

Denis Cœur

BARRAGES-RÉSERVOIRS ET CRUES DE LA SEINE

Une brève histoire de l'hydrologie
du xvii^e au xx^e siècle



éditions
Quæ

Denis Cœur

BARRAGES-RÉSERVOIRS ET CRUES DE LA SEINE

Une brève histoire de l'hydrologie
du XVII^e au XX^e siècle

Éditions Quæ

Dans la même thématique, aux éditions Quæ :

*Alerter la population face aux crues rapides.
Compréhension et évaluation d'un processus en mutation*
Johnny Douvinet, coll. Synthèses, 2020, 256 p.

Les inondations remarquables en France. Inventaire 2011 pour la directive Inondation
Michel Lang, Denis Cœur (coord.), 2014, 640 p.

Torrents et rivières de montagne. Dynamique et aménagement
Alain Recking, Didier Richard, Gérard Degoutte (coord.), coll. Savoir-faire, 2013, 336 p.

Les déversoirs sur digues fluviales
Gérard Degoutte (coord.), coll. Savoir-faire, 2012, 184 p.

*La plaine de Grenoble face aux inondations. Genèse d'une politique publique
du XVII^e au XX^e siècle*
Denis Cœur, 2008, 328 p.

Pour citer cet ouvrage :

Cœur D., 2024. *Barrages-réservoirs et crues de la Seine. Une brève histoire
de l'hydrologie du XVII^e au XX^e siècle*. Versailles, Éditions Quæ, 134 p.
DOI : 10.35690/978-2-7592-3876-7

En couverture : Photographie du pont de l'Alma le 23 janvier 1955
(Archives de Paris, 146 W 167).

PAPI de la Seine et de la Marne franciliennes. Étude historique sur les savoirs
hydrologiques du bassin de la Seine depuis 1500 et le classement des données
hydrométriques anciennes de l'EPTB Seine Grands Lacs.



Ce projet est cofinancé par le fonds
européen de développement régional



© Éditions Quæ, 2024
ISBN (papier) : 978-2-7592-3875-0
ISBN (PDF) : 978-2-7592-3876-7
ISBN (epub) : 978-2-7592-3877-4

Éditions Quæ
RD 10
78026 Versailles Cedex
www.quae.com
www.quae-open.com

Les versions numériques de cet ouvrage sont diffusées sous licence CC-by-NC-ND 4.0.



Sommaire

Préface	5
Introduction	7
Partie 1. Les premiers pas de l'hydrologie	11
▶ Des savoirs hydrométriques anciens associés à la navigation	11
▶ « La mesure des eaux fluviales »	14
Genèse de l'hydrométrie sur la Seine	15
Linéaments d'un savoir hydrologique constitué	20
<i>L'analyse de la variation des hauteurs : premiers pas de la connaissance du régime fluvial</i>	20
<i>La mesure des débits fluviaux : le bassin de la Seine, terrain d'innovation</i>	23
Premières enquêtes sur les périmètres inondés	26
<i>Les premières monographies d'inondation</i>	27
<i>Rapprocher les événements entre eux : l'approche diachronique</i>	29
Les projets de défense des villes contre les inondations	31
<i>Des canaux pour préserver Paris des inondations</i>	31
<i>Troyes et Nemours</i>	36
Partie 2. Une hydrologie entre science et territoire	41
▶ Le « modèle Belgrand » : un projet de savoirs	41
Le service hydrométrique du bassin de la Seine : un outil au service de la connaissance du régime fluvial	42
L'émergence d'une expertise sur les crues : quelle place pour les crues estivales ?	43
▶ La défense contre les inondations après 1850 : la lente métamorphose du dispositif hérité de la ville classique	51
1856 et 1910 : intervenir encore et toujours au cœur même de la ville	51
<i>Les barrages-réservoirs : une solution longtemps repoussée</i>	51
<i>Renforcer les réseaux hydrauliques naturels et artificiels au passage des cités</i>	54
<i>L'annonce des crues : alerter pour mieux se défendre</i>	55
Du régime naturel au régime artificiel : l'avènement des barrages-réservoirs	57
<i>Contrôler le régime de la Seine à l'heure de l'urbanisation : la quadrature du cercle ?</i>	57
<i>Les crues estivales de la Seine : un risque masqué</i>	60
Conclusion	65
Annexes	67
Bibliographie	92
Sources documentaires	95
Abréviations	133

Préface

Président de l'établissement public territorial de bassin (EPTB) Seine Grands Lacs depuis septembre 2021, mon étonnement est toujours aussi fort, quand, au fil des rencontres avec les élus de terrain, les partenaires et nos agents, je mesure l'importance de notre action publique, le niveau de compétences de nos équipes et, par ailleurs, la méconnaissance par le grand public de notre existence. Ce préambule me donne l'occasion de rappeler les principales actions de Seine Grands Lacs.

Tout d'abord, nos quatre lacs-réservoirs permettent d'écarter les crues de la Seine, de l'Aube, de la Marne et de l'Yonne, et de maintenir plus de la moitié du débit de la Seine à Paris l'été, plus encore à l'amont. Nous avons ainsi pu faire face sans difficulté aux différents extrêmes hydrologiques des dernières décennies, en particulier les étiages de 2018, de 2020 et de 2022. L'écarterement très efficace de la crue de janvier-février 2018 a limité de près de 70 cm la crue à Paris, évitant ainsi des dommages d'un montant d'une centaine de millions d'euros¹.

Le 13 octobre 2022, avec Christophe Béchu, ministre de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires et les élus du bassin, les travaux de construction du casier pilote de rétention des crues du projet d'aménagement Seine Bassée ont été officiellement lancés pour deux ans de chantier. Cofinancé avec l'aide de l'État et la Métropole du Grand Paris, ce cinquième ouvrage vient compléter l'action des lacs-réservoirs dont la réalisation a été décidée il y a un siècle très exactement, après des crises sévères d'inondations en 1910, en 1920 et en 1924 et la pire sécheresse lors de l'année 1921. L'histoire est en effet un éternel recommencement.

Au-delà des ouvrages, pour optimiser les capacités naturelles de stockage des eaux, Seine Grands Lacs soutient également depuis 2018 le développement des projets de restauration des zones d'expansion des crues (ZEC), passant de 10 projets en 2021 à plus de 150 projets identifiés à l'été 2024. Ces actions reposent sur la nécessaire solidarité de l'aval vers l'amont, et inversement, dans le but de rapprocher le monde urbain et rural, la profession agricole en premier lieu, et de protéger nos territoires et leurs habitants face aux risques d'inondation et de sécheresse.

Enfin, six programmes d'études préalables ou d'actions de prévention des inondations (PEP ou PAPI) sont coordonnés par nos équipes. Un deuxième PAPI de la Seine et de la Marne franciliennes 2023-2029 a vu le jour et rassemble 62 maîtres d'ouvrage au lieu de 20 dans le précédent. Ce PAPI est à ce jour le plus important de France en termes d'enjeux, de maîtres d'ouvrage et de budget.

C'est dans le cadre de ce dernier PAPI que le présent ouvrage a été réalisé.

1. Selon la Caisse centrale de réassurance.

Celui-ci retrace l'évolution de la prise en compte des inondations sur le bassin de la Seine depuis le xvii^e siècle, des innovations liées aux sciences hydrologiques et hydrométriques. Notre savoir actuel est en effet l'héritier de cette époque et du travail de grands savants comme Philippe Buache, François Arago ou Eugène Belgrand et de leurs successeurs qui ont compris le fonctionnement de la Seine en son bassin et inventé les formules et instruments qui ont depuis été perfectionnés et que nous utilisons actuellement. Nous ne pourrions pas agir aujourd'hui efficacement sans cette patiente construction de savoirs et de techniques accumulés au fil des quatre derniers siècles.

La question de la création de lacs-réservoirs ne s'est posée réellement qu'après les grandes crises d'inondations qui ont touché la France entre 1846 et 1866, presque concomitamment à une période très difficile de quinze années sèches de 1855 à 1870. C'est l'empereur Napoléon III qui a lancé l'étude de ces ouvrages partout en France et notamment sur le bassin de la Seine à partir de 1861 pour faire face aux problèmes liés aux excès et à la pénurie des eaux, déjà.

Je vous invite donc à parcourir cet ouvrage rédigé par l'historien Denis Cœur pour Seine Grands Lacs, qui vous permettra ainsi de retracer la trajectoire singulière de l'élaboration des savoirs séquanais depuis les années 1650, et de mesurer tout le parcours accompli depuis, pour la sécurisation de l'approvisionnement en eau et la limitation des inondations du bassin-versant de la Seine.

Bien cordialement à vous,

*Patrick Ollier, ancien ministre,
président de la Métropole du Grand Paris et président de Seine Grands Lacs.*

Introduction

Les crises environnementales actuelles mobilisent tous les acteurs de l'aménagement du territoire, ceux en charge de la gestion de la ressource en eau tout particulièrement. En la matière, les modèles sur lesquels ont été établis les systèmes techniques d'approvisionnement et de contrôle sont aujourd'hui réinterrogés au regard des mutations rapides introduites dans le grand cycle de l'eau par le changement climatique en cours.

Dans ce contexte, de nouveaux besoins d'expertise émergent. En particulier, la capacité pour les maîtres d'ouvrage à repositionner les situations actuelles dans les processus à moyen et à long terme qui les ont fait advenir, qu'ils relèvent du champ technique, scientifique, administratif ou encore politique. Un besoin d'histoire donc, mais d'une histoire particulière, celle qui, dans un même regard, associe ces différents registres. C'est la vocation de l'histoire environnementale, qui, pour ce faire, et parallèlement à l'espace académique, doit aussi être en capacité d'accompagner les acteurs du territoire au moyen d'une expertise adaptée. Sans renier pour cela sa compétence à interroger et à critiquer les sources, et tout en veillant à ce que la forme de restitution des contenus soit elle-même adaptée au public visé. C'est dans cet esprit que le présent ouvrage a été conçu.

Il est issu d'un rapport d'étude réalisé pour le compte de l'établissement public territorial de bassin Seine Grands Lacs (EPTB SGL) en 2021-2022. Lui-même s'inscrit dans une série d'enquêtes historiques sur les crues et inondations du bassin de la Seine en amont de Paris menées dans le cadre du programme d'actions de prévention des inondations (PAPI) de la Seine et de la Marne franciliennes. Enquêtes qui ont donné lieu à un ensemble de synthèses à destination du grand public².

Parallèlement, l'EPTB a souhaité approfondir la connaissance historique des crues estivales dans le cadre de la gestion du système hydraulique des lacs-réservoirs. Celui-ci repose sur quelques principes généraux au fondement même de sa mise en place à partir des années 1930. Premièrement, stocker et gérer durant la période des maxima pluviométriques (saison froide) les volumes utiles pour arriver à un niveau optimal des retenues à la fin du printemps, dans le but d'assurer la fourniture des volumes d'eau nécessaires aux différents usages (navigation, agriculture, industrie, tourisme...) pendant la période des minima pluviométriques (saison chaude). Deuxièmement, disposer, dans le même temps, d'une capacité de stockage spécifique réservée à l'écrêtement des crues afin de contribuer à la défense de Paris et son agglomération contre les inondations. Dans ce schéma, l'écrêtement s'inscrit principalement à l'intérieur de la phase de remplissage des retenues avec, pour la gestion des cotes d'eau, un optimum recherché en début de saison chaude. Moment où, parallèlement, les besoins d'écrêtement sont censés être les plus réduits.

2. Ces monographies sont consultables sur le site <https://www.seinegrandslacs.fr/episeine>.

Ce dispositif, rappelé ici de manière très sommaire, est aujourd'hui réinterrogé à la lumière de deux évolutions. D'une part, les contraintes de gestion des volumes stockés et délivrés sont de plus en plus serrées en lien avec les demandes, souvent contradictoires, exprimées par les différents usagers (i. e. maintien des lignes d'eau ou accroissement de la capacité d'accueil pour l'écrêtement des crues). D'autre part, au vu des conséquences que le changement climatique pourrait avoir sur la répartition annuelle des précipitations, avec un retour plus fréquent de phénomènes hydrométéorologiques remarquables au cours de la saison chaude, à l'instar des épisodes survenus en juin 2016 et en juillet 2021.

C'est dans ce contexte et pour conforter son expertise hydrologique que l'EPTB SGL a souhaité engager un travail de recherche historique spécifique dans deux directions et deux registres différents. Premièrement, expertiser et, éventuellement, enrichir la chronique et la description des grandes crues estivales survenues sur la Seine et ses affluents au cours des quatre derniers siècles. Les recherches menées en 2016-2017 par Emmanuel Garnier, historien, directeur de recherche au CNRS, ont permis d'avancer sur la question (cf. identification des crues de périodes chaudes et froides depuis 1500 ; expertise documentaire sur la crue exceptionnelle de juillet 1615) (Garnier, 2018). Une enquête complémentaire est envisagée sur cette thématique avec le Programme interdisciplinaire de recherches sur l'environnement PIREN-Seine. Le deuxième volet concerne l'histoire des savoirs hydrologiques et des projets de contrôle des crues sur le bassin amont de la Seine. Pour l'EPTB SGL, il s'agit plus particulièrement d'éclairer ici les raisons pour lesquelles les phénomènes estivaux, connus pourtant depuis longtemps par les acteurs, n'ont pas été mieux pris en compte dans les dispositifs de prévention et de gestion des inondations, et notamment dans le cadre du système des barrages-réservoirs déployé à partir des années 1930. C'est le résultat de cette recherche qui fait l'objet de la présente publication.

Pour répondre à cette question assez technique, et retracer en même temps les grandes étapes de la constitution des savoirs hydrologiques sur le bassin amont de la Seine, nous avons choisi la forme du récit. Sont abordés ainsi, en parallèle, les contextes administratifs et politiques, les questions liées aux techniques et procédés de mesure, la formalisation des données ainsi produites, la manière dont elles ont influé sur la connaissance des crues en particulier, et la manière aussi dont elles ont été ou non prises en compte dans la définition des projets d'aménagement du cours d'eau. La bibliographie est tenue sur le sujet en dehors de quelques travaux généraux d'histoire des sciences (Biswas, 1970 ; Caesperlein, 1975), ou de ceux consacrés à l'analyse historique des hauteurs de crues de la Seine au passage de Paris (Goubet, 1981 et 1997). Isabelle Backouche (2000) pose néanmoins les bases d'une véritable problématique historique au croisement du politique et des savoirs en identifiant clairement dans la seconde moitié du XVIII^e siècle « [...] l'émergence d'un nouveau cadre d'appréhension des relations entre le fleuve et la ville [...] [marqué par] le souci grandissant de se munir d'outils d'évaluation des crues [...] »³. Sans entrer dans le détail des données mobilisées dans cette entreprise, elle souligne leur rôle dans la lutte qui oppose, à cette époque, la Ville de Paris à l'État pour le « contrôle de la Seine » ; affrontement dans lequel l'administration des Ponts et Chaussées va occuper une place déterminante à travers le développement du service de la navigation. Analyses que viennent conforter celles de Frédéric Graber (2009) sur le rôle de ce corps technique dans l'émergence des grands projets hydrauliques urbains au tournant des XVIII^e et XIX^e siècles. Pour dresser ce panorama, nous avons investi les principaux fonds d'archives parisiens ainsi que quelques autres du bassin de la Seine⁴.

3. Backouche I., 2000 (réédition de 2016). *La trace du fleuve. La Seine et Paris 1750-1850*. Paris, EHESS, p. 99.

4. Pour plus de détails, on se reportera à la partie Sources documentaires.

Le plan de l'ouvrage est organisé chronologiquement en deux parties principales, chacune redécoupée ensuite par thèmes. La première revient plus particulièrement sur la genèse du savoir hydrologique et sur les premiers projets de contrôle des crues de la Seine. Il s'agit ici d'éclairer les linéaments de l'appréhension spatiale et temporelle des crues et plus généralement du cycle de l'eau. Au-delà des enjeux politiques, mais souvent en lien avec eux, et d'une manière plus générale, la Seine a été un terrain d'expérimentation et de découverte original dès le xvii^e siècle (cf. bilan hydrologique par Perrault, 1674). Cela est à mettre en rapport bien sûr avec les enjeux de Paris ville-capitale, centre politique, économique, administratif, où la question de la maîtrise des eaux, qu'elle concerne la navigation, l'approvisionnement en eau potable ou la défense contre les inondations, a été une des préoccupations constantes des édiles. Ce fut aussi un lieu où, parallèlement aux savoirs empiriques associés de longue date à la navigation, vont se constituer, à partir du milieu du xviii^e siècle, des savoirs spécifiques sur la connaissance de l'écoulement naturel des eaux et le régime fluvial, rejoignant en cela les expériences menées à l'étranger (Biswas, 1970 ; Frazier, 1974). La question du temps et de l'espace des écoulements fluviaux fait l'objet de premières représentations, de premiers débats techniques. Ce dont témoignent en France les premières publications de l'Académie des Sciences⁵ consacrées aux crues et inondations (Buache, Deparcieux, Prony), premiers pas de la science hydrologique.

La seconde partie aborde plus précisément la question des crues estivales et leur place dans la définition du régime général des crues de la Seine. La connaissance de ces phénomènes franchit une étape essentielle au cours de la seconde moitié du xix^e siècle, symbolisée par le personnage d'Eugène Belgrand. Avec lui, la production de données hydrométriques s'émancipe de la navigation, même si elle lui est toujours en partie dédiée, et de l'espace urbain. L'affirmation de la science hydrologique va inscrire définitivement l'analyse des crues dans une autre échelle spatiale, celle du bassin-versant, et dans une autre échelle temporelle, celle du cycle saisonnier d'écoulement des eaux. La formation des crues de la Seine, et par conséquent leur contrôle, est pensée désormais dans le cadre du régime naturel du fleuve et du jeu aléatoire des apports provenant des affluents. Dans ce nouveau cadre d'analyse, en dehors des champs d'expansion naturels, aucun aménagement d'origine humaine n'est, aux yeux des experts de l'époque, en capacité d'influencer notablement l'hydrogramme et la cinétique des grandes crues. Moment fondateur à plus d'un titre, nous y reviendrons, les principes énoncés par Belgrand en la matière vont constituer, au-delà du registre scientifique, une véritable doctrine et marquer les générations ultérieures d'ingénieurs dans leurs projets de contrôle des crues (endiguement ou écrêtement ?). Les dispositifs proposés par la Commission Picard après la crue de 1910 reprendront à leur compte cet héritage. La mise en place du système des barrages-réservoirs au tournant des années 1920-1930 introduit une inflexion, sinon une rupture par rapport à cette approche, tant sur le plan des représentations que sur celui de la gestion des crues à l'échelle du bassin de la Seine. Alors que, pour Belgrand et ses successeurs, le contrôle des hautes eaux saisonnières était avant tout dicté par le régime naturel de la rivière, c'est-à-dire principalement associé aux crues de saison froide, l'établissement des barrages-réservoirs et la problématique d'écrêtement marginal vont étendre la période critique de gestion jusque et y compris à la saison chaude. Mais, paradoxalement, cette dernière va peu ou pas être prise en considération par les décideurs, alors même que les enjeux exposés aux crues et inondations ne vont cesser de s'accroître au long du xx^e siècle.

5. Voir Sources documentaires, p. 120-121.

PARTIE 1

LES PREMIERS PAS DE L'HYDROLOGIE

En matière de savoirs hydrologiques, plusieurs étapes importantes sont franchies sur le bassin de la Seine entre le xvii^e siècle et la première moitié du xix^e siècle, qui marquent le passage de connaissances empiriques associées de longue date à la navigation aux premières observations et analyses à caractère scientifique.

► Des savoirs hydrométriques anciens associés à la navigation

Le suivi des variations du niveau de la Seine et de ses affluents existait dès le Moyen Âge, bien avant donc le développement d'une administration d'État dédiée. Les « commissaires des ports » de la ville de Paris effectuaient régulièrement des inspections le long de la Seine et de ses affluents, relevant l'état du lit de la rivière, les hauts- et les bas-fonds, les travaux à faire réaliser⁶. Leurs comptes-rendus réguliers fourmillent de détails à la fois sur les usages et usagers, sur l'état physique du cours d'eau, sur les ouvrages réalisés, et soulignent indirectement une connaissance fine de l'évolution de la rivière, des hauteurs d'eau atteintes et de l'impact des crues⁷ (**figure 1**). En ce qui concerne les installations utilisant la force hydraulique, comme les moulins, Raphaël Morera a montré combien l'empirisme prévalait au xviii^e siècle en matière d'évaluation des volumes utilisés (Morera, 2019).

Dans la ville même de Paris, ces savoirs empiriques sont aux mains des inspecteurs des égouts qui gèrent les effluents et l'écoulement des ruissellements urbains vers la Seine. Ils portent de ce fait une attention particulière aux variations du niveau du fleuve et seront, à partir de 1732, destinataires des observations hydrométriques journalières enregistrées

6. AN, H² 1881 — *Cahier des frais de voyage pour les visitations des rivières de Seine Marne Yonne Cure Cousin Blaise Saulx Ornin Oise et Ourque par Mr de Marchand et Mr Perot Pr du Roy* (15 octobre 1571).

7. AN, F¹⁴ 1210 — Procès-verbaux des visites des commissaires Louis-Noël Blanchet (26 juin-1^{er} juillet 1762) et Pierre Morel (septembre 1774).

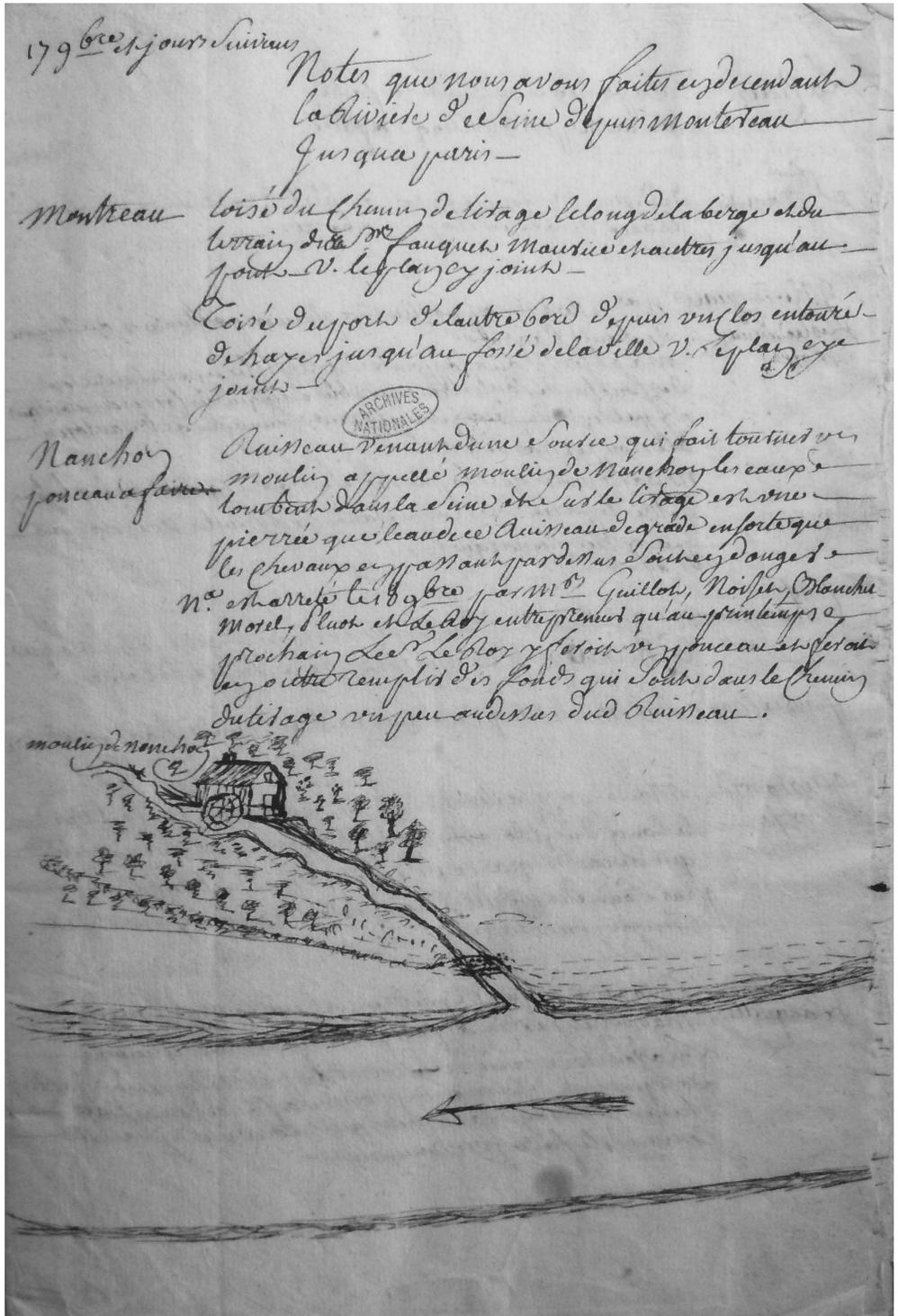


Figure 1. Extrait du procès-verbal de visite de la Seine entre Montreuil et Paris par les commissaires Guillemot, Noiset, Blanchet et Morel, novembre 1769 (Archives nationales, France, F¹⁴ 6749).

au pont de la Tournelle. Fins observateurs, ils font d'ailleurs très tôt le lien entre extension urbaine et débordements du réseau d'assainissement « [...] à cause de l'étendue des nouvelles rues et des bâtiments des faubourgs qui y portent les eaux, auparavant restant dans les marais et jardins [...] »⁸.

Une surveillance plus systématique du niveau des cours d'eau était assurée quotidiennement par les navigants et praticiens du fleuve eux-mêmes. Les témoignages écrits restent relativement rares, suggérant que ces savoirs et leur transmission relevaient principalement du registre oral. On en retrouve néanmoins, ici ou là, quelques évocations dans des documents administratifs ou techniques. L'enjeu était d'assurer la continuité des circulations tout au long de l'année en prenant en compte périodes de hautes et basses eaux, étiages et crues et situations locales de la rivière. Concrètement, les navigants « avalants » réglaient la charge de leur navire en fonction de la hauteur des eaux au passage des hauts-fonds et des ponts. À leur niveau, les arches marinières servaient de sites de référence. Le niveau de la rivière y était relevé régulièrement par des gardiens ou par les agents des compagnies de navigation (figure 2).

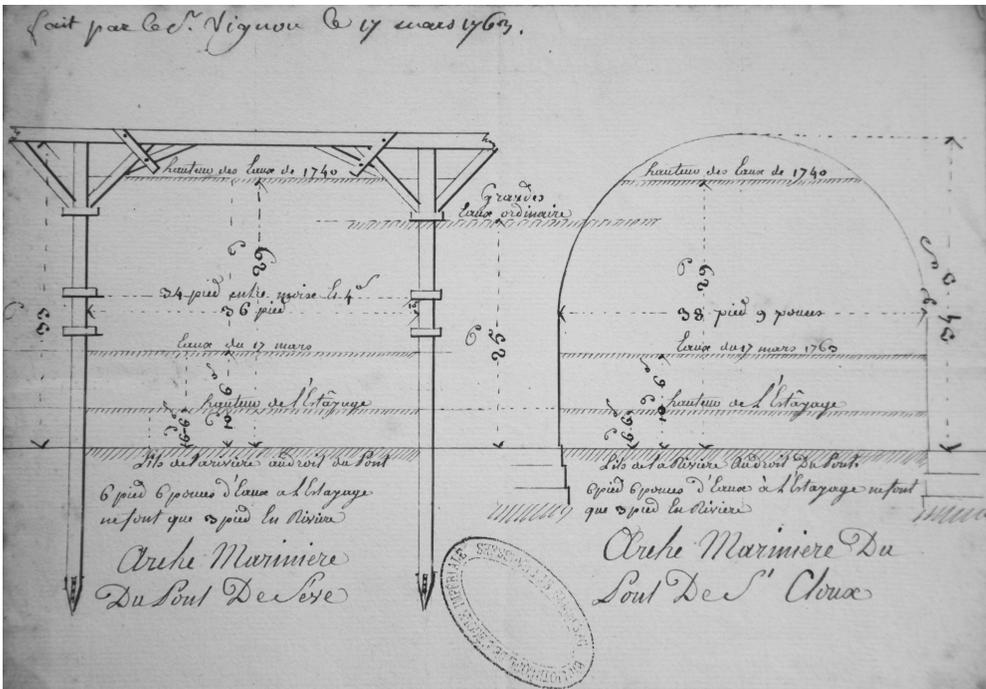


Figure 2. Profil d'une arche marinière avec cotes des maxima et minima, 1763 (BENPC, Collections de l'École nationale des Ponts et Chaussées, Ms 625 — Mémoire de Gaspard Riche de Prony).

Ces observations avaient avant tout des fins pratiques, elles ne donnaient lieu à aucun enregistrement normalisé et pérenne, comme le suggère cette note du service des coches d'eau qui constitua, à partir du XVII^e siècle, un véritable service public de transport des personnes par bateau sur la Seine et ses affluents.

« En janvier 1783 les coches d'Auxeres, Sens, Nogent, Montreau ne sont point partis depuis le 8 [janvier] jusqu'au 1^{er} février. La rivière ayant été pendant ce temps

8. AN, H² 2166 — Procès-verbal de visite des égouts de Paris (décembre 1784).

savoir le 9 janvier à 10 pieds, ensuite ayant crue jusqu'à 11, 12, 12 p[ieds] 4 p[ouces], et revenue à 10 p[ieds] 6 p[ouces] au 1^{er} février. Mais le coche de Corbeil a fait des voyages tant que la Seine ne couvrait pas la chaussée du petit Bonon [...]»⁹.

Ce qui n'empêchait pas ces professionnels de la rivière de disposer de repères durables, marques inscrites sur la pile d'un ouvrage, sur un rocher ou sur un moulin, indiquant par ce biais les hauteurs minimales ou maximales en deçà ou au-delà desquelles la navigation était impossible ou dangereuse (**annexe 1**). La création, en 1732, de l'échelle hydrométrique du pont de la Tournelle à Paris va marquer un tournant de ce point de vue, nous y reviendrons. À partir de cette date, les gens de rivière vont être les premiers à nommer les crues de la Seine dans Paris en fonction de leurs hauteurs : « grandes crues ordinaires » (5-6 m), « crues extraordinaires » (6-7 m) ou « crues exceptionnelles » (> 7 m)¹⁰.

Cette connaissance empirique des variations de niveau des cours d'eau a pu engendrer des dispositifs de contrôle parfois très sophistiqués. C'est le cas, par exemple, des éclusées. Sur l'Yonne, le procédé est utilisé de manière généralisée à partir des années 1620 pour assurer le flottage du bois entre le Morvan et la capitale¹¹. Tout un savoir se constitue ici au fil du temps sur les volumes d'eau nécessaires, sur le calcul des temps de remplissage des barrages — le plus souvent associés à des moulins —, sur la durée d'ouverture des pertuis, sur la hauteur efficace des lames d'eau ou encore sur la vitesse du transit amont-aval des maxima. Le système, longtemps contrôlé par les officiers de la prévôté de Paris et par les agents des compagnies de navigation, passe peu à peu, à partir de la seconde moitié du XVIII^e siècle, aux mains des agents de l'État (service navigation). La pratique des éclusées va dès lors être plus étroitement encadrée, avec des règlements spécifiques, tout en connaissant d'importantes améliorations techniques, avec la mise en place notamment des barrages mobiles à compter des années 1830 (**annexe 2**). Au même titre, l'approvisionnement en eau des canaux de navigation, dont le nombre s'accroît fortement entre 1750 et 1850, mobilisa d'abord une connaissance pratique très poussée des écoulements (recueil, conduite, stockage, régulation) avant d'intégrer au XVIII^e siècle les avancées théoriques de l'hydrodynamique (Bordes, 2005)¹².

► « La mesure des eaux fluviales »

C'est de fait principalement à des fins d'amélioration de la navigation que la mesure et l'enregistrement des hauteurs d'eau le long de la Seine et de ses affluents vont, dans un premier temps, se développer. Deux régimes de connaissance interfèrent dans ce processus. L'un, technique, renvoie aux dispositifs pratiques de mesure, l'autre, plus théorique, à celui de l'analyse des données ainsi produites. L'un et l'autre participent à la genèse de l'hydrologie fluviale au tournant des XVIII^e et XIX^e siècles. La mise en place d'échelles hydrométriques et d'observations régulières constitue un moment fondateur de cette histoire à partir des années 1730. Parallèlement, les progrès de la mécanique des fluides vont permettre d'évaluer débits et volumes. Au fil des décennies et des avancées techniques, un corpus de données se constitue peu à peu autour de la connaissance du « régime fluvial », en lien étroit avec les enjeux de la navigation mais aussi avec ceux des nouveaux besoins

9. AN, F¹⁴ 187^A — Note sur la circulation des coches d'eau sur la Seine amont, 1783.

10. Beaudoin Fr., 1993. *Paris sur Seine ville fluviale. Son histoire des origines à nos jours*. Paris, Éditions de la Martinière, p. 15.

11. AN, F¹⁴ 6785 — Rapport de l'ingénieur Chanoine (15 mars 1841).

12. Pinon P., 1986. Notes sur quelques ouvrages et chantiers, in *Un canal... des canaux...*, Catalogue de l'exposition tenue à Paris de mars à juin 1986. Paris, Caisse nationale des monuments historiques et des sites (CNMHS), ministère de la Culture, Paris, Picard, p. 186-193.

urbains et de ceux de l'industrie ou de l'agriculture. Le bassin de la Seine est, de ce point de vue, un terrain d'innovations.

Genèse de l'hydrométrie sur la Seine

Les plus anciens témoignages écrits relatifs à l'enregistrement régulier des hauteurs de la Seine datent du début du XVIII^e siècle. Auparavant, la documentation livre des données indirectes et très ponctuelles associées en général à des travaux sur ouvrages : ponts, quais, etc. (**figure 3**). L'installation, en 1732, de l'échelle hydrométrique du pont de la Tournelle à Paris, avec relevés quotidiens, marque un tournant. Selon le géographe français Numa Broc, son homologue académicien Philippe Buache aurait été à l'origine de cette échelle¹³. Mais elle naît plus vraisemblablement des circonstances et des besoins liés à la navigation qui avait été fortement affectée par les étiages sévères et prolongés associés à la sécheresse de 1719. Le zéro de l'échelle sera fixé au niveau des plus basses eaux de cette année-là¹⁴ (**annexe 3**). Le site s'avéra toutefois mal adapté pour la réalisation d'observations de qualité et on pensa, dès les années 1780, à le compléter par l'installation d'un « séquanomètre » à l'extrémité du cours la Reine¹⁵.

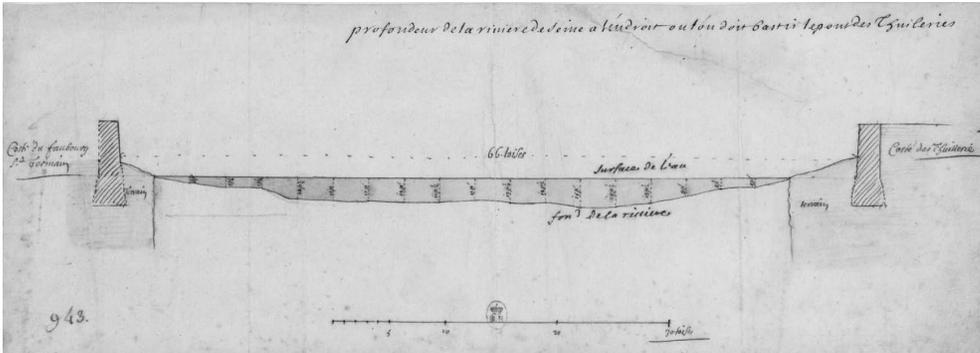


Figure 3. Profil de la Seine au droit du pont des Tuileries, 1685 (BnF, A 22738).

Malgré ce biais, les séries de mesures constituées au fil des ans vont, à partir de cette époque, nourrir les premières études sur le régime hydrologique du fleuve (voir *infra*, page 20 et suivantes). La voie ouverte par Riche de Prony sur le nivellement de la Seine est reprise au début du XIX^e siècle par l'ingénieur en chef Bralle en charge des travaux hydrauliques de Paris. Au printemps 1807, il réalise de nouvelles analyses.

« Les hauteurs des eaux de la Seine aux ponts de la Tournelle, des Tuileries et de la Concorde ont été scrupuleusement observées pendant les mois de mars, avril mai et juin [...] pendant laquelle la rivière a varié depuis 50 centimètres au-dessus du zéro de l'échelle du pont de la Tournelle, hauteur plus que suffisante pour avoir pu étudier tout ce qui intéresse la navigation [...]»¹⁶.

Il en déduit une variation moyenne des hauteurs aux ponts des Tuileries et de la Concorde comprises entre +0,60 à +1,00 m par rapport à celles de la Tournelle, les différences s'atténuant au-delà de 5 m. Le travail est répété aux divers ouvrages amont et aval

13. Broc N., 1971. Un géographe dans son siècle, Philippe Buache (1700-1773). *Dix-huitième siècle*, 3, p. 223-235.

14. BIF, Ms 7451.

15. BENPC, Ms 1625.

16. AN, F¹⁴ 598^B — Rapport de l'ingénieur Bralle (22 décembre 1807).

de Paris et complété par une série de sondages au passage des hauts- et bas-fonds pour s'assurer des hauteurs correspondantes. Il conclura sur la nécessité de relativiser les données de la Tournelle et de toujours tenir compte des conditions locales tant topographiques qu'hydrauliques.

« On se tromperait si on déterminait exactement la charge des bateaux, ou ce qu'ils pourraient tirer d'eau en pays haut dans les eaux moyennes et pleines, d'après l'accroissement qu'on aurait remarqué sur l'échelle du pont de la Tournelle [...] »

D'ailleurs Bralle reconnaît volontiers les limites techniques de ses observations : « J'aurais bien désiré pouvoir réunir dans un profil le résultat des diverses opérations [...] afin que d'un coup d'œil on eut pu en saisir facilement l'ensemble, mais après en avoir longtemps et inutilement cherché les moyens, faute d'un nivellement préalable du fond du lit de la rivière et d'une série d'observations faites toutes à la fois et à la même heure sur tous les points, [...] j'ai renoncé à mon premier projet et je me suis déterminé à ne faire usage que d'approximations qui m'ont paru plus que suffisantes pour diriger le chargement des bateaux [...] »¹⁷.

L'ingénieur convient en outre que les mariniers manquent d'informations précises et régulières sur la hauteur des eaux, « [...] j'ai en conséquence dressé un modèle de ces bulletins en même temps que celui du journal des crues et diminutions de la rivière. Je crois que pour rendre ces bulletins utiles à la navigation il devrait en être adressé journalièrement à tous les maîtres des ponts [...] »¹⁸ : linéament des futurs règlements des stations hydrométriques (**figure 4 et annexe 4**).

Le projet de nouvelles échelles sera repris à la fin de l'Empire avec le souci cette fois de faire aussi progresser la connaissance du régime fluvial. À l'époque, cinq échelles existent dans la traversée de Paris. Pertinentes en matière d'étiages, elles s'avèrent, selon les contemporains, inadaptées pour les crues.

« Ce qu'il est bien important de déterminer pour le service de la navigation dans la traversée de Paris, c'est de lever toute incertitude sur la possibilité du passage des bateaux sous les ponts [...] On verra qu'il ne peut y avoir de doute sur cette possibilité que dans le seul cas des crues [...] »¹⁹.

La pose de trois nouvelles échelles est alors envisagée, la première au pont d'Austerlitz, la deuxième au pont d'Iéna, la troisième au pont au Change. « Considérées dans le rapport de leur utilité pour la navigation [...] elles devront seulement indiquer, lors des crues, la possibilité de passage sous les ponts. » Le projet envisageait en outre qu'une deuxième échelle, accolée aux précédentes, indiquerait les conditions de circulation à l'amont et à l'aval de Paris. Dispositions qui, pour l'instant, restaient purement théoriques, faute d'observations suffisantes.

Et c'est là un des points novateurs proposés par les auteurs du rapport, les inspecteurs généraux des Ponts et Chaussées Lamandé, Liart et Sganzin. À savoir la mise en place d'un enregistrement pérenne des données hydrométriques dont l'objectif affiché viserait désormais plus largement l'amélioration des savoirs hydrologiques. Outre les trois échelles, deux « séquanomètres » sont ainsi prévus, l'un au pont des Arts, l'autre quai du

17. *Ibid.*

18. *Ibid.*

19. BENPC, Ms 2735 — « Rapport sur le projet d'établissement des échelles hydrométriques à différents points du cours de la Seine [...] » (18 juillet 1814).

du fleuve fait l'objet au début des années 1820 d'une enquête approfondie avec pose de 13 échelles, toutes calées sur le zéro de la Tournelle²² (figure 5). En ce début du XIX^e siècle, d'autres sites font l'objet d'investigations comparables le long du fleuve. On citera notamment les sondages réalisés lors de la démolition de la machine de Marly qui approvisionnait en eau le château de Versailles. Plusieurs campagnes de sondages ont ainsi cherché à connaître à l'époque les effets de sa suppression sur l'élévation des eaux au droit des hauts-fonds en période d'étiage²³.



Figure 5. Plan de situation des échelles hydrométriques dans la traversée de Paris, 1824 (BENPC, Collections de l'École nationale des Ponts et Chaussées, Ms 1873).

Les progrès de la mesure et de la représentation des données se poursuivent dans le cadre du renouveau de la navigation. Concrètement, on assiste à une multiplication des sites d'observation le long de la Seine, de l'Yonne et de la Marne après 1820. L'installation d'échelles hydrométriques reste associée en général à des aménagements préexistants — seuils, barrages, pertuis de moulins, écluses²⁴ (annexes 6 et 7). Mais leur double vocation est désormais bien établie. D'une part, servir localement à améliorer le pilotage des bateaux, et contribuer, d'autre part — mais c'est encore un objectif plus qu'une réalité —, à la connaissance du régime de la rivière, comme le rappelle en 1845 le chef du service spécial de la rivière Yonne.

« Des échelles métriques sont placées à l'amont et à l'aval de chaque barrage où elles servent pour guider dans les manœuvres et pour relever les hauteurs d'eau journalières de l'Yonne afin d'arriver à la connaissance la plus parfaite du régime de cette rivière et de ses variations dépendantes soit des causes naturelles, soit de l'exécution des travaux d'amélioration. D'autres sont placées dans le même but à chaque pont ou port important comme ceux d'Auxerre, Joigny, Villeneuve-le-Roi, Sens, Pont-sur-Yonne, etc., et dans d'autres points spéciaux de la rivière comme à Bassou et à Villevallier. Partout

22. BENPC, Ms 1873 — *Nivellement de la Seine dans l'intérieur de Paris. Établissement d'échelles* (ingénieur J. Monges, 27 janvier 1824).

23. BENPC, Ms 233, t. 15 — *Lettres de Bruyère sur les sondes faites sur la Seine entre Conflans et Paris* par M. Fleury (1808).

24. AD 10, S 1303 et AP 1353 W 2.