



Étude typologique des ponts de Loire de Montjean-sur-Loire (49) à Saint-Nazaire (44)

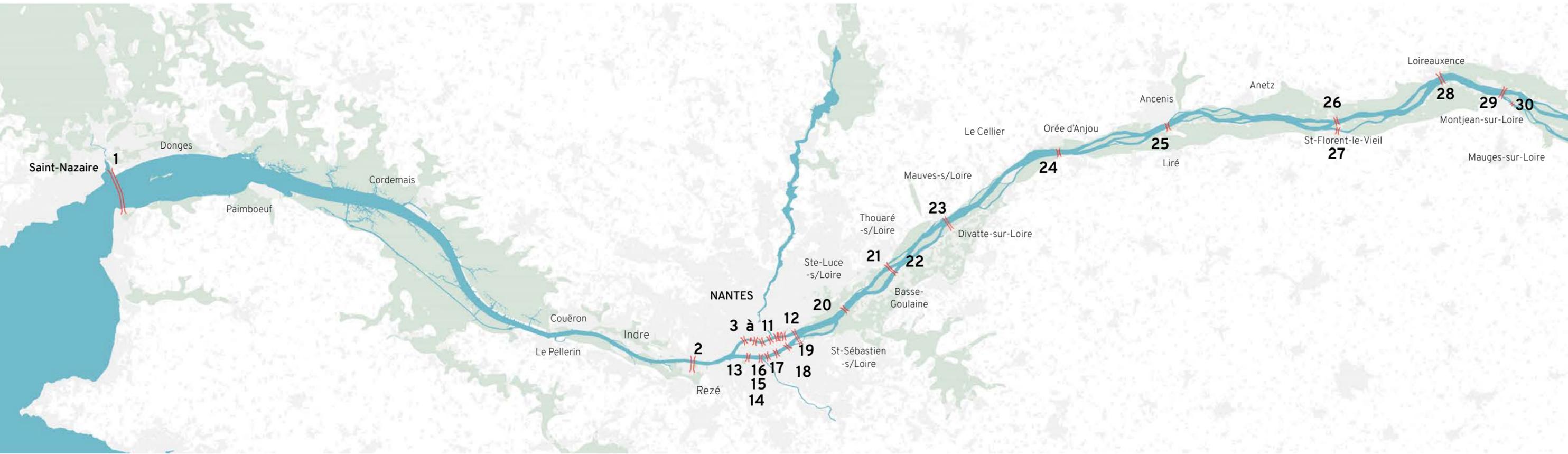
28 mars 2022 2:41

Suivi de l'étude :

DRAC / Valérie Gaudard, Philippe Charron, Anne-Françoise Hector, Solen Peron - DREAL / David Couzin - Mission Val de Loire / Bruno Marmiroli
Conservation du Patrimoine de Maine-et-Loire / Etienne Vacquet - Inventaire des Pays de la Loire / Frédéric Fournis - Archives de Maine-et-Loire / Elisabeth Verry
SRA / Jocelyn Martineau, Hélène Courty - CAUE 49 / Jean-Pierre Ducos - ENSAM Angers / Guillaume Grampeix - Pascale Gaucher - Phine Weeke Dottelonde
Jean-François Belhoste - Alain Nafilyan - Virginie Serna



Périmètre & liste des ponts concernés par la présente étude



L'ESTUAIRE

01. Pont de Saint-Nazaire, Pont à haubans, 1975

NANTES, LA LOIRE CANALISÉE

BRAS DE LA MADELEINE
BRAS DE PIRMIL

- 02. Pont de Cheviré, Pont à poutre-caisson mixte, 1991
- 03. Pont Anne-de-Bretagne, Pont à poutre-caisson BP, 1975
- 04. Passerelle Victor-Schoelcher, Pont à poutres mixte, 2001
- 05. Pont Haudaudine, Pont à poutre-caisson BP, 1979
- 06. Pont général-Audibert, Pont à poutre-caisson BP, 1989
- 07. Pont général-Audibert, Pont cantilever à poutres BA, 1927, 1945
- 08. Pont Aristide Briand, Pont à poutres mixte acier-béton, 1966
- 09. Pont Willy-Brandt, Pont à poutre-caisson BP, 1995
- 10. Pont Résal, Pont en arc BA-Acier, 1883, 1945
- 11. Pont Eric-Tabarly, Pont en haubans, 2011
- 12. Pont nord de la Vendée, Pont à voûte maçonnée, 1866, 1948
- 13. Pont des Trois-Continents, Pont à poutre-caisson BP, 1995
- 14. Pont ferroviaire de Pirmil, Pont à poutre-treillis acier, 1875, 1923
- 15. Pont de Pirmil, Pont cantilever à poutre treillis acier, 1926, 1947
- 16. Pont de Pirmil, Pont à poutre-caisson BP, 1986
- 17. Pont Georges-Clémenceau, Pont mixte acier-béton, 1966
- 18. Pont L.-Sédar-Senghor, Pont mixte acier-béton, 2010
- 19. Pont sud de la Vendée, Pont cantilever à poutres BA, 1948
- 20. Pont de Bellevue, Pont à poutre-caisson BP, 1970/1990

LA SECTION FLUVIALE

- 21. Pont sud de Thouaré, Pont à poutre-treillis métallique, 1882
- 22. Pont nord de Thouaré, Pont à poutre-treillis métallique, 1882
- 23. Pont de Mauves, Pont à poutre-treillis métallique, 1882, 2020
- 24. Pont de Champtoceaux, Pont à poutres BP, 1890, 1976
- 25. Pont suspendu d'Ancenis, Pont suspendu, 1953
- 26. Pont de Varades, Pont suspendu, 1954
- 27. Pont de Saint-Florent-le-Vieil, Pont à haubans, 1965
- 28. Pont d'Ingrandes-sur-Loire, Pont suspendu, 1868, 1922, 1948
- 29. Pont de Montjean-sur-Loire, Pont suspendu, 1850, 1949
- 30. Pont René-Trottier, Pont en treillis métallique, 1979



Contexte et objet de l'étude

Les ponts du Val de Loire constituent un motif particulièrement fort et emblématique du paysage et du territoire exceptionnel du Val de Loire, reconnu au niveau international, au moins sur son tronçon inscrit au patrimoine mondial, entre Chalonnes et Sully-sur-Loire.

Ce patrimoine ne doit pas être dégradé, mais au contraire, mis en valeur. Un prérequis à cela est de compiler la connaissance existante sur ce patrimoine et le cas échéant la compléter.

Pilotée par la DRAC (pôle patrimoine), cette étude est menée en concertation avec les différents acteurs liés à ces ouvrages : services de l'État concernés (DDT, CEREMA, DREAL, services d'archives nationaux comme les archives de l'armée, etc.), les services du Conseil départemental (service des routes, de la conservation départementale du Patrimoine, des archives), collectivités (maîtres d'ouvrage délégués), notamment.

Cette étude forme un complément de celle menée par la Conservation départementale du Patrimoine, en partenariat avec l'École nationale supérieure des Arts et Métiers (ENSAM), sur le tronçon Montsoreau - Chalonnes-sur-Loire.

L'étude porte sur la totalité des ponts construits sur la Loire (tous ses bras), en aval de Chalonnes-sur-Loire (pont de Chalonnes-sur-Loire exclu).

Elle a pour ambition d'améliorer la connaissance de ces ponts en :

- caractérisant les différents ponts depuis Chalonnes-sur-Loire (Maine-et-Loire) jusqu'à Saint-Nazaire (Loire-Atlantique), sur la base des critères suivants : architectural, archéologique, historique, histoire des techniques, paysager (vues vers le pont, depuis le pont) et du territoire.
- classant les ponts entre eux sur la base d'un ensemble de critères pertinent, à définir, dans le but de dégager d'éventuels corpus.

.... dans l'objectif :

- d'objectiver leur valeur, la faire connaître et reconnaître, notamment auprès des acteurs en lien avec ces ouvrages ;
- d'éclairer la question d'éventuelles protections au titre des Monuments historiques ou labellisations « Architecture contemporaine remarquable ».

La valeur d'authenticité (historique, architecturale) des ponts est analysée à la lumière de comparaison entre les documents d'archives et les observations des ouvrages actuels.

L'analyse ne se borne pas uniquement aux ponts pour eux-mêmes, mais les contextualise dans un paysage, un territoire (et son histoire) : selon leur datation, le choix de leur emplacement, les motifs de leur construction. Ces éléments sont intégrés aux fiches de manière détaillée (sur le périmètre d'étude), mais aussi synthétisés dans l'introduction historique du rapport, de manière générale.

*Extrait du Cahier des charges de l'étude,
DRAC Pays de la Loire, 2019.*

NOTA BENE :

Le terme Basse-Loire employé dans ce document se limite à l'ensemble du territoire de l'étude (bien que l'entité Basse-Loire remonte en aval jusqu'à la confluence de la Vienne).



SOMMAIRE

partie 1.

ÉVOLUTION DU LIT DU FLEUVE & DE SES FRANCHISSEMENTS

3

Introduction sur la Basse-Loire

5

Géographie et géomorphologie de la Basse-Loire

6

Aperçu chronologique des aménagements de la Basse-Loire

9

Etat des lieux de la recherche sur la Basse-Loire

en matière d'archéologie et d'histoire

12

Les sources exploitées pour la recherche sur la Basse-Loire

13

Chronologie de la recherche sur La Basse-Loire

15

A. L'estuaire de la Loire : de Saint-Nazaire à l'aval de Rezé

17

Connaissance des périodes antérieures au milieu du XVIII^e siècle

19

Les aménagements du lit de la Loire à partir de la moitié du XVIII^e siècle

22

Des traversées «mobiles» à la création du pont de Saint-Nazaire

27

Zoom sur les ports étudiés : St-Nazaire, Paimboeuf

21

B. Territoire de Rezé et Nantes

31

Physionomie du lit de la Loire sur les périodes antérieures à l'an mil

33

La ligne des ponts à Nantes au Moyen-Age

34

La ligne des ponts jusqu'au début du XIX^e siècle

36

Des ponts et des routes

37

Zoom sur les ports étudiés : Rezé, Nantes

41

C. De Thouaré-sur-Loire à l'aval de Chalonnes

43

Etat de la connaissance des périodes antérieures au XVIII^e siècle

46

Les aménagements à partir du début du XIX^e siècle

51

D. Cartes de synthèse

53

Evolution du lit du fleuve depuis la seconde moitié du XVIII^e siècle

55

Evolution du réseau routier depuis la seconde moitié du XVIII^e siècle

56

Evolution du réseau routier depuis 1860

57

partie 2.

CORPUS DES PONTS & TYPOLOGIE

59

A. Contexte géographique et historique

61

Répartition des ponts

62

Des contraintes géographiques et fluviales hétérogènes

63

Chronologie des ponts actuels

66

Évolution des techniques de construction des ponts depuis le XVIII^e siècle

68

Les premiers ponts «modernes»

68

Les ponts suspendus de première génération

69

Les ponts suspendus de seconde génération

69

Une nouvelle technicité pour les maçonneries

70

Le développement des ponts métalliques

70

Les ponts en béton armé

72

Les ponts en béton précontraint

72

La persistance du métal au XX^e siècle, mais associé au béton armé ou précontraint

73

B. Typologie des ponts

75

Rapport d'échelles

76

Chronologie des modes constructifs et des formes de ponts

77

Les ponts à voûte maçonnée

78

Les ponts en arc

80

Les pont suspendus à travées multiples

82

Les ponts suspendus à trois travées

84

Les ponts à poutres-treillis

86

Les ponts cantilevers

88

Les ponts mixtes

90

Les ponts à poutres-caissons

93

Les ponts à haubans

96

partie 3.

INTERET PATRIMONIAL ET VALORISATION

99

A. Valeur patrimoniale et critères de protection 101

Les critères de valeur pour un ouvrage d'art	103
Le corpus des ponts protégés	107
Ponts de Loire protégés	109

B. Authenticité et enjeux de mise en valeur 111

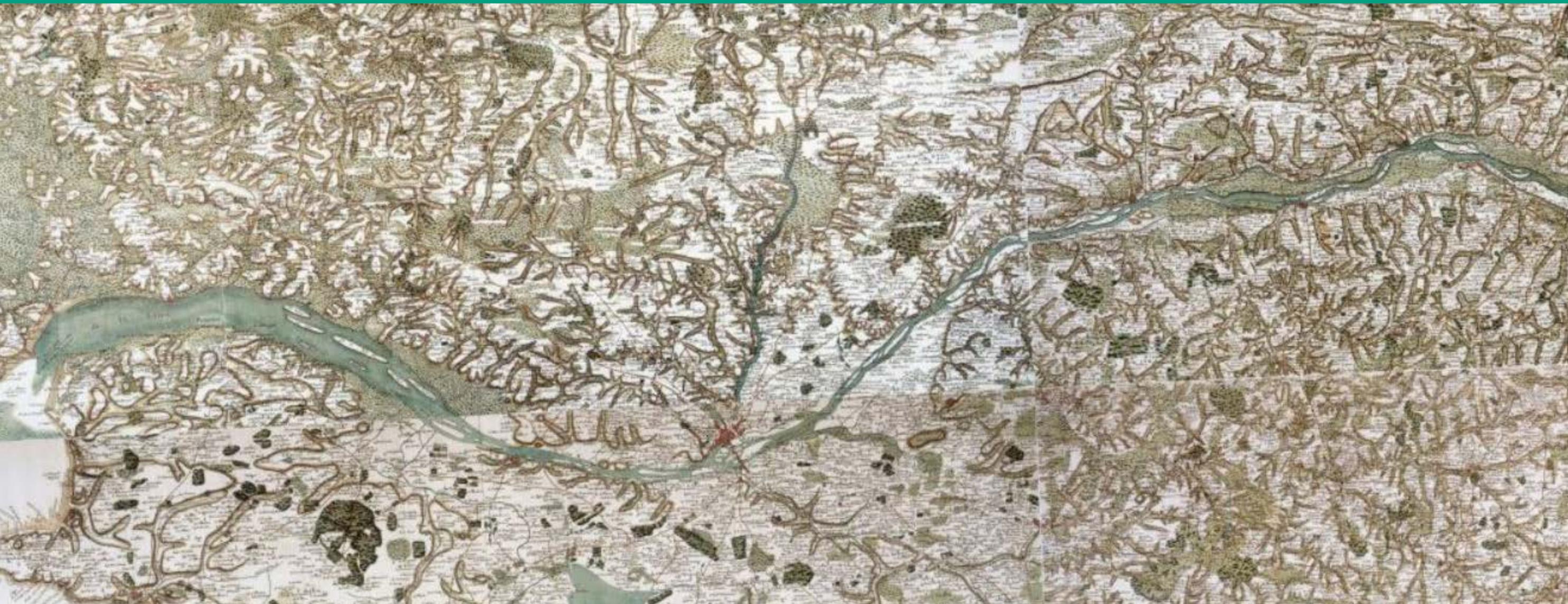
Un pont, des ponts : authenticité & stratification	113
Les enjeux de valorisation : réseaux, mobilier et voies de circulation	114
Les enjeux de valorisation : entrées de pont, signalétique, confortements structurels	115
Les enjeux de valorisation : concept architectural	116

C. Les ouvrages notables 117

Les ouvrages présentant un intérêt patrimonial	119
Les ponts de Pirmil et de la Madeleine,	
deux ouvrages emblématiques de l'entre-deux guerres	120
Ingrandes, dernière figure d'une typologie ligérienne	121
Montjean-sur-Loire, Ancenis, Varades une reconstruction ambitieuse	123
Les ponts suspendus protégés	125
Autres ouvrages à signaler pour leur intérêt	126

PARTIE 1.

ÉVOLUTION DU LIT DU FLEUVE & DE SES FRANCHISSEMENTS



Carte de Cassini, milieu du XVIII^e siècle. Source GEOPORTAIL



PARTIE 1.

APPROCHE MACRO DU TERRITOIRE

Archéologie et histoire de la Basse-Loire

Introduction sur la Basse-Loire



Cartographie de la Loire. GIP Estuaire Loire.



Géographie et Géomorphologie de la Basse-Loire



La Loire est le plus long fleuve de France. Avec ses 730 kilomètres, cette voie fluviale prend sa source au mont Gerbier-des-Joncs et se jette dans l'océan Atlantique à hauteur de Saint-Nazaire. Elle se qualifie dès l'Antiquité comme l'axe de communication au cœur du réseau commercial de France. Selon les géographes, la Loire se scinde en deux parties égales à Orléans : en amont se trouve la Haute-Loire, qui coule du sud vers le nord, en aval se situe la Loire moyenne et Basse orientée est-ouest. La Basse-Loire se partage en plusieurs parties selon son taux de salinité, les marées et le débit de l'écoulement de l'eau : le domaine maritime à l'est de Pornichet, l'estuaire jusqu'à Nantes, l'estuaire fluvial jusqu'à Ancenis et le fleuve au-delà.

Le fleuve et les berges sont sujets à l'occupation humaine par les nombreux transferts qui s'effectuent, échanges entre la mer et le fleuve ou bien entre le cours d'eau et la terre ferme. Toutefois, au Moyen Âge, cette limite naturelle est perçue en partie comme frontière entre le royaume de France et le duché de Bretagne à

partir du XII^e siècle. Par ailleurs, il faut souligner le rôle central de la Loire au cœur d'un réseau dense de voies de communication terrestres et fluviales (par ses nombreux affluents).

Les berges et le chenal de navigation de la Loire sont modelés par l'homme dès l'époque médiévale, moment où la volonté d'accélérer le commerce maritime se développe. Curages puis dragages du lit mineur, installation de ports, d'usines et de bases sous-marines, les limites du cours d'eau sont profondément modifiées. Parfois, les évolutions des rives ligériennes s'effectuent de façon naturelle : l'augmentation du tirant d'eau du chenal de navigation entraîne un affaissement du lit mineur et, par conséquent, un recul progressif des limites du cours d'eau. Alors, un envasement naturel est visible, notamment pour combler certains bras morts. Dans d'autres cas, les transformations sont bien plus destructrices, notamment lorsque des aménagements profonds sont entrepris, à l'image de l'implantation de la raffinerie de Donges en 1933 ou du creusement du bassin de Penhouët de Saint-Nazaire au XIX^e siècle.

Ce secteur d'étude comprend les 155 derniers kilomètres du fleuve et présente une multitude de zones très diverses géographiquement. A titre d'exemple, la largeur de navigation n'est pas la même sur toute la distance, surtout par la morphologie en entonnoir de l'estuaire. Sous le pont de Saint-Nazaire, elle atteint près de 2 400 m, à Nantes elle mesure 200 m, et à hauteur d'Ingrandes, les rives nord et sud sont séparées de 137 m. Un autre exemple significatif peut être celui du tirant d'eau. Ce dernier varie de 13 à 18 m pour Saint-Nazaire, entre 8 et 14 m pour Nantes, alors qu'au niveau d'Ingrandes, il s'établit entre 2 et 5 m. En outre, La Loire possède une pente faible avec un débit irrégulier et un estuaire étroit, par conséquent il se crée un réel envasement gênant la navigation, quelle qu'elle soit, qui devient conditionnée par les marées.

Mathilde Lagarde, La navigation médiévale de la Basse-Loire : de Guérande à Ingrandes, Master 2 de Recherche - Archéologie des sociétés et territoires, sous la direction de Jimmy Mouchard. Université de Nantes, 2014-2015.

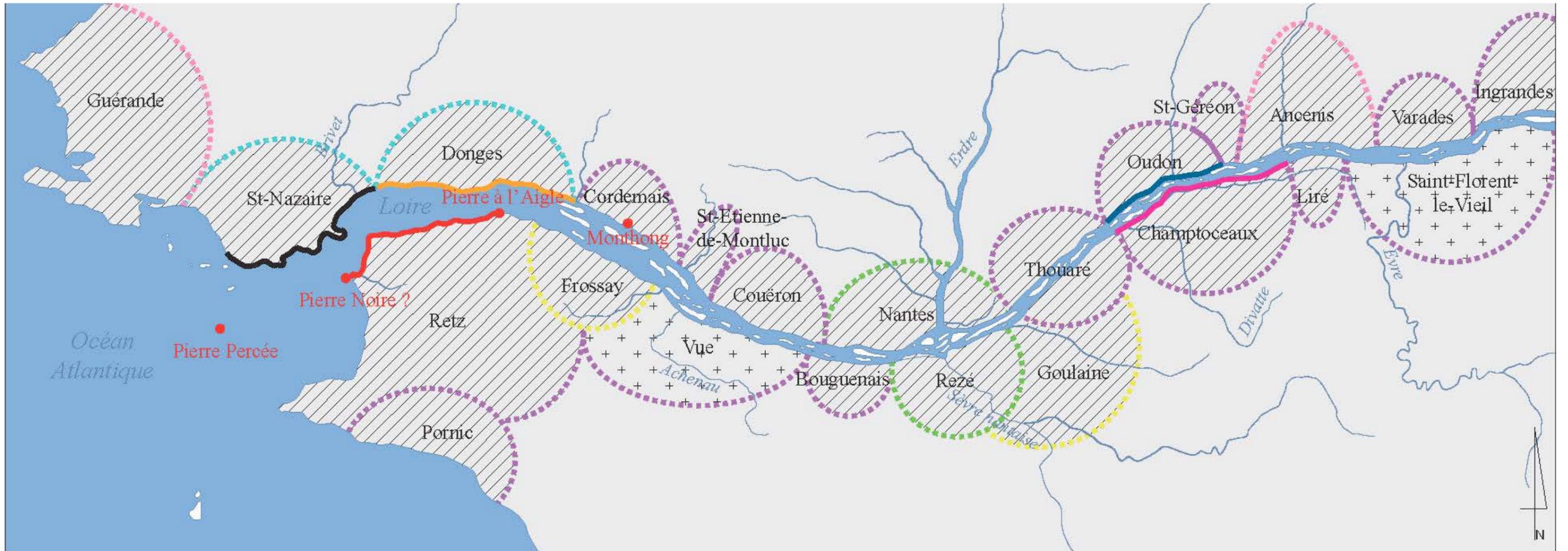


Légende		PORT ATTESTE ARCHÉOLOGIQUEMENT	PORT MENTIONNÉ DANS LES TEXTES
Vue	Nom d'agglomération	Port antique	Port du Haut Moyen Âge
Erdre	Nom de cours d'eau	Port du Bas Moyen Âge	Port du Moyen Âge Central

0 20 km

L'activité portuaire au Moyen-Age.

Mathilde Lagarde, *La navigation médiévale de la Basse-Loire : de Guérande à Ingrandes*, Master 2 de Recherche - Archéologie des sociétés et territoires, sous la direction de Jimmy Mouchard. Université de Nantes, 2014-2015.



Légende

Toponymie

Vue Nom des seigneuries

Erdre Nom de cours d'eau

Pierre Noire Nom d'indices géographiques

POUVOIR SEIGNEURIAL AU XVI^e SIÈCLE

Seigneurie laïque

Seigneurie ecclésiastique

Baronnie d'État

Marquisat

Compté

Vicompté

Châtellenie

DROIT DE BRIS EN 1550

Droit appartenant au seigneur de Saint-Nazaire

Droit appartenant au seigneur de Donges

Droit appartenant au seigneur de la Guerche

Droit appartenant au seigneur d'Oudon

Droit appartenant au seigneur de Champtoceaux

0 20 km

Réal. M. Lagarde
D'après : Carte de Bretagne de 1800 (Bnf GE C-1644)

Répartition du pouvoir seigneurial sur les rives du fleuve, au XVI^e siècle.

Mathilde Lagarde, *La navigation médiévale de la Basse-Loire : de Guérande à Ingrandes*, Master 2 de Recherche - Archéologie des sociétés et territoires, sous la direction de Jimmy Mouchard. Université de Nantes, 2014-2015.



Aperçu chronologique des aménagements de la Basse-Loire

Mathilde Lagarde, *La navigation médiévale de la Basse-Loire : de Guérande à Ingrandes*,
Master 2 de Recherche - Archéologie des sociétés et territoires, sous la direction de Jimmy Mouchard. Université de Nantes, 2014-2015.

La Loire a subi durant plusieurs siècles de nombreuses adaptations opérées par l'homme. Son lit mineur fut le plus affecté, mais le paysage de la vallée ligérienne a par la suite évolué en conséquence de ces modifications. Dans la mesure où une civilisation s'installe près d'un cours d'eau, celui-ci devient le centre de l'attention des hommes et se voit aussitôt aménagé au profit de sa future exploitation, que ce soit pour la navigation, pour l'artisanat, ou toute autre activité anthropique.

Époques médiévale et moderne

Une multitude de travaux divers ont lieu à l'époque médiévale et moderne. En premier lieu, il est nécessaire de nommer Saint Félix, évêque de Nantes au VI^e siècle, puisqu'il serait le précurseur des aménagements le long de la Loire, ainsi que du creusement du chenal de navigation. Peu d'informations ressortent réellement des archives et les mythes hagiographiques fleurissent durant le Haut Moyen Âge.

Pour la suite de l'époque médiévale, les traces d'aménagements parvenues jusqu'à nous sont rares, ou ne délivrent aucune information vérifiée. Cette rareté des documents peut s'expliquer par la pauvreté économique de la région jusqu'au XIII^e siècle. Seuls les aménagements de la ville de Nantes sont relayés dans les sources manuscrites à partir du XII^e siècle. Ceux-ci retracent la construction d'une série de ponts, traversant le cours d'eau, mais également la création de deux ports par Pierre de Mauclerc en 1213, de part et d'autre du château des Ducs de Bretagne : le port Richebourg et le port Maillard. Pour les autres communes bordant la voie fluviale, les informations demeurent extrêmement rares.

Dès le début du XIV^e siècle, des travaux d'approfondissement du chenal de la Loire maritime sont entamés, sous la responsabilité du duc de Bretagne Jean IV. Durant la même période, s'établit la «Communauté des Marchands fréquentant la rivière de Loire et les affluents en Icelle». Cette dernière est créée dans le but d'entretenir le cours du fleuve afin d'obtenir une bonne navigabilité, leur

activité persiste jusqu'à la fin du XVIII^e siècle.

Les époques médiévale et moderne sont également caractérisées par le développement de turcies, en bois et en terre, édifiées pour protéger les terres de cultures de l'érosion. Toutefois, des transformations naturelles découlent de ces installations anthropiques. En effet, l'envasement des bras secondaires de la Loire ainsi que le déplacement du bouchon vaseux sont perceptibles. Pareillement, les XVI^e, XVII^e et XVIII^e siècles sont marqués par les dévastations dues aux crues, dégâts amplifiés par la construction de digues.

Les travaux accomplis en Loire sont ininterrompus pendant une dizaine de siècles et révèlent l'incapacité de l'Homme à dominer le fleuve.

XIX^e siècle

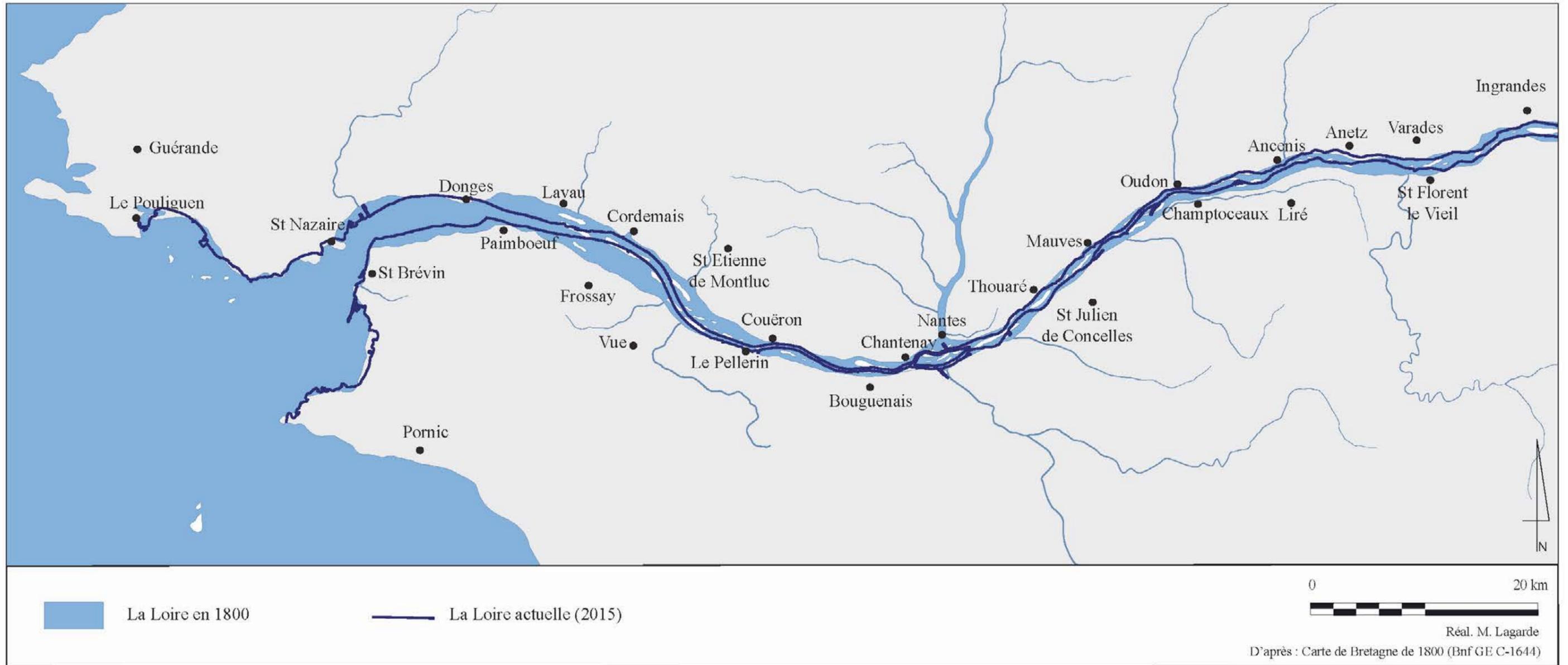
Ce n'est qu'à partir du XIX^e siècle qu'une volonté de corriger le cours d'eau est visible, notamment par la modification en profondeur de celui-ci. L'apparition de moyens matériels et techniques nouveaux permet la maîtrise et l'aménagement de l'estuaire. À la suite de constructions de digues et de barrages, vers 1875, les faux-bras de la Loire s'envasent presque tous pour ne laisser que le chenal principal. La section fluviale, en amont de Nantes, s'approfondit alors que la partie intermédiaire de l'estuaire brasse une quantité de sédiments fins beaucoup plus importante.

Après de nombreux débats autour de l'endiguement, un tournant dans les méthodes favorise le curage du fleuve plutôt que l'installation de digues. Pour pallier le manque de profondeur de la Loire, trois grandes périodes de dragages se distinguent : la première entre 1870 et 1876 pour une utilisation d'entretien, puis de 1877 à 1891 une série de dragages plus importants est réalisée, permettant de creuser le chenal jusqu'à 4,80 m. Enfin, des curages sont répétés jusqu'à obtenir en 1899 une profondeur de 6,27 m. Bien que ces travaux se situent en décalage avec les aménagements anciens, le problème de l'évacuation des déchets curés se pose.

À la fin du XIX^e siècle, lors du développement du chemin de fer en France, de nombreux débats surgissent quant à l'utilisation des voies fluviales. Dans la volonté d'assurer la vie économique de l'estuaire de la Loire, ainsi que des ports adjacents, la création du canal de la Martinière est décidée. Ce dernier apporte un doublement de la capacité de charge des bateaux arrivant au port de Nantes qui, en 1898, atteint un million de tonnes. Pourtant, ce canal ne peut rendre les services attendus, et devient très vite inutilisable. Devant l'insuccès de multiples ouvrages, la solution de l'ouverture d'un lit unique est choisie à l'occasion du programme Baudin en 1903. Ainsi, la création d'un estuaire, quasi artificiel, largement ouvert sur l'océan et se prolongeant le plus possible en amont, permet d'obtenir l'apparence actuelle de ce dernier. Dans l'idée de maintenir un trafic important pour le port nantais, la majorité des efforts sont concentrés sur le secteur Donges-Nantes.

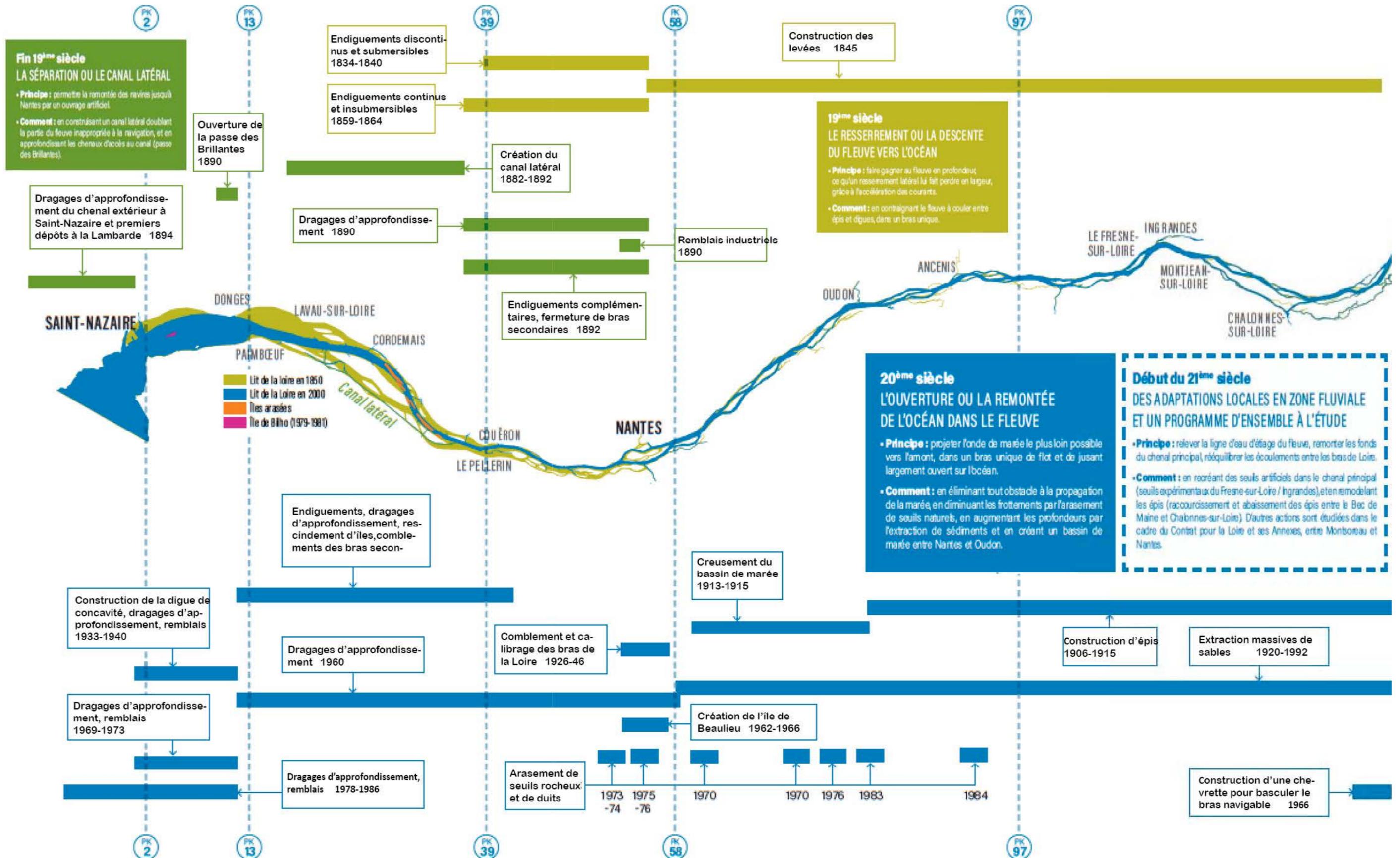
XX^e siècle

Le début du XX^e siècle est rythmé par la construction massive des villes le long du fleuve. Habitats, usines, entrepôts, dépôts militaires sont créés, proches des voies de communications efficaces, à savoir le chemin de fer et la Loire. Toutefois, les investissements réalisés dans les agglomérations aident à l'amélioration générale des équipements portuaires : les quais sont bétonnés, les bassins portuaires sont élargis. Cependant, le siècle dernier est meurtri par les Guerres mondiales, destructrices par nature. En 1941, la ville de Saint-Nazaire est détruite de moitié par les Allemands, puis les bombardements anglais et américains, visant les bases sous-marines allemandes et les chantiers navals, détruisent 85 % de la ville, en 1944. Nantes, Donges et Le Pellerin sont également touchées. La destruction des berges, le creusement du cours d'eau et l'implantation d'infrastructures se sont réalisés sans contrôle patrimonial. Par conséquent, des vestiges, notamment des épaves et des ports médiévaux, ont pu être détruits, sans que cela n'ait été signalé.



Superposition des tracés de la Loire du XVIII^e siècle à ceux d'aujourd'hui.

Mathilde Lagarde, *La navigation médiévale de la Basse-Loire : de Guérande à Ingrandes*, Master 2 de Recherche - Archéologie des sociétés et territoires, sous la direction de Jimmy Mouchard. Université de Nantes, 2014-2015.



Les aménagements du fleuve depuis le XIX^e siècle.
Extrait de l'exposition «L'essentiel sur la Loire», GIP Estuaire Loire.



Etat des lieux de la recherche sur la Basse-Loire en matière d'archéologie et d'histoire

A partir de
l'étude documentaire du potentiel archéologique de la Loire
entre Montjean-sur-Loire/Ingrandes et Champtoceaux/Oudon
sous la direction de Rémy Arthuis - INRAP Grand Ouest, février 2019.

Des initiatives dispersées aux Programmes de recherche collectifs

Le mythe d'une Loire « dernier fleuve sauvage d'Europe » a longtemps contribué à la sous-estimation du potentiel archéologique conservé dans son lit, comme en témoignent les écrits des antiquaires et premiers archéologues. Il faut attendre le XIX^e siècle pour voir fleurir les premières publications reposant sur l'observation des vestiges, mais aussi l'évolution du tracé du fleuve et de ses affluents, à l'image des investigations de Léon Maître.

Le milieu du XX^e siècle, en raison de la conjugaison de cette anthropisation et de modifications de l'hydrologie du fleuve (approfondissement du lit mineur, érosion,...) est le théâtre d'un nouveau cycle de découvertes. En 1949, la découverte de deux digues médiévales à Ancenis fait l'objet d'un traitement médiatique qui témoigne d'une prise de conscience de l'existence de ce patrimoine immergé.

A partir des années 1990, le renouvellement des connaissances n'est plus soumis aux aléas des découvertes fortuites, mais est le fruit d'une recherche se structurant progressivement.

Trois exemples pour preuve :

1/ Suite aux repérages réalisés par l'écomusée de Montjean Loire Angevine dans le cadre de la croisière d'observation de la Loire, « La Montjeannaise », une campagne de prospection-inventaire diachronique est lancée depuis l'aval d'Ancenis à l'île de Chalennes (prolongée jusqu'au grand bras de St-Georges) avec le soutien du SRA en 1992, sous la direction de Xavier Fehrnbach. Les conclusions de cette étude mettent l'accent sur la nécessité d'avoir une

vision d'ensemble du fleuve et la mise en œuvre d'une approche pluridisciplinaire permettant d'aborder les différentes composantes de ce milieu.

2/ En 1993-95, sur l'initiative de l'Association pour la recherche de la région ancennienne (ARRA), une étude sous la responsabilité scientifique de Loïc Menanteau organise une campagne de prospection au-delà du lit mineur sur un périmètre géographique qui a subi de nombreuses destructions partielles. Basée sur un bilan documentaire et une campagne de prospection aérienne, cette étude s'inscrit dans une perspective géoarchéologique et interroge l'évolution du cours d'eau dans le temps.

3/ En 1994-96, sous l'impulsion de Philippe Cayla, de nouvelles investigations sont menées dans un premier temps sur le site du Grand Aireau où une batterie de trois épis médiévaux ont été mis au jour ainsi que l'épave « d'un grand bateau de Loire à enchêne monoxyle ». L'élargissement du secteur d'étude a ensuite permis le relevé d'une dizaine d'ouvrages dans le lit de la Loire, entre l'amont de Chalennes et Ingrandes.

Les périodes d'étiage de plus en plus prononcées auxquelles doit faire face le fleuve et l'augmentation du nombre d'aménagements concernant le réseau hydrographique ligérien offrent aux archéologues l'accès à de nouveaux gisements.

Pour réunir les chercheurs à l'initiative d'investigations jusqu'alors sous une forme dispersée, la recherche archéologique en Basse-Loire se structure autour d'un groupe de recherches en 2003 intervenant dans le secteur Varades/Le Marillais. Très rapidement, d'importantes opérations réalisées en contexte préventif comme

en contexte programmé, à l'image de la fouille pluriannuelle débutant sur le quartier de Saint-Lupien à Rezé. En 2006, la commission interrégionale de la recherche archéologique (CIRA) préconise un cadre pérenne et structuré pour inscrire ces initiatives ; c'est ainsi qu'est mis en place le premier Programme Collectif de Recherches à l'initiative du SRA des Pays de la Loire.

Sous la direction d'Anne De Saulce, ce PCR s'intitule « Des Ponts-de-Cé à l'Estuaire : interactions Homme / Milieu de la Loire et de ses affluents ». Il privilégie deux fenêtres d'étude, Nantes/Rezé et la Loire fluviale dans le secteur d'Ancenis, et répond à un triple objectif :

- Contribuer à la meilleure connaissance de l'évolution paléogéographique des vallées de la Loire et de ses affluents, en distinguant les phénomènes naturels et anthropiques,
- Anticiper l'érosion et la destruction des sites archéologiques, et ainsi étudier les plus fragiles et les plus menacés,
- Coordonner la recherche des bénévoles et des professionnels de l'archéologie.

Le second PCR démarre à partir de 2011 sous la direction de Rémy Arthuis, il s'intitule : « Archéologie fluviale et environnements holocènes des vallées de la Loire et ses affluents en Pays nantais ». En 2013, un groupe de recherche en archéologie fluviale se met en place dans le giron de l'Université de Nantes, suivi de la création en 2017, d'une association loi 1901 baptisée GRAF'O (Groupe de recherches en archéologie fluviale de l'ouest).

Il faut enfin citer les travaux de deux étudiants en 2015 : Mathilde Lagarde qui s'intéresse à la navigation ligérienne, et Pierre Fernandez qui s'intéresse à la meunerie hydraulique en Basse-Loire.



Les sources exploitées pour la recherche sur la Basse-Loire

*A partir de
l'étude documentaire du potentiel archéologique de la Loire
entre Montjean-sur-Loire/Ingrandes et Champtoceaux/Oudon
sous la direction de Rémy Arthuis - INRAP Grand Ouest, février 2019.*

Les cartes de Loire

Pour les périodes anciennes, il est impossible à l'heure actuelle d'appréhender par ce prisme la topographie du cours d'eau, puisqu'il faut attendre le XVII^e siècle pour rencontrer les premiers témoignages d'une précision suffisante.

Le plus ancien des documents à disposition est la carte d'arpentage réalisée en 1665 par Ambroise Grion, entre Ingrandes et Paimboeuf. Bien que le tracé soit peu précis, la représentation met l'accent sur la multitude d'îles, brièvement décrites dans un encart. Si la carte n'apporte pas de précision suffisante sur la géométrie des lieux, elle constitue toutefois une identification assez précise de chacune des îles. Cette identification sera confirmée par les écrits de Dubuisson-Aubenay au XVII^e siècle et Goubert en 1725 sur Nantes.

Les représentations iconographiques de la Loire se multiplient à compter de la fin du XVII^e siècle. Louis Boudan réalise notamment une série de dessins à la charnière des XVII^e et XVIII^e siècles, lors d'un tour de France au cours duquel il fait étape à Ancenis, Champtoceaux, Ingrandes, Oudon, Saint-Florent-le-Vieil et Montjean-sur-Loire. Ces illustrations témoignent des aménagements portuaires, de lieux de collecte de taxes et d'activités de meuneries, mais aussi de la navigation dans ses composantes matérielles.

Nantes et sa « ligne de ponts » bénéficient de relevés cartographiques assez nombreux tout au long du XVIII^e siècle (Bounin 1712, De Fer 1716, Cacault 1756-57, Lerouge 1766). Pour le reste du territoire, la carte réalisée par Jean-Antoine Bonvoux en 1766 permet de connaître les chenaux navigables et de mesurer l'étendue des atterrissements sableux, sans pour autant, là encore, en rapporter une géométrie précise.

Au XVIII^e siècle, la carte de Cassini qui a recours à la triangulation

affiche une homogénéité graphique sur l'ensemble de l'hexagone et une richesse toponymique nouvelle, toutefois la représentation du relief et du paysage y demeure très imprécise.

Au cours du XIX^e siècle, la cartographie du territoire est au centre de toutes les attentions, notamment militaires ; la carte d'État Major qui renseigne l'ensemble du pays apporte alors une représentation normalisée du relief permettant sa perception relativement précise.

En 1850, la carte de Coumes constitue un recueil de cartes centrées sur la Loire réalisées dans l'objectif de répondre notamment à la problématique de gestion des crues. Très descriptive et précise, ce document apporte les informations nécessaires à une réflexion sur les inondations de la Loire entre les communes de Vorey (Haute-Loire) et Saint-Nazaire. Elle représente ainsi les obstacles à l'écoulement des eaux parmi lesquels figure de très nombreux ouvrages fluviaux : chemin de halage, levées, duits,...

De même, les plans cadastraux des communes riveraines de Loire (dits cadastre napoléonien) réalisés dans la première moitié du XIX^e siècle présentent l'intérêt de figurer de façon précise le tracé du fleuve avant la construction des différentes levées et apportent ainsi des informations sur les états antérieurs de l'hydrographie de la Loire que l'on retrouve généralement dans la géométrie et l'évolution des parcellaires.

Enfin, la carte topographique au 1/25 000 dressée par l'Institut national de l'information géographique (IGN) en 2012 et révisée en 2016 donne un état actuel des composantes du paysage et comporte des informations toponymiques qui renseignent l'anthropisation ancienne du fleuve et sa paléogéographie : coteau, boire, dépression, prairie inondable, île,...

Les archives départementales du Maine-et-Loire et de la Loire-Atlantique

Chercheur à l'Inventaire, Christian Cussonneau, au cours des années 1990 et 2000, a mené une enquête sur la meunerie hydraulique ligérienne en Anjou, dont les résultats sont publiés au sein de la revue Archives d'Anjou. Les sources proviennent essentiellement des archives départementales du Maine-et-Loire même si d'autres sources ont été consultées (Archives nationales de France, musée Condé de Chantilly). Il s'agit surtout de sources textuelles, iconographiques et planimétriques du second Moyen-Age et de l'Époque moderne, qui révèle une anthropisation du fleuve jusqu'alors sous-évaluée. Aucune information sur les périodes antérieures au XI^e siècle.

Cette thématique de l'anthropisation de la Loire aux périodes médiévales et modernes retient quelques années plus tard l'attention d'Emmanuelle Miéjac. Dans la continuité de l'étude documentaire commandée par le Service régional de l'Archéologie sur la boire Torse (2005), un inventaire portant sur les ouvrages liés à l'exploitation du fleuve est lancé sur la base d'un travail d'archives important. Ce travail déboucha sur la mise au jour de nombreux actes, dont ceux relatifs aux possessions de l'abbaye de Saint-Florent-le-Vieil, qui témoignent d'une exploitation intensive du fleuve à la toute fin du Moyen-Age et à l'Époque Moderne sur une portion réduite du fleuve, entre Anetz et Montrelais.

Plus récemment, Mathilde Lagarde entreprend de dresser un état des lieux des connaissances sur la navigation ligérienne, notamment entre Ingrandes et Oudon. Dans ce cadre, un dépouillement exhaustif des archives départementales de Loire-Atlantique a été réalisé, avec des documents principalement relatifs au second Moyen-Age.



Les sources exploitées pour la recherche sur la Basse-Loire (suite)

*A partir de
l'étude documentaire du potentiel archéologique de la Loire
entre Montjean-sur-Loire/Ingrandes et Champtoceaux/Oudon
sous la direction de Rémy Arthuis - INRAP Grand Ouest, février 2019.*

Les sources iconographiques exploitées dans l'étude de Mathilde Lagarde renseignent sur la place importante du fleuve dans les sociétés passées. Assez rares durant l'époque médiévale, ces représentations se multiplient à partir de la fin du XVII^e siècle, avec en particulier, la série de dessins par Louis Boudan datant de la charnière des XVII^e et XVIII^e siècles, réalisés lors d'un tour de France au cours duquel il fait étape dans les villes d'Ancenis, de Champtoceaux, d'Ingrandes, d'Oudon, de Saint-Florent-le-Vieil et de Montjean-sur-Loire. Ces illustrations sont toutefois à interpréter avec prudence, compte tenu de leur caractère subjectif.

Fort de cette première connaissance, en 2019, l'étude documentaire du potentiel archéologique de la Loire entre Montjean-sur-Loire/Ingrandes et Champtoceaux/Oudon menée sous la direction de Rémy Arthuis, vise non pas à un dépouillement exhaustif mais à des recherches ciblées, en privilégiant la source des archives départementales de Maine-et-Loire, jusqu'ici peu exploitées (à l'exception des sources modernes et des documents traitant de l'activité de meunerie).

Le travail a porté sur le dépouillement des séries E, 1E et H consacrées aux comptes et possessions des seigneuries, familles et communautés d'habitants et corporations, ainsi qu'aux titres féodaux et aux actes du clergé régulier. Les documents renseignent sur la paléogéographie ligérienne (îles, boires, canaux) et témoignent de la présence d'aménagements fluviaux tels que les écluses, les moulins à eau, les aménagements portuaires, les pêcheries, les bacs et les péages.

Les archives des Ponts et Chaussées

Les services des Ponts et Chaussées assurent, à partir du XIX^e siècle, la gestion du domaine fluvial. Les archives de ce service,

peu étudiées jusqu'alors et conservées aux archives départementales de Loire-Atlantique et du Maine-et-Loire, ont fait l'objet d'un dépouillement exhaustif dans le cadre de l'étude documentaire dirigée par Rémy Arthuis et renseignent sur la configuration des cours d'eau, sur les aménagements qu'ils accueillent et sur les travaux dont ils ont fait l'objet (série S).

L'imagerie et les photographies aériennes

La Loire a bénéficié d'une importante couverture-image, dont les clichés photographiques et numériques (sonar, LIDAR) sont un support de photo-interprétation qui permet de détecter des vestiges archéologiques potentiels et de mieux comprendre l'évolution du paysage fluvial. A citer également, les clichés de 2009 communiqués par Hervé Paitier (INRAP) qui, réalisés en période d'étiage, permettent une observation des vestiges immergés.

Le travail de photo-interprétation repose également sur :

- l'exploitation de levés bathymétriques réalisés en 2013 et 2017 pour le compte du groupement d'intérêt public (GIP) Loire Estuaire entre les Ponts-de-Cé et Nantes ;
- les données de télédétection laser (LIDAR) collectées pour VNF en 2009. En offrant une vision de la microtopographie de la vallée, elles permettent de révéler les composantes fossiles du paysage fluvial (bras, chenal, canal, prairie inondable,..) et les formes caractéristiques de l'hydrologie passée.

Les investigations archéologiques dans le cadre des PCR

Les investigations archéologiques et géomorphologiques ont permis de révéler des vestiges d'infrastructures construites telles que les ports et les levées, des ouvrages exploités à des fins de pêche, de collecte de taxes ou de meunerie et du mobilier (épaves, céramique), et des aménagements discernables dans le paysage témoignant de l'anthropisation du fleuve tels que digues, duits, épis.

Le résultat de ces investigations est reporté dans les pages qui suivent de manière localisée par secteur.

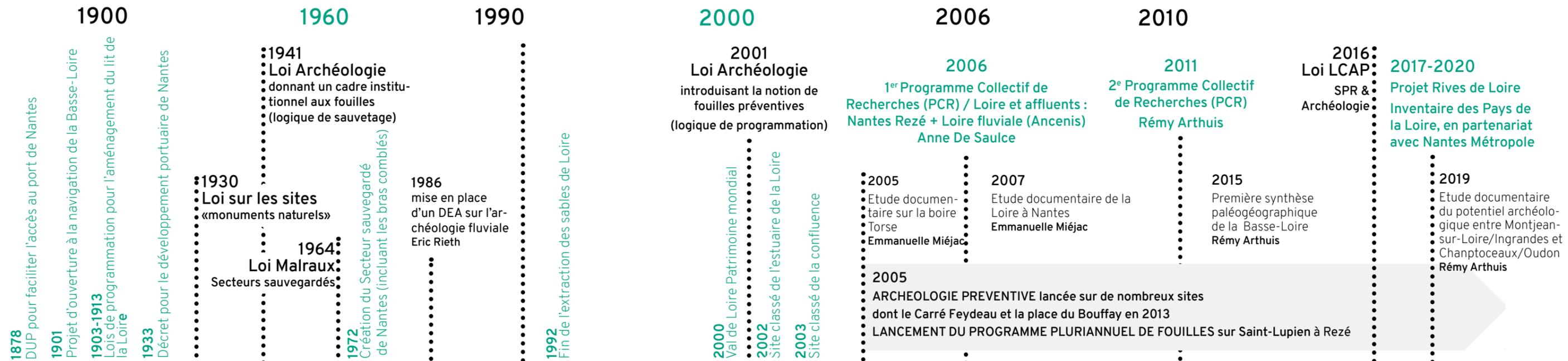
La recherche géomorphologique sur la Loire

L'estuaire de la Loire fait l'objet d'une recherche continue depuis la fin du XIX^e siècle. En 1876, à l'occasion de l'aménagement du bassin portuaire de Penhoët à Saint-Nazaire, Robert Kerviler (1876), précurseur en matière de stratigraphie alluviale, développe la théorie controversée du «chronomètre préhistorique», un système de datation absolue. Au XX^e siècle, les travaux dirigés par F. Ottmann permettent de proposer les premières coupes géologiques de la vallée de la Loire et de révéler l'épaisseur et la nature des alluvions fossiles du fleuve. Plus récemment, à partir des années 1980, c'est avec l'apport de la palynologie que se multiplient les études paléoenvironnementales par forage carotté.



Chronologie de la recherche sur la Basse-Loire

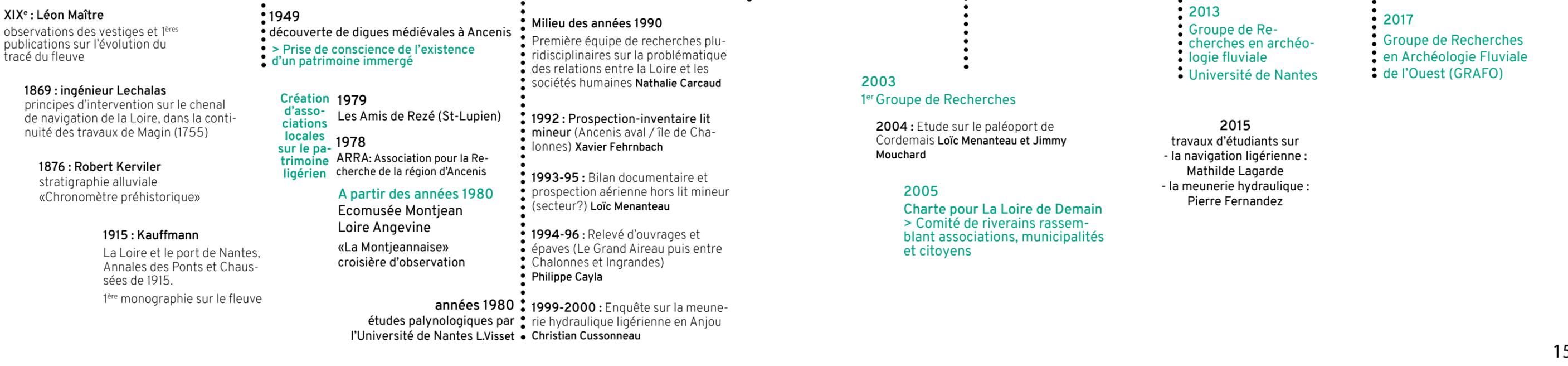
CADRE INSTITUTIONNEL



PLANS - TRAVAUX



CADRE NON INSTITUTIONNEL

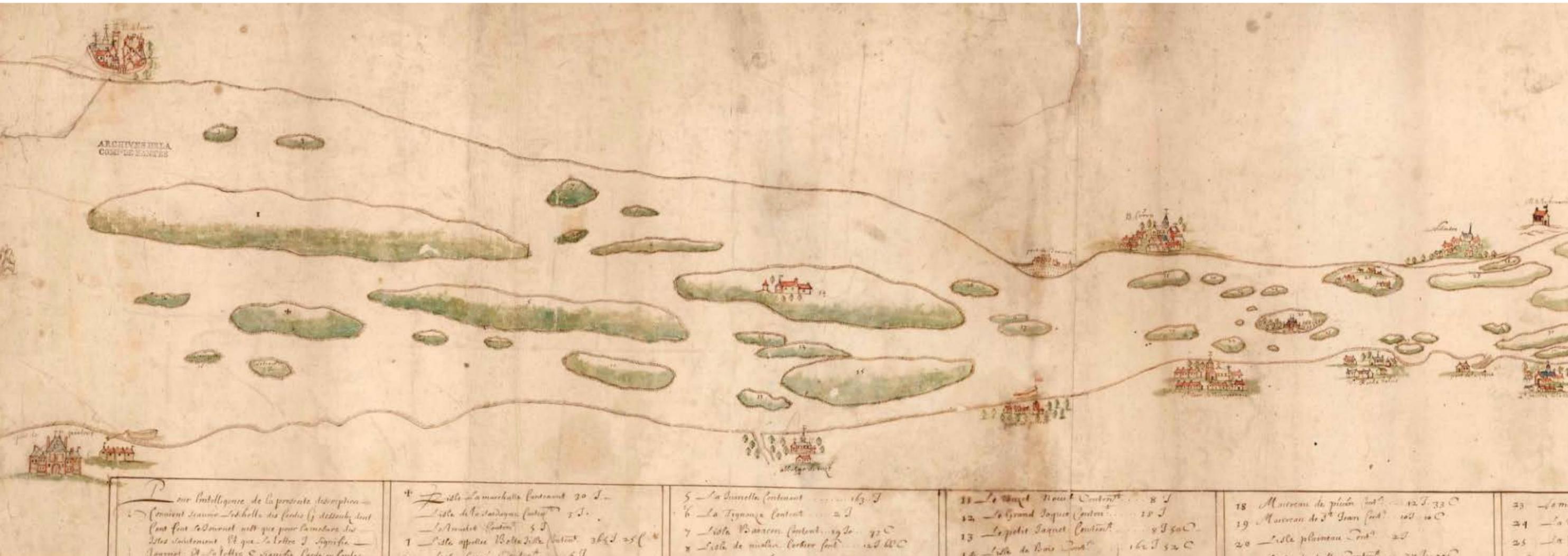


PARTIE 1.

APPROCHE MACRO DU TERRITOIRE

Archéologie et histoire de la Basse-Loire

A. L'estuaire de la Loire



Carte d'arpentage par Ambroise Grion, 1665. Archives municipales de Nantes, II-167 n°52.

Les géographes caractérisent un estuaire par la pénétration d'eau marine, sous l'influence des marées, dans le cours aval d'un organisme fluvial, à l'embouchure d'un fleuve se jetant dans une mer à marée. Celui-ci comprend également toutes les anfractuosités de l'embouchure, à savoir les îles, les marais ainsi que les autres terres humides qui décomposent le fleuve en multiples chenaux. Par ailleurs, il peut aussi désigner l'espace terrestre qui l'entoure, autrement dit les berges ainsi que tous les aménagements anthropiques de celles-ci. Défini également comme situation de carrefour, cet espace d'échanges de tous types correspond à un lieu privilégié pour l'occupation et les activités humaines.

Ainsi, l'estuaire de la Loire est un milieu complexe et fragile puisque cette interface entre terre et mer, cette zone ambiguë entre mer et fleuve, a pour spécificité d'être stimulée par une dynamique anthropique et naturelle. Au fil des siècles, ce dernier est profondément marqué par le développement de la fonction portuaire, aboutissant alors à de nombreux aménagements et dragages de son cours, lit majeur et mineur. Le système estuarien est en perpétuel mouvement et peut être caractérisé comme un « système vivant ».

Mathilde Lagarde, La navigation médiévale de la Basse-Loire : de Guérande à Ingrandes, Master 2 de Recherche - Archéologie des sociétés et territoires, sous la direction de Jimmy Mouchard. Université de Nantes, 2014-2015.



Connaissance des périodes antérieures au milieu du XVII^e siècle



Capture du film d'animation Estuarium Loire, «La Loire de l'Antiquité à nos jours», 2012.

«Un immense golfe marécageux parsemé d'îles»

Film d'animation Estuarium Loire, «La Loire de l'Antiquité à nos jours», 2012.

La puissance des sédiments accumulés dans la vallée de la Loire est respectivement de 45 et 30 mètres de hauteur à Saint-Nazaire et Nantes. Il s'agit d'une sédimentation fluvio-estuarienne mise en place entre 7500 et 4000 BP, suite au rehaussement rapide du niveau marin, qui permet notamment aux eaux salées de remonter jusque dans la vallée du Hâvre à Oudon, à 20 km en amont de Nantes. En s'encaissant, le fleuve libère dans sa partie aval, à l'endroit où la vallée s'élargit sensiblement et où la sédimentation est à dominante vaseuse, de vastes espaces devenus peu inondables (prairies de Mauves/La Madeleine), parfois insulaires (île de la Prairie aux Ducs à Nantes) qui seront occupés durant l'Âge du Bronze.

À la fin de la dernière transgression dite flandrienne, vers 2500 BP, le trait de côte correspond à leur aspect actuel, avec un niveau marin d'une dizaine de mètres inférieur au niveau actuel.

L'estuaire de la Loire dans la période antique était ainsi un immense

golfe marécageux parsemé d'îles, auquel la Brière appartenait. Les aménagements réalisés au fil des siècles ont soit détruit les traces de cette histoire, soit fossilisé les structures construites sous une épaisse couche de sédiments. La carte d'arpentage de 1665 (en couverture de chapitre) figure ce paysage d'îles marqués par quelques noyaux urbains en rives et les «petits ports» d'estuaire qu'évoquent Yves Lemaître et Eric Lemerle dans leur article d'Estuarium.

Seule subsiste l'île Botty dont le sommet émerge encore au niveau de la zone industrielle de Cheviré ; son soubassement a pu être daté du Bas Moyen-Âge (Arthuis, 2008).

Les «petits ports» de la Basse-Loire

Article du n°5 de la revue Estuarium, par Yves Lemaître et Eric Lemerle, 2004.

De nombreux ports de l'estuaire, connus pour certains depuis le Moyen-Âge et encore actifs au XIX^e siècle, sont aujourd'hui atterris et éloignés de la Loire, suite au colmatage des chenaux qui les reliaient au fleuve. Ces sites sont qualifiés de ports reliques ou paléoport, à l'exemple de celui de Cordemais. L'étude du site de Cordemais menée en 1996 par le Service Régional de l'Inventaire des Pays de la Loire constitue un site-référent, au regard de sa localisation géographique au cœur de l'espace estuarien, son étude offre un éclairage particulier sur la dynamique spatio-temporelle du «petit port» d'estuaire. Ceux qui ont été entièrement atterris sont appelés «ports-fossiles», ceux qui ont conservé un accès au fleuve sont appelés «ports-reliques».

Localisés à l'abri des étiers entre Nantes et Saint-Nazaire, ces ports ont une origine vraisemblablement médiévale, plus précisément dans une période comprise entre le XI^e et le XIV^e siècle. Car c'est au Moyen Âge, principalement à partir de l'an mil, après les dévastatrices invasions vikings des IX^e et X^e siècles, que le commerce maritime commence à se développer nécessitant des infrastructures portuaires adaptées.

Ces «petits ports» servaient de ports d'abri aux navires qui pratiquaient l'estuaire et ses courants de marées. Ils s'inscrivaient dès leur origine dans un système portuaire estuarien qui dépendait du fonctionnement du port de Nantes (et donc de son développement).

La découverte de structures portuaires du XVII^e et du XVIII^e siècles

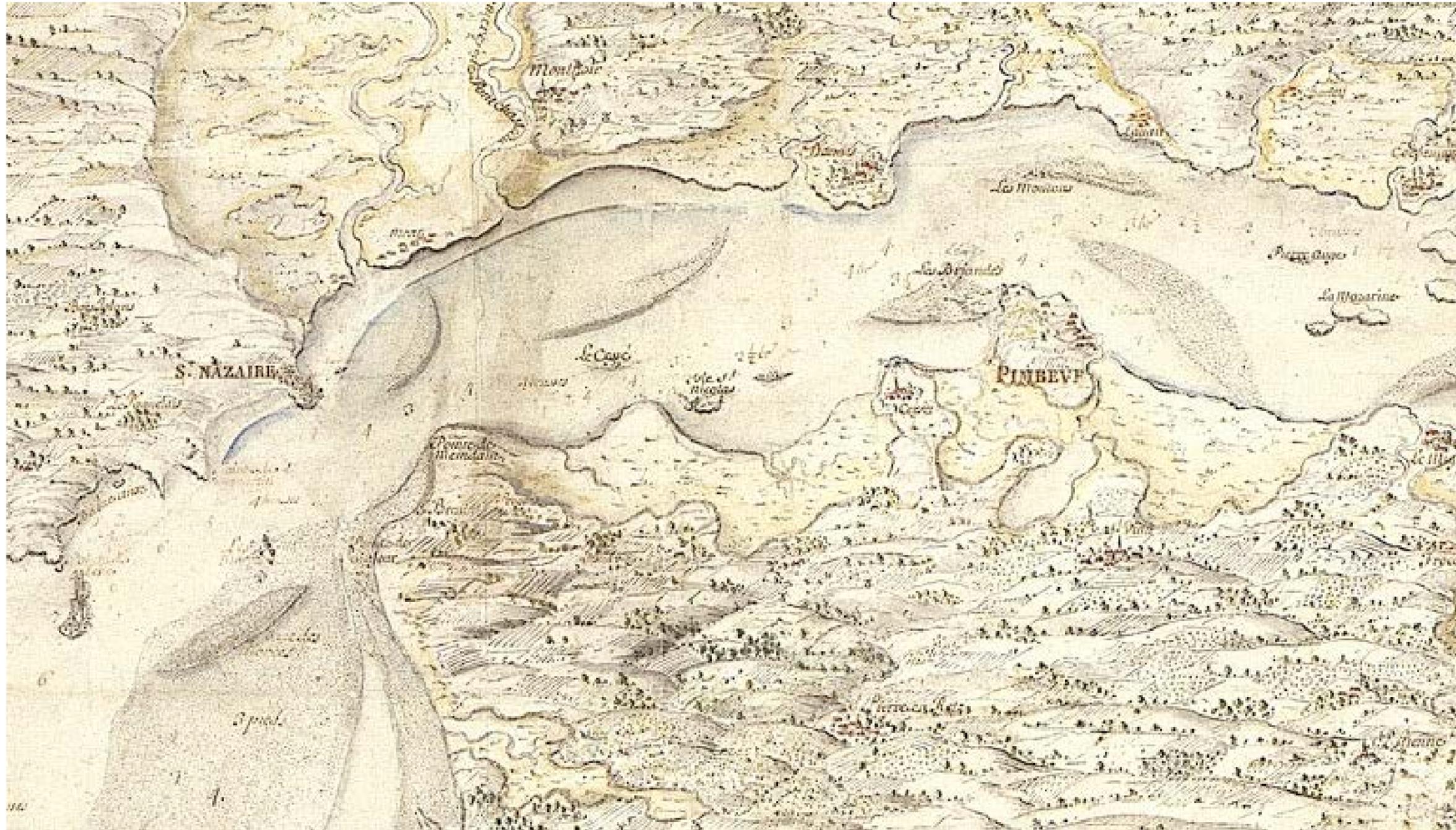
Archéologie de la Basse-Loire, Rémy Arthuis & Martial Monteil - 2015.

Une intervention conduite au Port-Launay à Couëron, en lien avec la restauration d'un édifice en pierres sèches, dit de la Pierre Tamis, a permis de préciser la connaissance de cet ouvrage : composé d'une rotonde en demi-lune flanquée de part et d'autre d'une rampe permettant de descendre au niveau de la plaine inondable, cette construction longue de 45 mètres a été attribuée de manière conjecturale au XVII^e ou au XVIII^e siècle. Elle prend appui à l'extrémité sud d'un promontoire rocheux, ce qui a permis d'infirmer la qualification de longue date, de «cale» (Mouchard, Ménanteau, 2004) tout en conservant une incertitude sur son rôle de sémaphore de l'époque moderne (Collectif, 1999).

L'absence de franchissement

Malgré la multitude d'îles qui animent son paysage, la morphologie du lit du fleuve sur cette partie estuarienne ne permet pas la formation de gué permettant le franchissement d'une rive à l'autre en période d'étiage. Les axes de circulation et les noyaux urbains se structurent en fonction de la linéarité infranchissable du fleuve, et ce tout au long des siècles jusqu'à aujourd'hui (le pont de Saint-Nazaire étant positionné juste avant l'embouchure du fleuve).

1670

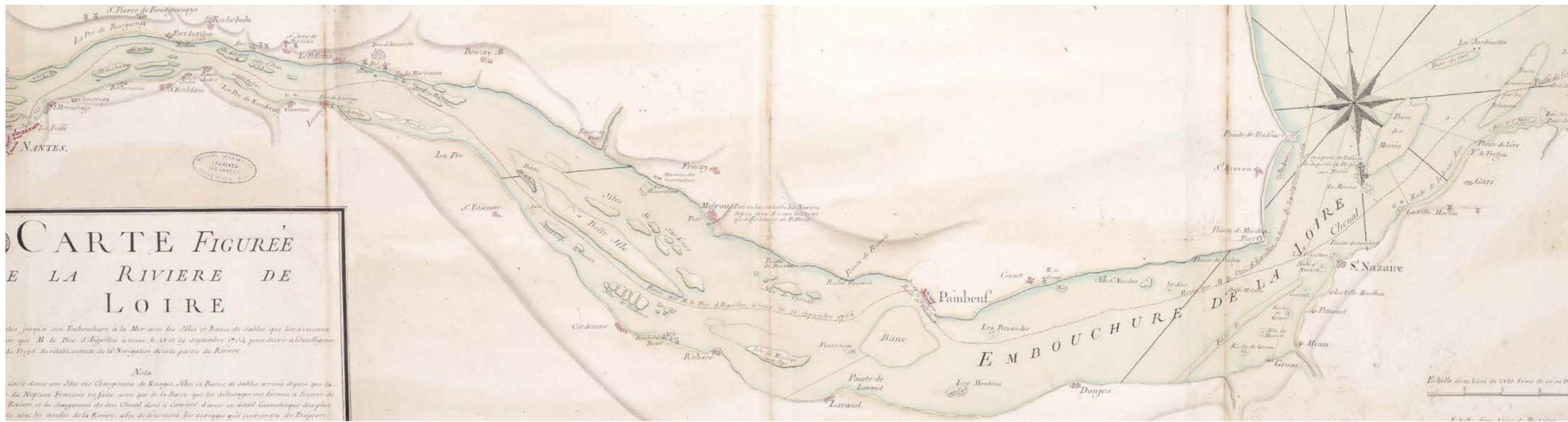


Carte topographique des entrées et cours de la rivière de Loire
et de celles qui s'y dégorgent avec les isles, rades, chenaux, bancs de sable, ou de vazes, roches et bas-fonds qui s'y trouvent, par Louis de Clerville, 1670 (détail).
Source Inventaire des Pays de la Loire / Bibliothèque Nationale de France.

1764

Carte figurée de la rivière de Loire pour servir au projet de rétablissement de la navigation, 1764.

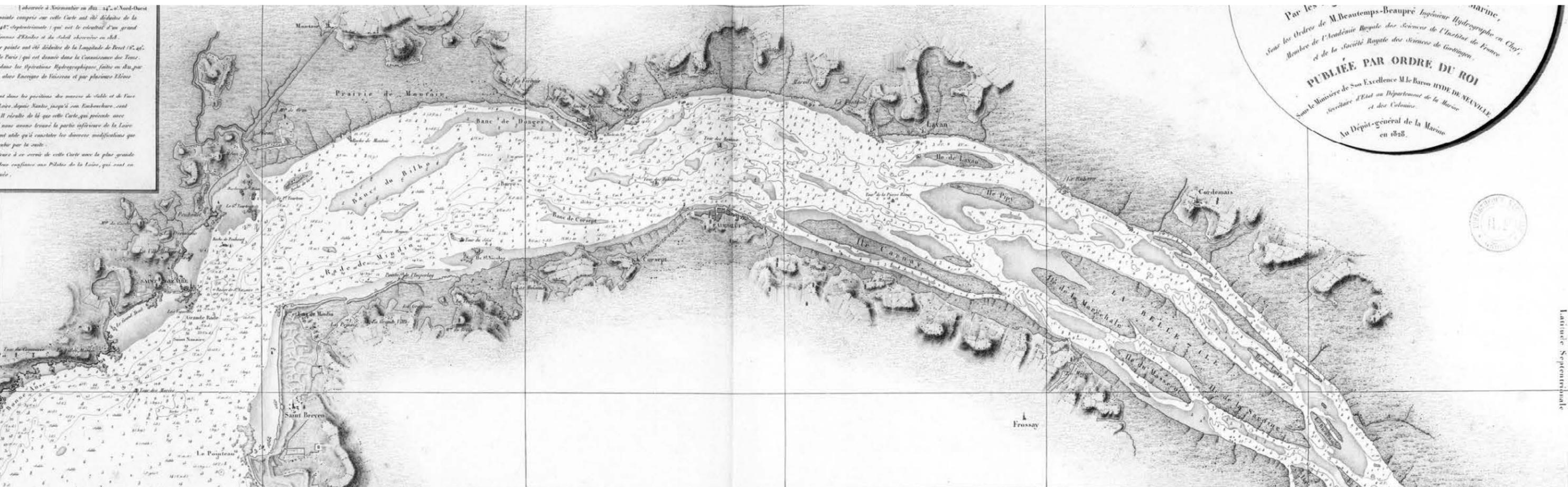
Source Inventaire des Pays de la Loire / Service Historique de la Défense - Armée de Terre.



1821

Cours de la Loire depuis son embouchure, levée en 1821 par les ingénieurs-hydrographes la marine sous les ordres de Beautemps, 1828.

Source Inventaire des Pays de la Loire / Bibliothèque Nationale de France.





Les aménagements du lit de la Loire à partir de la moitié du XVIII^e siècle

Au milieu du XVIII^e siècle et jusqu'à la première moitié du XX^e siècle, la Loire a encore un rôle économique majeur. Son exploitation en tant qu'axe de circulation fait l'objet de nombreuses réflexions qui se traduiront en aménagements (digues et épis) mais conduiront aussi à de nombreuses destructions (au moins partielles) de structures en lien avec les activités ligériennes ancestrales : la pêche, la meunerie ou encore la collecte de taxes.

L'aménagement du chenal de navigation

Archéologie de la Basse-Loire, Rémy Arthuis & Martial Monteil - 2015.

Les campagnes d'arpentage et de balisage de la Loire se multiplient depuis la fin du Moyen-Âge pour avoir une meilleure connaissance du fleuve et ainsi maintenir de bonnes conditions de navigation. Dans leurs rapports les agents chargés de l'entretien du chenal navigable décrivent, à partir du XVIII^e siècle, une Loire large composée de multiples chenaux cheminant entre des grèves. Le trafic fluvial se voit même interrompu durant de nombreux mois de l'année et cette situation tend à se renforcer en raison de l'importance de la sédimentation dans le lit du fleuve, contre laquelle la pratique de dragages et chevelages s'avère trop peu efficace.

L'amélioration des conditions de navigation fait ainsi l'objet de toutes les recherches dès la fin de l'époque moderne, comme en témoigne notamment la carte figurée de la rivière de Loire pour servir de rétablissement de la navigation (1764, conservée au SHD).

La première expérience se fonde sur les travaux de l'ingénieur de marine Magin, entre 1756 et 1768. Le principe repose sur la conservation d'un seul chenal actif, en obstruant les bras secondaires par des digues (ou chevrettes). Certains de ces aménagements perdurent encore aujourd'hui et ils ont souvent fossilisé des dispositions plus anciennes du fleuve, en créant des atterrissements de bras du fleuve.

Pour exemple, dans l'emprise de la zone industrialo-portuaire de Cheviré, en aval de Nantes, un diagnostic archéologique a révélé (sous 2 à 3 mètres de remblais datant des années 1970-80) les atterrissements d'un bras de la Loire, provoqués par un barrage transversal mis en place en 1756 selon les plans de l'ingénieur Magin (Miéjac, 2010). Une borne kilométrique datée entre 1848 et 1855 a pu être identifiée en remontant le cours d'eau vers le sud, attestant d'un chenal d'envergure colmaté qu'après le milieu du XIX^e siècle.

Dès 1903, la mise en application des études, novatrices pour l'époque, de l'ingénieur Lechallas est lancée. La programmation prévoit non seulement l'ouverture d'un chenal en entonnoir vers l'océan par dragage et déroctage, mais aussi l'endiguement des bras secondaires du Pellerin à Paimboeuf. Cette opération permet d'améliorer considérablement la navigation avec une profondeur de chenal multipliée par six, mais fait disparaître la multitude de «petits ports» d'estuaire qui étaient déjà menacés par l'envasement naturel et par l'amélioration des voies de dessertes (en particulier le chemin de fer).

Entre la Maine et Nantes, plusieurs centaines d'ouvrages de type épi, digue ou chevette sont installés dans le lit du fleuve, comme nous l'indique un plan dressé en 1930 (AD44 3S 370).

La création d'un canal maritime, la Martinière

Film d'animation Estuarium Loire, «La Loire de l'Antiquité à nos jours», 2012.

Les aménagements du XVIII^e siècle n'ayant pas apporté de solution aux problèmes d'ensablement du chenal, la création d'un canal parallèle à la Loire est entreprise sur la base d'un premier projet de l'ingénieur Adolphe Radiguel (1861). Le chantier titanesque de cet ouvrage de 15 kilomètres est entamé en 1882 et ne s'achève qu'en 1892.

Conçu comme une voie de dérivation au fleuve, qui à cet endroit devient moins profond à cause de l'ensablement de son lit, il s'ac-

compagne de plusieurs ouvrages nécessaires à son fonctionnement hydraulique (3 écluses et un siphon pour la régulation des eaux) et de deux élargissements permettant aux navires de fort tonnage de se croiser. Après une intense période d'activité jusqu'en 1913, la batellerie fluviale continue de l'emprunter jusqu'en 1943. Mais l'augmentation du tonnage des bateaux et le déplacement des chantiers de l'Atlantique à Saint-Nazaire vont conduire à son obsolescence. Le canal est fermé à la navigation en 1959.

Le développement du port jusqu'à son déplacement

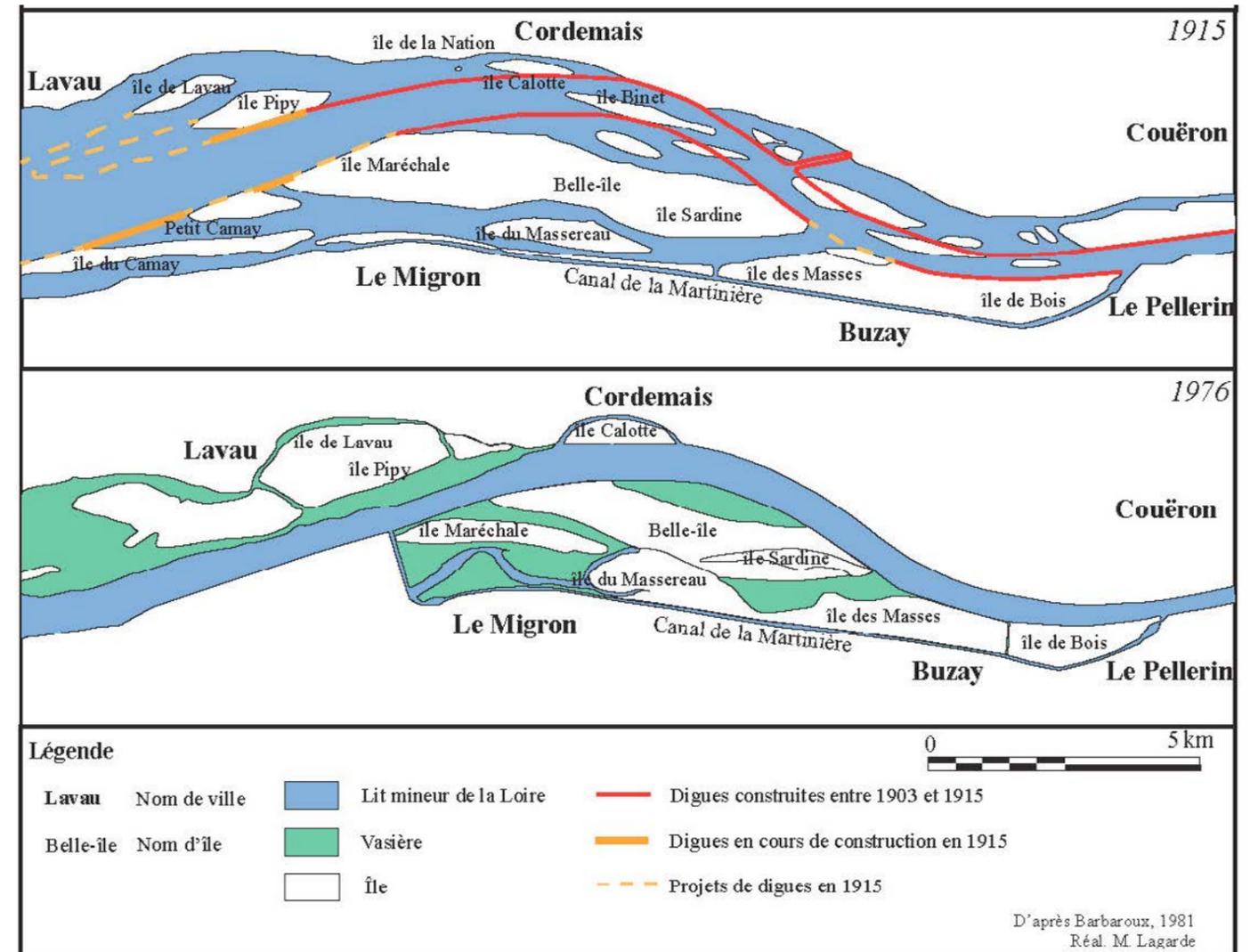
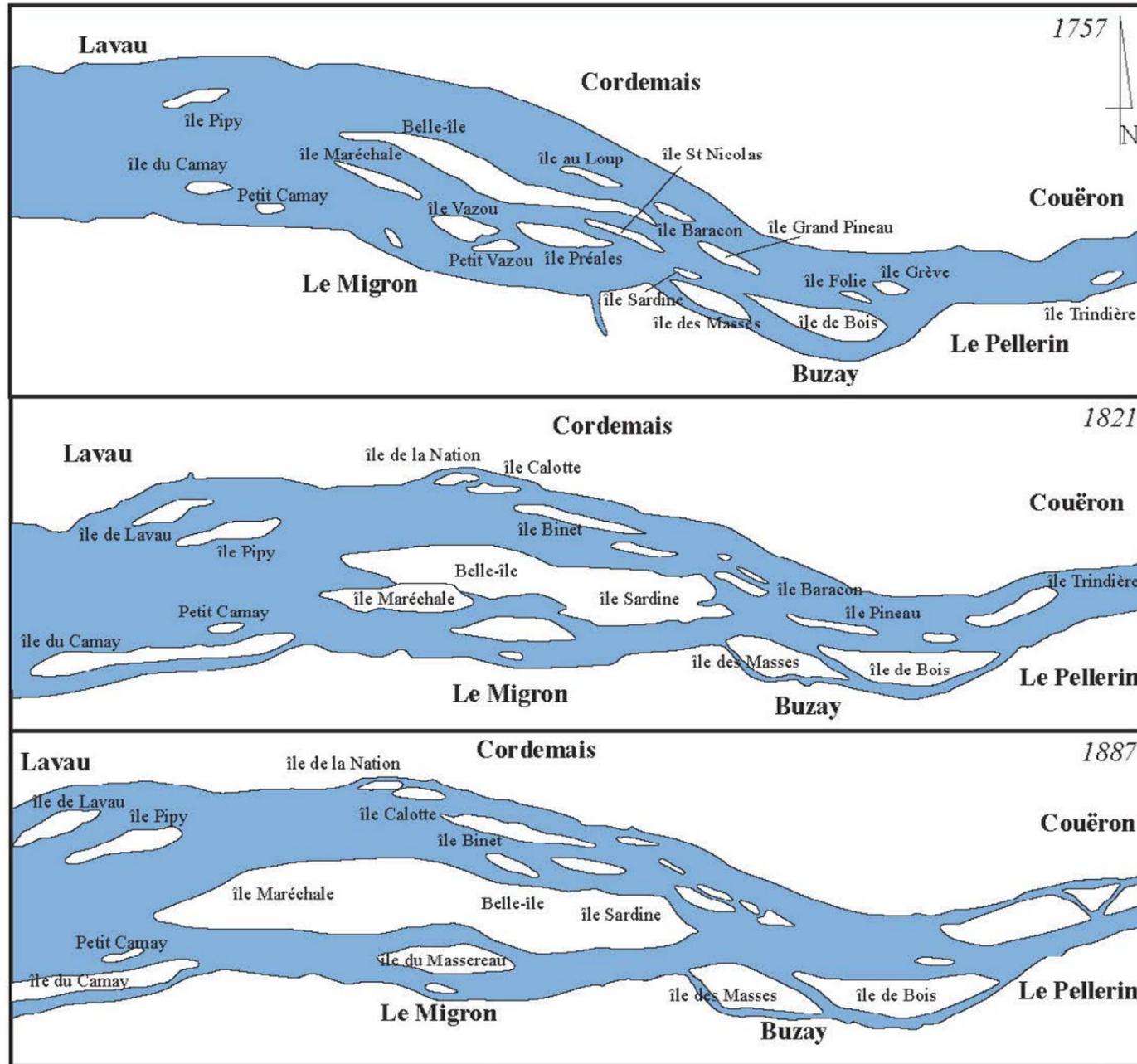
Nantes patrimonia, contribution de Marie-Hélène Jouzeau, 2020.

Film d'animation Estuarium Loire, «La Loire de l'Antiquité à nos jours», 2012.

À partir de la fin du XVII^e siècle et en quelques décennies, le site de transit nantais se convertit en un grand port d'armement atlantique et colonial. Nantes organise alors à son profit l'espace de la Basse-Loire. La trentaine de petits ports de mer ou de rivière qui la jalonnent deviennent des avant-ports. L'ensablement de l'estuaire interdit en effet l'accès au quai de la Fosse des navires de fort tonnage. C'est de Paimboeuf, Mindin ou Couëron que partent les navires nantais. Au retour, leurs cargaisons sont transportées jusqu'à Nantes à bord de gabares et autres embarcations à fond plat.

À partir du XIX^e siècle, l'industrie tend à remplacer le commerce maritime et les installations, jadis aux portes de Nantes, s'implantent au plus près de l'océan, de Cordemais à Saint-Nazaire, en passant par Donges et Paimboeuf. En 1845, est créé l'avant-port de Saint-Nazaire.

À la fin des années 1960, le projet est de ne faire qu'un seul quai de Nantes à Saint-Nazaire, la prise de conscience environnementale amène une nouvelle façon de penser l'estuaire et la nécessité de protéger sa biodiversité spécifique.



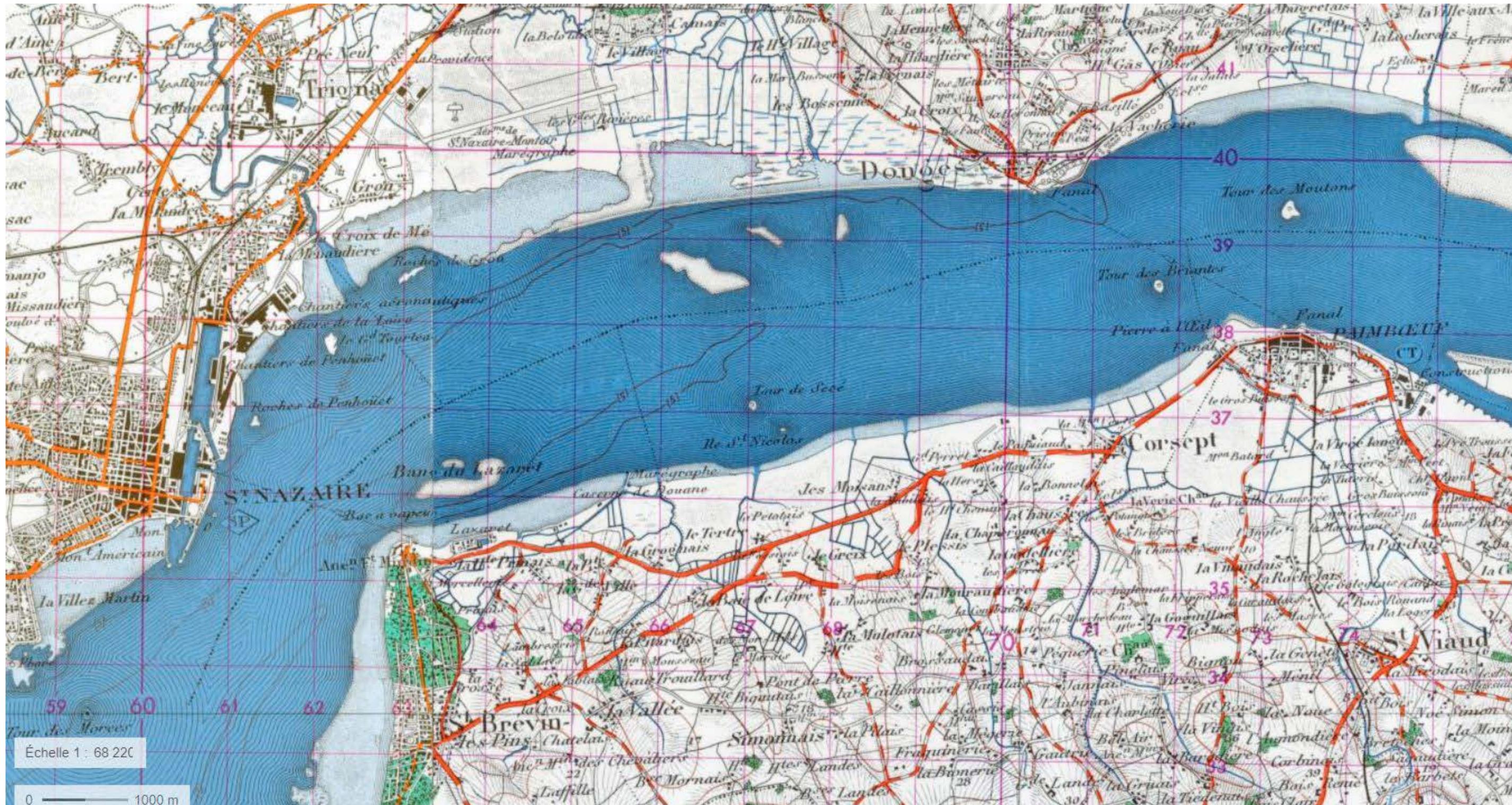
Évolution du chenal de navigation de la Loire, entre Lavau et Couëron.
 Mathilde Lagarde, *La navigation médiévale de la Basse-Loire : de Guérande à Ingrandes*, Master 2 de Recherche - Archéologie des sociétés et territoires, sous la direction de Jimmy Mouchard. Université de Nantes, 2014-2015.



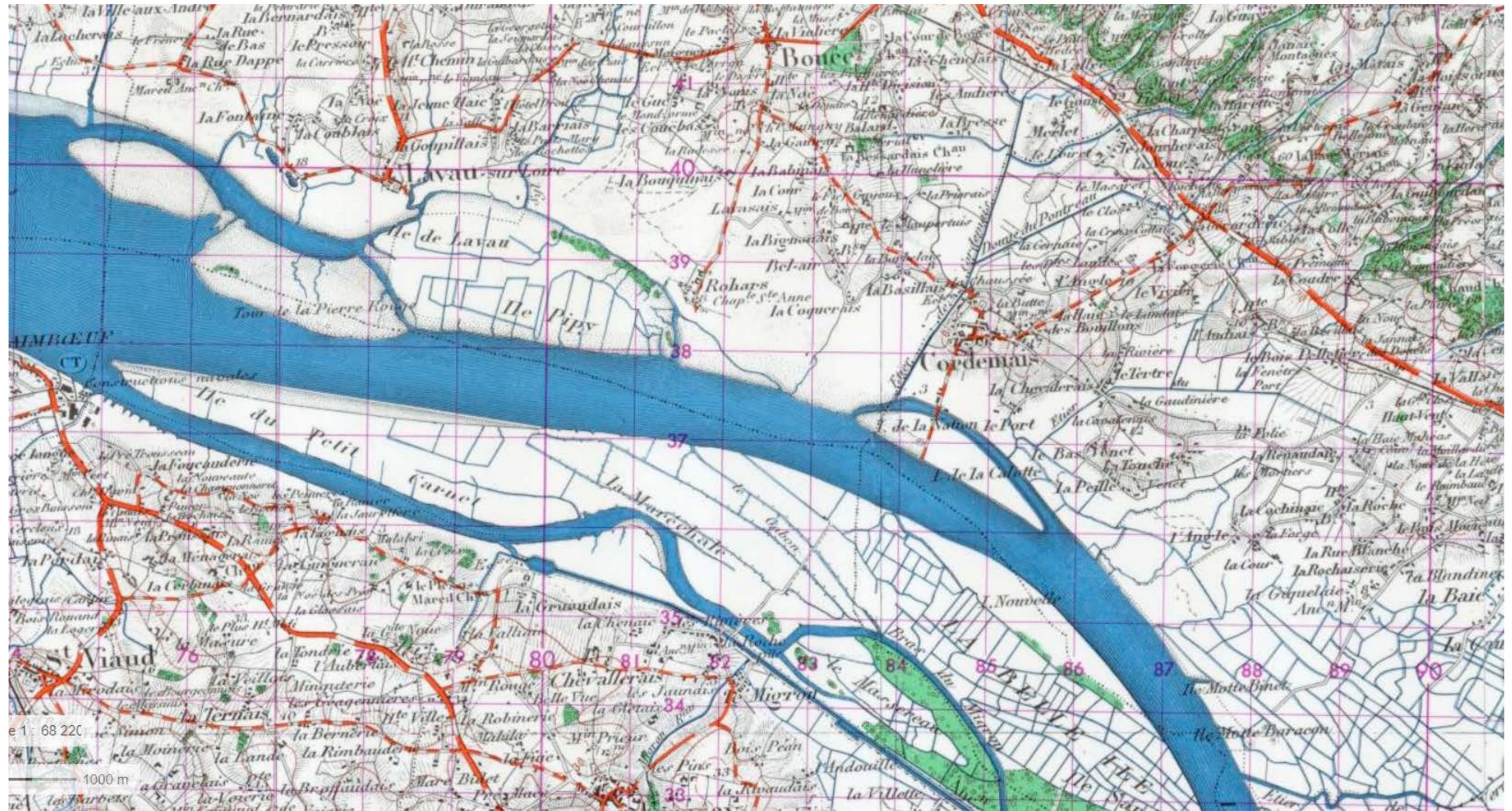
1850

Carte topographique, dite de Coumes.

Source ?



1950 Carte IGN
Source Geoportail



1950 Carte IGN
Source Geoportail

Des traversées «mobiles» à la création du pont de Saint-Nazaire

Des bacs pour traverser le fleuve

Mathilde Lagarde, La navigation médiévale de la Basse-Loire : de Guérande à Ingrandes, Master 2 de Recherche - Archéologie des sociétés et territoires, sous la direction de Jimmy Mouchard. Université de Nantes.

Pour l'estuaire de la Loire, la direction de navigation des bateaux est relativement bien attestée dans les documents manuscrits et iconographiques pour ce qui est de l'orientation avalante ou montante, mais très peu font mention de bacs. Bien que la présence des « ports et passages » soit récurrente, aucun détail ne laisse supposer la présence d'une embarcation assurant le franchissement. Les seuls témoignages sont au nombre de deux : l'un définit la fonction même du bac, l'autre témoigne de la condition d'un bachelier mais aucune indication sur le lieu de passage n'est présente.

Un écrit médiéval, datant de 1469, atteste l'existence d'un bac « à travers la Loire », entre le Pellerin et le Port Launay (commune de Couëron), en aval des ponts de Nantes. Deux redevances sont à la charge des passagers : l'une pour le seigneur détenant le passage (quinze deniers), l'autre pour la municipalité de Nantes précédemment décrite (cinq deniers). Le premier est appelé devoir de fouasse. Néanmoins, cette taxe n'est mentionnée qu'une seule fois, le faible nombre d'actes le mentionnant découle de la rareté de la redevance. Par ailleurs, la rareté des écrits est à nuancer puisqu'elle peut être significative du bon déroulement des traversées. Les documents manuscrits sont le plus souvent réalisés dans le but de régler un conflit, clarifier des demandes, ou de rappeler les règlements.

Toutefois, de nombreux questionnements concernant la navigation même découlent de ce document. À quelle fréquence l'embarcation traverse-t-elle le fleuve ? Transporte-t-elle d'autres choses que des personnes, comme des animaux ou des marchandises ? Aucune information complémentaire ne permet la réponse à ces interrogations. Cependant, ce bac est utilisé par des seigneurs et leurs officiers, en plus des habitants des deux communes. Il peut, par conséquent, être un passage subsidiaire aux ponts nantais, permettant ainsi d'éviter de faire un détour d'une vingtaine de kilomètres pour franchir le fleuve. Faisant traverser un certain nombre de personnes, il est intéressant de se demander comment s'effectue cette navigation. Il est possible d'avoir recours au bac à voile ou au bac à rame.

Jacques Poirier, Les heures de gloire de la marine de Loire, Corsaires éditions, 2003. Inventaire des Pays de la Loire, Julien Huon, 2019.

Sur la Loire moyenne, les services de bacs jalonnaient le fleuve tous les quinze kilomètres environ. Malgré les nombreux accidents et inconvénients dus aux caractéristiques du fleuve, les activités de traversée de la Loire étaient florissantes jusqu'au XIX^e siècle. Le succès et la dangerosité de ces traversées à Indre et Indret ont même fait émerger l'idée d'un pont transbordeur dès le XIX^e siècle (*Inventaire*).

Dès 1822, un bateau à vapeur de la Compagnie française de navigation exploite un service journalier de bateaux à vapeur entre Nantes et Saint-Nazaire. A cela, s'ajoutent des traversées de rive à rive...

Entre Le Pellerin et Port Launay, la fonction de passage du port du Pellerin est attestée dès le XV^e siècle. Un aveu mentionne l'existence d'une redevance à payer par les utilisateurs du passage entre Port Launay et Le Pellerin au seigneur «détenant le passage du Pellerin à travers la Loire». A partir de 1876, le passage est desservi par un bateau à vapeur et un bac charretier pouvant transporter les voitures et les bestiaux. Remplaçant les bateaux à vapeur, un bac à chaînes nommé le « Saint-Julien » est inauguré en février 1914. Il assure la traversée en Loire par des chaînes installées en travers du fleuve et de nouvelles cales sont construites à cet effet. Chaque traversée permet de transporter une centaine de passagers d'une rive à l'autre. Plusieurs pontons permettent également aux bateaux à vapeur de faire escale sur leur trajet entre Nantes et Saint-Nazaire.

La fonction de passage du port du Pellerin est confirmée en 1955 avec l'arrivée du bac amphidrome nécessitant la construction d'une double cale, encore utilisée aujourd'hui par le passage d'eau du bac départemental, vis-à-vis de la place du Commandant l'Herminier.

Après les roquios, les abeilles, deux vedettes du bac : Basse-Indre et Indret prennent du service en 1952 avec des bateaux à coques soudées à moteur diesel... Depuis 1962, les bacs amphidromes avec une ouverture à l'avant et à l'arrière, permettent de proposer des traversées pour les piétons comme pour les véhicules.

A Saint-Nazaire où la traversée compte 4 kilomètres, trois bacs permettaient de rejoindre Mindin au nord-ouest de Saint-Brévin-les-Pins.

L'idée d'un pont dès 1918

Dossier de candidature Ville d'art et d'histoire, Saint-Nazaire, Tome, Panorama des patrimoines, La ville des temps nouveaux. Le Courrier du Pays de Retz, Hervé Pinson, octobre 2020. <http://festungnazaire.canalblog.com/>

Saint-Nazaire est un peu un archétype de la révolution industrielle associée à la révolution urbaine marquée par le «hausmanisme». Les grands travaux d'urbanisme qui vont se poursuivre jusqu'au début du XX^e siècle font naître une ville entière avec l'ensemble de ses infrastructures. Si l'histoire de Saint-Nazaire est bien plus ancienne, le site portuaire naît, au tournant du Second Empire (1860), pour être un port transatlantique bientôt étoffé par l'installation d'un chantier naval.

Dès 1927, un imprimeur de Pornic, Émile Bourrin, a lancé l'idée d'un pont dans L'Écho de Paimbœuf, l'ancêtre du Courrier du pays de Retz, dans une tribune titrée : « Et nous ? Quand aurons-nous un pont ? ». « Mais les Américains y avaient pensé, dit-on, en 1918 », rappelle Le Courrier de Paimbœuf, en octobre 1976. En 1936. Une campagne de presse dans le Phare de la Loire par M. Blancho, député maire de Saint-Nazaire s'associe à cette idée d'un pont. En 1950, J.Guitton, maire-adjoint de Saint-Nazaire et conseiller général, lance une opération en faveur du pont. Le 21 novembre 1955. La Résistance lance une enquête : «tunnel ou pont ?». En 1957, le Conseil général demande aux Ponts et Chaussées « une étude de la circulation dans la région pouvant être influencée par la construction d'un pont ou d'un tunnel entre Saint-Nazaire et Mindin ». Et en 1960, la Setec, société d'études techniques et économiques, est chargée par le conseil général d'étudier de façon détaillée les projets sur le plan technique économique et financier. Il faut attendre 1970 pour que le Conseil général, excédé du déficit des bacs et de la nécessité d'en acheter d'autres pour faire face à l'accroissement du trafic, se prononce à l'unanimité pour le projet de pont et opte pour la création d'une société d'économie mixte, chargée de sa construction et, à terme fixe, de son exploitation. Les travaux démarrent le 4 novembre 1971 à la suite de la dernière grande extension des chantiers de Saint-Nazaire.

zoom sur les ports étudiés

Saint-Nazaire

Dossier de candidature Ville d'Art et d'Histoire, 2015.

Durant tout l'Ancien Régime, le territoire nazairien est inclus dans les limites de la Bretagne. L'ensemble de la presqu'île guérandaise fait partie directement des possessions duciales fortement marquées par un contraste entre Haute et Basse Bretagne.

À travers leurs possessions, les ducs maîtrisent ici l'embouchure du fleuve Loire et l'ensemble de l'économie des marais salants, véritable levier de l'économie médiévale.

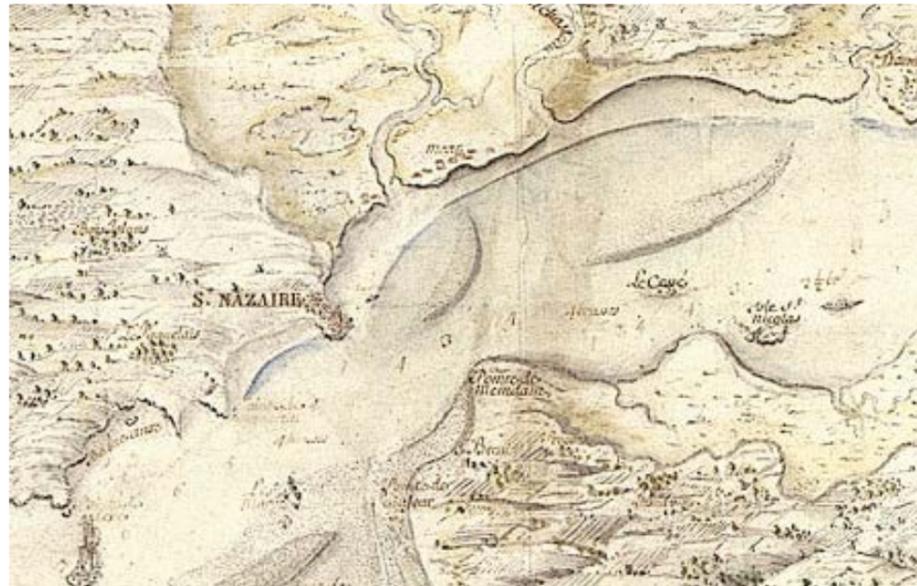
Le peuplement de « la ville » s'est fait par noyaux distincts qui connaissent tous des dynamiques propres. L'ancienne presqu'île de Saint-Nazaire, la pointe de Penhoët, le site de Méan sont autant de petits promontoires, noyaux originels de peuplement, séparés par de vastes anes maritimes ou fluviales. Ils ne sont réunis dans une même collectivité que depuis le milieu du XIX^e siècle.

Les travaux de l'Inventaire en cours montrent l'évolution du peuplement à partir des noyaux anciens : Saint-Nazaire, Méan et de petits ensembles ruraux. Ils renseignent l'évolution du trait de côte assez fixe sur l'Atlantique et très évolutif sur le front d'estuaire, domaine portuaire toujours en mouvement.

Si des projets sont évoqués dès le Premier Empire, il faut attendre une loi de 1845 pour voir des crédits d'État affectés à la création d'un bassin portuaire. Mais c'est surtout sous le Second Empire que cette réalisation d'ampleur nationale, soutenue par Napoléon III, voit le jour.

Saint-Nazaire est un peu un archétype de la révolution industrielle associée à la révolution urbaine marquée par le « haussmanisme ». Le peuplement de la ville connaît alors un rythme exceptionnel. Saint-Nazaire aurait été la ville à la plus forte croissance, s'agissant de la population agglomérée : multipliée par 56 en un siècle. Les grands travaux d'urbanisme qui vont se poursuivre jusqu'au début du XX^e siècle font naître une ville entière avec l'ensemble de ses infrastructures. Marquée par un plan orthogonormé, qui servira d'ailleurs de base à la Reconstruction, la ville s'organise autour de 2 grands axes est/ouest et nord/sud.

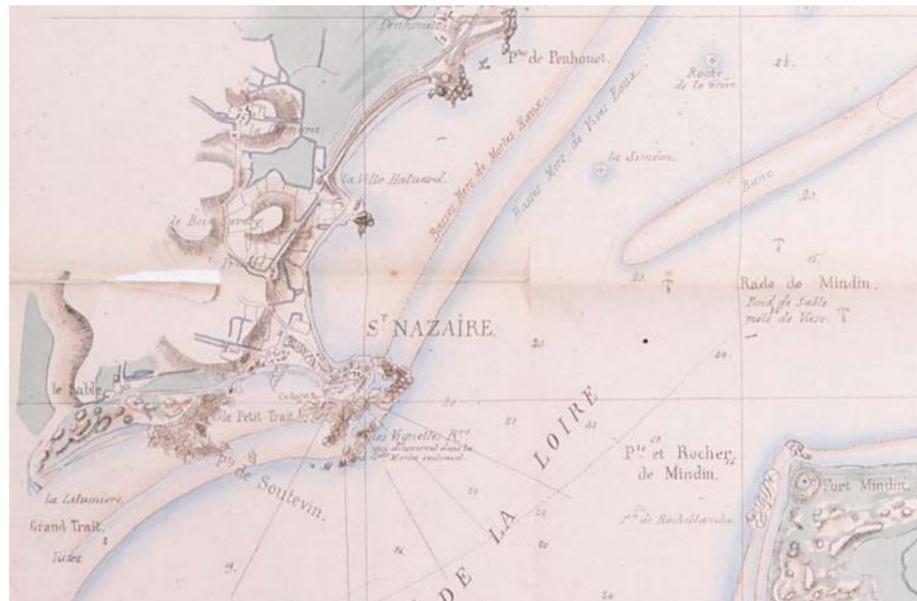
La ville a toujours vécu « de » et autour de son adaptation, presque permanente, à l'évolution de l'économie maritime. Le percement de l'ancienne île rocheuse portant le bourg d'origine en constitue un des épisodes les plus impressionnants. Déjà, l'extension portuaire s'étendait sur le territoire de l'habitat. Cette dynamique allait trouver son point d'orgue lors de la Reconstruction, avec une séparation très volontariste des fonctions, avant qu'à la fin du XX^e siècle on recoupe port et ville dans une même dynamique urbaine (Projet urbain Ville-Port).



Carte topographique par Louis de Clerville, 1670. Source Inventaire des Pays de la Loire / Bibliothèque Nationale de France.



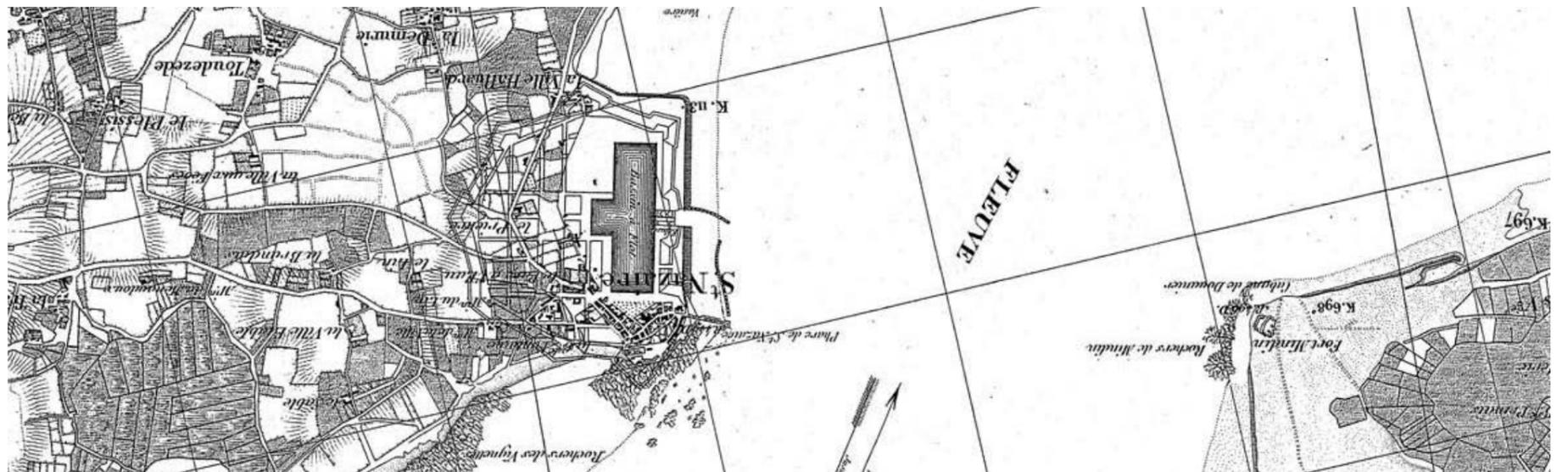
Saint-Nazaire à l'Ancien Régime. Source Médiathèque de Saint-Nazaire, cote ?



Date ? Photothèque-patrimoine Pays de Loire. IVR52_19954400569VA



Plan de Saint-Nazaire en 1928. Ouvrage de Marthe Brabance, Saint-Nazaire, le port, la ville, le travail. Editeur Crépin-Leblond, Moulins, 1948.



Carte topographique de la Loire, dite de Coumes [de Saint-Nazaire à Nantes], 1850. Source ?



zoom sur les ports étudiés

Paimbœuf

Inventaire des Pays de la Loire, Françoise Lelièvre, 2004.

Établie sur la rive sud de la Loire à deux kilomètres de l'Océan et à soixante de la ville de Nantes dont elle a été l'avant-port du XVII^e au milieu du XIX^e siècle, la commune de Paimbœuf a été modelée par les effets du fleuve et des marées.

Selon que l'on emprunte la Loire ou l'une des voies de terre du Pays de Retz, ce territoire de gneiss, de granite, d'argile et de sable de près de deux cents hectares bâtis, émerge à une dizaine de mètres au-dessus du flot et au-dessus des marais des communes de Saint-Viaud, Saint-Père-en-Retz et Corsept qui le ceignent au sud.

Ancienne île, elle a été progressivement rattachée à la rive par voie d'atterrissements en amont et en aval (la prairie de la Ramée et celle de Corsept) et par un comblement maîtrisé du marais commun de Saint-Viaud, travaux encouragés par le gouverneur du comté de Nantes dans la seconde moitié du XVIII^e siècle. Il est encore aisé d'en cerner les anciennes rives, le trait en ayant été renforcé du côté terre, au sud, par des travaux de défense lancés en 1792 pour répondre à une possible attaque vendéenne.

Le creusement de fossés reliant neuf forts entre eux (emprise partiellement visible sur le plan cadastral de 1810) a généré au sud des réserves foncières sur lesquelles a été tracée à la fin du XIX^e siècle la voie de contournement qu'aujourd'hui encore on nomme familièrement la route des Remparts.

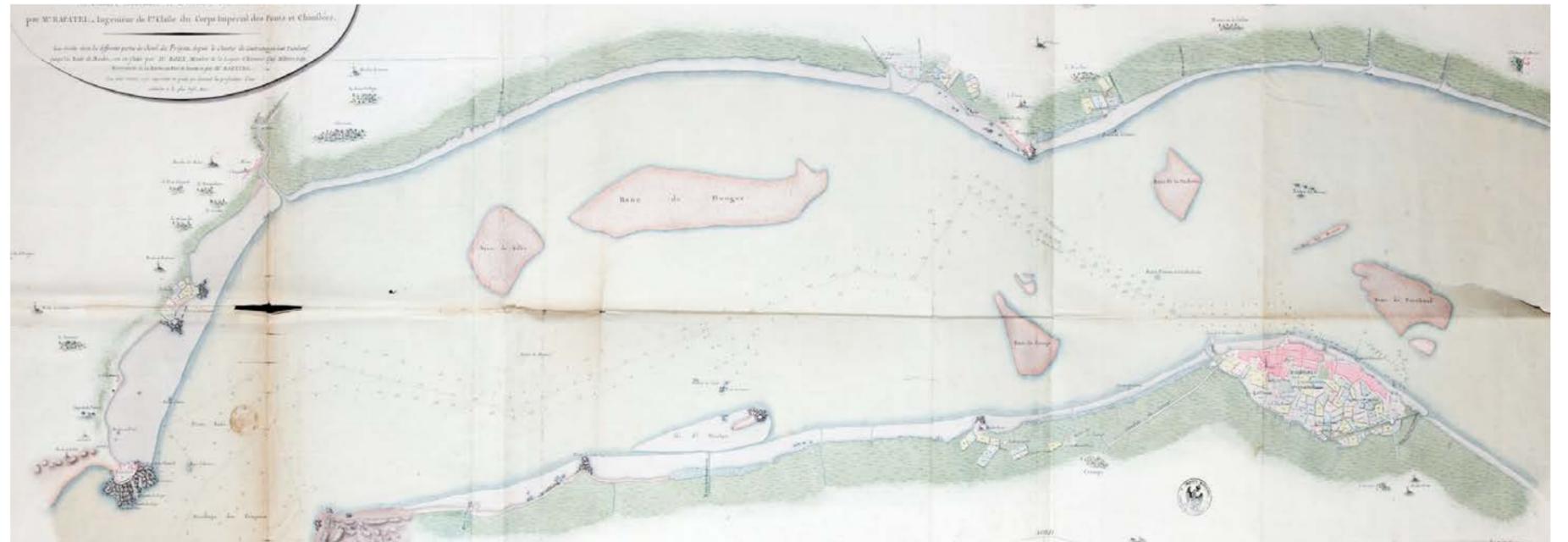
Un premier fort de terre et de pierre érigé en aval dans le dernier quart du XVII^e siècle en défendait auparavant la rade comme le montre le dessin établi en 1701 à l'occasion d'un litige concernant la propriété de la Prairie de Corsept (en aval de l'actuelle place Charles Querbez). Longtemps accessible par des passerelles franchissant les passes d'eau en amont et en aval, seul l'étier du haut Paimbœuf a été maintenu, la ville risque toujours d'être isolée lors de crues importantes conjuguées à de fortes marées.



Plan de Paimbœuf en 1701. Inventaire des Pays de la Loire. AD 44.



Plan de la rade de Paimbœuf en 1730. Inventaire des Pays de la Loire. AD44.



Plan de la Loire de Paimbœuf à Saint-Nazaire, par Rapatel, 1808, détail. Inventaire des Pays de la Loire. Archives Nationales.



Plan d'alignement de Paimbœuf, 1810. Inventaire des Pays de la Loire. Archives communales.



Carte topographique de la Loire, dite de Coumes, 1850. IVR52_20054400376NUCA.



zoom sur les ports étudiés

Le Pellerin

Inventaire des Pays de la Loire, Julien Huon, 2019.

La fonction de passage du port du Pellerin est attestée dès le XV^e siècle, à travers les mentions d'une redevance à payer entre Port Launay et Le Pellerin. Dans un document de 1735, le port est décrit comme une rade de mouillage pour les navires et se double d'une fonction de radoub. Il devient ainsi l'un des avant-ports de Nantes. Dans un autre document de 1763, il apparaît aussi comme un lieu de transbordement.

Au regard des rapports de l'Amirauté de Nantes, la fonction d'avant-port de Nantes semble s'essouffler durant la seconde moitié du XVIII^e siècle. Les mauvaises conditions de navigation aux abords de la rade du Pellerin et de Port Launay favorisent progressivement l'essor du port de Paimboeuf, dans les années 1760.

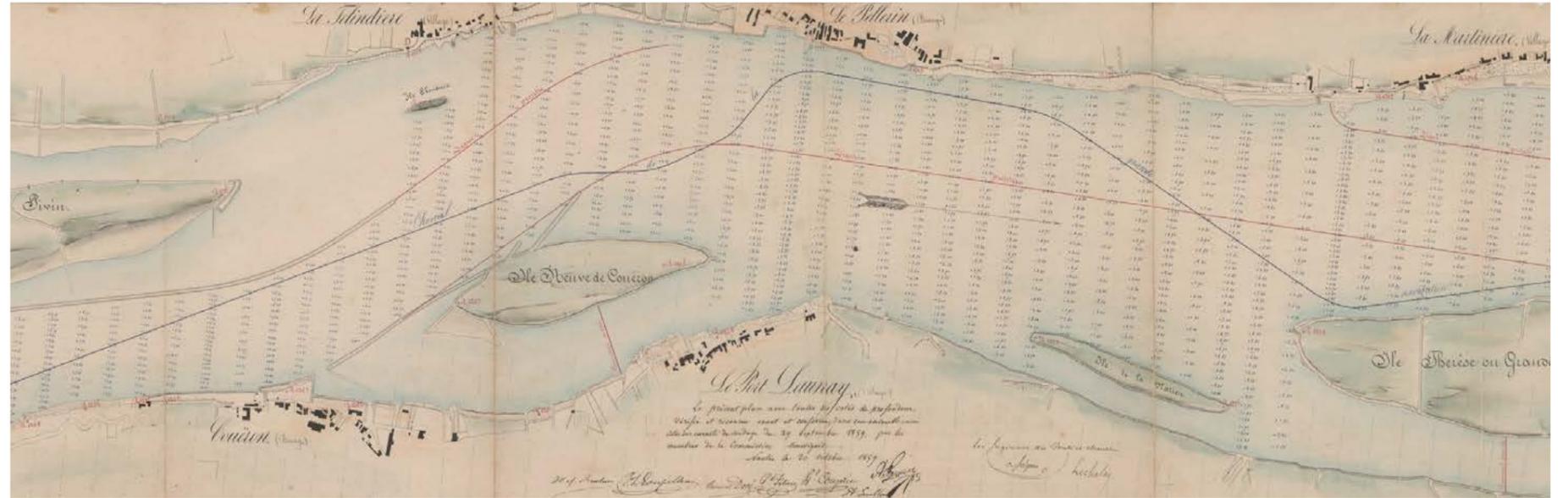
Dans la première moitié du XIX^e siècle, l'ensablement de la Loire et les difficultés de navigation sur le grand chenal en rive droite, le trafic portuaire se déporte vers la rive sud. Le Pellerin ayant conservé une hauteur de mouillage suffisante, son port connaît alors un trafic important au sein du réseau portuaire nantais ; il hérite ainsi de la prospérité du port de Couëron liée au transbordement des marchandises.

Comme de nombreux ports secondaires du réseau portuaire nantais, le port du Pellerin ne connaît pas d'aménagements en «dur» avant le milieu du XIX^e siècle. La réalisation des premiers ouvrages en maçonnerie, en 1838, vise à soulager une hausse du trafic sur ce site portuaire notamment lié à l'encombrement saisonnier des espaces rivulaires par le foin récolté sur les îles de Loire. Le prolongement des quais de 210 mètres est exécuté en 1889, en aval de l'actuelle place du Commandant l'Herminier.

Les aménagements du XX^e siècle concernent avant tout les lieux d'accostage pour le passage de bac : bac à chaînes « Saint-Julien », pontons d'accostage pour les bateaux à vapeur qui assurent la liaison entre Nantes et Saint-Nazaire.

Des photographies et cartes postales de la première moitié du XX^e siècle montrent les longs quais du port comme un espace de déambulation pour une foule de promeneurs. Plusieurs hôtels, cafés et buvettes font du port un lieu de détente apprécié, notamment lors des régates en Loire organisées en fin de semaine.

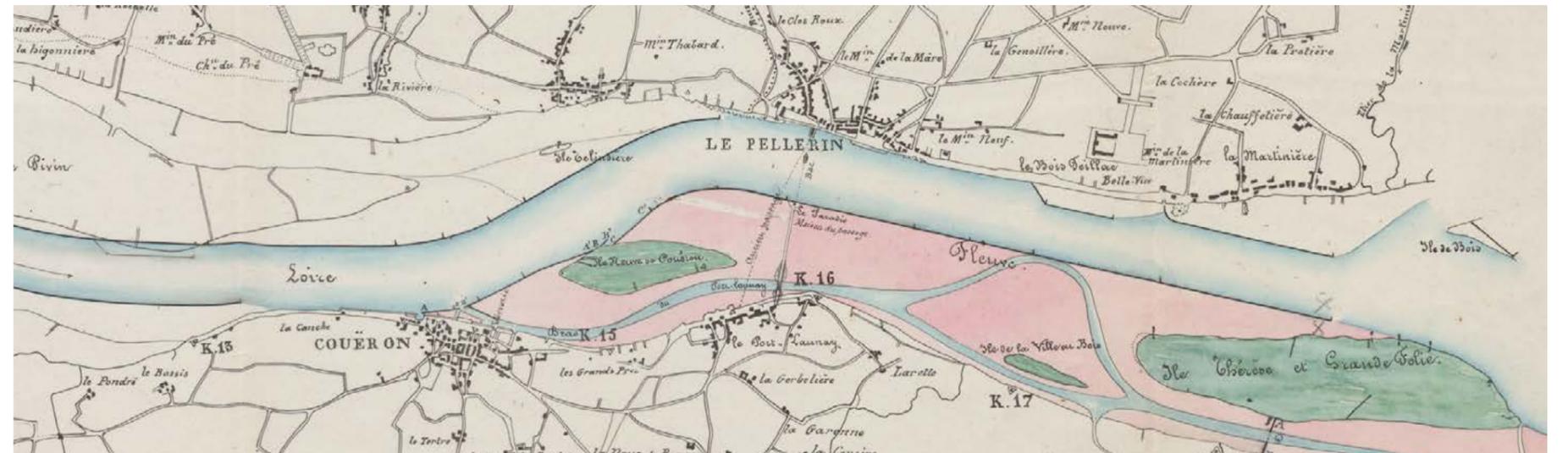
La fonction de passage du port est confirmée en 1955 avec l'arrivée du bac amphidrome nécessitant la construction d'une double cale, encore utilisée aujourd'hui par le passage d'eau du bac départemental, vis-à-vis de la place du Commandant l'Herminier.



Inventaire des Pays de la Loire. IVR52_20204401033NUCA.



Restauration et amélioration des digues du chenal d'accès. Plan général, détail du bourg et du port du Pellerin, 1890. Inventaire des Pays de la Loire. AD 44. IVR52_20204401044NUCA.



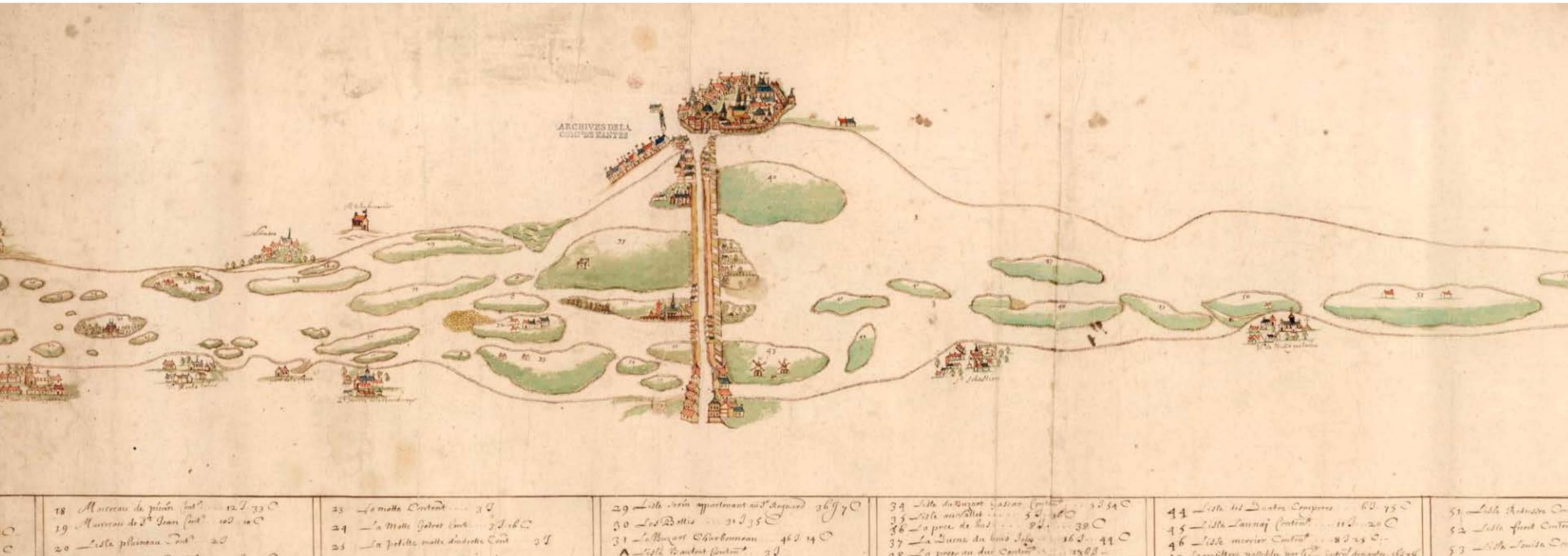
Inventaire des Pays de la Loire. AD 44. IVR52_20204400939NUCA.

PARTIE 1.

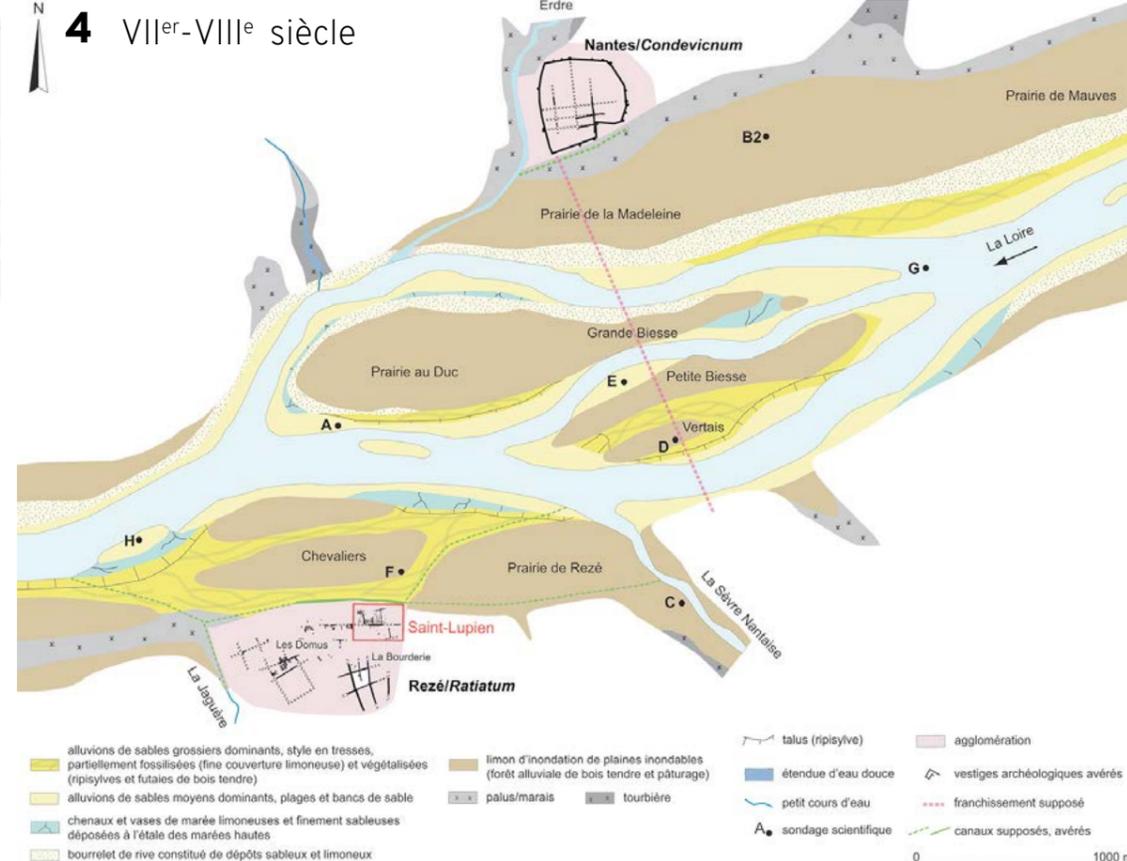
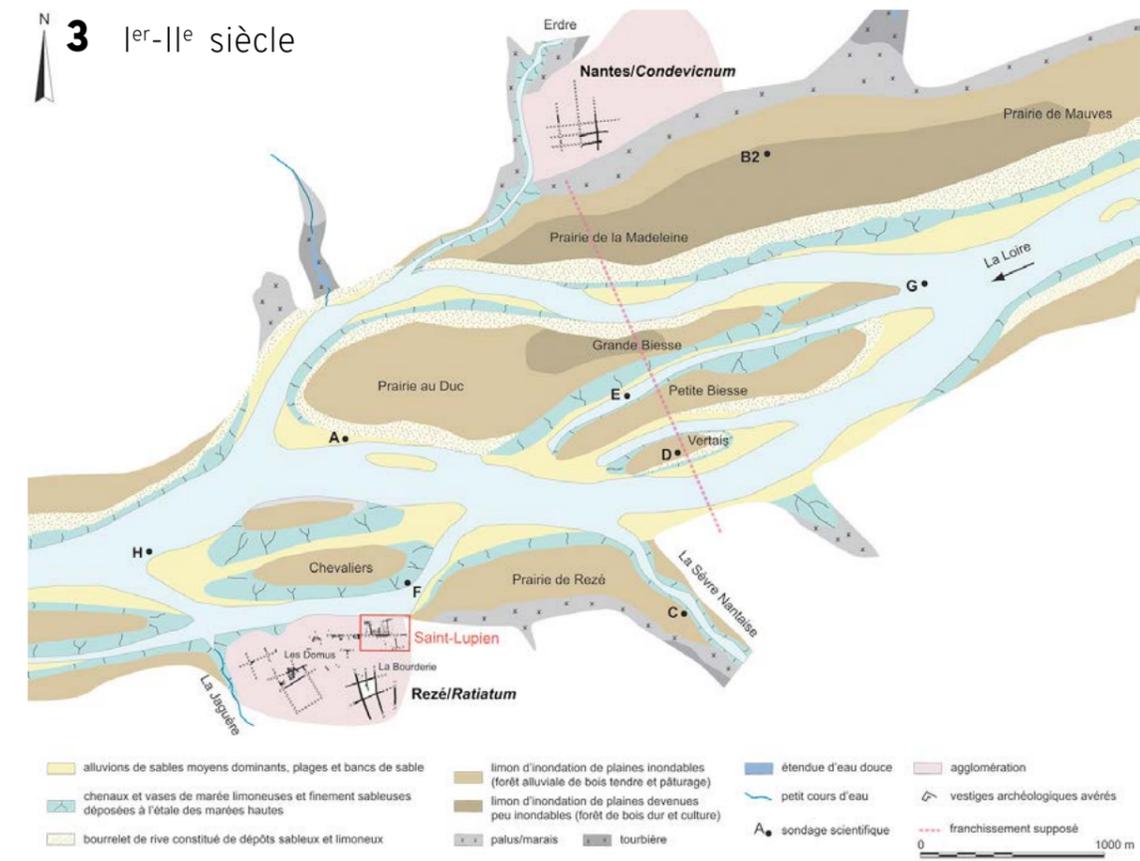
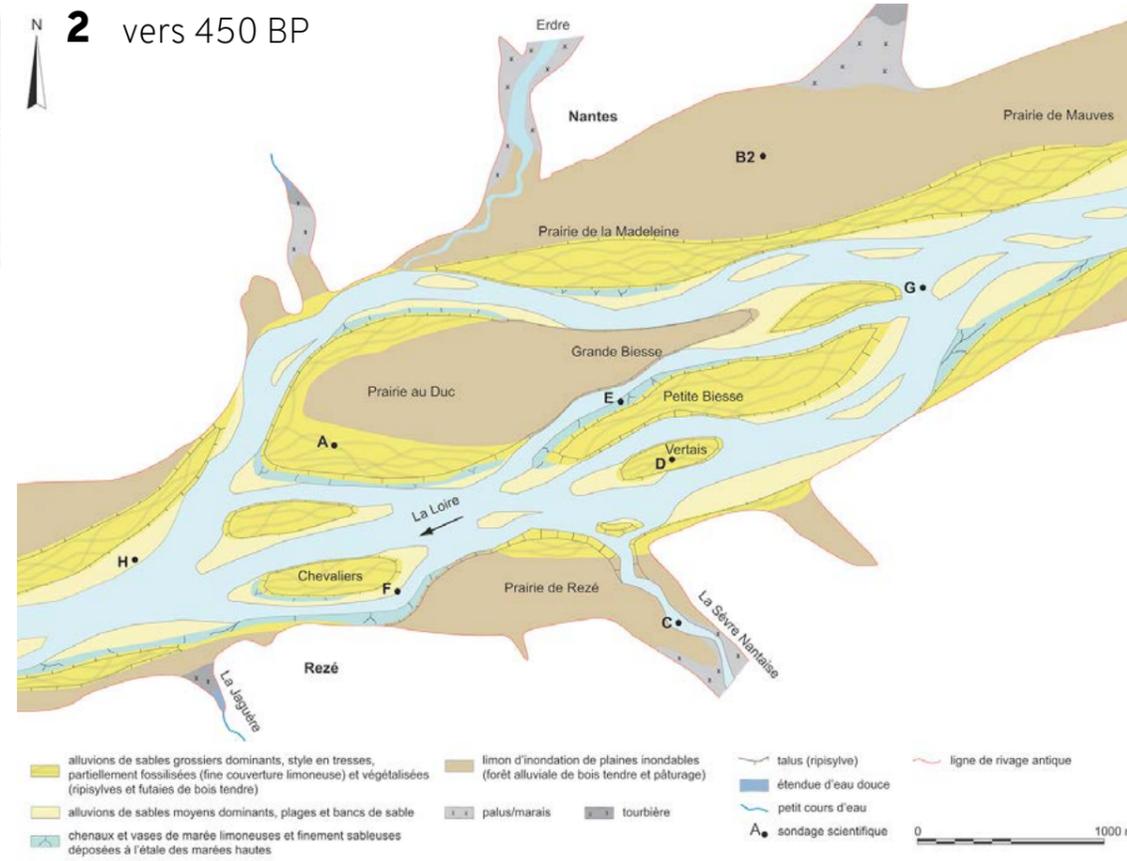
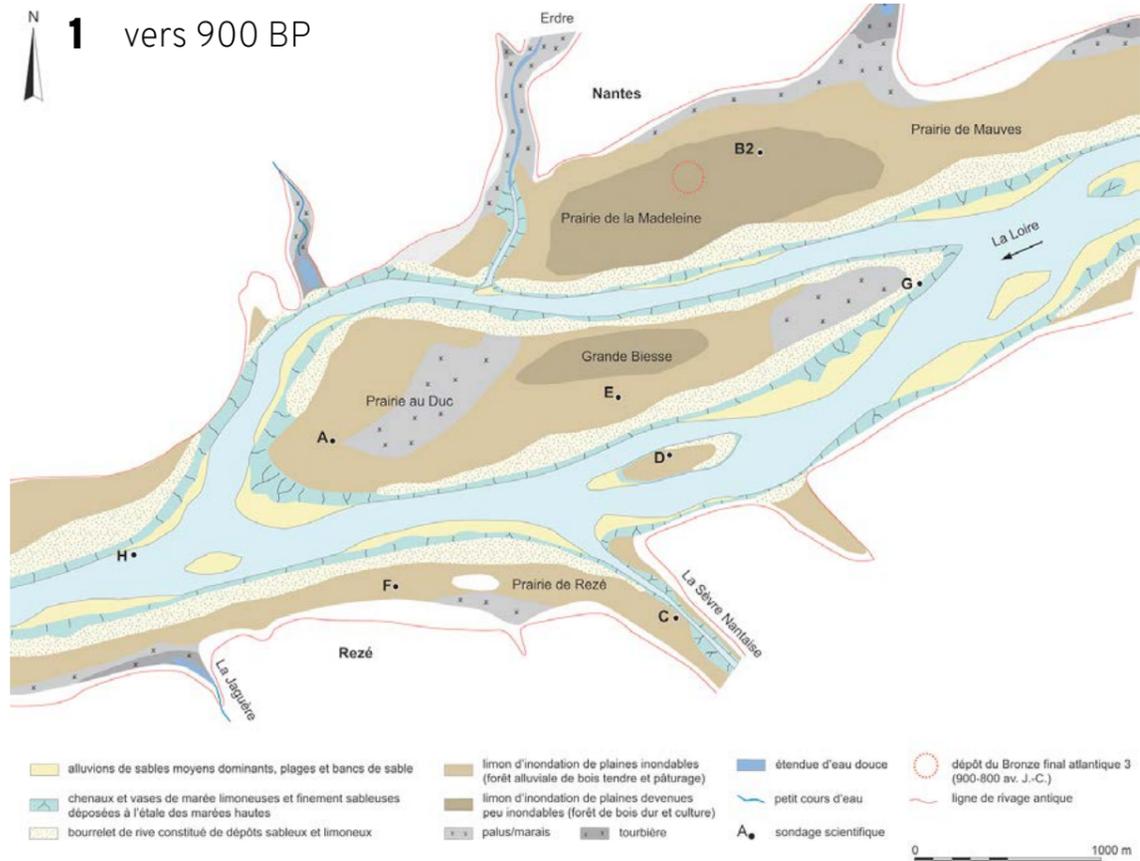
APPROCHE MACRO DU TERRITOIRE

Archéologie et histoire de la Basse-Loire

B. Territoire de Rezé et Nantes



Carte d'arpentage par Ambroise Grion, 1665. Archives municipales de Nantes, II-167 n°52.



Nantes, la Loire, depuis la toute fin de l'Age du Bronze au VII^e-VIII^e BP
DAO Rémy Arthuis / INRAP.

Extrait de l'article publié en 2020 in Gallia, n°77-1 :
«Les infrastructures et l'évolution des usages du port antique et médiéval de Rezé/ratiatum, face aux changements hydromorphologiques de l'estuaire de la Loire»
par Rémy Arthuis avec la collaboration de Eric Armynot du Chatelet, Pierre Fernandez, Axelle Ganne, Evelyne Goubert, Valérie Le Cadre, Chantal Leroyer & Jimmy Mouchard.



Physionomie du lit de la Loire à Nantes sur les périodes antérieures à l'an mil

Les évolutions du lit du fleuve sur Rezé et Nantes depuis la préhistoire jusqu'au X^e siècle

Extrait de l'article publié en 2020 in Gallia, n°77-1 :

«Les infrastructures et l'évolution des usages du port antique et médiéval de Rezé/ratiatum, face aux changements hydromorphologiques de l'estuaire de la Loire» par Rémy Arthuis avec la collaboration de Eric Armynot du Chatelet, Pierre Fernandez, Axelle Ganne, Evelyne Goubert, Valérie Le Cadre, Chantal Leroyer & Jimmy Mouchard.

Sur les communes de Nantes et Rezé, situées en fond d'estuaire, la vallée de la Loire constitue un vaste espace sur lequel ont été réunis et étudiés des sondages géotechniques et palynologiques ainsi que des données archéologiques et historiques, avec pour objectif d'appréhender l'évolution du fleuve durant les 8 000 dernières années. Plusieurs phases majeures ont ainsi pu être révélées.

Le paysage ligérien antique au-devant des villes romaines de Nantes/Condevicum et de Rezé/Ratiatum, situées de part et d'autre de l'estuaire de la Loire, est fondé sur des composantes géographiques héritées, dont les plus anciennes sont les îles de la Grande Biesse et de la Prairie au Duc et les plaines inondables de la Madeleine, de Mauves et de Rezé. Elles sont apparues progressivement, entre 5 700 et 4 500 ans BP, au Néolithique final, lorsque les influences marines qui dominent la vallée de la Loire à Nantes, alors véritable ria, vont s'estomper suite au ralentissement de l'élévation du niveau des océans et laisser place à un fleuve conquérant qui incise les bras de Pirmil et de la Madeleine.

A l'échelle de la vallée, ces composantes ont finalement assez peu évolué par la suite. En revanche, la bande active du fleuve est nettement plus mobile et de nombreuses îles y sont apparues, notamment à la fin des crises hydrologiques liées aux péjorations climatiques du 1^{er} et du début du 2^e âge du Fer. Parmi celles-ci, ont été reconnues l'île des Chevaliers, située au droit du quartier portuaire antique de Saint-Lupien - ce qui permet de circonscrire le chenal qui sépare l'île du port et de le qualifier de bras secondaire - et celle

de Vertais qui complète le **fondement géologique d'un possible franchissement de la Loire durant l'Antiquité avant que ne soit construit, à cet endroit, la ligne de ponts médiévale dont les archives attestent l'existence dès le IX^e siècle.**

A Saint-Lupien, les premiers aménagements de berge, puis les quais monumentaux, sont construits entre le début du I^{er} siècle et le début du II^e siècle après Jésus-Christ, en bordure des eaux relativement calmes d'un bras secondaire de la Loire soumis à la marée dynamique et, concernant au moins les tout premiers aménagements, à la remontée des eaux salées. Les grandes infrastructures portuaires établies à la fin du I^{er} siècle après Jésus-Christ sont adaptées à cet environnement et en totale adéquation avec une batellerie mixte, fluviale et estuarienne.

Les influences marines vont progressivement fléchir jusqu'à presque disparaître durant la crise hydrologique d'origine vraisemblablement anthropique des II^e et III^e siècles, restreignant l'estuaire et rendant le bras de Rezé nettement plus fluvial et, semble-t-il, difficilement exploitable comme site portuaire dans sa configuration initiale. Les quais sont alors transformés - ou abandonnés et recyclés - en cale, un réaménagement qui ne permet plus que l'échouage d'embarcations à fond plat forcément fluviales.

L'activité de ce port perdure néanmoins dans un environnement hydrologique perturbé jusqu'au début du VII^e siècle et l'arrivée massive de sable qui va obstruer définitivement le chenal d'accès. Cette énième crise hydrologique coïncide avec le début d'une péjoration climatique qui va perdurer jusqu'au IX^e siècle et contrarier le projet de maintenir coûte que coûte un port dans ce secteur et/ou de rétablir des circulations fluviales grâce au creusement d'un canal, puisque celui-ci va rapidement se colmater. Partiellement envasé dès le VII^e siècle, le canal, dernier vestige d'une activité fluviale en ce lieu, aura totalement disparu du paysage avant le X^e siècle.

Le port de Ratiatum, un site aujourd'hui déconnecté de la Loire

Depuis la fin du XIX^e siècle, de nombreuses opérations archéologiques ont été menées sur le site de Saint-Lupien à Rezé, coteau en bordure de la plaine inondable. Elles ont permis de découvrir - au début des années 2000 seulement - des structures portuaires d'époque romaine enfouies sous des alluvions déposées durant le haut Moyen-Age (Arthuis, 2010). La fossilisation des cales et des quais est donc assez ancienne, mais la déconnexion du site avec le réseau hydrographique ligérien est le résultat d'une histoire relativement récente.

Un nœud d'échanges

Nantes patrimonia, Contribution de Marie-Hélène Jouzeau, 2020.

Par le grand axe de circulation et d'échange commercial que constitue le fleuve navigable, Nantes est depuis l'Antiquité en communication avec tout le bassin ligérien, qui couvre presque un quart du territoire français. Par Roanne, elle est en contact avec Lyon, le couloir rhodanien et les pays de la Méditerranée. Par Orléans, les relations avec Paris et les régions du Nord sont facilitées. Un important trafic anime le fleuve.

Dès la fin du Moyen Âge, les installations portuaires se développent en aval des ponts, près de l'embouchure de l'Erdre. L'aménagement de la Fosse est alors entrepris, ainsi que la construction des entrepôts pour le vin et des premières salorges. Les ponts de Nantes deviennent alors le point de rupture de charge entre navigation fluviale et navigation maritime.

La ligne des ponts à Nantes au Moyen-Age

Lit de la Loire et gestion de l'eau à Nantes

La Loire à Nantes, préliminaires à l'étude du paysage. Etude documentaire, E.Miejac, décembre 2007. SRA Pays de la Loire et INRAP Grand-Ouest.

Les travaux significatifs de l'évêque Saint-Félix sur l'Erdre dès le VI^e siècle (chaussée Barbin et moulins) sont directement liés à l'utilisation, à l'évolution de la Loire et des cours d'eau baignant Nantes et participent au changement de la dynamique hydraulique et celui de la physionomie de la ville.

Guépin en 1839, reprenant les travaux de Travers (1837), apporte quelques précisions sur la nature des travaux entrepris par Saint-Félix à Nantes. La ville était, à cette époque, située non sur les bords de Loire mais à la confluence de l'Erdre et du Seil. Saint-Félix aurait ainsi ouvert un canal entre les prairies de Mauves (Hanne à l'époque) et de la Madeleine (Hienne à l'époque). A l'entrée de ce canal, des pêcheries et des moulins auraient été installés, leur destruction n'intervient qu'au XII^e siècle. Par l'ouverture du canal, la Loire entra dans le lit du Seil et de l'Erdre, qui se réunissaient alors près du lieu où sera construit le pont de la Poissonnerie.

Au début du XIII^e siècle, Pierre de Dreux dans ses travaux de modification de la ville ancienne et de ses défenses, semble avoir réalisé le déplacement de l'embouchure de l'Erdre, à l'endroit qu'elle occupe actuellement. Quelques historiens au cours du XIX^e siècle ont proposé une hypothèse de restitution de la liaison entre Erdre et Loire. L'Erdre aurait alors présentée deux bras parallèles, dont le plus ancien occupait la place de la rue de la Paix et aurait rejoint le précédent au niveau actuel du pont de Sauvetout, avec une «anse» à l'endroit des actuelles places Royale et du Commerce.

La ligne des ponts à Nantes, un ensemble unique en Europe

Nantes patrimonia, Direction du patrimoine et de l'archéologie 2021 + Contribution de Marie-Hélène Jouzeau, 2020.

Au Moyen Âge, la multiplication des échanges commerciaux entre Nantes et l'Atlantique confère à l'estuaire un rôle portuaire de première importance, nécessitant donc des infrastructures portuaires adaptées.

L'évolution du trafic fluvio-maritime est surtout marquée à cette période par la construction d'une ligne de ponts, un élément géostratégique déterminant pour l'économie du pays nantais...

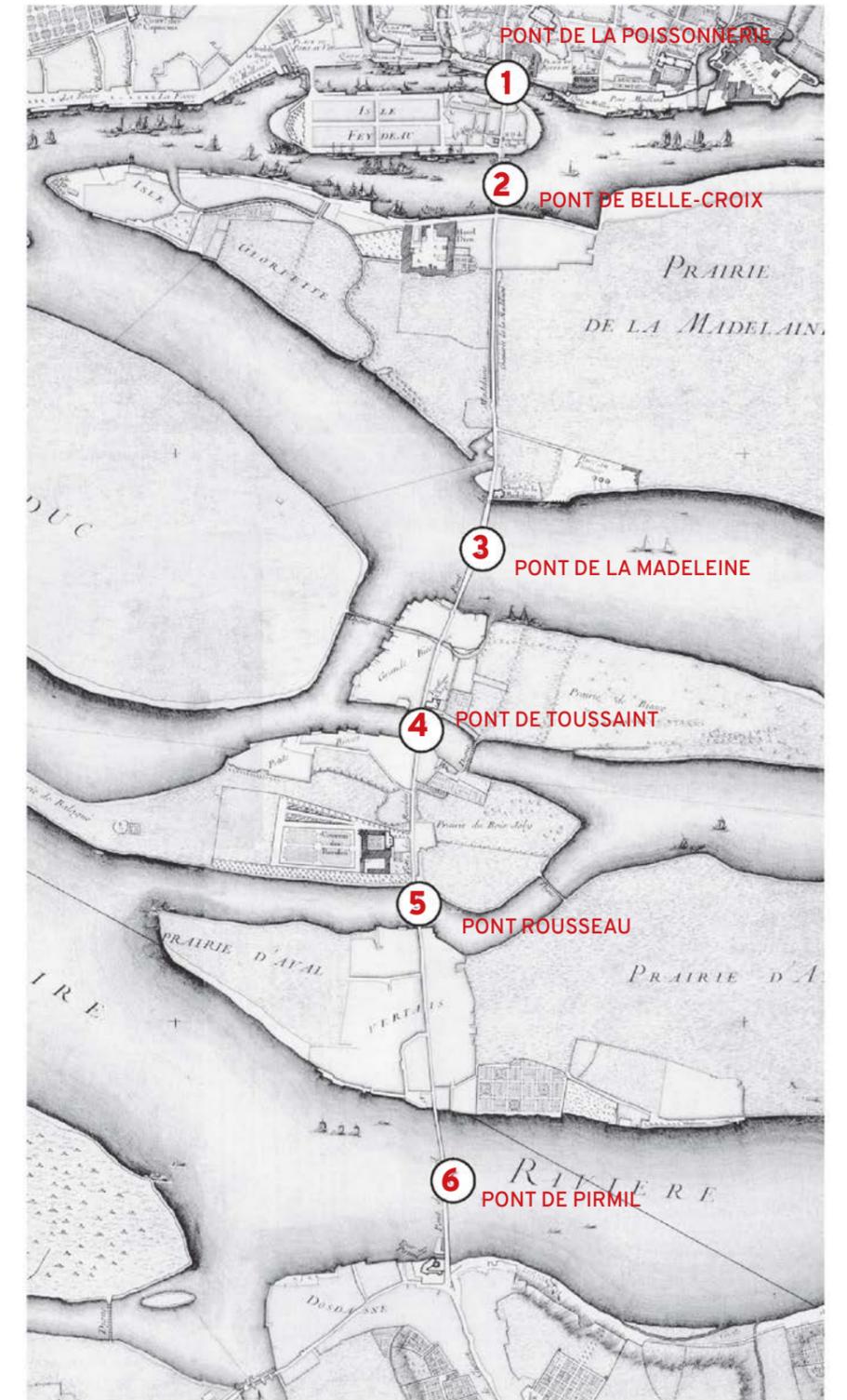
La ligne des ponts nantaise était un ensemble unique en France et en Europe, érigé pour traverser 2 kilomètres de fleuve et permettre une liaison entre les différentes régions de la façade atlantique.

Les ponts se succèdent depuis la porte de la Poissonnerie sur la rive nord jusqu'à la tour de Pirmil sur la rive sud avec des orientations qui varient selon la position des îlots rocheux. La ligne se compose de ponts dans le lit du fleuve, les boires ou les étiers, et de « chaussées » sur les îlots. Il y a six ponts : celui de la Poissonnerie, celui de la Belle-Croix, celui de la Madeleine, celui de Tous-saints, celui des Récollets et celui de Pirmil. Ils sont reliés entre eux par des chaussées mises en œuvre en hérisson sur des talus prenant appui sur les îlots rocheux ou sur des parties exhausées des îles comme celles de Biesse ou de Vertais.

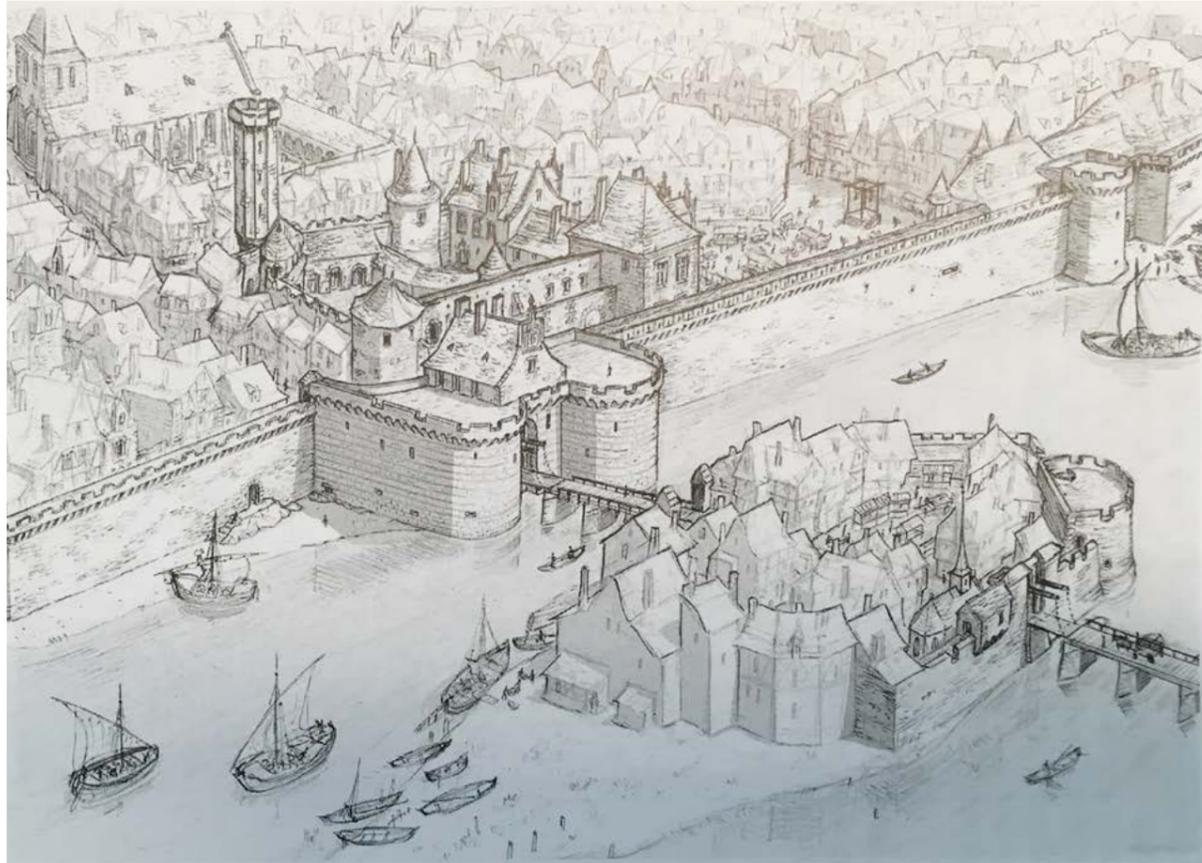
L'expression « route des ponts » transcrit parfaitement le rôle dévolu à ces ouvrages. Les ponts forment une route continue pour faciliter le transport des marchandises et des hommes d'une rive à l'autre. Comme toute route, celle-ci est en partie bordée d'édifices érigés sur les deux ponts proches du centre-ville (Poissonnerie et Belle-Croix) et sur les îlots rocheux.

Sans les ponts, la traversée de la Loire sur le site de la confluence nantaise est presque impossible à cause des courants, des îles et des bancs de sable mouvant : les voyageurs embarquent en amont ou en aval pour rallier Nantes après plusieurs haltes comme le roi Charles IX qui monte dans une gabarre à Thouaré pour pouvoir rejoindre Nantes après l'effondrement du pont de Pirmil en 1564.

A chaque effondrement d'un pont nantais, du Moyen Age à nos jours, la circulation et l'économie de la région nantaise mais également celles de la Vendée et du Poitou sont perturbées. Les remèdes comme les bacs, les ponts de bateaux ou les ponts provisoires ne peuvent absorber l'intégralité d'un trafic dont l'intensité n'a jamais cessé de croître.



La ligne des ponts médiévale telle qu'elle apparaît sur le plan Cacault, 1756-57. Archives municipales de Nantes, cote II 157 n°6.



Les abords de la porte de la Poissonnerie à la fin du XV^e siècle

(illustration F. Juteau, 2016)

Extrait de l'article de Camille Dreillard, dans le Bulletin de la Société Archéologique et Historique de Nantes et de Loire-Atlantique, tome 153, 2018 : « L'enceinte urbaine médiévale de Nantes, de la construction à la restitution »

Au premier plan : l'île fortifiée et la grève de la Saulzaie, avec la chapelle Notre-Dame-de-Bon-Secours et le pont de Belle-Croix à droite ; le pont de la Poissonnerie, à gauche.

Au second plan : la porte de la Poissonnerie (1484-1486), avec la tour de la Prévôté et la tour Saint-Jacques ; à gauche, la grève et la poterne de la Poissonnerie ; en haut à droite, la tour, la courtine et la poterne de la Monnaie, contre lesquels est construit l'Hôtel de la Monnaie.

En arrière-plan : le quartier du Bouffay, avec le château (construit à partir du X^e siècle) et la place du Bouffay. Au fond à gauche, l'église Sainte-Croix.

Profil de la ville de Nantes, lignes de ponts représentée en ligne droite, oubliant les îles et le caractère hétéroclite des ouvrages, Château des Ducs de Bretagne, Musée d'histoire de Nantes, cote 939.5.57



Plan d'une partie des ponts de la Ville de Nantes depuis la tour de Pirmil à la porte de la poissonnerie., par Bouin, 1712.
Archives municipales de Nantes, Il 168* n°42.



La ligne des ponts à Nantes jusqu'au début du XIX^e siècle

La vie des ponts

Sur les ponts de Nantes, par André Péron, Editions Ressac, 1995.

Le XVIII^e siècle voit se développer les manufactures le long de la route des ponts et, au XIX^e siècle, les usines se multiplient dans «le quartier des ponts» qui devient ainsi le cœur industriel de Nantes.

La mouture des grains par les moulins compte parmi les plus anciennes activités pratiquées sur les ponts : en 1556, le bureau de la ville demande au roi de pouvoir placer six moulins à eau sur les ponts (seulement sont autorisés en 1573 : pont Rousseau et Belle-Croix). A l'épreuve des problèmes de crues et d'ensablement de la Loire, le bateau-moulin amarré aux piles des ponts s'avèra une solution plus pertinente et fréquente jusqu'à la première moitié du XIX^e siècle.

Les pêcheries constituent l'une des principales activités économiques favorisées par les ponts. Après la crue de 1711, l'ingénieur Bounin, commis à l'inspection des ouvrages de ponts, procède à un relevé des ponts avec indication des «pêcheries qui causent la ruine des dits ponts et des païs voisins ». En effet, la plupart des arches des ponts sont obstruées par des pêcheries en forme de V constituées de pieux enfoncés dans le lit du fleuve, sortes de clayonnages freinant l'écoulement des eaux ; le débouché d'une arche peut ainsi être réduit de 8 à 1 mètre. La pression de l'eau sur les piles et le tablier est ainsi augmentée, comme est aggravée l'inondation des bas quartiers en période de crue.

Les ponts de Loire ne sont pas seulement des lieux de passage entre la rive nord et la rive sud du fleuve, entre la Bretagne et le Poitou. Ce sont aussi des lieux très animés où se côtoient toutes les professions qui vivent du fleuve. A Nantes, non seulement on «passe les ponts» mais aussi on «habite les ponts». Pêcheries, moulins, commerces... contribuent à en faire des espaces très convoités.

La recherche de solutions aux problèmes d'ensablement qui conduit au comblement partiel

*La Loire à Nantes, préliminaires à l'étude du paysage. Etude documentaire, E.Miejac, décembre 2007. SRA Pays de la Loire et INRAP Grand-Ouest.
Expo d'Isles en îles, Inventaire des Pays de la Loire.*

A partir de 1753, l'ingénieur Magin proposait la construction de digues afin de favoriser la constitution d'un chenal de navigation. Sur les divers plans du XVIII^e siècle, trois digues sont indiquées : prairie-au-Duc/île Gloriette, fermeture de la boire entre les îles de la Grande et Petite Biesse, fermeture du canal entre la petite Biesse et Vertais. D'autres digues seront installées.

L'installation de ces différentes digues devait en provoquant la formation d'une seule grande île dans le lit de la Loire, favoriser l'existence de deux bras importants au nord et au sud avant le maintien d'un niveau d'eau suffisant pour la navigation. Les sables devaient être emportés par le fait de l'augmentation de la vitesse du courant.

Quelques années après la mise en œuvre du plan de l'ingénieur Magin, on assiste au comblement progressif des passages d'eau entre les îles, de la Prairie-au-Duc aux îles de la Turmelière et Beaulieu récemment stabilisées (les îles des Quatres Compères et Launay ayant déjà été réunies à la Prairie d'Amont).

En 1758, le roi cède à la Ville ses droits sur les sables nés de la contrainte des digues en contrepartie d'un engagement à supporter le coût de l'amélioration de la navigation. La maîtrise foncière de la Ville sur ces espaces gagnés sur le fleuve permet d'en mesurer l'ensablement pour ne laisser subsister que les flux utiles : les boires de Toussaint et des Récollets et le canal de Biesse.

L'amorce de nouvelles lignes de ponts

A la fin du XVII^e siècle, Nantes compte environ 40 000 habitants et sa population double au XVIII^e siècle. L'augmentation de la popula-

tion et le développement de son trafic commercial amènent la ville à s'inscrire dans une nouvelle démarche d'urbanisme planifié.

Le maire Gérard Mellier, à partir des années 1720, initie un nouveau regard sur la ville alliant développement et esthétique urbaine. Il met en œuvre une série de mesures qui ne se concrétiseront qu'au milieu du XVIII^e siècle et vont profondément modifier la physiologie de la ville. Parmi ces transformations, on peut citer l'arasement de l'enceinte urbaine à partir de 1755, la conquête des îles de Loire et l'assèchement de nombreuses zones marécageuses, le pavage et le redressement de certaines voies qui conduiront à la construction de nouveaux ponts en pierre (remplaçant ceux de bois).

Autre événement, à la fois architectural et urbain, la création de lotissement conduit, avec le développement des faubourgs, non seulement à embellir la ville mais aussi à en réorganiser les liaisons routières et donc les franchissements du fleuve. Le lotissement de l'île Feydeau est projeté en 1723, et la première campagne de construction se déroule principalement entre 1740 et 1755. Son positionnement stratégique entre la Bourse et la Prairie-au-Duc conduit dès 1750 à la création du pont de la Bourse et amorce alors le tracé d'une seconde ligne de ponts, avec le pont Maudit et son prolongement sur le bras de la Madeleine (futur pont Haudaudine) qui figurent déjà en projet sur le plan Lerouge de 1766. Le prolongement jusqu'à la rive sud ne se réalisera que dans la seconde moitié du XIX^e siècle, même si un tracé abouti existe en projet dès 1838 depuis la Fosse jusqu'à Pont-Rousseau.

Au-delà des gains fonctionnels qu'apportent de nouveaux ponts pour la desserte de la ville, c'est très probablement la création d'ouvrages neufs à même de remplacer ceux de la ligne des ponts alors jugés trop délabrés qui prévaut dans la réflexion. La seconde ligne des ponts Nord-Sud reliant la route de Rennes à celle de Clisson (via l'actuelle route de Strasbourg) est dessinée dès 1778 par l'ingénieur Perronnet, et pourtant réalisée qu'en 1966, sur un axe décalé.



1766



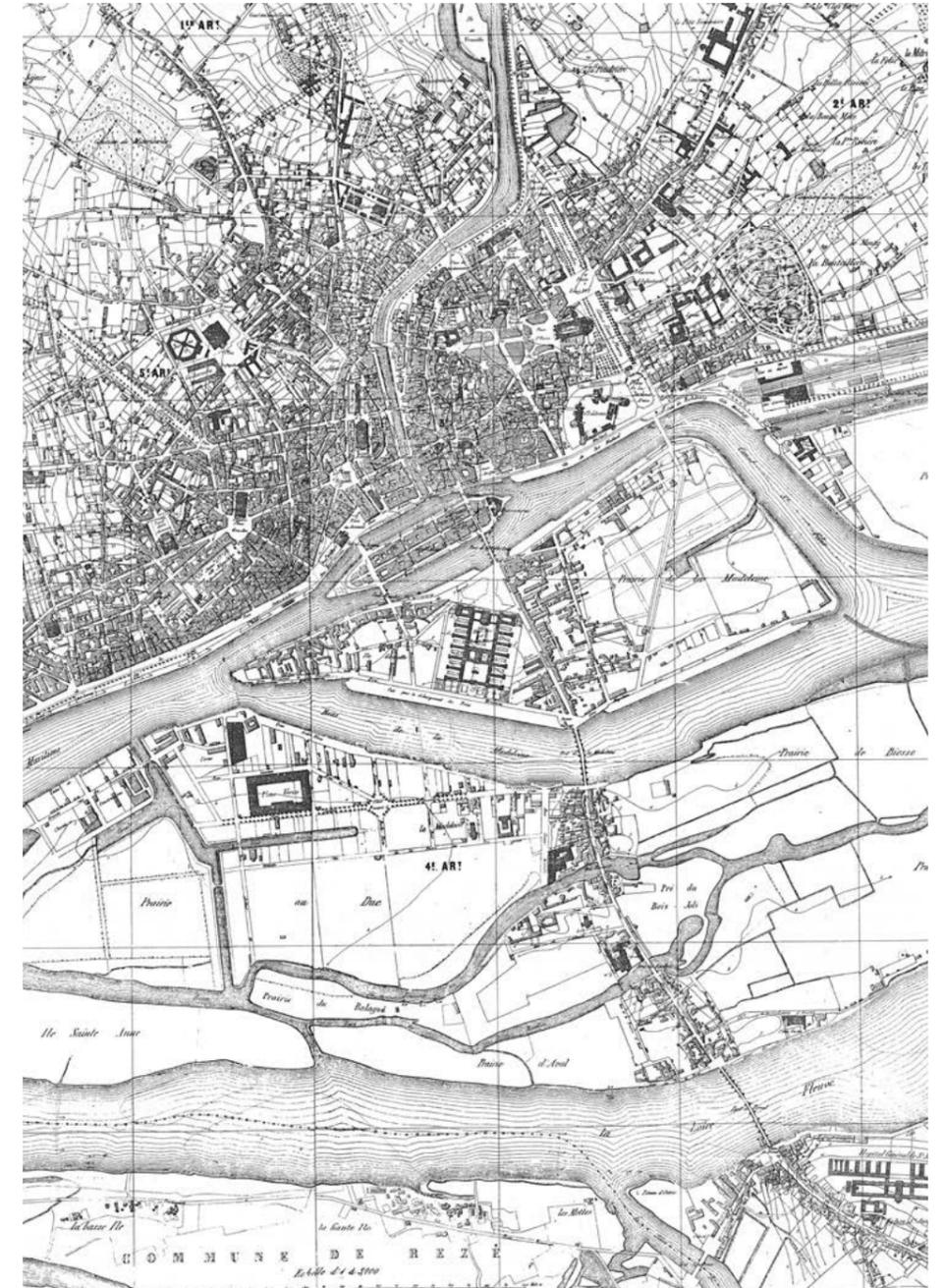
Plan dit Lerouge en 1766 faisant apparaître le tracé projeté d'une nouvelle ligne de ponts, Archives municipales de Nantes, cote ?

projet 1778



Plan du projet pour la construction de trois ponts sur la Loire et sur le même alignement en place des six anciens ponts lorsqu'ils viendront à tomber et aussi pour l'agrandissement de la ville de Nantes dans l'isle de la Magdeleine [...], par Perronet, détail de la ligne de pont Madeleine-Pirmil. Dessin aquarellé, 1778. Inventaire de la Région des Pays de la Loire.

1869



Plan géométrique de Nantes, par F.J. Pinson, 1869. cote ?
Le doublement des ponts desservant l'île Feydeau est en place ainsi que le pont de la Rotonde sur le bras nord, mais le bras de la Madeleine et le bras principal n'ont toujours qu'un point de franchissement : la ligne des ponts de l'Ancien Régime.



Des ponts et des routes

Jusqu'à la moitié du XX^e siècle, la Loire conserve un rôle économique majeur. Son exploitation en tant qu'axe de circulation fait l'objet de nombreuses réflexions qui conduiront d'une part à des aménagements de digue et d'épi mais aussi à de nombreuses destructions au moins partielles d'empierrements ou de digues en lien avec les activités ligériennes ancestrales : la pêche, la meunerie ou encore la collecte de taxes.

La démultiplication des voies et des ponts

LA SECONDE LIGNE DE PONTS

A partir de la première moitié du XIX^e siècle, le territoire de Nantes se modifie profondément en conséquence des travaux d'aménagements de la Loire ; les îles sont réunies, leur terrain est rehaussé et leur urbanisation au-delà de la ligne des ponts devient possible.

Un nouveau tracé de doublement de la ligne des ponts émerge en 1838, par un projet de Bordillon et Chaley qui prévoit une ligne de ponts à péage reliant la Fosse à Pont-Rousseau, mais les édiles privilégient un tracé plutôt parallèle à la chaussée ancienne à partir de la place du Commerce. Sur la Prairie-au-Duc, la rue du Nouveau pont (actuelle rue Louis Blanc) ouverte en 1854 anticipait la construction du pont Haudaudine. Mais au moment du lancement des travaux du pont en 1877, le projet a changé. Il ne s'agit plus de traverser la Prairie en ligne droite mais de rejoindre le pont de Pirmil à partir du boulevard de la Prairie-au-Duc, une place (future place de la République) articulant les deux axes.

Tandis que la ligne originelle se trouve réduite à deux ponts, celui de la Madeleine (actuellement pont Audibert) et celui de Pirmil, de nouveaux ponts sont créés isolément ou en ligne. En 1841, la prairie de la Madeleine est désenclavée par l'édification du pont de la Rotonde, il apparaît sur le plan de projets de Driollet, associé au tracé du futur Champ de mars.

VOIE FERRÉE & PONTS FERROVIAIRES

La desserte ferroviaire est évoquée officiellement dès 1837. Le positionnement de cette gare est particulièrement stratégique et fait l'objet de nombreuses discussions. Hantée par l'exemple du port de Rouen supplanté par Le Havre, Nantes exige d'abord d'être le terminus de la ligne avant de considérer son prolongement vers Saint-Nazaire comme le moyen de faire de cet avant-port son « faubourg ». Le choix final s'arrête sur la prairie de Mauves, en 1848, nécessitant la création d'un canal secondaire pour assécher les terrains et la création d'un pont enjambant la Loire, le pont de Vendée, en 1866 (ligne Nantes-Saintes). Un raccordement à une gare maritime installée aux Salorges est créé pour permettre l'articulation entre gare et voie maritime ; il sera prolongé jusqu'à Chantenay, jusqu'à constituer une ligne traversant la ville d'est en ouest (sous tunnel à partir de 1941).

La Compagnie des chemins de fer nantais prend l'initiative en 1876 d'implanter une nouvelle gare sur la Prairie-au-Duc, qui sera inaugurée en 1887 (actuelle maison des syndicats). Cette gare n'est qu'une halte voyageurs sur les lignes vers les stations balnéaires, desservie par la seconde ligne du tramway et reliée à la gare d'Orléans par une « navette » ferroviaire. Elle conduit à la création des ponts de Pornic (vers Saint-Gilles-Croix-de-Vie, 1875) et Résal (vers Nantes, 1885).

LA LIAISON FOSSE / PRAIRIE AU DUC

Suite à l'installation de différentes industries sur la Prairie-au-Duc, le projet d'une nouvelle ligne de ponts reliant le quai de la Fosse à la Prairie au Duc est évoqué. Le projet d'un double pont qui partirait du quai de la Fosse, s'appuierait sur la pointe de l'île Gloriette puis rejoindrait la Prairie-au-Duc, est toutefois jugé trop coûteux et gênant pour la navigation.

En 1895, le maire approche Ferdinand Arnodin qui construit à l'époque le pont transbordeur de Rouen, après avoir élevé celui de Biscaye en 1893. La déclaration d'utilité publique, permettant la création d'un pont transbordeur au port de Nantes, est actée par le décret du 26 mai 1898. L'ouvrage inauguré en 1903 a pour objectif d'acheminer les ouvriers se rendant dans les chantiers navals.

LE COMBLEMENT DE DEUX BRAS ET DE QUATRE PONTS

Entre 1926 et 1940, le comblement des bras nord de la Loire ensevelit les ponts de la Poissonnerie et de Belle-Croix. L'assèchement et le remblaiement de la boire de Toussaint en 1924 génère l'enfouissement du pont éponyme. Un phénomène répété pour la boire et le pont des Récollets en 1948 (un vestige du pont des Récollets est encore visible dans le square Vertais).

LE PONT AU SERVICE DES ROUTES

Entre 1962 et 1966, une nouvelle ligne de pont est mise en œuvre pour accompagner l'urbanisation de l'île Beaulieu. Le pont Aristide Briand qui joint l'île de la Madeleine à l'île Beaulieu est relié par le boulevard du Général de Gaulle au pont Georges Clémenceau qui dessert la côte Saint-Sébastien.

A la fin des années 1960, le schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme prévoit un nouveau franchissement à l'est pour le contournement de la ville : ce sera le pont de Bellevue terminée en 1970. Dès lors la question du franchissement ouest est posée mais il faudra attendre 1994 pour voir le pont de Cheviré réalisé.

Au plus près du centre-ville, le pont Anne de Bretagne vient recréer un franchissement en 1975 tout proche de l'emplacement du pont transbordeur détruit en 1958.

L'urbanisation de l'Île Beaulieu, bientôt dénommée île de Nantes, engendre de nouveaux besoins en desserte routière. En 1995, deux ponts sont construits, sans former une ligne : le pont Willy Brandt qui joint Malakoff à l'île Beaulieu et celui des Trois Continents qui joint la Prairie-au-Duc à Rezé. En 2010, le pont Léopold Sédar Senghor relie l'île Beaulieu à la ville de Saint-Sébastien, et le pont Eric Tabarly joint Malakoff à l'île Beaulieu à partir de 2011.

Les aménagements du XX^e siècle ont transformé le paysage fluvial et ont fait disparaître la grande ligne de ponts originelle qui liait les deux rives au profit d'une multitude d'ouvrages qui créent des liens entre différents quartiers. Ces transformations illustrent un changement de paradigme : les ponts ne sont plus uniquement pensés pour la traversée des denrées entre le sud et le nord de la Loire mais pour l'utilité quotidienne de la desserte de la ville et de ses habitants.

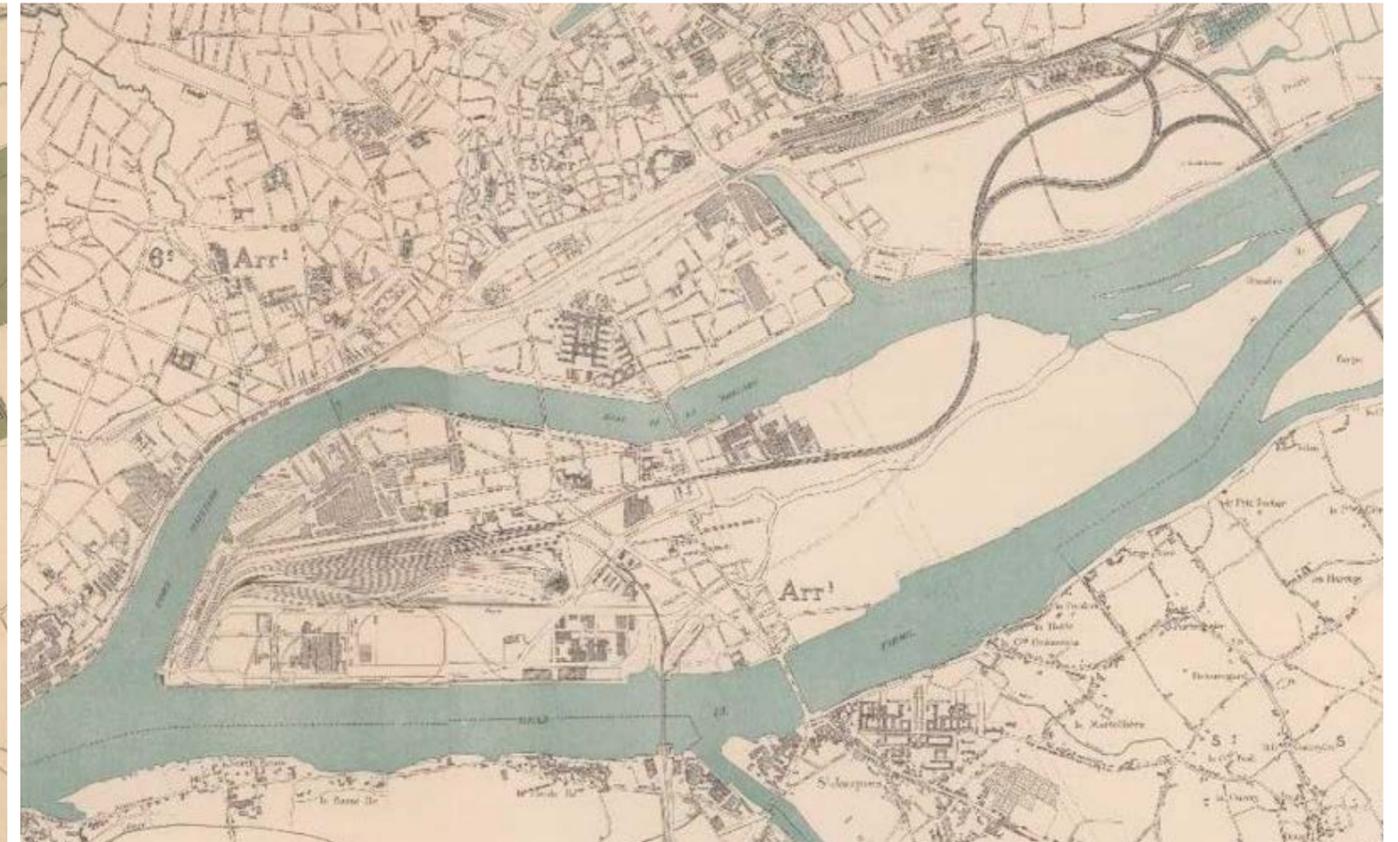


1900



Plan dit Vincent, 1900. Archives Municipales de Nantes, 1Fi0067.
On y voit apparaître le pont Haudaudine, et les ponts ferroviaires liés à la mise en place du chemin de fer : pont de Pornic, Résal et de la Vendée. Quelques années plus tard, s'ajoutera le pont transbordeur reliant le quai de la Fosse aux chantiers navals de la Prairie aux Ducs.

1941



Plan de la ville de Nantes, 1941. Archives Municipales de Nantes, 1Fi281-82.
Les comblements du bras nord de la Loire conduit à la disparition des 4 ponts desservant l'île Feydeau et du pont de la Rotonde.

1967



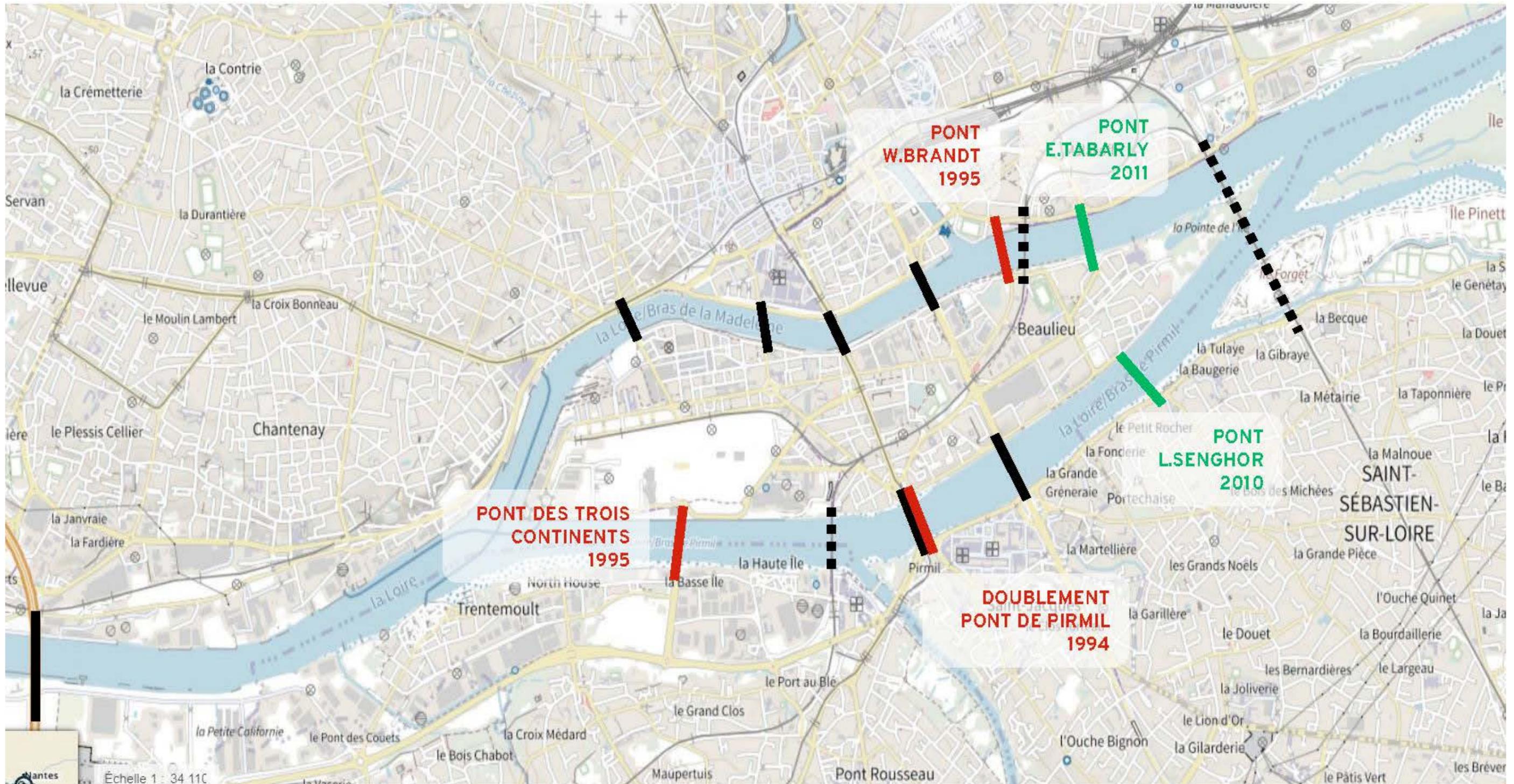
Plan de la ville de Nantes, 1967. Archives Municipales de Nantes, 1Fi2624.
On y voit apparaître la seconde ligne de ponts, positionnée un peu en amont du tracé projeté en 1778 : les ponts Aristide Briand et Clémenceau sont achevés en 1966.

1984



Plan de la ville de Nantes, 1984. Archives Municipales de Nantes, 1Fi2636
En 1970, le pont de Bellevue permet de franchir la Loire à distance de la ville, en amont.
En 1975, le pont Anne de Bretagne ajoute un nouveau franchissement du bras de la Madeleine. Suivent ensuite la reconstruction du pont Haudaudine en 1979 et le doublement du pont Audibert en 1980.

2020



Carte IGN 2020, Fond Géoportail.

En 1990, le pont de Bellevue est doublé et le pont de Cheviré est en construction, le franchissement de la Loire et le contournement de la ville deviennent compatibles. Suivent ensuite le doublement du pont de Pirmil, puis la construction des ponts des Trois Continents et Willy Brandt en 1994-95. Deux nouveaux ponts sont créés plus récemment à la pointe est de l'île de Nantes avec les ponts Léopold Senghor et Tabarly en 2010 et 2011.

zoom sur les ports étudiés

Rezé

Nantes patrimonia, Direction du patrimoine et de l'archéologie 2021.

Durant l'Antiquité, Rezé est un port sur la rive sud de Loire. Ce port apparaît au début de notre ère et se développe à partir de l'an 50. Certaines hypothèses avancent que sa façade sur le fleuve s'étirait de l'actuel centre bourg jusqu'au Port-au-Blé. Son agglomération devait au minimum atteindre 30 hectares alors qu'à la même époque, Nantes n'a qu'une surface de 18 hectares.

La formation des îles pourrait être à l'origine du déclin du commerce portuaire rezéen. Des bancs de sable commençaient-ils à s'étirer en parallèle de la rive, créant une boire qui prend sa source à l'embouchure de la Sèvre ? Le port rivulaire se serait alors transformé en port d'étier accessible uniquement par petites embarcations à fond plat de type gabarre, au tirant relativement faible.

Grâce à sa spécialisation et à sa situation proche de la confluence et de la route des ponts, l'existence du Port-au-Blé est peut-être prolongée jusqu'aux premiers siècles du Moyen Âge. Puis, ce port, que les archives médiévales consultées ne mentionnent pas, s'est colmaté : au XV^e siècle, de nombreuses saulées sont dénombrées sur les rives sablonneuses de ce Port-au-Blé dont le colmatage est encore lisible sur le plan Cacault en 1753.

La possibilité d'utiliser les îles de la rive sud de la Loire pour les besoins du port maritime de Nantes et de ses industries est rapidement reconnue. Dès 1738, l'implantation des chantiers de construction navale sur l'île de Trentemoult est suggérée avant d'être abandonnée au profit du quartier de la Chézine, qui est situé dans les limites fiscales de Nantes.

Au XIX^e siècle, les rivages sud ne sont toujours pas utilisés pour les besoins du port : de rares industries se sont installées sur les îles mais elles sont souvent de taille artisanale et participent peu à la vie du port. En revanche, à partir de 1888, la ligne tracée entre la balise amont de la digue de Trentemoult et le musoir aval de l'entrée du canal de Chantenay sert de limite aval au port ; et les bateaux ne peuvent dépasser Northouse sans avoir rempli toutes les formalités de douanes.

La question de la fiscalité explique en grande partie la sous-utilisation de ces rivages : jusqu'au milieu du XX^e siècle, Nantes travaille en concertation avec les Ponts et Chaussées pour favoriser l'installation des industries sur son territoire ce qui limite de fait les interventions de l'État sur d'autres rives.

Conscientes de l'opportunité commerciale que pourrait offrir à Rezé l'implantation d'une annexe du port, les autorités locales essaient, dans la seconde moitié du XIX^e siècle, de convaincre l'administration des Ponts et Chaussées de transformer le rivage de Trentemoult en y créant un véritable port refuge dans la petite baie à l'est du quai.

Les ouvrages publics liés au fleuve et à la batellerie sont rares sur la rive sud de la Loire ; et ceux qui existent comme la cale abreuvoir de la Haute-île sont souvent peu entretenus et inutilisables dès la seconde moitié du XIX^e siècle. De même, le Seil qui, depuis l'Ancien Régime, sert de port refuge lors des crues ou des périodes de débâcle, ne reçoit aucun aménagement public.

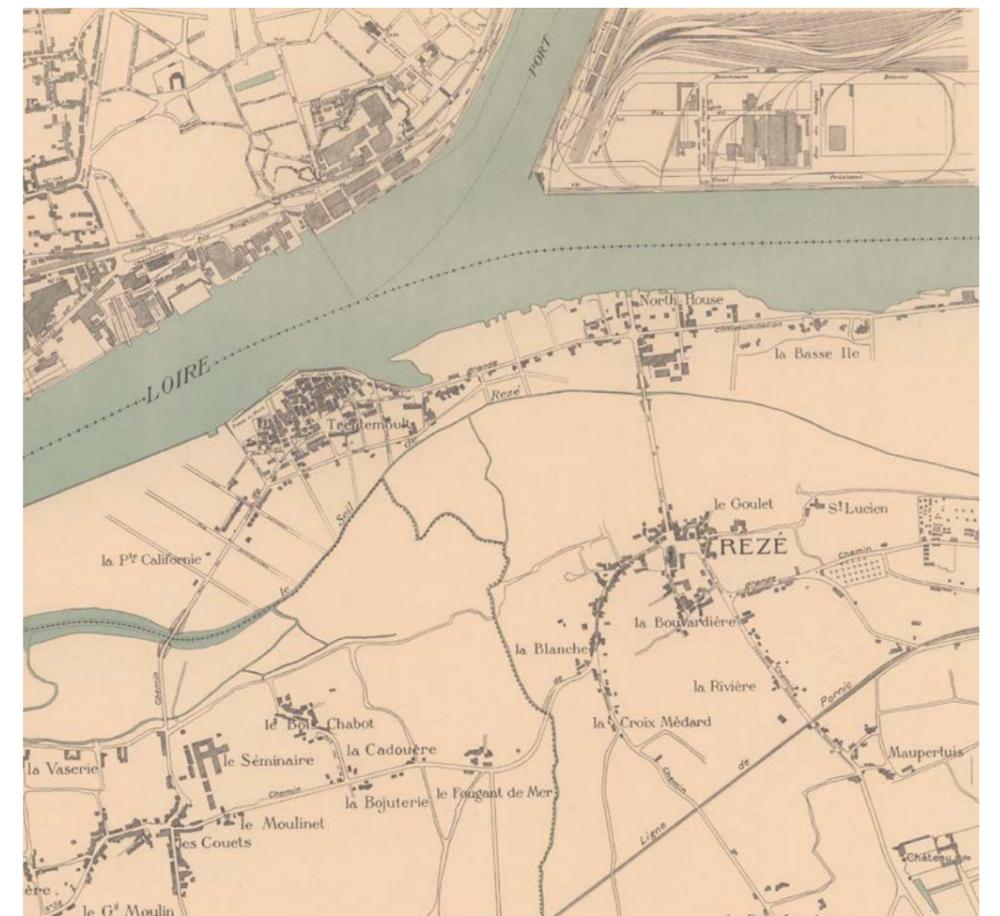
Aujourd'hui, les aménagements successifs de la ville ont fait disparaître toutes les traces du port. En revanche, la survivance médiévale du lieu – aujourd'hui borné par les rues André Malraux et Maurice Garand – se lit encore dans son urbanisme complexe sillonné par de nombreuses sentes et impasses desservant des bâtiments anciens aujourd'hui enclavés.



Plan avec le tracé de la levée souhaitée par la municipalité de Rezé, 1856. Archives départementales de Loire-Atlantique, cote 509S23.

NORD INVERSE

Plan de Nantes et Rezé, 1930. Archives municipales de Nantes, 1 Fi 1276



zoom sur les ports étudiés

Nantes

Dictionnaire de Nantes, 2013.

La ville s'est développée là où la vallée se resserre ; des dépôts ont créé une succession d'îles qui divisent le fleuve en quatre bras. Terres basses, prairies inondables ont permis le passage à gué du fleuve durant certaines périodes de l'année et ont facilité la construction de ponts dont la première ligne continue est achevée au XI^e siècle.

La ville s'est tout d'abord déployée sur la rive nord du fleuve, en partie basse, au point d'affleurement de l'axe granitique du sillon de Bretagne. Le tracé sinueux des rues, le parcellaire étroit et certains monuments tels que le château et la cathédrale se repèrent encore dans le noyau ancien autour duquel s'est assemblée l'agglomération. Sa vocation militaire alors prédominante se manifeste par la fortification de la ville, le long la Loire et de l'Erdre.

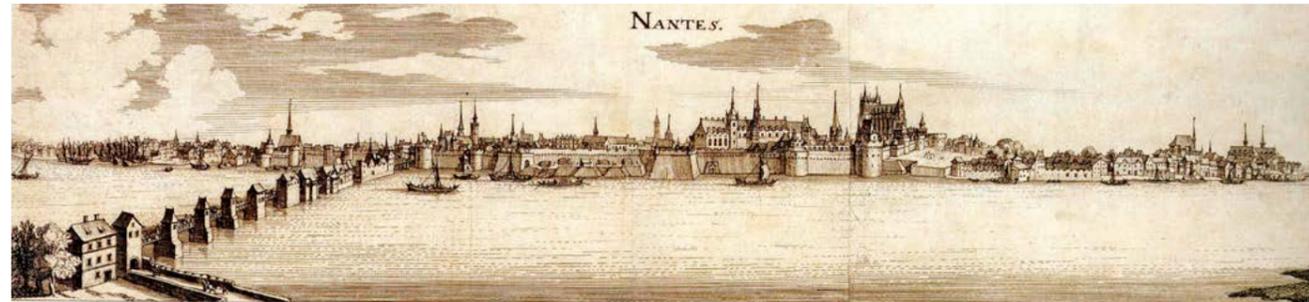
À la fin des guerres de Religion, la fonction commerciale supplante la fonction militaire. Les marchands espagnols, portugais, hollandais participent à l'ouverture vers l'extérieur. À partir de 1671, Nantes est autorisée à négocier avec les îles antillaises, et devient un port d'entrepôt : c'est l'essor du commerce triangulaire et le début du transfert du port vers la Fosse. La forte augmentation de la population au siècle des Lumières provoque l'extension de la ville par fragments successifs tels que les cours, les quais et des lotissements aux tracés géométriques. Les fortifications qui entravaient l'extension de la ville sont définitivement démolies à partir de 1755. Au sud, le long du bras de la Bourse, les quais de la Loire régularisés sont bordés d'immeubles aux façades dessinés par Ceineray fonctionnant comme un placage sur la ville dense. En 1721, le lotissement de l'île de la Saulzaie dans sa partie occidentale, devient l'île Feydeau.

Avec le commerce transatlantique, le port se déplace de la Bourse à l'embouchure de la Chézine. Les quais de 15 à 40 mètres de large, greffés de cales puis de rampes, sont construits sur une zone marécageuse. La croissance économique de la cité ligérienne au XIX^e siècle provient aussi bien de son port que de son industrie : activités agroalimentaires et métallurgiques mais aussi construction navale, comme en témoigne l'urbanisation de l'île Gloriette.

Au centre de la Loire, les îlots sablonneux sont progressivement regroupés par le comblement de boires et de canaux. Les îles Sainte-Anne et de la Prairie-au-Duc sont desservies par le chemin de fer et progressivement occupées par des chantiers navals et autres manufactures. En bordure de la ligne de pont qui traverse le fleuve s'est développé un quartier de faubourg. Sur la rive nord du fleuve, les quartiers de l'Hermitage et de Sainte Anne forment une zone tampon entre Nantes et le faubourg portuaire de Chantenay. Durant les années 1930, dans cette partie de la ville qui domine la Loire, une promenade en corniche est réalisée (L'Hermitage).

La croissance de Nantes se fait essentiellement à partir des routes qui convergent vers le noyau ancien et du boulevard de ceinture progressivement mis en place. Mais les événements urbains les plus marquants de cette période sont l'implantation de la gare d'Orléans (prolongée jusqu'au port puis vers Saint Nazaire) et le comblement de l'Erdre et de deux bras de la Loire, ceux de la Bourse et de l'Hôpital modifie plus profondément le paysage nantais.

Avec La Reconstruction et les théories urbaines modernistes de la seconde moitié du XX^e siècle, le paysage de la ville se modifie encore et l'aménagement du centre-ville cède aux impératifs de la circulation automobile. Avec la disparition de ses activités navales (1987) et d'une partie de son industrie, l'Île de Nantes, dont l'appellation date de 1995, est l'objet de mutations qui sont devenues le symbole du renouveau de la cité ligérienne du tournant du siècle.



Gravure de Caspar Mérian, 1661. Musée du Château, Source ?



Plan Lerouge, 1766. Archives municipales de Nantes, 1Fi40.



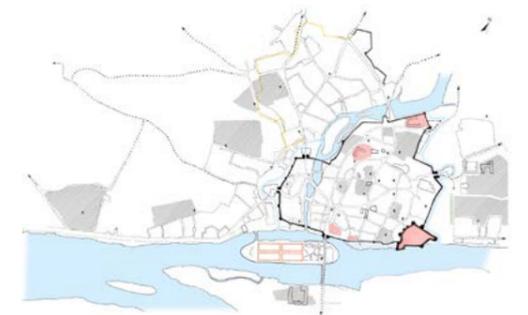
Plan Jouanne-Vélopé, 1914. Archives municipales de Nantes, Source ?



III^e siècle



Moyen-Age



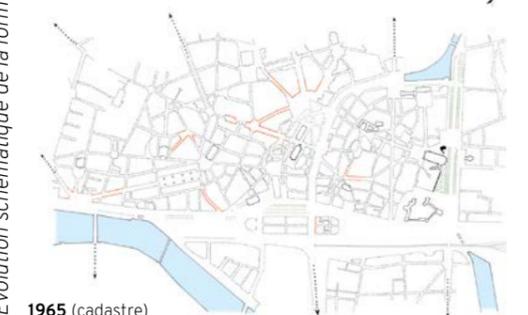
1756 (plan Cacault)



1835 (cadastre napoléonien)



1900 (plan Vincent)



1965 (cadastre)

Évolution schématique de la forme urbaine, extrait du Diagnostic du PSMV, agence Paume.

PARTIE 1.

APPROCHE MACRO DU TERRITOIRE

Archéologie et histoire de la Basse-Loire

C. De Thouaré-sur-Loire à l'aval de Chalennes

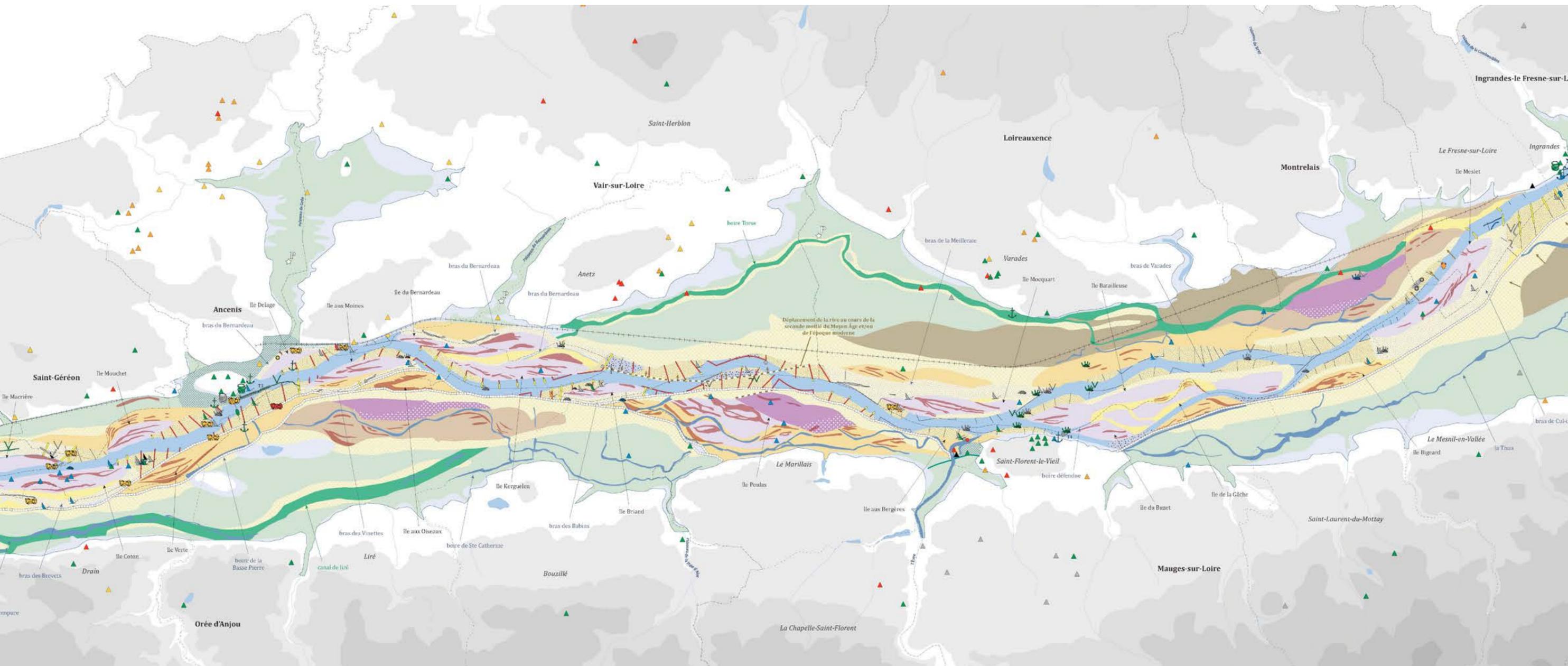
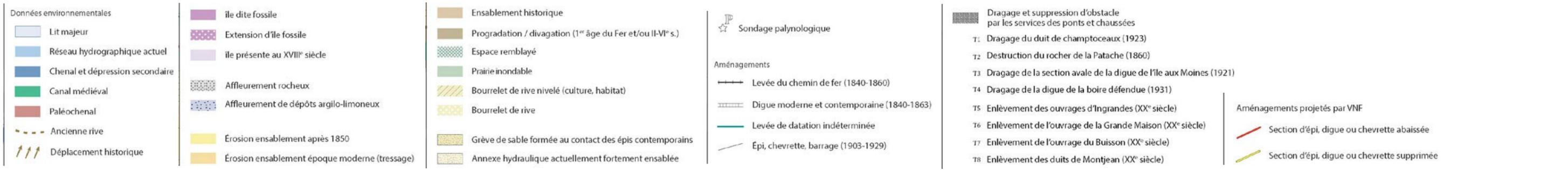


Carte d'arpentage par Ambroise Grion, 1665. Archives municipales de Nantes, II-167 n°52.

L'espace fluvio-estuarien, entre Nantes et Ancenis, est un secteur de transition entre le fleuve et l'estuaire. Ce dernier est soumis uniquement à la marée dynamique, c'est-à-dire au refoulement de l'eau douce par l'eau de mer vers l'amont jusqu'au point auquel on retrouve un courant fluvial dirigé vers l'aval (l'espace strictement fluvial). Cette zone intermédiaire inclut des propriétés appartenant aux deux secteurs. En effet, les inconvénients des deux parties sont présents, rendant la navigation particulièrement difficile. D'une part, le faible tirant d'eau propre au fleuve limite la taille des embarcations utilisées. D'autre part, la présence de marées engendre un déplacement des bancs de sable et autres obstacles, laissant ainsi une part de doute sur la connaissance des chenaux de navigation par les bateliers.

La fin de l'estuaire se situe à hauteur de l'agglomération d'Ancenis. Au-delà de cette commune, le fleuve de la Loire ne subit plus aucune marée, que ce soit dynamique ou de salinité.

Mathilde Lagarde, La navigation médiévale de la Basse-Loire : de Guérande à Ingrandes, Master 2 de Recherche - Archéologie des sociétés et territoires, sous la direction de Jimmy Mouchard. Université de Nantes, 2014-2015.



Carte de synthèse archéologique et géomorphologique sur le secteur de Saint-Géréon à Ingrandes

Extrait de l'étude documentaire du potentiel archéologique de la Loire
 Rapport final présenté par Rémy Arthuis et Pierre Fernandez, avec la collaboration de Denis Fillon, Mathilde Lagarde, Frédéric Melec, Yann Viau. INRAP Grand Ouest 2019.



Etat de la connaissance des périodes antérieures au XVIII^e siècle

Une connaissance limitée par les aménagements conséquents du lit du fleuve

Étude documentaire du potentiel archéologique de la Loire entre Montjean-sur-Loire/Ingrandes et Champtoceaux/Oudon sous la direction de Rémy Arthuis - INRAP Grand Ouest, février 2019.

Si des habitats néolithiques «submergés» à environ 5 à 7 mètres sous le niveau actuel de la Loire ont été découverts à Ancenis, il faut garder en tête que les vestiges anciens ont fait l'objet au cours du XX^e siècle l'objet de destructions partielles par dérasement et dragage, voire de destruction totale avec l'utilisation de moyens expéditifs comme des explosifs. Il s'agit principalement des aménagements de types empièvements ou digues construits à des fins halieutiques, de meuneries ou de collectes de taxes. C'est ainsi qu'ont été détruits les piles des moulins et leurs duits à Chalonnes-sur-Loire et Montjean-sur-Loire, les ouvrages d'Ingrandes, la digue de la boire défendue à Saint-Florent-le-Vieil, la digue de l'île aux Moines à Ancenis, le rocher de la Patache et le duit du moulin seigneurial à Champtoceaux.

Les aménagements du réseau hydrographique et des plaines alluviales

Étude documentaire du potentiel archéologique de la Loire entre Montjean-sur-Loire/Ingrandes et Champtoceaux/Oudon sous la direction de Rémy Arthuis - INRAP Grand Ouest, février 2019.

D'après les données environnementales et celles qui fondent le corpus des sites et indices de sites (sources archéologiques, écrites, iconographiques, photographiques, bathymétriques), les aménagements linéaires de type pêcherie, duit péagé ou de moulin, repérés dans le lit du fleuve semblent avoir été installés durant le Moyen-Age à partir de l'an mil, dans des conditions hydrologiques favorables à leurs installations. En effet, le fleuve semble constitué de plusieurs bras «paresseux» bordés de marais, un style fluvial adapté aux conditions climatiques du Petit Optimum Médiéval.

Derrière les bourrelets de rive, les étendues inondables et plus ou moins marécageuses, qui séparent le fleuve des coteaux sur lesquels sont installés les villes et les villages, vont être asséchées et parcourues de canaux. Ces canaux vont servir au drainage, mais aussi au transport des hommes et des marchandises. Ils peuvent aussi avoir été pensés et aménagés pour la seule utilisation de l'énergie hydraulique. Ce sont ces structures qui apparaissent de nos jours fossiles, partiellement en eau ou réaménagées en chenal navigable au début du XX^e siècle après destruction des aménagements linéaires qui les obstruaient. Le double forçage climato-anthropique de l'époque moderne va être à l'origine d'un changement hydrologique du fleuve et de l'arrivée conséquente de sable qui va rendre inopérants ces aménagements. Ils sont progressivement abandonnés, soumis à l'érosion fluviale puis enfouis sous l'arrivée massive de sable à partir du XVII^e siècle avec les structures modernes installées pour endiguer et limiter les débordements et les migrations du fleuve.

Dans le cadre d'une étude documentaire suivie de plusieurs opérations d'archéologie préventive (entre 2005 et 2017), la Boire Torse, chenal de 15 kilomètres de long qui longe les coteaux nord entre Le Fresne et Anetz, a pu être qualifiée. Il s'agit d'un canal creusé à un moment situé entre le X^e et le XIII^e siècle qui a servi au transport des hommes et des biens, mais pas seulement. Sa mise en œuvre a aussi contribué à l'assèchement et la mise en pâture de la plaine inondable de la Grande Pée de Varades alors marécageuse. Le creusement du canal Torse destiné à favoriser les échanges et le drainage s'inscrit donc dans une logique plus globale d'aménagement d'un territoire à valoriser. La carte géomorphologique montre que ce canal n'est pas isolé, il appartient à un réseau de canaux qui longent les coteaux entre Angers et Nantes.

Un texte tiré des archives et daté de 1221 indique le creusement envisagé d'un canal par le seigneur de Liré ; il s'agit de la première mention écrite se référant au creusement de ce type d'aménagement. Ce fait tend à confirmer que le creusement des canaux provient d'un besoin et d'une volonté d'aménagement de la Loire à

l'échelle de sa vallée durant le milieu du Moyen-Age.

La boire de Saint-Georges, canal qui délimite au sud-ouest l'île de Chalonnes, est un exemple intéressant qui montre que ces aménagements peuvent avoir des usages variés. Celui-ci a été entièrement pensé dans une logique d'exploitation de l'énergie hydraulique avec l'aménagement de trois îles artificielles de géométrie analogue, qui sont associées chacune à un chenal annexe dont la trace a été révélée par l'image Lidar. L'entrée du canal au niveau de Chalonnes, est située dans le prolongement de la Loire juste avant que le fleuve ne forme un coude vers le nord-ouest, et capte ainsi les courants nécessaires au fonctionnement des moulins. Cet exemple illustre une autre dimension de l'usage de la Loire, à savoir, l'adaptation des aménagements selon les potentiels hydrologiques fluviaux et les besoins des sociétés riveraines.

En effectuant un zoom sur le secteur de Chalonnes/Montjean-sur-Loire qui a été particulièrement étudié, la plaine inondable du nord est parcourue de chenaux fossiles, forcément artificiels, dont les tracés laissent penser qu'ils ont pu servir à la fois aux drainages et aux transports. Par analogie avec la boire Torse, ces ouvrages sont possiblement médiévaux. Au milieu du fleuve apparaît la pêcherie du Grand Aireau aujourd'hui totalement enfouie sous les sables, datée elle aussi du Moyen-Age et qui occupe les deux tiers du chenal, laissant la place à une voie navigable sur une bande étroite située forcément immédiatement au nord ou au sud.

Ces éléments permettent de mesurer l'emprise humaine sur la Loire durant le Moyen-Age par le nombre, la nature et l'emprise des ouvrages ainsi que par les transformations majeures du réseau hydrologique. L'ensemble de ces héritages participe à la composition du paysage actuel qui peut donc être défini comme un anthroposystème.



1765

Carte géométrique de la rivière de Loire, de Nantes à Ingrande,
 pour démontrer les parties qui sont du balisage de l'Anjou et de la Bretagne, de Nantes à Oudon, Bonvoux, 1765.
 Inventaire Région Pays de la Loire, IVR52_20004400061VA (+63VA).





1765



Carte géométrique de la rivière de Loire, de Nantes à Ingrande,
pour démontrer les parties qui sont du balisage de l'Anjou et de la Bretagne, de Oudon à Ingrande, Bonvoux, 1765.
Inventaire Région Pays de la Loire, IVR52_20004400061VA (+63VA).





INGRANDES
rive droite

ANCENIS
rive droite



1763-1784

SAINT-FLORENT-LE-VEIL
rive gauche

Au XVIII^e siècle, la partie fluviale de la Loire entre Chalonnes et Nantes est ponctuée de seulement trois villes : Ingrande, Saint-Florent-le-Vieil et Ancenis, dont deux sur la rive droite et Ancenis seulement sur la rive gauche.

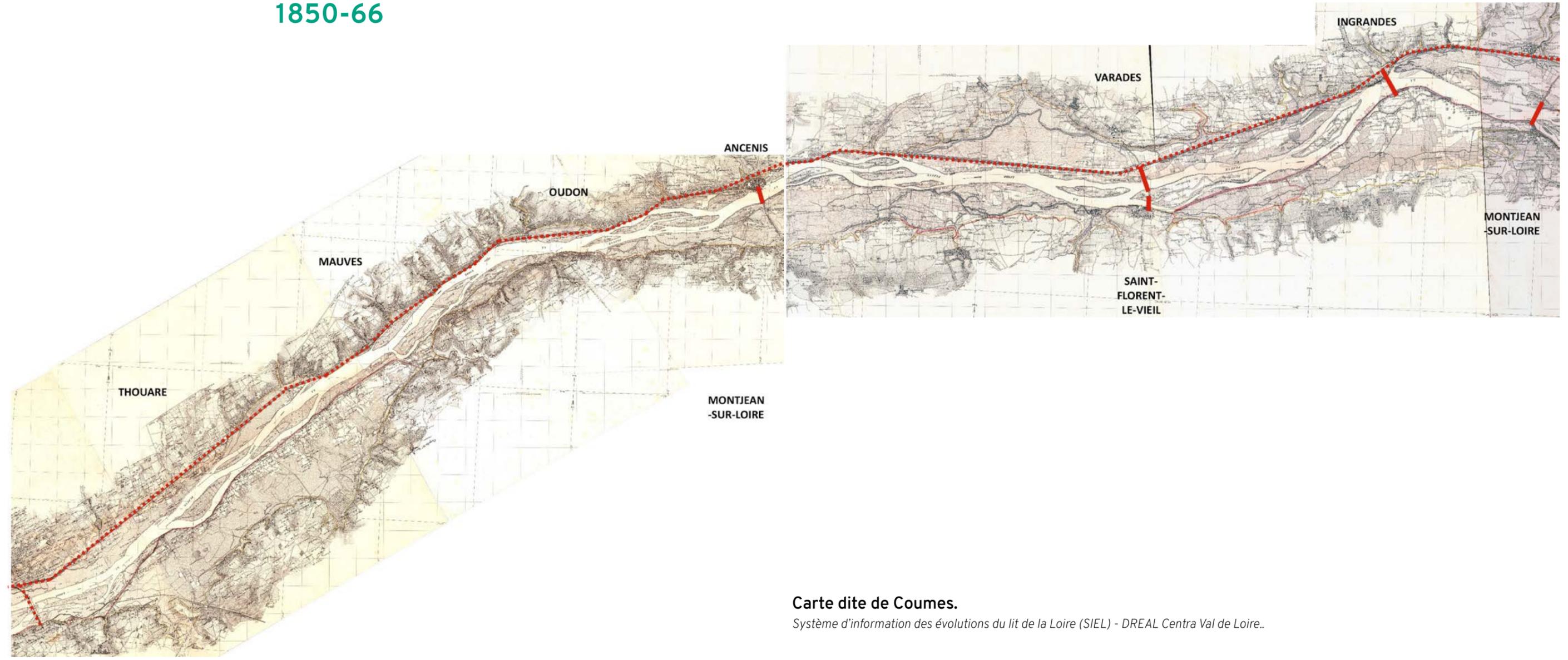
La desserte viare d'est en ouest se fait principalement par la rive nord, Ancenis étant desservie par le sud.

Carte dite de Cassini, 1763-1784.

Source Geoportail.



1850-66



Carte dite de Coumes.

Système d'information des évolutions du lit de la Loire (SIEL) - DREAL Centra Val de Loire..



Les aménagements du lit du fleuve à partir du début du XIX^e siècle

Corseter le fleuve

Étude documentaire du potentiel archéologique de la Loire entre Montjean-sur-Loire/Ingrandes et Champtoceaux/Oudon sous la direction de Rémy Arthuis - INRAP Grand Ouest, février 2019.

Exposition L'essentiel sur la Loire, de la Maine à la mer. GIP Loire Estuaire.

L'intérêt des sociétés humaines pour la maîtrise des eaux de la Loire est loin d'être une nouveauté, puisque dès le XII^e siècle, Henri II Plantagenêt fait ériger des turcies et levées pour prémunir ses terres des inondations. Cette volonté de corseter le fleuve prend cependant une tout autre ampleur au cours du XIX^e siècle, avec la construction de la ligne de chemin de fer Nantes/Tours et la mise en œuvre à cette occasion d'une levée pratiquement continue entre Oudon et Montjean-sur-Loire. La contrainte qu'elle exerce sur le fleuve, le pousse à se déporter au sud en période de crues où le risque de submersion est donc accru et les inondations plus importantes. En réponse, des digues sont érigées sur cette rive, notamment entre Champtoceaux et Montjean-sur-Loire.

Concernant le lit du fleuve et donc l'aménagement du chenal de navigation, les premiers travaux de canalisation sur la partie estuarienne et l'échec du creusement du canal de la Martinière à la fin du XIX^e siècle ont conduit à retenir la solution d'un aménagement à courant libre sur le reste du fleuve.

L'ingénieur Lechallas en 1869 développe le principe de creusement du chenal en forme d'entonnoir, la suppression des îles, le dévers des déblais en arrière des digues et le colmatage des bras secondaires seront concrétisés à travers le projet d'ouverture de la Basse-Loire à la navigation en 1901. A partir d'un aménagement du lit de la Loire du bec de Maine à Oudon, le projet ambitionne plus largement de relier le bassin de la Loire à celui de la Seine.

En 1903, les premiers travaux sont engagés afin de procéder à l'installation d'épis perpendiculaires au courant, entre Bouchemaine et Chalonnes-sur-Loire, puis sur tout le bras de Chalonnes jusqu'à hauteur de Montjean-sur-Loire. Malgré des résultats qui suscitent des réserves autant de la part du service des ponts et chaussées que des riverains, les opérations de chenalisation sont prolongées jusqu'à Oudon entre 1922 et 1928. En une trentaine d'années, en-

viron 700 ouvrages sont déployés dans le lit de la Loire.

En parallèle, sont engagés les travaux de création d'un bassin de marée en surcreusant le fleuve sur 17 kilomètres entre Oudon et Nantes entre 1925 et 1928. L'objectif est de favoriser la propagation de la marée et l'autocurage du chenal, pour une meilleure navigabilité.

L'aménagement s'accompagne de la destruction, partielle ou totale de nombreux obstacles à la navigation, parmi lesquels figurent les vestiges de structures anciennes, tels que des duits et chaussées de moulin, mais aussi plusieurs seuils rocheux, tels que celui de Bellevue en 1975.

Développer le réseau routier et franchir la Loire à Ancenis, Montjean et Varades/St-Florent-le-Vieil

Franchir la Loire d'hier et demain. Le pont d'Ancenis. Document édité par le Conseil Général de Loire-Atlantique, année?

En 1831, sous Louis-Philippe, Thiers, ministre de l'Intérieur, et Legrand, directeur général des Ponts et Chaussées, décident de mettre en place un ambitieux programme de réseau routier. « L'Ouest de la France est une région déshéritée, agitée de troubles » que la route stratégique n°30 est destinée à désenclaver. Développer le réseau routier correspond à la volonté politique de « faire pénétrer partout l'action des lois et celle de l'autorité ». Il s'agit aussi de décloisonner et « civiliser » les campagnes de l'Ouest.

La loi du 27 juin 1833 initie un programme exceptionnel de construction de routes. L'ordonnance royale du 12 novembre 1833 liste trente-neuf voies qui sillonneront les départements de l'Ouest de la France. Nécessairement, elles amèneront la construction de franchissement de voies navigables.

Parmi les premiers qui s'imposent, Ancenis.

Ce chef-lieu de sous-préfecture est une place commerciale essentielle pour grand nombre de communes voisines des deux rives, Ancenis abrite aussi une garnison militaire qui doit manœuvrer

vers la rive gauche par tous les temps. Décidé le 27 mars 1837, le pont suspendu d'Ancenis est ouvert le 1^{er} mai 1839 mais la levée permettant l'accès routier au pont ne sera achevée que trois mois plus tard.

Dans cette même dynamique de stratégie territoriale, la construction du pont de Montjean qui le relie à Champtocé, est autorisée par le décret du 28 août 1840 pour servir les deux routes stratégiques n°32, de Montjean à Jallais, et n°15, de Champtocé à Craon, en franchissant la Loire. Le pont est livré à la circulation le 30 juin 1850.

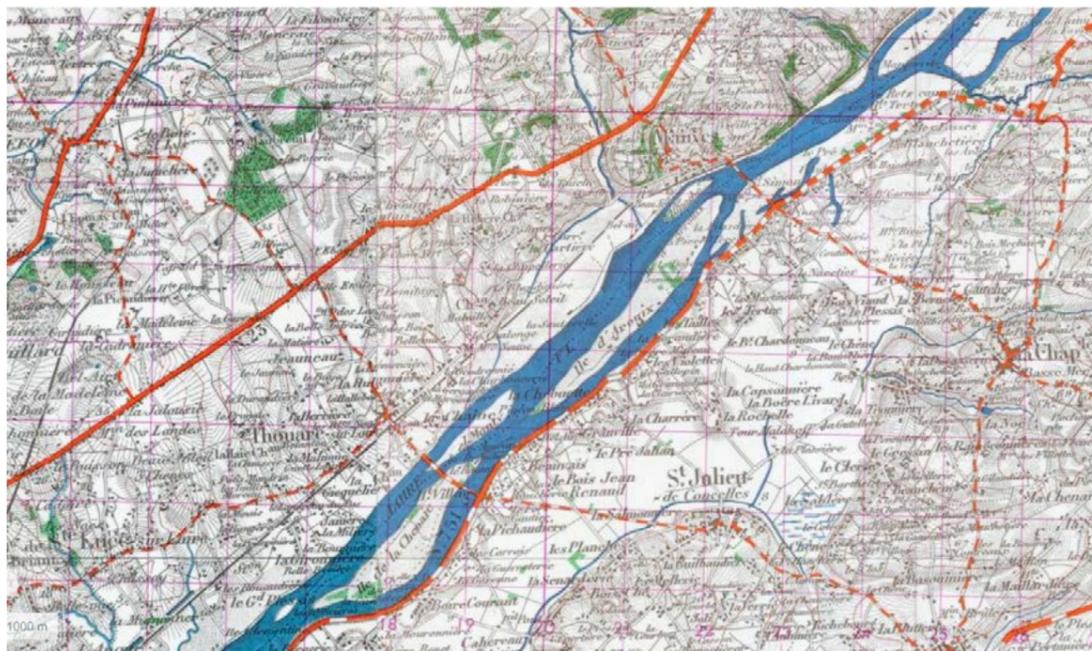
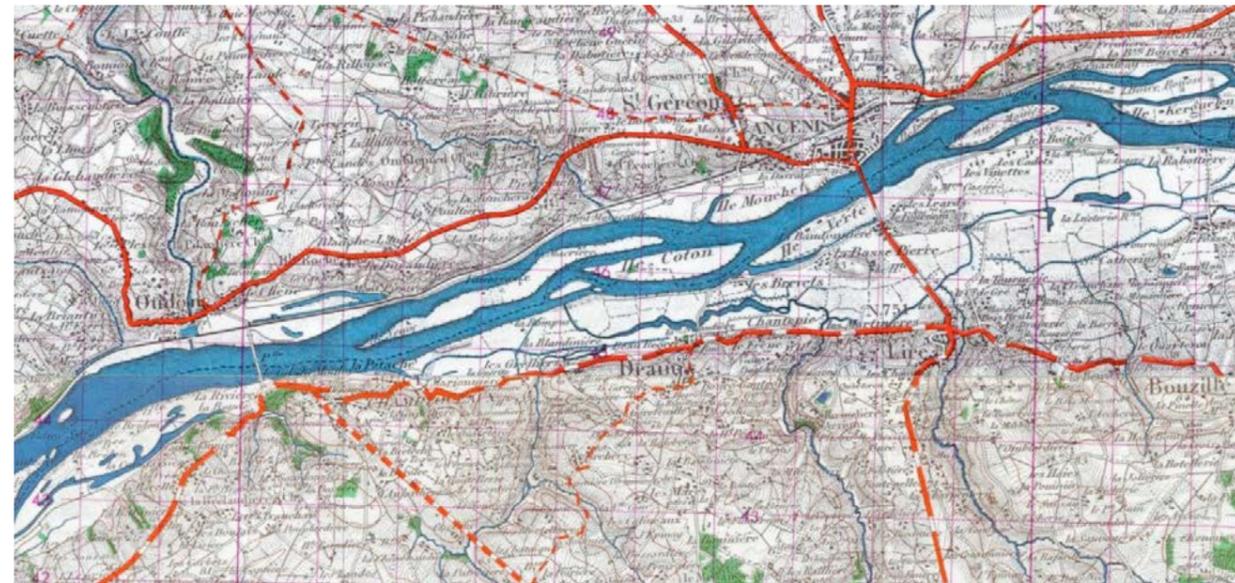
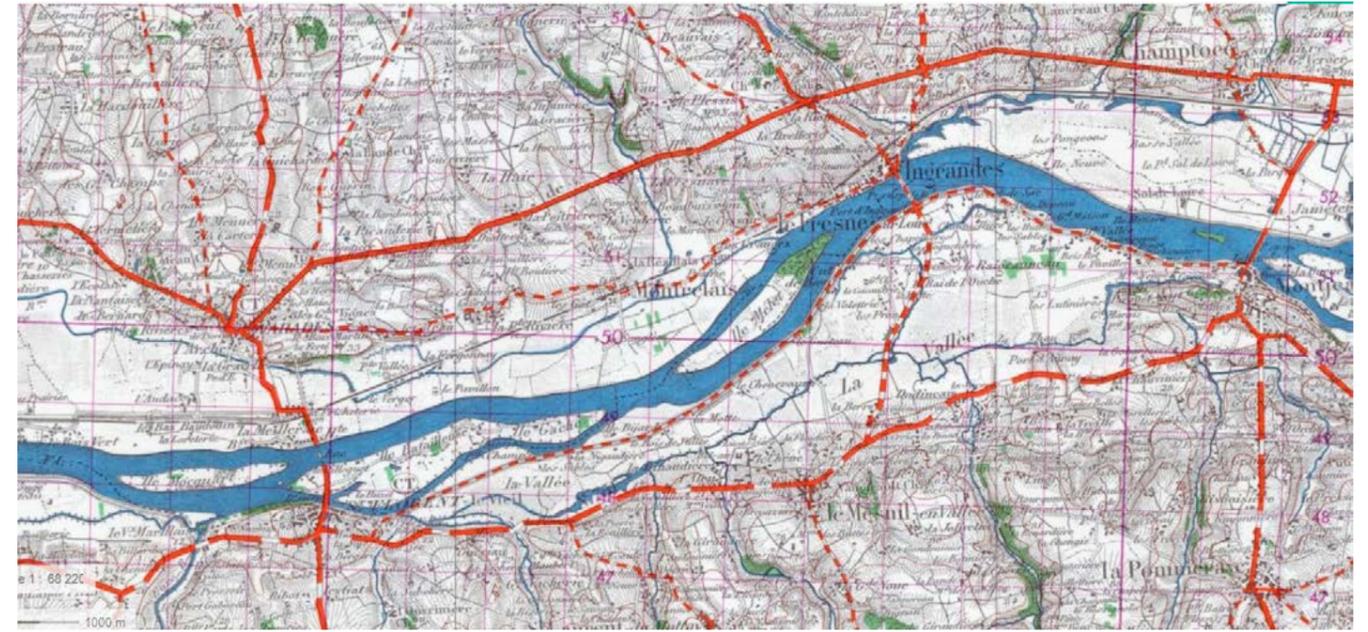
Art-et-Histoire.com. Base des ouvrages du XIX^e siècle en France.

Aux environs de 1850, William Arnous-Rivière, conseiller général de Loire-Atlantique, commande à ses frais une étude sur la construction d'un pont entre Saint-Florent-le-Vieil et Varades. Une ordonnance royale datée du 25 avril 1849 autorise la construction de deux ponts sur chaque bras de la Loire, entre Varades (rive droite) et Saint-Florent (rive gauche), ainsi qu'une levée sur l'île Batailleuse, reliant les deux ponts, et la perception d'un péage pour la durée de la concession. Le pont reliant Varades à l'île Batailleuse fut construit en 1852.

La création de la ligne de chemin de fer Tours/Nantes (1848 Tours Saumur - 1850 Saumur Angers - 1851 Angers Nantes) s'inscrit dans cette nouvelle vision de la desserte territoriale et engendrera la création de nouveaux franchissements : Ingrandes en 1868, puis Mauves et Thouaré en 1882, et Champtoceaux/Oudon en 1890.

Ces ponts ont tous été reconstruits après-guerre, dans la seconde moitié du XX^e siècle, preuve que le franchissement du fleuve sur ces secteurs était indispensable à la desserte du territoire.

1950



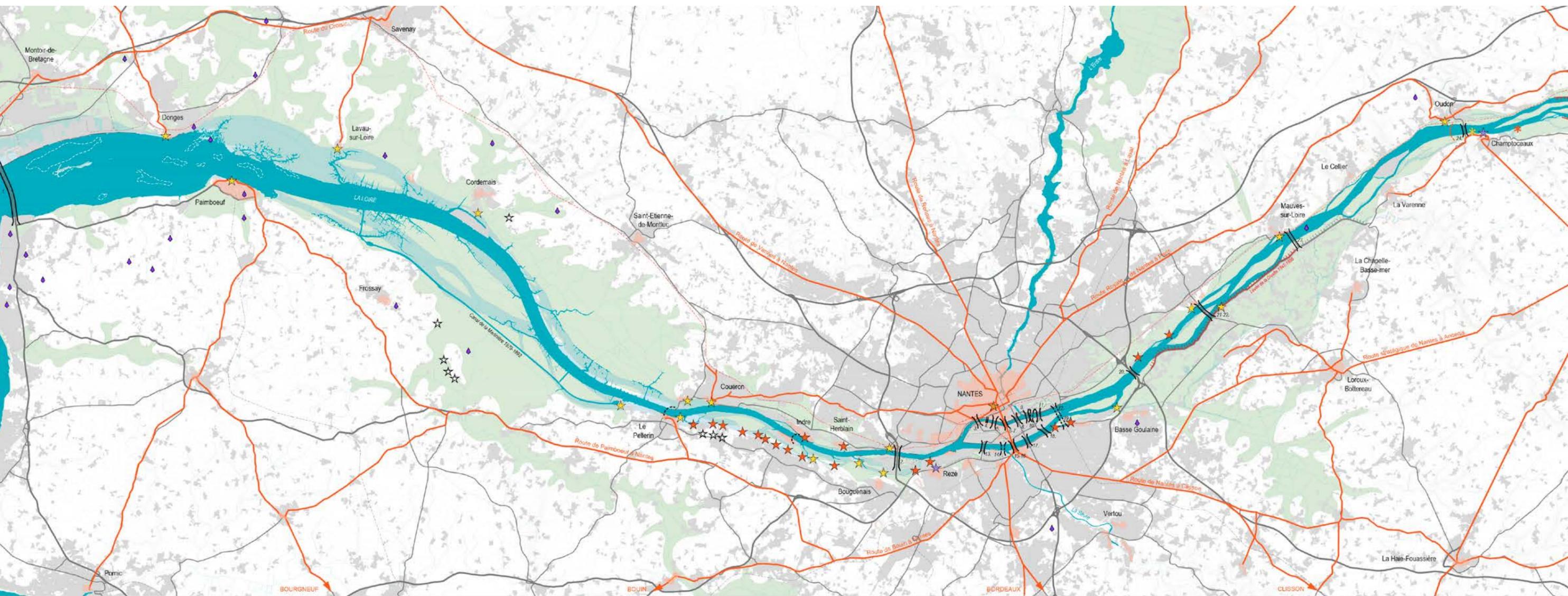
Carte IGN 1950, centrée sur les ponts.
Source Geoportail.

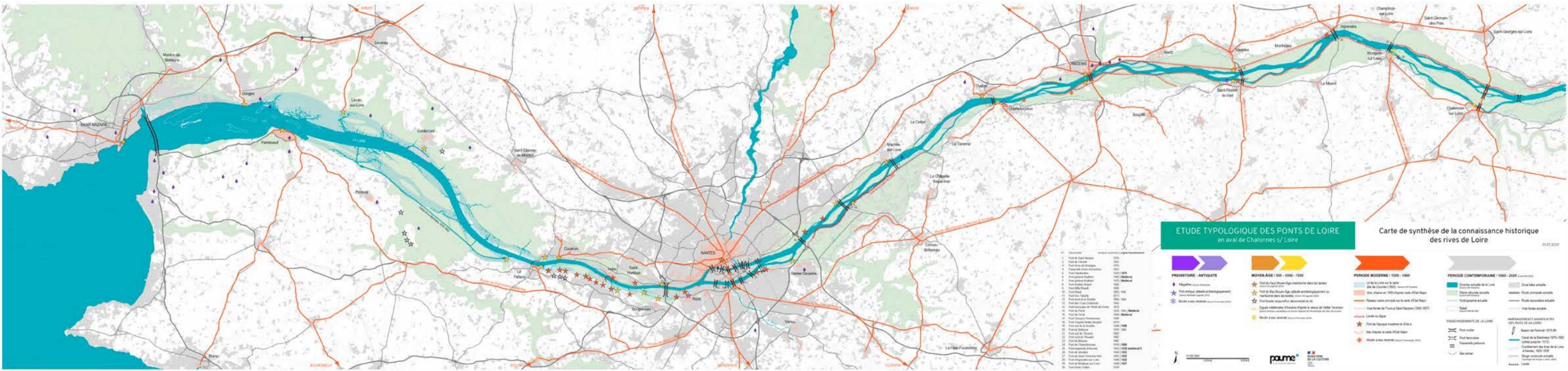
PARTIE 1.

APPROCHE MACRO DU TERRITOIRE

Archéologie et histoire de la Basse-Loire

D. Cartes de synthèse





Carte de synthèse de la connaissance historique des rives de Loire, Vue d'ensemble et légende.

Exemplaire en grand format annexé au dossier Infographie Agence Paume, 2021.

ETUDE TYPOLOGIQUE DES PONTS DE LOIRE en aval de Chalonnes s/ Loire

Carte de synthèse de la connaissance historique des rives de Loire

01.07.2021



PREHISTOIRE - ANTIQUITE

- ◆ Mégalithe (Source Wikipédia)
- ★ Port antique (attesté archéologiquement) (Source Mathilde Lagarde 2015)
- ✳ Moulin à eau recensé (Source P.Fernandez 2014)



MOYEN-ÂGE / 500 - 1000 - 1500

- ★ Port du Haut Moyen-Âge (mentionné dans les textes) (Source M.Lagarde 2015)
- ★ Port du Bas Moyen-Âge (attesté archéologiquement ou mentionné dans les textes) (Source M.Lagarde 2015)
- ★ Port fossile (aujourd'hui déconnecté du lit)
- Digue médiévale d'Ancenis d'après le relevé de l'abbé Taverson (Source Archives scientifiques du Service régional de l'Archéologie des Pays de la Loire)
- ✳ Moulin à eau recensé (Source P.Fernandez 2014)



PERIODE MODERNE / 1500 - 1860

- Lit de la Loire sur la carte dite de Coumes (1850) (Source GIP Estuaire)
- Aire urbaine en 1850 d'après carte d'Etat Major (Source GIP Estuaire)
- Réseau viarie principal sur la carte d'Etat Major
- Voie ferrée de Tours à Saint-Nazaire (1848-1857)
- Levée ou digue
- ★ Port de l'époque moderne et XIXe s.
- Bac d'après la carte d'Etat Major
- ✳ Moulin à eau recensé (Source P.Fernandez 2014)



PERIODE CONTEMPORAINE / 1860 - 2020 (Fond IGN 2020)

- Emprise actuelle de la Loire (Source GIP Estuaire)
- Plaine alluviale actuelle (Source GIP Estuaire)
- Hydrographie actuelle
- Relief (Source IGN-BD Alti)
- Zone bâtie actuelle
- Route principale actuelle
- Route secondaire actuelle
- Voie ferrée actuelle

FRANCHISSEMENTS DE LA LOIRE

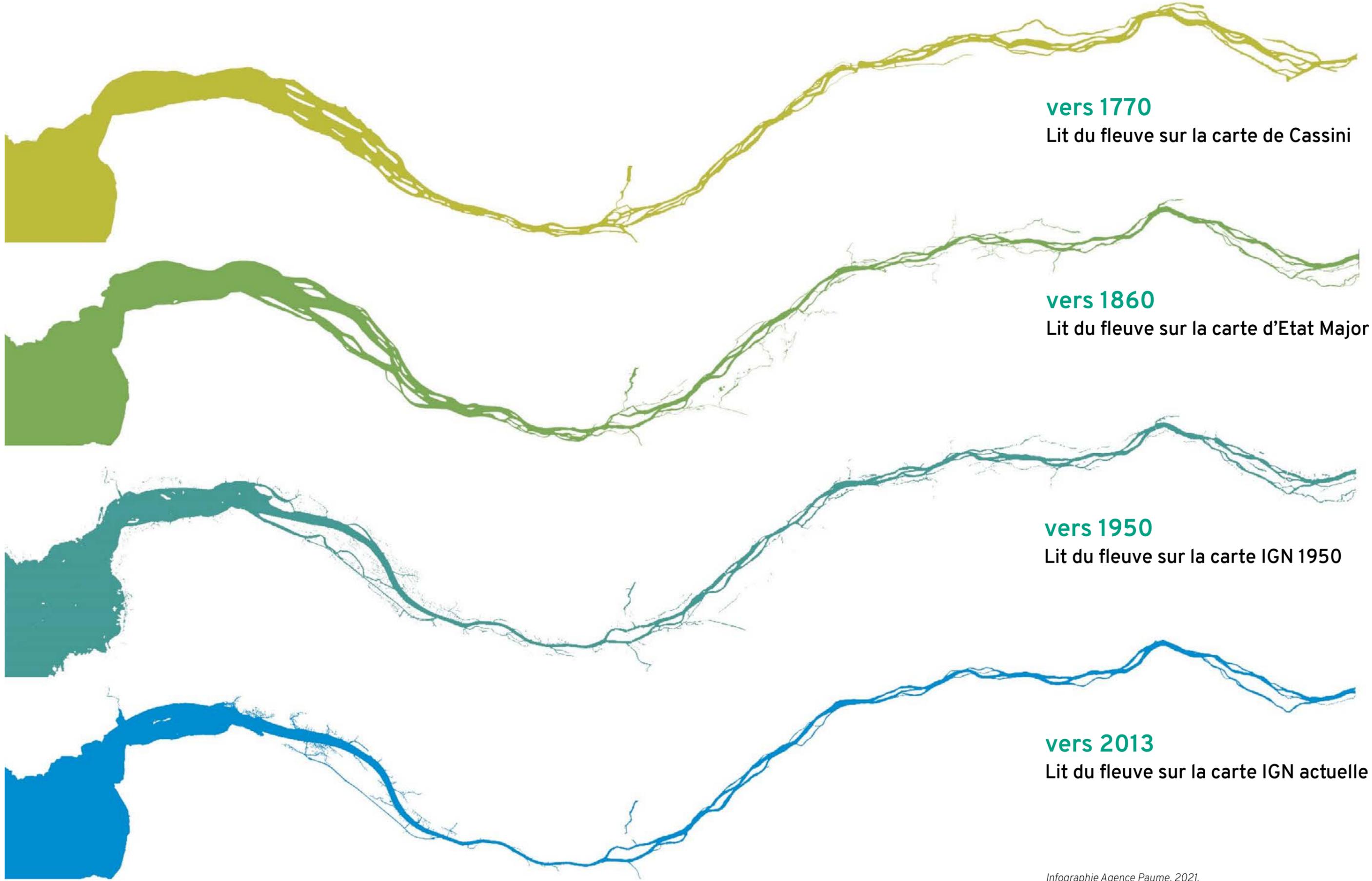
- Pont routier
- Pont ferroviaire
- Passerelle piétonne
- Bac actuel

AMÉNAGEMENTS SIGNIFICATIFS DES RIVES DE LA LOIRE:

- Bassin de Penhoët 1875-80
- Canal de la Martinière 1879-1892 (utilisé jusqu'en 1912)
- Comblement des bras de la Loire à Nantes, 1926-1938
- Berge construite actuelle (Typologie des berges L.Lebot, 2002)
- Levée



Évolution du lit du fleuve depuis la seconde moitié du XVIII^e siècle



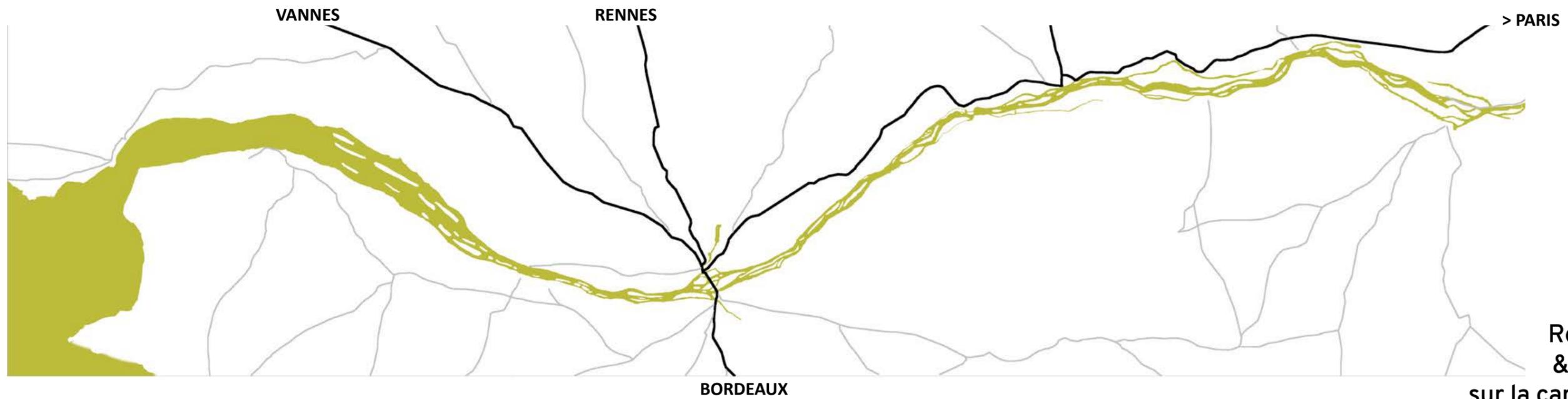
vers 1770
Lit du fleuve sur la carte de Cassini

vers 1860
Lit du fleuve sur la carte d'Etat Major

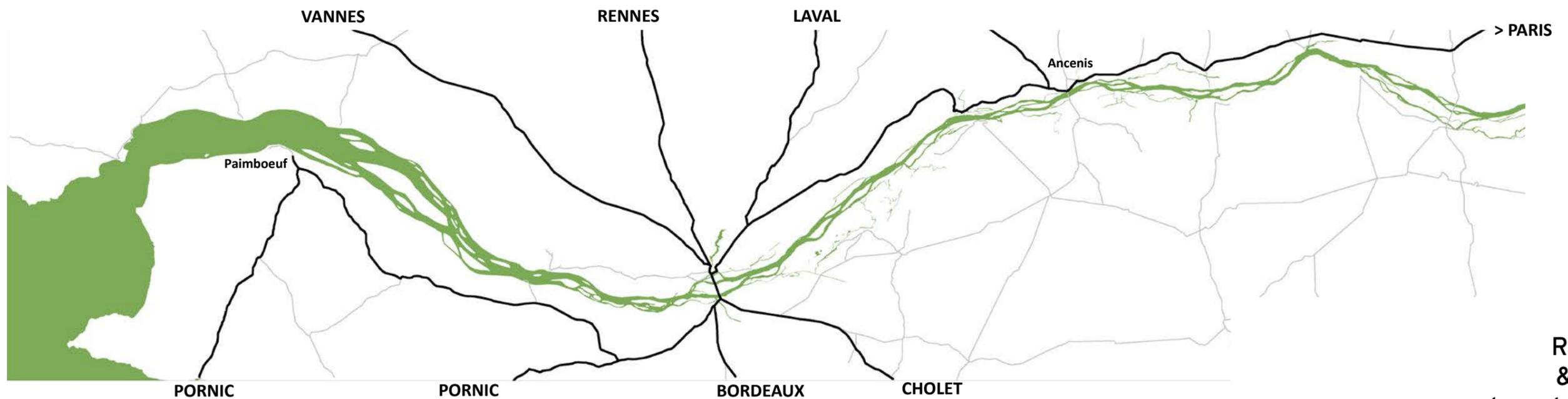
vers 1950
Lit du fleuve sur la carte IGN 1950

vers 2013
Lit du fleuve sur la carte IGN actuelle

Évolution du réseau routier depuis la seconde moitié du XVIII^e siècle



vers 1770
Réseau routier
& Lit du fleuve
sur la carte de Cassini

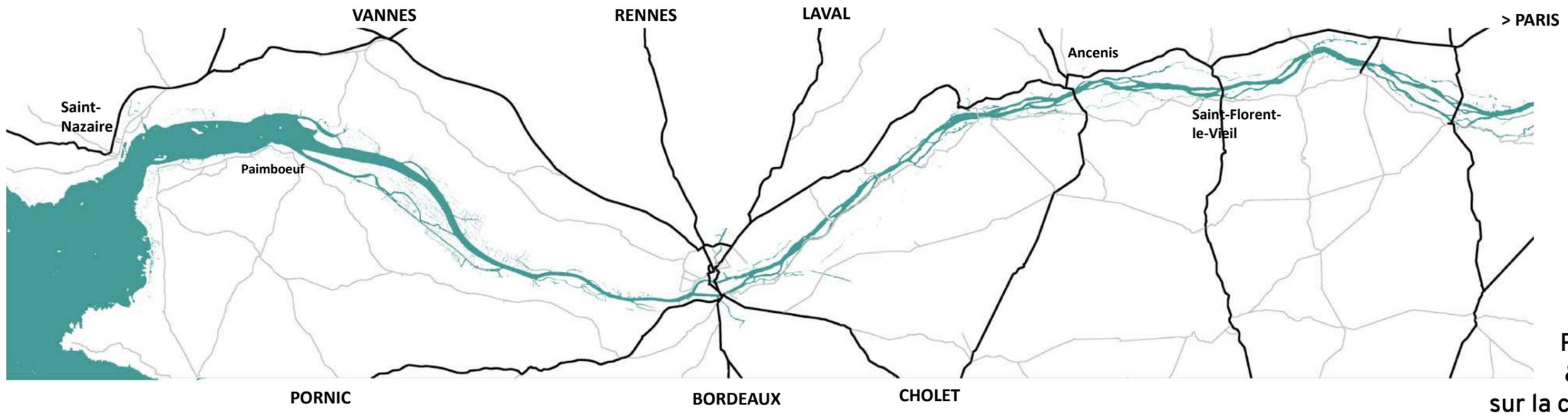


vers 1860
Réseau routier
& Lit du fleuve
sur la carte d'Etat Major

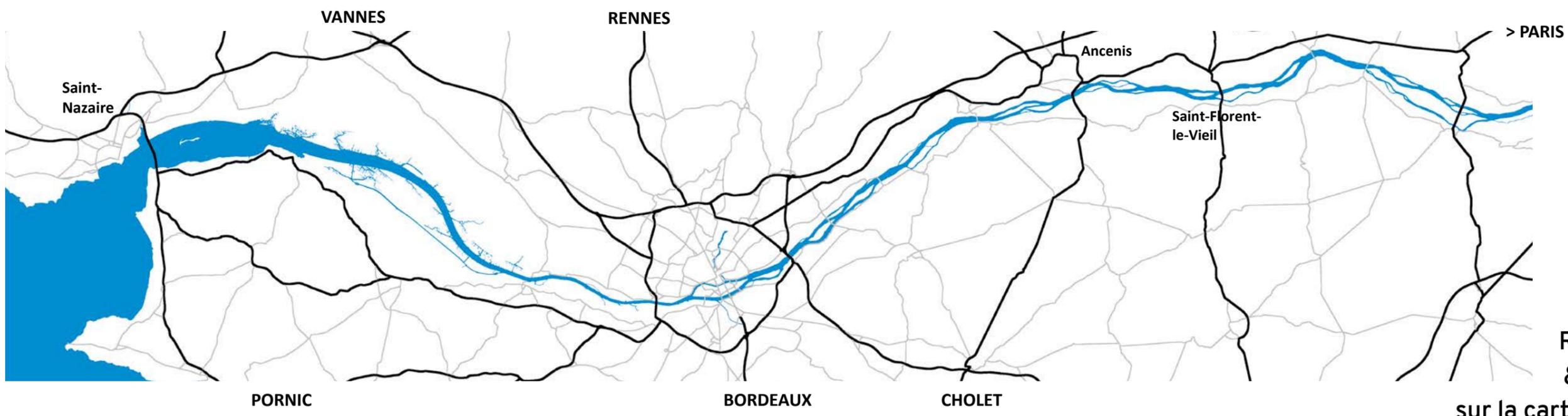
Nantes, un nœud routier / Nantes au XVIII^e siècle, Urbanisme et architecture, Pierre Lelièvre, 1988.

Le trafic routier se fait selon deux axes essentiels : un axe nord-sud marqué par la route de Rennes à Nantes et de Nantes vers Bordeaux, et un axe nord-est, sud-ouest, de Paris vers la mer ; plusieurs voies secondaires convergent en outre vers Nantes. Le fait de pouvoir traverser le fleuve a déterminé, dès l'origine, la convergence des routes sur l'une et l'autre rive.

Évolution du réseau routier depuis 1860



vers 1950
Réseau routier
& Lit du fleuve
sur la carte IGN 1950



vers 2013
Réseau routier
& Lit du fleuve
sur la carte IGN actuelle

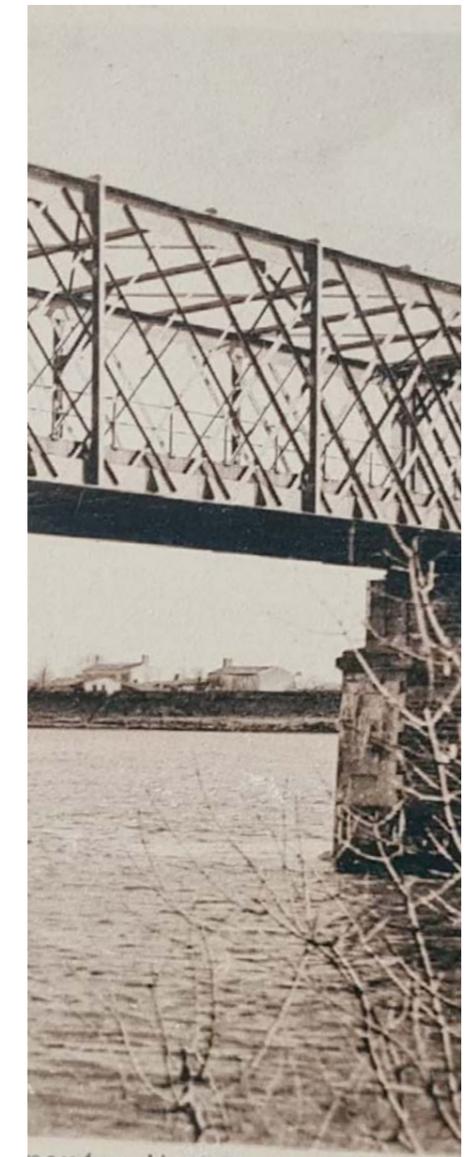
PARTIE 2.

CORPUS DES PONTS & TYPOLOGIE

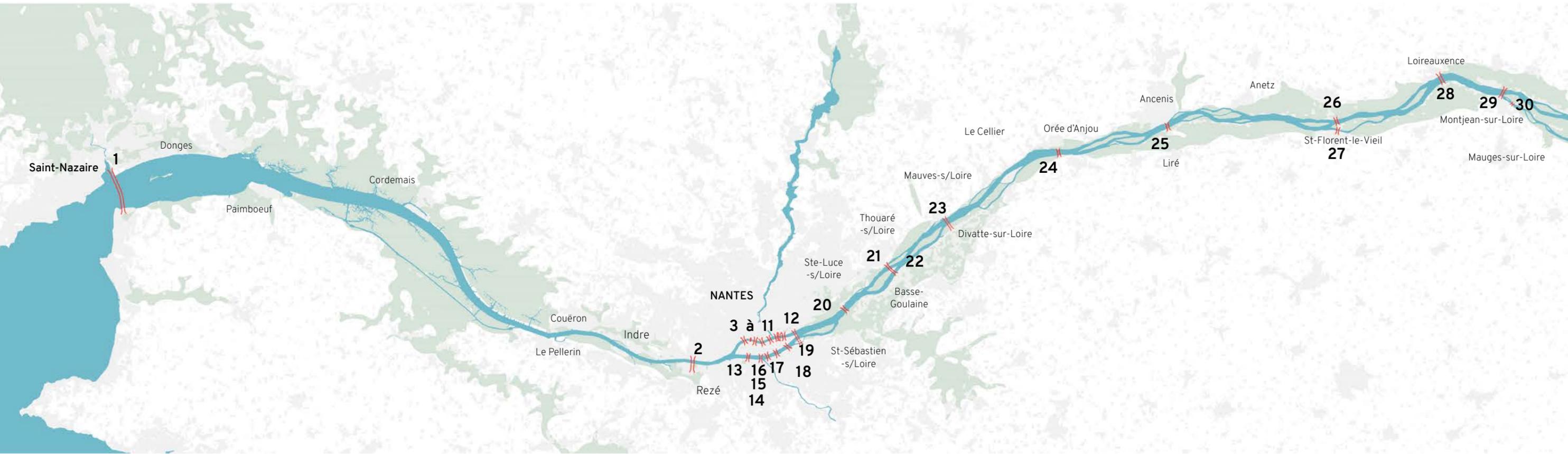




A. Contexte géographique et historique



Répartition des ponts



L'ESTUAIRE

01. Pont de Saint-Nazaire, Pont à haubans, 1975

NANTES, LA LOIRE CANALISÉE

BRAS DE LA MADELEINE
BRAS DE PIRMIL

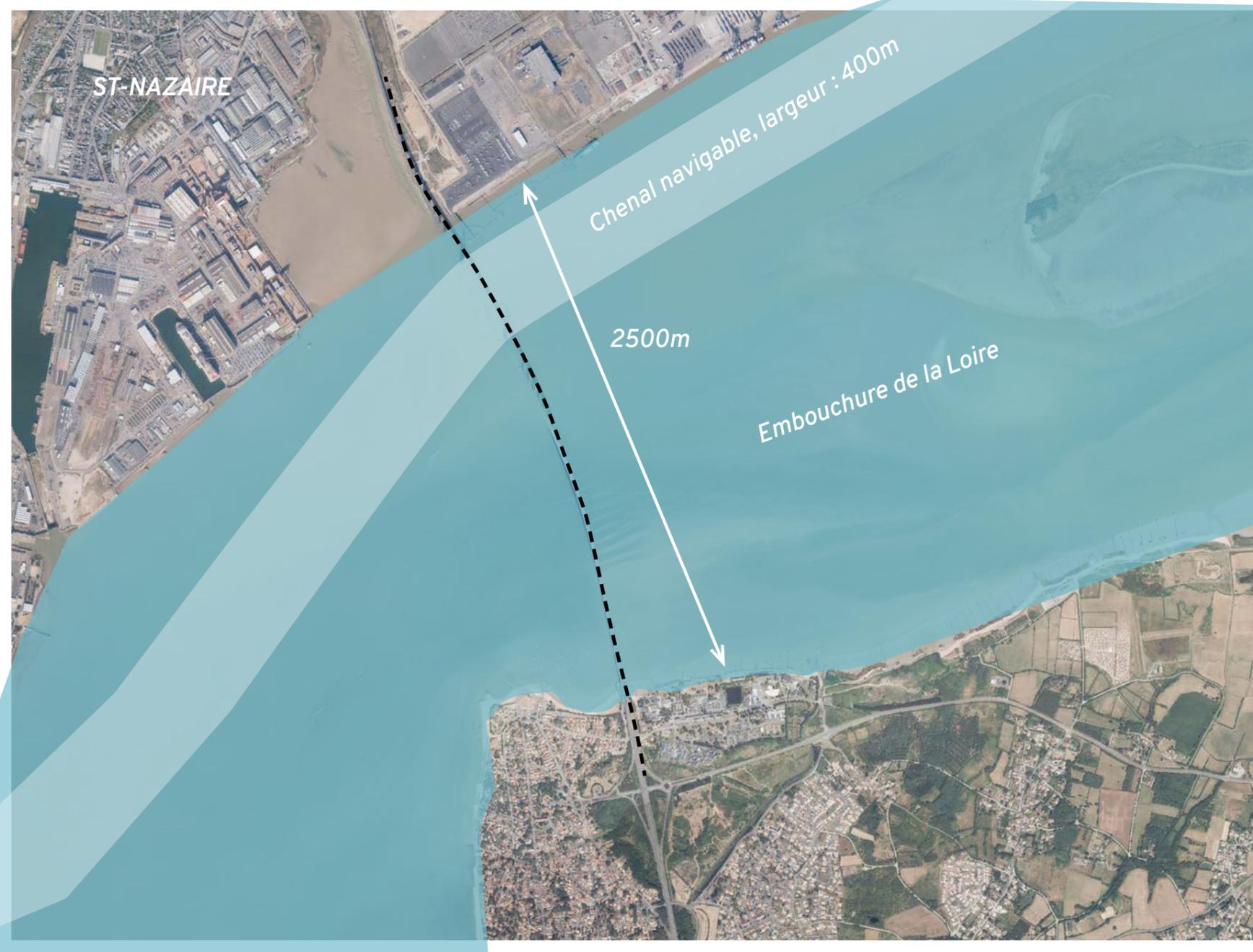
- 02. Pont de Cheviré, Pont à poutre-caisson mixte, 1991
- 03. Pont Anne-de-Bretagne, Pont à poutre-caisson BP, 1975
- 04. Passerelle Victor-Schoelcher, Pont à poutres mixte, 2001
- 05. Pont Haudaudine, Pont à poutre-caisson BP, 1979
- 06. Pont général-Audibert, Pont à poutre-caisson BP, 1989
- 07. Pont général-Audibert, Pont cantilever à poutres BA, 1927, 1945
- 08. Pont Aristide Briand, Pont à poutres mixte acier-béton, 1966
- 09. Pont Willy-Brandt, Pont à poutre-caisson BP, 1995
- 10. Pont Résal, Pont en arc BA-Acier, 1883, 1945
- 11. Pont Eric-Tabarly, Pont en haubans, 2011
- 12. Pont nord de la Vendée, Pont à voûte maçonnée, 1866, 1948
- 13. Pont des Trois-Continents, Pont à poutre-caisson BP, 1995
- 14. Pont ferroviaire de Pirmil, Pont à poutre-treillis acier, 1875, 1923
- 15. Pont de Pirmil, Pont cantilever à poutre treillis acier, 1926, 1947
- 16. Pont de Pirmil, Pont à poutre-caisson BP, 1986
- 17. Pont Georges-Clémenceau, Pont mixte acier-béton, 1966
- 18. Pont L.-Sédar-Senghor, Pont mixte acier-béton, 2010
- 19. Pont sud de la Vendée, Pont cantilever à poutres BA, 1948
- 20. Pont de Bellevue, Pont à poutre-caisson BP, 1970/1990

LA SECTION FLUVIALE

- 21. Pont sud de Thouaré, Pont à poutre-treillis métallique, 1882
- 22. Pont nord de Thouaré, Pont à poutre-treillis métallique, 1882
- 23. Pont de Mauves, Pont à poutre-treillis métallique, 1882, 2020
- 24. Pont de Champtoceaux, Pont à poutres BP, 1890, 1976
- 25. Pont suspendu d'Ancenis, Pont suspendu, 1953
- 26. Pont de Varades, Pont suspendu, 1954
- 27. Pont de Saint-Florent-le-Vieil, Pont à haubans, 1965
- 28. Pont d'Ingrandes-sur-Loire, Pont suspendu, 1868, 1922, 1948
- 29. Pont de Montjean-sur-Loire, Pont suspendu, 1850, 1949
- 30. Pont René-Trottier, Pont en treillis métallique, 1979



Des contraintes géographiques et fluviales hétérogènes - L'Estuaire



De Montjean-sur-Loire à l'embouchure, la largeur du lit de la Loire évolue au gré de la topographie, des aménagements rivulaires et des crues.

L'emprise de la partie canalisée nantaise comprise entre 150 et 200 m de large reste stable tandis que la partie fluviale, en amont présente un lit mineur large de 300 à 400m qui est multiplié par 1,5 en période de crue hivernale. Les ouvrages actuels s'adaptent ainsi à des situations contrastées, en s'étalant sur les plaines alluviales dans la partie fluviale, s'insérant entre des quais bâtis à Nantes ou franchissant l'étendue estuarienne à Saint-Nazaire.

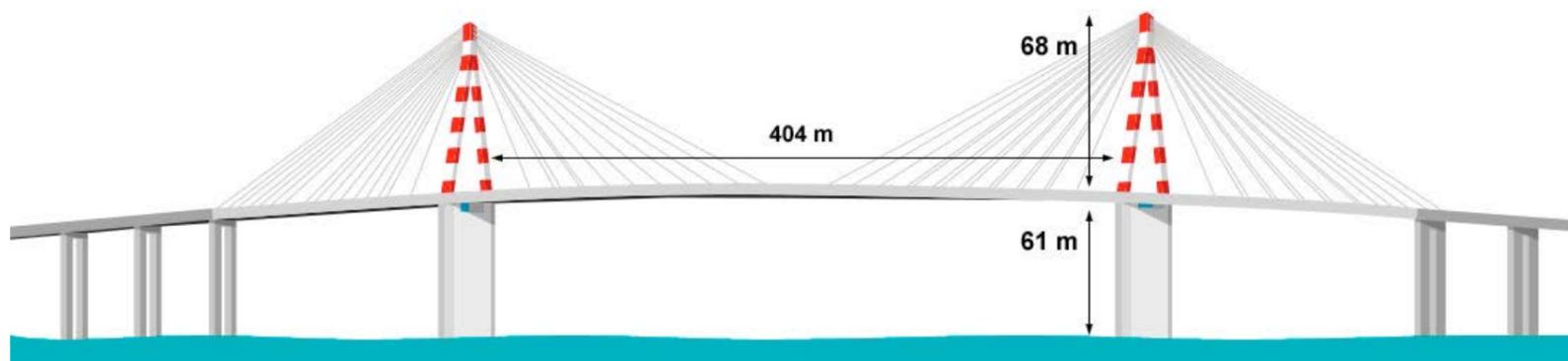
Le maintien de la navigation des très grands gabarits.

L'activité portuaire de Saint-Nazaire et du port de Nantes en aval de l'agglomération a imposé le maintien d'un large chenal de navigation de 400m avec un tirant d'air imposé de 60m. (50m en hautes eaux). En résulte des ouvrages titanesques qui doivent franchir un obstacle invisible avec une implantation contrainte

Ainsi, le pont de St-Nazaire présente une courbure en S et pour croiser perpendiculaire ce chenal et optimiser le franchissement.



Panamax de 225m de long dans le port de Nantes, 2016 (www.meretmarine.com)

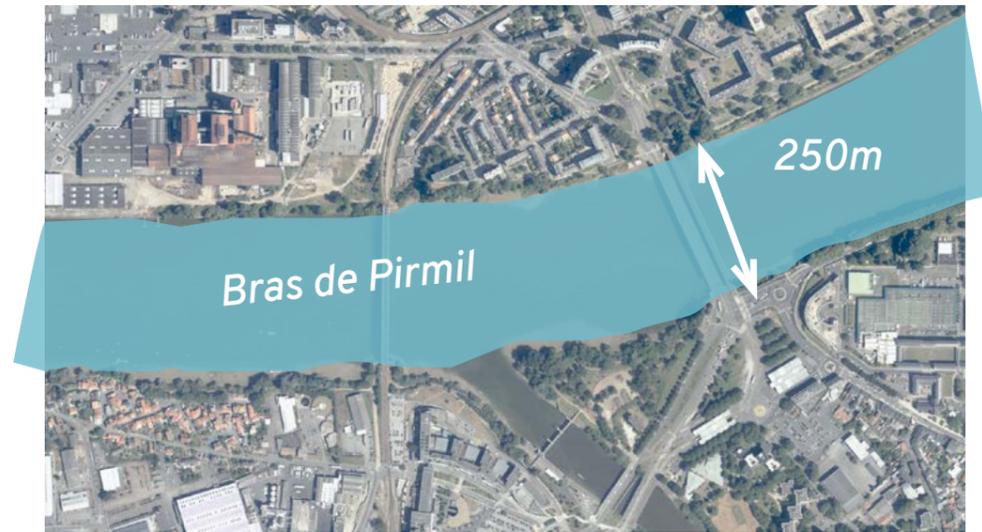


Grandes dimensions de la travée centrale, 2019 (Département de Loire-Atlantique)



Belem (ht:34m) sous le pont de Chevire, 2019 (<http://www.atlantiqueloireetbateaux.fr/>)

Des contraintes géographiques et fluviales hétérogènes - Nantes



Une navigation à préserver dans un lit peu encaissé.

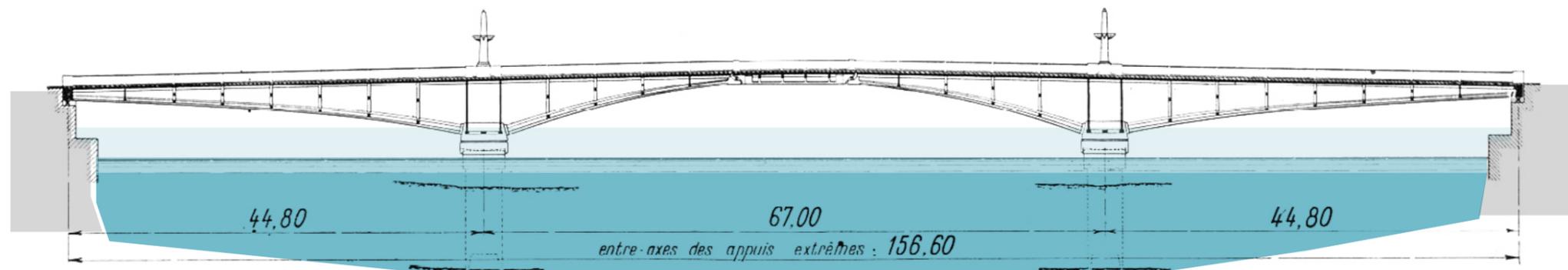
Malgré le déclin de la navigation ligérienne, la Loire reste navigable et un chenal est maintenu pour préserver la circulation des bateaux de petit gabarit.

Le compromis historique entre franchissement et circulation fluviale est encore un paramètre important dans la conception des ouvrages. Cette contrainte se conjugue à la nécessité de laisser passer un volume d'eau suffisant en cas de crue. Ces problématiques sont d'autant plus prégnantes sur un fleuve comme la Loire peu profond et peu encaissé

A titre d'exemple, le site du pont du Général-Audibert à Nantes présente des quais à 7.00 au dessus des eaux moyennes et seulement 4.50m des plus hautes eaux navigables (PHEN). La faible largeur du lit (150m) et la nécessité d'un profil en long relativement plat pour ce franchissement structurant a imposé une solution structurelle avec une clé de seulement 1m50 d'épaisseur.



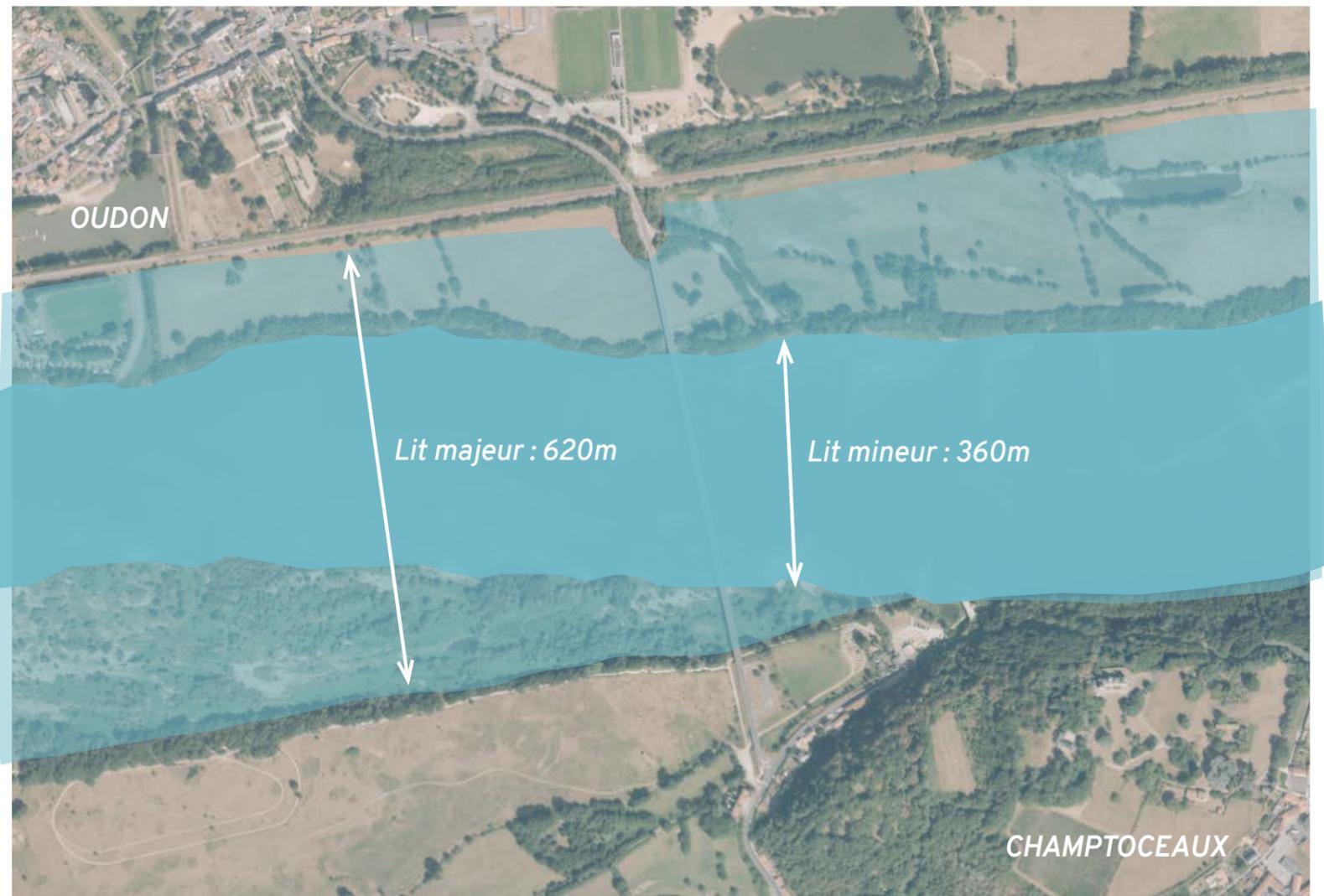
Le Loire-Princesse bloqué par le pont Audibert , 2019 (ouestfrance.com)



Tirants d'air - Pont du Général-Audibert

- Niveau d'eau haut (3.00 NGF)
Hauteur berge : 4m50 Tirant d'air : 5m00
- Niveau d'eau moyen (0.00 NGF)
Hauteur berge : 7m50 Tirant d'air : 8m00
- Étiage

Des contraintes géographiques et fluviales hétérogènes - La section fluviale



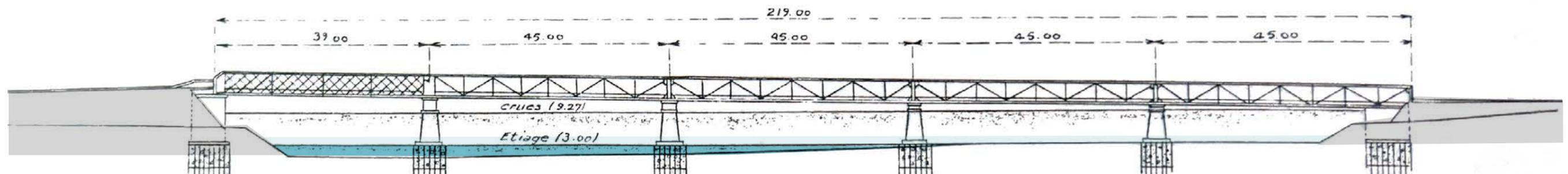
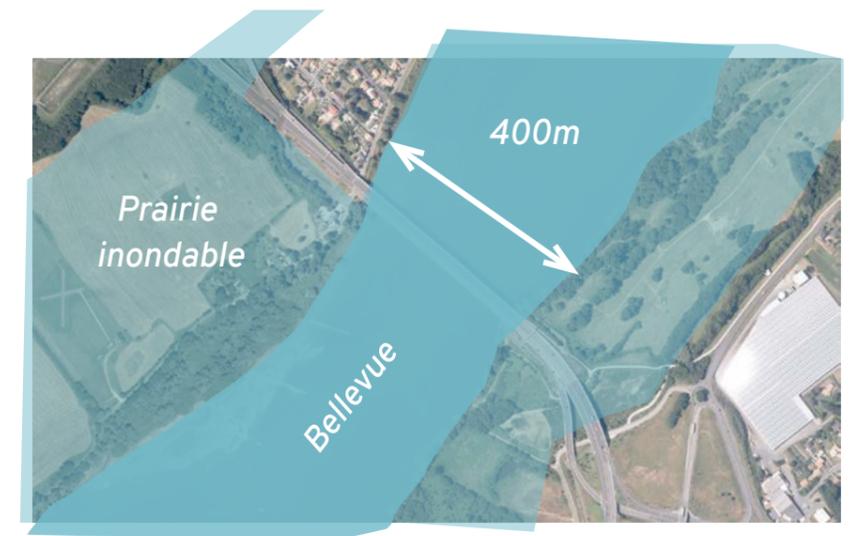
Largeurs des lit mineur

En amont de Nantes, des ouvrages contraints par le lit majeur.

Les problématiques nantaises de tirant d'air ont moins cours dans ce secteur en amont: le lit est large et permet bien souvent de construire des ouvrages longs, moins asservis par les altimétries rigides de quais bâtis ou de réseaux viaires. Les conditions de navigabilité sont ici plutôt conditionnées par le tirant d'eau disponible.

Mais le fleuve retrouve une liberté relative entre les levées où il peut sortir de son lit en cas de crue. Ainsi, les ponts, bâtis en fonction de ces conditions les plus défavorables, s'étendent bien souvent au delà des berges visibles pour n'opposer aucun obstacle aux crues qui envahissent ponctuellement les prairies inondables. C'est le cas des ponts d'Ingrandes ou de Champtoceaux, dont les longueurs sont remarquables.

Le pont de Bellevue, illustre les difficultés encore actuelles de bâtir un franchissement en basse Loire : l'ouvrage a dû être complété par deux viaducs d'accès nord et sud, au lieu des voies talutées d'usage, pour laisser libre cours au fleuve en cas de crue hivernale.



Tirants d'air - Pont du Haut-Village

Niveau d'eau PHEN (4.39 NGF)
Tirant d'air : 6m61

Étiage (1.66 NGF)
Tirant d'air : 9m33

Chronologie des ponts actuels

5
PONTS

1995-2021 - *Des ponts au service du développement urbain*

La mutation urbaine de l'île de Nantes amorcée à la fin du XXe siècle nécessite la création de nouveaux franchissements. Le pont Willy-Brandt au nord-ouest de l'île et le pont des 3 Continents sont les premiers maillons du plan de déplacement adopté en 1991. La passerelle Victor Schoelcher et les ponts Eric-Tabarly et Sedar-Senghor sont la continuité de cette politique de développement. En cœur de ville, ils illustrent le dynamisme de la Métropole et proposent des typologies variées mêlant innovations techniques et esthétique soignée.

12
PONTS

1960-1995 - *L'essor du trafic automobile*

Le règne de l'automobile s'accompagne de la construction de nombreux ouvrages. Une pénétrante double la ligne de pont historique en 1966 (pont Aristide Briand et pont Georges Clémenceau). Puis, pour répondre au trafic routier croissant, le pont Anne-de-Bretagne est créé et le pont Haudaudine renouvelé. Un changement de politique dans les années 1980 amorce le développement du périphérique et le retour du tramway. Les ponts de Bellevue et de Cheviré sont créés et la première ligne de pont est doublée. Répondant à des impératifs de transport routier, ces ouvrages ont des typologies assez homogènes, économiques et fonctionnelles avec la quasi-omniprésence du béton précontraint. Des ouvrages d'art se distinguent néanmoins avec notamment le pont de St-Nazaire mais également le pont de Saint-Florent-le-Vieil qui reste dans la tradition des ponts de fils.

5
PONTS

1945-1960 - *La reconstruction*

Suite aux dommages de la seconde guerre mondiale, nombreux sont les ponts réparés sur des travées sabotées. Cinq ouvrages sont reconstruits entièrement ou en grande partie et illustrent cette période.

Dans un premier temps le contexte économique difficile et la pénurie d'acier impose des solutions mixtes, réemployant pour partie l'ancienne structure (Résal, Vendée Sud). Dans un second temps, le regain économique des années 1950 va permettre la reconstruction de grands ouvrages suspendus à Montjean, Ancenis et Varades.

3
PONTS

1914-1945 - *Avancées techniques de l'acier et du béton, renouvellement des ouvrages existants*

Si la période d'entre deux-guerres ne voit pas la création de nouveaux franchissements, elle est marquée par les avancées technologiques dans la construction en béton armé ainsi que les derniers perfectionnements des structures métalliques. Les ponts de Pirmil et du Général-Audibert sont les témoins de cette campagne de modernisation, ils remplacent les ouvrages en pierre de l'Ancien-Régime sur la ligne de ponts nantaise.

Le pont de Pornic, mal conçu à l'origine, bénéficie de cette campagne de renouvellement des ouvrages avec un nouveau tablier en treillis acier

5
PONTS

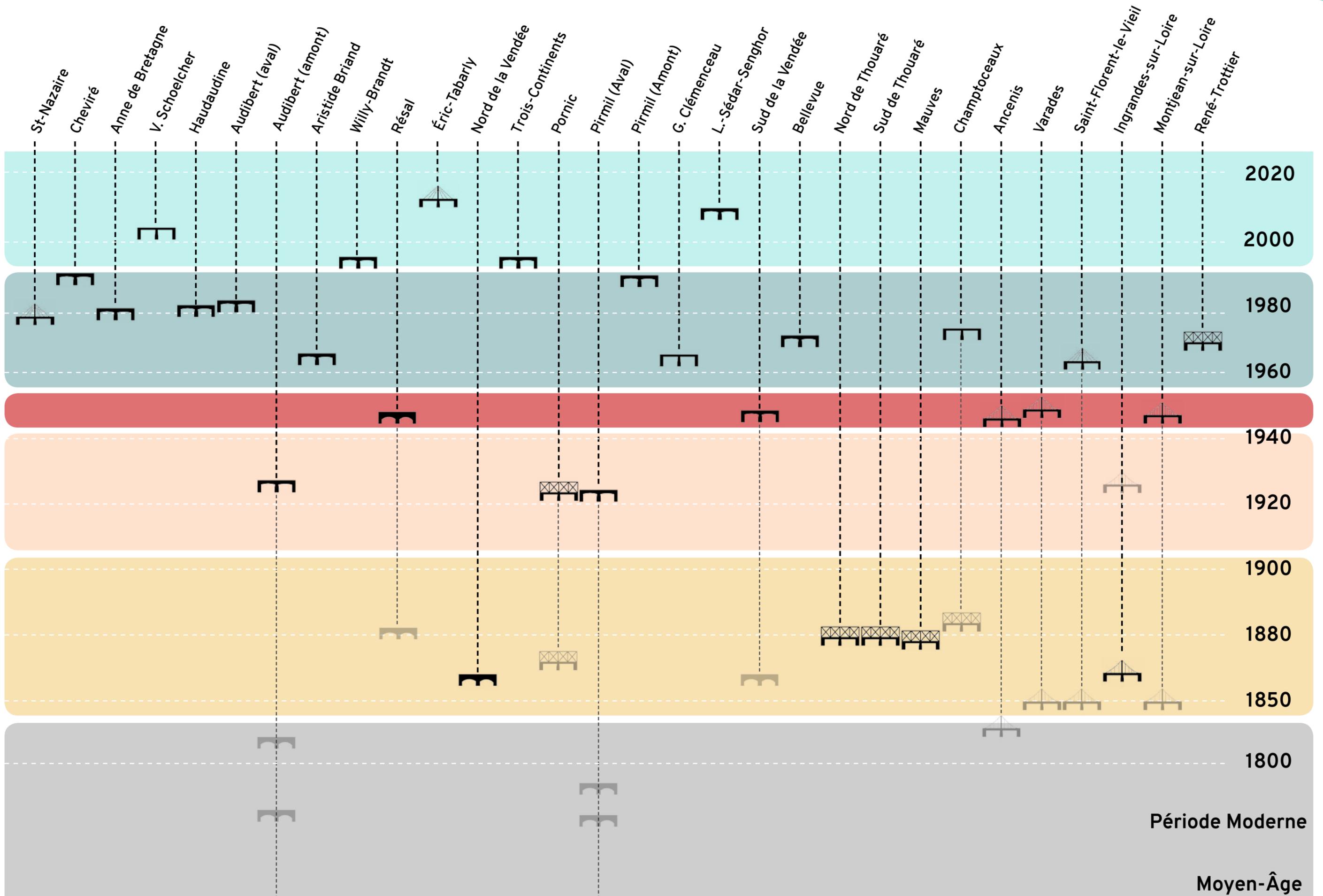
1840-1914 - *Le désenclavement des Mauges et le développement ferroviaire*

Le développement du réseau routier à l'est de l'agglomération nantaise a permis la création de nombreux franchissements entre Nantes et Angers. Les ponts de Mauves, Thouaré et Ingrande sont encore en place et bien conservés tandis que des ouvrages de Champtoceaux et de Montjean-sur-Loire ne subsistent que les piles maçonnées. Le reste des ponts ont été depuis remplacés.

Outre ces maillons du réseau vicinal, cette période est marquée par les ponts de chemins de fer. A partir de l'arrivée du train à Nantes en 1851, ils sont créés au rythme de la réalisation d'un nœud ferroviaire; seul le pont Nord de la Vendée illustre encore cette période, les autres exemples (pont de Pornic, pont Résal, pont de la Vendée sud) reconstruits depuis s'inscrivent dans les campagnes de construction suivantes.

Antérieure à 1830, Ancien-Régime et Moyen-Âge

Aucun ouvrage encore en place des campagnes de construction et reconstruction au Moyen Age et à l'époque moderne





Évolution des techniques de construction des ponts depuis le XVIII^e siècle

Sur les ponts de Nantes, par André Péron, Editions Ressac, 1995.

Le pont a longtemps été pensé sur le modèle du pont de bateaux primitif. Les anciens ponts se présentaient comme une succession de nefs renversées prenant appui sur des piles elles-mêmes façonnées en forme de navires. L'arche est d'ailleurs l'autre nom du pont comme de la nef.

Les ponts de la Loire, par Bernard Marrey, in La Loire, Revue trimestrielle 303 n°75, janvier 2003.

Les ponts de bois ont subi les forces de la nature : effondrés ou emportés par les eaux, l'usage du bac était plus fréquent que celui du pont. Aucun pont actuel sur la Loire ne date dans sa totalité d'avant le XVIII^e siècle.

Au début du XVIII^e siècle, les ponts de pierre sont presque aussi larges que leurs arches. L'épaisseur des piles a longtemps été considérée comme le garant de la solidité des ponts, chaque pile devant jouer le rôle de culée au cas où l'une des deux arches qui s'y appuient serait détruite. La pile est, en effet, soumise alors à une pression dissymétrique.

Les premiers ponts «modernes»

Les ponts de la Loire, par Bernard Marrey, in La Loire, Revue trimestrielle 303 n°75, janvier 2003.

Les premiers ponts de pierre étaient construits arche après arche, au fur et à mesure des disponibilités financières ; il en résultait que chaque arche devait avoir sa propre stabilité et donc que les piles étaient épaisses.

Dessiné par Jules-Hardouin Mansart en 1684, le Pont Royal à Paris illustre un changement important dans la théorie et la pratique : les piles ont désormais une épaisseur égale au cinquième de l'ouverture.

Après que l'ancien pont de Blois fut emporté en 1576, Jacques V Gabriel, premier ingénieur du roi fut chargé de sa reconstruction. Ce fut un chantier conduit en sept ans et financé d'un seul bloc. S'il est encore construit en dos d'âne, avec une pente de 41 mm par mètre depuis les arches de rives, larges de 16,50 m jusqu'à l'arche centrale de 26,30 m, les piles sont plus minces qu'elles ne l'étaient traditionnellement, à l'exception des deux piles qui soutiennent les trois arches du milieu. En réduisant l'épaisseur des piles latérales, Gabriel obtenait un meilleur écoulement des crues, auquel on doit sans aucun doute la survie du pont jusqu'à nos jours.

En 1716, fut créé le corps d'ingénieurs spécialisés des Ponts et Chaussées. L'architecte Jean-Rodolphe Perronet créa en 1775 avec

Daniel-Charles Trudaine l'École royale des ponts et chaussées (aujourd'hui École nationale des ponts et chaussées).

Le premier à imaginer se servir de caissons immergés pour asseoir les fondations fut Charles Labelye au pont de Westminster, construit de 1739 à 1750 à Londres ; et c'est à Saumur que le pas décisif fut franchi. Les Archives nationales conservent un rapport non signé daté de 1733 illustré de 8 planches, expliquant le fonctionnement d'une machinerie pour « battre les pieux du pont de Saumur » (c'était alors pour le pont de bois). Dans la deuxième moitié du XVIII^e siècle, l'ingénieur Perronet substitue un modèle dynamique à une simple juxtaposition de piles et d'arches et montre comment des arcs surbaissés et des piles légères sont possibles en assurant des fondations plus stables et en rejetant les poussées horizontales sur les culées.

L'édification du pont en pierre de Saumur fut entreprise une vingtaine d'années plus tard sous la direction de l'ingénieur Jean de Voglie qui en avait dressé les plans. La Loire est franchie par douze arches de 19,50 m d'ouverture, en anse de panier, surbaissées au tiers et appuyées sur des piles de 3,90 m d'épaisseur.

Le pont de Tours est plus long, avec ses 434 mètres ; il est composé de quinze arches de 24,30 m. Le projet fut dessiné par Bayeux, qui en dirigea les travaux jusqu'à sa retraite en 1744. Voglie pris la suite et modifia le décor du monument. Pendant la construction même du pont, il n'y eut pas moins de trois effondrements, aussi les travaux durèrent-ils de 1765 à 1810.

Les ponts d'Angers, Introduction par Jean Mesqui, sous la direction d'Olivier Biquet et Dominique Letellier, Editions du patrimoine, 1998.

Le pont formait un barrage naturel à l'écoulement des eaux et des corps charriés, voire des glaces ; c'est pourquoi les piles furent universellement pourvues d'avant-becs de forme triangulaire ou en amande protégeant le corps de pile. A partir du XVII^e siècle, la mode fut de les recouvrir de demi-pyramides ou chaperons. Quant aux formes des arches, elles furent largement stéréotypées tout au long de l'Ancien Régime ; jusqu'au début du XVII^e siècle, le plein cintre fut largement majoritaire. Au Pont-Neuf à Paris comme à celui de Châtelleraut, à la fin du XVI^e siècle, l'anse de panier fit son apparition, mais de façon assez prudente. La généralisation de cette forme à la fin du XVII^e siècle (pont Royal à Paris) et surtout au XVIII^e siècle, s'explique par un changement radical des chantiers de ponts, menés en périodes brèves, excluant la construction de piles non chargées symétriquement.



1. Pont royal à Paris, Jules-Hardouin Mansart et Jacques IV Gabriel, 1684-avant 1720.

2. Pont de Blois, Jacques V Gabriel, 1716-1724. Le plus ancien pont sur la Loire.

3. Pont de Cessart à Saumur, Jean De Voglie, 1756-1770.

4. Pont Wilson à Tours, Bayeux puis Jean De Voglie, 1765-1810.

5. Pont de la Concorde à Paris, Perronet, 1787.



Les ponts suspendus de première génération

Les ponts suspendus en France, Laboratoire central des ponts et chaussées, 1989.

Les ponts de la Loire, par Bernard Marrey, in La Loire, Revue trimestrielle 303 n°75, janvier 2003.

La construction des ponts sur la Loire et la Maine au XIX^e siècle. Archives départementales de Maine-et-Loire.

L'américain James Finley est considéré comme le premier concepteur et constructeur des ponts suspendus modernes qui sont décrits dans un brevet déposé en 1808. Ce type de structure permettait de franchir aisément, sans ou avec le minimum d'appuis en rivière (toujours délicats à réaliser), des brèches supérieures à 50 mètres.

Un pont suspendu est un ouvrage métallique dont le tablier est attaché par l'intermédiaire de tiges de suspension verticales à un certain nombre de câbles flexibles ou de chaînes en fer forgé dont les extrémités sont reliées aux culées sur les berges.

L'invention fut reprise en Angleterre et donna lieu alors à la construction d'un grand pont suspendu sur la Menai par Thomas Telford, de 1819 à 1826. C'était un ouvrage de 177 m de portée, suspendu à plusieurs rangées de barres en fer forgé percées à leurs extrémités et assemblées les unes aux autres par des chevilles métalliques. La construction de cet ouvrage à grande hauteur avec d'importants viaducs d'accès fut suivie avec attention par tous les ingénieurs et entrepreneurs de cette époque. L'ingénieur Claude Navier en particulier, après deux missions en Angleterre, publia en 1823 un célèbre mémoire, théorique et pratique, sur les ponts suspendus, qui resta longtemps l'ouvrage de référence. Le pont des Chaînes, sur le Danube, à Budapest, construit en 1839 appartient à cette génération de pont de technique britannique.

En France, un industriel d'Annonay, Marc Seguin, pensa que des fils de fer pourraient aisément remplacer chaînes et barres pour la suspension des tabliers. Il fut tous les essais possibles sur la résistance à la traction des fils fabriqués par l'industrie d'alors. Après plusieurs passerelles expérimentales, il réalisa en un an et demi la passerelle sur le Rhône entre Tain et Tournon, pour un coût voisin du quart de celui d'un pont en pierre. Composé de deux travées de 85 m de portée suspendues à une pile centrale et deux culées de rive, l'ouvrage fut inauguré en 1825.

Ces ponts suspendus connurent un engouement extraordinaire. A eux seuls, Seguin et ses frères en construisirent plus d'une centaine, dont plusieurs sur la Loire (Ancenis en particulier). Le grand avantage des ponts suspendus est de permettre de réduire le nombre de piles à construire dans le lit du fleuve et d'en limiter la durée et le coût de construction. Le grand pont de Beaucaire sur le Rhône, construit quelques années plus tard, présentait des travées de 120 m et, dès 1834, le pont suspendu de Fribourg en Suisse, construit par Chaley, atteignait une portée de 265 m qui resta longtemps un record.

En quinze ans, plus de 130 ponts furent concédés sur les routes

royales et départementales, en particulier pour franchir les grands fleuves, où les anciens ouvrages étaient rares, comme le Rhône ou la Graonne. Ils se développèrent aussi sur la Basse-Loire, où n'existaient alors que les ponts en maçonnerie de Saumur, Ponts-de-Cé et Nantes. Ces derniers furent suivis en quelques décennies par les ponts suspendus de Gennes-Les-Rosiers, Saint-Mathurin, Chalonnès, Montjean, Ingrandes, Varades-Saint-Florent-le-Vieil et Ancenis. Ingrandes fut le dernier construit en 1869, et bien que modernisé (en 1922 puis en 1948), il reste l'exemple le mieux conservé de ces ponts suspendus de première génération.

Hors de la région subsistent notamment le pont de Tonnay-Charente (1842) et le second pont de Seguin entre Tain et Tournon (1847).

Les ponts suspendus de seconde génération

La construction des ponts sur la Loire et la Maine au XIX^e siècle. Archives départementales de Maine-et-Loire.

Les ponts de la Loire, par Bernard Marrey, in La Loire, Revue trimestrielle 303 n°75, janvier 2003.

Si les ponts suspendus rencontrent un certain succès dans la première moitié du XIX^e siècle, les nombreux accidents et en particulier la catastrophe de l'effondrement du pont suspendu de la Basse-Chaîne à Angers en 1850 et de celui de la Roche-Bernard en 1852 marquent un coup d'arrêt dans la construction des ponts suspendus en France et en Europe continentale.

Des perfectionnements sont apportés dans la seconde moitié du XIX^e siècle par Ferdinand Arnodin qui met au point des câbles à torsion alternative à la place des câbles à fils parallèles. Le système d'amarrage fixe des câbles porteurs évolue ainsi afin que l'on puisse modifier leurs tensions : le but étant de pouvoir changer un des filins composant le câble porteur tout en conservant sa fonction (à savoir retenir le tablier lors d'opérations d'entretien). Cela permet d'éviter des installations et des travaux complexes, à l'avenir, sur ces problèmes récurrents, car les protections contre l'oxydation de l'acier, à cette époque, ne sont pas efficaces à long terme.

Arnodin inventa non seulement le câble à torsion alternative (qui, en plus de sa solidité, permettait de l'enrouler et de le transporter), mais aussi un système de poutre métallique «raidissante», une grue électrique pivotante, autoélevatrice, une riveuse portative, autant de créations qui furent d'une aide déterminante dans l'efficacité et le faible coût de la réalisation de ses ouvrages... (voir plus loin les ponts transbordeurs et les premiers haubans).

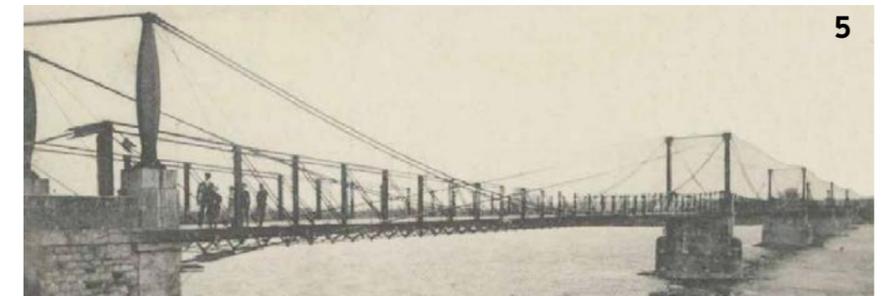
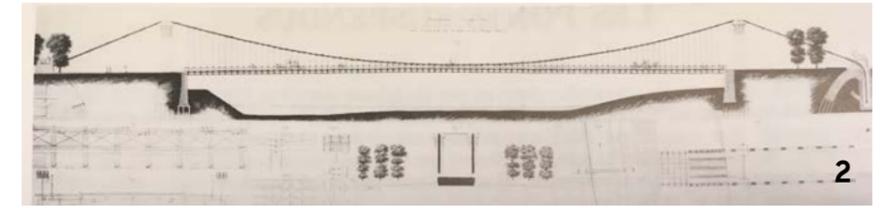
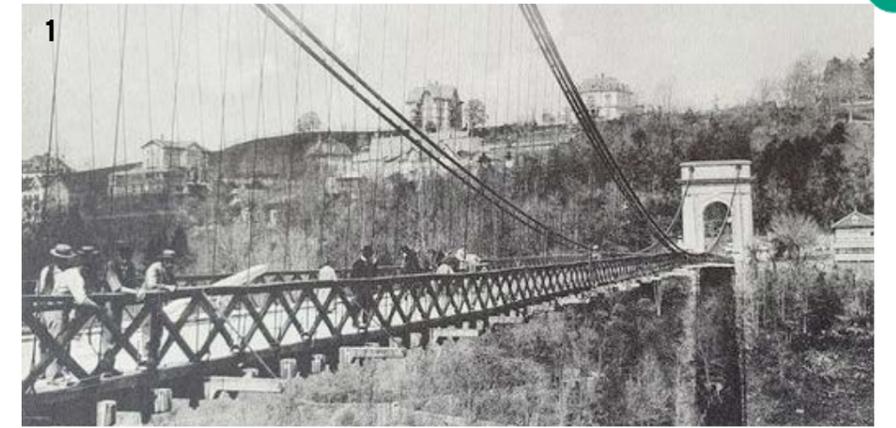
1. Pont suspendu à Fribourg, 1834 (démoli).

2. Projet du pont des Invalides à Paris, Navier, 1823.

3. Pont suspendu d'Argentat sur le Rhône entre Tain et Tournon, Seguin, 1825.

4. Pont suspendu de Tonnay-Charente, 1842.

5. Le premier pont d'Ancenis avant et après sa transformation avec des câbles à torsion alternative, 1838 - 1919.





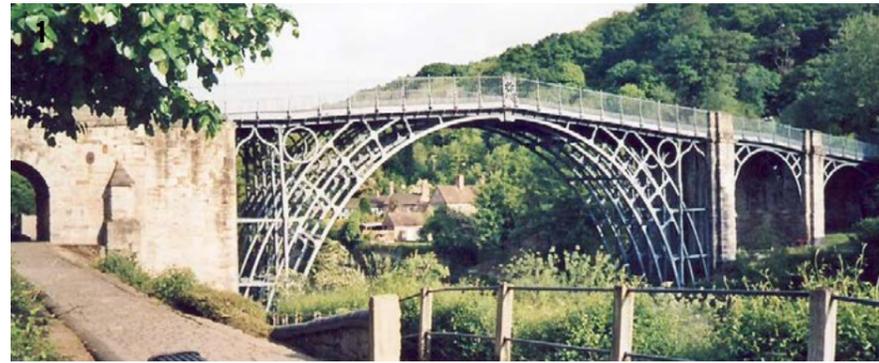
Une nouvelle technicité pour les maçonneries

Les ponts d'Angers, Introduction par Jean Mesqui, sous la direction d'Olivier Biguet et Dominique Letellier, Éditions du patrimoine, 1998. (sauf paragraphe sur le pont de Bordeaux)

La révolution des ponts métalliques n'a pas exclu la construction traditionnelle de robustes ponts de maçonnerie, dont la plupart sont toujours en services sur nos routes et dans nos villes, élargis ou parfois reconstruits après les destructions des dernières guerres. A commencer par le pont d'Iéna à Paris, élargi à l'identique en 1937. Bien que sa conception n'ait rien eu d'innovant, il faut cependant nommer le pont de Souillac sur la Dordogne, où l'ingénieur Vicat mit au point en 1817 ses découvertes sur la composition des liants hydrauliques, chaux et ciments, qui devaient avoir plus tard de très importantes applications dans les travaux. C'est ce même Vicat qui acheva en 1829 la construction du pont suspendu d'Argentat sur la Dordogne : pour la première fois, les piliers de l'ouvrage n'étaient pas réalisés en pierres de taille mais en petits moellons maçonnés avec les nouvelles chaux hydrauliques.

A Bordeaux, la construction du pont est d'abord prévue en bois reposant sur des piles en pierre, puis avec des voûtes en fer, les deux projets présentant une travée centrale mobile. En 1819, il est décidé de réaliser un pont en pierres et en briques sur la base du projet des ingénieurs Claude Deschamps et Jean-Baptiste Billaudel, qui considèrent que les voûtes en pierre permettaient des portées plus importantes que la charpente en fer prévue initialement. L'ouvrage de 17 arches portant sur 16 piles a la particularité de comporter des espaces vides intérieurs.

En 1855, en Maine-et-Loire, l'ingénieur Jules Dupuit dirigea la reconstruction de la suite de ponts franchissant la Loire aux Ponts-de-Cé, ainsi que celui d'Angers sur la Maine, en remplacement d'ouvrages médiévaux hétéroclites. C'est aussi un pont en maçonnerie que l'on substitua à celui de la Basse-Chaîne après son effondrement mais, comme le précédent, il posa de difficiles problèmes de fondations avec des tassements très importants à long terme.



Le développement des ponts métalliques

Les ponts d'Angers, Introduction par Jean Mesqui, sous la direction d'Olivier Biguet et Dominique Letellier, Éditions du patrimoine, 1998.

L'architecture du fer, France XIX^e siècle, Bertrand Lemoine, Collection milieux, Éditions Champ Vallon, octobre 1986.

Dès le début du XIX^e siècle, la lente évolution de la conception des ponts en maçonnerie fait place à de véritables révolutions dans la technique des ouvrages d'art par l'utilisation de matériaux nouveaux : fer, fonte et acier d'une part, chaux, ciment et béton de l'autre, en attendant leur association dans le béton armé, précontraint.

Les premiers ponts métalliques avaient déjà fait leur apparition un peu plus tôt en Grande-Bretagne, avec le célèbre pont en fonte de Coalbrookdale (dit Iron Bridge) de 30 mètres de portée sur la Severn (1779), heureusement conservé. En France, c'est à l'occasion d'un concours lancé en 1801 pour trois nouveaux franchissements de la Seine à Paris que la fonte fut finalement imposée. Le plus remarquable de ces ouvrages fut le premier pont d'Austerlitz dont les cinq arches en fonte ne résistèrent qu'un demi-siècle à la circulation toujours croissante. Mais le plus connu est le pont, ou plutôt passerelle des Arts, dont 4 arches ont été remontées à Nogent-sur-Marne. On peut aussi citer les réalisations originales de l'ingénieur Antoine-Rémy Polonceau, avec des ouvrages mixtes associant de longs madriers de bois superposés et goudronnés à une enveloppe de fonte, pour réduire autant que possible les vibrations qui entraînaient la rupture de ces éléments métalliques. Son pont le plus célèbre fut en 1834 celui du Carrousel à Paris, avec trois arches de 48 m, qui subsista moyennant modernisation jusqu'en 1935. Peu après, Joseph Chaley et Théodore Bordillon construisaient à Angers sur ce modèle le pont de la Haute-Chaîne, qui fut détruit à la dernière guerre.

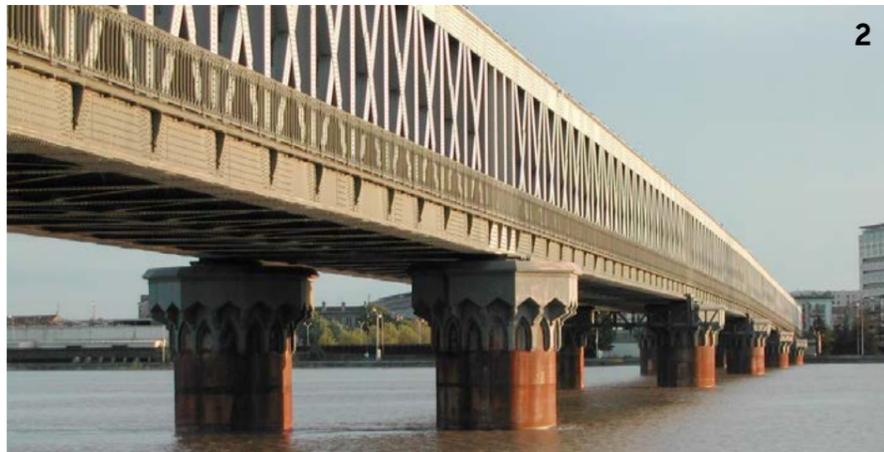
Mais tous ces ouvrages étaient encore des ponts en arc, c'est-à-dire peu différents des ponts en maçonnerie dans leur principe et dans leurs performances. D'ailleurs, la maçonnerie restait le matériau choisi pour les piles.



1. Pont de Coalbrookdale, dit Iron Bridge à Shropshire en Grande-Bretagne, 1779.
2. Pont du Carrousel à Paris par AR. Polonceau, 1834 (démoli).
3. Passerelle des Arts initialement à Paris, aujourd'hui remonté à Nogent-sur-Marne, Cessart, 1801-1803.
4. Pont d'Iéna à Paris, 1808-1814 élargi en 1937.
5. Pont de pierre de Bordeaux, Deschamps et Billaudel, 1822.



1



2



3

1. Viaduc de Culoz sur le Rhône, 1858.
2. Passerelle Saint-Jean à Bordeaux, 1860.

3. Viaduc de Sully-sur-Loire, 1877-80.

4. Brooklyn Bridge à New York, 1869-83.

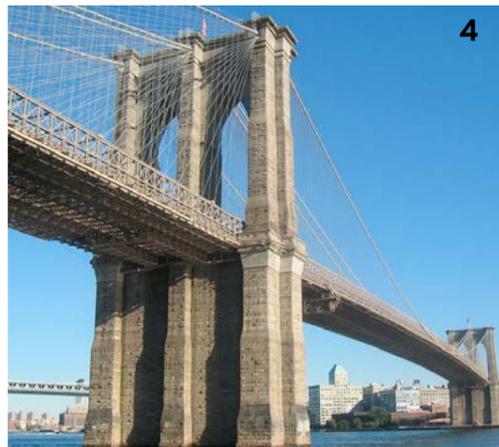
6. Viaduc de Garabit dans le Massif Central, 1884-88.

7. Viaduc du Viaur entre Albi et Rodez, 1902.

8. Pont Mirabeau à Paris, 1893-1896.

9. Pont de Saint-Ipize sur l'Allier, modernisé par Arnodin en 1879.

10. Pont transbordeur du Martrou à Rochefort, 1899.



4



6



7



8



9



10

Il fallut attendre un demi-siècle et la construction des lignes ferroviaires pour assister à un développement intense des ponts en fer. Ce furent d'abord des ponts à poutres droites à âme pleine, dont il ne reste presque aucun exemple car ils furent rapidement remplacés par des ponts à poutres triangulées, plus économiques, où le métal est mieux employé. Le premier grand pont de ce type fut construit sur le Rhône à Culoz en 1858 pour la ligne reliant la France à la Savoie, bientôt suivi par le pont du chemin de fer de Bordeaux, avec ses travées centrales de 77 m de portée, qui supporte encore aujourd'hui un trafic ferroviaire intense. L'emploi de piles métalliques, plus économiques que la maçonnerie pour les grandes hauteurs, se développa à partir de 1855, le premier exemple est le viaduc de Saarine à Fribourg (1856-62).

On construisit des ouvrages encore plus impressionnants, entièrement métalliques et triangulés, tel le viaduc de Garabit sur la Truyère, ouvrage le plus célèbre de Gustave Eiffel en ce domaine, réalisé de 1884 à 1888. A la fin du siècle, l'acier, plus résistant, remplaça le fer dans la construction de tels ouvrages : le viaduc ferroviaire du Viaur sur la ligne d'Albi à Rodez, terminé en 1902, en est sans doute le plus bel exemple. Ce grand pont en acier à trois articulations illustre parfaitement le principe du pont cantilever, particulièrement utile pour les grandes portées mais aussi employée pour des franchissements plus urbains comme le pont Mirabeau à Paris en 1893-96.

Pour les plus petits franchissements, la structure en treillis a été retenue dans la construction de nombreux ouvrages routiers, en particulier lors de l'achèvement du réseau vicinal à la fin du XIX^e siècle ; ces derniers atteignaient parfois de très grandes longueurs, comme celui entre Oudon et Champtoceaux sur la Loire, remis en état après la dernière guerre et doté seulement en 1976 d'un nouveau tablier. Avec de telles conditions industrielles et donc économiques de leur fabrication et de leur montage, ces ponts métalliques à treilles multiples, grands ou petits, ont été les plus répandus pendant près d'un siècle ; il en subsiste d'innombrables exemples, d'autant qu'ils étaient facilement réparables après les destructions dues aux hostilités.

Dans la dynamique de recherche d'une meilleure technicité des ponts suspendus de seconde génération, la création du pont de Brooklyn à New York en 1869-83 par Roebling fut déterminante car la portée atteint près de 500 mètres en toute sécurité. Ferdinand Arnodin des fit une spécialité de reprendre les ponts suspendus en généralisant les câbles à torsion alternative mais sa société développa un modèle pour franchir les estuaires et les sites portuaires sans encombrer l'espace maritime : c'est la naissance des ponts transbordeurs. Le brevet déposé en 1887 fut suivi de nombreuses réalisations : le premier à Bilbao en 1893, puis de nombreux ports de France, dont Nantes.

Les ponts suspendus continuèrent d'évoluer vers un système de haubannage sur le modèle du Brooklyn Bridge. Comme les pylônes des ponts transbordeur, les pylônes de suspension étaient métalliques et les haubans remplaçaient partiellement les câbles de suspension, mais cette formule ne s'est réellement développée qu'après-guerre en Allemagne avec la reconstruction des ponts sur le Rhin.



Les ponts en béton armé

Les ponts d'Angers, Introduction par Jean Mesqui, sous la direction d'Olivier Biguet et Dominique Letellier, Éditions du patrimoine, 1998.

Les ponts de la Loire, par Bernard Marrey, in La Loire, Revue trimestrielle 303 n°75, janvier 2003.

La dernière grande invention du XIX^e siècle, qui n'eut d'effet qu'au siècle suivant, fut celle du béton armé. Au milieu du siècle, on avait construit une première barque, puis les premières jardinières en « ciment armé » et, surtout, on avait bien mis au point la fabrication du ciment Portland artificiel. Puis on construisit des poutres, des dalles, des planchers et, enfin, dans les dernières années du siècle, les premiers ponts à poutres ou en arc, jusqu'au grand pont de Châtellerault sur la Vienne, à trois arches de 50 m, dû à Hennebique en 1899.

Les ponts en béton armé sont un peu comparables aux ponts en maçonnerie, le béton remplaçant la pierre de taille (ou le moellon), mais celui-là possède en outre, grâce aux armatures qu'il renferme, une grande résistance à la traction, ce qui permet des arches beaucoup plus élancées et des formes diversifiées, selon les coffrages utilisés. Ils s'imposent jusque dans les années 1960, à côté des ponts métalliques toujours utilisés pour de grandes portées ou pour répondre à des exigences de rapidité d'exécution ou de montage. On connaît surtout les ouvrages prestigieux comme le pont en arc de la Caille sur le ravin des Ussets (Caquot, 1928), de 138 m d'ouverture et doublant le vieux pont suspendu, ou le pont de Plougastel sur l'Elorn, avec ses trois arches de 186 m (Freyssinet, 1930), reconstruit vingt ans après à l'identique. On peut citer aussi le pont du Fourneau, près de Bourbon-Lancy, qui franchit la Loire par 5 arches de 45 à 50 m de portée ; il est construit en 1932 par l'entreprise Debachy sur les plans des ingénieurs Wahl et Baudet.

Mais à côté de ces géants, d'innombrables petits ouvrages ne dépassant pas la centaine de mètres ont été construits en béton armé, pont-dalles ou ponts-poutres sous chaussée comme l'illustrent aujourd'hui ceux de la Haute-Chaîne et Basse-Chaîne à Angers. Néanmoins, ces techniques ont été largement détrônées par le béton précontraint, un peu plus délicat à mettre en œuvre mais plus léger et plus économique.



Les ponts en béton précontraint

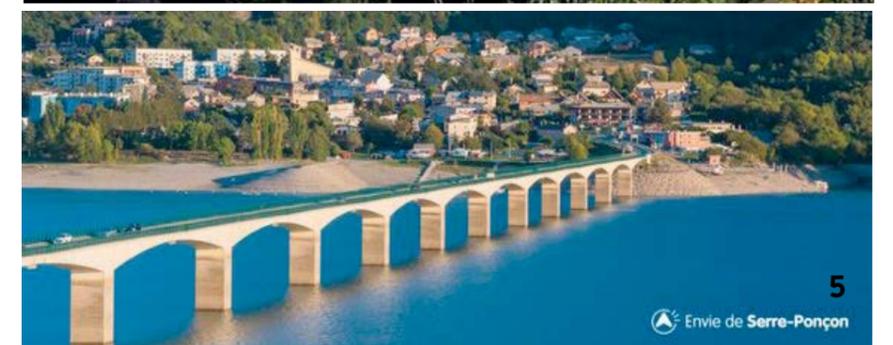
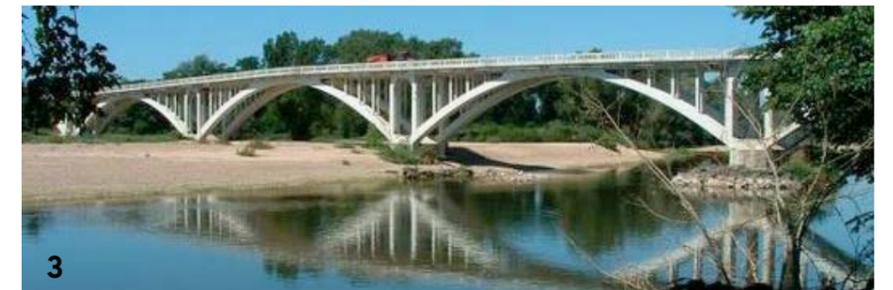
Les ponts d'Angers, Introduction par Jean Mesqui, sous la direction d'Olivier Biguet et Dominique Letellier, Éditions du patrimoine, 1998.

La précontrainte est une invention française, due à Eugène Freyssinet qui en prit le premier brevet en 1928 et put l'appliquer au domaine des ponts pour la première fois en 1946 lors de la construction du pont de Luzancy sur la Marne. Elle consiste à créer dans le béton des compressions permanentes suffisantes pour que celui-ci puisse résister sans fissurations ni rupture aux charges appliquées sur l'ouvrage, ceci étant réalisé par des fils d'acier à haute résistance incorporés dans le béton et soumis à des tensions initiales très élevées. Les poutres du pont de Luzancy, puis de cinq autres ponts un peu plus grands (74 m de portée) construits ensuite sur la Marne, furent réalisés à partir de voussoirs préfabriqués, progressivement assemblés et maintenus en place par précontrainte.

Pour les petits ouvrages, on procéda surtout au début à la préfabrication complète de leurs poutres, mises en place au moyen de transporteurs à câbles, d'engins flottants ou de poutres de lancement. Pour les ouvrages plus importants, on adopta généralement la réalisation par voussoirs, éléments de caissons constituant le tablier, de quelques mètres de longueur, qui peuvent être préfabriqués sur la rive ou bétonnés en place. Dans ce cas, ils sont réalisés en encorbellement, c'est-à-dire en porte-à-faux, au moyen de coffrages glissants, de façon à constituer toujours un ensemble à peu près symétrique en équilibre sur la pile qui le supporte, les éléments successifs étant retenus par les câbles de précontrainte progressivement mis en œuvre. On ne peut évidemment évoquer ici tous les procédés de construction, plus ingénieux les uns que les autres, mis au point par les grandes entreprises. Il est certain que la précontrainte permet de se dispenser des grands cintres ou des lourds échafaudages supportant les coffrages des ouvrages en béton armé. L'avantage est considérable dès que les portées sont importantes : le pont de l'île de Ré édifié en 1988, développant sur près de 3 km des travées de 110 m de portée, en est un bon exemple ; de même, les spectaculaires viaducs d'autoroutes dans les zones montagneuses, Poncin sur l'Ain (A40, 1985), Garabit dans le Massif Central (A75, 1993).

Pour mieux franchir la Loire, d'autres grands ouvrages en béton précontraint ont également été nécessaires : le pont de la déviation des Ponts-de-Cé (1975), de 788 m de longueur, avec ses travées de 85,50 m ; et celui de la déviation de Saumur, avec ses élégantes travées de 103 m de portée pour une longueur totale de 780 m (1982).

1. Pont Camille de Hogues à Châtellerault, Hennebique, 1899.
2. Pont de la Caille en Haute-Savoie, Caquot, 1924-28.
3. Pont du Fourneau à Bourbon-Lancy, Wahl et Baudet, 1932.
4. Pont de Trilbardou, Freyssinet, entre 1947 et 1950.
5. Pont de Savines à Serre-Ponçon, 1960.
6. Pont de Noirmoutier-en-l'île, 1971.





La persistance du métal au XX^e siècle, mais associé au béton armé ou précontraint

L'architecture du fer, France XIX^e siècle, Bertrand Lemoine, Collection milieux Champ vallon, 1986.

Les ponts d'Angers, Introduction par Jean Mesqui, sous la direction d'Olivier Biguet et Dominique Letellier, Éditions du patrimoine, 1998.

En ligne : www.lameilleureinfo.fr/les-premiers-ponts-a-haubans-evolution-de-la-technique/

L'utilisation de l'acier s'est maintenue tout au long du XX^e siècle, tant que son prix le rendait compétitif par rapport au béton. Les ouvrages à treillis multiples ont été supplantés par des ponts à poutres latérales largement triangulées, plus esthétiques, comme ceux de Saint-Mathurin et de Chalonnes sur la Loire, succédant après-guerre, aux vieux ponts suspendus.

Le premier grand progrès technique a été celui de la soudure se substituant au rivetage et utilisée la première fois pour le pont de Neuilly en 1942, à la place de l'ouvrage de Perronet.

Lorsque les conditions économiques ont été défavorables à l'emploi de l'acier dans les décennies 1960-1970, on a peu construit dans ce seul matériau. Il est fréquemment associé, depuis une quinzaine d'années, au béton armé ou au béton précontraint dans les ouvrages modernes que l'on peut classer en deux catégories : les ponts mixtes et les ponts composites. Dans le premier cas, le tablier lui-même est mixte, avec structure porteuse en acier (poutres ou caissons) surmontée d'une dalle en béton armé ou précontraint qui supporte la chaussée : ainsi du pont Jean-Moulin à Angers, élevé en 1989 sur les plans de Charles Lavigne. Dans le second cas, l'autonomie des matériaux est complète, comme le montre le pont de Cheviré sur la Loire (1991) dont la travée centrale de 242 m est constituée de deux piles- consoles en béton précontraint supportant un énorme caisson métallique pour la chaussée, hissé à partir d'une barge naviguant sur le fleuve.

Ces techniques mixtes sont aussi retenues pour les ponts suspendus remis à l'honneur en France depuis les années 1950. Désormais stables et résistants, ces ouvrages à tablier en béton armé et poutres de rigidité sont réservés aux très grandes portées, tels que les ponts d'Ancenis sur la Loire en 1952 (400 m de long, dont 240 m de travée centrale), prouesse qu'éclipsent à la fin de la décennie les ponts monumentaux de Tancarville en 1959 sur la Seine, ou d'Aquitaine sur la Garonne.

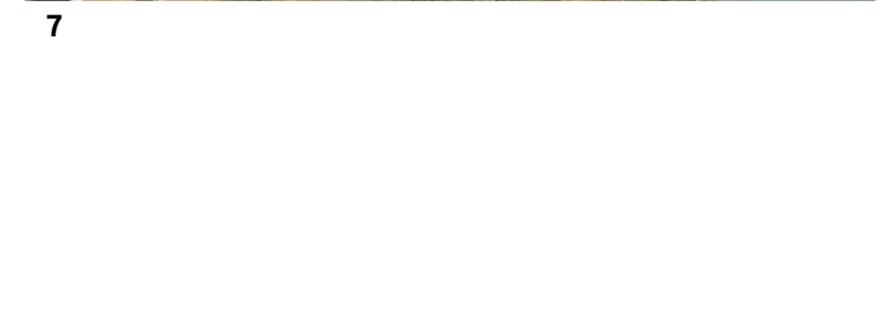
Le premier pont à haubans de l'ère moderne a été construit en 1955 par l'ingénieur allemand Franz Dischinger. Il s'agit du pont de Strömsund, situé en Suède et dont la travée centrale mesure 183 mètres. La séparation sensible entre les différentes sangles est frappante, tout comme le grand bord de la planche. Ces câbles peuvent être compris comme des points d'appui (piles factices) très éloignés les uns des autres, avec lesquels les moments de flexion s'avèreront très élevés, d'où la nécessité d'augmenter le rapport bord/lumière. Si l'on laisse de côté un point de vue esthétique, la réalité est que cette technique

a connu un développement sensible.

Ainsi, les ponts à haubans actuels comportent un grand nombre de brins disposés très près les uns des autres. Compte tenu de l'explication ci-dessus, on peut imaginer un grand nombre de piles très proches, ce qui génère des moments de flexion modérés. En conséquence, le tablier sera également raidi avec des épaisseurs beaucoup plus faibles, ce qui produira des ponts plus élancés.

La dernière génération de ponts à haubans s'est progressivement mise au point depuis le pont quasi expérimental de Saint-Florent-le-Vieil sur un bras de la Loire, jusqu'à l'admirable pont de Normandie près de Honfleur, avec ses 856 m d'ouverture (1995).

Les fils d'acier à haute résistance, hérités des recherches de Marc Seguin, sont encore l'élément essentiel de la structure de tous les grands ouvrages, sous la forme de câbles de précontrainte, de câbles porteurs ou de haubans.



1. Pont de Neuilly sur la Seine, 1942.
2. Pont de Saint-Mathurin sur la Loire, 1951.
3. Pont de Chalonnes sur la Loire, 1952.
4. Pont de Tancarville sur la Seine, 1955-59.
5. Pont de Strömsund en Suède, Dischinger, 1955.
6. Pont de Normandie à Honfleur, 1995.
7. Passerelle des Deux rives à Strasbourg, Mimram, 2004.

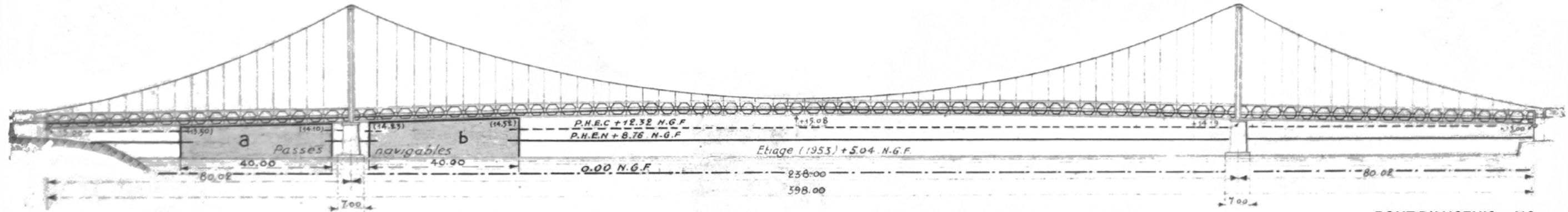


B. Typologie des ponts



Rapport d'échelles

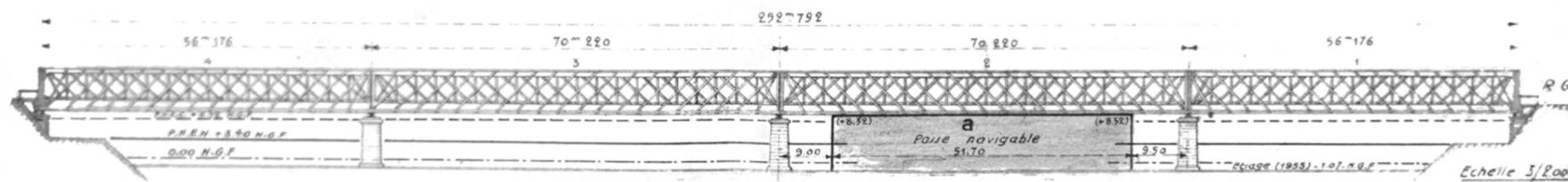
élevations des ponts à même échelle



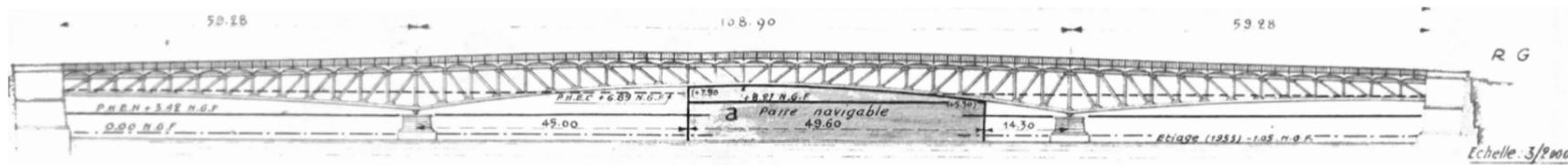
PONT D'ANCENIS - 412m



PONT DE LA VENDÉE SUD - 255m



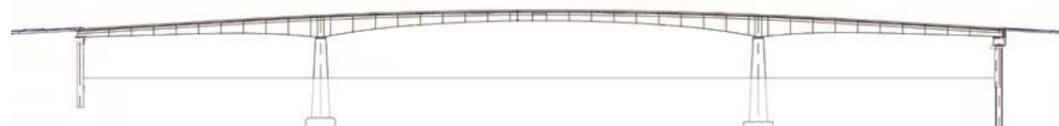
PONT FERROVIAIRE DE PORNIC - 253m



PONT DE PIRMIL - 226m

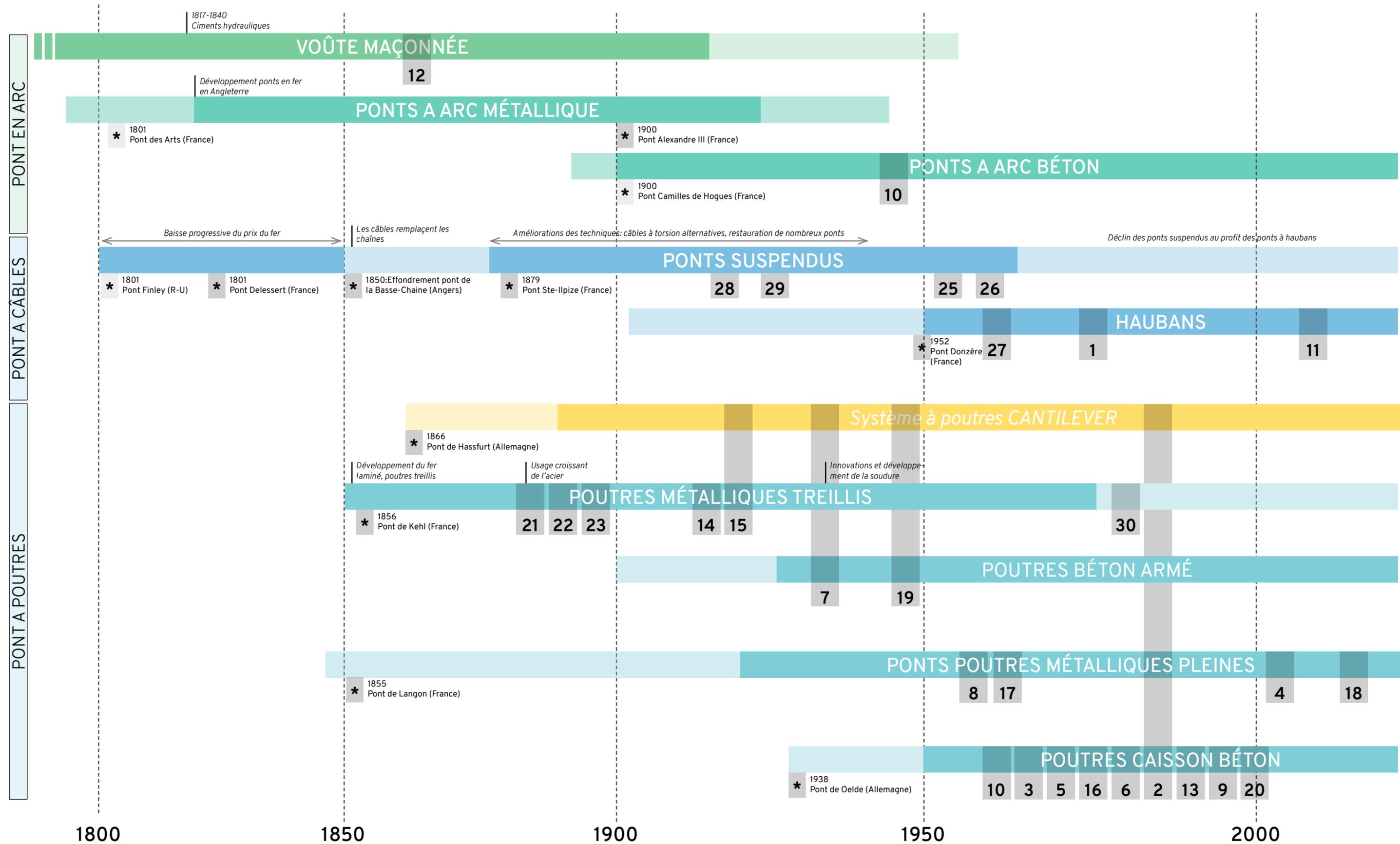


PONT DU GENERAL-AUDIBERT amont - 165m



PONT ANNE-DE-BRETAGNE - 140m

Chronologie des modes constructifs et formes de ponts





LES PONTS À VOÛTE MAÇONNÉE

Typologie de pont existante depuis l'Antiquité, les ponts à voûte maçonnée tendent à disparaître à la fin du XIX^e siècle, supplantés notamment par les ouvrages à structure métallique.

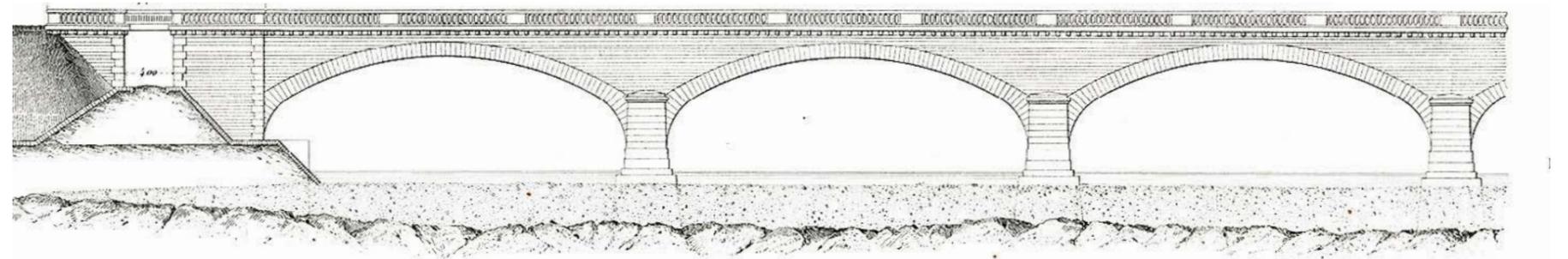
Fonctionnant sur le principe de la voûte clavée, ce type de franchissement fonctionne uniquement en compression en utilisant des voussoirs le plus souvent en pierre de taille.

Cantonnés à des portées faibles, les évolutions techniques et formelles vont tendre vers une constante augmentation des travées. Avec la diminution du nombre et de la taille des piles, l'objectif est de s'abstraire au maximum de l'écoulement des eaux et améliorer la stabilité des ouvrages.

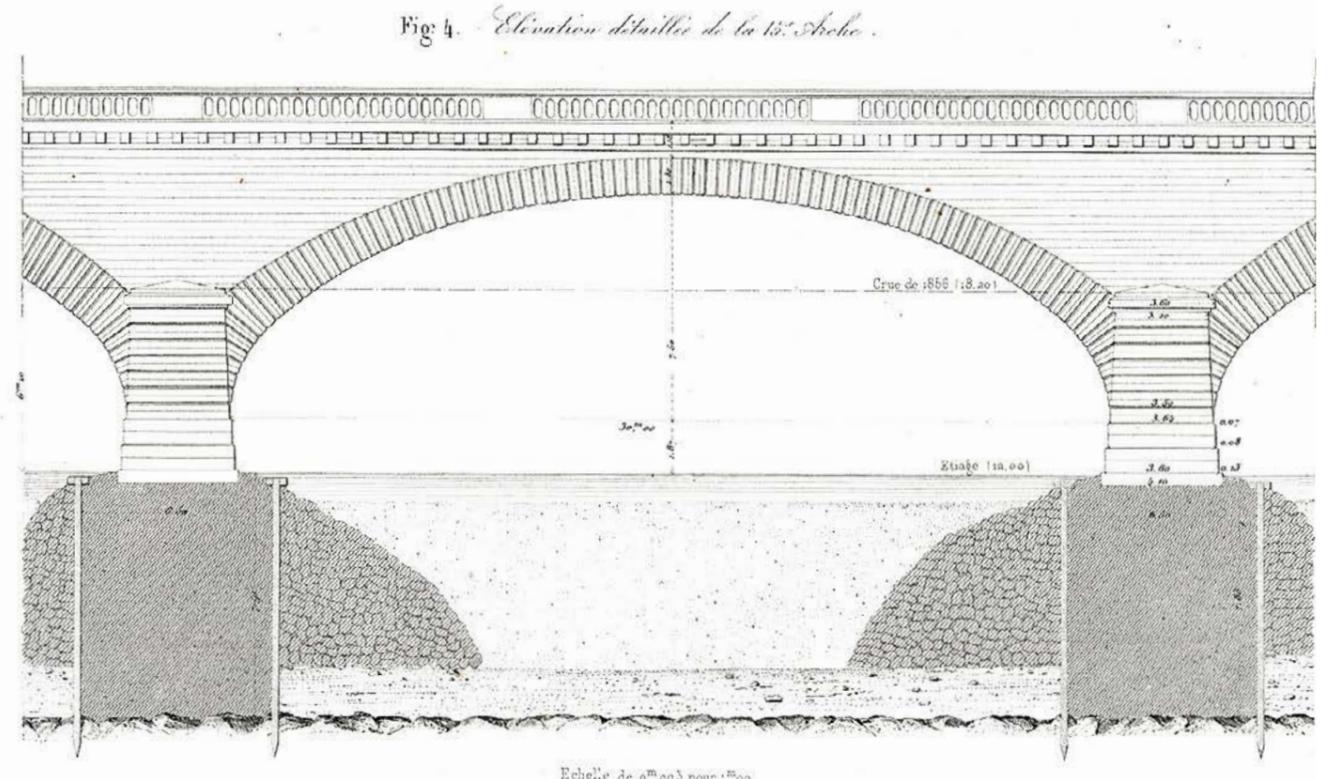
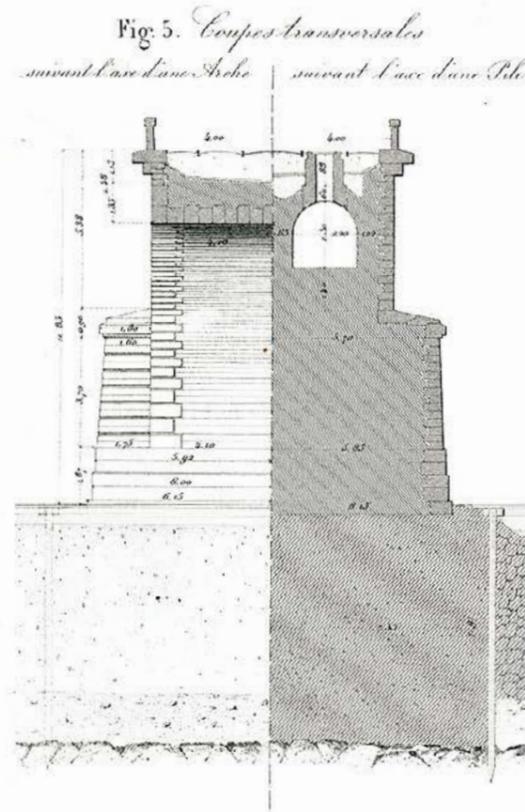
Les ponts maçonnés de la 2nde moitié du XIX^e siècle - dont font partie le pont Nord de la Vendée et son jumeau, en amont, le pont de l'Alleud (hors secteur) - illustrent la dernière génération de cette typologie :

- la voûte en anse de panier, proche de l'ellipse possède le double avantage de laisser passer un grand volume d'eau pour des portées de 30 à 40 m ;
- la création de voûtains longitudinaux au droit des piles - ainsi que la mise en œuvre de moellons permise par les améliorations des liants hydrauliques par Vicat permettent de réduire les coûts de l'ouvrage ainsi que son poids ;
- L'assise de l'ouvrage bénéficie de l'invention des fondations par fonçage à air comprimé pour fonder directement les maçonneries sur un terrain d'assise adapté.

Contrairement aux viaducs ferroviaires maçonnés qui vont perpétuer cette typologie jusque dans le 1^{ère} moitié du XX^e siècle, les ponts de Loire conservent des piles massives aux avant-becs proéminents pour résister aux fortes crues. Ils s'inscrivent ainsi dans l'esthétique des robustes ponts maçonnés de l'Ancien-Régime.

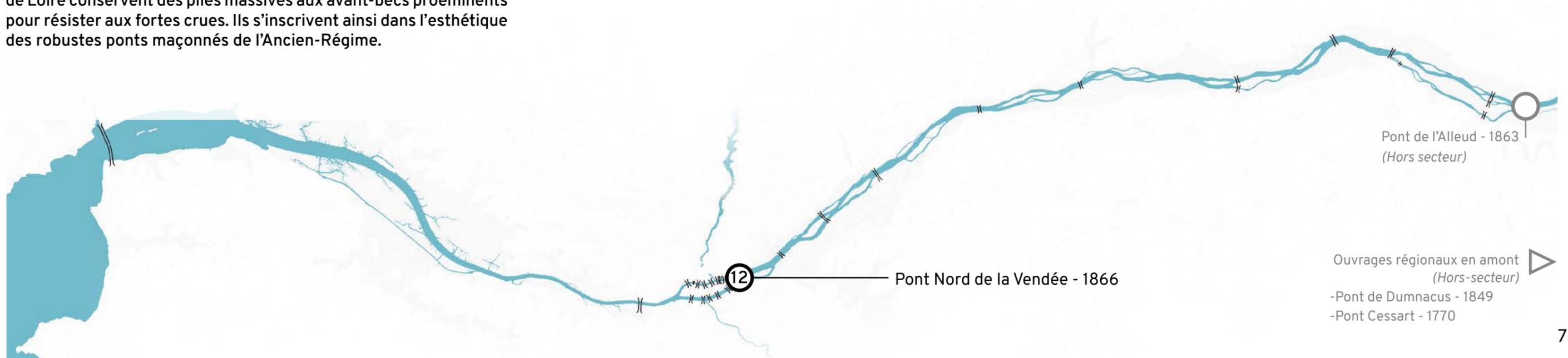


Echelle de 0,002 pour 1



Echelle de 0,003 pour 1

LE PONT DE L'ALLEUD (hors-étude)- R.MORANDIERE, Traité de Construction de Ponts, 1878





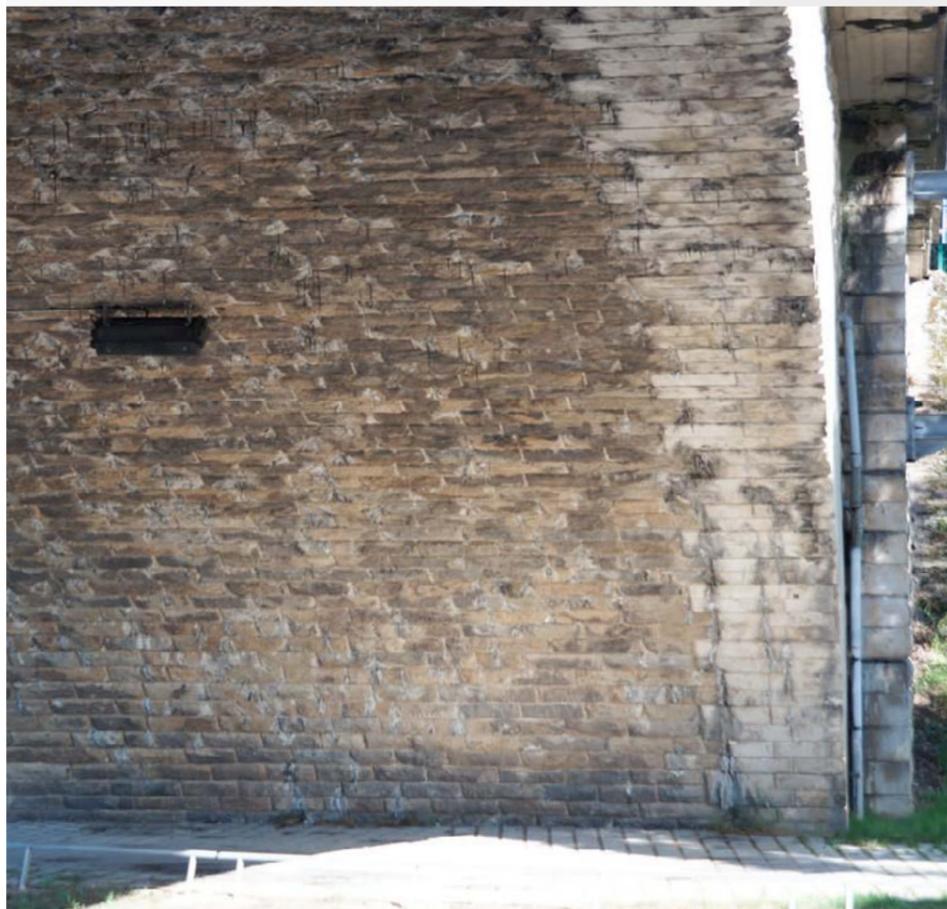
12. LE PONT DE LA VENDÉE NORD

Nantes - 1866, reconstruit en 1946 (3 arches)
Pont maçonné à voûte en anse de panier

Longueur totale: 322.00 m
Portée courante: 29.00 m
Nombre de piles : 8
Largeur du tablier : 10m

Le pont nord de la Vendée constitue le plus ancien pont de Nantes en place et l'unique ouvrage à voûtes maçonnées du secteur étudié. Contrairement à la partie sud, il est assez proche de son aspect d'origine malgré 3 arches reconstruites en béton armé et quelques modifications qui ont dénaturé son aspect premier : suppression des garde-corps et des modillons en pierre, parapet en béton, électrification de la voie. Cet ouvrage élégant et robuste est dans la tradition des ponts voûtés et un témoin discret des dommages de guerre.

Néanmoins son intérêt patrimonial est amoindri par la présence de son double, mieux conservé, 80km en amont : le pont de l'Alleud. Il faut toutefois noter une différence majeure avec son «jumeau» ; le pont de la Vendée présente l'une des premières utilisations de la technique de fonçage à air comprimé pour les fondations.





LES PONTS EN ARC

Un pont en arc repose sur le même principe que les ponts à voûte maçonnée avec un système fonctionnant principalement en compression. L'utilisation de l'acier, seul ou en association avec le béton a permis l'apparition d'arcs plus élancés, aux formes diverses qui présentent outre des efforts de compression, des efforts de traction permis par les qualités de ce matériau.

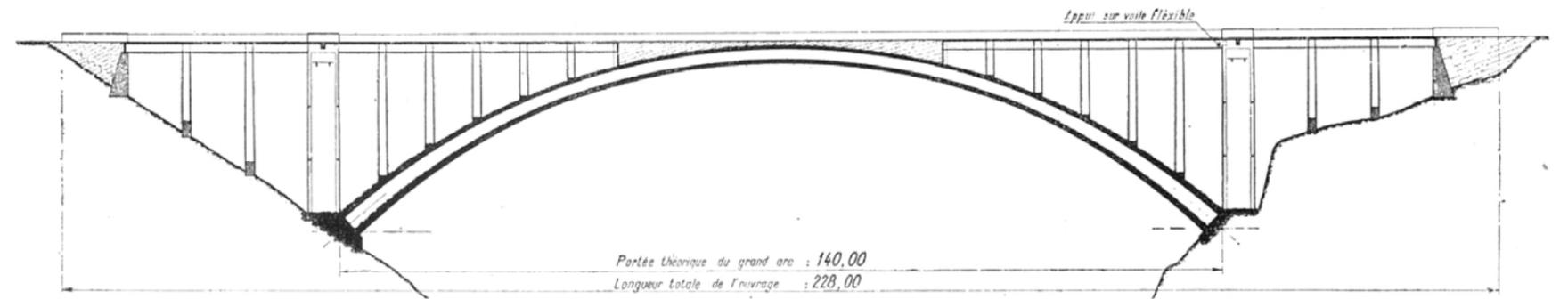
Ainsi, les ponts en arcs ont été particulièrement intéressants pour des franchissements jusqu'à 300m de portée avec un coût et un temps de construction réduits tout en offrant une passe navigable généreuse.

L'une des distinctions essentielles avec les ponts à poutres se situe aux appuis, les ponts en arcs poussent sur des culées quand les ponts à poutres n'exercent principalement qu'une action verticale. Cette sollicitation des appuis s'est accentuée avec l'introduction des articulations dès la fin du XIX^e siècle qui autorisent des déplacements latéraux et verticaux et réduisent les efforts internes, notamment pour les ouvrages ferroviaires. De tels ouvrages requièrent donc d'imposants massifs de culées bien fondés.

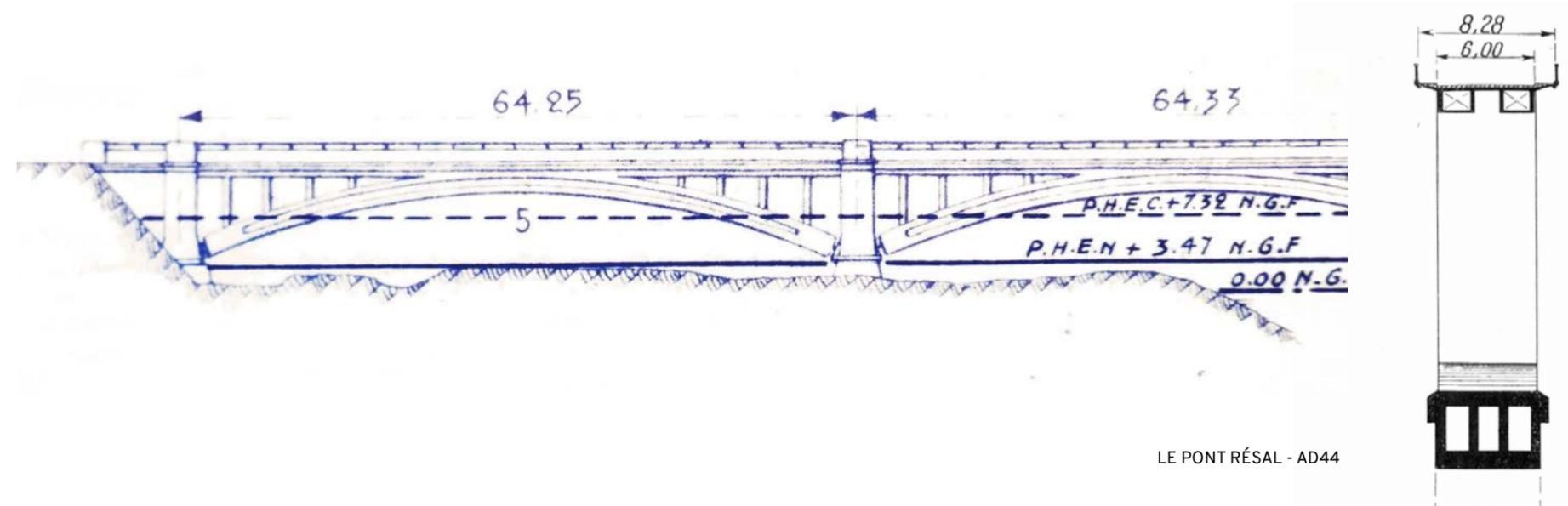
L'autre difficulté de la forme d'arc est son adéquation avec les conditions de gabarits du site. Le tablier porté sur un arc s'accommode plus d'une brèche très encaissée.

Les exemples du Pont-Résal et du pont de la Jonelière (hors-secteur) illustrent ces distinctions. Le premier s'implante dans le lit large de la Loire et a imposé la réalisation de plusieurs travées qui se contrebutent entre elles, il bénéficie en outre d'une voie ferrée rehaussée par rapport aux berges. Le second bénéficie d'un profil de site très encaissé et d'un terrain d'assise rocheux très adapté à la forme d'arc.

Renouant avec la forme traditionnelle des ponts maçonnés, les ouvrages à arcs peuvent être privilégiés pour des raisons esthétiques notamment en ville. Le développement du béton armé à l'entre-deux guerres a permis l'apparition des ponts en arc béton, moins gourmands en acier donc plus économiques.

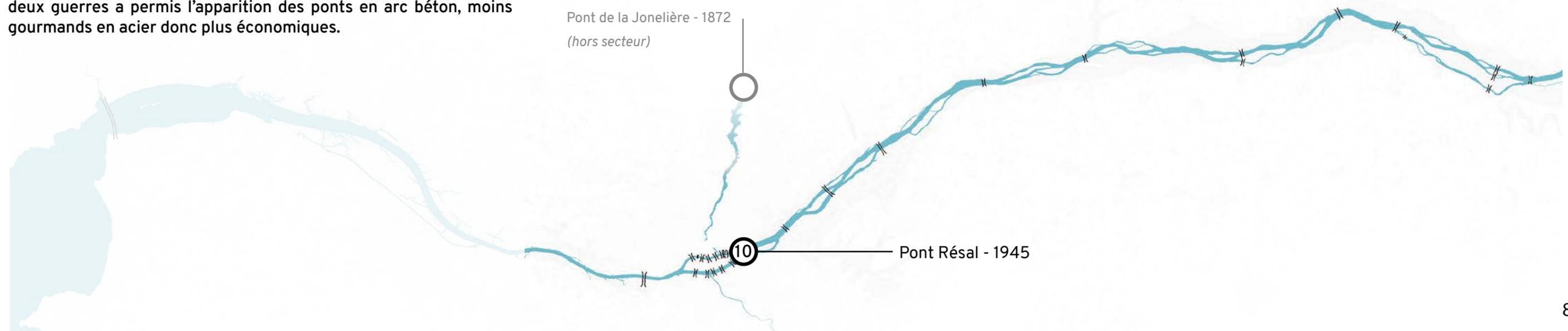


LE PONT CAQUOT (hors-étude)



LE PONT RÉSAL - AD44

Renouant avec la forme traditionnelle des ponts maçonnés, les ouvrages à arcs peuvent être privilégiés pour des raisons esthétiques notamment en ville. Le développement du béton armé à l'entre-deux guerres a permis l'apparition des ponts en arc béton, moins gourmands en acier donc plus économiques.





10. LE PONT RÉSAL

Nantes - 1885, enrobé de béton en 1945 (arche centrale reconstruite)
Pont ferroviaire en arc, articulé aux naissances. Structure acier/béton

Longueur totale: 341.49 m

Portée courante: 64.33 m

Nombre de piles : 4

Largeur du tablier : - m

Dans une gangue en béton armé réalisée suite aux dommages de la Seconde Guerre mondiale, subsiste en grande partie le pont métallique de 1885. Cet ouvrage à deux articulations fait date dans la construction des ponts en arc, il s'agit de l'un des premiers exemples de ce type dépourvu de tympans rigides.

En outre, il constitue le premier ouvrage d'ampleur de l'ingénieur Jean Résal, figure majeure qui marqua durablement l'histoire des ponts métalliques avec des ouvrages d'art notables (pont de la Motte-Rouge à Nantes, pont Mirabeau et pont Alexandre III à Paris).

L'élégante silhouette du pont d'origine reste lisible, toutefois l'ouvrage a subi de nombreuses altérations qui dénaturent l'ensemble : massifs de fondation imposants, passage de réseaux, électrification des voies, salissures,...





-Les ponts suspendus- LES PONTS A TRAVÉES MULTIPLES

D'après «Les ponts suspendus en France», Laboratoire central des ponts et chaussées, 1989.

Un pont suspendu est un ouvrage métallique dont le tablier est attaché par l'intermédiaire de tiges de suspension verticales à un certain nombre de câbles flexibles ou de chaînes dont les extrémités sont reliées aux culées sur les berges. James Finley est considéré comme le premier concepteur et constructeur des ponts suspendus modernes qui sont décrits dans un brevet déposé en 1808.

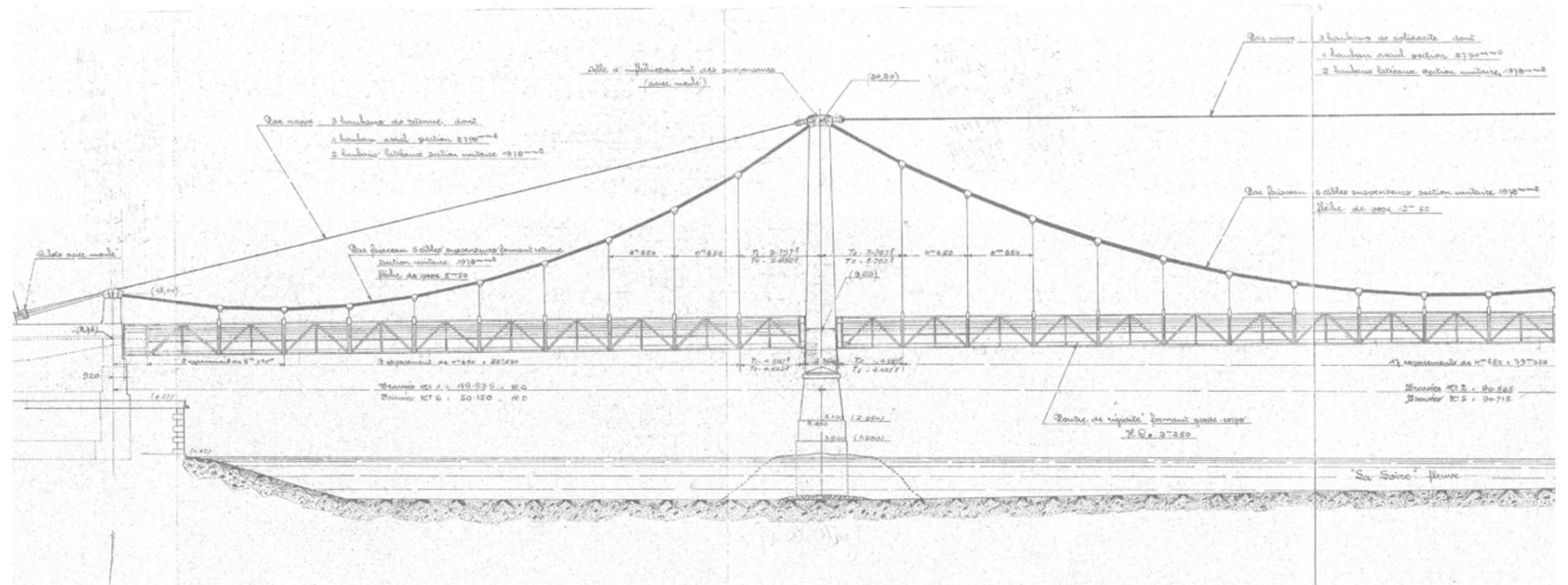
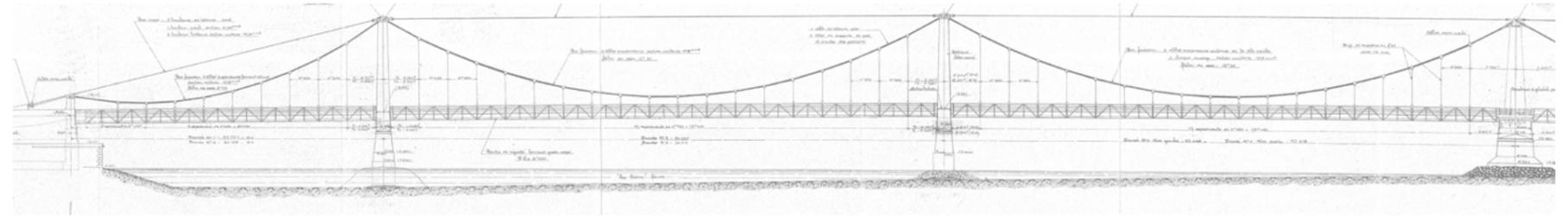
Ce type de structure était utilisé au XIX^e siècle pour franchir aisément, sans ou avec le minimum d'appuis en rivière (toujours délicats à réaliser), des brèches supérieures à 50 m.

Jusqu'à l'entre-deux guerre, la mise en œuvre de ponts suspendus sur de larges brèches, à l'image de la Loire, était contrainte par les limites techniques des matériaux et exigeait des travées multiples de moyenne portée. Si les suspensions ont évolué au fil du temps (chaînes, de câbles à fils parallèles, torsadés,...) leur résistance ainsi que celle des piles maçonnées (résistance aux contraintes normales mais également aux efforts transversaux au droit des appuis) a déterminé la longueur des travées. En outre, dans le cas de la Loire, les fondations peu profondes, sur des sols alluvionnaires mauvais ne permettaient pas de transmettre des contraintes élevées. A l'origine, les tabliers ne constituaient pas un frein au développement des portées, la fonction porteuse étant assurée par la suspension, le tablier alors ne remplissait que les fonctions de continuité de voie. Les charges des véhicules augmentant, les poutres de rigidité ont fait l'objet de renforcement à l'image des poutres «Arnodin» au début du XX^e siècle.

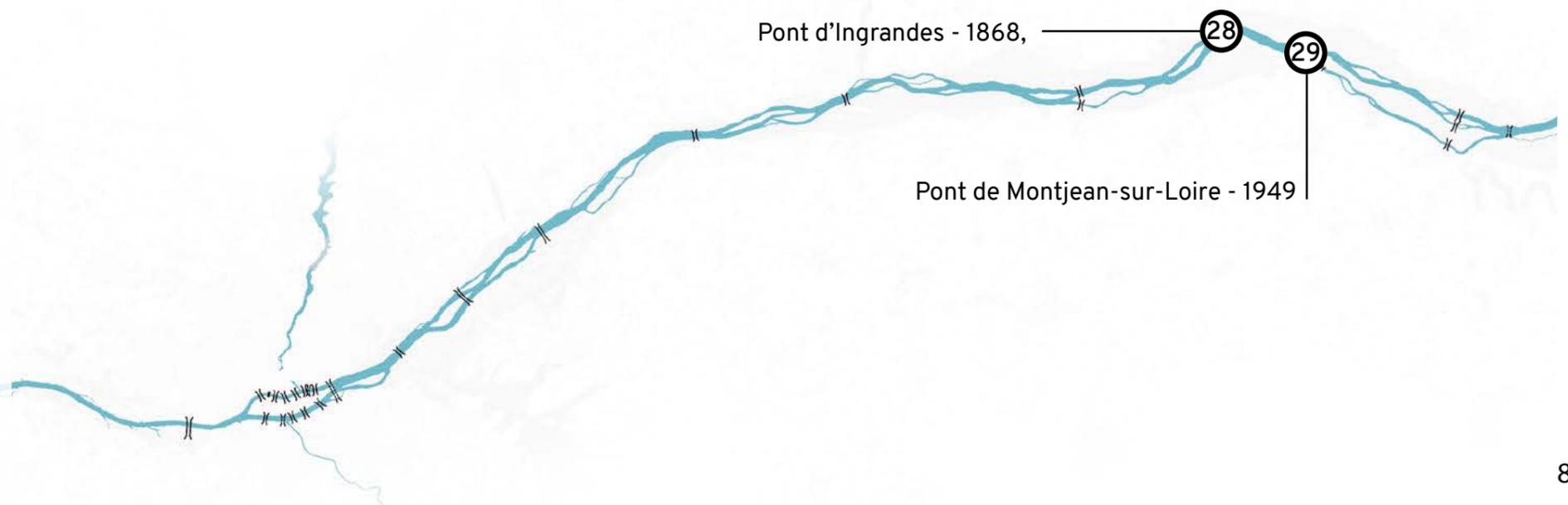
L'une des difficultés des ponts suspendus à travées multiples est l'interconnexion des travées, une charge appliquée sur une travée provoque une descente de cette travée et une montée des travées adjacentes. Il est «nécessaire de permettre le déplacement du point d'application de la réaction verticale en tête de pylône».

Dans le secteur étudié, ce déplacement est permis par des chariots sur galet de roulement (Ingrandes-sur-Loire) mais également des pylônes à base articulée (Montjean-sur-Loire). Pour limiter ces mouvements, les pylônes sont reliés entre eux par des câbles de tête, un dispositif couramment employé sur les ouvrages ligériens.

Cette typologie de pont suspendu à travées multiples a peu à peu disparu à partir du XX^e siècle, directement concurrencée par les ponts à poutres qui bénéficiaient des évolutions du métal puis du béton. Enfin le retour des ponts haubanés après-guerre a achevé de faire disparaître l'usage de cette solution pour des portées moyennes.



LE PONT DE MONTJEAN-SUR-LOIRE - Archives SOA 49





29. LE PONT DE MONTJEAN-SUR-LOIRE

Mauges-sur-Loire (Montjean-sur-Loire) - 1949
Pont suspendu à travées multiples. Tablier à poutre treillis rivetée en acier, pylônes en béton armé sur rotules

Longueur totale: 466m
Portée max.: 90.7m
Nombre de piles : 5
Largeur du tablier : 7,45 m

Pont suspendu à travées multiples de 1949 qui s'ancre sur les piles du franchissement pionnier de 1850 et s'inscrit ainsi dans la tradition des ponts ligériens. Si l'ouvrage ne présente pas d'innovation particulière, il possède une écriture architecturale soignée grâce au concours de l'architecte angevin Lesénéchal. Les détails architectoniques des ouvrages en béton participent à la qualité du pont en écho au pont de Chalonnes quelques km en amont.

Une silhouette suspendue persiste ainsi dans le paysage local depuis plus de 150 ans malgré une histoire mouvementée (4 ponts successifs), ce pont n'est donc pas dénué d'intérêt. Sa qualité passe par la conservation et la mise en valeur des détails architecturaux d'origine.



28. LE PONT D'INGRANDES

Le Fresne-sur-Loire (Ingrandes) - 1868, 1941, 1948
Pont suspendu à travées multiples. Tablier à poutre treillis rivetée en acier,

Longueur totale: 532,70m
Portée max.: 63,00m
Nombre de piles : 7
Largeur du tablier : 6,22 m

Le pont d'Ingrandes est un pont suspendu de 1868, remarquablement long (532m), et constitue l'ouvrage le mieux préservé de la 1^{ère} génération des exemples ligériens édifiés par la compagnie des frères Escaraguel.

Très stratifié, il présente sur 4 travées, une suspension et un tablier de 1922, caractéristique des travaux de l'Ingénieur Arnodin acteur majeur dans la construction des ponts suspendus. De l'ouvrage de 1868, ne subsistent que les piles et pylônes, mais il conserve encore sa silhouette qui caractérise les ponts de cette génération, basse et trapue.

Indissociable de l'histoire d'Ingrandes des deux derniers siècles, il s'agit d'un ouvrage majeur, vestige des longs ponts suspendus ligériens.

-Les ponts suspendus- LES PONTS À 3 TRAVÉES

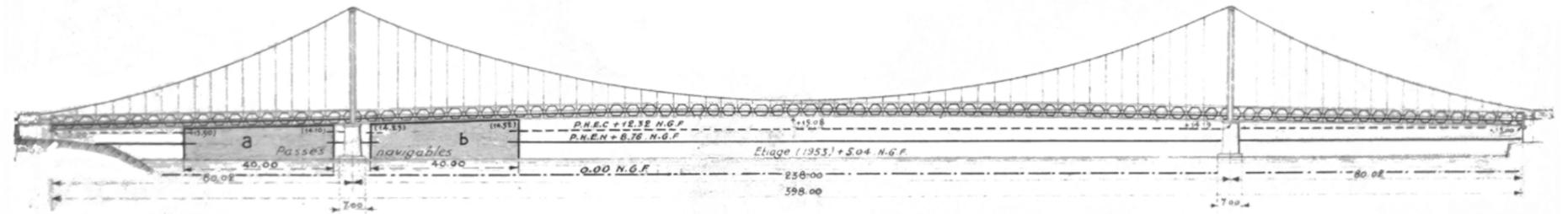
D'après *Les ponts suspendus en France, Laboratoire central des ponts et chaussées, 1989.*

La famille des ponts suspendus la plus contemporaine s'apparente au pont d'Ancenis ou au pont de Varades. Ces ouvrages comportent trois travées avec des travées de rives indépendantes de la travée centrale mais également suspendue pour réaliser des ouvrages de grande dimension. Elle constitue ainsi la dernière catégorie de pont suspendu à être mis en œuvre, les typologies à travées multiples ou travée unique ayant été supplantées par d'autres solutions plus économiques.

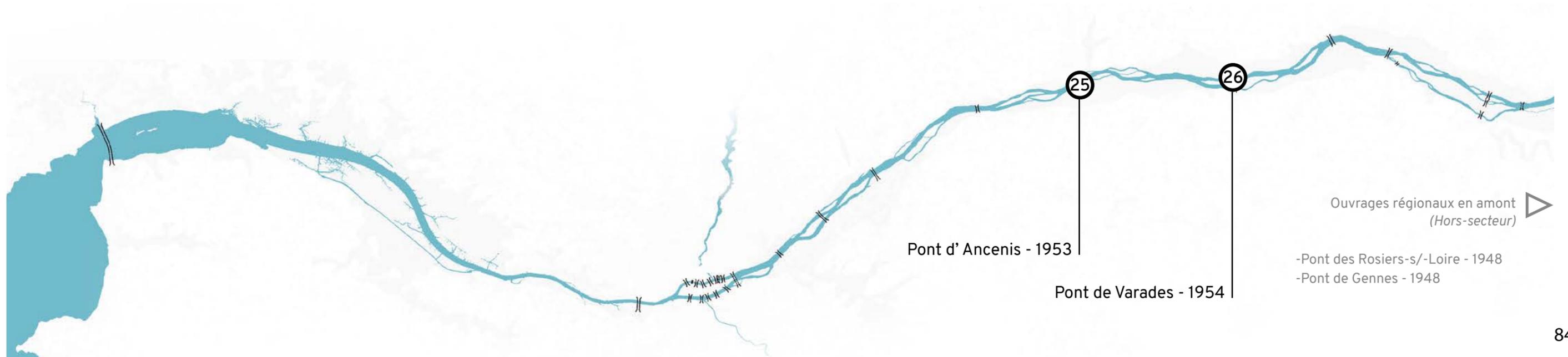
Sur ces ouvrages, les pylônes sont réalisés en acier ou en béton armé. Contrairement aux exemples à pylônes maçonnés sur les typologies plus modestes de ponts suspendus, ils sont le plus souvent encastrés à leur base et les câbles sont reliés à la tête des pylônes, les déplacements dus aux variations de tension dans les câbles sont rendus possibles grâce à la flexibilité des pylônes.

La bonne conservation des câbles porteurs et des suspentes est le principal point de vigilance de cette typologie. Ils nécessitent une attention particulière et un entretien régulier.

Les ponts suspendus sont tombés en désuétude en France à cause des progrès des diverses techniques telles que fondations en rivière, ossatures métalliques, et plus récemment l'essor du béton précontraint. Le domaine des grandes portées a également vu l'apparition des ponts à haubans qui s'affranchissent d'ancrages lourds. Ainsi face à la concurrence de cette typologie réapparue après-guerre, le domaine économique des ponts suspendus a reculé pour être de plus en plus limité aux très grandes brèches à franchir d'une seule portée.



LE PONT D'ANCENIS - Archives du Conseil départemental (44)





25. LE PONT D'ANCENIS

Ancenis - 1953
Pont suspendu à trois travées. Tablier à poutre treillis rivetée en acier, Pylônes en béton armé

Longueur totale: 412.4 m
Portée max.: 238 m
Nombre de piles : 2
Largeur du tablier : 9 m

Ce remarquable ouvrage d'après-guerre, l'un des trois plus grands ponts suspendus en 1953, est le dernier aboutissement technique d'un franchissement où se succédèrent les ouvrages suspendus.

Jumeau du pont de Rognonas dans le Vaucluse, il domine sans écraser la ville d'Ancenis et constitua très tôt un objet fort de l'identité Ancenienne illustrant la modernité mais aussi l'ancrage historique au travers des blasons qui rappellent la frontière de l'Anjou et la Bretagne.

Récemment restauré, une attention particulière au mobilier et abords apparaît souhaitable pour mettre en valeur cet ouvrage qui initie la séquence des ponts suspendus de Basse-Loire en amont.



26. LE PONT DE VARADES

Varades - 1954
Pont suspendu à trois travées. Tablier à poutre treillis rivetée en acier, Pylônes en béton armé

Longueur totale: 308 m
Portée max.: 178 m
Nombre de piles : 2
Largeur du tablier : 9 m

Faisant partie d'une ligne de franchissement à cheval sur deux départements, le pont de Varades est un ouvrage d'après-guerre, représentatif de la 3^e génération de ponts suspendus.

D'envergure moindre que le pont d'Ancenis en aval, il en reprend les grands principes constructifs et forme avec ce dernier un ensemble homogène qui s'inscrit dans l'histoire locale des ponts suspendus.

Ouvrage bâti dans un contexte rural, il est d'aspect assez banal, néanmoins sa silhouette, visible depuis le Mont-Glonne, a motivé le choix de cette typologie et s'insère élégamment dans ce site historique.



-Les ponts à poutres- LES PONTS À POUTRES TREILLIS

Les ponts à poutre treillis présentent un système particulièrement simple de poutres continues (hyperstatiques) ou poutres isolées (isostatiques) en appui simple sur des piles régulières.

La particularité de ces ponts réside dans les assemblages triangulés qui forment l'âme évidée des poutres reliant les membrures inférieures et supérieures. Ce système inspiré des charpentes en bois utilise au mieux la matière. Il permet de réaliser des travées de grande portée en limitant les appuis avec une mise en œuvre rapide.

Dans certains cas, les liaisons hautes et basses du tablier sont également formées de structures triangulées pour rendre solidaires les poutres treillis. Le tout donne l'aspect d'un «pont-cage», terminologie souvent utilisée pour cette typologie de pont.

Développées aux États-Unis, les poutres treillis apparurent en Europe dans le milieu du XIX^e siècle. Ce type de structure se développa dès les années 1860 dans la construction des ponts à grande portée pour satisfaire notamment les besoins du chemin de fer. Une grande diversité de treillis furent développés pour allier économie de matière, résistance mécanique et faible prise au vent.

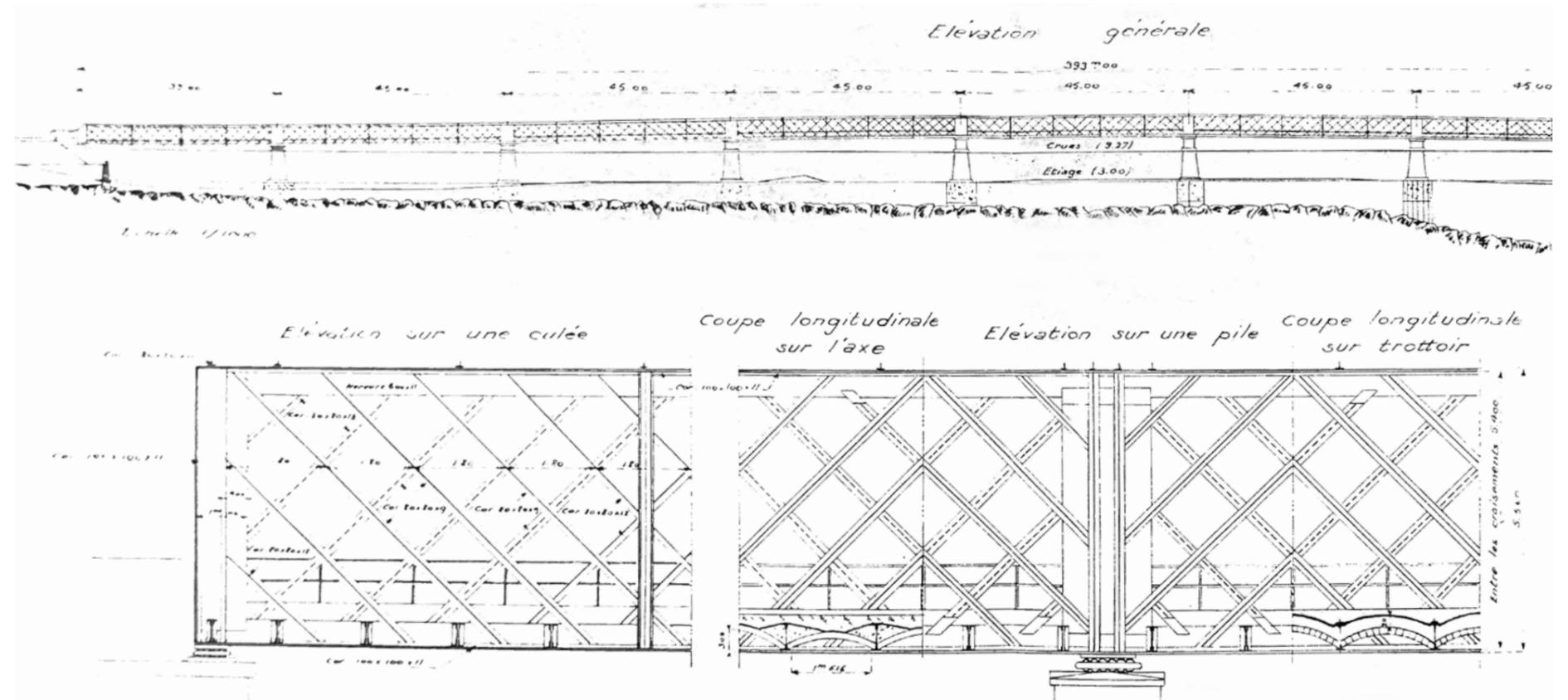
Ces structures illustrent l'essor industriel du XIX^e siècle, en développant des techniques issues de la sidérurgie, préfabriquées et très demandeuses en main d'œuvre.

« Le style aérien de ces structures devait beaucoup au travail d'assemblage, et particulièrement de rivetage, dont une grande partie s'exécutait sur les chantiers. Ce travail impliquait une différenciation très forte des éléments, où se rencontraient à peu près toutes les gammes des produits métallurgiques.(...) Les lignes de rivets animaient les surfaces, formant autant de coutures caractéristiques. La difficulté du montage et le problème d'entretien posés par ces structures conduisirent à partir du XX^e siècle à une simplification générale des formes et assemblages ».

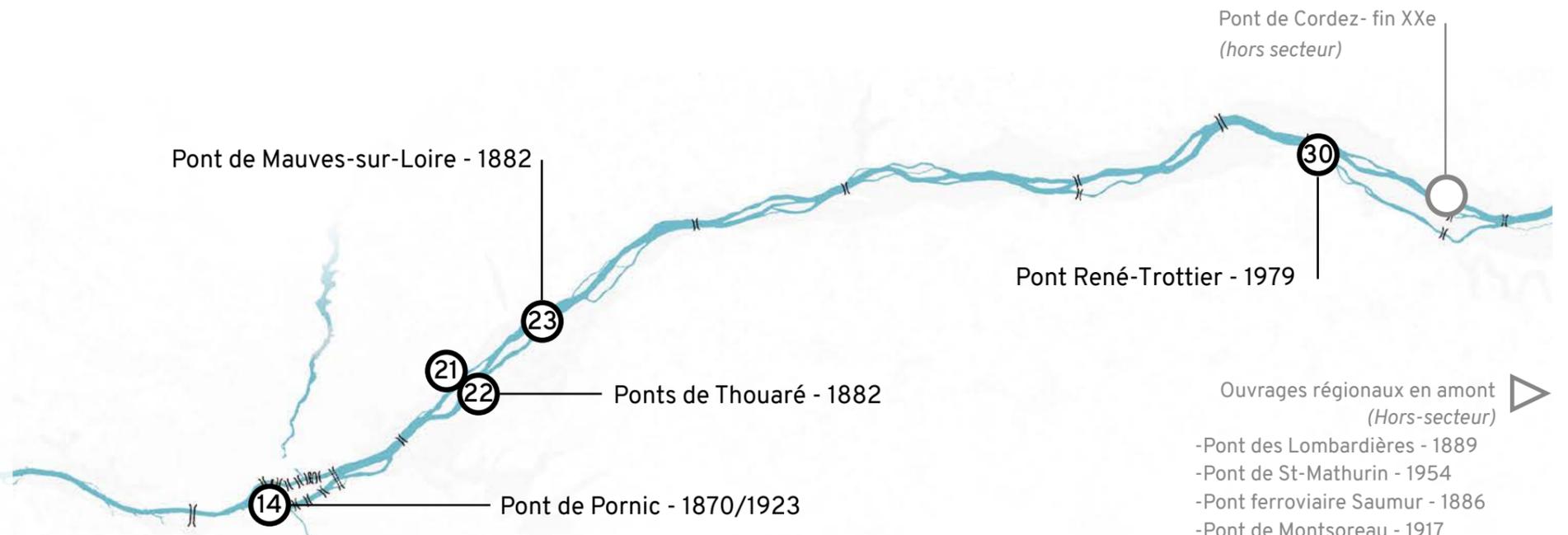
(D'après L'architecture du fer, France XIX^e siècle, Bertrand Lemoine, Collection milieux, Éditions Champ Vallon, octobre 1986.)

A l'image des exemples étudiés, l'implantation des ponts à poutres treillis est souvent limitée aux ouvrages de faubourgs ou de campagnes. Au XIX^e siècle et début du XX^e siècle, on leur préfère l'esthétique des ponts en arcs dans les sites urbains.

Dans la deuxième moitié du XX^e siècle, les formes de treillis se simplifièrent avec des sections de poutrelles plus importantes. Enfin le développement de la soudure entraîna l'abandon des assemblages rivés.



Relevé du PONT DE THOUARÉ, 1961, Pont & Chaussées - Archives du Conseil départemental (44)





21. 22. LES PONTS DE THOUARÉ

Thouaré-sur-Loire - 1882, tablier en partie reconstruit en 1946

Pont à poutres-treillis, piles maçonnées

Longueur totale: m

Portée courante: m

Nombre de piles :

23. LE PONT DE MAUVES

Mauves-sur-Loire - 1882, tablier en partie reconstruit vers 1945

Pont à poutres-treillis, piles maçonnées

Longueur totale: 482m + 90m

Portée courante: 45.00 m

Nombre de piles : 10 +1

Les ponts de Mauves-sur-Loire et de Thouaré-sur-Loire forment un ensemble cohérent de ponts jumeaux construits en 1882. Ils sont de parfaites illustrations des ponts à poutres-treillis développés dans la seconde moitié du XIX^e siècle. De faible hauteur sur ce tronçon de la Loire peu encaissé, leur esthétique industrielle les cantonnait à l'extérieur des villes, mais trouve aujourd'hui une résonance particulière : elle renvoie au long travail exécuté sur place où les profilés de petite taille rivetés redonne l'échelle de la main de l'homme sur un ouvrage titanique 500 m de long.

Ce jeu d'assemblages a permis des réparations aisées notamment suite aux dommages de la Seconde guerre mondiale. Des fragments de travées ou travées entières sont alors reconstruites selon le même principe.

Cet ensemble cohérent a néanmoins souffert de récents travaux qui impactent tant leur homogénéité que leur esthétique. Sur les ponts de Mauves, la simplicité de la structure qui leur conférait «une style aérien» est dépréciée par l'ajout de récentes passerelles en encorbellement. A cette occasion, les voûtains en briques soutenant la chaussée ont été supprimés, amoindrissant l'authenticité des ouvrages.



30. LE PONT RENÉ-TROTTIER

Mauges-Sur-Loire (Montjean-sur-Loire) - 1979

Pont routier à poutres-treillis acier à travée unique

Longueur totale: 90 m

Portée courante: 90 m

Modeste pont de 1979 qui désenclave l'extrémité ouest de l'île de Chalennes, cet ouvrage économique, adapté à un trafic restreint présente une structure de poutre-treillis Warren extrêmement courante soutenant une dalle orthotrope.

Il illustre la tendance des poutres-treillis de la 2nde moitié du XX^e siècle au nombre de barres diminuant au profit de profilés plus robustes formant des poutres-treillis simplement triangulée en V.

Sans pile intermédiaire, le pont s'insère élégamment dans le site, en émergeant des berges arborées de ce bras resserré de la Loire.



14. LE PONT DE PORNIC

Nantes - 1873, tablier reconstruit en 1926

Pont ferroviaire, tablier en treillis acier riveté, piles maçonnées

Longueur totale: 253 m

Portée courante: 70.22 m

Nombre de piles : 3

Construit en 1875, le pont de Pornic témoigne de l'ouverture du réseau ferré vers le pays de Retz en relation avec la gare de Nantes-État. Sa typologie de pont-cage, simple et économique, fait écho aux ouvrages de Mauves et Thouaré.

La charpente actuelle est issue de la reconstruction de 1923 et ne semble pas présenter d'intérêt particulier. Il s'agit d'une reconstruction qui s'adapte aux piles et portées d'origine et qui fait partie des derniers exemples de poutres treillis complexes rivetées sans introduire d'innovation notable. Les nombreux ajouts (grillages, réseaux, etc.) dénaturent la simplicité des lignes originelles.



-Les ponts à poutres- LES PONTS CANTILEVERS

Un pont cantilever ou pont console est un ouvrage dont tout ou partie de la structure se projette en porte-à-faux, c'est à dire soutenu par une seule extrémité. Ce principe de porte-à-faux est généralement associé à une poutre suspendue pour allonger la portée : une partie de la structure sert ainsi d'ancrage déporté de l'appui.

Classiquement, on distingue les bras cantilever qui se rejoignent au centre de l'ouvrage ou soutiennent une poutre suspendue, et les bras d'ancrage arrimés aux culées qui servent de contrepoids pour empêcher les porte-à-faux de basculer vers le milieu.

En réduisant la portée de l'ouvrage par des sections en porte-à-faux, il est possible d'optimiser les contraintes donc la structure porteuse, et d'affiner au maximum l'élanement à la clé. Ce principe permet en outre de s'affranchir d'échafaudages et de cintres.

Les ponts à poutres cantilever, dont les premiers exemples remarquables étaient réalisés en structure métallique, recouvrent une grande diversité de matériaux parmi les ponts à poutres (béton armé, béton précontraint). L'appui de la poutre indépendante sur les consoles est le principal point faible. Il s'agit d'une zone très contrainte et le joint de dilatation expose les becs d'appuis aux infiltrations d'eau pouvant entraîner des pathologies dans la structure (corrosion). Difficilement accessibles, leur entretien est complexe.

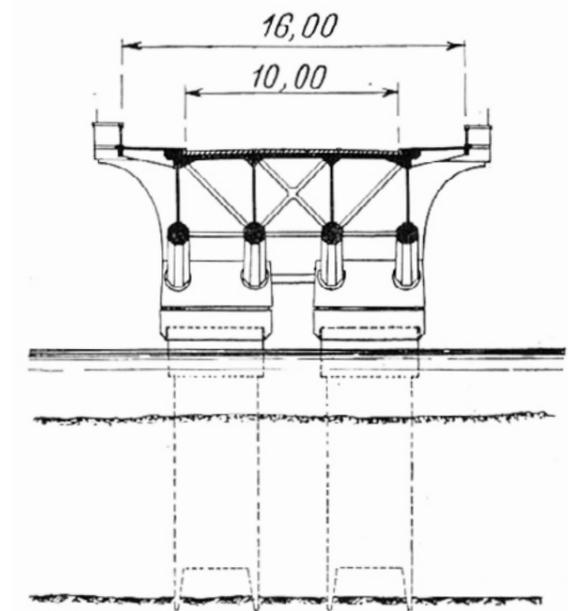
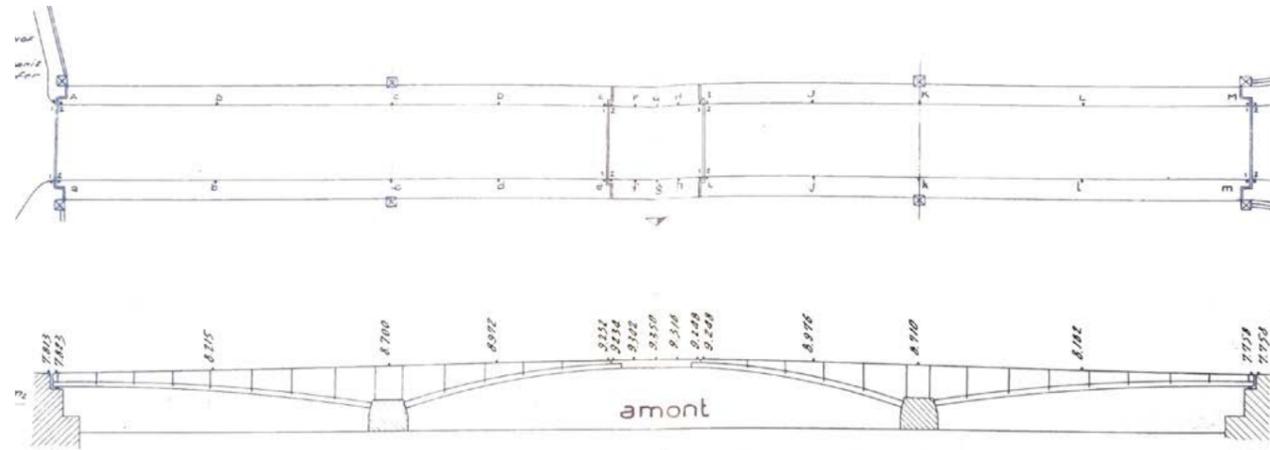
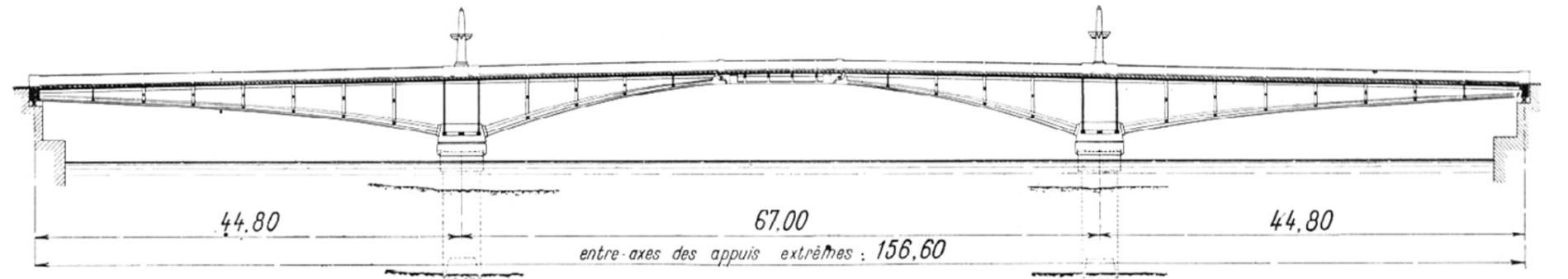
Dans le secteur étudié, le recours au principe cantilever a permis de relever des défis de différentes natures :

-Économiques en limitant les ferraillements internes : pont de la Vendée sud ;

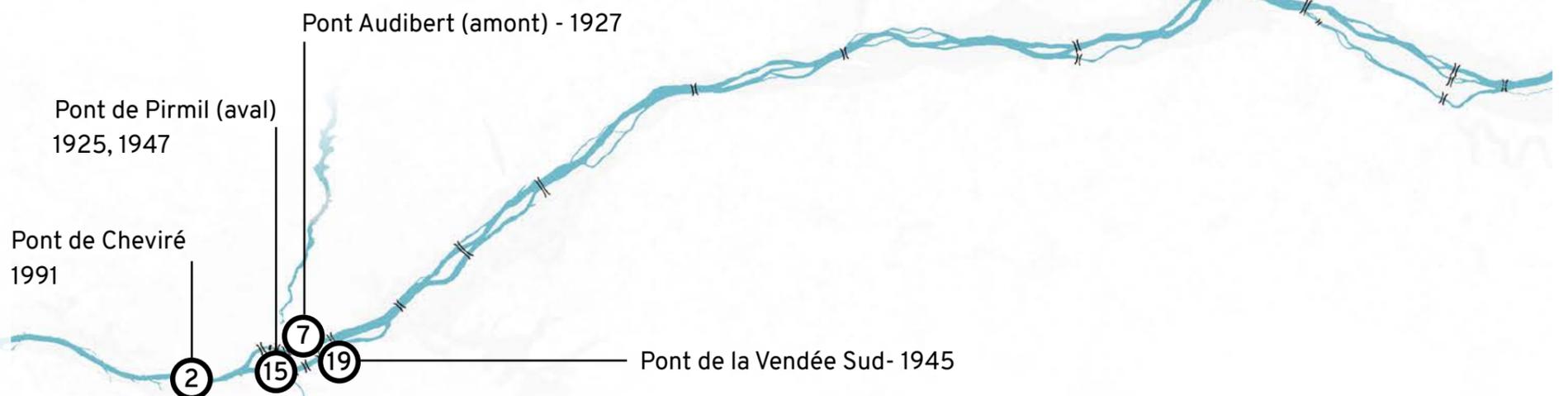
-Techniques en solutionnant de fortes contraintes liées au site d'implantation : pont Cheviré, pont de Pirmil ;

-Esthétique en adoptant le profil en arc élané sur un site peu adapté : Pont du Général-Audibert.

Signalons que la construction par encorbellements (voir pont à poutres-caissons ou pont en arc) reprend ce principe de porte-à-faux en phase chantier mais cette disposition de la structure est provisoire et cesse après le clavage de la travée.



LE PONT DU GÉNÉRAL-AUDIBERT - Revue TRAVAUX n°79, juillet 1939





15. LE PONT DE PIRMIL

Nantes - 1925, partie centrale reconstruite en 1947

Pont routier cantilever à charpente en treillis acier riveté, hourdis béton.

Longueur totale: 226 m

Portée max: 108 m

Nombre de piles : 2

Largeur du tablier : 20.5 m

Le franchissement de Pirmil, dont les premières traces remontent au IXe siècle, a depuis longtemps constitué un passage crucial pour la traversée des personnes et marchandises des régions sud vers Nantes et la Bretagne. L'ouvrage de 1925 est un bon exemple de l'évolution des techniques et des perfectionnements à l'issue des révolutions industrielles. La typologie cantilever avec une structure en treillis d'acier rivetée permet de franchir 226m avec deux fléaux de rive de 91m associé à une poutre suspendue centrale de 44m et ainsi de s'extraire au maximum des contraintes du fleuve tumultueux. En partie reconstruit en 1947, il a conservé son esthétique épurée, robuste mais élancé. Malgré le doublement amont sans qualité de 1989 (pont béton), il présente un intérêt certain, tant comme ouvrage d'art que comme témoignage d'un franchissement historique.



2. LE PONT DE CHEVIRÉ (travée centrale)

St-Herblain; Bouguenais - 1991

Pont routier cantilever à poutre caisson métallique

Longueur totale: 1563 m

Portée max.: 242 m

Nombre de piles : 21

Largeur du tablier : 24.60 m

Les nombreuses contraintes du site (franchissement de voies urbaines et ferrées, de la Loire navigable, du parc à bois de Chevire, proximité de l'aéroport de Nantes-Atlantique, terrains géologiques hétérogènes) ont imposé une solution avec une travée centrale de type cantilever.

Les fléaux en béton précontraint soutiennent une poutre caisson de 162m et 2200 T, préfabriquée en acier et hissée en une fois. Cet ouvrage complexe est devenu emblématique de Nantes par ses dimensions titanesques qui marquent le paysage nantais et le seuil de l'estuaire ainsi que son chantier spectaculaire. Cette travée constitue l'élément d'intérêt du pont, relativement banal par ailleurs



7. LE PONT du GENERAL-AUDIBERT

Nantes - 1927, partie centrale reconstruite en 1945

Pont routier cantilever, poutres (âme pleine) et hourdis en béton armé

Longueur totale: 156.60 m

Portée max: 57.00 m

Nombre de piles : 2

Largeur du tablier : 16 m

Dix ans détenteur du record mondial de portée pour un pont cantilever béton, cet ouvrage reflète les innovations de son temps tout en constituant un maillon de la ligne de ponts historique nantaise. Remplaçant l'ancien pont de la Madeleine, à l'entre-deux-guerres, il arbore un style Art-Déco témoignant des considérations esthétiques pour un pont urbain hautement symbolique. Cette recherche architecturale a fortement été altérée par les travaux de remise en état d'après-guerre. La construction d'un second pont en 1989 à proximité immédiate a achevé de banaliser cet ouvrage au profil et lignes singulières avec 1m50 d'épaisseur en clé centrale (poutre suspendue).



19. LE PONT DE LA VENDÉE SUD

Nantes - 1866, reconstruits entièrement en 1946

Pont ferroviaire cantilever, poutres caissons en béton armé

Longueur totale: 255 m

Portée max: 32 m

Nombre de piles : 6

Largeur du tablier : 10 m

En conservant les travées d'origine et un dispositif formel d'arche, ce pont de 1945 évoque le souvenir de l'ouvrage d'origine. Le béton brut coulé en place rappelle le traumatisme de la 2nde guerre et les reconstructions précoces aux solutions économiques et rapides. Il concilie ainsi des fléaux et poutres suspendues courts pour limiter les armatures métalliques dans un contexte de pénurie d'acier. Sans technologie notable, cet ouvrage possède néanmoins un intérêt certain au regard de l'ensemble de dimension remarquable qu'il forme avec le pont Nord et du témoignage historique qu'il constitue.



-Les ponts à poutres - LES PONTS MIXTES

Les ponts à poutres constituent la grande majorité des ouvrages construits au XX^e siècle. Parmi eux, des familles spécifiques très représentées dans le secteur d'étude sont plus précisément décrites : pont à poutre-treillis ; pont cantilever ; pont à poutre-caisson précontraint, mais cette typologie recouvre également d'autres dispositifs formels et techniques suivant le même schéma statique :

LES PONTS MÉTALLIQUES À POUTRES MULTIPLES

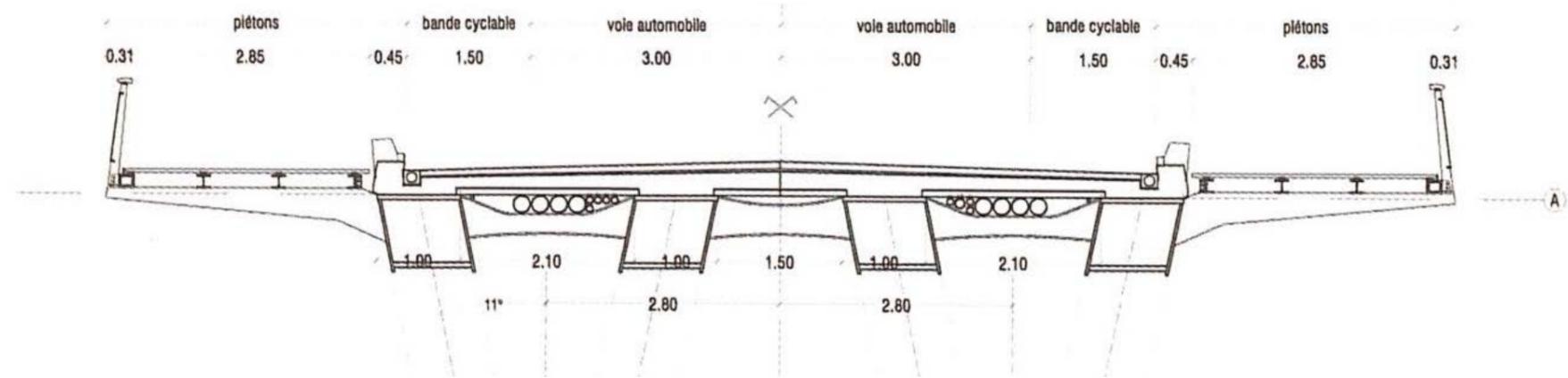
Rendus possibles par les améliorations des techniques de soudures et la baisse de prix des matériaux ferreux, les ponts à poutres mixte acier/béton sont de plus en plus privilégiés dans le domaine des moyennes portées à partir de la 2nde moitié du XX^e siècle. Constitué de 2 à plusieurs poutres qui supportent une dalle en béton, ce type de pont utilise les caractéristiques de chacun des matériaux avec un béton offrant une bonne résistance à la compression et l'acier à la traction. Au-delà d'une certaine portée, la rigidité est donnée par l'ajout de poutres ou l'augmentation des profilés. Cette typologie de pont requiert une préfabrication de la charpente métallique qui permet de faciliter la construction in situ et la durée du chantier.

Les ponts à poutres béton précontraintes VIPP

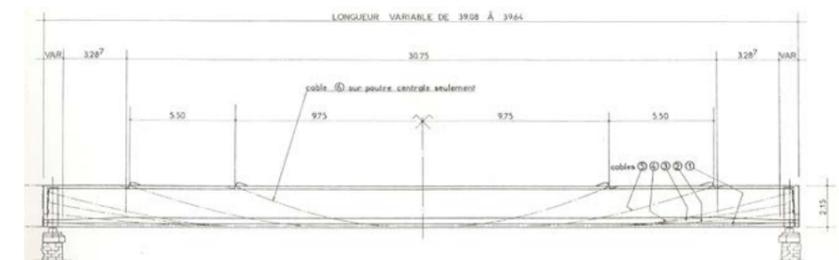
Le pont à poutres sous-chaussée constitue l'une des premières applications de la précontrainte dans le domaine des ponts. Les poutres VIPP se caractérisent par une précontrainte par post-tension et sont employées pour des portées comprises entre 30 et 50m.

Ces ouvrages économiques remplacent bien souvent les ponts à poutres métalliques dans le domaine des moyennes portées à partir du dernier quart du XX^e. Offrant les mêmes avantages liés à la préfabrication, ils présentent toutefois une épaisseur de tablier conséquente, pouvant être préjudiciable à l'esthétique de l'ouvrage et aux problématiques de tirant d'air dégagé.

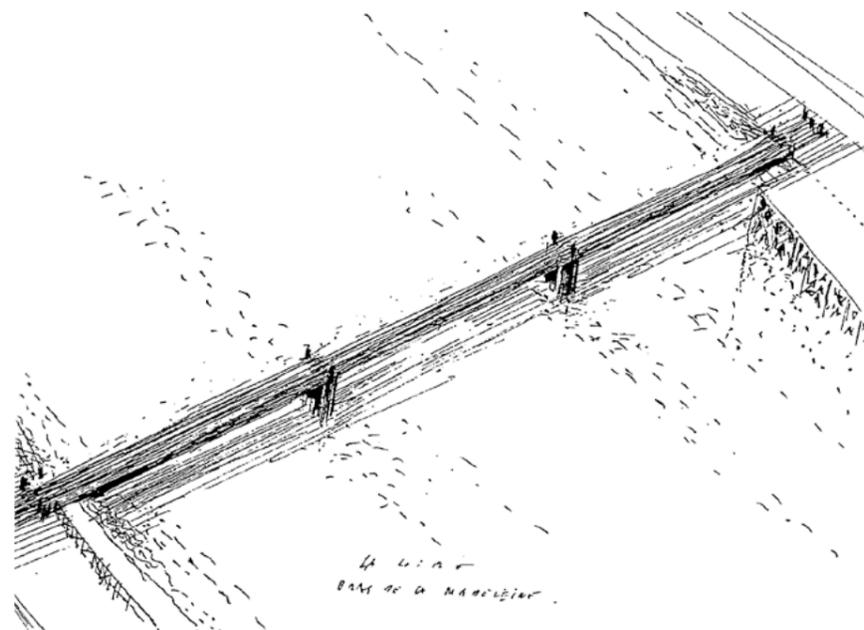
D'après Pont à poutres VIPP guide de conception, Cerema, 1996



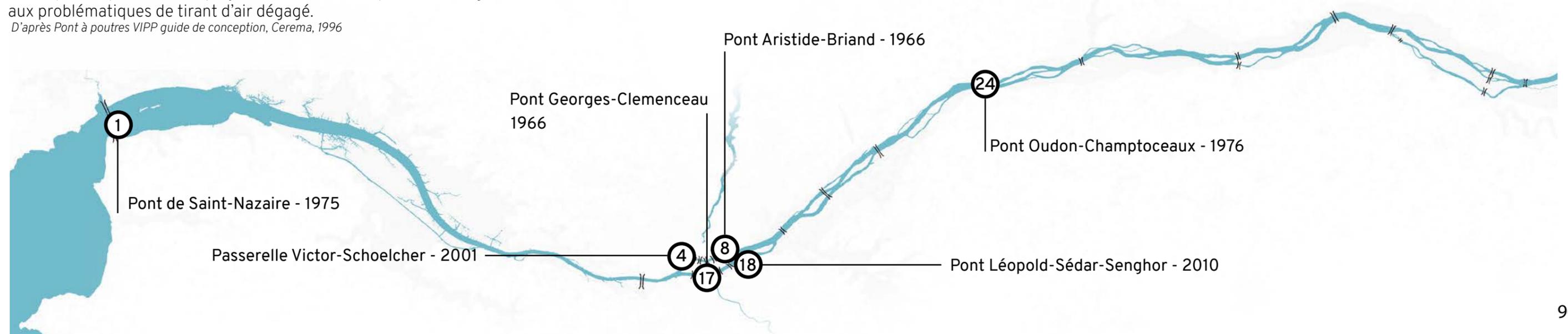
PONT SÉDAR-SENGHOR, coupe transversale



Coupe longitudinale d'une poutre BA du pont de Champtoceaux, mise en évidence des câbles de précontrainte. (Archives SOA - Département Maine-et-Loire)



Esquisses de la PASSERELLE VICTOR SCHOELCHER (Article «Quelle perspective pour le projet ? Un cas de figure : Barto+Barto», in Revue 303, n°62, 3^e trimestre 1999)





15. LE PONT D'LOUDON-CHAMPTOCEAUX

Oudon, Champtoceaux - 1890, 1976

Pont à poutres BP

Longueur totale: 553,7 m

Portée max: 39,5 m

Nombre de piles : 13

Largeur du tablier : 8,50 m

Du franchissement de 1890 créé entre la Bretagne et l'Anjou, ne restent que les 13 piles maçonnées qui rythment l'ouvrage tous les 40 m. Les 554 m sont aujourd'hui franchis par une structure classique en poutres de béton précontraint de 1976.

L'ouvrage a conservé une morphologie minimaliste et s'intègre sobrement dans le paysage ligérien, sur un site remarquable de resserrement de la vallée entre des coteaux escarpés dit «Verrou de Loire» (projet de classement au titre des sites en cours).

Ne présentant pas d'intérêt patrimonial particulier, il constitue toutefois un témoin intéressant du lit de la fin du XIX^e siècle (en hautes eaux) avant les effets des travaux de chenalisation de la Loire.

18. LE PONT LEOPOLD-SEDAR-SENGHOR

Nantes - 2010

Pont mixte à charpente métallique

Longueur totale: 298.00 m

Portée max: 70.00 m

Nombre de piles : 5

Largeur du tablier : 16,21 m

Le pont Léopold-Sédar-Senghor achevé en 2010 forme avec le pont Tabarly l'ultime ligne de ponts sur l'île. Ouvrage de l'agence Mimram, le projet en charpente métallique élancée a été pensé comme une passerelle plutôt qu'un pont pour répondre à la volonté d'offrir «une rue sur la Loire». Ce souci d'intégration au site se poursuit dans le traitement des têtes de ponts qui ont bénéficié de la participation de l'agence de paysage MAP.

En résulte un ouvrage techniquement audacieux dont les travées latérales se tendent délicatement vers des berges très légèrement remodelées et plantées de la flore locale. Ce franchissement témoigne donc des considérations nouvelles dans le domaine de la création des ponts ; loin d'une solution technique ex-nihilo, abstraite, ces projets poursuivent une quête de sens en résonance avec le site dans lequel ils s'implantent.



8. /17. LES PONTS A.BRIAND et G.CLEMENCEAU

Nantes - 1966. Pont à poutres mixte

Aristide-Briand

Longueur totale: 170.90 m

Portée max: 73.50 m

Nombre de piles : 2

Largeur du tablier : 11.17 m

Georges-Clémenceau

Longueur totale: 281,25 m

Portée max: 117.25 m

Nombre de piles : 2

Largeur du tablier : 20.90 m

Concrétisation d'un projet de doublement de la ligne de ponts nantais en germe depuis près de 200 ans, les ponts Aristide-Briand et Georges-Clémenceau forment le premier jalon du développement oriental de l'île Beaulieu.

Cet ensemble de deux ouvrages d'art similaires est le témoin d'une sorte de «libération de la ville» que décrit le journal *l'Éclair* le 19 septembre 1966. Leur réalisation ne reflète toutefois pas l'importance de ce nouveau franchissement en adoptant une typologie de pont très courante avant le développement du béton précontraint : un pont mixte associant des poutres acier longitudinales et une dalle béton armé.

Sans considérations esthétiques fortes, ces ouvrages fonctionnels et économiques sont d'aspect banal s'apparentant à des ouvrages péri-urbains.



4. LA PASSERELLE VICTOR-SCHOELCHER

Nantes - 2001

Pont levant, tablier mixte à poutres acier + dalle orthotrope

Longueur totale: 150 m

Portée maximale: 54 m

Nombre de piles : 2

Largeur du tablier : 5 m

Ouvrage signé de l'agence Barto+Barto, conçu comme «une rue ancrée dans le fleuve», «une ligne tendue entre les deux rives». Unique pont mobile sur la Loire depuis le pont Transbordeur, sa conception évoque la dimension maritime du fleuve en se levant au rythme des marées, sans interrompre les circulations piétonnes et fluviales.

Les deux vérins hydrauliques de chaque pile peuvent ainsi lever le tablier jusqu'à une hauteur de 4.80m, en fonction du marnage ou des crues, mais également du passage des bateaux. A plat en position basse, la passerelle présente un premier de niveau de levage qui préserve un tirant d'air de 3m80 et pente maximale de 4%. En conditions plus exceptionnelles, un 2^e niveau de levage est prévu avec une déclivité maximale de 7% sur les travées latérales.

L'ensemble décline une esthétique soignée, en fonte d'aluminium, tant sur les éléments de chaussée que sur le mobilier : les peignes, plis, stries évoquent le glissement, l'interconnexion des deux rives. On regrettera peut-être le traitement du tablier, épais, qui déprécie la qualité d'ensemble de la passerelle et son intégration dans le paysage.





-Les ponts à poutres- LES PONTS À POUTRE-CAISSON

D'après *Pont en béton précontraint construits par encorbellements successifs, guide de conception*, Cerema, 2003

Dans le domaine des ponts en béton précontraint, la construction par encorbellements successifs constitue la méthode la plus utilisée. Elle prend majoritairement la forme de ponts à poutre-caisson béton à voussoirs coulés en place ou préfabriqués.

Les tabliers peuvent être assimilés à des poutres droites ou courbes en béton, renforcée par une précontrainte longitudinale. La particularité de cette typologie est son mode de construction qui «consiste à exécuter l'essentiel du tablier d'un pont sans cintre ni échafaudage au sol en opérant par tronçons successifs, chacun des voussoirs étant construit en encorbellement par rapport à celui qui le précède. Après exécution d'un voussoir, les câbles de précontraintes (...) sont mis en tension, ce qui permet de les plaquer contre les voussoirs précédents et de constituer une console autoportée.» (dit «fléau»)

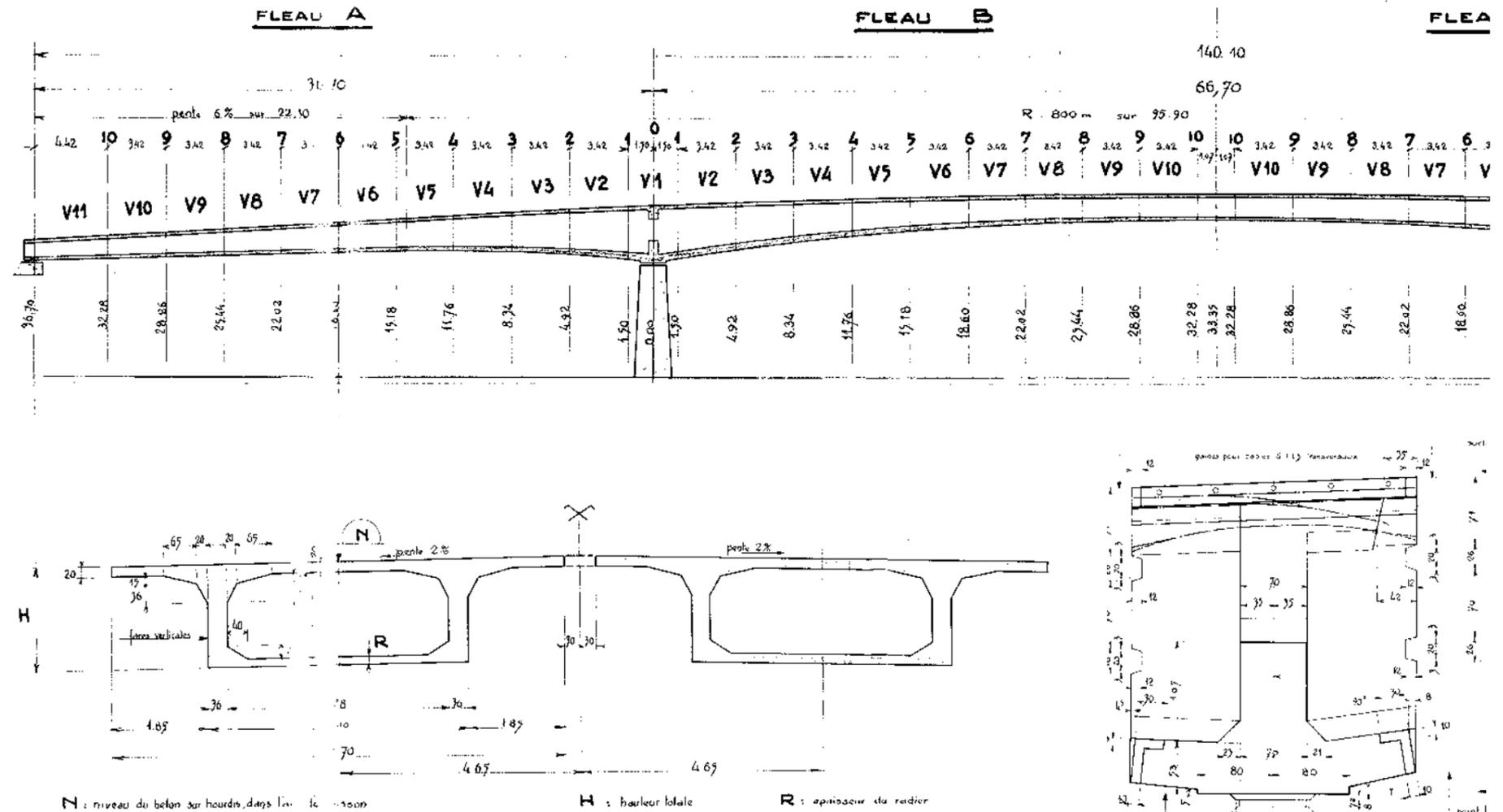
La forme en caisson des voussoirs présente une bonne résistance à la torsion, il existe de nombreux profils de caissons selon les domaines d'emploi et la largeur de tablier nécessaire (monocaissons, simples, nervurés ou braconnés, bicaissons). La précontrainte de l'ouvrage est assurée d'une part par les câbles de fléau, nécessaires à l'assemblage des voussoirs successifs et d'autre part par les câbles de continuité pour solidariser l'ensemble de l'ouvrage.

Développée dans le milieu du XX^e siècle, suite aux premières expérimentations sur le béton précontraint, la technique de béton à encorbellement de voussoirs trouve son essor avec l'accroissement du trafic automobile et des ouvrages associés, à partir des années 1960.

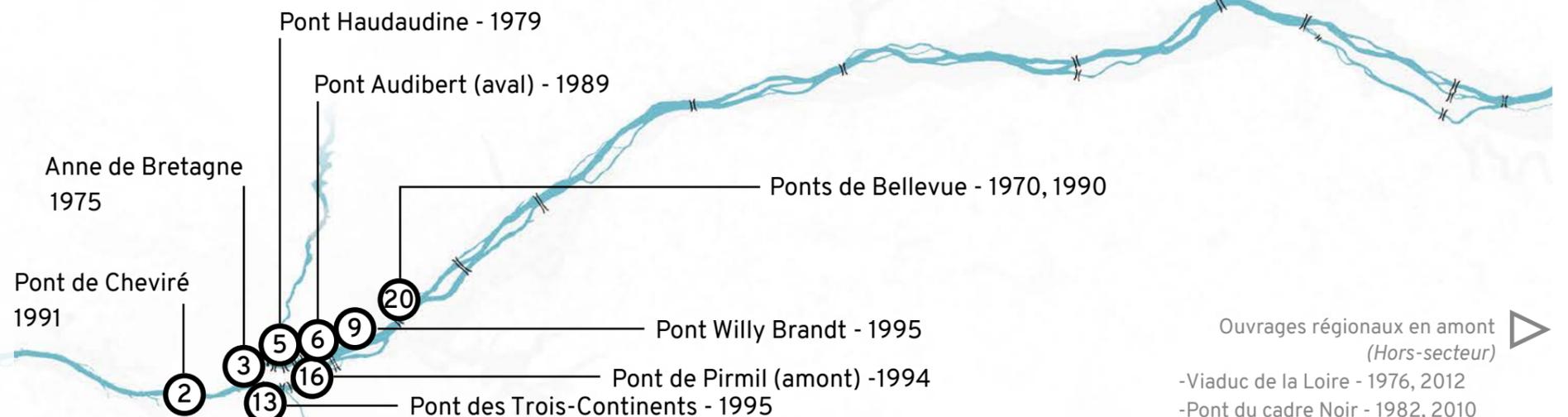
Le domaine d'emploi privilégié des ponts-caisson en béton précontraint est pour des portées de 80m à 150m. Il présente l'avantage d'effectuer l'essentiel des travaux sans contact au sol, il est donc particulièrement adapté aux rivières à forte crues et vallées profondes. En outre, la construction par éléments répétitifs de 3 à 4 m permet un bon amortissement des outils de coffrage et autorise l'élaboration de nombreux profils en longs et tracés sans difficulté majeure.

Néanmoins, la facilité de mise en œuvre est au détriment de l'efficacité de ces structures souvent plus lourdes que des ouvrages mixte et nécessitant des fondations fortement dimensionnées.

En termes esthétiques, les tabliers épais en béton d'aspect brut avec des voussoirs coulés en place aux teintes variables apparaissent souvent peu qualitatifs. Aussi, nombreux sont les ponts de ce type qui présentent une hauteur variable et un profil élancé, souvent pour des raisons esthétiques autant que pour des raisons fonctionnelles (quand les portées sont inférieures à 80m).



PONT ANNE-DE-BRETAGNE, coupe longitudinale, coupe transversale et détail d'appui.





2. LE PONT DE CHEVIRÉ (viaducs Nord et Sud)

St-Herblain; Bouguenais - 1991
 Pont à poutres-caissons (hauteur fixe), BP
Longueur totale: 758 m (sud); 563 m
Portée courante: 65 m
Nombre de piles : 21
Largeur du tablier : 24.60 m

Les viaducs d'accès à la travée centrale du pont de Chevire répondent à une efficacité économique et structurelle. Ainsi les 17 travées courantes de 65.00m de portée offrent un profil constant répétitif, le tablier réalisé étant à hauteur constante pour réemployer le même coffrage glissant. Seules les âmes inclinées et les nervures en sous-face des hourdis permettent de scander la superstructure qui reste d'aspect relativement banal et n'a de notable que sa démesure.



6. LE PONT HAUDAUDINE

Nantes - 1979. Pont à poutre bicaisson (hauteur variable), BP
Longueur totale: 195.5 m
Portée max.: 77 m
Nombre de piles : 2 paires +1
Largeur du tablier : 18 m

Ouvrage standard des Trente glorieuses remplaçant un ancien pont fortement dégradé qui reliait la gare de l'État sur l'île Beaulieu, à la Bourse et doublait ainsi la ligne de ponts historiques sur le bras de la Madeleine. Bâti en 1979 pour répondre aux besoins du trafic automobile croissant, il présente un poutre bicaisson à hauteur variable pour dégager une passe navigable dans la travée centrale. Fonctionnel et économique, il est d'apparence banale. Une attention a toutefois été apportée aux piles fondées sur le rocher, élargies en partie basse, ainsi qu'au tablier assez élancé en dépit de la faible portée.



16. LE PONT DE PIRMIL (amont)

Nantes - 1984/1986. Pont à poutre caisson (hauteur variable), BP
Longueur totale: 254.70 m
Portée max.: 108,00 m
Nombre de piles : 2
Largeur du tablier : 11,17 m

Typologie courante de poutre-caisson à voussoirs en béton précontraint coulé en place. Cet ouvrage fonctionnel et économique, d'apparence banale, n'offre pas de spécificité technique particulière.



3. LE PONT ANNE-DE-BRETAGNE

Nantes - 1975. Pont à poutre-caisson, BP
Longueur totale: 140.10 m
Portée max.: 66.70m
Nombre de piles : 2
Largeur du tablier : 18.5 m

La situation du franchissement est indissociable de l'histoire industrielle nantaise, le pont actuel de 1973, évoque pourtant le déclin de l'activité portuaire et l'avènement du «tout-voiture». Il a ainsi longtemps constitué une infrastructure routière majeure en assurant le passage nord-sud pour les poids lourds mais demeure semblable aux ponts de sa génération en béton et ne présente pas de particularité structurelle significative.





20. LE PONT DE BELLEVUE

Ste-Luce-s/-Loire, Basse Goulaine -1970 ; 1990(doublement amont)
Double pont à poutres-caissons (hauteur fixe), BP

Longueur totale: 385 m

Portée max.: 74 m

Nombre de piles : 5x2

Largeur du tablier : 10.5+15.2 m

Plus long pont de l'agglomération nantaise lors de son inauguration à la fin des années 1960. Son doublement en 1990 illustre la politique consacrée au contournement complet de l'agglomération nantaise.

Les structures à poutre-caisson béton ne présentent pas d'innovation particulière hormis un élanement notable de l'ouvrage aval de 1970 qui bénéficiait alors d'une réglementation normative moins sévère (1/49). L'ouvrage s'accompagne au nord et au sud de longs viaducs au lieu de voies sur talus pour ne pas constituer un obstacle à la Loire en crue.



19. LE PONT du GENERAL-AUDIBERT (aval)

Nantes - 1989. Pont à double poutre caisson (hauteur variable), BP.

Longueur totale : 163 m

Portée max : 67 m

Nombre de piles : 2

Largeur du tablier : 17.40 m

Cet ouvrage de 1989 illustre avec les ponts de Pirmil (amont) et Pont-Rousseau le doublement de la ligne de ponts historique pour la création de la seconde ligne de tramway nantais.

Ouvrage fonctionnel sans qualité notable, il a achevé de déprécier le pont de 1927 en occultant sa visibilité depuis l'aval. Sa conception à double poutre-caisson jointive morcelle un peu plus l'ensemble de ce franchissement constitué de 3 structures distinctes dont l'évolutivité et la flexibilité apparaissent limitées.



13. / 9. LE PONT DES TROIS-CONTINENTS & PONT WILLY-BRANDT

Nantes, Rezé - 1995. Pont béton à poutre caisson (hauteur variable) précontraint
3-Continents

Longueur totale: 273 m

Portée max: 123.9 m

Nombre de piles : 2

Largeur du tablier : 21.8 m

W. Brandt

Longueur totale: 203 m

Portée max: 92 m

Nombre de piles : 2

Largeur du tablier : 21.6 m

Ensemble de ponts-jumeaux qui marque le début des mutations de l'île de Nantes à l'orée du XXI^e siècle. Bon exemple des dernières générations de pont précontraint à encorbellement de voussoirs qui offre une pleine maîtrise d'une technique éprouvée depuis les années 1960. Ces ouvrages présentent une esthétique plus soignée que les exemple antérieurs et illustrent les considérations croissantes pour le développement des mobilités douces.

L'écriture architectonique des piles et consoles ne suffit pas à en faire un ensemble notable de l'agglomération nantaise, toutefois le pont des Trois-continents s'illustre par une portée importante (123.9m) avec un élanement notable à la clé de 1/42 .





LES PONTS À HAUBANS

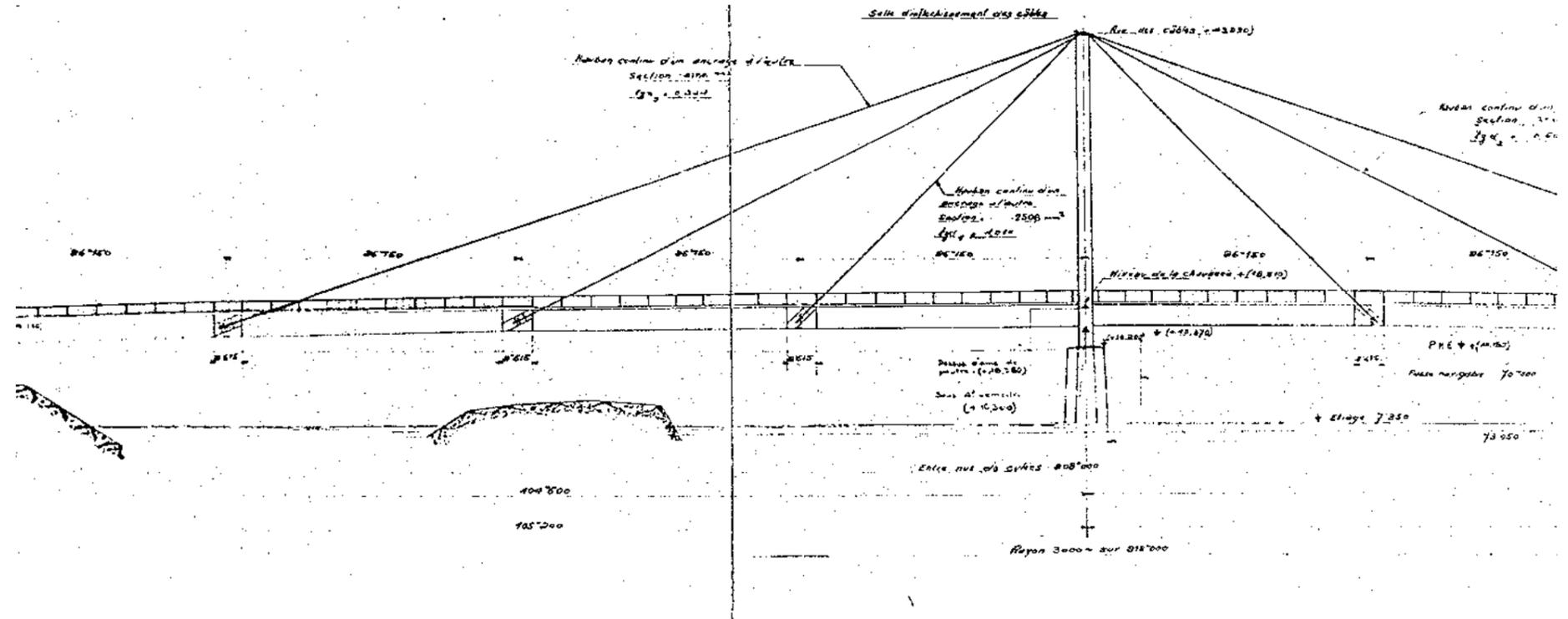
Après la 2^{de} Guerre mondiale, on assista à la renaissance du pont à haubans. Abandonnée au XIX^e siècle au profit des ponts suspendus, cette technique trouve un nouvel essor en Allemagne et en France dans les années 1950.

Le principe apparaît proche des ponts suspendus avec des câbles travaillant en traction portant le tablier en acier (ou mixte acier-béton à partir des années 1980) et reliés à des organes porteurs : des pylônes en acier ou en béton. Le pont à haubans présente néanmoins des avantages nets pour lesquels il est plébiscité dans les ouvrages de moyenne à grande portée. Contrairement aux ponts suspendus, les câbles sont disposés de manière oblique partant du pylône et supportant le tablier. Les composantes horizontales de la tension des câbles sont reprises par compression du tablier.

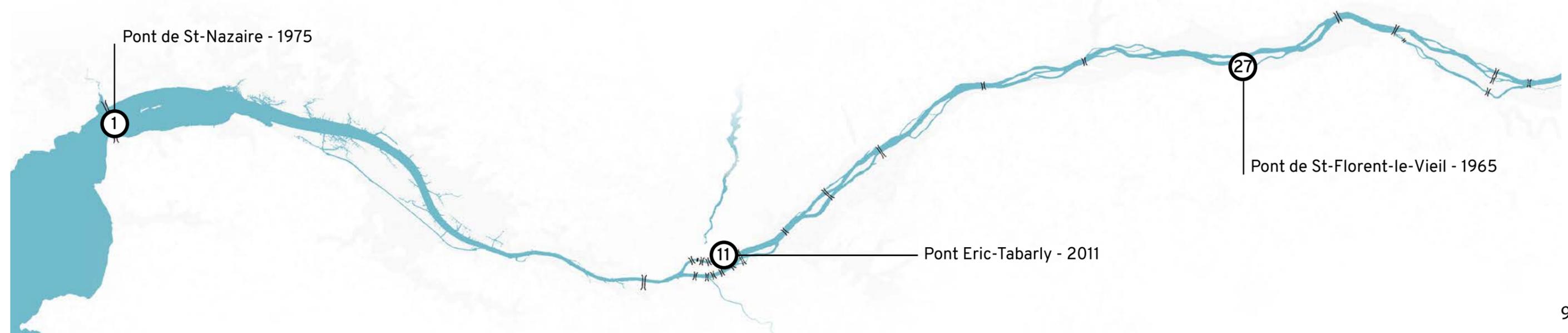
Ainsi dans un système symétrique le pylône supporte l'essentiel du poids du tablier et l'ouvrage ne nécessite que des appuis réduits en rive. Ce système «auto-stable» proche du principe «cantilever» a plusieurs avantages :

- Il peut permettre de coupler cette typologie avec un autre principe constructif à l'instar du pont de St-Nazaire ;
- Il réduit les infrastructures sur les berges avec des têtes de pont relativement légères ;
- Il permet la mise en œuvre de tabliers minces offrant un grand tirant d'air comme sur le pont E.Tabarly.

En outre, ce système autorise des dispositifs formels divers en variant sur la position de la nappe, le format, le nombre de haubans ou le positionnement du pylône. Cette typologie peut ainsi être choisie tant pour ses caractéristiques techniques qu'esthétiques avec un haubanage qui exprime de manière manifeste les efforts internes de l'ouvrage, dans la pure pensée du rationalisme structurel.



PONT DE ST-FLORENT-LE-VEIL, élévation - SOA 49





1. LE PONT DE SAINT-NAZAIRE

St-Nazaire - 1975. Pont à haubans à nappe centrale en semi-harpe.

Longueur totale: 3356 m
Portée max.: 404m
Nombre de piles : 52
Largeur du tablier : 15m

Le pont de Saint-Nazaire-Saint-Brévin, achevé en 1975 pour accompagner le dynamisme industriel et touristique régional, est un franchissement titanesque qui s'inscrit dans la grande histoire des ponts français. La prouesse technique constitue la qualité majeure d'un ouvrage, fruit d'un investissement important et bâti dans un milieu agressif compte tenu des courants, marées et de la salinité de l'air. A ces fortes contraintes, s'ajoute celle de franchir le chenal de navigation du port de Saint-Nazaire ; en résulte une implantation curviligne élégante et une remarquable travée centrale haubannée de 400m de large pour 60m de haut. Omniprésent dans le paysage estuarien avec ses hauts pylônes rouge et blanc qui marquent le seuil de la Loire, l'ouvrage n'a de notable que sa démesure et sa présence dans l'estuaire.



11. LE PONT ÉRIC-TABARLY

Nantes - 2011. Pont à haubans asymétrique à nappe centrale en semi-harpe

Longueur totale: 210,5m
Portée max.: 143,8m
Nombre de piles : 1
Largeur du tablier : 27,4m

Le pont Éric-Tabarly achevé en 2011 forme l'ultime ligne de pont sur l'île avec le pont Sédar-Senghor et illustre le développement et la vitalité de la métropole nantaise. La typologie de pont à haubans répond pleinement au cahier des charges du concours lancé en 2005 : en reprenant les charges de l'ouvrage sur le pylône unique, l'impact sur les berges est minime, et permet d'offrir la «rue sur la Loire» désirée. En outre, son large tablier favorise tous les modes de déplacements et sa minceur autorise un gabarit fluvial de 5m.

Pensé pour s'intégrer dans son environnement et concurrencer en hauteur les bâtiments aux alentours, la silhouette haute et élégante constitue un point de repère dans le paysage nantais, apprécié par l'opinion publique. Symbole fort pour le renouveau du quartier de Malakoff, le pont Eric-Tabarly constitue un ouvrage majeur de ces dernières décennies.



27. PONT DE SAINT-FLORENT-LE-VIEIL

St-Florent-le-Vieil - 1965. Pont à haubans symétrique à nappe latérale en éventail

Longueur totale: 208m
Portée max.: 104m
Nombre de piles : 1
Largeur du tablier : 10.00m

L'un des premiers ponts à haubans moderne en France, l'ouvrage de St-Florent-le-Vieil est un pont très novateur dans les années 1960. Ce choix technique a permis de résoudre les conditions sévères imposées dans le cahier des charges: un gabarit de navigation important, une portée minimale de 100m pour un site peu encaissé. Avec le faible nombre des haubans qui soulagent un tablier fortement dimensionné, il illustre la 1^{ère} génération des ponts à haubans et préfigure les grands ouvrages du XX^e siècle.

PARTIE 3.

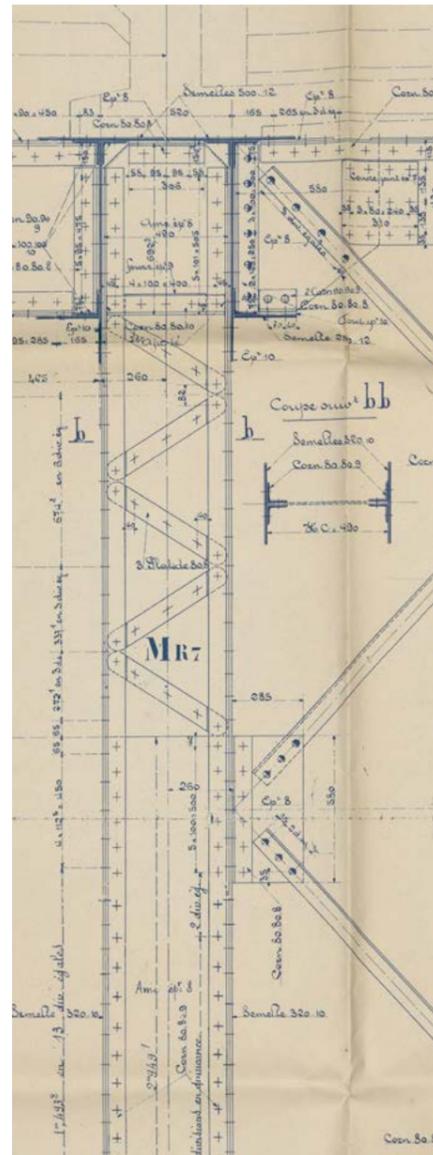
INTÉRÊT PATRIMONIAL, ENJEUX DE PROTECTION ET VALORISATION



Inspection du pont d'Ingrandes-sur-Loire (B.Bécharde - Département Maine et Loire)



A. Valeur Patrimoniale et protection





Les critères de valeur pour un ouvrage d'art



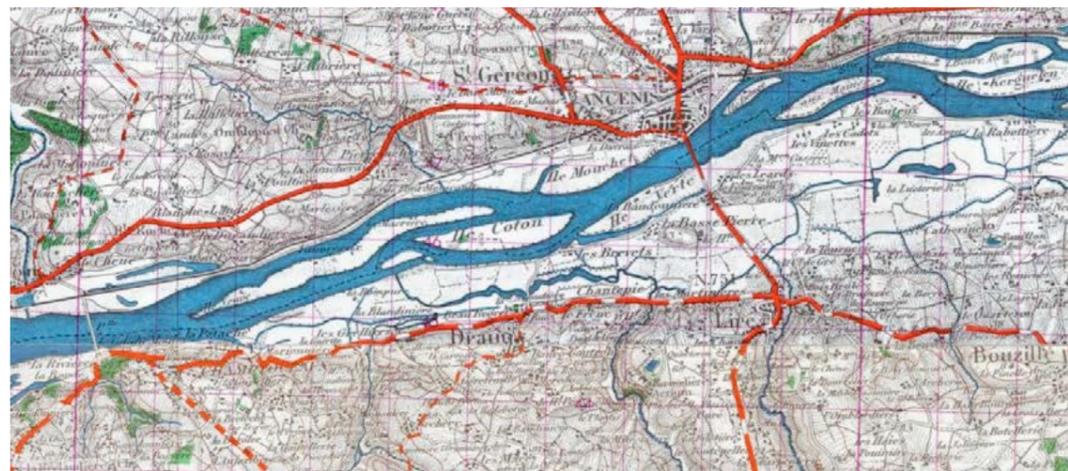
Ligne de ponts historique de Nantes, XVII^e siècle.

Trait d'union entre deux rives, le pont possède une grande force symbolique, plus ou moins décuplée par sa présence dans son environnement.

Inscrit dans une topographie locale, il est enraciné dans un paysage -dont il devient un élément d'échelle- et s'ancre, au fil de son existence, dans une mémoire collective locale et nationale.

Défiant l'apesanteur en enjambant un obstacle naturel, il constitue la continuité d'un ou de plusieurs réseaux (routier, ferroviaire, piéton, mais aussi navigable). Fruit d'une recherche scientifique, il illustre la dualité architecte-ingénieur, le rapport entre art et technique.

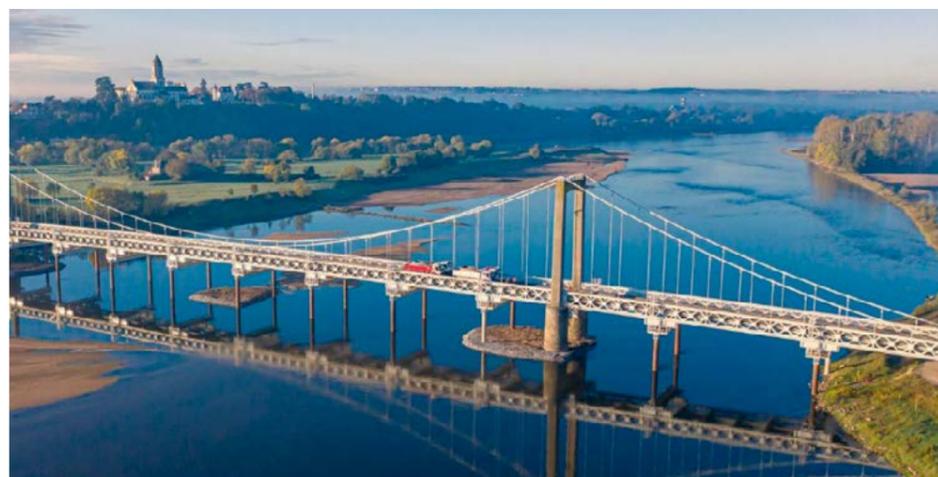
Son apparence doit à la fois répondre à une efficacité structurelle et inspirer la confiance sur sa promesse de continuité et de solidité.



Carte IGN 1950 sur Oudon et Champtoceaux.



Pont de Bellevue



Pont d'Ancenis



Pont Eric Tabarly

A l'ancienneté, l'esthétique formelle et les dimensions, s'ajoutent d'autres critères pour évaluer la valeur patrimoniale d'un pont :

Historique d'un franchissement, donc d'un itinéraire

Les ponts étudiés sont la dernière matérialisation d'un franchissement, une ligne de force entre des polarités que sépare la frontière du fleuve. Autrefois à gué ou par bac, ces franchissements ont un ancrage dans le territoire plus ou moins ancien, et un rayonnement plus ou moins grand.

A toutes époques, la construction d'un pont reflète de nouvelles dynamiques de territoire, liées à de multiples facteurs politiques, économiques, transformations sociétales, avancement des techniques. Il traduit ou induit de nouveaux usages dans un environnement plus ou moins large.

L'unique ligne des ponts à Nantes qui a traversé les siècles, son doublement en germe depuis le XVIII^e siècle qui n'a trouvé sa concrétisation tardive qu'au XX^e siècle, le développement des liaisons ferroviaires, la politique de désenclavement du territoire des Mauges à partir de la moitié du XIX^e siècle, le développement urbain de l'île de Nantes, sont autant de facteurs qui illustrent cette thématique.

Ecriture architecturale, la beauté des lignes

S'ils répondent avant tout à un objectif fonctionnel, les ponts ne peuvent pas renier leur contribution plastique dans le paysage fluvial (qu'il s'agisse d'un environnement rural ou urbain).

C'est parfois bien malgré eux, puisque leur conception ne prévoyait pas cette dimension esthétique, mais la portée du franchissement et l'assujettissement des matériaux/techniques à un calcul de structure et une économie de chantier conduisent parfois à une finesse d'ouvrage particulièrement séduisante dans le paysage.

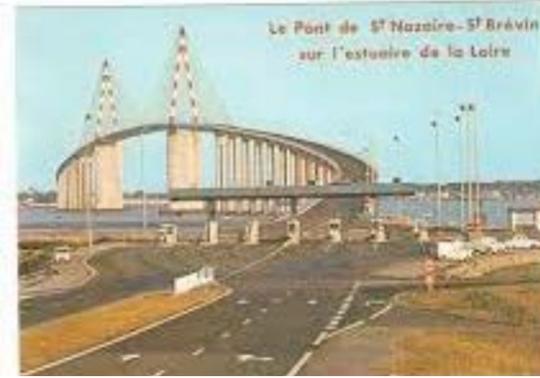
Si certaines formes sont restées très longtemps connotées fonctionnelles et techniques, elles acquièrent, au fil des décennies, une valeur architecturale d'intérêt, à l'instar des ponts-cages métalliques notamment.

Pour Varades et Saint-Florent-le-Vieil, la Commission des Sites a orienté le choix du modèle vers un pont suspendu pour « la cohérence et l'esthétisme de la vallée ».

Il y a encore la recherche affirmée d'un événement architectural dans le paysage urbain ou rural, à travers la démarche de concours souvent internationaux, comme en ont fait l'objet les ponts de Saint-Florent-le-Vieil (1965), Sédar-Senghor, Tabarly, ou la passerelle Victor Schoelcher.



Pont de Thouaré



Pont de Mauves



Les ponts repris en emblèmes sur les documents touristiques, cartes postales et le quotidien au pied des ponts



Pont de Cheviré



Inauguration du pont de Cheviré, ouverture du pont aux nantais

R.ROUTIER & S. MÉNORET - AM NANTES

Référence à un corpus d'ouvrages, *unicum* ou *typicum*

Héritant de l'incessante progression des techniques, la conception du pont incarne tantôt une technique pionnière innovante, tantôt une typologie courante, un modèle éprouvé et choisi en fonction des éléments de contexte : géographique (la portée en particulier), budgétaire, technique, main d'œuvre, etc.

Dans ce dernier cas, la question se posera de sa parfaite exemplarité par rapport à la typologie établie, ou au contraire de son aspect novateur dans la réponse à des contraintes exceptionnelles (record de portée notamment).

Dans les deux cas, l'ouvrage renvoie à une histoire des techniques, les acquis de la science au niveau national voire international, illustrés par de grands ingénieurs ou/et architectes, tout autant qu'à un savoir-faire local, porté par des personnalités publiques ou privées, notamment des entreprises (cf. page suivante).

Innovation technique ou conformité à un modèle, l'ancienneté du pont et l'éventuelle rareté de ce type d'ouvrage dans le corpus sont aussi des critères particulièrement déterminants pour évaluer la valeur patrimoine d'un pont.

Présence dans le territoire et attachement local

Plus qu'un intérêt pratique et la contribution au rayonnement de la ville, le pont est enfin un élément constitutif du patrimoine local, un élément de repère tantôt temporel, tantôt géographique pour la population.

Ainsi, il peut s'imposer comme un symbole identitaire de la ville où il représente un ancrage historique fort, une démonstration de modernité, un renouveau et un point de rassemblement collectif. Il peut être relié fortement à des événements historiques, une histoire riche traduite dans une stratification de l'ouvrage (le pont Résal et sa reconstruction par enrobage de béton).



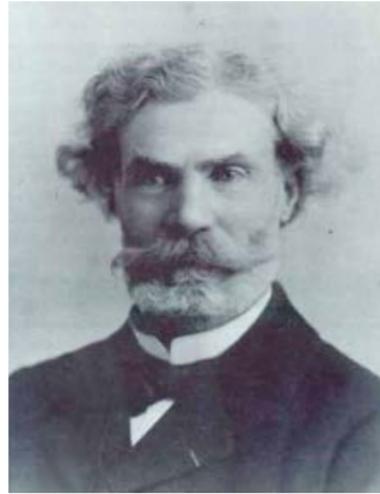
FERDINAND ARNODIN (1845-1924)

Spécialiste des ponts suspendus

Il fonde sa propre usine de construction métallique en 1872 à Châteauneuf-sur-Loire, la société Arnodin. A partir des années 1880, il oriente ses recherches vers le perfectionnement de la technique des ponts suspendus et invente en 1890 le câble à torsions alternative, ainsi que la câbleuse pour les fabriquer.

Il réalise par la suite de nombreux renforcements sur les ponts suspendus (Ancenis, Ingrandes, ...) et conçoit plusieurs ponts transbordeurs comme celui de Nantes (1903).

(D'après Pascale Wester, *Le pont d'Ancenis, d'hier à demain*, édité par le conseil général de la Loire-Atlantique)



JEAN RÉSAL (1854-1919)

Concepteur de ponts métalliques

Ingénieur en chef des ponts et chaussées, il est d'abord affecté en Loire-Atlantique en 1878 puis appelé au service de la navigation de Paris en 1892. Spécialiste des ponts métalliques, il a réalisé de nombreux ouvrages dont notamment le pont Mirabeau, le pont Alexandre III (Paris) et le pont de la Motte Rouge (Nantes).

Le pont Résal à Nantes constitue son premier ouvrage majeur où il expérimente le principe d'arc métallique sur rotules dépourvu de tympans rigides.

(D'après Pascale Wester, *Le pont d'Ancenis, d'hier à demain*, édité par le conseil général de la Loire-Atlantique)

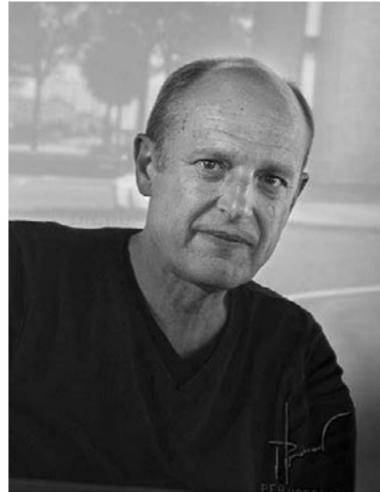
MARC BARANI (1957)

Architecte français, Paris Nice

Il fonde l'Atelier Marc Barani en 1988 entre Nice et Paris; après avoir étudié l'architecture, la Scénographie et l'Anthropologie entre le Sud de la France et le Népal.

Pluridisciplinaire, l'agence réalise notamment des ouvrages d'art: Le pont Renault de l'Île Seguin en 2010, le pont Éric Tabarly à Nantes en 2011, le pont sur le Rhin à Strasbourg en 2017.

Il reçoit l'Équerre d'Argent en 2008 et le Grand Prix National de l'Architecture en 2013.



MARC MIMRAM (1955)

Ingénieur et Architecte français

Ingénieur-Architecte diplômé de l'école Nationale des Ponts et Chaussée, en architecture et en philosophie; il développe dès 1992 une double activité de bureau d'études et d'architecte-ingénieur l'amenant à être l'auteur de nombreux ouvrages en France et à l'Étranger qui lui valent le prix de l'Équerre d'argent en 1995, 1999 et 2019. On retiendra notamment la passerelle Solférino appelé Léopold-Sédar-Senghor à Paris en 1999, les ponts de Feng Hua et Beng Bu à Tianjin en Chine (2006-2007) et le pont Léopold-Sédar-Senghor à Nantes en 2010.

Entreprise DAYDÉ (XIXe et XXe siècle)

Entreprise de construction métallique

Fondée par Henry Daydé, elle a porté plusieurs noms, dont Daydé & Pillié en 1882 et Daydé en 1903. L'entreprise est intégrée à Eiffel Constructions Métalliques en 1964. L'entreprise réalise de nombreux ouvrages d'art dans le dernier quart du XIXe siècle et début XXe siècle, en France et à l'Étranger; parmi lesquelles le pont Mirabeau-Paris en 1896, le Pont canal de Briare en 1896, le pont Bir-Hakeim-Paris en 1905, le pont Daydé de l'île Seguin, le pont de Pirmil à Nantes en 1926.



Les frères ESCARRAGUEL

Entrepreneurs bordelais

Parmi les nombreux entrepreneurs de ponts au XIXe siècle, les frères Escarraguel sont à l'initiative des ponts de Montjean-sur-Loire, St-Florent-le-Vieil, Varades et Ingrandes-sur-Loire. Frères, architectes et entrepreneurs bordelais, leur activité dépassa le cadre aquitain, ils sont auteurs d'une trentaine de ponts et viaducs auxquels s'ajoutent des ouvrages portuaires répartis dans toute la France. Subsiste notamment le pont de Sauveterre St-Denis.

Entreprise BAUDIN CHÂTEAUNEUF

Entreprise de Bâtiment et Travaux Publics

En 1919, Basile Baudin (entrepreneur), Georges-Camille Imbault (ingénieur spécialiste des ponts), Georges Arnodin et Georges Thuillier (ingénieurs, Centrale Paris) et Etienne Thuilliers (Officier du Génie de Polytechnique) fondent Baudin et compagnie. En 1952, la société prend la dénomination de Baudin Chateauneuf; basée à Chateauneuf-sur-Loire elle est aujourd'hui désignée sous le sigle BC. Leur savoir-faire sur les ponts leur valent de nombreuses réalisations, parmi lesquelles le pont d'Ancenis en 1953 et le pont Varades en 1954.

Quelques personnalités associées à l'histoire des techniques



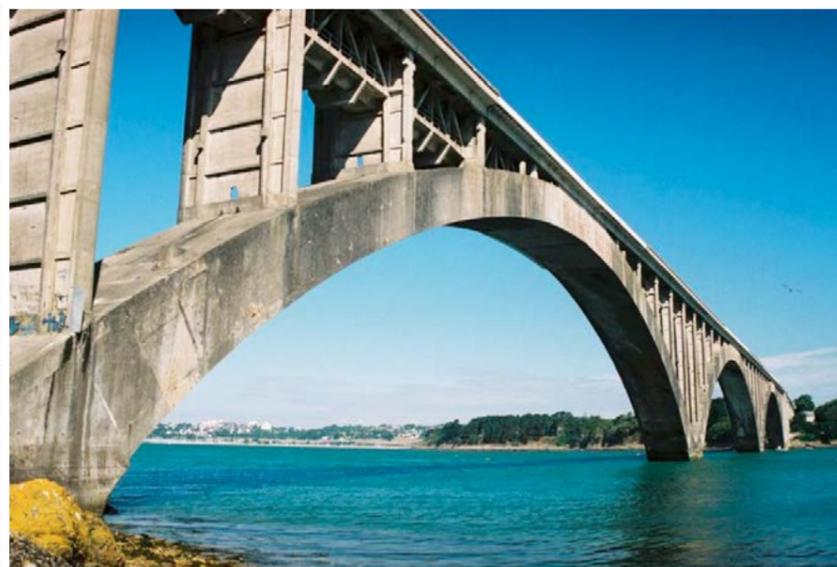
Le corpus des ponts protégés

Chiffres extraits de l'article de La Pierre d'Angle n°67 -2015-2016 par Luc Fournier + Données en ligne data.culture.gouv.fr

Les ponts «mythiques» : pont du Gard entre Uzès et Nîmes et pont d'Avignon



Les ponts disparus avant leur protection : le viaduc du Point du Jour et le viaduc de Souzin à Saint-Brieuc



Les ponts protégés au titre de leur technicité exceptionnelle : le viaduc de Garabit de Gustave Eiffel et le pont Albert-Louppe à Plougastel (1930)

535 ponts protégés en 2008

(587 sur Monumentum en 2022)

dont 21 ferroviaires

28 % sont classés (< à la moyenne pour les immeubles MH)

4 « vagues » de protection touchant 356 ouvrages :

1840-1889

1913-1940

1940-1980

1980 à nos jours

Une répartition inégale

localisation géographique comme ancienneté d'ouvrages :

Beaucoup en Rhône-Alpes et Languedoc-Roussillon
(ponts gallo-romains notamment)

Très peu en Alsace, Centre et Franche-Comté

23 en Pays de la Loire

dont 0 sur la Loire

12 en Vendée - 5 en Sarthe

3 en Loire-Atlantique (Clisson/Mouzillon)

2 en Mayenne

1 en Maine-et-Loire (Pont Bohardy à Montrevault)

8,5% Antiquité / 30% Moyen-Age /
27 % époque moderne / 17% XIXe siècle

Les premiers ponts protégés lors de la première « vagues » de protection 1840-1889

Liste de 1840



Ponts gallo-romains du Gard (30), d'Ambroix à Villetelle (30) et Flavien à Saint-Chamas (13) tous deux sur la via Domitia



Ponts du XIVe siècle : Valentré à Cahors (46), le Vieux pont à Céret (66)



Liste de 1862



Ponts gallo-romains de la Baou à Céreste (05), vestiges du pont de Saint-Thibéry (34), aqueduc du Gier (69) dit Mont Pilat

1875



Vieux pont d'Orthez _ XIIIe

1889



Pont Neuf à Paris _ finXVIe

CRITERES

Goût romantique pour les ruines

Ancienneté

Témoin d'un itinéraire remontant à l'Antiquité ou au Moyen-Age

Inscription dans l'environnement comme dans la mémoire collective

LES PROTECTIONS APRES 1913

2^{NDE} VAGUE DE PROTECTION : 1913-1940

81 ouvrages protégés

49 % de ponts médiévaux – aucun ouvrage du XIXe ni du XXe siècle

3^{EME} VAGUE DE PROTECTION : 1940-1980

103 ouvrages protégés

36 % de ponts médiévaux – 37 % époque moderne + 5 ouvrages du XIXe et 3 ouvrages du XXe siècle

CRITERES

Ancienneté

Inscription dans l'environnement comme dans la mémoire collective

Technicité

LES PROTECTIONS APRES 1980

4^{EME} VAGUE DE PROTECTION DEPUIS 1980

152 ouvrages protégés

20 % de ponts médiévaux

62 ouvrages du XIXe dont les ponts/viaducs ferroviaires

12 ouvrages du XXe siècle

CRITERES

Ancienneté

Inscription dans l'environnement comme dans la mémoire collective

Echantillonnage des technologies de la révolution industrielle

à travers des campagnes thématiques :

les ponts génois de Corse (années 1970), les ponts médiévaux du Limousin, les ouvrages du canal du Midi (1998), les ponts et viaducs ferroviaires (années 1980)

1976



Pont transbordeur de Rochefort (17)

1975



Pont Freyssinet à Saint-Pierre-du-Vauvray (27)

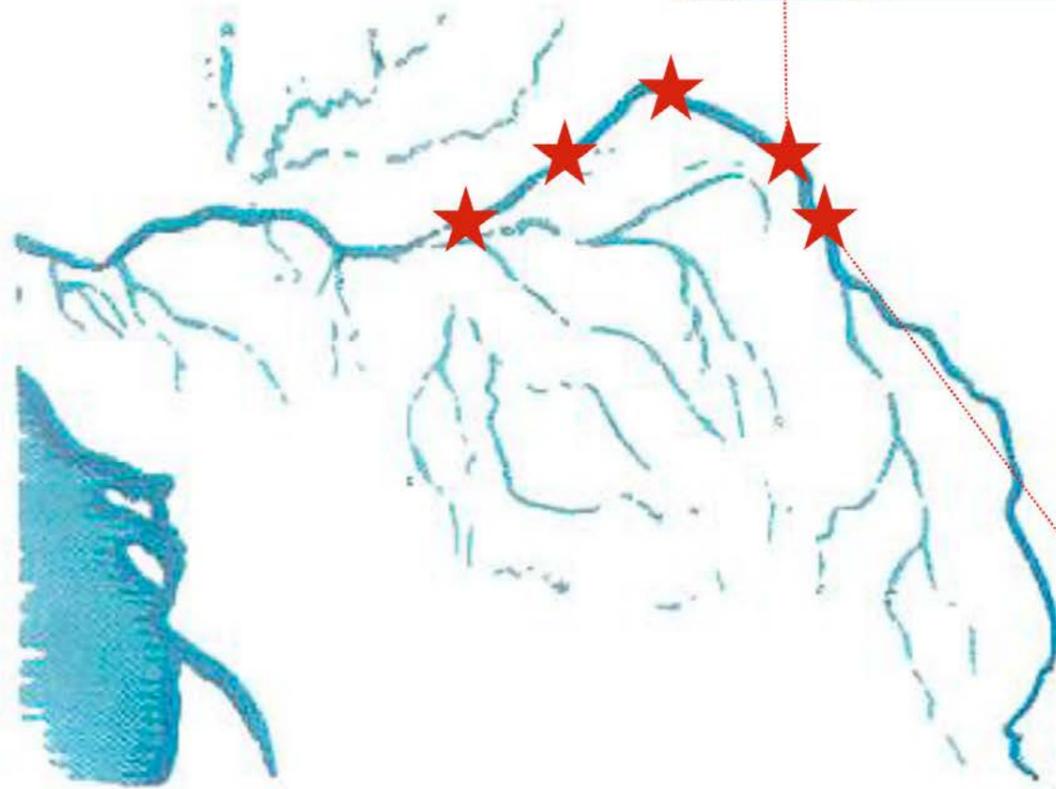
1965 (16 ans après sa construction)



Pont Freyssinet à Esbly (77)



Ponts de Loire protégés



SEULEMENT 5 PONTS PROTÉGÉS SUR LA LOIRE

Pont Wilson à Tours ISMH 1926

Pont Jacques-Gabriel à Blois ISMH 1937

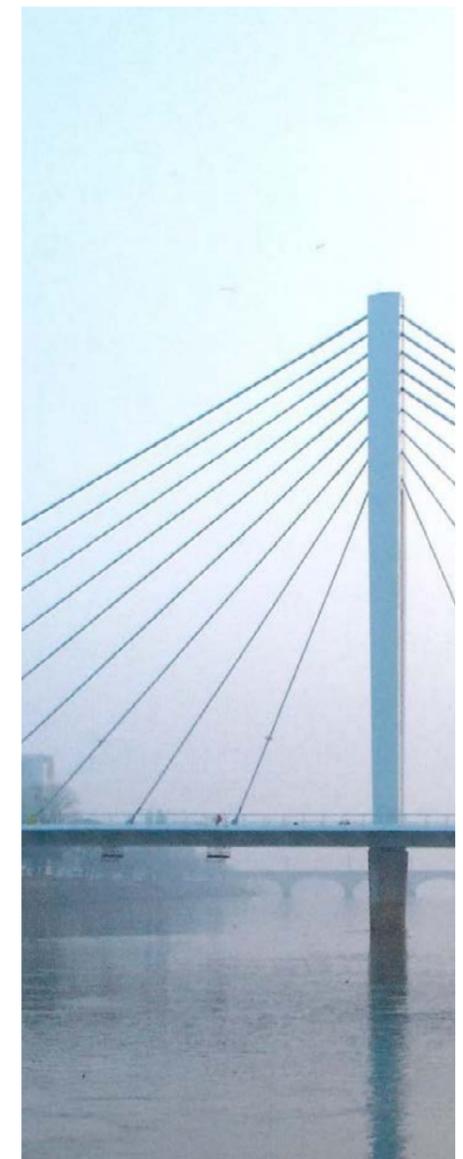
Pont George V Orléans ISMH 1926

Pont-canal de Briare à Saint-Firmin-sur-Loire ISMH 1976

Le Grand pont de La Charité-sur-Loire ISMH 2003

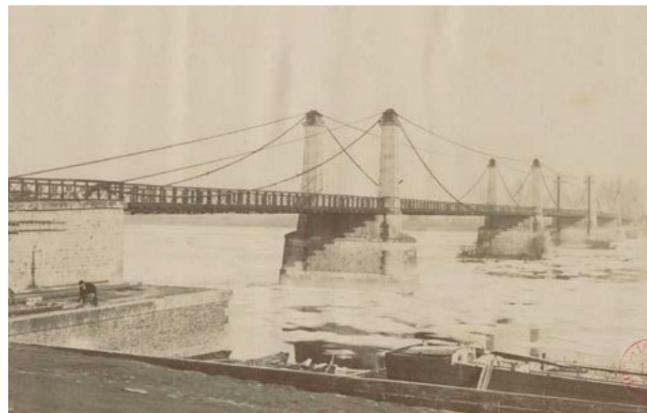


B. Authenticité et enjeux de mise en valeur





L'authenticité à l'épreuve du temps



MONTJEAN (M.-et-L.). - Le Pont suspendu sur la Loire. P. C.



ADML



Montjean-sur-Loire : 4 ouvrages successifs sur les piles d'origine de 1850



Le pont de Oudon-Champtoceaux, un tablier en béton de 1976 sur des piles maçonnées de 1890.

Un pont, des ponts

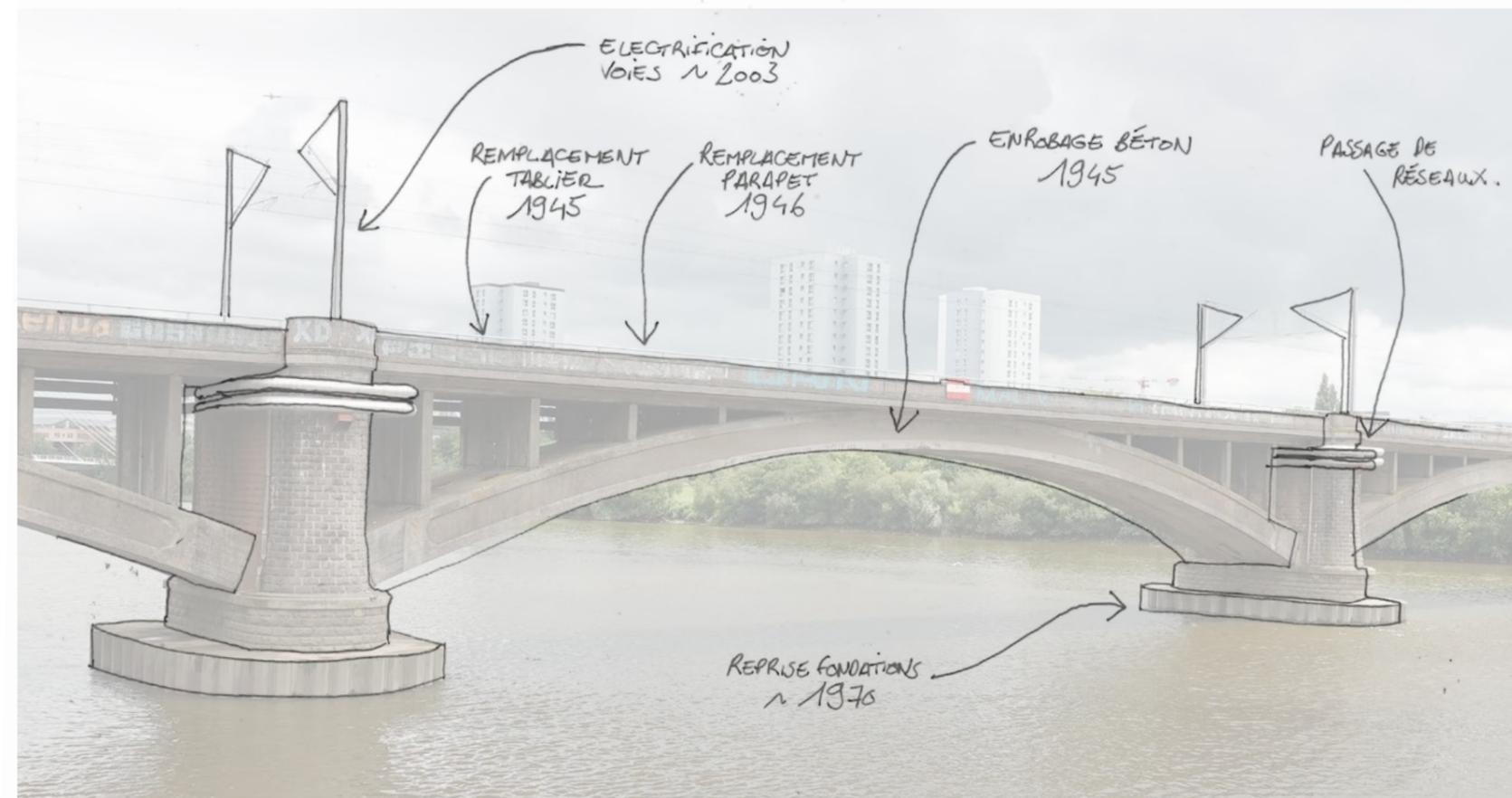
Ouvrages exposés aux intempéries, aux crues violentes d'un fleuve, liens de communication impactés par les guerres, les ponts subissent de nombreuses détériorations et agressions au cours de leur histoire.

Pourtant la nécessité du franchissement prime toujours et les ponts sont réparés, rebâti, modifiés pour retrouver leur fonction ou pour répondre aux nouvelles réglementations, aux nouveaux usages. Objet technique avant tout, ils font donc l'objet de campagnes de travaux récurrentes qui remplacent les éléments constitutifs de l'ouvrage premier. Ces modifications posent la question de l'authenticité d'un pont et de son intérêt patrimonial.

Les adjonctions mineures et remplacements partiels déprécient bien souvent la qualité d'un pont qui requiert une approche globale. Subissant des impératifs de mise aux normes, d'économie ou d'améliorations techniques, ils sont peu à peu dénaturés. Au contraire parfois, des campagnes de travaux d'ampleur peuvent résulter des ouvrages riches.

A l'image simpliste d'un ouvrage d'art - objet pensé ex-nihilo - succède celle d'un pont stratifié dont les différentes modifications sont porteuses de sens et d'histoire.

La question de la qualité d'un pont ancien et de son authenticité est donc soumise à ce jugement, entre stratification d'intérêt ou modifications synonymes de dégradations.



Les altérations et modifications multiples du pont Résal de 1880

Les enjeux de valorisation

Les réseaux

Passage de réseaux sous les hourdis en encorbellement du pont Haudaudine.

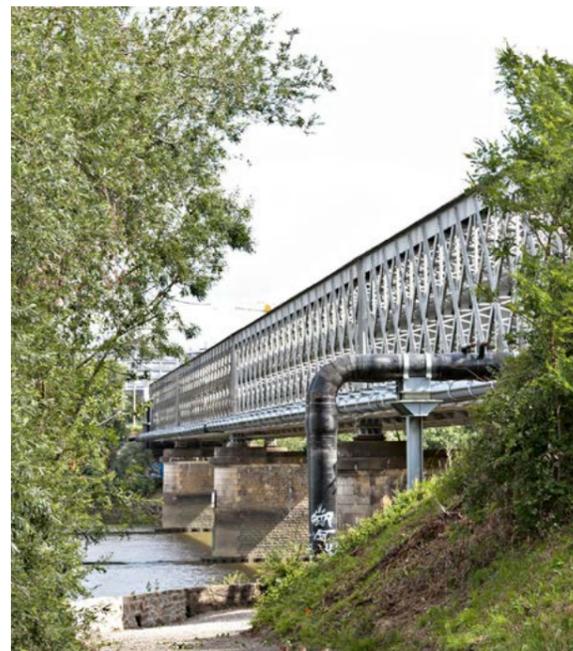


Passage de réseaux devant l'avant-bec des piles du pont Résal.



Le mobilier et les voies de circulations

Cheminement piéton créé sur le pont de Pornic, déprécié par les passages de réseaux et grillages séparatifs sans qualité.



Réseaux apparents en tête des ponts de Pornic et de Montjean-sur-Loire



Garde-corps récents sur le pont Audibert remplaçant les garde-corps d'origine en fonte

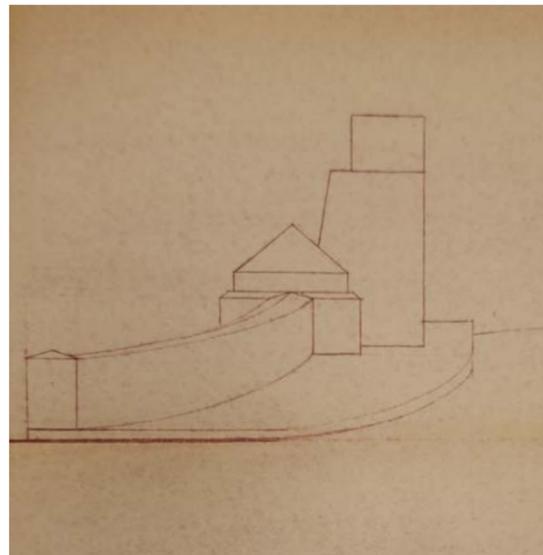


Passerelle en encorbellement rapportées sur le pont de Mauves-sur-Loire

Les enjeux de valorisation

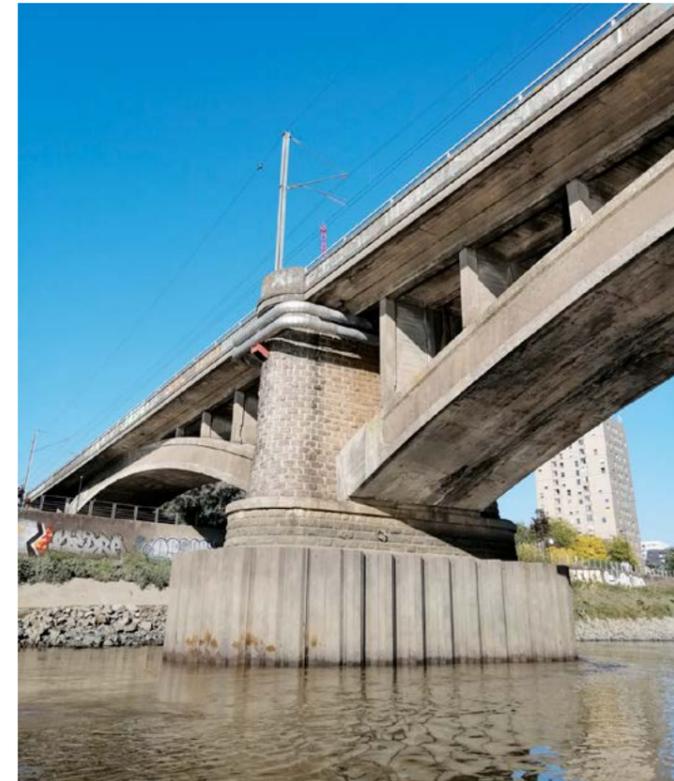
Entrée de pont et signalétique

L'entrée sud du pont d'Ingrandes et le paysage sur la rive gauche sont dénaturés par une signalisation démultipliée et disparate



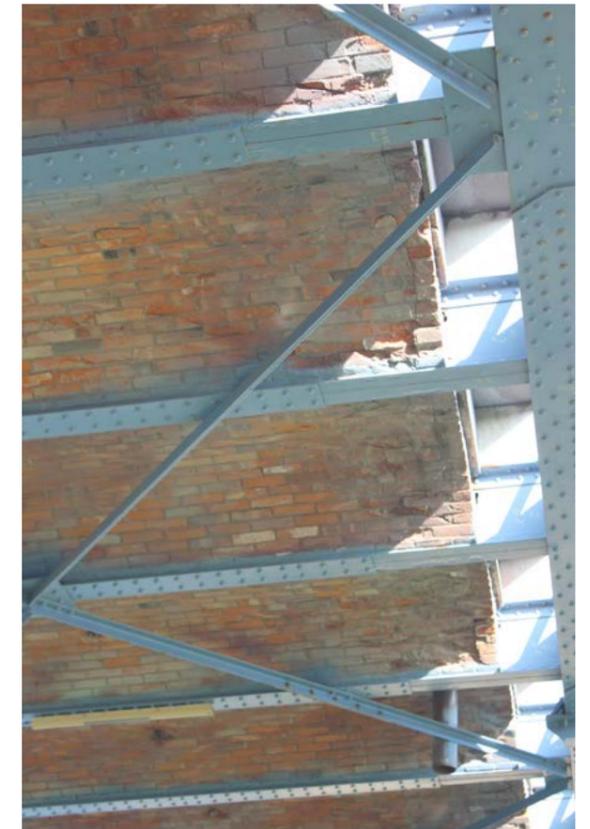
Signalétique disparate et revêtements hétéroclites; les parapets du pont de Montjean-sur-Loire dessinés par Lesénéchal dans le prolongement de l'ouvrage, ne sont plus lisibles.

Confortements structurels



Les fondations du pont Résal ont été renforcées par coulage de massifs de béton dans un coffrage de palplanches. Cette intervention a profondément modifié sa silhouette, en particulier à l'étiage

Seules une travée des ponts de Mauves et Thouaré présente encore les vouôtains de briques d'origine, ils seront bientôt remplacés par une dalle de béton armé.



Les enjeux de valorisation

Concept architectural

Le système de vérins de la passerelle V.Schoelcher est hors-service depuis plusieurs années. Les équipements de sécurité installés sur l'ouvrage ont déprécié le trait architectural d'origine



Le pont E.Tabarly est l'un des rares ouvrages qui a bénéficié d'un travail sur la mise en lumière dès l'origine du projet. Elle souligne les lignes architecturales du pont et est à préserver.



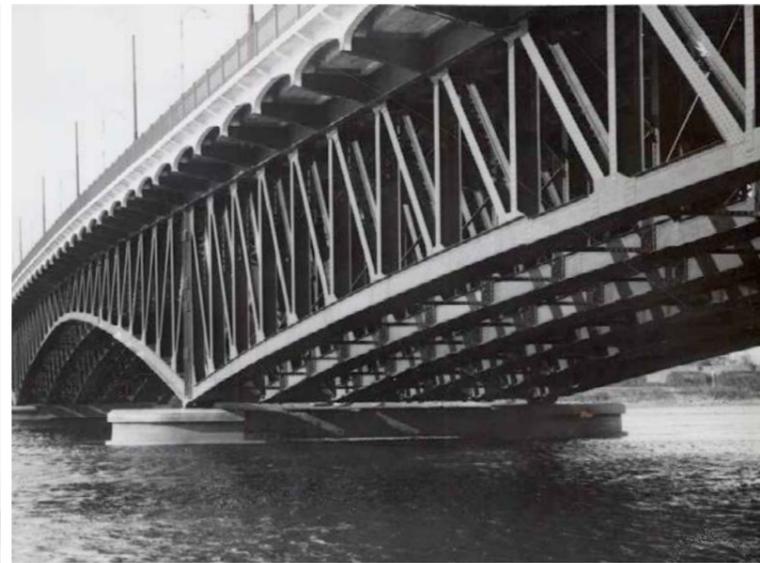
Le platelage bois des trottoirs en encorbellement du pont Sedar-Senghor, est menacé d'être supprimé. Il fait parti du concept architectural de l'architecte qui défend l'image d'une passerelle plutôt qu'un pont.

Le garde-corps de sécurité en tête de portique du pont de St-Florent-le-Vieil dénature l'écriture architecturale première.





C. Ouvrages notables





Les ouvrages présentant un intérêt patrimonial



7. LE PONT DU GENERAL AUDIBERT *amont*



15. LE PONT DE PIRMIL



28. LE PONT D'INGRANDES



29. LE PONT DE MONTJEAN-SUR-LOIRE en regard des ponts d'Ancenis et Varades



La Madeleine et Pirmil, deux ouvrages de l'entre-deux-guerres sur la ligne de pont



Carte d'arpentage par Ambroise Grion, 1665.
Archives municipales de Nantes, II-167 n°52.

Une approche différente pour l'esthétique du pont

La construction du pont Audibert est suivie de près par le ministère et la Ville ; elle est confiée au cabinet parisien Pelnard-Considère-Caquot et Cie. «Soucieuse de l'aspect esthétique du pont qui doit s'insérer dans un urbanisme en pleine expansion, la ville consulte l'architecte Etienne Coutan pour qu'il délivre un avis esthétique sur le projet».

Le pont de Pirmil, quant à lui, est confié directement à un établissement de construction métallique, les établissements Daydé. «La structure et l'esthétique sont épurés, les Ponts et Chaussées, maître d'ouvrage, n'ont pas tenu compte des propositions d'Étienne Coutan visant à magnifier l'ouvrage».



Dans les années 1920, la ligne de ponts nantaise constitue le franchissement principal de la Loire entre Ancenis et l'embouchure du fleuve. Les deux ouvrages principaux de cette ligne de ponts est profondément renouvelé en l'espace de deux années avec les reconstructions des ponts de Pirmil et de la Madeleine (actuel Audibert) achevés en 1926 et 1927. Quelques années plus tard, le comblement des bras de Loire fera disparaître les ponts ajoutés (pont Maudit, pont Rousseau, etc.) de plus petites dimensions et laisseront la part belle à ces deux ouvrages majeurs.

Ces deux ponts illustrent deux types de production de l'entre-deux-guerres : un pont maçonné en béton armé -La Madeleine- et un ouvrage métallique -Pirmil-, tous deux usant du procédé statique de cantilever.

Des cantilevers records

Le maintien de la navigabilité en Loire, dans un site peu encaissé et déjà urbanisé, impose la conception d'un ouvrage se raccordant finement aux berges avec peu d'appuis en Loire et un tablier relativement mince. Le choix d'un pont de type cantilever avec un système de travée en porte-à-faux permet de répondre aux conditions sévères du site.

En résultent deux ouvrages audacieux et innovants puisqu'ils constitueront quelques années durant les plus grandes portées de cantilever français dans leur catégorie respectives (structure métallique et béton armé).

Le tournant de l'acier au béton armé, entre ouvrage de faubourg et pont urbain

Si les deux ponts adoptent un schéma statique similaire, ils présentent des apparences que tout oppose entre la tradition de treillis métallique rivetés dans la continuité du XIX^e siècle, où les piles béton sont encore maquillées de pierre, et l'avènement du béton armé comme support d'une expression plastique nouvelle à l'inspiration Art-Déco.

Cette étonnante différence des partis constructifs témoigne des hésitations d'une époque charnière dans les techniques de construction. Elle s'explique par le contexte de création différent des projets, en cause peut-être la localisation de chacun des ouvrages, le pont Audibert à l'entrée de la ville, le pont de Pirmil à la sortie, au faubourg sud.

Sur le fil de la ligne historique, tout rassemble et tout oppose les ponts de Pirmil et de Nantes. Ces ouvrages ont remarquablement été «remontés» suite aux dommages de 1944. La qualité de cet ensemble a toutefois été déprécié par le doublement de chacun des ouvrages dans les années 1980. Si le pont de Pirmil à conservé son apparence première, le pont Audibert a malheureusement été simplifié et sa qualité esthétique très fortement amoindrie.

Ingrandes, vestige d'une typologie ligérienne



Vue du pont de St-Florent de 1852, Détruit en 1965 (Archives_SOA49 - BERP2-248)

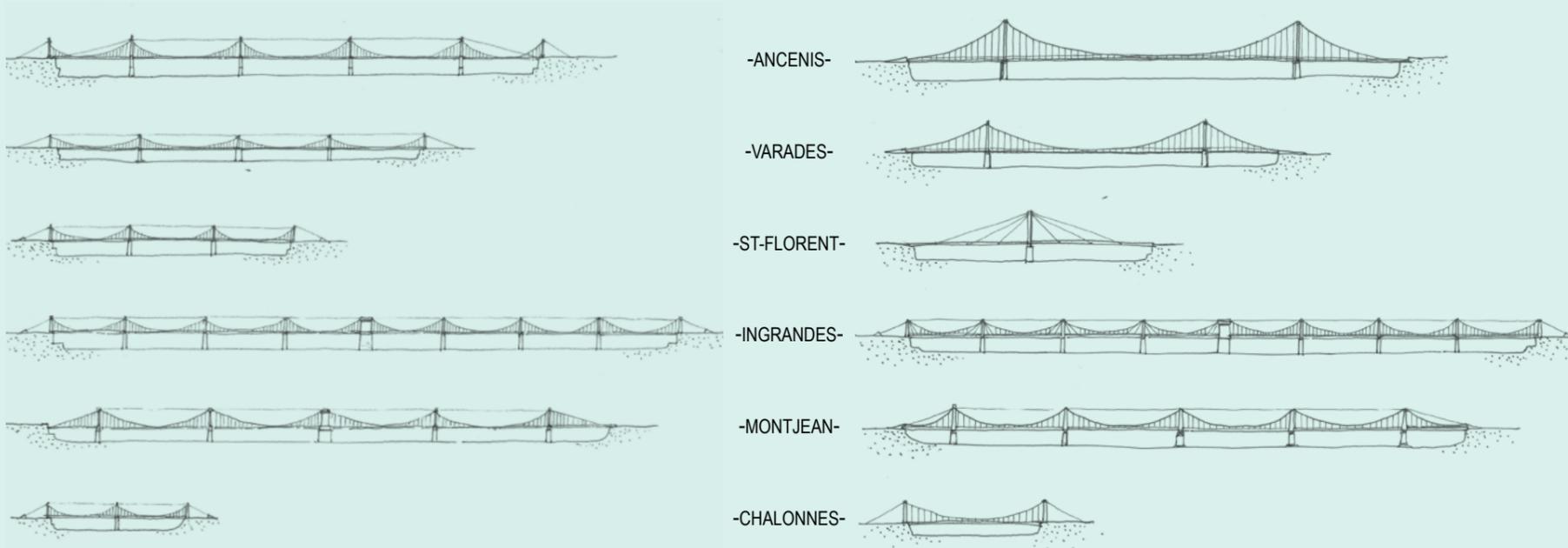


Pile courant du pont d'Ingrandes en 2021 (Archives_SOA49 - BERP2-248)

L'évolution des ponts entre Ancenis et Chalonnes-sur-Loire

1900

2022



Témoin de la première génération de ponts suspendus

Le programme de désenclavement des campagnes de l'Ouest initié en 1833, le déclin de la batellerie et l'avènement du chemin de fer entraînent la construction de nombreux franchissements sur la Loire entre Angers et Nantes.

Les ponts «en fils de fer», comme on dit alors, sont plus économiques que les ponts de pierre. Très modernes mais jugés peu esthétiques, ils sont cantonnés dans un premier temps aux secteurs ruraux. Cette technologie encore balbutiante est donc privilégiée pour la création des nouveaux franchissements routiers en Basse-Loire, dès les années 1830, où elle figure dans les cahiers des charges des adjudications. Entre Ancenis et Angers, ce sont huit ouvrages suspendus qui sont alors bâtis en l'espace de 30 ans !

De cette intense campagne de construction, subsistent uniquement 2 ponts suspendus à travées multiples : Montjean-sur-Loire, largement modifié après-guerre, et le pont d'Ingrandes-sur-Loire, le plus long de la série.

En ayant conservé ses piles maçonnées et pylônes bas en pierre de taille, cet ouvrage se rapproche le plus de l'esthétique primitive des ponts suspendus ligériens. Une silhouette basse, un profil trapu, une suspension complexe avec des câbles de tête sont les traits caractéristiques de ce pont qui marque la large brèche d'Ingrandes depuis 150 ans.

Le ponts et la gare, l'irruption de la modernité

La création du pont d'Ingrandes en 1868 s'inscrit dans une période de mutation profonde de la société et du paysage ligérien. Le pont fait suite à l'arrivée du train qui circule sur la rive droite depuis 1851. Et simultanément à ces chantiers, une levée est construite entre Ingrandes et Ancenis et une autre sur la rive gauche pour protéger la vallée de la Thau. Le paysage local est bouleversé, le fleuve autrefois libre dans une large vallée inondable est dompté.

Les «ponts Escarraguel»

La plupart des ponts suspendus du XIX^e siècle sont construits en faisant appel à des capitaux privés, les adjudicataires conservent un droit de péage pendant une période établie (de 35 à 50 ans).

Parmi les nombreux entrepreneurs de ponts au XIX^e siècle, les frères Escarraguel sont à l'initiative des ponts de Montjean-sur-Loire, St-Florent-le-Vieil, Varades et Ingrandes-sur-Loire. Frères, architectes et entrepreneurs bordelais, leur activité dépassa le cadre aquitain, ils sont auteurs d'une trentaine de ponts et viaducs auxquels s'ajoutent des ouvrages portuaires répartis dans toute la France. Subsiste notamment le pont de Sauveterre St-Denis.

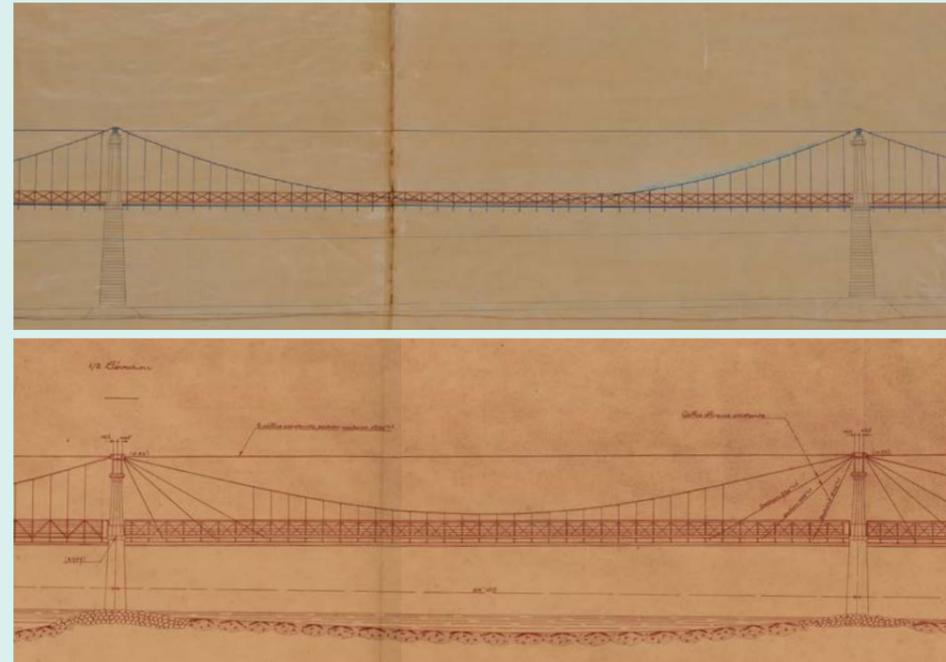


Bas-relief sur la maison de la famille Escarraguel à Bordeaux (publiée dans Sud-Ouest), le 10/01/12)

Ingrandes, vestige d'une typologie ligérienne



Le tablier centenaire d'Arnodin, rappelle le tablier d'origine aux suspentes directement attachées aux entretoises (AD49 - 6Fi6452)



En haut, l'élévation d'origine du pont d'Ingrandes, en bas le projet d'Arnodin de 1924 (Archives_SOA49)



Carte postale d'Ingrande-sur-Loire (AD49 - 6Fi6452)

Un pont stratifié traversé par l'histoire du XXe siècle.

Le pont d'Ingrandes constitue à lui seul une petite histoire des ponts suspendus ligériens; outre les piles et pylônes d'origine, il possède la particularité d'être constitué de deux parties dissemblables :

Les 4 travées de la rive gauche datent de 1924. Comme de nombreux ouvrages français, le pont d'Ingrandes a bénéficié des perfectionnements apportés par Ferdinand Arnodin, illustre ingénieur inventeur du câble à torsion alternative. Ces travées sont en état de ces perfectionnements avec un système mixte de suspension (hauban + suspension) et un tablier constitué de poutres de rigidité et de platelage «Arnodin».

Les 4 travées de la rive droite datent du milieu du XXe siècle. Victime de la seconde guerre mondiale comme la grande majorité des ponts de Loire, Ingrandes-sur-Loire témoigne également des destructions de 1940 (travées 7 et 8) et de 1944 (travées 5 et 6).

En résultent un ouvrage stratifié, d'aspect homogène mais de consistance hétérogène qui narre un pan de l'histoire locale du XXe siècle.

L'attachement local et un intérêt patrimonial évoqué dès 1962 !

Un attachement local à la figure des ponts suspendus est déjà perceptible lors des reconstructions d'après-guerre. Lors du concours pour la reconstruction du pont de St-Florent-le-Vieil, la commission des sites orientait le choix vers une typologie de pont suspendu dans un souci d'homogénéité, de continuité historique et d'esthétisme. Le pont à haubans, en concurrence directe avec un pont à poutres a donc été préféré. Cet attachement au pont suspendu, on le retrouve à Ingrandes, l'ancien pont figure sur le patrimoine notable de la ville, il constitue un ancrage historique important pour une ville lourdement impactée par les bombardements de 1944.

L'intérêt patrimonial du pont d'Ingrandes est déjà évoqué au début des années 1960, quand l'avenir du pont était encore incertain :

En 1962, l'ingénieur en chef du service de Maine et Loire est sollicité par l'ingénieur en chef des ponts et chaussées (Paris) dans le cadre d'une recherche d'un pont suspendu «de caractère historique».

Cette demande porte plus précisément sur un ouvrage suspendu d'avant 1850 qui a été très peu modernisé. Le pont d'Ingrandes est alors évoqué, sans suite concrète, mais cet échange témoigne de l'intérêt particulier que ce site présentait déjà. (Source SOA 49-Ingrandes-Boite2-3).

Montjean-sur-Loire, une reconstruction ambitieuse comme Ancenis et Varades

Montjean-sur-Loire, une reconstruction soignée

Pont suspendu à travées multiples de 1949 qui s'ancre sur les piles du franchissement pionnier de 1850 et s'inscrit ainsi dans la tradition des ponts ligériens.

Si l'ouvrage ne présente pas d'innovation particulière, il possède une écriture architecturale soignée grâce au concours de l'architecte angevin Lesénéchal. Les détails architectoniques des ouvrages en béton participent à la qualité du pont en écho au pont de Chalonnes quelques kilomètres en amont.

Une silhouette suspendue persiste ainsi dans le paysage local depuis plus de 150 ans malgré une histoire mouvementée (4 ponts successifs), ce pont n'est donc pas dénué d'intérêt. Sa qualité passe par la conservation et la mise en valeur des détails architecturaux d'origine.

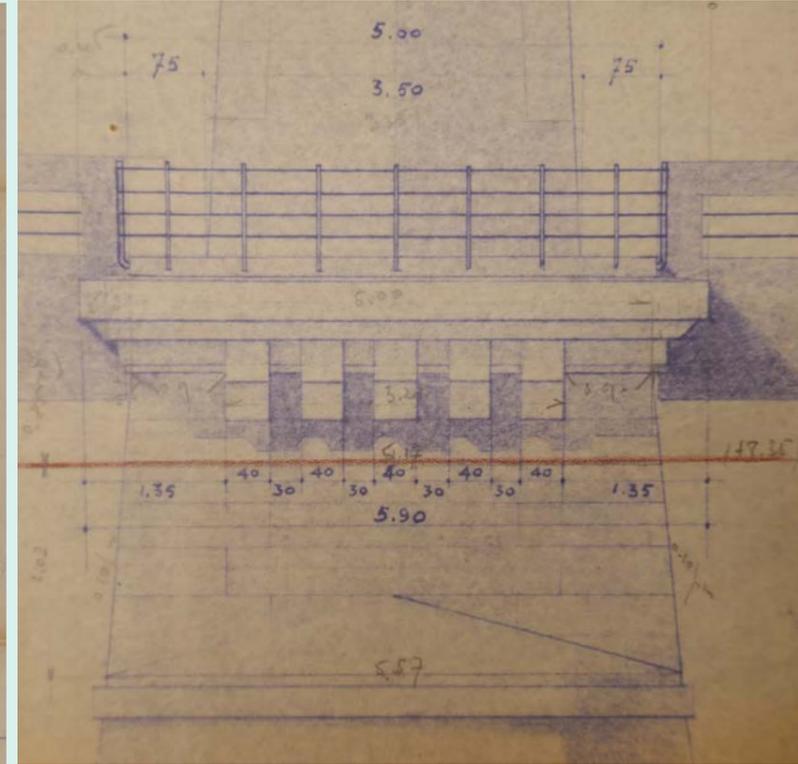
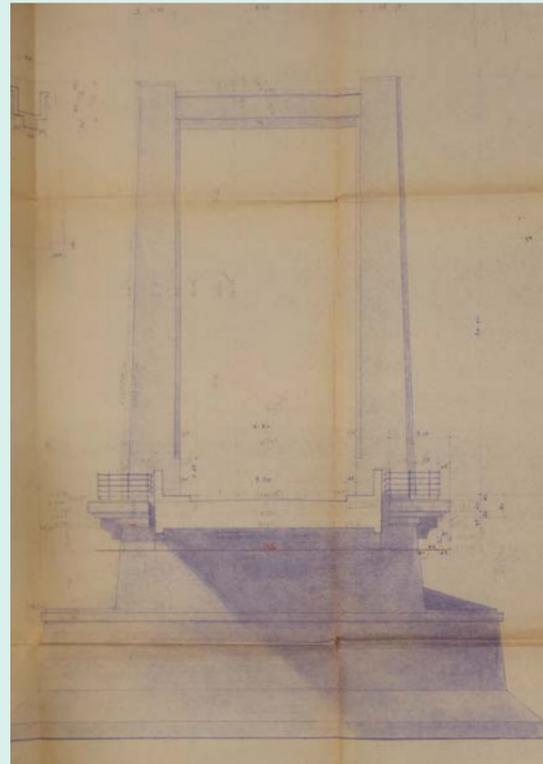
Les ponts suspendus à travées multiples en France :

Pont suspendu de Langeais - 1937

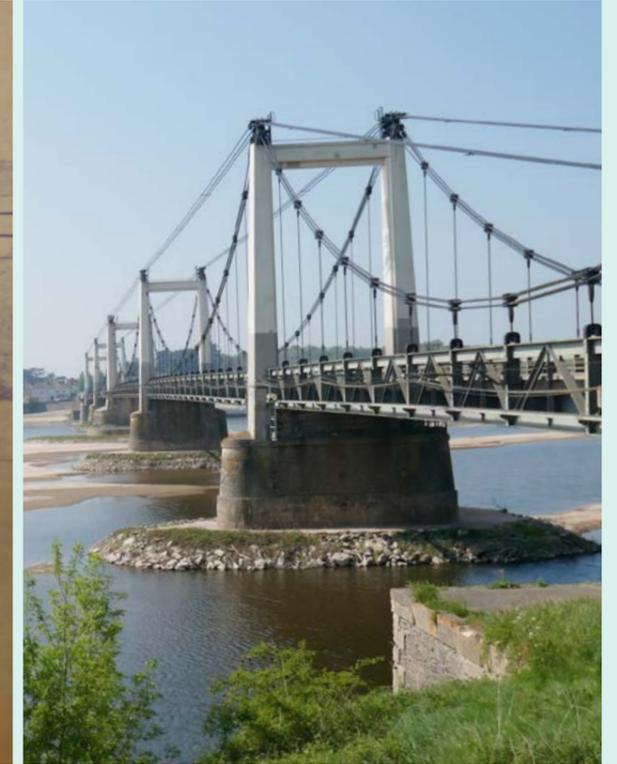
Passerelle Saint-Symphorien - 1847

Pont de Meung-sur-Loire - 1872, 1948

Pont de Châteauneuf-sur-Loire - 1871, 1935, 1945



Esquisse du pont de Montjean-sur-Loire par l'architecte de Lesénéchal en 1947 (Archives_SOA49 - BERP2-27)



Vue générale du pont et de Montjean-sur-Loire depuis la rive nord



Ancenis et Varades, dernier ensemble suspendu

Ce remarquable ouvrage d'après-guerre, l'un des trois plus grands ponts suspendus en 1953, est le dernier aboutissement technique d'un franchissement où se succèdent les ouvrages suspendus. Cette structure d'envergure pour la ville d'Ancenis, constitua très tôt un objet fort de l'identité ancenisienne illustrant la modernité mais aussi l'ancrage historique au travers des blasons qui rappellent la frontière de l'Anjou et la Bretagne. Récemment restauré, une attention particulière au mobilier et abords apparaît souhaitable pour mettre en valeur cet ouvrage qui initie la séquence des ponts suspendus de Basse-Loire.

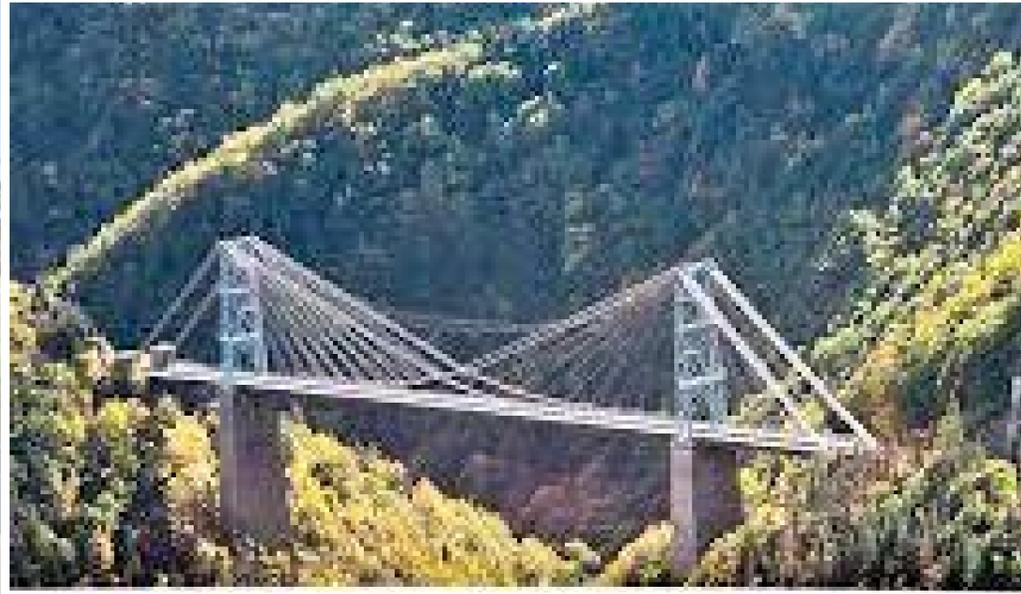
Faisant partie d'une ligne de franchissement à cheval sur deux départements, le pont de Varades est un ouvrage d'après-guerre, représentatif de la 3e génération de ponts suspendus. D'envergure moindre que le pont d'Ancenis en aval, il en reprend les grands principes constructifs et forme avec ce dernier un ensemble homogène qui s'inscrit dans l'histoire locale des ponts suspendus. Ouvrage bâti dans un contexte rural, il est d'aspect assez banal, néanmoins sa silhouette, visible depuis le Mont Glonne, a motivé le choix de cette typologie et s'insère élégamment dans ce site historique.

Quelques ponts suspendus protégés en France

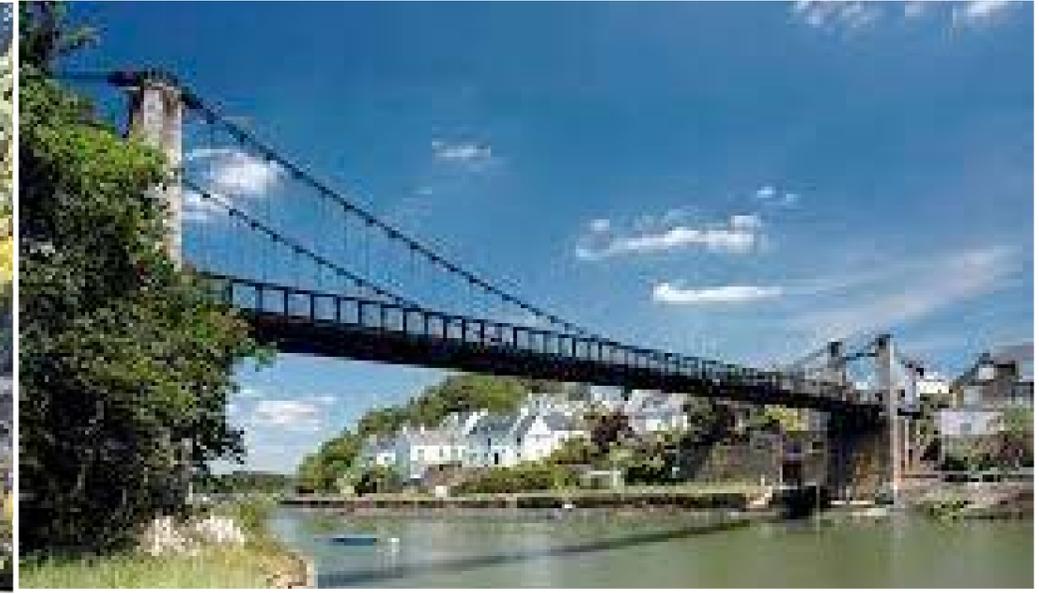
(Nouvelle-Calédonie) La passerelle Marguerite, 1909 - ISMH 1984



(Pyrénées-orientales) Le pont de Cassagne, 1908 - CLMH 1997



(Morbihan) Le pont suspendu du Bono, 1838-1840 - ISMH 1997



(Gard) Le pont de Fourques, 1830 - ISMH 1988



(Vaucluse) Le pont de Mallemort, 1848 - ISMH 1986

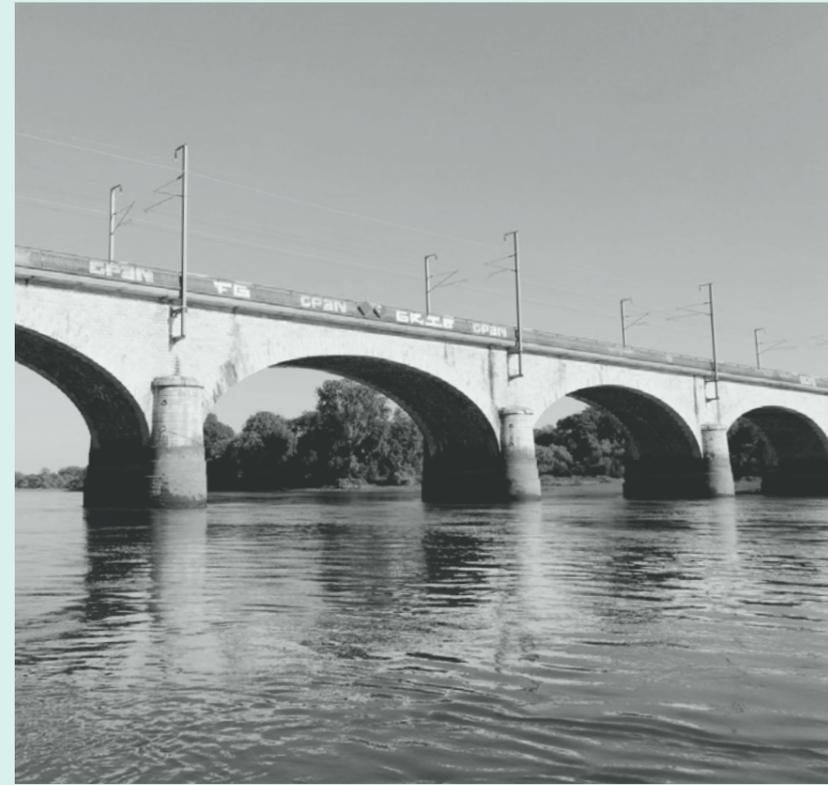


(Tarn-et-Garonne) Le pont de Bourret, 1912 - CLMH 1994

Autres ouvrages à signaler pour leur intérêt



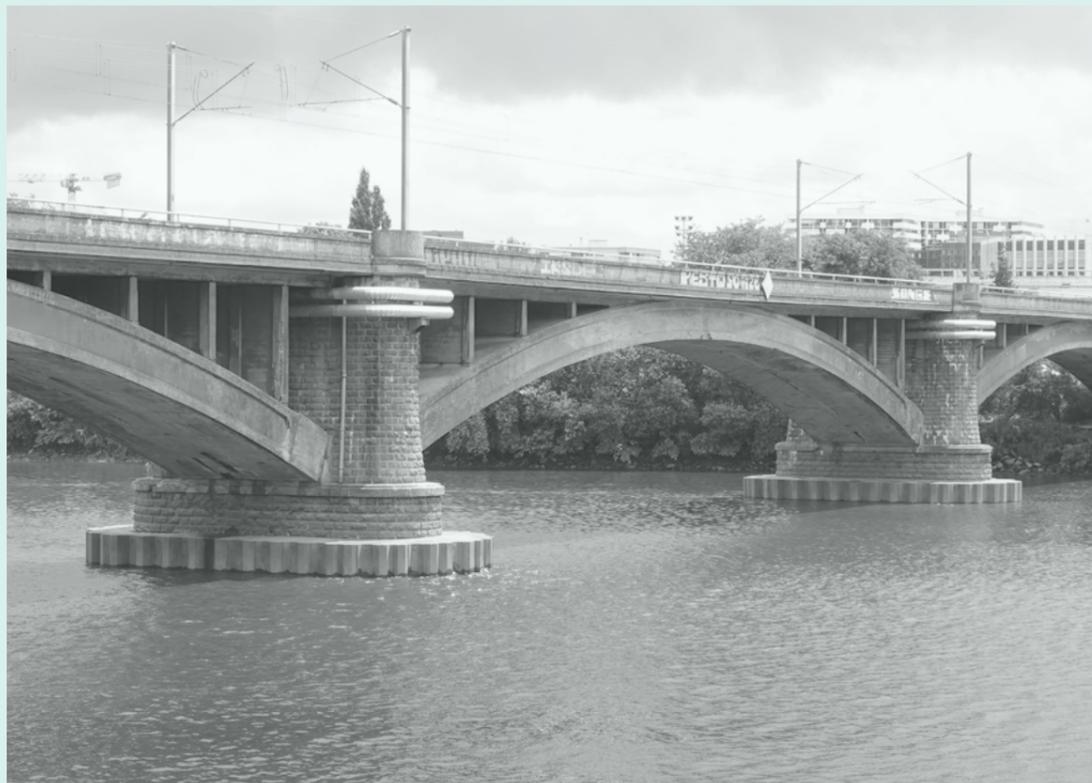
27. LE PONT DE SAINT-FLORENT-LE-VIEIL



12. LE PONT DE LA VENDÉE NORD



21.22.23. LES PONTS DE MAUVES ET THOUARÉ



10. LE PONT RÉSAL



01. LE PONT DE ST-NAZAIRE

N. Janberg - 2010



Tableau général des ouvrages étudiés

N°	DENOMINATION	DEP.	COMMUNE	BRAS DE LOIRE	ANNÉE CONSTRUCTION	FRANCHISSEMENT ANTERIEUR	USAGE	STRUCTURE	Matériau	Longueur	Portée	Hauteur Tirant d'air	Largeur tablier	GPS
1	Pont de Saint-Nazaire	44	Saint-Nazaire	-	1975	néant	Routier	Pont à haubans + viaducs à poutre-caisson	Acier/Béton précontraint	3356	404	61	15	47.285095,-2.170688
2	Pont de Cheviré	44	Nantes	-	1991	néant	Autoroutier	Pont à poutre-caisson (à hauteur variable)	Acier/Béton précontraint	1563	242	60	24,6	47.192877,-1.613548
3	Anne de Bretagne	44	Nantes	Madeleine	1975	1903	Routier	Pont à poutre-caisson (à hauteur variable)	Béton précontraint	140,1	66,7	/	18,5	47.208345,-1.565984
4	Passerelle Victor-Schoelcher	44	Nantes	Madeleine	2001	1966-67	Piéton	Pont levant (tablier mobile à vérins)	Acier/piles Béton armé	151,2	54	3,9	5	47.209081,-1.561545
5	Pont Haudaudine	44	Nantes	Madeleine	1979	1876/1880	Routier	Pont à poutre-caisson (à hauteur variable)	Béton précontraint	195,5	77	5,27	18	47.208296,-1.555317
6	Pont général-Audibert aval	44	Nantes	Madeleine	1989	Médiéval	Routier	Pont à poutre-caisson (à hauteur variable)	Béton précontraint	163	67	4,94	17,4	47.207786,-1.54933
7	Pont général-Audibert amont	44	Nantes	Madeleine	1927+1945 (réparé)	Médiéval	Routier	Pont cantilever en béton armé	Béton armé	156,6	67	4,4	16	47.207851,-1.549019
8	Pont Aristide Briand	44	Nantes	Madeleine	1966	néant	Routier	Pont à poutres multiples	Acier/Béton	170,9	73,5	7	20,9	47.210043,-1.542078
9	Pont Willy-Brandt	44	Nantes	Madeleine	1995	néant	Routier	Pont à poutre-caisson (à hauteur variable)	Béton	205,4	92	/	22,4	47.211668,-1.53593
10	Pont Résal	44	Nantes	Madeleine	1883 + 1948	1883	Ferroviaire	Pont en arc bi-articulé	Acier + Béton armé	321	64,3	/	/	47.212006,-1.534197
11	Pont Eric-Tabarly	44	Nantes	Madeleine	2011	néant	Routier	Pont à haubans en semi-harpe à nappe axiale	Acier	210,5	143,8	5,25	27,4	47.212558,-1.529214
12	Pont nord de la Vendée	44	Nantes	Madeleine	1866 + 1948 (réparé)	néant	Ferroviaire	Pont en arc maçonné	Béton armé	322	29	6,9	10	47.21521,-1.518721
13	Pont des Trois-Continents	44	Nantes et Rezé	Pirmil	1995	néant	Routier	Pont à poutre-caisson (à hauteur variable)	Béton précontraint	272,6	123,7	/	22,3	47.198075,-1.561861
14	Pont ferroviaire de Pirmil / de Rezé / de Pornic	44	Nantes et Rezé	Pirmil	1875 + 1923	néant	Ferroviaire	Pont à poutre treillis métallique, pont cage	Acier	253	70	4,9	/	47.19822,-1.549716
15	Pont de Pirmil aval	44	Nantes	Pirmil	1926 + 1947 (réparé)	Médiéval	Routier	Pont cantilever à charpente métallique rivetée	Acier	226,5	108	4,85	20,82	47.199073,-1.543306
16	Pont de Pirmil amont	44	Nantes	Pirmil	1986	Médiéval	Tramway	Pont à poutre-caisson (à hauteur variable)	Béton précontraint	254,7	108	/	11,17	47.199143,-1.543049
17	Pont Georges-Clemenceau	44	Nantes	Pirmil	1966	néant	Routier	Pont à poutres multiples	Acier/béton	281,25	117,25	/	20,9	47.201592,-1.535138
18	Pont Léopold-Sédar-Senghor	44	Nantes et Saint-Sébastien	Pirmil	2010	néant	Routier	Pont à poutre-caisson (à hauteur variable)	Acier/Béton	298	70	/	16,2	47.205838,-1.525201
19	Pont sud de la Vendée	44	Nantes et Saint-Sébastien	Pirmil	1948	1866	Ferroviaire	Pont cantilever en béton armé	Béton armé	255	32	6,9	10	47.212237,-1.515948
20	Ponts de Bellevue	44	Sainte-Luce-sur-Loire et Basse-Goulaine	-	Aval: 1970/ Amont 1990	néant	Autoroutier	Pont à poutre-caisson (à hauteur variable)	Béton précontraint	370/385	74	5,25	10,5/15,2	47.232111,-1.472678
21	Pont nord de Thouaré	44	Thouaré-sur-Loire et Saint-Julien-de-	-	1882	néant	Routier	Pont à poutre treillis métallique, pont cage	Acier	393	45	7,14	6,45	47.257878,-1.427671
22	Pont sud de Thouaré	44	Thouaré-sur-Loire et Saint-Julien-de-	-	1882	néant	Routier	Pont à poutre treillis métallique, pont cage	Acier	225	45	7,14	6,45	47.26025,-1.432547
23	Ponts de Mauves	44	Mauves-sur-Loire et La Chapelle-Basse-	-	1882	néant	Routier	Pont à poutre treillis métallique, pont cage	Acier	482	45	7	/	47.292695,-1.381201
24	Pont de Champtoceaux	49	Oudon, Champtoceaux	-	1890 + 1976	1890	Routier	Pont à poutres multiples	Béton précontraint	560	39,5	5,57	8,5	47.341102,-1.278508
25	Pont suspendu d'Ancenis	44/49	Ancenis, Orée d'Anjou (Liré)	-	1953	1839	Routier	Pont suspendu à 3 travées	Acier/Béton	412	238	5,76	/	47.361847,-1.176353
26	Pont de Varades	44	Varades	-	1954	1852	Routier	Pont suspendu à 3 travées	Acier/Béton	308	178,5	/	/	47.369917,-1.015914
27	Pont de Saint-Florent-le-Vieil	49	Varades (île Batailleuse), Saint	-	1965	1852	Routier	Pont à haubans en éventail à nappes latérales	Acier/Béton	208	104	7,82	10	47.364685,-1.014498
28	Pont d'Ingrandes-sur-Loire	49	Ingrandes, Mauves-sur-Loire (Le Mesnil-	-	1868 +1922 + 1941+ 1948	1868	Routier	Pont suspendu à travées multiples	Acier/Pierre	532	65	/	/	47.400887,-0.918821
29	Pont de Montjean-sur-Loire	49	Montjean-sur-Loire	-	1949	1850	Routier	Pont suspendu à travées multiples	Acier/dalle Béton armé	466	90,7	4,76	7,45	47.394139,-0.859625
30	Pont René-Trottier	49	Montjean-sur-Loire	Bras sud île Josselin	1979	néant	Routier	Pont à poutre treillis Warren métallique, pont en ca	Acier	90	90	/	/	47.387101,-0.850034