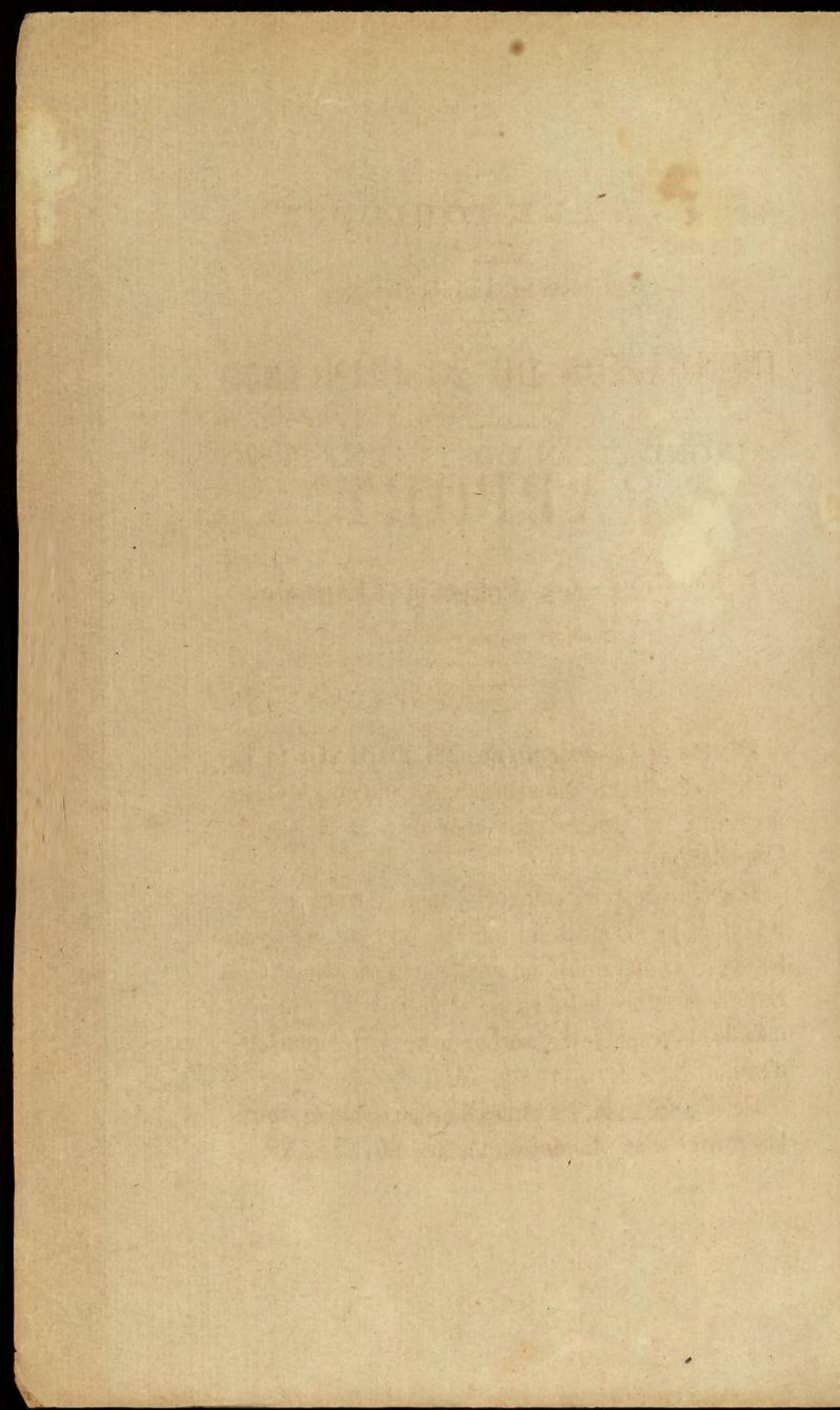
RAPPORT

DE

L'INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES

Chargé du service municipal.





VILLE DE TOULOUSE

DÉPARTEMENT DE LA HAUTE-GARONNE

INONDATION DU 23 JUIN 1875

RAPPORT

DE

L'Ingénieur des Ponts et Chaussées

CHARGÉ DU SERVICE MUNICIPAL

La crue de la Garonne, des 22, 23, 24 juin 1875, a été le résultat de plusieurs causes, qui ont, les unes favorisé, les autres plus spécialement déterminé l'inondation.

Dans la première catégorie, nous devons ranger les pluies persistantes du mois de juin qui ont accru les sources, déterminé un gonflement permanent des rivières et saturé le sol au point de le rendre imperméable et incapable d'absorber de nouvelles quantités d'eau.

Dans la seconde, les pluies d'orage tombées simultanément, sans discontinuité, les 20, 21, 22 et

23 juin, dans tout le bassin de la Garonne et de l'Ariège, et la persistance du vent ouest-nord-ouest qui n'a cessé de souffler pendant la même période.

Sous l'influence de ce vent chaud, les neiges, tombées dans les parties élevées des montagnes, se sont immédiatement fondues, entraînant en avalanches les couches peu denses qui y étaient depuis peu déposées, et sont venues joindre leurs eaux de fusion à celles qui étaient déversées en grande masse par tous les affluents dans le lit du fleuve. Les pluies se sont ainsi propagées de l'ouest à l'est, provoquant d'abord la crue de la Garonne, puis, et à bien peu d'intervalle, la crue de l'Ariège, qui est venue se superposer à Portet à celle de la Garonne et produire le gonflement final qui a si subitement envahi la plaine de Toulouse.

Ainsi la crue, comme nous pensons pouvoir le démontrer, est le résultat de la saturation du sol et des pluies et neiges tombées les 21, 22 et 23 ; la fonte des neiges préexistantes a eu une influence accessoire et n'a point joué, dans ce cataclysme, le rôle que l'on serait tenté de lui attribuer.

Marche
de la crue.

La crue s'est manifestée, dès le lundi 21 juin, d'une manière très sensible. A dater de ce moment, un poste de pompiers permanent, installé à Saint-

Cyprien, a été chargé de suivre ses progrès, en même temps que le gardien des filtres de Portet était avisé de rester à son poste autant qu'il serait possible.

La crue est restée à peu près stationnaire ou légèrement ascendante jusqu'au mardi soir, 8 heures. A minuit, nous avons constaté une élévation graduelle de 0^m 05 par heure; à 5 heures, les eaux s'élevaient de 0^m 05; à 5 heures, de 0^m 08; entre 6 heures et 5 heures, à peu près uniformément de 0^m 14 à 0^m 15. A ce moment, la crue prenait des proportions des plus redoutables; le premier batardeau construit avenue de Muret, à la Croix-de-Pierre, était surmonté, et les eaux montaient de 0^m 30 à 0^m 35 par heure. A quatre heures et demie, le second batardeau de l'avenue de Muret, construit dans le but de donner aux habitants de Saint-Cyprien le temps d'échapper au désastre, était à son tour franchi. A 5 heures, les eaux se déversaient sur le cours Dillon et franchissaient la balustrade qui le limite. Le batardeau de la rue Viguerie, élevé dans la nuit du 22, résistait encore; mais les eaux qui avaient envahi l'hospice commençaient à faire irruption dans les quartiers bas de Saint-Cyprien; la ruine de la Croix-de-Pierre était à peu près consommée. Une heure plus tard, Saint-Cyprien était envahi.

A 8 heures, la crue faisait un dernier effort

et s'élevait encore de 0^m 20, malgré l'immense superficie couverte avant de décroître.

Il était environ 10 heures du soir quand elle atteignait son maximum. L'échelle des écluses de l'Embouchure marquait 9^m 47, tandis que les crues régulièrement observées jusqu'à ce jour avaient seulement atteint, au même repère :

En 1772, 7^m 88 ;

En 1835, 7^m 50 ;

En 1855, 7^m 25.

La crue est restée à peu près stationnaire jusqu'à 11 heures. A dater de ce moment, l'abaissement a été très rapide. Le jeudi, à 5 heures du matin, les voitures d'artillerie pouvaient déjà, en ayant toutefois de l'eau jusqu'au-dessus du moyeu, pénétrer dans la rue de Bayonne. A midi, les eaux s'étaient abaissées de 2^m 70, et le soir les rues étaient, en général, praticables.

Le vendredi matin, les travaux de déblaiement étaient entrepris dans tous les quartiers inondés.

Pendant que la crue suivait à Toulouse les diverses phases que nous venons de signaler, au confluent des deux rivières, à Portet, le gardien, commis à ce service, recueillait les renseignements suivants :

Dès minuit, dans la nuit du 22 au 23, la Garonne couvrait le plancher du rez-de-chaussée de la maison

de garde. La crue paraissait due aux eaux provenant de la Garonne. Le mercredi matin, la crue de l'Ariège était devenue très apparente ; vers 2 heures, le courant de la Garonne dominait encore le courant de l'Ariège ; mais, à 4 heures, la crue de cette rivière prenait une intensité telle que ses eaux jaunâtres chassaient et rejetaient la Garonne sur la rive gauche et déterminaient, par cette adjonction subite, la crue de 5 heures qui amenait la chute de Saint-Cyprien. A 9 heures, l'abaissement des eaux était sensible et suivait la même marche qu'à Toulouse.

De la comparaison de ces deux faits, il résulte :

1° Que la crue de la Garonne s'est manifestée à Portet cinq heures avant celle de l'Ariège ;

2° Que la période de crue maximum à Toulouse correspond cependant à la période de crue maximum de très courte durée de l'Ariège, qui s'est produite entre 4 et 9 heures à Portet, et a été sensible à Toulouse entre 5 et 10 heures ;

3° Que, par conséquent, la crue de la Garonne a été relativement lente et régulière dans sa marche, et que la plus grande partie des désastres survenus doit être attribuée à la marche et au régime spécial des eaux de l'Ariège dans cette circonstance.

209 personnes ont été noyées ou écrasées dans la commune de Toulouse.

Effets produits
par l'inondation.

198 ont été ensevelies dans le cimetière, à Toulouse,

1	idem	à Portet,
7	idem	à Blagnac,
5	idem	à Merville.

Deux militaires sont morts victimes de leur dévouement.

On a jeté à la Garonne, enfoui directement ou livré aux équarrisseurs :

200 à 210 chevaux,
55 porcs,
15 vaches,
12 chiens.

Les deux ponts de fil de fer et une partie du pont du chemin de fer d'Empalot ont été détruits, les murs des quais affouillés, les chaussées du moulin Vivent et du Bazacle dangereusement attaquées, les filtres de Portet et du cours Dillon corrodés, une salle de l'hospice de la Grave s'est écroulée, des lézardes, peu dangereuses toutefois, se sont ouvertes à Saint-Jacques.

Sur les 2,212 maisons comprises dans les quartiers inondés, 1,141 se sont écroulées, 346 devront être reconstruites. (Voir le tableau ci-joint.) Les pertes immobilières subies dans la seule commune de Toulouse par la ville ou les particuliers peuvent être évaluées à 11,270,000 francs.

Certaines rues ont été partiellement affouillées ; les allées de Garonne entièrement ravinées jusqu'à 6^m 00 de profondeur.

Des bancs de sable et de graviers ont remplacé les terres arables et les ramiers. Dans le quartier dit des Sept-Deniers, 50 hectares ont été couverts d'une couche de sable et de cailloux roulés qui varie de 0^m 50 à 4^m 50 d'épaisseur (1).

La superficie couverte par les eaux dans la commune de Toulouse est de 5,250 hectares environ ; la plus grande largeur qu'a atteinte la Garonne est de 5,420^m 00 ; le débit maximum, que nous avons calculé au moyen de profils en travers et en long relevés entre deux points où la crue a été soigneusement repérée et où aucun obstacle naturel ou artificiel ne gênait son développement, peut être évalué à 45,450 mètres cubes, correspondant à une section de 5,700 mètres. Si on compare ce débit au débit normal de la Garonne, à l'étiage évalué à 60^m, on voit qu'il est 220 fois plus considérable.

En appliquant les mêmes calculs aux sections et aux profils correspondant aux différentes heures des journées des 22, 23, 24 et 25, on peut tracer la

(1) Ce résultat est dû, comme nous l'expliquerons plus tard, au peu de largeur du lit en amont de ce point et à la propagation oblique du courant.

courbe de hauteur et des débits. (*Voir la note sur le calcul des courbes et leur construction, jointe au présent rapport.*)

L'examen et l'intégration de la courbe des volumes conduit aux résultats suivants :

1^{er}

Volume d'eau écoulée entre le 22, 8 heures du matin, et le 23, 8 heures du matin.	}	1,142,640.000 m. c.
Période de 3 jours.		
Volume d'eau écoulée entre le 22, 8 heures du soir, et le 24, 8 heures du soir.	}	917,000.000 m. c.
Période de 48 heures.		
Volume d'eau écoulée entre le 23, 3 heures du soir, et le 24, 3 heures du matin.	}	435,000.000 m. c.
Période de 42 heures.		
Volume d'eau écoulée entre le 23, 9 heures du soir, et le 23, 11 heures du soir.	}	93,600.000 m. c.
Période de 2 heures.		

2^{me}

Débit maximum correspondant à la crue du 23 juin 1875....	13,150 m. c.
Débit maximum correspondant à la crue de 1835.....	4,600 m. c.
Débit maximum correspondant à la crue de 1855.....	4,350 m. c.

Si on rapproche ces résultats des données fournies par les stations météorologiques, et si on observe que le maximum de la crue, en chaque point de son parcours, a concordé avec la période des pluies les plus abondantes, on peut aisément calculer la part respective que la pluie et la fonte des neiges ont eue dans l'inondation.

La superficie du bassin hydrographique de la Garonne, arrêtée à l'amont de Toulouse et déterminée sur les cartes de Cassini, est de 10,240 kilom. carrés.

La hauteur d'eau moyenne (correspondante aux trois jours d'inondation) tombée dans la région sous-pyrénéenne est de 150^m/m, produisant un cube de 1,536,000,000 mètres cubes.

Il est difficile d'admettre, vu l'état de saturation du sol, que plus d'un tiers des eaux tombées aient été absorbées par les terres ou évaporées ; 1,024,000,000 mètres cubes ont donc été fournis par les eaux des pluies pendant la période de trois jours qui sert de base à notre calcul. Le cube total écoulé pouvant être évalué à 1,142,640,000 mètres cubes, la différence entre ces deux chiffres, soit 118,000,000 mètres cubes, mesure le volume maximum des eaux descendues des glaciers. Ce résultat confirme absolument le fait que nous avons annoncé, que la crue était surtout due aux pluies tombées dans la région

sous-pyrénéenne et dans la plaine, les eaux provenant de la fonte des neiges ayant à peine fourni la dixième partie de la masse liquide qui s'est écoulée à Toulouse dans la limite de temps ci-dessus indiquée.

Moyens
préservatifs.

Après un désastre aussi épouvantable, le public s'est vivement ému des travaux qu'il serait possible d'exécuter pour prévenir à jamais le retour de pareils malheurs.

On a proposé successivement d'endiguer la Garonne sur une très grande longueur ou de creuser un canal de secours, d'enfermer Saint-Cyprien dans un vaste boulevard, de créer dans les Pyrénées des réservoirs capables d'emmagasiner une partie de la crue, d'activer enfin le reboisement des montagnes.

Nous ne pensons pas, quant à nous, que ces travaux soient d'une exécution pratique et susceptibles de sauvegarder les quartiers que leur position topographique place dans la zone inondable, au moins contre des crues aussi considérables que celle de 1875. Nous allons essayer de développer les raisons essentielles qui nous conduisent à les combattre.

La Garonne, à 10 heures du soir, charriait environ 13,500 mètres cubes d'eau par seconde; l'endiguement de la rive gauche du fleuve, au droit de Toulouse, aurait eu pour effet de faire passer cette masse considé-

nable de liquide dans un étranglement de 200 mètres. Il eut résulté de ce fait un gonflement des eaux et un accroissement de vitesse. L'application des formules hydrauliques, habituellement en usage, nous démontre que le gonflement maximum eût atteint, à l'ancien château d'eau, la cote 144^m 500 au-dessus du niveau de la mer, la vitesse moyenne 9^m 00 par seconde et la vitesse maximum 12^m 00. Dans cette hypothèse, la crue se fût élevée de 1^m 80 au-dessus du niveau atteint et eût risqué de submerger et d'anéantir les quartiers de la rive droite, respectés jusqu'à ce jour. La création des défenses de la rive gauche aurait donc pour première conséquence la construction, soit le long de la Garonne, soit le long des canaux d'amenée et de fuite qui traversent Toulouse, de nouveaux quais, la surélévation de ceux déjà existants et le prolongement de ces endiguements jusqu'à la limite du gonflement, soit 10 kilomètres en amont du pont de pierre.

Ces constructions, extrêmement coûteuses, seraient d'ailleurs plus dangereuses qu'utiles. Le courant, ainsi que nous l'avons fait remarquer, acquerrait une vitesse telle qu'il renverserait les ponts, détruirait les chaussées et s'ouvrirait certainement, dans les digues, des brèches au travers desquelles les eaux se précipiteraient en torrents dans les quartiers à préserver.

Canal
de secours.

Ce travail n'accroîtrait pas la somme des accidents à redouter, mais ne porterait pas non plus un remède efficace à la malheureuse situation qui semble faite désormais au faubourg.

Il aurait son origine au droit du pont d'Empalot, couperait le Polygone et se jeterait dans la Garonne, à l'Embouchure. En supposant que sa section transversale fût considérable, qu'elle atteignît même 500 mètres carrés (5^m de profondeur sur 100^m de largeur), sa pente longitudinale ne pouvant être guère plus rapide que celle de la Garonne, il ne débiterait que 1,600 mètres cubes environ à la seconde et ne ferait, en conséquence, baisser le plan d'eau, pendant une crue comparable à celle du 25, que de 20 à 22 centimètres.

Ce résultat insignifiant serait obtenu au moyen d'une dépense que nous ne pouvons évaluer exactement, à cause des acquisitions de terrains auxquelles ce projet donnerait lieu, mais qui ne serait pas inférieure, dans l'hypothèse que nous avons admise, à sept millions.

Enceinte
continue.

Une enceinte continue qui suivrait le cours Dillon, la limite des hôpitaux, la rue du Martinet et les allées de Garonne, et aurait un développement d'environ 2,500^m, serait certainement susceptible de préserver, si elle était établie dans de bonnes conditions de

solidité, tout le pâté de maisons enveloppé qui forme, d'ailleurs, le cœur du faubourg.

La dépense pourrait être estimée, en tenant compte des difficultés de fondations que l'on rencontrerait dans la partie comprise entre la tête du pont de pierre et l'extrémité de la rue du Martinet, à 2,000,000 de francs. La dépense serait double si on désirait préserver la partie de la ville comprise entre la Garonne et le mur d'octroi, c'est-à-dire tout le secteur submersible de la ville proprement dite.

Cette défense, si les travaux étaient solidement exécutés, serait certainement excellente ; malheureusement, dans le premier cas, on rejeterait les eaux sur la partie non investie du faubourg, dont on assurerait la ruine ; dans le second, on rétrécirait la section d'écoulement et on risquerait, ainsi que nous l'avons démontré plus haut, de détruire une grande partie de la ville et tous les ouvrages d'art construits sur la Garonne.

L'utilité des réservoirs est incontestable, surtout pendant les années de sécheresse. Je ne pense pas que leur rôle soit bien efficace pour combattre les inondations de printemps, comparables à celle du 25 juin. Construits, jusqu'à ce jour, pour remédier à la pénurie d'eau qui se fait sentir du mois de juillet au mois de septembre, ces vastes bassins recueille-

Réservoirs.

raient, au printemps, à la fonte des neiges, les eaux qui s'écoulent des montagnes, et seraient ainsi généralement remplis à l'époque même où se produisent les crues.

Les eaux torrentueuses qui s'écoulent des montagnes n'entreraient donc dans ces réservoirs que pour les traverser et en sortir en cascades immédiatement après.

En nous plaçant dans l'hypothèse la plus favorable ; en supposant que par suite de prévisions habilement et heureusement calculées, malgré les pluies incessantes qui précèdent toujours les grandes crues, ils fussent vides au moment de la crue, ils ne pourraient encore que recueillir les eaux fournies par les neiges, c'est-à-dire une fraction très faible de la crue, ainsi que nous l'avons démontré plus haut.

Remarquons d'ailleurs que, alors même que ces vastes bassins pourraient utilement combattre l'inondation, l'intérêt des sommes dépensées pour leur construction, sommes que nous ne pouvons évaluer à moins de 40 millions, atteindrait bientôt un tel chiffre qu'il serait absolument hors de proportion avec les sinistres séculaires qui se produisent, et que le placement d'un pareil capital, comme fonds d'assurance contre les inondations, serait certainement d'un effet plus sûr, pour les malheureux que

doit atteindre le prochain fléau, que le barrage des vallées pyrénéennes.

Ce travail, excellent également comme pratique forestière, peut avoir une très salubre influence sur le régime normal des cours d'eau et doit être recommandé à tous les points de vue. Mais, il faut bien le dire, ce ne sont pas les montagnes seulement qu'il faudrait reboiser pour éloigner indéfiniment les crues, ce serait peut-être les plaines entières qui forment les bassins de la Garonne et de l'Ariège. Or, quels sont les propriétaires qui, en vue de ce résultat, consentiraient à rétrograder de mille ans, à échanger leur terre à blé et même à seigle contre des forêts et des taillis ?

Reboisement.

Quant à nous, nous ne pensons pas qu'il y ait lieu de s'arrêter à aucune des solutions que nous venons de discuter. La réalisation de pareils programmes peut être dangereuse, quelquefois inutile et toujours très coûteuse. Le rôle de l'autorité, en pareille circonstance, ne consiste pas tant à faire exécuter des travaux défensifs généraux qui peuvent toujours être surmontés, qu'à forcer chaque particulier, chaque habitant, à donner à sa demeure une stabilité qui lui permette de résister aux plus hautes eaux, et à prescrire, après avoir étudié la cause de la ruine

Conclusion.

partielle de chaque immeuble, les modes de construction qui doivent en prévenir le retour.

Les maisons de Saint-Cyprien étaient, en général, mal bâties ; l'abus du mortier de terre, de briques crues dans les murs de refend, l'emploi de matériaux de qualité inférieure et de mauvaise chaux grasse dans les façades, ont entraîné la ruine de toutes les maisons qui se sont effondrées. Les eaux ont agi, en ce cas, en détrem pant et en dissolvant la base des murs qui, le plus souvent, n'ont même pas eu à supporter l'action des courants.

Il est donc indispensable, et c'est là, selon nous, le salut, de prescrire, pour les fondations et les deux premiers étages, l'emploi exclusif, dans la construction de tous les murs, de briques de bonne qualité ou de moellons appareillés et de mortiers de chaux hydraulique. Les murs mitoyens, quelle que soit la hauteur des maisons, devront, en tous cas, présenter des dimensions qui permettront aux copropriétaires de les surcharger et de les surélever même, s'il est nécessaire.

Ces simples précautions, qui ne sont que l'application des règles les plus simples de la pratique des constructions, doivent suffire. De nombreux exemples, pris dans les villes qui bordent des fleuves à débordements fréquents et tout près de Toulouse, aux filtres de Portet, en sont la preuve surabondante.

On sait, en effet, que la maison de garde élevée à l'extrémité aval des filtres, sur le gravier même où ils sont établis, est simplement construite en brique et chaux hydraulique. Cependant, bien qu'elle ait été entourée par les eaux dès la nuit du 22 et que la nuit du 23 elle ait été entièrement noyée ; bien que, placée au milieu des courants combinés de la Garonne et de l'Ariège, elle ait été affouillée circulairement sur 5^m de profondeur et ait reçu des coups de béliers qui ont ébréché les angles opposés au courant, elle ne présente aucune trace d'insolidité.

Comme il convient néanmoins de tout prévoir et que l'on ne saurait trop multiplier les chances de salut, nous demanderions, au cas où une crue subite rendrait nécessaire l'évacuation du faubourg, qu'il soit créé, dans l'intérieur même, des lieux de refuge, où l'on pourrait mettre à l'abri de tous dangers ceux des habitants qui n'auraient pas eu le temps de se retirer à Lardenne ou de traverser le pont. Ces refuges seraient reliés aux principales artères au moyen de câbles passés dans des anneaux de fer scellés aux murs de face des maisons riveraines. Deux bateaux de sauvetage, remisés au poste des pompiers, compléteraient les engins de secours.

En dehors de ces mesures de garantie purement personnelles, nous demanderions, pour éviter l'envahissement du faubourg par des crues analogues à

celles qui se sont produites en 1827, 1835 et 1855, la construction, le long de la route nationale n° 20 et au droit du cimetière Rapas, d'une digue submersible par de plus hautes eaux. Cette digue, qui aurait environ 500^m de longueur et 4^m de hauteur maximum, ne maintiendrait la Garonne qu'autant que son débit ne dépasserait pas 5,000 mètres cubes.

Les fenêtres des hospices de la Grave et de Saint-Jacques, murées à une hauteur correspondante à celle qui serait adoptée pour la digue, complèteraient le système de défense qu'il convient, selon nous, d'exécuter ; car, il ne faut pas l'oublier, l'exagération de l'endiguement du lit par des quais insubmersibles, la construction d'un mur d'enceinte trop développé, auraient pour conséquence la ruine certaine et complète du faubourg, du pont de Pierre et des chaussées, l'arrêt des moteurs du nouveau et de l'ancien château d'eau, et la rupture des conduites d'eau filtrée qui alimentent la ville.

Certainement, en construisant des bassins, en reboisant la chaîne des Pyrénées, on ferait un travail essentiellement utile et protecteur, mais on n'arrêterait, on n'atténuerait même pas les ravages causés par un fléau qui ne peut être comparé qu'au raz-de-marée ou aux tremblements de terre qui portent tour-à-tour, dans tous les pays, la mort et la désolation.

Il ne convient même pas d'endormir les populations et de leur dissimuler le danger qu'elles courent. Que les habitants qui vont repeupler les zones inondées ne cherchent pas dans des travaux généraux, mais particuliers, la sécurité que peuvent seules donner des habitations solidement construites et soigneusement entretenues, et qu'ils apprennent surtout que toute crue pouvant être dépassée par une crue ultérieure, ils doivent se mettre prudemment en garde contre tout gonflement de la Garonne signalé comme dangereux, et abandonner, sans hésitation, leur habitation avant que les eaux ne leur aient rendu toute fuite impossible.

En résumé, après avoir suivi dans toutes ses phases la crue du 23 juin 1875, après en avoir étudié les effets, nous sommes d'avis qu'il n'est pas possible de combattre utilement des crues supérieures à celles de 1855 et 1855, mais qu'en suivant rigoureusement les indications très simples que nous fournissons, on peut, à tout jamais, éviter le retour des désastres dont Toulouse a été témoin et victime.

Toulouse, le 3 août 1875.

L'Ingénieur des Ponts et Chaussées chargé du service municipal,

DIEULAFOY

TABLEAU des Pertes immobilières occasionnées dans la commune de Toulouse par l'inondation du 23 Juin 1875

DÉSIGNATION des	NOMBRE TOTAL des MAISONS avant l'inondation.	MAISONS RENVERSÉES	MAISONS en mauvais état à démolir ou à réparer.	EVALUATION DES PERTES	
				relatives aux MAISONS ÉCROULÉES	relatives aux MAISONS A RÉPARER
				fr.	fr.
Saint-Cyprien et Croix-de-Pierre....	1.491	953	251	5.955.000	1.098.000
Port-Garaud.	164	46	27	276.000	108.000
Quartier de Tounis.	153	24	15	144.000	60.000
Amidonniers.	249	39	16	234.000	64.000
Lalande, Ginestous, les Sept-Deniers.	155	79	37	237.000	74.000
TOTAUX.....	2.212	1.141	346	6.846.000	1.404.000
PERTES TOTALES des maisons écroulées ou à réparer.				8,250,000 fr.	
Usines et moulins.				2,000,000	
Pont suspendu Saint-Pierre.				120,000	
400 hectares environ de ramiers ou terres absolument ensablés ou enlevés, à raison de 3,000 fr. l'hectare.				300,000	
Pertes subies par la Ville : travaux de réfection et dégradation.				350,000	
Hospices.				250,000	
TOTAL.				14,270,000	

NOTE SUR LE CALCUL DES DÉBITS

Dans l'impossibilité où je me suis trouvé de mesurer les vitesses directes des eaux pendant la crue, j'ai dû, pour arriver à la connaissance du volume total et du volume maximum débité, avoir recours à l'application de la formule générale :

$$RI = aU - bU^2.$$

A cet effet, j'ai cherché dans le cours de la Garonne un emplacement où le lit fût naturellement endigué par des berges parallèles et rectilignes et où le courant ne fût point contrarié par la présence d'obstacles naturels ou artificiels.

Ce point a été déterminé en aval de l'Embouchure, à 2,000^m environ du nouveau château d'eau.

Dans les environs de l'emplacement choisi, le lit majeur atteignait à peine 1,350^m 00, tandis qu'à l'amont et à l'aval il couvrait 2,500^m et 3,000^m; il s'épanouissait librement entre le prolongement du plateau de Lardenne à gauche et le quartier de l'Embouchure et des Sept-Deniers à droite, et devait, dans ces conditions, présenter à l'écoulement des eaux des facilités toutes exceptionnelles : l'absence totale de vases, la présence de bancs de cailloux roulés jusqu'aux dernières limites du profil, sont d'ailleurs des indices certains que, sur toute sa largeur, la vitesse des eaux était considérable.

Plusieurs nivellements effectués de 50 en 50^m m'ont amené à choisir, pour servir de base au calcul, le profil en travers rapporté ci-joint, et relevé au moyen des traces abandonnées sur deux maisons et sur le mur de soutènement d'un chemin formant limite gauche de la crue.

Le profil en long, sur plus de 2,000^m, a été déduit des cotes de nivellement des traces laissées sur les mêmes maisons, sur le nouveau château d'eau et les bâtiments du canal, situés à l'Embouchure.

J'ai adopté, comme résultant des opérations de nivellement, pour la pente de profil en long de la surface des eaux, le chiffre de 0,00193.

Je dois, toutefois, faire observer que la pente de 0,00193 est trop faible. C'est, en effet, la pente des maximums de la crue et non la pente de la surface du fleuve pendant le maximum de la crue. Cette pente est déduite d'opérations portant sur une longueur de 2,000^m. Or, le maximum, se déplaçant en ce point avec une vitesse de 12 kilomètres à l'heure environ, il a dû se produire, au point aval, 40 minutes plus tard qu'au point amont. Il résulte de cela qu'au moment précis où, en amont, le maximum se produisait, l'eau, au point aval, n'avait pas atteint la hauteur maximum que nous avons relevée : par conséquent, que la pente devrait être plus forte que celle qui a été mesurée.

J'ai néanmoins effectué les calculs avec cette première donnée, me réservant, s'il y avait lieu, de corriger, au moyen des résultats de ce premier calcul, les erreurs commises.

La pente, la section et le périmètre mouillé étant déter-

minés, il a été possible de passer au calcul de la vitesse moyenne.

Ce calcul a été effectué par deux méthodes :

1° Au moyen de la formule générale, en prenant pour A et B les coefficients d'Eytelwein, et en faisant subir à la vitesse moyenne la correction indiquée par M. Graeff :

$$W = U (1 - 0,021 U)$$

W désignant la vitesse moyenne réduite qu'il convient d'adopter ;

2° Au moyen de la formule de Tardini :

$$U = 50 \sqrt{RI}$$

Les résultats de ces opérations étant à peu près comparables, je me suis arrêté à la moyenne $V = 3,5$ et au débit $D = 43,150$ mètres cubes.

Afin de connaître le débit à chaque moment de la crue, j'ai calculé les mêmes formules en abaissant successivement et méthodiquement la ligne d'eau dans le profil type.

Les débits ainsi déterminés, j'ai construit deux courbes en prenant pour abscisses les temps comptés en secondes, et pour ordonnée de la première les hauteurs de la crue comptées en mètres, et pour la seconde le débit mesuré en mètres cubes, et en adoptant, dans chaque cas particulier, pour la pente de la rivière au droit de ce même profil type, une pente donnée par une courbe intercalaire déduite de nombreuses opérations directes.

L'intégration de la deuxième courbe entre les limites indiquées ci-dessous et l'examen comparatif de ces deux tracés m'a permis de déterminer, pour des périodes définies, les volumes d'eau écoulée, de rapporter sur la courbe

de hauteur d'eau les crues de 1772, 1835, 1855, et de mesurer les volumes maximum correspondant à chacune de ces crues.

Il résulte de ces calculs :

Qu'en 1875, la Garonne débitait par seconde	13,150 ^m
— 1835,	id. 4,600 ^m
— 1855,	id. 4,350 ^m

De l'examen de la courbe des hauteurs, il résulte également que la pente de 0,00193 peut être conservée dans le calcul définitif; les différences qui existent entre la courbe et la tangente étant tout à fait négligeables dans les environs du maximum.

Une vérification de la vitesse moyenne que nous avons adoptée comme résultant de nos calculs nous est également fournie par l'examen des principaux états de la crue, observés simultanément aux stations de Portet et de Toulouse, distantes de 9 kilomètres environ. Les mêmes phénomènes ont, en effet, été constamment signalés à Toulouse 55 à 60 minutes plus tard qu'à Portet; d'où il résulte que l'ensemble de la crue s'est mue, malgré les obstacles de toutes sortes, ramiers, constructions, murs d'enceinte accumulés entre Toulouse et Portet, et sur une largeur moyenne de 2,500 mètres, avec une vitesse de 9 kilomètres à l'heure, soit 2^m 55 par seconde. Si on se rapporte à notre profil en travers et aux observations que nous avons faites au sujet du retrécissement relatif du lit de la Garonne et du peu d'obstacle opposé au courant au point où il a été relevé, on admettra facilement la concordance de la vitesse déduite directement de la marche de la crue entre Portet et Toulouse, et de la vitesse calculée dans des conditions aussi différentes.

Je ne dois pas abandonner l'examen du profil maximum sans faire remarquer que l'ensemble des trois traces qui ont servi à établir la ligne d'eau sont situées sur une ligne droite, inclinée de gauche à droite.

Cette disposition toute particulière, due à la surélévation de la rive gauche et à la vitesse de transmission de la crue, a dû avoir pour conséquence un infléchissement de sa ligne de propagation. Ce fait, parfaitement démontré par la direction des traces laissées sur le sol et des épaves toutes déposées sur la rive droite, tend à démontrer que la section d'écoulement étant oblique, il convient de modifier le calcul des débits. Les corrections auxquelles donneraient lieu l'introduction de cette déviation seraient nécessairement très délicates et très incertaines ; elles augmenteraient, en tous cas, les débits déjà calculés dans le rapport inverse à peu près exact des cosinus de l'angle des deux plans normaux et d'écoulement.

J'ai pensé, en conséquence, qu'il n'y avait pas lieu d'effectuer ces nouveaux calculs, et qu'il convenait de signaler seulement, comme je l'ai fait dans le calcul des pentes, cette cause d'erreur et le sens dans lequel elle pouvait modifier le résultat final.

Toulouse, le 3 Août 1875.

L'Ingénieur des Ponts et Chaussées chargé du service municipal,

DIEULAFOY

ERRATUM

La ligne des x ayant été, par erreur, abaissée parallèlement à elle-même de 0^m 006, toutes les ordonnées doivent, avant la lecture, être diminuées de cette quantité constante.

Ville de Toulouse
Travaux publics Communaux

Bureau de L'Ingénieur

Crue de la Garonne de
22, 23 et 24 Juin 1875

Courbes des hauteurs et des débits

Dressé par l'Ingénieur des ponts et Chaussées
soussigné, chargé du Service Municipal
Toulouse, le 19 Juillet 1875

Lucien

Echelles { des temps 0,005 par heure ou 3600 secondes (axe des x)
des débits 0,005 par 1000 mètres cubes (axe des y)
des hauteurs d'eau 0,005 par mètre (axe des z)



Ville de Toulouse
Travaux publics Communaux
Bureau de L'Ingénieur

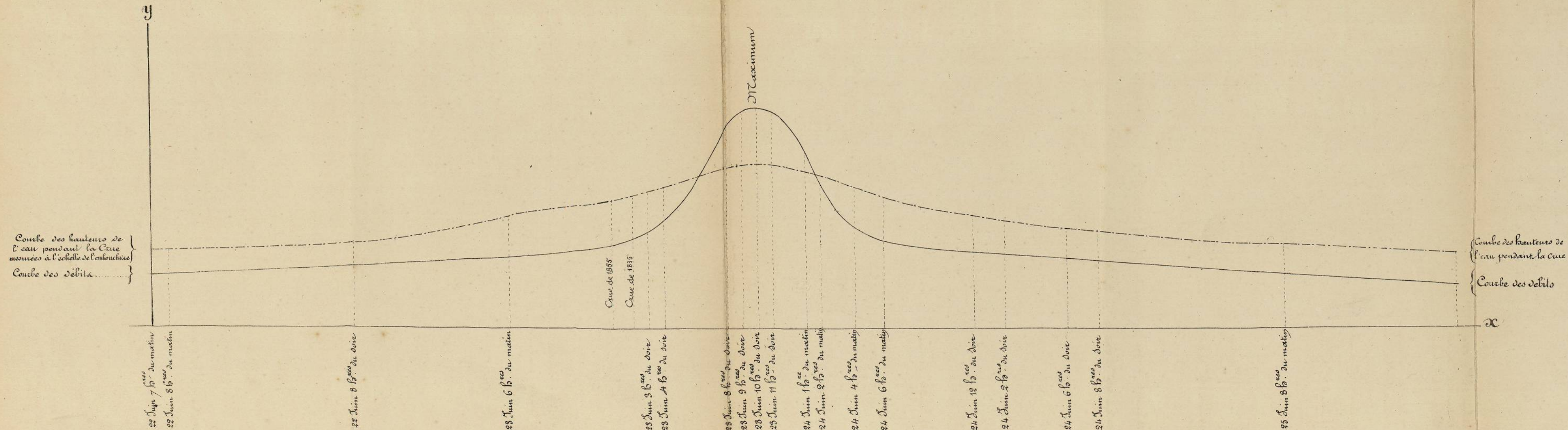
Crue de la Garonne des
22, 23 et 24 Juin 1875

Courbes des hauteurs et des débits

Dressé par l'Ingénieur des ponts et Chaussées
Dousigné, chargé du service Municipal
Toulouse, le 19 Juillet 1875

Dousigné

Echelles { des temps 0,005 par heure ou 3600 secondes (axe des x)
des débits 0,005 par 1000 mètres cubes (axe des y)
des hauteurs d'eau 0,005 par mètre (axe des y)



Courbe des hauteurs de
l'eau pendant la crue

Courbe des débits

x

Ville de Toulouse

Travaux publics Communaux

Bureau de L'Ingénieur

Profil en long et Profil en travers levé sur
la Garonne à 1716^m en aval du nouveau
Chateau d'eau et étendu à droite et à gauche jusques
aux limites atteintes par les grandes eaux dans
la nuit du 23 au 24 Juin 1875

Dressé par l'Ingénieur des Ponts & Chaussées
désigné, Charge du service Municipal
Toulouse, le 19 Juillet 1875

Note.

Surface du profil	3700 ^{m.2} 00
Périmètre mouillé	1330 ^m 00
Vitesse moyenne	3. 56
Débit	13150 ^{m.3}

Lucien

Plan de
relevé d
dessiné d
le

Echelles	{ du Profil en long	Longueur	0,00005 p. ^r un mètre
		Hauteur	0,0025 p. ^r un mètre
	{ du Profil en travers	Longueur	0,0025 p. ^r un mètre
		Hauteur	0,005 p. ^r un mètre

Ville de Toulouse
Travaux publics Communaux
Bureau de l'Ingénieur

Profil en long et Profil en travers levé sur
la Garonne à 1716^m en aval du nouveau
Château d'eau et étendu à droite et à gauche jusqu'à
aux limites atteintes par les grandes eaux dans
la nuit du 23 au 24 Juin 1875

Dressé par l'Ingénieur des Ponts et Chaussées
Dousigne, chargé du service Municipal
Toulouse, le 19 Juillet 1875

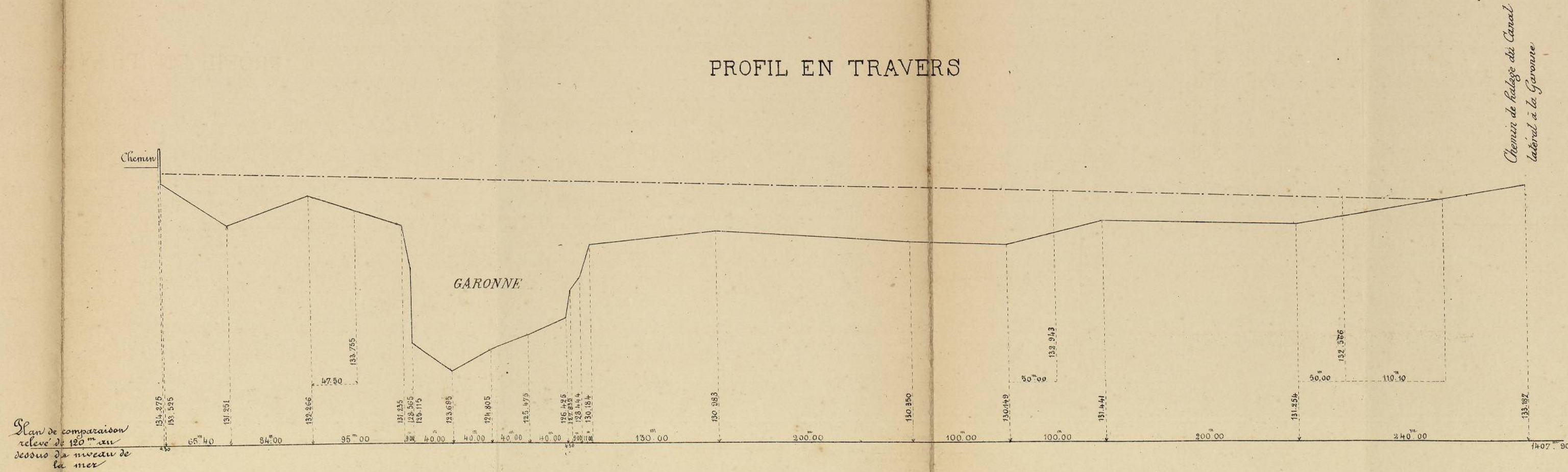
Note

Surface du profil 3700^m.00
Périmètre mouillé 1330^m.00
Vitesse moyenne 3.56
Débit 13150^m³

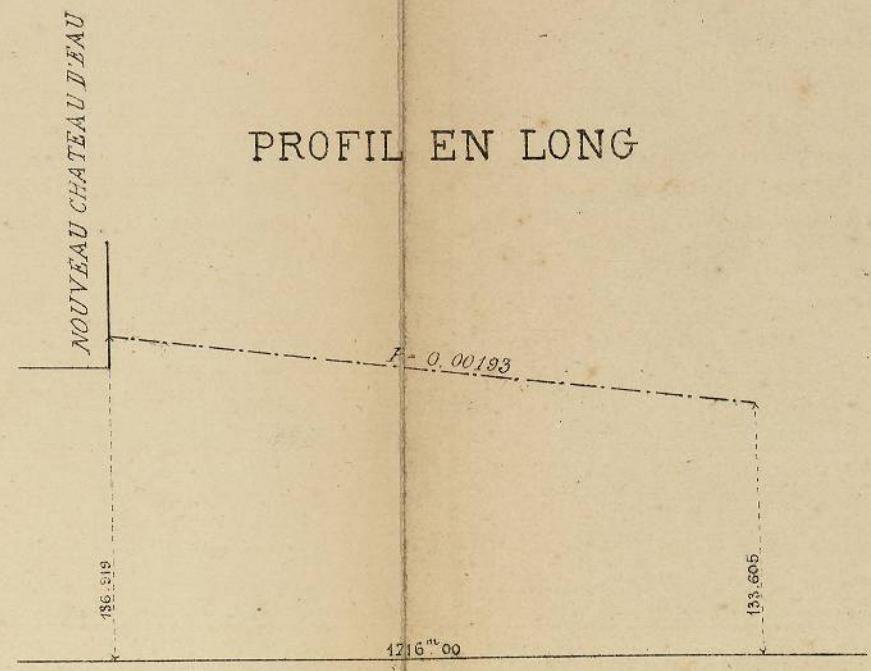
Echelles

du Profil en long { Longueur 0,00005 p. un mètre
 { Hauteur 0,0025 p. un mètre
du Profil en travers { Longueur 0,00025 p. un mètre
 { Hauteur 0,005 p. un mètre

PROFIL EN TRAVERS



PROFIL EN LONG



EN LONG

- 0.00193

133.605

16^m 00