

COMMISSION DES INONDATIONS

LES PONTS ET LES QUAIS DE PARIS

RAPPORT

PAR

M. DROGUE

INGÉNIEUR EN CHEF DE LA NAVIGATION

COMMISSION DES INONDATIONS

LES PONTS ET LES QUAIS DE PARIS

RAPPORT

PAR

M. DROGUE

INGÉNIEUR EN CHEF DE LA NAVIGATION

(4 mars et 14 avril 1910.)

PONTS DE PARIS

Les ponts ont un rôle principal à remplir qui est d'assurer les communications entre les deux rives d'un cours d'eau, mais ils doivent satisfaire en outre à une condition essentielle, qui est de laisser aux eaux un écoulement suffisant en tout état de ces eaux, et de sauvegarder sur les rivières navigables les intérêts de la navigation.

Dans le but d'améliorer la circulation sur l'ouvrage, de dégager les perspectives aux abords, les ingénieurs sont tentés, et quelquefois obligés, de modifier de façon fâcheuse le régime et la configuration du cours d'eau; des conditions techniques et architecturales les conduisent parfois au même résultat, et ainsi y a-t-il lutte constante entre deux intérêts également respectables, malheureusement souvent contradictoires.

Suivant les influences momentanées qui ont présidé à leur établissement, les ouvrages sont conçus dans un sens plus ou moins favorable à l'un ou à l'autre de ces intérêts.

De là la diversité des types de ponts construits dans la suite des siècles.

L'expérience journalière et continue fait ressortir sans trêve aux yeux de la population tout entière les inconvénients que ces ponts présentent au point de vue de la circulation.

Mais, en ce qui regarde les obstacles qu'ils opposent à la navigation et à l'écoulement des eaux, les usagers de la voie navigable sont les seuls à s'en rendre compte chaque jour, et comme ils constituent une minorité, leur voix a bien de la peine à se faire entendre.

Il faut des événements exceptionnels, comme la crue de 1910, pour appeler l'attention générale sur la manière dont se comportent les ponts au point de vue de l'écoulement des eaux.

De cette leçon de choses donnée par la nature à des intervalles heureusement éloignés, il n'est pas inutile de tirer des conclusions.

C'est, en ce qui regarde les ponts de Paris, le but du présent rapport.

Ces ponts ont résisté sans avarie à la crue de janvier 1910 dont le niveau a atteint au pont de la Tournelle une cote à peine inférieure à celle du maximum de la crue de 1658, la plus forte des crues de la Seine qu'il soit possible de repérer de nos jours.

Après pareille épreuve, doit-on considérer ces ouvrages comme assurant dans des conditions de sécurité satisfaisantes les communications dans Paris entre les deux rives de la Seine?

Au cours de la crue, la circulation a été interrompue de façon plus ou moins intermittente sur plusieurs d'entre eux.

Mais la plupart de ces interruptions ont été commandées, non pas par l'État de l'ouvrage, mais par l'inondation ou l'obstruction des chaussées aux abords.

Quelques-unes, momentanées d'ailleurs, ont été dues à l'émotion causée, soit au public, soit à certains agents de surveillance non techniques, par la constatation de fissures naturelles dans les ponts en maçonnerie, où elles sont dues aux effets de la dilatation, et dont ces agents ignoraient l'existence antérieure à la crue, comme aussi par l'obstruction progressive des arches noyées dans le flot sans cesse surélevé de la rivière.

Le service technique chargé de la surveillance des ponts s'est constamment efforcé de réagir contre ces craintes injustifiées et d'obtenir le rétablissement de la circulation partout où ce rétablissement était utile.

Un seul ouvrage est, *à cause de sa fragilité*, demeuré interdit au public à partir du 25 janvier, c'est la passerelle du pont des Arts; dont le tablier en

fonte très léger n'aurait pu sans doute résister au choc d'un corps flottant, d'une certaine masse, tel que bateau ou ponton rompant ses amarres.

Il doit donc être considéré comme n'ayant pu remplir, au point de vue du rétablissement de la circulation, le rôle qui lui était attribué.

Il est d'ailleurs normalement insuffisant à ce point de vue, puisque tout stationnement de foule y est interdit.

Dans l'intérêt de la voirie seule une réfection serait désirable; elle serait en outre très utile à la navigation en permettant de dégager l'entrée de l'écluse de la Monnaie.

Nous croyons qu'elle est comprise dans le programme des grands travaux dressé récemment par la Ville de Paris (1).

L'expérience de la crue de 1910 devrait hâter sur ce point la réalisation de ce programme.

Cette crue, qui n'a pu emporter aucun des ponts de Paris, a-t-elle trouvé sous chacun d'eux un débouché suffisant?

Pour s'en rendre compte, le Service de la navigation de la Seine a fait relever, du 21 janvier au 3 février, les cotes du plan d'eau à l'amont et à l'aval de 22 des ponts de la traversée de Paris. Ces cotes étaient lues chaque jour simultanément à 2 heures de l'après-midi par différents observateurs.

Les résultats de ces observations ont été résumés par M. le Sous-Ingénieur Arana sous le contrôle de M. l'Ingénieur Aron dans un tableau et un graphique qui donnent, avec une approximation très suffisante, les profils en long journaliers de la Seine dans Paris, du pont National au viaduc d'Auteuil.

L'examen de ce graphique démontre que le profil en long de la Seine dans Paris peut être divisé en trois parties comportant, en tout état des eaux, trois pentes très différentes, savoir :

Première Section, du pont National au pont de la Tournelle, de 3,391 mètres de longueur.

Deuxième Section, du pont de la Tournelle au pont Royal, de 2,228 mètres.

Troisième Section, du pont Royal au viaduc d'Auteuil, de 6,001 mètres.

Sur ces trois sections, les pentes superficielles de la rivière correspondant aux différents états des eaux pendant les crues les plus fortes connues de 1658, 1740, 1802, 1807, 1876 et 1910 et à l'étiage de 1891, sont indiquées dans le tableau ci-après.

(1) Le remplacement de la passerelle des Arts par un pont à voie charretière constitue le complément indispensable du prolongement de la rue de Rennes, et figure, à ce titre, au programme des travaux à payer sur l'emprunt municipal de 900 millions récemment approuvé par le Parlement.

PENTES SUPERFICIELLES TOTALES ET KILOMÉTRIQUES DE LA SEINE DANS PARIS
CORRESPONDANT AUX DIFFÉRENTS ÉTATS DES EAUX CARACTÉRISÉS PAR LES COTES AU PONT DE LA TOURNELLE.

SECTIONS	CRUE DE 1910.										MAXIMUM	
	ÉTIAGE 5 JANVIER 1891 (25,90).	CRUE DE 1658 (35,08).	CRUE DE 1740 (34,18).	CRUE DE 1802 (33,73).	CRUE DE 1807 (32,94).	CRUE DE 1876 (32,78).	22 JANVIER (32,14).	23 JANVIER (32,46).	24 JANVIER (33,01).	25 JANVIER (33,28).		26 JANVIER (33,80).
DE RIVIÈRE.												
Du pont National au pont de la Tournelle.....	0,24					0,35	0,45	0,46	0,44	0,46	0,29	0,54
	$\frac{3,391}{0,07}$	0,07	0,07	0,07	0,07	$\frac{3,391}{0,10}$	$\frac{3,391}{0,133}$	$\frac{3,391}{0,135}$	$\frac{3,391}{0,130}$	$\frac{3,391}{0,135}$	$\frac{1,976}{0,146}$	$\frac{3,391}{0,159}$
Du pont de la Tournelle au pont Royal.	0,77	1,70	1,55	1,44	1,13	0,97	0,72	0,76	0,87	0,88	0,88	0,95
	$\frac{2,228}{0,34}$	$\frac{2,228}{0,76}$	$\frac{2,228}{0,695}$	$\frac{2,228}{0,646}$	$\frac{2,228}{0,506}$	$\frac{2,228}{0,435}$	$\frac{2,228}{0,323}$	$\frac{2,228}{0,341}$	$\frac{2,228}{0,390}$	$\frac{2,228}{0,395}$	$\frac{2,228}{0,395}$	$\frac{2,228}{0,426}$
Du pont Royal au viaduc du Point-du-Jour.....	0,53					0,68	1,18	1,14	1,19	1,19	1,06	1,49
	$\frac{6,001}{0,088}$	0,088	0,088	0,088	0,088	$\frac{6,001}{0,113}$	$\frac{6,001}{0,196}$	$\frac{6,001}{0,190}$	$\frac{6,001}{0,198}$	$\frac{6,001}{0,198}$	$\frac{4,477}{0,237}$	$\frac{6,001}{0,278}$

En étiage, la pente superficielle des eaux est peu différente de la pente du lit, sauf obstruction importante de ce dernier par des ouvrages créés de main d'homme.

En temps de crue, cette pente augmente, et, pour un même débit, l'importance de cette augmentation varie avec la nature et le nombre des obstacles qui s'opposent à l'écoulement des eaux.

C'est donc en étudiant la variation de la pente superficielle que nous pourrions nous rendre compte de l'influence des ponts sur cet écoulement.

Mais, comme les ponts ne sont pas les seuls obstacles qui gênent le passage des eaux, que les quais, les docks, les estacades, les dépôts de matériaux, les bateaux et établissements flottants amarrés, etc., ont également sur cet écoulement une influence incontestable, il importe de rechercher quelle est la part qui incombe à chacun de ces facteurs dans l'augmentation de la pente superficielle, à égalité de débit.

C'est cette recherche que nous allons poursuivre sur les trois sections de la Seine dans Paris.

Première section, du pont National au pont de la Tournelle, sur 3,391 mètres.

Sur cette section, il n'existait aucun pont avant le XIX^e siècle, et, jusqu'en 1807, le pont d'Austerlitz seul a été construit de 1801 à 1805.

On est donc en droit de soutenir que lors des crues de 1658, et même de 1802 et 1807, la pente superficielle de la rivière en amont du pont de la Tournelle était la pente naturelle du lit, ci 0 m.07 par kilomètre.

En 1876, il y avait quatre ponts, les ponts National, de Bercy, d'Austerlitz et Sully. Depuis on en a ajouté deux autres, les ponts de Tolbiac et du Métropolitain.

Mais le remous de ce dernier ouvrage est négligeable et, pour une hauteur d'eau égale à celle de la crue de 1876, il résulte du graphique des remous que le remous produit par le pont de Tolbiac n'aurait pas dépassé 0,03 environ, de telle sorte que la chute superficielle totale de la rivière, du pont National au pont de la Tournelle, aurait atteint, en 1876, avec les ponts actuels, 0 m. 38 au lieu de 0 m. 35. Or, cette chute a atteint 0 m. 45 en 1910, pour la même hauteur d'eau.

On est donc en droit de dire que l'augmentation de 0 m. 07, ou 20 p. 100 par rapport à la crue de 1876, est due en entier aux obstacles autres que les ponts.

Le tableau ci-dessus établit d'ailleurs que l'influence de ces obstacles étrangers n'augmente pas avec la crue puisque, quand le niveau de l'eau s'élève en 1910 à la Tournelle de la cote 32,14 à 33,28, la pente superficielle kilométrique reste la même, égale à 0 m. 135 environ.

Au-dessus de cette cote, cette pente augmente rapidement de 0 m. 135 à 0 m. 16, et la chute totale de 0 m. 45 à 0 m. 54. Mais cette augmentation est due exclusivement à l'influence des tympans des ponts qui, de plus en plus noyés, obstruent la rivière plus sérieusement que ne le faisaient les piles et leurs fondations pour une cote d'eau inférieure.

Ce phénomène ressort d'ailleurs nettement du tableau annexé au présent rapport dans lequel nous donnons les coefficients d'obstruction dans les fondations.

En résumé, on a constaté du pont National au pont de la Tournelle, au moment du maximum de la crue de 1910, une chute supplémentaire par rapport à l'étiage de 1891 égale à $0,54 - 0,24 = 0,30$ due aux obstacles ajoutés de main d'homme à l'écoulement des eaux, et on doit admettre que cette augmentation est due, pour 0 m. 14 aux piles et culées des ponts, pour 0 m. 09 à leurs tympans, pour 0 m. 07 aux obstacles autres que les ponts.

Ajouté à la chute d'étiage (0 m. 24), le remous dû aux ponts donne une chute totale de 0,47 sur 3,391 mètres, soit une pente superficielle kilométrique de 0,138.

Cette pente ne paraît pas telle qu'il soit possible, par des travaux de détail appropriés, de la réduire de manière à obtenir un rabais sérieux du niveau de l'eau à l'amont.

Aucune réfection de pont ne paraît donc s'imposer sur cette section.

Deuxième section, du pont de la Tournelle au pont Royal, sur 2,228 mètres.

Sur cette section, la pente superficielle des crues n'a fait que décroître depuis 1658.

Pour la cote 32,80 au pont de la Tournelle, cette pente était en effet de 0 m. 51 par kilomètre en 1807, 0 m. 44 en 1876, 0 m. 37 en 1910.

Pour la cote 33,80 au pont de la Tournelle, elle était de 0 m. 70 en 1740, 0 m. 40 en 1910.

Pour la cote 34,76 à 35,08 à la Tournelle, elle était de 0 m. 76 en 1658, 0 m. 43 en 1910.

On en conclut immédiatement que l'écoulement des crues a été amélioré depuis deux siècles et demi dans cette partie de la rivière.

On constate en effet les améliorations ci-après :

Pont de la Tournelle. — Les arches de cet ouvrage ont été dégagées par suppression de la plus grande partie des massifs d'enrochements qui en défendaient le pied, et deux seuils importants ont été dragués aux abords de l'ouvrage depuis 1876.

Pont Saint-Louis. — L'ancien pont, construit en 1803, était composé de deux arches de 31 mètres en bois, couvert de cuivre rouge. Ruiné en 1811, remplacé par une passerelle, il prit, en 1861, sa forme actuelle, par un arc de 64 mètres de corde, qui donne aux eaux un excellent débouché.

Pont Au-Double. — L'ancien pont Au-Double, construit de 1625 à 1634, et composé de deux arches en plein cintre de 15 m. 96 et 11 m. 78 de largeur, séparées par une pile de 3 m. 95 d'épaisseur, a été remplacé, en 1847, par une seule arche en maçonnerie de 31 mètres d'ouverture, puis en 1881-1882, par l'arc métallique actuel de 35 m. 422 d'ouverture, d'où suppression d'une pile et augmentation du débouché linéaire.

Petit-Pont. — Sur l'emplacement du Petit-Pont actuel, il a été construit successivement, depuis le commencement de la monarchie française, des ponts en bois ou en pierre qui ont été emportés par des crues ou détruits par des incendies.

Le dernier de ces ponts reconstruit en 1719 comportait trois arches de 7 m. 43, 9 m. 70 et 8 m. 80 de largeur, séparées par des piles de 4 m. 84 et 4 m. 89 d'épaisseur, qui, dans un espace aussi restreint que le petit bras de la Cité, étaient pour la navigation et l'écoulement des eaux un très sérieux obstacle.

Il a été supprimé en 1852 par la construction de l'arche unique actuelle en pierre de 31 mètres d'ouverture.

Pont Notre-Dame. — L'ancien pont Notre-Dame, construit au commencement du xvi^e siècle, était composé de six arches. Deux arches du milieu étaient obstruées par la pompe Notre-Dame, une autre de rive par un déversoir, une quatrième formait la tête d'un canal connu sous le nom de Cagnards, de sorte qu'il n'y avait que deux arches libres pour l'écoulement des eaux et le passage des bateaux, et que la chute de l'amont à l'aval était de 0 m. 30 à 0 m. 40 à l'étiage.

En 1852, cet ouvrage a été remplacé par le pont actuel composé de cinq voûtes elliptiques offrant un débouché linéaire de 90 m. 36, séparées par des piles de 3 m. 50 d'épaisseur. Ainsi son débouché a-t-il été doublé.

En outre, depuis 1876, des dragages ont été effectués en aval de cet ouvrage pour enlever un seuil gênant la navigation et l'écoulement des eaux.

Pont Saint-Michel. — L'ancien pont Saint-Michel, construit en pierre en 1617, était composé de quatre arches de 14 m. 10, 12 m. 98, 10 mètres et 9 m. 22 d'ouverture. Il a été remplacé, en 1857, par le pont actuel formé de trois arches elliptiques de 17 m. 20 d'ouverture, offrant un débouché linéaire supplémentaire de 4 m. 60 et des piles moins encombrantes.

Pont-au-Change. — L'ancien pont construit en pierre, de 1639 à 1647, comportait en rivière six arches en plein cintre de 10 m. 64 à 15 m. 62 d'ouverture, plus une arche sous le quai de Gesvres qu'on appelait Cagnards.

Il a été remplacé, en 1859, par le pont actuel composé de trois arches elliptiques de 31 m. 60 d'ouverture qui ont augmenté de 30 p. 100 au moins le débouché superficiel de l'ouvrage. Il y a trois ans, à l'occasion des travaux du Métropolitain, on a enlevé la banquette qui obstruait en partie l'arche rive droite de cet ouvrage et dragué le lit jusqu'à la cote 23,80.

Pont-Neuf. — Construit de 1578 à 1604, ce pont a été fondé à la cote 23,82 à 1 mètre environ au-dessous du fond du lit. Depuis cette époque, le lit a été abaissé de plus de 1 m. 50 et, grâce aux travaux de défense du sol de fondation exécutés de 1886 à 1889 jusqu'à la cote 22,90, le thalweg a pu sans danger s'abaisser jusqu'à la cote 23 aux abords de l'ouvrage, d'où augmentation sérieuse de la section d'écoulement.

Les améliorations apportées aux huit ouvrages ci-dessus ont très heureusement influé sur l'écoulement des eaux, et si l'exécution du pont de l'Archevêché, en 1828, du pont d'Arcole, en 1854, du pont des Arts, en 1804, et du pont du Carrousel, en 1831-1834, a légèrement réduit le bénéfice de ces améliorations, elle n'en a pas compromis le résultat.

Est-ce à dire que les ponts actuels de cette section de la Seine sont aussi satisfaisants qu'on pourrait le désirer ?

Plusieurs d'entre eux, tels que les ponts de la Tournelle, Marie, de l'Archevêché, Notre-Dame, Saint-Michel et Pont-Neuf, ont des fondations encombrantes qui gênent l'écoulement des eaux, de façon constante et quelque soit leur niveau (voir le tableau des coefficients d'obstruction) et, par suite, sont en même temps un obstacle pour la navigation.

La suppression d'un certain nombre de ces fondations serait donc une opération très efficace et très désirable.

On ne peut songer à reconstruire tous les ouvrages ci-dessus; le Pont-Neuf doit être conservé, non pas tant à cause de son intérêt historique et de son caractère, que par suite de sa situation dans une partie large de la rivière où, malgré une obstruction sérieuse du lit, il laisse encore, au moins dans le grand bras, une section libre comparable à la section rétrécie du lit en amont.

Son coefficient d'obstruction dans le grand bras est d'ailleurs inférieur à ceux des ponts de la même série.

Le pont Notre-Dame, un des plus mauvais, est en cours de réfection. Nous démontrerons, à l'occasion de l'étude sur les quais de Paris, que si l'on veut améliorer sérieusement l'écoulement des eaux en amont de Paris, il convient de reconstruire le plus tôt possible les ponts de la Tournelle et de l'Archevêché, dont les coefficients d'obstruction ont atteint 35 et 32 p. 100, et dont

le dernier a été tellement noyé qu'on a dû interrompre la circulation pendant presque toute la durée de la crue de 1910.

**Troisième section, du pont Royal au viaduc du Point-du-Jour,
sur 6,001 mètres.**

Sur cette section il n'existait, avant 1807, qu'un seul pont, le pont de la Concorde construit de 1787 à 1791.

Elle contient actuellement onze ponts et une passerelle.

Quatre ponts et la passerelle sont postérieurs à la crue de 1876. Mais deux de ces quatre ponts, les ponts Alexandre III et Mirabeau, ont donné en 1910 des remous négligeables; il en a été de même de la passerelle Alma-Iéna.

Les deux autres (ponts de Passy et de la ligne de Courcelles) ont pu seuls avoir une influence sur l'écoulement des eaux.

Comme nous ne disposons d'aucune observation au droit de ces ouvrages, nous confondrons leur effet avec celui des ouvrages autres que les ponts exécutés depuis 1876 sur cette section de la Seine.

Ceci posé, on peut raisonner ainsi que nous l'avons fait sur la première section.

Lors des crues de 1658, 1740, et même 1802 et 1807, la pente superficielle de la rivière, en aval du pont Royal, était la pente naturelle du lit, 0 m. 09 environ par kilomètre, et la chute totale jusqu'au Point-du-Jour, 0 m. 53.

Lors de la crue de 1876 cette chute a atteint 0 m. 68; pour une hauteur d'eau au pont Royal égale à celle de 1876, cette chute a atteint en 1910 1 m. 18 environ.

On est donc en droit de dire :

L'augmentation de $1,18 - 0,68 = 0$ m. 50 sur la crue de 1876 est due en entier aux deux ponts de la ligne de Courcelles et de Passy et aux obstacles autres que les ponts ajoutés depuis 1876 dans le lit du cours d'eau.

Le tableau des déclivités superficielles établit, d'ailleurs, que l'influence de ces obstacles et des deux ponts n'augmente pas sensiblement avec la crue puisque, quand le niveau de l'eau s'est élevé en 1910, au pont Royal, de la cote 31,42 à la cote 32,40, la pente superficielle kilométrique de la rivière resta la même, égale à 0 m. 195 environ.

Au-dessus de cette cote 32,40, la pente kilométrique augmente de 0 m. 195 à 0,25, la chute totale de 1,18 à 1,49, soit de 0 m. 31 pour le maximum de la crue 1910; mais cette augmentation est due exclusivement à l'influence des tympans des ponts.

En résumé, au moment du maximum de la crue de 1910, on a constaté entre le pont Royal et le viaduc du Point-du-Jour une chute supplémentaire,

par rapport à celle de l'étiage, de $1,49 - 0,53 = 0$ m. 96 due aux obstacles ajoutés de main d'homme à l'écoulement des eaux, et on doit admettre que cette augmentation est due : pour 0 m. 15 aux ponts (piles et culées), pour 0 m. 31 aux ponts (tympan), pour 0 m. 50 aux deux ponts de Passy et de la ligne de Courcelles et aux obstacles autres que les ponts.

L'obstruction par les tympan est due aux ponts des Invalides, de l'Alma, d'Iéna, d'Auteuil et de Grenelle.

Elle disparaît si l'on baisse le plan d'eau au niveau de la crue de 1876. Toute solution mettant Paris à l'abri d'une crue supérieure à celle de 1876 rendra donc presque inoffensifs les quatre ouvrages ci-dessus.

Nous ne voyons d'ailleurs pas d'autre manière d'obtenir ce résultat pour les quatre premiers, même par une réfection complète, si l'on ne veut pas compromettre leur aspect architectural.

Seul, le pont de Grenelle pourrait être reconstruit avec des tympan assurant un meilleur écoulement des eaux, mais l'abaissement local qu'on obtiendrait ainsi sur le niveau des crues ne paraît pas devoir présenter un bien grand intérêt, tant que subsisteront les obstacles formés par les ponts de l'Alma et de la ligne de Courcelles-Ceinture à Passy et au Champ-de-Mars.

Quant au remous de 0 m. 50 provoqué par les obstacles autres que les ponts, il paraît dû principalement aux travaux de la gare du quai d'Orsay, des lignes des Moulineaux et surtout de Courcelles-Ceinture à Passy et au Champ-de-Mars, et, dans une mesure moindre, à l'exécution de certains ports droits, de nombreuses estacades de déchargement, à l'augmentation du nombre de bateaux stationnant en rivière notamment dans la gare de Grenelle, enfin aux travaux du Métropolitain, en ce moment en cours, en aval du pont Mirabeau.

Vu l'état actuel des lieux, il est impossible de revenir en arrière et de restituer à la rivière les espaces qu'on lui a pris.

La pente sera, quoi qu'on fasse, toujours plus forte en aval du pont Royal qu'elle ne l'était avant 1876.

En résumé, si nous nous plaçons au point de vue exclusif des ponts de Paris, nous croyons avoir démontré qu'au moment du maximum de la crue de 1910, ces ouvrages ont produit les remous ci-après mesurés par rapport aux cotes de l'étiage 1891 :

	PILES ET CULÉES.	TYMPANS.	TOTAUX.
	mètres.	mètres.	mètres.
Du pont National au pont de la Tournelle sur 3,391 mètres (section avec 6 ponts).....	0,14	0,09	0,23
Du pont de la Tournelle au pont Royal sur 2,228 mètres (section avec 10 ponts en comptant pour un les ponts se prolongeant sur les deux bras de la Seine).....	0,14	0,04	0,18
Du pont Royal au viaduc d'Auteuil sur 6,001 mètres (section avec 11 ponts, non compris les deux ponts de Passy et de la ligne de Courcelles).....	0,15	0,31	0,46
TOTAUX.....	0,43	0,44	0,87

En ajoutant ces remous à la pente de la rivière en étiage on obtient sur les trois sections ci-dessus les chutes ci-après :

1 ^{re} Section.....	0,23 + 0,24 = 0,47
2 ^e —	0,18 + 0,77 = 0,95
3 ^e —	0,46 + 0,53 = 0,99
	<hr/>
CHUTE TOTALE.....	2,41
	<hr/>

Cette chute est inférieure à la chute ($0,24 + 1,70 + 0,53 = 2,47$) de la crue de 1658.

Aussi, bien que cette dernière crue se soit élevée un peu plus haut que la crue de 1910, on peut dire que les ingénieurs ont su multiplier les ponts dans Paris au cours du XIX^e siècle sans gêner l'écoulement des crues, et cela grâce aux améliorations qu'ils ont apportées aux ouvrages existants entre le pont de la Tournelle et le pont Royal.

Mais ces améliorations n'ont pas suffi pour compenser les empiètements réalisés récemment sur la voie navigable surtout en aval du pont Royal au profit des voies de terre et de fer et dans l'intérêt du commerce et de la ville de Paris.

Dans ces conditions, et considérant d'ailleurs les empiètements ci-dessus comme intangibles, il convient, pour en diminuer l'influence, de poursuivre l'œuvre de dégagement de la section du pont de la Tournelle au pont Royal, la seule sur laquelle on puisse encore abaisser sérieusement la cote des crues par un travail local.

De 1658 à 1910, la chute sur cette section s'est abaissée de 1 m. 70 à 0 m. 95. Nous allons voir, en étudiant la question des quais, qu'il est possible et désirable d'aller encore plus loin dans cette voie.

ANNEXE

AU NIVEAU DE LA CRUE DE 1910 ET SUR LES DÉBOUCHÉS

LIGNAIRES DANS LES FONDATIONS À LA COTE 23,80.

Calcul des

coefficients d'exploitation.

DESIGNATION	COTES MOYENNES du fond du lit.		DÉBOUCHÉS SUPERFICIELS AU-DESSUS DE LA COTE MOYENNE DU FOND.				DÉBOUCHÉS LINÉAIRES DES FONDATIONS À LA COTE 23,80.				DÉBOUCHÉS SUPERFICIELS AU-DESSUS DE LA COTE MOYENNE DU FOND.				DÉBOUCHÉS DES FONDATIONS			
	Total.	Réduit.	Différence.	Coefficients d'obs-truction.	Total.	Réduit.	Différence.	Coefficients d'obs-truction.	Total.	Réduit.	Différence.	Coefficients d'obs-truction.	Total.	Réduit.	Différence.	Coefficients d'obs-truction.	Total.	Réduit.
Pont Saint-Michel.....	2,176	1,746	430	0 20	174	142	32	0 18	597	422	175	0 29	51	36				
Pont-Neuf Petit bras.....	1,961	1,367	594	0 30	145	119	26	0 18	675	441	234	0 35	48	31				
— — Grand bras.....	1,685	1,175	510	0 30	128	101	27	0 21	1,469	1,082	387	0 26	118	85				
— des Arts.....	1,885	1,556	329	0 17	150	126	24	0 16	1,614	1,400	214	0 13	135	112				
— du Carrousel.....	1,220	995	225	0 18	95	73	22	0 23	1,363	1,064	299	0 22	106	94				
— Royal.....	844	617	427	0 27	56	46	10	0 18	1,410	1,066	344	0 24	122	100				
— de Solferino.....	1,225	799	426	0 35	97	73	24	0 25	1,219	933	286	0 23	83	73				
— de la Concorde.....	848	632	216	0 25	57	39	18	0 30	1,601	1,323	278	0 17	140	114				
— Alexandre III.....	633	430	203	0 32	47	31	16	0 34	1,332	1,169	173	0 12	109	109				
— des Invalides.....	806	680	126	0 16	66	66	"	"	1,361	1,011	350	0 26	109	88				
— de l'Alma.....	988	688	300	0 31	73	60	13	0 17	1,283	952	331	0 26	110	98				
— d'Iéna.....	943	820	123	0 13	77	77	"	"	1,328	1,148	180	0 13	112	97				
— de Grenelle.....	356	338	18	0 05	30	30	"	"	1,681	1,307	374	0 22	144	121				
— Mirabeau.....	329	274	55	0 17	25	25	"	"	1,534	1,286	248	0 15	127	114				
— d'Anteuil.....	1,168	928	240	0 20	104	80	24	0 23	1,450	1,109	341	0 23	114	98				

QUAIS DE PARIS.

Pour protéger les points bas d'une ville contre les crues d'un cours d'eau, on a généralement recours à des digues longitudinales constituant des quais. Ces quais peuvent comporter du côté de la rivière soit des talus plus ou moins défendus contre l'action des eaux, soit des murs verticaux qui font gagner à la voie publique ou à la rivière l'emprise des talus.

Mais, pour remplir efficacement le rôle protecteur qui leur est attribué, les digues doivent réaliser trois conditions essentielles, à savoir :

Ne pas augmenter la hauteur des crues par un rétrécissement du lit majeur de la rivière susceptible de rendre submersibles des terrains qui ne l'étaient pas avant l'établissement des digues;

Être arasées à un niveau suffisant;

Être constituées de manière à éviter l'introduction des eaux de la rivière par infiltration ou pénétration au travers des digues.

Étant donnée l'installation de Paris sur les rives de la Seine, il est intéressant de rechercher, en tenant compte de l'expérience acquise après la crue de janvier 1910, si la ligne de défense de la Ville contre les inondations constituée par les quais remplit bien les conditions ci-dessus, quelles déficiences elle présente et dans quelles limites ces déficiences peuvent être réparées.

I. — Tracé des quais de Paris.

Les quais de Paris ont été établis sur les deux rives de la Seine à des écartements très variables de l'amont à l'aval de la ville.

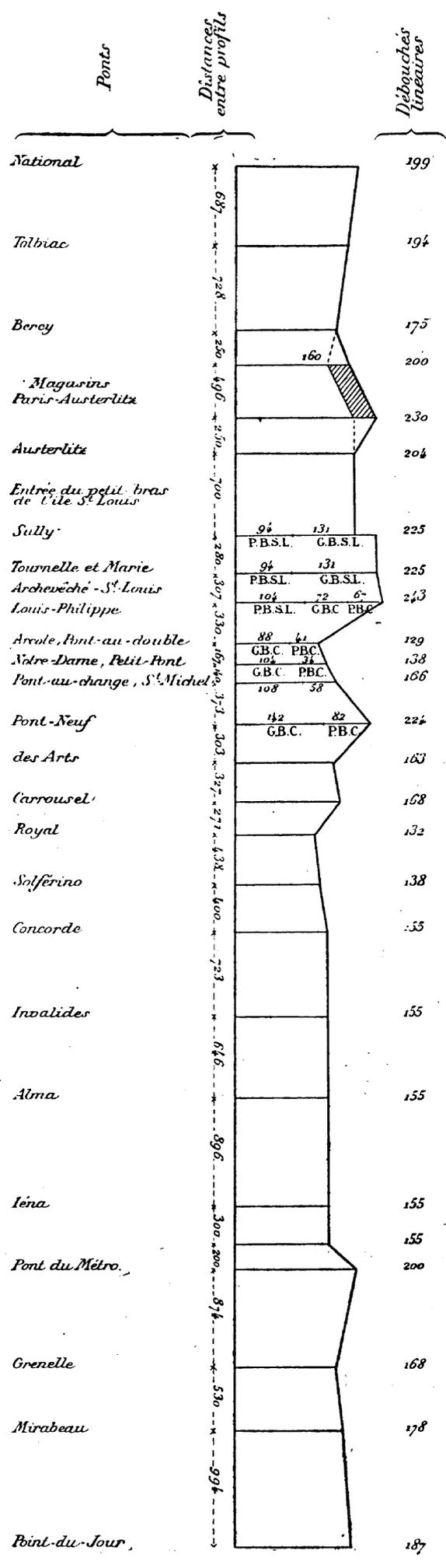
Mesurant ces écartements aux abords de vingt-trois des ponts de Paris entre crêtes des talus ou des murs des quais, nous les avons figurés en ordonnées sur le graphique ci-joint.

Ce graphique nous paraît donner lieu aux observations ci-après :

Entre les ponts National et Austerlitz, le débouché linéaire de la rivière serait constant et égal à 195 mètres environ, s'il n'y avait pas un rétrécisse-

DÉBOUCHÉS LINÉAIRES DE LA SEINE

ENTRE ARETES SUPÉRIEURES DES QUAIS ET BERGES DE PARIS.



NOTA. — A l'aval du pont des Invalides, on a pris comme mur de quai (rive gauche) le mur de la voie ferrée ÉTAT.

Échelle de $\left\{ \begin{array}{l} 0,00002 \text{ pour les longueurs.} \\ 0,0001 \text{ pour les débouchés.} \end{array} \right.$

LÉGENDE.

- P. B. S. L. (Petit bras — île Saint-Louis.)
- G. B. S. L. (Grand bras — île Saint-Louis.)
- P. B. C. (Petit bras — île de la Cité.)
- G. B. C. (Grand bras — île de la Cité.)

ment de 20 mètres au droit du pont de Bercy où l'écartement des quais n'est que de 175 mètres.

Aucun mur n'existant le long du quai rive gauche en amont du pont de Bercy, on pourrait être tenté de reculer de 20 mètres vers la gauche l'alignement du mur à construire; mais cette solution entraînerait des expropriations très importantes; elle serait en outre sans effet utile pour l'écoulement des eaux, étant donné le rétrécissement de la rivière à l'aval dont il sera parlé ci-après.

Au surplus, la largeur normale du lit de la Seine en dehors de Paris ne dépasse pas 185 mètres à 50 mètres en aval du pont de Bezons; il paraît dès lors qu'on peut sans inconvénient sérieux admettre dans Paris la largeur minimum de 175 mètres.

Entre les ponts Sully et Saint-Louis, les largeurs des deux bras de la Seine entre murs de quais varient de 225 à 243 mètres.

Il semblerait donc que l'écoulement des eaux y est assuré de façon satisfaisante.

En fait, il n'en est rien.

Le petit bras de l'île Saint-Louis ne débite pas: d'une part, parce que la profondeur moyenne du lit est inférieure à celle du grand bras; d'autre part, parce que l'estacade de l'île Saint-Louis placée en tête de ce bras obstrue plus du tiers du débouché et que le pont Louis-Philippe n'est pas à cet égard beaucoup plus satisfaisant; enfin parce que, sur la rive droite, le port des Célestins occupe le tiers du bras, et que, sur la rive gauche, une banquette et des établissements flottants (bateaux-lavoirs et autres), que l'Administration a été jusqu'à ce jour impuissante à faire disparaître, encombrant l'autre tiers, sans compter les bateaux du marché aux pommes qui occupent en hiver deux arches sur trois du pont Louis-Philippe.

Dans ces conditions, la plus grande partie du débit de la Seine doit, au droit de l'île Saint-Louis, passer dans le grand bras dont le débouché linéaire, égal au droit du pont de la Tournelle à 131 mètres seulement entre crêtes de murs de quai, se trouve encore réduit à 97 mètres au-dessous de l'arasement du quai Saint-Bernard et à 73 mètres à la cote 23.80 dans les fondations de l'ouvrage.

Que résulte-t-il de cette situation?

L'eau accumulée dans le grand bras cherche un passage aux ponts Saint-Louis et de l'Archevêché.

Ce dernier ouvrage, avec un coefficient d'obstruction de 32 p. 100, suivi d'ailleurs de l'étranglement du Petit Pont sur le petit bras, a un débit insuffisant.

L'eau, au contraire, ne trouve aucun obstacle sous les ponts Saint-Louis et d'Arcole, tous deux à une seule arche, et, bien que le passage en ce point soit rétréci à 72 mètres entre murs de quai au pont Saint-Louis, à 88 mètres au pont d'Arcole, elle s'y précipite.

Ainsi s'explique la chute anormale constatée entre l'amont du pont Saint-Louis et l'aval du pont d'Arcole pendant la dernière crue.

Cette chute était en effet, pour les différentes cotes au pont de la Tournelle :

COTES À LA TOURNELLE.	CHUTE TOTALE DE L'AMONT DU PONT SAINT-LOUIS. à l'aval du pont d'Arcole sur 340 mètres.	CHUTE KILOMÉTRIQUE LINÉAIRE.
34.76.....	0 ^m 34	1 ^m 00
34.39.....	0 37	1 09
33.80.....	0 36	1 07
33.28.....	0 30	0 88
33.01.....	0 28	0 82
32.14.....	0 29	0 85

Il en résulte un relèvement exceptionnel du plan d'eau à l'amont du pont Saint-Louis dans le bassin limité par ce pont et les ponts de la Tournelle et de l'Archevêché.

Pour éviter ce relèvement, il faut ouvrir à l'eau un débouché plus grand à l'aval du bassin.

Il ne paraît pas possible de rechercher dans le grand bras de la Cité cette amélioration du débouché.

L'écartement des quais ne pourrait en effet être augmenté sur ce bras de façon suffisante sans entraîner des expropriations excessivement onéreuses, et surtout sans bouleverser tout le caractère esthétique des rives de la Seine bordées sur ce point de monuments qu'on doit considérer comme intangibles, et qui d'ailleurs ont certainement imposé le tracé des quais actuels.

En outre, cet écartement entraînerait la réfection de trois grands ponts en plus du pont Notre-Dame, à savoir les ponts Saint-Louis, d'Arcole et le pont au Change; donc, de ce chef encore, une dépense excessive. Enfin il paraîtrait anormal que, la Seine ayant deux bras, on laissât l'un des deux obstrué ou étranglé, c'est-à-dire presque inutilisé pour l'écoulement des eaux.

Or telle est bien la situation actuelle du petit bras de la Cité.

Le débouché linéaire entre quais dans ce bras est de 67 mètres au pont de l'Archevêché, de 41 mètres au pont au Double, de 34 mètres au Petit Pont, 58 mètres au pont Saint-Michel et 80 mètres au pont Neuf.

Il y aurait tout intérêt à rectifier ces variations brusques du débouché; aussi bien les circonstances paraissent-elles en ce moment devoir favoriser cette solution.

La Ville de Paris vient en effet de démolir tout un lot important d'immeubles sur la rive gauche du petit bras, en face de la place du Parvis-Notre-Dame, entre le Petit-Pont et le pont au Double.

Des solutions multiples ont été envisagées pour l'utilisation des terrains de démolition.

On a notamment proposé de les réunir au parvis Notre-Dame en couvrant le petit bras.

Ne pourrait-on pas, au contraire, restituer à la rivière une partie de ces terrains dont les siècles passés l'ont dépossédée ?

Il suffirait de poursuivre jusqu'à la rue du Haut-Pavé, à l'amont, et la place Saint-Michel, à l'aval, l'opération de voirie entreprise par la Ville, pour rendre au petit bras une largeur de 60 à 67 mètres entre le pont Saint-Michel et le pont de l'Archevêché. (*Voir le plan annexé au rapport.*)

Cette opération entraînerait la réfection des ponts au Double et du Petit Pont et de la voie ferrée P. O. d'Austerlitz au quai d'Orsay sur 560 mètres.

Elle devrait en outre être complétée, à l'amont, par la suppression de l'obstacle que forme en tête du bras le pont de l'Archevêché avec 47 mètres seulement de débouché linéaire maximum et 31 mètres dans les fondations; à l'aval, par des travaux secondaires ayant pour but de dégager le bras, savoir :

Suppression du port de Montebello et de la banquette rive gauche entre le pont de l'Archevêché et le pont Neuf.

Rescindement de la banquette rive droite en amont et au droit du pont Neuf.

Démolition des estacades en charpente qui encombrent le lit.

Extension sur l'île du Vert-Galant du déversoir du barrage de la Monnaie et abaissement du seuil de ce déversoir.

Suppression de tous les établissements flottants stationnant encore dans ce bras.

Cette opération modifierait comme il suit les sections d'écoulement de la rivière dans les deux bras de la Cité. (*Voir tableau page 24.*)

Le débit minimum de cette partie de rivière ainsi rectifiée est commandé par les deux sections les plus rétrécies du grand bras et du petit bras dans lesquelles doit passer la Seine, soit, entre murs de quai :

Dans le grand bras au pont d'Arcole	943 ^{m²}
Dans le petit bras au pont au Double	620
TOTAL	<u>1,563^{m²}</u>

au lieu de $943 + 620 = 1,563$ mètres carrés (section actuelle).

Sous les ponts :

Dans le grand bras (pont d'Arcole)	820 ^{m²}
Dans le petit bras (pont Saint-Michel)	460
TOTAL	<u>1,280^{m²}</u>

au lieu de $820 + 460 = 1,280$ mètres carrés (section actuelle).

Ces sections sont supérieures à la section minimum en amont du pont d'Austerlitz (1,525 mètres carrés au droit des magasins Paris-Austerlitz) 1,175 mètres carrés sous le pont de Bercy.

En outre, après réfection des ponts de la Tournelle et de l'estacade de l'île Saint-Louis (1), la section d'écoulement au droit de l'île Saint-Louis sera au moins équivalente à ce qu'elle est à l'amont du pont Sully et à ce qu'elle sera au droit de la Cité.

On est donc en droit de penser qu'après exécution des améliorations susvisées, la pente de la rivière sera entre le pont Sully et le pont du Carrousel ce qu'elle a été en 1910 entre le pont Sully et le pont National, c'est-à-dire $\frac{0,45}{3186} = 0 \text{ m. } 14$ par kilomètre environ.

Or la chute entre les ponts Sully et du Carrousel a atteint, en 1910,

$$34,85 - 34,10 = 0,75$$

sur une longueur de 2,162 mètres.

Elle sera donc réduite de

$$0,75 - 0,14 \times 2,162 = 0,75 - 0,30 = 0 \text{ m. } 45.$$

L'abaissement du niveau de la crue au pont d'Austerlitz sera un peu inférieur par suite de la nécessité de tenir compte de la réduction de section correspondant à cet abaissement.

Cette réduction de section étant de $0,45 \times 200 = 90$ mètres carrés environ sur une surface totale de 1,890 mètres carrés, la pente kilométrique de la rivière devra être en ce point majorée dans le rapport de $\left(\frac{1,890}{1,800}\right)^3 = 1,16$. Elle sera dès lors égale à $0,14 \times 1,16 = 0 \text{ m. } 16$.

On peut donc admettre que, du pont du Carrousel au pont Sully, la pente de la rivière, pour un débit égal à celui de la crue 1910, variera de 0 m. 14 à 0 m. 16 par kilomètre et que l'abaissement du niveau au pont Sully sera de 0 m. 43 environ.

En amont, le niveau de la crue ainsi abaissé va se relever et se rapprocher progressivement du niveau de 1910.

Étant donnée la pente kilométrique de la crue 1910 (0 m. 14 entre le pont National et le pont Sully sur 3,186 mètres, 0 m. 09 entre le barrage de Port-à-l'Anglais et le pont National sur 4,300 mètres), on doit compter que l'effet de l'abaissement au pont Sully se fera sentir jusqu'à Charenton.

(1) La réfection de l'estacade va être entreprise en 1910.

L'amélioration est donc sérieuse, mais locale.

Que coûtera-t-elle?

Les immeubles restant à exproprier entre les quais de Montebello et Saint-Michel et les rues de la Bûcherie et de la Huchette sont, en général, de vieilles constructions malpropres et malsaines de peu de valeur.

L'opération de voirie qui les supprimerait constituerait une œuvre d'assainissement intéressante au premier chef.

Seuls les deux immeubles n^{os} 27 et 29 du quai Saint-Michel sont modernes, de valeur, et méritent d'être conservés.

Il sera possible de le faire sans rétrécir le lit de la rivière en prévoyant seulement entre le Petit-Pont et le pont Saint-Michel une partie du quai en encorbellement sur le nouveau mur de quai à élever. Ces encorbellements seront normalement constitués par le prolongement de la couverture de la ligne du quai d'Orsay à reconstruire en béton armé.

Dans ces conditions, la surface totale des immeubles à exproprier est de 6,270 mètres carrés, dont 2,100 mètres carrés pourront être revendus. Restent 4,170 mètres carrés à la charge de l'opération.

D'après l'évaluation qui en a été faite par le Service d'architecture de la ville, la dépense d'expropriation ne paraît pas devoir dépasser 12,440,000^f
 dont il y a lieu de déduire la valeur des terrains revendus à $2,100 \times 400 = 840,000$ francs, ci. 840,000

Restent à imputer au compte d'établissement 11,600,000

Il faut y ajouter :

Pour déplacement du collecteur des rues de la Huchette et de la Bûcherie (évaluation du Service des égouts) 700,000

Pour travaux de voirie et tramways (évaluation du Service de la voirie) 415,000

La reconstruction des ponts vaut, savoir :

Pont de la Tournelle 1,400,000^f

Pont de l'Archevêché à 20 mètres de largeur 850,000

Pont au Double à 20 mètres de largeur 720,000

Petit-Pont à 20 mètres de largeur 720,000

3,690,000

A reporter 16,405,000^f

Report.....	16,405,000 ^f
Réfection du mur de quai sur 560 mètres et rescindement ou suppression des banquettes.....	800,000
Abaissement et extension du déversoir de la Monnaie...	100,000
Déplacement de la ligne du quai d'Orsay sur 560 mètres et réfection de la gare de la place Saint-Michel (évaluation des Chemins de fer d'Orléans).....	3,000,000
Total.....	<u>20,305,000^f</u>

soit 22 millions avec la somme à valoir.

La question qui se pose est de savoir si l'on doit dépenser 22 millions pour abaisser de 0 m. 40 le niveau de la crue de 1910 aux ponts d'Austerlitz et de la Tournelle.

Ce faisant, on arrive à compenser le surélévément de ce niveau résultant des travaux exécutés depuis 1876 à l'aval du Pont Royal dans l'intérêt de la ville de Paris, des chemins de fer et du commerce fluvial, et qui, ainsi que nous l'avons fait ressortir dans notre rapport sur les ponts de Paris, doit être évalué à 0 m. 50 environ.

La plus stricte équité semble imposer à ces trois parties intéressées l'obligation de restituer au fleuve les sections d'écoulement dont elles l'ont privé.

Il ne paraît pas d'ailleurs qu'il y ait d'autre solution locale susceptible d'opérer cette restitution.

Il n'y en a pas, en tout cas, qui soit plus avantageuse pour la navigation, car la solution proposée améliore l'écoulement non pas seulement des crues exceptionnelles, mais encore des eaux d'étiage et des plus hautes eaux navigables en un point considéré comme le plus mauvais de la traversée de Paris.

Elle permettra peut-être même de supprimer l'écluse et le barrage de la Monnaie, qui deviendront probablement inutiles quand le large débouché donné aux hautes eaux navigables au droit de la Cité aura réduit en ce point la vitesse du courant dans des proportions telles, qu'il ne sera pas plus gênant que sur les autres points de la traversée de Paris.

En outre, au point de vue de l'écoulement des crues, il convient de préconiser toute solution *qui produira l'abaissement maximum du plan d'eau à l'amont de Paris.*

C'est en effet le niveau d'amont qui impose la charge dans la ligne du quai d'Orsay, dans les égouts, dans la nappe souterraine que de nombreux auteurs ont signalée entre Bercy-Conflans et la place du Havre.

C'est sur ce niveau qu'il faut agir pour préserver Paris et pour faciliter l'exécution des travaux accessoires destinés à compléter cette protection.

Or tel est bien le résultat de la solution proposée.

Elle offre, en outre, la très grande supériorité de faire du bien avec la certitude de ne causer aucun mal.

L'étude approfondie des multiples solutions proposées pour protéger Paris contre les inondations, et que la Commission aura à examiner, ne manquera pas de faire ressortir le très petit nombre de celles dont on pourra faire pareil éloge.

Pour tous ces motifs, nous n'hésitons pas à la proposer.

Dira-t-on que le résultat obtenu est hors de proportion avec la dépense correspondante?

Mais, sans parler même de l'abaissement du niveau des crues, on peut penser que l'amélioration de la voie navigable au seul point de vue commercial, l'assainissement et l'embellissement d'un des plus vieux quartiers de Paris et des plus délabrés, les communications rendues plus faciles par les ponts de la Tournelle et de l'Archevêché, ne seraient pas payés trop cher au prix de 22 millions.

Pour ces motifs, nous ne pouvons que conclure en faveur de cette amélioration.

Nous estimons, par contre, qu'il n'y a rien à faire dans le même ordre d'idées en aval du pont du Carrousel et qu'il faut se résigner aux rétrécissements entre quais de 132 mètres au pont Royal, 138 mètres au pont Solférino.

Les immeubles et monuments publics qui bordent les rives sur ces deux points interdisent tout élargissement.

Toutefois l'écoulement des eaux pourra être sérieusement amélioré quand on aura supprimé, à l'aval des ponts Solférino et de la Concorde, les quais et estacades provisoires établis par les entrepreneurs du Métropolitain; on devra d'ailleurs s'abstenir de construire le quai droit des Tuileries, mais bien au contraire rescinder le port de tirage, le draguer à la cote 23.80 et le limiter par une banquettes verticale très étroite strictement suffisante pour protéger les fondations du mur de quai.

On augmentera ainsi de 90 mètres carrés environ la section d'écoulement de la rivière, on rendra navigable l'arche rive droite du pont Solférino et on facilitera la navigation dans le bassin rétréci situé entre les ponts de la Concorde et de Solférino.

La dépense à engager sur 400 mètres de longueur peut être évaluée à 400,000 francs.

Il conviendra également de prendre toutes mesures utiles pour débarrasser le plus possible, au moment d'une crue, les bas ports de la Seine des marchandises qui les encomrent et de limiter le dépôt des marchandises difficiles à déplacer aux points où elles gêneront le moins l'écoulement des eaux.

SIGNATION DES QUAIS.	surmontés par la crue de 1910.	du quai au point le plus bas.	COURONNEMENT des parapets en maçonnerie.	DE LA CRUE de 1910.	au parapet en maçonnerie exhaussé au point le plus bas.	LA CHAUSSEE au droit de l'exhaussement.	du quai exhaussé au-dessus de la chaussée.	de l'exhaussement.	OBSERVATIONS.
.....	130 ^m	33.35	Parapet métallique.	35.28	35.86	33.00	2 ^m 86	20,000	(A) Digue de 3 mètres de hauteur à pré National.
.....	50	"	"	"	"	"	"	(A) 30,000	
.....	500	31.40	Berge.	35.28	35.78	32.36	3 42	350,000	
.....	400	33.26	34.16	35.14	35.64	32.42	3 22	120,000	
.....	500	33.58	Berge.	35.10	35.60	33.58	2 02	170,000	
.....	800	32.90	Berge ou parapet métallique.	34.95	35.45	32.65	2 80	290,000	
.....	125	34.20	Parapet métallique.	34.95	35.45	33.95	1 50	50,000	(B) Il faudra, en outre, fermer les jours Paris-Austerlitz.
.....	120	"	"	"	"	"	"	10,000	(C) Parapet à exhausser de 0 m. 50 seulement.
.....	150	"	"	"	"	"	"	25,000	(D) Terre-plein triangulaire à exhausser d parapet.
.....	120	32.80	33.70	34.08	34.58	32.60	1 98	24,000	
.....	30	"	"	33.56	"	"	"	2,000	(E) Parapet à exhausser sur 0 m. 50 près du
.....	30	"	"	33.40	"	"	"	3,000	(F) Parapet à exhausser de 0 m. 50 sur 3 l'origine de la rampe à l'aval du pont de la Cc.
.....	"	"	"	33.24	"	"	"	"	(G) Sera insubmersible quand on aura remis rieur à l'Exposition de 1900.
.....	500	32.27	Parapet métallique.	33.22	33.72	32.32	1 40	100,000	
.....	500	32.22	Parapet métallique.	33.04	33.54	32.00	1 54	100,000	
.....	350	31.64	32.55	33.04	33.54	31.34	2 20	90,000	
.....	850	31.30	32.20	32.90	33.40	31.20	2 20	245,000	
.....	200	"	"	32.80	"	"	"	200,000	(H) Parapet plein à substituer au parapet me
.....	800	"	"	32.80	"	"	"	80,000	
.....	700	"	"	32.45	"	"	"	"	(I) A prolonger de la rue Wilhem au pou profil, qui va être exécuté en aval de la rue Wil Prolongement compris au programme de 900 millions.
.....	300	30.71	Parapet métallique.	32.45	32.95	30.35	2 60	100,000	

II. — Profil en long des quais de Paris.

Nous venons de constater combien sont limitées et peu nombreuses les améliorations qu'il est encore possible d'apporter au tracé des quais de Paris pour faciliter l'écoulement des eaux de la Seine en élargissant le lit du fleuve.

L'insuffisance dûment constatée de cette solution nous amène à envisager l'accroissement du débouché par exhaussement des murs de quai.

M. l'Ingénieur ARON, chargé du Service de la Navigation de la Seine dans Paris, a fait un relevé complet des sections sur lesquelles les quais de Paris ont été surmontés par la crue de 1910, il a également étudié les travaux qu'il serait possible d'effectuer pour surélever ces quais au-dessus des eaux de 1910 et leur permettre ainsi de remplir sur toute la traversée de Paris le rôle de défense de première ligne qui leur incombe.

C'est cette étude que nous résumons ci-après, en nous proposant d'en tirer les conclusions nécessaires.

Les quais qui ont été surmontés par la crue de 1910 sont indiqués dans le tableau ci-contre, qui contient en outre tous renseignements utiles pour faire ressortir l'insuffisance des digues, les travaux d'exhaussement à prévoir et la répercussion de ces travaux sur la voirie urbaine, enfin l'estimation de l'exhaussement supposé limité généralement à 0 m. 50 au-dessus de crue de 1910.

Cette estimation s'élève à 2,009,000 francs, soit 2,200,000 francs avec la somme à valoir.

Mais ce n'est là qu'une faible partie de la dépense à engager.

Pour défendre Paris contre les inondations par déversement, il ne suffit pas, en effet, d'exhausser les murs de quais et parapets, il faut, en même temps, exécuter des travaux, payer des indemnités pour dommages ou expropriations ayant pour but de réaliser le long des quais l'exhaussement des chaussées.

Il faut en outre assurer, autant qu'il sera possible, l'écoulement des eaux de la nappe souterraine au moyen de collecteurs et d'usines élévatoires captant ces eaux dans la Seine en temps de crue.

L'étude des dépenses complémentaires à prévoir de ce fait a été faite par les services de la voirie, des égouts et d'architecture de la Ville de Paris en supposant les parapets des murs de quais à surélever arasés à 0 m. 10 au-dessus de la crue de 1910, soit à 0 m. 50 au-dessus de cette crue, supposée abaissée de 0 m. 50 par l'exécution des travaux proposés ci-dessus, du Pont de la Tournelle au pont des Arts.

Nous en donnons ci-après les résultats :

QUAI DE BERCY.

Exhaussement de la chaussée en aval de la porte de Bercy.....	150,000 ^f
---	----------------------

QUAI DE LA GARE.

Exhaussement de la chaussée en aval de la porte d'Ivry.....	135,000 ^f	
Travaux de viabilité sur le quai exhaussé.....	690,000	
Murs de soutènement.....	230,000	
Établissement d'un collecteur.....	500,000	
Indemnités pour dommages et expropriations.....	1,455,000	
	<hr/>	3,000,000

QUAI DE LA RAPÉE.

Travaux de voirie.....	700,000 ^f	
Usine de 1,200 chevaux à Mazas....	800,000	
Collecteur et puisards de l'usine....	200,000	
Dommages et expropriations.....	7,800,000	
	<hr/>	9,500,000

QUAI D'ANJOU.

Travaux de voirie.....	10,000
------------------------	--------

POINTE AMONT DE L'ÎLE SAINT-LOUIS.

Travaux de voirie.....	12,000
------------------------	--------

QUAI DES TUILERIES.

Travaux de voirie.....	10,000
------------------------	--------

A reporter.....	12,682,000
-----------------	------------

Report.....		12,682,000 ^f
QUAI DE LA CONFÉRENCE.		
Travaux de voirie (Section des Champs-Élysées).....		297,000
QUAI DE LA CONFÉRENCE.		
Travaux de voirie.....		200,000
QUAI DEBILLY.		
Travaux de voirie.....		210,000
QUAI DE PASSY.		
Travaux de voirie.....	1,000,000 ^f	
Dommmages et expropriations.....	5,080,000	
		6,080,000
QUAI DE JAVEL.		
Travaux de voirie et renforcement de l'usine élévatoire d'Auteuil.....		1,000,000
		20,469,000
Somme à valoir.....		2,031,000
		22,500,000
TOTAL.....		
A reporter : dépenses d'exhaussement des murs de quais évaluées ci-dessus.....		2,200,000
		24,700,000
TOTAL.....		

ou 25 millions.

Une fois cette dépense faite, il ne restera dans les quais de Paris qu'une brèche de 100 mètres de longueur au maximum sur le quai du Louvre, avec lame déversante de 0 m. 38 au niveau de la crue de 1910.

Il n'a pas paru possible de fermer cette brèche sans compromettre le caractère esthétique de ce quartier. Nous préférons conserver en ce point l'état de lieux actuel, quitte à exhausser, le cas échéant, le parapet par des procédés de fortune faciles à réaliser, ainsi que l'a prouvé l'expérience faite au cours de la crue de 1910.

Ce seul point excepté, il semblerait dès lors que la défense de Paris contre les inondations pourrait être réalisée par simple surélévation des quais et

augmentation du débouché de la Seine du pont de la Tournelle au Pont-Neuf.

Il n'en est pas, en réalité, tout à fait ainsi.

Des zones de la Ville placées trop bas resteront toujours submersibles par la nappe souterraine. Tels sont la rue Sauvage, la rue de Lille, les bas quartiers de Grenelle et du Gros-Caillou. Mais, sur nombre d'autres points de la Ville inondés en 1910, notamment les quartiers des gares de Lyon et de Saint-Lazare, le système de protection établi doit être considéré comme tout à fait efficace.

Pour ce motif, si l'on fait abstraction de toutes les autres mesures à envisager pour protéger Paris contre les inondations, le programme complet de protection, par surélévation des quais ci-dessus défini, nous paraît devoir être pris en considération et être suivi, autant qu'il sera possible, par les Administrations compétentes, dans l'exécution des travaux de voirie ou de navigation qu'elles seront amenées à engager dans l'avenir.

Ce programme se réduirait nécessairement dans de fortes proportions si, par l'exécution de travaux extérieurs, on arrivait à abaisser le niveau de la crue de 1910 de 1 m. 70 en amont du pont de la Tournelle jusqu'à 1 m. 30 au Pont-Neuf et en aval.

Dans ce cas, la plupart des travaux de voirie ci-dessus envisagés deviendraient inutiles.

Il conviendrait seulement de conserver parmi ces derniers ceux nécessaires pour abaisser le niveau de la nappe souterraine et pour défendre l'entrée des eaux par les portes amont de Paris qui seraient encore submersibles bien que sur une faible hauteur, 0 m. 30 environ, et pour régler la chaussée du quai de la Gare en arrière du mur de quai à construire.

La dépense pour l'ensemble de ces travaux ne dépasserait pas 2,600,000 fr., savoir :

Entrées amont de Paris	100,000 ^f
Remaniement partiel de la chaussée du quai de la Gare	500,000
Collecteur au quai de la Gare	500,000
Usine de 1,200 chevaux à Mazas	800,000
Collecteurs et puisards de cette usine .	200,000
Renforcement de l'usine d'Auteuil . . .	500,000
<hr/>	
TOTAL égal	2,600,000
<hr/>	

Les dépenses pour dommages et expropriations seraient nulles. Celles pour murs de quai se réduiraient à 650,000 francs, savoir :

Quai de Bercy.	20,000 ^f
Quais de la Rapée et de la Gare.	600,000
Quai de Javel	30,000
	<hr/>
TOTAL égal.	650,000
	<hr/>

La dépense totale ressortirait ainsi à 3,250,000 francs ou 3,500,000 fr. avec la somme à valoir.

III. Ouvertures pratiquées dans les quais de Paris.

La ligne de défense formée par les quais doit, pour être efficace, non pas seulement être arasée à un niveau suffisant, mais encore présenter une étanchéité aussi complète que possible.

Aucune brèche, aucune ouverture ne devrait donc y être pratiquée qu'avec la certitude qu'elle sera facilement fermée au moment d'une crue.

Or les quais de Paris sont percés de nombreux orifices.

Le relevé qui en a été fait par M. l'ingénieur Arox est donné dans le tableau ci-après.

Ces ouvertures peuvent se diviser en deux catégories principales, savoir :

Les ouvertures au niveau des quais nécessitées par l'exploitation de la voie navigable ou des établissements qui l'occupent;

Les ouvertures au-dessous du niveau des quais dont les unes sont au-dessus de la retenue normale de la Seine et les autres au-dessous, et qui ont été pratiquées dans l'intérêt de la Ville de Paris, des chemins de fer ou autres services publics et de l'industrie privée, plus généralement de toutes exploitations étrangères à la voie navigable.

a. Les ouvertures de la première catégorie forment partie intégrante et vitale de cette voie navigable, on ne peut en envisager la suppression.

Elles sont d'ailleurs faciles à fermer provisoirement à l'arrivée d'une crue. Des mesures spéciales pourront être prévues pour faciliter cette fermeture.

RIVE DROITE.

DÉSIGNATION des QUAIS.	OUVERTURES AU-DESSUS DE LA RETENUE.	OUVERTURES AU-DESSOUS DE LA RETENUE	
		repérées.	non repérées.
BERCY	4 passages souterrains de communication entre le bas-port et l'Entrepôt (Ville de Paris)	Prise d'eau (C ^{ie} P.-L.-M.). — En aval du pont National.....	
LA RAPÉE	Chambre à sable (égouts). Galerie de l'usine de la Rapée (Ville de Paris). A l'amont du pont d'Austerlitz.	Prise d'eau..... Evacuation d'eau..... Galerie de charbon..... Galerie de cendres..... Prise d'eau (Guillou). — Passage Genty.... Prise d'eau (Métropolitain). — Usine de la Rapée.....	Usine du Métropolitain.
HENRI-IV. ....	.....	.....	.....
CÉLESTINS .....	.....	.....	.....
HÔTEL-DE-VILLE.....	Galerie des électriciens (Postes et Télégraphes). — A 100 mètres en aval du pont Louis-Philippe .....	.....	.....
GESVRES	Chambre de service (égouts). — En amont du pont Notre-Dame .....	.....	.....
MÉGISSERIE.....	Chambre de service (égouts). — En aval du pont au Change.....	.....	.....
LOUVRE	Galerie de décharge (Métropolitain). — A 100 mètres en amont du pont des Arts.....	.....	.....
TUILERIES.....	Ancienne galerie des Tuileries. — En amont du pont Royal..... Chambre de service du siphon de la Concorde (égouts).....	.....	.....
CONFÉRENCE.....	Chambre de service du siphon de l'Alma (égouts).....	.....	.....
DEBILLY.....	Chambre de service du siphon de l'Alma (égouts).....	Prise d'eau (Manutention).....	.....
PASSY	Chambre de service (égouts). — En aval du pont d'Iéna..... Chambre de service (égouts). — En face de la rue du Ranelagh.....	Prise d'eau (Bartoldi). — En amont de la rue Berton..... Prise d'eau (Boulangier). — Rue du Ranelagh.	.....
AUTEUIL.....	.....	Prise d'eau (Peltier). — Rue Téniers.....	.....

Égouts noyés, anciens égouts, déversoirs.

RIVE GAUCHE.

DÉSIGNATION des QUAIS.	OUVERTURES AU-DESSUS DE LA RETENUE.	OUVERTURES AU-DESSOUS DE LA RETENUE	
		repérées.	non repérées.
LA GARE .....	.....	Prise d'eau (Popp, Air comprimé). — En aval du pont National..... Prise d'eau (ancienne) [C ^{ie} d'Orléans]..... Prise d'eau (nouvelle) [C ^{ie} d'Orléans].....	A 100 mètres en aval du pont de Tolbiac.
AUSTERLITZ.....	Soupiraux des magasins publics d'Austerlitz (service de la Navigation).....	2 prises d'eau au droit de la pompe à feu (Ville de Paris).....	
SAINT-BERNARD.....	.....	.....
LA TOURNELLE.....	Chambre à sable (égouts). — A l'aval du pont Sully.....		
MONTEBELLO.....	Chambre à sable (égouts). — A l'aval du pont au Double.....		
SAINT-MICHEL.....	.....	
GRANDS-AUGUSTINS.....	.....	
CONTI.....	.....	
MALAKAIS.....	.....	
VOLTAIRE.....	.....	
ORSAY.....	Chambre de service du siphon de la Concorde (égouts)..... Chambre de service du siphon de l'Alma (égouts).....	Prise d'eau (Tabacs). — A 150 mètres en aval du pont des Invalides.....	
GRENELLE.....	.....	Prise d'eau (Établissements Cail). — A 150 mètres en aval du viaduc de Passy... Prise d'eau (Glacières de Paris). — Viaduc de l'Ouest..... Prise d'eau (Lohse et Guénot). — Rue du Théâtre..... Prise d'eau (Société des Téléphones).....	
JAVEL.....	.....	Prise d'eau (Thomas).....	

Fenêtres et portes de la Compagnie d'Orléans.

Égouts noyés, anciens égouts, déversoirs.

Elles doivent comporter, d'une part, des travaux préalables définitifs susceptibles de réduire l'importance des travaux provisoires à exécuter au dernier moment; d'autre part, l'étude d'un programme de fermeture faite par le Service de la navigation de la Seine après entente avec le Service municipal de la voirie en escomptant dans l'exécution de ce programme le concours dudit service.

La solution à adopter peut varier suivant les dimensions de l'ouverture à fermer, son utilisation en temps normal, la plus ou moins grande proximité des matériaux nécessaires à la fermeture.

Nous nous abstiendrons donc de donner une solution générale, et il demeure seulement entendu au regard de la Commission que toutes mesures seront prises pour fermer le plus rapidement possible au moment des crues les ouvertures donnant accès aux quais.

b. En ce qui regarde les ouvertures de la 2^e catégorie, l'étude de leur mode de fermeture et le soin d'assurer cette fermeture incombe :

Au Service municipal pour les ouvertures établies dans l'intérêt des services dont la Ville de Paris a la gestion ou des ouvrages dont l'entretien lui incombe, savoir : égouts, usines municipales, parc de Bercy;

A la Compagnie du Métropolitain pour les ouvertures pratiquées pour les besoins de son exploitation : usines électriques, prises d'eau, conduites de décharge;

A la Compagnie des chemins de fer d'Orléans pour les orifices ouverts sur la ligne du quai d'Orsay;

Aux différents permissionnaires pour tous les orifices autorisés dans un intérêt public ou privé par arrêtés préfectoraux.

Les solutions diverses seront arrêtées d'accord avec le Service de la navigation de la Seine, après avis des Services de contrôle des Compagnies de chemins de fer intéressées.

Ces solutions peuvent varier suivant l'état des lieux, les dimensions des orifices, la disposition des conduites qui y aboutissent et les besoins de l'industrie qui les utilise.

Il ne nous est donc pas possible et il ne nous appartient pas d'ailleurs de les indiquer dans le présent rapport.

Nous croyons seulement devoir appeler l'attention de la Commission sur deux points principaux, savoir :

D'une part, l'obligation pour le Service des égouts de repérer avec soin les orifices des égouts abandonnés qui débouchent en plusieurs points de la

traversée de Paris et d'examiner si certains de ces orifices ne pourraient pas être supprimés;

D'autre part, l'impossibilité en l'état actuel de la ligne du quai d'Orsay de fermer complètement les orifices qui la mettent en communication avec la rivière.

C'est en effet grâce aux orifices pratiqués dans le mur de quai longeant la gare du quai d'Orsay que la cote 33.81 n'a pas été sensiblement dépassée dans cette gare; si ces orifices n'avaient pas existé et si les murs de quai avaient résisté, il y aurait eu 1 mètre d'eau environ de plus dans le vi^e arrondissement et sur la place du Havre.

Il y aurait eu en même temps 45 centimètres d'eau de plus dans le quartier des Grands-Augustins.

En outre, la sous-pression de 1,000 à 2,000 kilogrammes par mètre carré qui se serait produite sous le tablier du quai d'Orsay, en amont de la rue Solférino, aurait entraîné l'effondrement de ce tablier.

Enfin il n'est pas inutile de remarquer que, du pont d'Austerlitz au pont Solférino, le tunnel de la Compagnie d'Orléans a, grâce aux ouvertures qu'il présentait à l'aval, fonctionné comme tuyau de dégagement, particulièrement dans la section rétrécie de la rivière au droit de la Cité.

En terminant cette étude, nous ne saurions trop insister auprès de la Commission sur l'intérêt que présente toute solution susceptible d'améliorer l'écoulement des eaux dans Paris et de réduire ainsi les inconvénients du véritable barrage que forment immédiatement, en aval du confluent de la Seine et de la Marne, les ponts et quais de la Ville. A égalité de dépense, elle doit être adoptée de préférence à toute autre, car seule elle rétablit le régime naturel du fleuve, et ne peut dès lors, soulever aucune controverse au sujet du résultat à espérer, ni aucune réclamation relative à l'écoulement des eaux.

Nous regrettons que l'état actuel des rives de la Seine dans Paris ne nous ait pas permis d'aller plus loin dans cette voie; nous estimons toutefois qu'il est possible d'améliorer sérieusement la protection de la Ville contre les inondations par l'exécution du programme limité présenté et justifié dans le présent rapport, et qui se résume comme il suit :

1^o Travaux à exécuter.

Rectification de la rive gauche du petit bras de la Monnaie, entre les ponts de l'Archevêché et Saint-Michel; dégagement de ce bras par rescindement de banquettes du pont de l'Archevêché au pont Neuf; suppression d'estacades

et d'établissements flottants; allongement et abaissement du déversoir de la Monnaie ou même démolition de ce barrage et rescindement des banquettes aux abords; réfection des ponts de l'Archevêché, de la Tournelle, du pont au Double et du Petit-Pont..... 22,000,000^f

Rescindement et dragage du port de tirage des Tuileries;
suppression des estacades aux abords du pont de la Concorde. 400,000

Programme général d'exhaussement des quais..... 25,000,000

TOTAL..... 47,400,000

2° *Mesures à appliquer.*

Étude, par le Service de la navigation de la Seine et le Service municipal de la voirie, de dispositifs de fermeture des ouvertures pratiquées au niveau des quais et organisation préalable entre ces deux services d'un programme de fermeture de ces ouvertures en temps de crue.

En ce qui regarde la fermeture de tous les orifices au-dessous des quais, obligation pour tous les intéressés au profit de qui ces orifices ont été autorisés :

a) De prévoir, d'accord avec le Service de la navigation de la Seine, des appareils de fermeture offrant toutes garanties, exception étant seulement faite à l'égard des baies de la ligne du quai d'Orsay, au sujet de laquelle la question demeurera réservée jusqu'à production du programme de protection contre les crues de la Seine qu'il appartient à la Compagnie d'Orléans de présenter;

b) De s'assurer, par des manœuvres au moins annuelles et qui seront faites sous le contrôle du Service de la navigation de la Seine, que tous les appareils de fermeture fonctionnent normalement.

3° *Principes à observer.*

Le lit de la Seine sera, dans le plus bref délai possible, débarrassé des établissements flottants inutiles au Service de la navigation dans toutes les sections rétrécies, c'est-à-dire au droit de l'île Saint-Louis et de la Cité.

Aucun nouveau rétrécissement du lit majeur ne sera autorisé.

Des mesures seront prises par les Administrations compétentes pour débarrasser le plus possible, au moment des crues, les bas ports de la Seine des marchandises qui les encombrant.

Le dépôt des marchandises difficiles à déplacer ne sera autorisé que sur les points où elles doivent gêner le moins possible l'écoulement des eaux.

Nous estimons en outre qu'il conviendrait, pour améliorer les communications entre les deux rives de la Seine en temps d'inondation, de remplacer le pont des Arts par un ouvrage offrant plus de sécurité, et, tenant compte de ce que ce remplacement est compris au programme de travaux de 900 millions récemment voté par le Conseil municipal de Paris, de hâter le plus possible sur ce point la réalisation de ce programme.