RAPPORT

CETE
Normandie Centre

LRB
Laboratoire Régional
de BLOIS

Étude de dangers du val de Tours

Étude des brèches historiques

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat
Développement durable
Prévention des risques
Infrastructures, transports et mer

Présent pour l'avenir

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Centre d'Études Techniques de l'Équipement
Normandie Centre

Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement

www.cete-normandie-centre.developpement-durable.gouv.fr

Historique des versions du document

Version	Auteur	Commentaires
VA	*E. Le Barbu*	*Version provisoire en vue du comité technique du 15 juin 2011*
VB	*E. Le Barbu*	*Version provisoire relue et corrigée par S. Piney*
VC	*E. Le Barbu*	*Version corrigée janvier 2012*

Affaire suivie par

Erwan LE BARBU – Laboratoire Régional de BLOIS
Tél. 02 54 55 49 16 / fax : 02 54 55 48 71
Mél. Erwan.le-barbu@developpement-durable.gouv.fr

Référence Internet

http://www.cete-normandie-centre.developpement-durable.gouv.fr

Table des matières

INTRODUCTION.....5

1 CONTEXTE DE L'ÉTUDE 6
1.1 Description du val de Tours.....6
1.2 Données utilisées.....7

2 INONDATIONS DU VAL DE TOURS.....9

3 DESCRIPTION DES CRUES DE RÉFÉRENCE DU VAL DE TOURS.....11
3.1 Crue de 1846 11
3.2 Crue de 1856.....14
3.3 Crue de 1866.....19
3.4 Crue de 1907 24
3.5 Synthèse.....26

4 DESCRIPTION DES BRÈCHES 27
4.1 Crue de 1846.....27
4.2 Crue de 1856.....28
4.3 Crue de 1866.....36
4.4 Synthèse.....43

5 COMPARAISON DES LIMNIGRAMMES 45
5.1 Amboise.....45
5.2 Montlouis.....46
5.3 Tours 47
5.4 Synthèse.....48

6 ANALYSE HISTORIQUE DES AMÉNAGEMENTS DES DIGUES ET DU SITE DE CONNEUIL.....49

7 MODIFICATION DU SYSTÈME D'ENDIGUEMENT DU VAL DE TOURS.....51

CONCLUSION 55

Annexes

Annexe A : gravures issues de l'ouvrage de Rouille Courbe 56
Annexe B : brèches et inondation du val de Tours en 1846, 1856 et 1866 (cartes).....58
Références : 62

Table des illustrations

Illustration 1: Description du val de Tours (source : DREAL Centre).....6
Illustration 2: Limnigrammes et brèches de la crue de 1846.....11
Illustration 3: Limnigrammes et brèches de la crue de 1856.....15
Illustration 4: Limnigrammes et brèche de la crue de 1866.....19
Illustration 5: limnigrammes en Loire lors de la crue de 1907.....24
Illustration 6: Profil en travers de la digue à Conneuil en 1856 (Guillon 1893).....28
Illustration 7: Profil de la brèche de Conneuil 1856 (AD37 S3396).....28
Illustration 8: Profil en travers de la grande brèche de Rochepinard (AD45 30934).....29
Illustration 9: Localisation et direction de la brèche de la gare du canal en 1856 (Rouillé Courbe).....30
Illustration 10: Profil en long de la brèche de la gare du canal (AD 37 : S4608).....31
Illustration 11: Profil en travers de la brèche de la gare du canal (AD 37 : S4608).....31
Illustration 12: Localisation des brèches du canal (plan issus de l'ouvrage de Rouillé Courbe).....32
Illustration 13: Profil de la digue du canal avant et après confortements (Guillon 1885).....32
Illustration 14: Localisation des brèches dans l'agglomération de Tours en 1856 (carte issue de l'ouvrage de Rouillé Courbe).....33
Illustration 15: Profil de la digue à la Foucurie en 1856 (Guillon 1893).....34
Illustration 16: Brèche de Conneuil de 1866 (AD37 S5081).....36
Illustration 17: Profil en travers de la réparation de la brèche de Conneuil 1866 (AD37 S5081).....37
Illustration 18: Principe de réparation d'urgence de la brèche de Conneuil de 1866 (archive service navigation 37).....37
Illustration 19: MNT (2002) au droit de la brèche de Conneuil de 1866 côté Loire.....37
Illustration 20: Profil en travers de la brèche du Pavillon (1866).....38
Illustration 21: Profils de la digue à la Bise lors de la crue de 1866 (AD45 30909 ; rapport de M Barré).....40
Illustration 22: Quais de Tours aux crues de 1856 et 1866 (Guillon 1885).....41
Illustration 23: Principe de confortement de la levée du canal après la crue de 1866 (AD37 S5273).....42
Illustration 24: Limnigrammes des crues de référence à Amboise.....45
Illustration 25: limnigrammes des crues de référence à Montlouis.....46
Illustration 26: Limnigrammes des crues de référence à Tours.....47
Illustration 27: Localisation du projet du canal de Conneuil « Tours et les inondations depuis le VIième siècle » E Gatian de Clérambault 1910 (BMT cote F819).....50
Illustration 28: Digue du canal (photo du 25 mai 2011).....51
Illustration 29: Gare du canal lors des crues historiques (carte de 1848) et de nos jours.....51
Illustration 30: Pont du chemin de fer traversant le canal (AD 37 S3396).....52
Illustration 31: Passage de la voie sncf dans la digue (Géoportail).....52
Illustration 32: Passage de la voie sncf dans la digue (photo du 25 mai 2011).....52
Illustration 33: Modification du système de protection de la digue aval de Rochepinard (Geoportail).....53
Illustration 34: Modification du système de protection d'un partie des basses levées de Saint Côme (Géoportail).....53
Illustration 35: Modification du système de protection de Saint Genouph et Bertenay (Géoportail).....54

Introduction

À la demande de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Centre (DREAL) et plus particulièrement, du Département Études et Travaux en Loire du Service Loire du Bassin Loire Bretagne (SLBLB / DETL), le Laboratoire Régional de Blois (LRB) a effectué une recherche dans les archives concernant les brèches qui se sont ouvertes dans les digues du val de Tours lors des crues historiques. Cette étude s'inscrit dans le cadre de l'étude de danger de ce val de classe A. Elle a pour objectif d'identifier et de caractériser les brèches qui se sont produites lors des crues historiques de la Loire (1846, 1856, 1866 et 1907). La caractérisation de ces brèches (mécanismes initiateurs, dimensions, durées de formation, …) serviront de base dans les paramètres des modélisations 2D des scénarios de défaillance du système de protection.

Le travail a essentiellement consisté à rechercher et interpréter les documents d'archives de différentes sources :

- archives départementales (Indre-et-Loire et Loiret) ;
- bibliothèques municipales de Tours et d'Orléans (fond Guillon) ;
- archives du Service Navigation d'Indre et Loire (en cours de classification pour un versement ultérieur aux archives départementales) ;
- divers ouvrages généraux traitant de ce sujet (« *Les inondations en France* » de M. Champion en 1858 ; « *Inondations du département d'Indre-et-Loire 1846-1856* » de Rouillé Courbe en 1858 ; « *Le val de Loire* » de R. Dion en 1934 ; « *La Loire, crue et embâcles* » de E. Genselay en 1972), article « *Stratégie d'écrêtement des crues en Loire moyenne - Méthode, limites et impacts* » de A. Bachoc, R. Thépot, N-G Camp'huis (la Houille blanche N°6/7 – 1996) et article « *Les levées de la Loire : des Turcies au plan Loire, huit siècles d'évolution* » de J. Maurin et S. Guillou ; 2004)

Dans un souci méthodologique, les brèches du val de Tours ont tout d'abord été identifiées à partir des cartes du cours de la Loire qui ont été réalisées entre 1848 et 1854 de Vorey (département de la Haute Loire) à St Nazaire, dans le cadre du programme d'étude générale de la Loire consécutif à la crue de 1846. Sur ces cartes sont figurées les localisations des différentes brèches de la crue de 1846 ainsi que l'enveloppe des zones inondées. Les informations relatives aux crues de 1856 et 1866 figurent également sur ces cartes par le biais d'annotations colorées (en rouge ou en jaune selon la crue). Ces cartes apportent également des informations précieuses sur l'état du lit et des ouvrages de l'époque. Contrairement aux conventions habituelles, ces cartes sont orientées avec le Nord en bas de la carte (cf. site du SIEL). Nous les désignons comme les « cartes de 1848 » dans la suite du document.

Après une description du val de Tours et des données utilisées dans le cadre de cette étude, ce rapport présente un historique de l'ensemble des inondations qui ont touché le val de tours afin d'en déterminer les caractéristiques hydrologiques. Dans un troisième temps, une description fine des crues de référence du val de Tours est réalisée (marche de la crue, déroulement des opérations de confortement lors de la crue et enseignements de celle-ci). La quatrième partie de ce rapport aborde plus particulièrement la description des brèches des crues de référence et des aménagements majeurs réalisés. Une comparaison des limnigrammes des crues de référence est alors effectuée. Un point spécifique sur un site particulier est alors abordé avant de présenter le système de protection actuel et ses différences avec le système tel qu'il était lors de crues de référence.

1 Contexte de l'étude

1.1 Description du val de Tours

Le val de Tours (cf. Illustration 1) présente une longueur d'une trentaine de kilomètres sur une largeur comprise entre 1 et 2,5 kilomètres. Il est constitué de deux casiers séparés par la ville de Tours. Celle-ci est protégée des ruptures du val amont par une digue transversale prénommée « la digue du canal ». Le val de Tours est composé des digues :

- de la Loire au Nord en rive gauche du fleuve ;
- du Cher au Sud en rive droite du cours d'eau ;
- du canal[1] entre la digue de la Loire et la digue du Cher à l'amont immédiat de Tours.

Aucun dispositif de déversoir ni de reversoir à l'aval du val n'est présent sur le val.

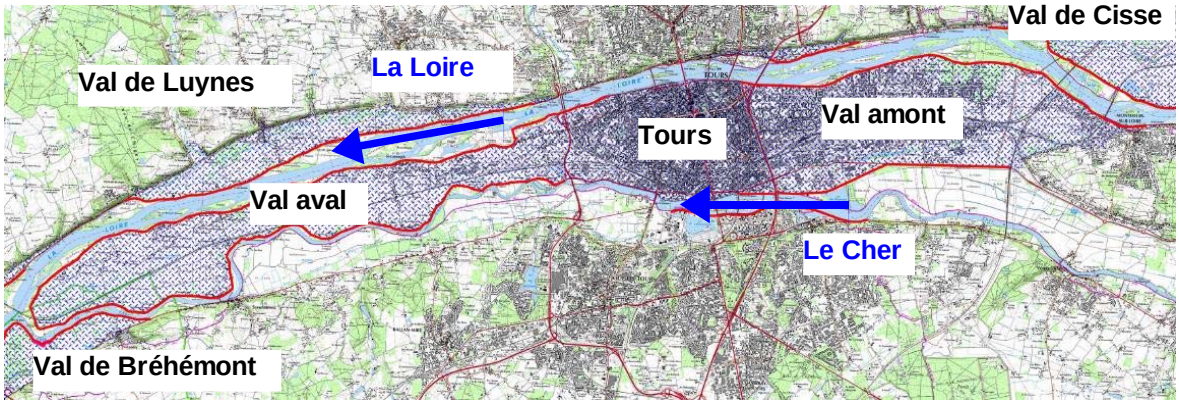


Illustration 1: Description du val de Tours (source : DREAL Centre)

Le val de Tours est situé à l'aval immédiat du val de Cisse situé en rive droite du fleuve. Le val de Luynes est situé également sur la rive droite de la Loire au droit du val aval de Tours. Le val de Bréhémont constitue le val de Loire aval rive gauche en aval du val de Tours. Ce dernier val est séparé de celui de Tours par le débouché moderne du Cher[2]. Le val de Tours ne dispose de nos jours d'aucun déversoir sur son système d'endiguement.

La disposition particulière du val de Tours entre la Loire et le Cher induit un risque de rupture des digues accru par l'un des deux cours d'eau. La compréhension de la marche des crues dans le val de Tours ne peut se réaliser qu'en prenant en compte les brèches qui se sont produites dans le val amont et de la rive opposée. Ainsi, lors de l'analyse des crues historiques, une attention particulière sera portée également sur le val de Cisse et le val de Luynes. Les brèches qui se produisent sur ces vals ont en effet une influence directe sur les lignes d'eau du val de Tours.

1 Le canal de liaison entre le Cher navigable et la Loire situé au droit de l'actuelle autoroute A10 a été construit entre 1824 et 1828 et comblé après la seconde guerre mondiale. Ce canal remplace un ancien canal de liaison qui était situé à l'aval de la ville de Tours.

2 Ce débouché est artificiel et a été creusé par l'homme. Le débouché naturel du Cher se prolonge plus à l'aval dans l'actuel val de Bréhémont.

1.2 Données utilisées

Les données utilisées dans le cadre de cette étude sont d'origine et de nature diverse. Les données de hauteur d'eau aux différentes échelles situées sur le val de Tours sont issues :

- du registre d'observation des hauteurs de Loire de la DIREN Centre (données fournies par le Service de Prévision des Crues Loire Cher Indre) ;
- des limnigrammes issus des différentes archives.

Le registre d'observation des hauteurs de la Loire de la DIREN Centre présente en effet des lacunes qui ont nécessité la prise en compte d'informations complémentaires issues des archives. Ce registre ne fournit que des hauteurs d'eau de la Loire et aucune hauteur d'eau du Cher. Par ailleurs, la crue de 1846 est très peu renseignée. Des limnigrammes bien plus complets et détaillés ont été retrouvés et numérisés pour cette crue. Les crues de 1856 et 1866 restent très bien complétées pour les échelles situées sur la Loire dans ce registre. Ces données ont été utilisées dans la compréhension de la marche de ces crues (après avoir été vérifiées avec les « limnigrammes papier » issus des archives).

Au XIX^{ème} siècle, la gestion des digues de Loire était réalisée par les Ponts et Chaussées dont le service central était situé à Orléans. Dans le cadre de cette étude, les documents du XIX^{ème} siècle de cette institution permettent de bien appréhender les brèches (formation et réparation) qui se sont produites lors de ces trois crues. Les documents généraux de ces services tout comme les documents de « vulgarisation » rédigés par des particuliers sont également intéressants car ils permettent d'avoir une autre approche des crues. Les recherches des archives ont ainsi été réalisées en Indre-et-Loire mais également dans le Loiret.

Les documents techniques des Ponts et Chaussées sont présents aux archives départementales d'Indre-et-Loire et du Loiret. Ces archives traitent de l'ensemble des crues, leur gestion en opérationnel, des réparations et des préconisations ultérieures aux crues en vue d'une meilleure protection du val de Tours. Dans la suite de l'exposé, les notations AD37 et AD45 seront utilisées pour désigner ces sources. Les documents sont triés par liasse.

La médiathèque d'Orléans dispose d'un fond dénommé « Guillon » qui correspond à des archives des Ponts et Chaussées du XIX^{ème} siècle et qui ont été conservées par un ingénieur de cette époque. L'ensemble de ces documents a été versé par ses héritiers à la ville d'Orléans qui a conservé ces archives. Dans la suite de l'exposé, la notation Guillon sera utilisée pour désigner cette source. Les documents sont triés par boîte portant une numérotation.

La bibliothèque municipale de Tours dispose également de quelques documents anciens traitant des inondations de la commune. Ces documents sont des ouvrages généraux. Le bâtiment a malheureusement été détruit en 1940. Une partie des collections a également été détruite à cette même date, ce qui peut expliquer la faiblesse de ses fonds. Dans la suite de l'exposé, la notation BMT sera utilisée pour désigner cette source.

Le Service Navigation d'Indre-et-Loire dispose encore d'archives propres dont un inventaire est actuellement en cours. À l'issue de cet inventaire, une partie des archives sera versée aux archives départementales d'Indre-et-Loire. Les documents issus de ces archives sont également des rapports et des documents des Ponts et Chaussées. Dans la suite de l'exposé, la notation Asubdi sera utilisée pour désigner cette source.

Différents ouvrages généraux ont également été consultés afin de comprendre la marche des crues dans la val de Tours. Le principal ouvrage est « *Inondations du département d'Indre-et-Loire 1846-1856 »* écrit par M. Rouillé Courbe en 1858. Cet ouvrage a été réalisé par un particulier habitant la commune de Tours. Cette personne relate les inondations de 1846 et 1856 qui ont frappé le département. Le style de l'ouvrage est journalistique. Il apporte une vision complémentaire de celle des Ponts et Chaussées. Cet ouvrage de plus de 600 pages précise avec de nombreux détails la crue de 1856 surtout pour la ville de Tours mais également pour l'ensemble des communes d'Indre-et-Loire qui ont été impactées par ces inondations. Cet ouvrage présente peu les caractéristiques techniques des brèches mais apporte une vision globale des crues, des opérations de confortement des levées en opérationnel par les habitants. En annexe de cet ouvrage sont présentés différents documents de la commune de Tours et de l'empereur qui permettent de s'imprégner du ressenti de la population. Cet ouvrage a été entièrement numérisé et est disponible en version informatique à la DREAL Centre. Dans la suite de l'exposé, la notation RCpxx sera utilisée pour désigner cette source.

Un autre ouvrage a également été consulté. Il s'agit de « *Les inondations en France* » de M. Champion écrit en 1858. Cet ouvrage décrit l'ensemble des inondations qui ont frappé la France depuis le VI^{ème} siècle jusqu'à 1858 sur l'ensemble des cours d'eau français. Le cas de la Loire fait partie des cas étudiés mais n'est pas aussi détaillé que l'ouvrage de M. Rouillé Courbe. Dans la suite de l'exposé, la notation Champion sera utilisée pour désigner cette source.

Deux autres ouvrages plus contemporains ont également été consultés. Il s'agit des ouvrages intitulés « *Le val de Loire* » de R. Dion écrit en 1934 et « *La Loire, crue et embâcles* » de E. Genselay rédigé en 1972. Le premier ouvrage est un document présentant une étude de géographie régionale traitant du val de Loire et notamment de ses crues historiques. Ces dernières sont peu renseignées et ne présentent que des aspects généraux. Dans la suite de l'exposé, la notation Dion sera utilisée pour désigner cette source. Le deuxième document traite de la Loire et de ses crues avec une spécificité sur les inondations provoquées par les glaces. Il traite des inondations du val de Tours de façon relativement succincte. Aucun détail technique sur les brèches n'y figure. Dans la suite de l'exposé, la notation Geneslay sera utilisée pour désigner cette source.

Enfin, la thèse de W. Hallbecq a également été consultée. Cette thèse présente une synthèse de l'ensemble des brèches qui se sont produites sur la Loire à l'occasion des crues de 1846, 1856 et 1866. Cet ouvrage tente de dresser une typologie des brèches et de comprendre leur localisation en fonction de différents paramètres et notamment la morphologie locale du fleuve. Le mode de rupture de l'ouvrage est également abordé. Cet ouvrage est très intéressant pour se doter d'une vision d'ensemble des brèches mais il ne permet pas d'aborder les brèches à l'échelle locale au droit d'un val comme celui de Tours. Dans la suite de l'exposé, la notation Hallbecq sera utilisée pour désigner cette source.

2 Inondations du val de Tours

Sans chercher à être exhaustif sur la description des inondations anciennes qui se sont produites sur le val de Tours, les ouvrages généraux consultés à la bibliothèque municipale de Tours permettent de remonter jusqu'au VI^{ème} siècle.

L'ouvrage intitulé *« Les inondations »* de Armand Landrin daté de 1880 (BMT cote E441) présente les références les plus anciennes.

« Dans le courant de l'hiver 575-576, une crue subite et inattendue de la Loire vint mettre obstacle au projet de Roccoline de s'emparer de Tours, qu'il assiégeait. « Le fleuve, enflé par les pluies de son bassin supérieur, sans qu'il tomba une seule goutte d'eau en Touraine, s'offrit une barrière insurmontable à l'ennemi et la ville fut sauvée ». Dans l'espace de onze années, de 580 à 591, Grégoire de Tours constate jusqu'à huit inondations dont la plus terrible fut celle de 585, car elle occasionna une terrible famine. En 752, une crue des plus extraordinaires fit sortir la Loire de son lit. En 852, le 30 juin, les Normands marchaient sur Tours, « lorsqu'une crue du Cher et de la Loire inonda tellement le pays, que leur réunion semblait former un mur, et que la hauteur des flots empêcha l'ennemi d'approcher de la ville ».

Sous la date de l'an 1003 : *« l'hiver fut plus long que de coutume, et il y eu de fortes inondations de pluie. […] Plus que tous les autres, la Loire dépassa tellement ses limites ordinaires, que partout aux environs, elle fit trembler le peuple dans l'attente de la mort […] on crut que c'était le déluge. »*

Belleparest rapporte, sous l'an 1029, une inondation considérable de la Loire. Vers 1150, la Loire subit une grande crue, à laquelle on reporte le changement de direction de son cours en Anjou. En 1309, une inondation renverse les ponts à Tours et en beaucoup de lieux. L'an 1414, le 5 février, *« la rivière de Loire sortant de son lit causa de grands dégâts ».*

L'ouvrage *« Aperçu historique des travaux destinés à protéger la ville de Tours »* de M . Grandmaison daté de 1856 (BMT cote G837) permet de compléter la suite de ces inondations.

« Dans le courant du XVI^{ème} et XVII^{ème} siècle, Tours et sa banlieue furent souvent ravagés par les eaux, notamment en mai 1527, septembre 1586, octobre 1608 et novembre 1628. La Loire, en octobre 1707, passa par dessus le port Luneau, vis à vis de l'église et du cimetière de Saint Pierre des Corps ».

L'ouvrage *« Tours et les inondations depuis le VI^{ème} siècle »* de E. Gastian De Clerambault daté de 1910 (BMT cote F819) complète ces inondations. Les épisodes de débâcles nombreux ne sont pas indiqués dans ce rapport mais mentionnés dans le texte.

« Le 14 juin 1709, la Loire s'ouvrant un large passage dans la levée près de Conneuil, se réunit au Cher. Le 11 novembre 1710, sept autres brèches occasionnèrent de nouveaux ravages. En 1711, 1715, 1716 et 1747 surviennent quatre crues de la Loire sans dégâts. En 1712, un débordement du Cher inonda les varennes. En 1733, la Loire et le Cher, accrus par des pluies persistantes, aux mois de mai et de juin « passèrent au dessus du déchargeoir vis à vis la ville aux Dames ». « Les 4, 5 et 6 décembre 1755 les levées s'étant rompues au port Luneau, les eaux envahirent les faubourg Saint Pierre des Corps. Le 29 décembre 1758, une autre crue se produit. Le niveau de la Loire s'élève aussi haut qu'en 1755. Le 10 juin 1766, un débordement du Cher ruina les Varennes et menaça la ville. La Loire monta, le 1er janvier 1770, […] et le 21 du même mois, la levée faillit être emportée au dessus de Saint Pierre des Corps. Des pluies abondantes survenues en 1782 et 1783 causèrent des débordements. Le 14 novembre 1790, une nouvelle crue, qui dévasta le val à Amboise et à Berthenay, menaça la ville. Les eaux s'élevèrent […] comme en 1755 ».

De nombreuses crues sont mentionnées au début du XIX^{ème} siècle. Elles n'ont pas occasionné de dégâts. Le canal de jonction a été commencé en 1824 et fut terminé en 1828. Les crues de 1846, 1856 et 1866 se succèdent et causent des dégâts très importants. Depuis cette époque, il ne se produisit que des crues relativement peu considérables, et qui n'occasionnèrent aucun dégât dans la ville. Le 25 octobre 1872, la Loire atteignit 5m67, le 22 octobre 1907 5m60 et le 27 janvier 1910 3m87. L'ouvrage de M. Champion confirme ces dates pour les crues antérieures à 1856.

De par le passé, la ville de Tours a été inondée à de nombreuses reprises par les écoulements de la Loire, du Cher et des deux cours d'eau réunis. Des ouvrages de protection (turcies puis levées) ont été petit à petit édifiés, consolidés et exhaussés de façon à pouvoir protéger les populations des inondations, sources de famine et de nombreux dégâts. Le système de protection actuel qui constitue la protection du val de Tours, objet de cette étude, date depuis le début du XIX^{ème} siècle. Trois crues importantes se sont produites en 1846, 1856 et 1866 occasionnant de nombreuses brèches et des dégâts dans le val. Comme

on l'a vu, depuis ces épisodes, aucune crue importante ne s'est produite. Il s'agit donc des épisodes de référence de cette étude. Une étude détaillée de ces 3 crues ainsi que celle de 1907 (n'ayant généré aucun dégât dans le val de Tours) est réalisée dans ce rapport.

En dehors de la sélection des épisodes de référence, cette rapide recherche des épisodes de crues anciens renseigne sur :

- l'hydrologie des crues à Tours : les dégâts sont liés à la Loire, au Cher ou à la concomitance des deux crues ;
- les périodes des inondations à Tours : tous ces évènements se produisent en automne et au début de l'hiver (de septembre à janvier) ou en mai-juin (nombreuses références).

3 Description des crues de référence du val de Tours

3.1 Crue de 1846

3.1.1 Marche de la crue

La crue de 1846 s'est produite fin octobre 1846. Il s'agissait d'une crue d'origine cévennole. Les écoulements du Cher n'étaient vraisemblablement pas importants. En effet, aucun témoignage des débordements de ce cours d'eau dans le val de Tours n'a été retrouvé pour cette crue.

La carte de 1848 indique la présence de 6 brèches dans le val aval de Tours dont une sur les basses levées à l'aval immédiat de Tours (petite levée de Saint Côme). Trois brèches dans les levées de premier rang constituent des brèches entrant dans le val aval :

- deux brèches sur le site de « La Bise » ;
- une brèche sur le site de « La Foucurie ».

Deux brèches en retour dans les levées de premier rang vers le Cher et vers la Loire à l'aval du val sont également indiquées. La description fine de ces différentes brèches est présentée dans la section suivante. Seul le val aval est inondé par des brèches. Le remous ne remonte pas jusqu'à Tours mais Saint Genouph et Berthenay sont inondés.

La chronologie des évènements qui se sont produits lors de cette crue sur le val de Tours est la suivante :

- 22 octobre à 8h15 : Brèche à Amboise ;
- 22 octobre entre 20 et 21h : 2 brèches de la Bise ;
- Entre le 22 octobre 21h et le 23 octobre 03h ; maximum de la Loire à Tours : 7m15 ;
- 23 octobre (sans heure) brèche à la Foucurie ;
- 23 octobre entre 14 et 15h : brèches en retour vers le Cher et vers la Loire.

La figure 2 présente les limnigrammes de la crue de 1846 (source Guillon 1889) ainsi que les brèches du val de Tours et de Cisse.

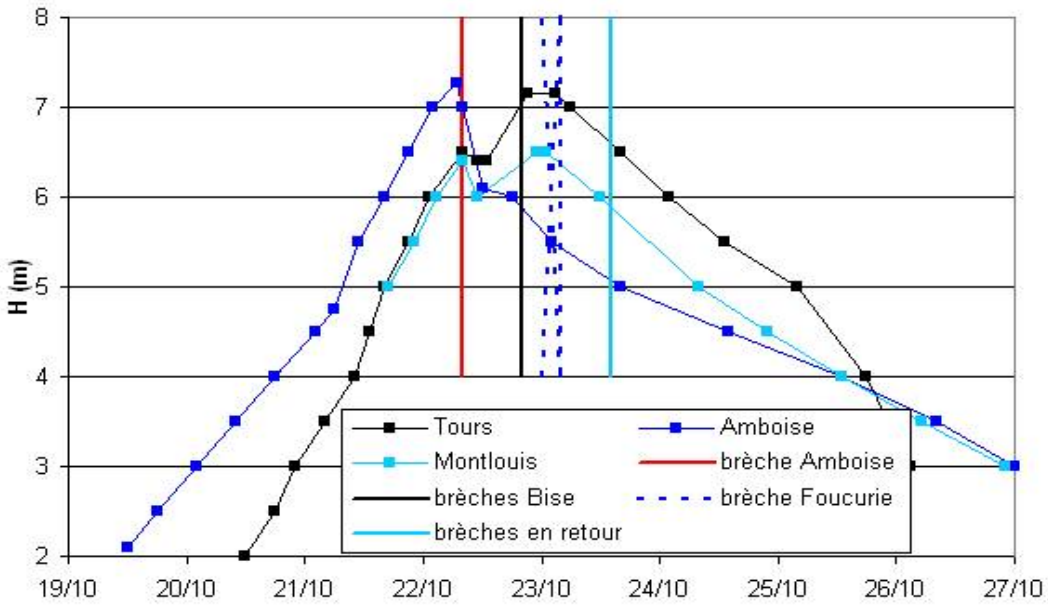


Illustration 2: Limnigrammes et brèches de la crue de 1846

Cette crue ne dispose que d'une mesure journalière dans les données issues du SPC LCI. Des limnigrammes plus complets ont été retrouvés au fond Guillon. La figure 2 en présente une numérisation. A Tours, une petite décroissance des hauteurs lors de la montée de crue est observée. Cette légère décroissance est due à l'impact de la brèche d'Amboise. Après cette baisse temporaire à Tours et à Montlouis, un exhaussement se produit du fait du retour des écoulements du val de Cisse dans la Loire. Ce retour induit un deuxième pic qui marque la pointe de la crue à Tours. A Montlouis, le deuxième pic (induit par remous) est de la même ampleur que le premier. Les brèches du val aval se produisent à la pointe de la crue à Tours.

La figure 2 montre l'impact de la brèche d'Amboise (et des écoulements dans le val de Cisse) sur les écoulements dans le val de Tours. Bien que le val de Cisse ait été inondé, aucune brèche dans le val amont (site de Conneuil) ne s'est produite (comme lors des crues de 1856 et 1866). Le val de Luynes n'a présenté aucune brèche.

3.1.2 Déroulement des opérations de confortement durant la crue

La crue de 1846 constitue la première des crues historiques de la Loire. Très peu de documents des Ponts et Chaussées ont été retrouvés. Les descriptions les plus détaillées des inondations de 1846 dans le val de Tours sont présentées dans les ouvrages généraux notamment dans l'ouvrage de M. Rouillé Courbe. L'auteur de cet ouvrage décrit les efforts importants qui ont été apportés pour exhausser les levées protégeant la ville de Tours et son val. L'organisation des travaux de défense des levées lors de la crue ne semble pas avoir été préparé. Certains égouts ont notamment été laissés ouverts par « négligence ». La technique des sacs de terre utilisés depuis 1836 lors d'inondations en Hollande et en Belgique est utilisée. Dans l'urgence, des sacs de toile sont constitués puis remplis pour conforter les levées.

M. Rouillé Courbe a vraisemblablement été mobilisé sur les levées qui constituent les actuels quais de Tours. Il présente les travaux de confortement des autres secteurs sans y avoir participé. Il traite notamment des digues de Saint Pierre des Corps, de la levée du canal avant la gare du canal. Les levées ont été confortées. De nombreuses infiltrations et renards sont présents sur ces levées. Le mail Heurteloup est recouvert d'eau (de 25 à 30 cm le 22 octobre au soir) jusqu'à la rue royale (actuelle avenue de Grammont). La levée qui referme le canal a *« par un bonheur inattendu »* résisté *« aux flots furieux qui s'y précipitaient »*. Malgré tout, *« on voyait sur différents points du Mail près du canal, l'eau sortir à gros bouillons »*.

Une brèche est indiquée le 22 octobre à 21h sur la levée de Saint Pierre des Corps. Rouillé Courbe, page 16, indique : « *La levée de la Loire, qui présentait une largeur de 13 m au lieu de l'infiltration, se trouvait réduite à 6 mètres par les corrosions, et la partie immergée par la Loire avait seule résisté ».* Cette incident « *a été causé par un ancien égout mal fermé ».* Compte tenu de ces descriptions, il semblerait que cet incident n'ait pas engendré une brèche complète de la levée. Cette hypothèse se confirme par le fait qu'elle a pu être bouchée par de la terre et des pierres, le lendemain matin à 11h. La localisation exacte n'a pas été retrouvée (ni sur la carte de 1848 ni dans les documents des Ponts et Chaussées).

Lors de la crue de 1846, de nombreux efforts ont été portés sur les digues de Tours ainsi que celles de Saint Pierre des Corps. L'entrée du canal de jonction de la Loire vers le Cher présente un point faible dans le dispositif de protection de la ville de Tours. En effet, les écoulements de la Loire se précipitent dans la gare du canal et induisent de nombreuses infiltrations dans la levée protégeant la ville de Tours. Cette levée a tenu lors de la crue mais aurait pu générer de grands dégâts à la ville de Tours si elle s'était effondrée.

Les ruptures qui se sont produites dans le val aval sont perçues par M. Rouillé Courbe comme celles qui ont *« sauvé Tours des inondations »*. Compte tenu de leurs localisations à l'aval de la ville, l'impact de ces brèches sur les niveaux de la ville de Tours est nul ou très faible.

Certaines sources (Geneslay, W Hallbecq et d'autres documents) indiquent que la levée s'est rompue à Conneuil lors de cette crue. Il s'agit de documents ayant été écrits plusieurs décennies après cet épisode de crue. En plus du fait qu'aucune brèche n'est indiquée sur la carte de 1848, le seul document des Ponts et Chaussées datant de cette date (source AD 45 liasse 30890) indique pour le site de Conneuil les informations suivantes : *« des filtrations sont observées entre le pont du chemin de fer et la ferme de Conneuil. Ces écoulements n'ont rien d'inquiétant pour la tenue de l'ouvrage et ont été régulièrement observés pour les anciennes crues sur ce site ».* Il est donc vraisemblable qu'aucune brèche ne s'y soit produite lors de cette crue.

3.1.3 Retour d'expérience de la crue

M. Rouillé Courbe indique en conclusion de cette crue que les habitants de la ville de Tours souhaitent la constitution de quais protégeant Tours permettant un report des travailleurs sur d'autres parties des levées en cas des crues de la Loire. Les hauteurs d'eau importantes de la Loire sont imputées aux aménagements qui ont été réalisés en Loire afin de rendre le fleuve navigable. La navigation, de part les chevrettes et la présence du canal et de sa gare coté Loire, est mal perçue par les habitants qui « préfèrent » le transport par le chemin de fer. Le chemin de fer est en effet tout récemment arrivé avec la liaison Orléans-Tours dont l'inauguration avait été réalisée dans l'année 1846. La gare d'Amboise, toute neuve, située à l'aval immédiat de la brèche a été complètement détruite. Enfin, les habitants de Tours « regrettent » les anciens remparts démolis lors de la réalisation du canal et pour la construction du mail Heurteloup. Ces anciens remparts protégeaient la ville de Tours en cas de débordement de la Loire dans la plaine du Cher.

Les brèches du val aval se situe dans le remous du viaduc de chemin de fer de Cinq Mars la Pile, dont le débouché hydraulique est insuffisant. Celui-ci est augmenté par l'ajout d'un ouvrage de décharge en rive droite du fleuve au droit de l'emplacement d'un remblai dans le lit majeur endigué. Le Ministre ordonne en effet d'ajouter au pont de Cinq-Mars, déjà terminé, deux arches sur la rive droite et d'exhausser ces terrassements (Assemblée générale du 17 décembre 1847) selon l'ouvrage de M. Champion.

3.2 Crue de 1856

3.2.1 Marche de la crue

La crue de 1856 s'est produite entre la fin du mois de mai et le début du mois de juin. Elle correspond à un épisode de pluie de type mixte. Une crue cévennole s'est vraisemblablement tout d'abord produite sur la partie amont du bassin versant de la Loire et de l'Allier. Cet épisode de pluie local a été appuyé dans un deuxième temps par une pluviométrie de type océanique induisant des crues importantes des différents affluents de la Loire dont le Cher et la Vienne.

Sur le val de Tours, la crue de 1856 débute par la crue du Cher dont les hauteurs sont les plus importantes jamais observées. La pointe de la crue du Cher se produit plus de 24 heures avant la pointe de la crue de la Loire. La crue de 1856 a généré des brèches sur l'ensemble des digues du val de Tours. Tout le val a été touché par des inondations rapides (liées à des brèches).

La carte de 1848 indique la présence de ces brèches.

Dans le val amont, sont indiquées :

- une brèche en Loire sur le site de Conneuil ;
- une brèche dans la digue de Rochepinard en retour vers le Cher sur le site de l'Ouche Paris ;
- une brèche vers Saint Pierre des Corps dans l'entrée coté Loire du canal de jonction ;
- trois brèches dans la levée du canal.

Dans Tours, trois brèches sont indiquées sur la levée du Cher et sur l'avenue de Grammont.

Dans le val aval, deux brèches d'entrée sont mentionnées sur le Cher à Savonnières et sur la Loire à la Foucurie.

Deux brèches de sortie à l'aval du val de part et d'autre de la ligne de chemin de fer sont également indiquées. La description fine de ces différentes brèches est présentée dans la section suivante.

A l'aide des archives, la chronologie des évènements qui se sont produits lors de cette crue sur le val de Tours a pu être établie. Les dates et heures des évènements sont similaires selon les sources.

- 2 juin 16h : 2 brèches du Cher de la levée de Rochepinard (Rouille Courbe et Guillon 1890) ;
- 2 juin 21h (Coulon et Guillon 1890) ou 23h (Rouille Courbe) : brèche de Savonnières ;
- 2 juin 23h (Coulon) : brèches en retour vers la Loire et le Cher ;
- 3 juin 12h : brèche d'Amboise ;
- 3 juin 21h : brèche d'Ecures et brèche du val de Bréhémont ;
- 3 juin 21h30 : brèche de la gare du canal ;
- 3 juin 23h : le pont de la gare du canal s'écroule et crée une autre brèche ;
- 3 juin 23h30 - minuit : brèche de Conneuil ;
- 3 juin 23h30 : brèches de la digue du canal ;
- 4 juin à 2h30 : l'onde de la brèche de Conneuil arrive au canal ;
- 4 juin à 3h : les brèches de la digue du canal sont finalisées ;
- 4 juin 3h : brèche de la Foucurie ;
- 4 juin à 4h30 – 5h : rupture du pont de Nantes sur l'avenue de Grammont (pont sanitas) ;
- 4 juin 13h : le pont de Savonnières s'écroule.

La figure 3 présente les limnigrammes de la Loire (source DIREN Centre) et du Cher (AD 37

S4618) ainsi que les différentes brèches du val de Tours et du val de Cisse.

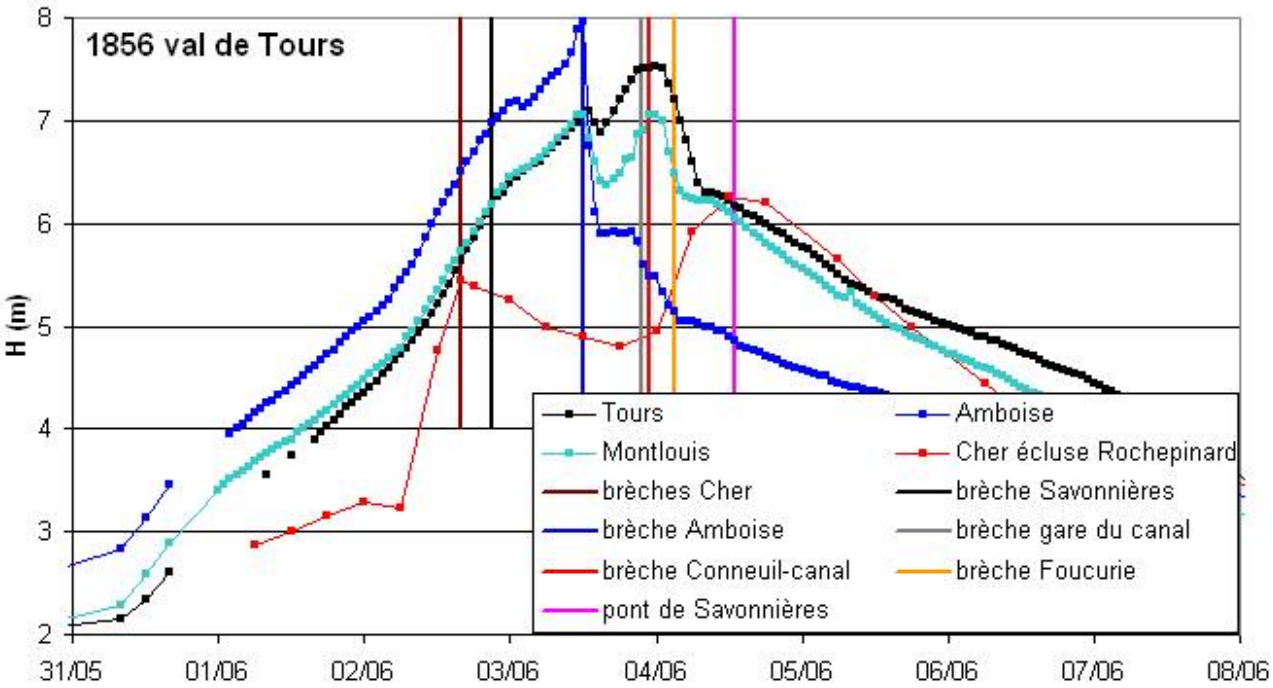


Illustration 3: Limnigrammes et brèches de la crue de 1856

Chronologiquement, le Cher présente une pointe de crue le 2 juin 1856. Les digues de Rochepinard cèdent à la pointe de la crue inondant ainsi le val amont. Cette crue engendre également une défaillance du val aval puisqu'une brèche se produit le même jour à Savonnières. Le 3 juin, les écoulements du Cher à Tours décroissent mais le débit de la Loire augmente de façon inquiétante. Une brèche se produit dans le val de Cisse à Amboise. Cette brèche induit une faible décroissance de la ligne d'eau à Tours. Les écoulements du val de Cisse se jettent ensuite dans la Loire à Vouvray. Ces écoulements induisent une reprise de la hausse des hauteurs d'eau. Cette hausse crée une brèche dans la gare du canal puis dans la digue de la Loire à Conneuil. Le val de Saint Pierre des Corps et de la ville aux Dames qui était rempli depuis plus de 24 heures par les brèches du Cher présente un nouvel accroissement de la ligne d'eau. La digue du canal ne peut plus contenir ces hauteurs d'eau et rompt en même temps que la brèche de Conneuil. Tours est alors inondé. Dans le val aval, la brèche de la Foucurie se produit à la pointe de la crue dans un val également déjà inondé par le Cher. Les écoulements du Cher gonflés par la brèche de Conneuil et de la gare du canal présentent une deuxième pointe plus importante que la première. Le pont de l'avenue de Grammont, puis celui de Savonnières ne résistent pas à ces écoulement et s'écroulent.

Le val de Luynes n'a présenté aucune brèche mais la moitié de son val aurait été inondé par remous des eaux pénétrant par le débouché de la Bresme. De nombreuses filtrations y ont également été observées sans brèche. Le val du vieux Cher a été inondé par une brèche qui s'est produite le 3 juin à 21h (Rouillé Courbe et Coulon).

3.2.2 Déroulement des opérations de confortement durant la crue

L'ouvrage de Rouillé Courbe présente les différentes opérations qui ont été menées au fur et à mesure du déroulement des crues du Cher puis de la Loire. Dans cet ouvrage, une description des événements jour par jour est réalisée. La chronologie qui suit en présente une synthèse. Ces éléments sont confortés par un rapport des Ponts et Chaussées (AD37 S4604) ainsi que les différents ouvrages généraux consultés à la bibliothèque municipale de Tours.

Le dimanche 1er juin, les travaux sont réalisés sur la digue de Rochepinard. La levée avait d'ores et déjà été éprouvée par une crue importante qui s'était produite mi-mai. Les opérations de confortement consistent en une sur-élévation de la levée d'un mètre et le déploiement de toiles le long des digues fixées par des piquets en crête pour protéger la digue. Fort des expériences de la crue de 1846, les égouts traversant l'ensemble des digues de la Loire et du Cher sont bouchés.

Le lundi 2 juin, les travaux se poursuivent sur la levée de Rochepinard. 1200 hommes (dont 200 colons de Mettray[3]) sont déployés sur ce chantier ainsi que sur la digue du canal. A 17h, les chantiers de Rochepinard sont abandonnés car une brèche s'était produite sur la levée. Les efforts sont reportés sur les levées du canal, de Montlouis et de la gare du canal car la Loire monte toujours et devient préoccupante.

Le mardi 3 juin, à 5 heures du matin, de nombreuses infiltrations sont observées sur les levées dans Tours en face de la rue de la paix et du carroir des tanneurs. Les quais de Tours sont consolidés et sur-élevés dans la journée du 3 juin de l'abattoir à la gare du canal. La sur-élévation est réalisée avec des sacs de sable recouvert d'une toile pour conforter l'ensemble. La protection présente une largeur de 2 m à sa base et la toile doit résister aux courants. Vers 15h, le Cher est descendu et son niveau est 2 m plus bas que celui de la Loire. Les ingénieurs souhaitent constituer un déversoir près de *la Bonde* (proche de la brèche) pour permettre une évacuation plus rapide des eaux du val inondé. Le déversoir n'a pas été réalisé par manque de temps mais il aurait pu empêcher la formation des brèches du canal. A 17h, les eaux atteignent le tablier du pont Saint Symphorien et le dépasse de 40 à 50 cm sur les berges. A 18h30, le tablier rive droite menace de s'effondrer (et de détruire l'ouvrage). Une vague de panique s'empare des travailleurs qui craignent l'apparition d'une brèche dans Tours en cas de rupture de l'ouvrage. Le tablier est consolidé en urgence. Le pont reste sauf. A 21h30, une brèche se produit dans la gare du canal[4] du côté de Saint Pierre des Corps. Elle est finalisée à 22h30. Une heure plus tard, le pont qui traversait le canal du coté de la Loire s'effondre et génère une deuxième brèche sur ce site. Les quais au niveau de la levée de la Poissonnerie étaient prêts à rompre malgré les consolidations larges de 3 m seulement qui avaient été mises en œuvre par les riverains. Léon Cazeaux, dans son ouvrage *« Inondations de Tours »* daté de 1856 (BMT cote F975), loue le courage de ces hommes sans qui une autre partie de Tours aurait été inondée (comme en 1846).

Le mercredi 4 juin, des travaux incessants sont réalisés sur la digue du canal au droit de l'écluse pour protéger à tout pris la digue du côté de Tours. La brèche de la gare du canal s'est en effet produite du coté de Saint Pierre des Corps mais elle a induit des courants importants dans la gare du canal. Ces courants constituent un risque d'affouillement de la levée protégeant Tours. « *Toutes les voiles qu'on pu se procurer furent employées à l'instant même à protéger les parties les plus corrodées des talus. Deux bateaux chargés de pavés furent échoués au pied de la levée dans l'endroit le plus affouillé. […] Il s'agissait en, effet de défendre une levée dans laquelle d'énormes éboulements se faisaient à chaque instant sur une longueur de plus de 200 mètres. Sur cette longueur une partie de 30 mètres environs s'est retrouvé appuyée à son pied par des restes d'anciens murs de ville » (*AD37 S4604).

Dans la nuit du 4 au 5 juin, Rouille Courbe indique que des vents violents et une pluie battante se sont abattus sur Tours. Les arbres présents sur la levée de la gare du canal protégeant Tours ont été coupés dans l'urgence. Ils menaçaient en effet de tomber et de créer ainsi une brèche. Dans la journée de jeudi, ce secteur est encore conforté par des sacs de terre, des pavés et des moellons couverts de toiles. Malgré la baisse du niveau de la Loire, ce secteur reste sensible car un courant fort est encore présent devant la levée. Vers 23 heures, un ouragan se produit et menace la stabilité des protections non stabilisées. La tempête cesse à 2 heures du matin et les confortements de la levées reprennent. « *De cette levée , qui touche au mail et aux remparts, et dont la largeur était de 20mètre au moins, il ne restait plus qu'une épaisseur de soixante dix centimètres, et il est probable que tout eut été emporté, sans les débris de nos anciens forts de la Madeleine* (Rouille Courbe page 95). *Si la Loire avait pris son cours dans cette partie de la levée, avec une chute de quatre mètres, rien n'aurait pu résister, et le midi de la ville aurait pu être*

3 Colonie pénitentiaire de Mettray.

4 La gare du canal constituait l'entrée du canal de jonction du côté de la Loire. Cette zone (décrite dans le chapitre 7) était constituée de quais sur lesquels des embarcations pouvaient stationner en attendant de passer l'écluse et ce, à l'abri des écoulements de la Loire. En 1856, cette entrée était en contact direct avec la Loire. Le système d'endiguement contournait cette « enclave ».

détruit entièrement dans la nuit du jeudi au vendredi » (Rouille Courbe page 96).

Vendredi 6 juin, enfin, la situation est maîtrisée. L'empereur arrive le samedi 7 juin à Tours et prononce notamment ces paroles au maire de Tours : « *Tours ne peut pas périr, Tours ne périra pas, mon gouvernement fera l'impossible même ».*

Lors de l'inondation de 1856, M. Rouillé Courbe était parmi les ouvriers qui ont travaillé au confortement de la levée du canal en face de la brèche de la gare du canal ce qui explique les nombreux détails de ces opérations. Dans une autre section de l'ouvrage, il présente le déroulement de la crue sur les autres communes du département en rapportant les témoignages.

A la commune de Saint Avertin, la crue du 13 mai précède la crue du 2 juin. La crue du 2 juin est 40 cm plus haute que celle du 13 mai. Après le déversement de la Loire dans le Cher (brèche de Conneuil), la différence maximale monte à 95 cm.

A l'usine de Rochepinard, la crue du Cher du 2 juin est monté à 5m45 contre 6m65 avec les écoulements de la Loire. Le 3 juin à 9 heures, un renard au pont du chemin de fer est découvert. Ce dernier est comblé rapidement. Les pertes de charge liées au remblai du chemin de fer de Bordeaux sont importantes : 70 cm pour la crue du 13 mai et de 1m10 pour la crue du 2 juin.

La route de Grammont forme un deuxième obstacle aux écoulements dans Tours : deux brèches s'y forment : la première du côté du Cher (présente sur la carte de 1848) et la deuxième au droit du pont de l'Archevêque (non indiquée sur la carte de 1848).

Le pont de Nantes (actuel pont Sanitas) s'effondre le 4 juin entre 4h30 et 5 h du matin. Lié à cette rupture, la levée du Cher en amont s'ouvre par une brèche (présente sur la carte de 1848).

Sur le site de la Tuilerie, une surverse sans brèche sur 60 mètres de longueur s'est produite. La digue était constituée de tuiles et a résisté à la surverse. Aucune information sur l'heure de cette surverse n'est indiquée mais ce constat est confirmé par un rapport des Ponts et Chaussée (AD45 30890).

Sur la commune de Savonnières, une brèche en aval du pont se forme le lundi 2 juin à 21h. Quatre zones sensibles supplémentaires sont renforcées en urgence : les Perraults, le Liuterie, la Brèche et vers le bourg à 300- 400m en amont du pont. Le mercredi 4 juin à 13h, le pont de Savonnières s'écroule.

Le mardi 3 juin vers 21h, une brèche se produit au bec du Cher dans le val de Bréhémont.

Rouillé Courbe traite également très rapidement de la brèche de la Foucurie à Saint Genouph. Le val était d'ores et déjà inondé par la brèche de Savonnières.

3.2.3 Retour d'expérience de la crue

A la suite des inondations de 1856, les Ponts et Chaussées ont réalisé des rapports suite notamment aux sollicitations de l'empereur (Guillon 1893). Le contexte de l'époque se caractérise très bien par une citation de l'empereur présentée sur la première page de l'ouvrage de Rouillé Courbe : « *Je tiens à honneur qu'en France, les fleuves comme la révolution rentrent dans leurs lits et qu'ils ne puissent plus en sortir »* - Discours de Napoléon III à l'ouverture de la session législative, le 17 février 1857. Les ingénieurs tous puissants pouvant dompter la nature par des grands aménagements est alors une notion communément admise par les populations. Par ailleurs, le contexte de ces années est également marqué par le développement massif du chemin de fer qui supplante la navigation fastidieuse en Loire. Les anciens aménagements lourds qui avaient été réalisés dans le cadre de l'amélioration des voies de communication fluviales sont fustigés au profit des aménagements tout aussi conséquents mis en œuvre pour la réalisation des voies ferrées. Les voies de chemin de fer sont nettement prioritaires aux voies fluviales. C'est dans ce dernier contexte que sont notamment abordés les questions du canal et de l'encombrement du lit de la Loire.

Le canal :

Le canal de jonction entre la Loire et le Cher est considéré par la plupart des habitants comme le seul responsable de l'inondation de la ville de Tours. Rouillé Courbe préconise son comblement et son remplacement par une levée importante surplombée d'une promenade. Des rapports des Ponts et Chaussées (Archives du service Loire 37) expliquent que la « digue du canal » n'a pas été construite comme une levée. Il s'agit plutôt d'un chemin de halage ou d'un remblai des matériaux excavés lors de la réalisation du canal. En cas de la rupture de la levée du Cher, il est possible d'exhausser la digue du canal et de protéger Tours (deuxième ligne de défense). Lors de la rupture de la digue de la Loire à Conneuil en plus des brèches de Rochepinard, la digue du canal n'a pas tenu car elle était trop basse.

Plutôt que de combler le canal (ce qui paraît complètement irréalisable compte tenu de la navigation), un projet de confortement de cette levée est envisagé pour rendre cette levée insubmersible. Par ailleurs, il est préconisé la mis en place d'un ouvrage battardable du côté de l'écluse en Loire pour empêcher les courants de Loire de pénétrer dans la gare du canal et de rompre ses digues (du côté de Saint Pierre des Corps ou de Tours).

L'encombrement du lit de la Loire :

La population de Tours considère que les digues transversales (chevrettes) et les îles boisées encombrent la Loire et nuisent à son bon écoulement. Il est notamment rappelé : « *si nous nous reportons aux différents édits des siècles précédents, il était défendu sous peine d'amende (les parents en étaient responsables), de jeter des cailloux et des pierres dans les fleuves et dans les rivières. De fréquentes ordonances, et en dernier lieu le règlement général sur les turcies et les levées, publié en 1783, défendaient de jeter des pierres dans la Loire et de faire des plantations sur les iles et les grèves […], en exhaussant le fond et en diminuant la capacité de son lit* ». Rouillé Courbe p 558.

Outre le confortement et l'exhaussement des levées, les Ponts et Chaussées préconisent la construction de nombreux déversoirs sur l'ensemble du linéaire de la Loire (rapport de l'ingénieur Comoy de 1859 : Guillon 1882 ; AD37 S4604) dont deux dans le val de Tours :

- Le premier dans le val amont à Conneuil associé à la constitution d'une vraie ligne de défense de second rang sur la levée du canal ;
- Le deuxième dans le val aval.

La population n'est pas favorable à la constitution d'un déversoir sur le site de Conneuil mais l'est plus à la réalisation du deuxième. Un déversoir dans le val amont induirait un risque d'inondation de la ville de Tours non tolérable. La réalisation du déversoir de Conneuil ne sera jamais effectuée.

La population de Tours réclame fortement la construction de quais conséquents pouvant protéger la ville de Tours des inondations de la Loire. Après la crue de 1846, de gros problèmes avaient été identifiés sur ces derniers. Des projets consistant à réaliser des quais murés sur tout le linéaire (projet 1) ou sur une portion du linéaire (projet 2) ont été constitués. L'un de ces projets aurait pu être réalisé en 1854 mais n'a finalement pas été réalisé. Les quais auraient pu permettre la protection de la ville et le déploiement des hommes sur les digues de Montlouis, du canal et de Rochepinard. Ces travaux seront réalisés avant la crue de 1866.

Enfin, lors de la crue de 1856, les ouvrages de franchissement du Cher ont montré leur faiblesse. Les pertes de charge des voies ferrées et du pont de Nantes sont très importantes. L'augmentation de leurs débouchés s'avère nécessaire (Rapport de Comoy AD37 S4604).

3.3 Crue de 1866

3.3.1 Marche de la crue

La crue de 1866 s'est produite fin septembre. Il s'agit d'une crue d'origine cévennole. Les écoulements du Cher n'étaient vraisemblablement pas importants. Selon un tableau comparatif des crues de 1826, 1846, 1856, 1866 et 1872 (AD 45 30909), en 1866, le Cher présentait une légère crue (débit estimé à 557 m^3/s dont la pointe serait légèrement en retard avec la pointe de la Loire contre 1690 m^3/s en 1856 un jour avant la pointe de la Loire). Un relevé des hauteurs maximales du Cher à Noyers sur Cher (41) (trouvé dans le fond Guillon 1884) indique que la crue du Cher de 1866 (3 m) est la onzième plus forte entre 1856 et 1897 (la crue de 1856 est la plus forte avec 4m36). Cette crue est donc bien plus faible que celle de 1856.

Hormis les nombreuses brèches sur la levée de Rochepinard, la carte de 1848 indique la présence de 9 brèches dans le val de Tours dont quatre se sont produites sur les basses levées à l'aval de Tours. La principale brèche se situe à Conneuil sur le val amont. Une partie des écoulements de la Loire s'est alors reportée sur le Cher générant de nombreuses ruptures de la levée de Rochepinard. Dans le val aval, aucune brèche ne s'est produite du côté de la Loire mais deux brèches se sont produites du côté du Cher (le Pavillon et la Saintrerie). Deux brèches en retour se sont également formées à l'aval du val en retour vers le Cher et la Loire.

La chronologie des évènements qui se sont produits lors de cette crue sur le val de Tours est la suivante :

- 28 septembre à 7h25 brèche d'Amboise ;
- 28 septembre à 20h20 brèche de Conneuil ;
- 29 septembre à 2h surverse de la levée de Rochepinard ;
- 29 septembre de 12h à 15h brèches des digues du Cher au Pavillon et à Savonnières (la Saintrie) ;
- 29 septembre à 18h brèches en retour vers le Cher (Bois des plantes) et la Loire (l'Arche aux Moines).

La figure 4 présente les limnigrammes de la crue de 1866 ainsi que les brèches du val de Tours et de Cisse.

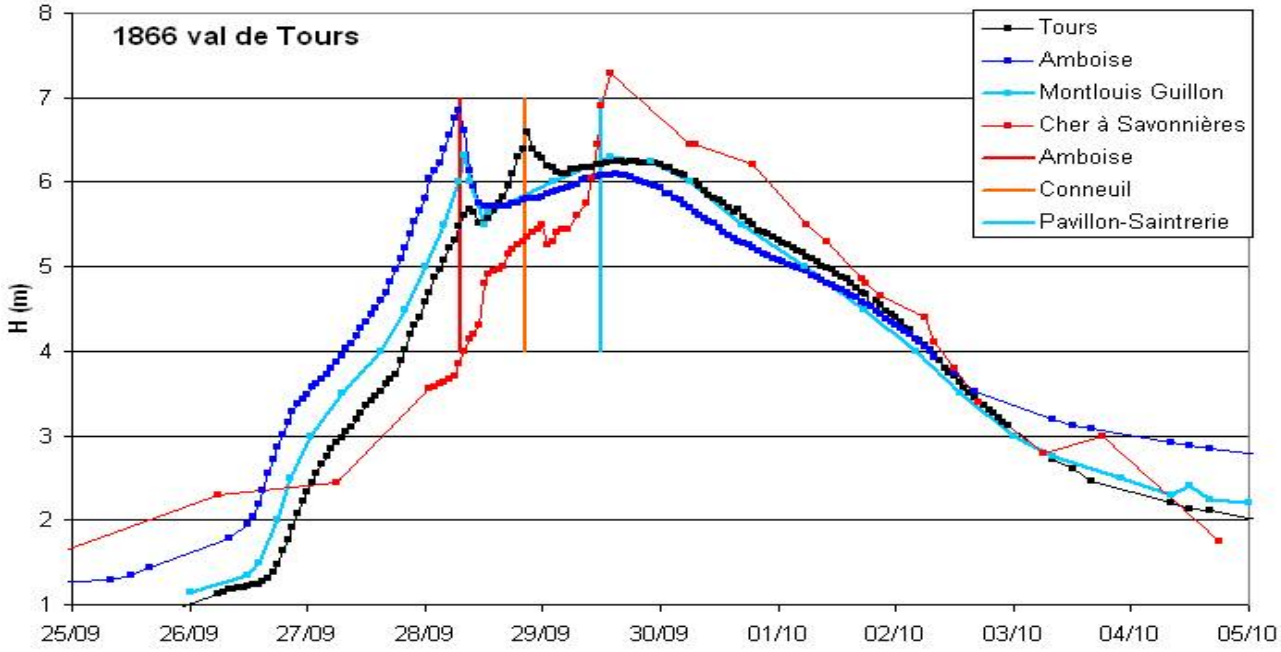


Illustration 4: Limnigrammes et brèche de la crue de 1866

Les limnigrammes de Tours, d'Amboise et de Montlouis proviennent de la DREAL Centre. Une comparaison de ces valeurs avec les limnigrammes du fond Guillon (1889) a été réalisée et a permis de constater une erreur dans la valeur de la première pointe à Montlouis. La valeur de cette dernière est de 6m31 (fond Guillon) contre 5m31 sur les données de la DREAL. Il semblerait qu'il y ait eu une erreur de saisie de cette valeur. Hormis cette erreur, les limnigrammes correspondent. Les hauteurs d'eau du Cher à Savonnières sont issues des archives 45 (AD45 liasse 30909). Les hauteurs d'eau de ce cours d'eau à l'échelle de l'écluse de Rochepinard n'ont pas pu être retrouvées pour pourvoir effectuer une comparaison avec 1856.

La figure 4 montre très clairement l'impact de la brèche d'Amboise sur les limnigrammes d'Amboise, Montlouis puis Tours. Cette rupture s'est produite très tôt (6m84 à l'échelle d'Amboise en 1866 contre 7m96 en 1856). Du fait de cette cinétique, une deuxième pointe de crue (qui correspond à la pointe « naturelle » de la crue de la Loire) est observée à Amboise. Cette deuxième pointe est également très clairement identifiable à Montlouis puisqu'elle présente une valeur similaire à la première. La brèche de Conneuil est sans doute due aux écoulements en retour du val de Cisse. Son impact n'est pas identifiable sur le limnigramme de Montlouis (lacune de données) mais très net sur celui de Tours. A Tours, tout comme à l'amont, les hauteurs d'eau après la brèche de Conneuil ne s'effondrent pas comme lors de la crue de 1856. Au contraire, une troisième pointe est observée (propagation de la pointe « naturelle » de la crue de la Loire). Les brèches des digues du Cher du val aval sont observées à la pointe des écoulements issus de la brèche de Conneuil.

Le val de Luynes n'a présenté aucune brèche mais de nombreuses infiltrations. Contrairement à 1856, ce val n'a pas été inondé en 1866. Le val du vieux Cher a été inondé par une brèche qui s'est produite sur la levée gauche du Cher au barrage le 29 septembre entre 22h et 23h à la pointe des écoulements du Cher (AD30890 - rapport de l'ingénieur ordinaire – rapport sur les effets et les circonstances principales de la dernière crue de la Loire et du Cher – 29 novembre 1866).

3.3.2 Déroulement des opérations de confortement durant la crue

Les travaux de confortement des levées lors de l'inondation de 1866 se sont portés tout d'abord sur les levées de la Loire (le Cher ne présentait pas de crue significative). Selon un rapport de l'ingénieur ordinaire sur la crue des 27, 28, 29 et 30 septembre 1866 (AD45 30909), cent hommes de troupe ont été déployés sur le site de Conneuil le 27 septembre. Le soir même, 150 colons de Mettray sont venus en appui. La rupture de la levée s'est produite le 28 septembre à 20h30. Le val de la Ville aux Dames et de Saint Pierre des Corps s'est alors rapidement rempli. Toute la levée de Rochepinard est alors submergée (1800 m). Les eaux y arrivent le 29 septembre vers 2h du matin. On a tenté de faire une brèche dans la levée de Rochepinard le 28 septembre à 21h mais sans succès : la levée est trop dure. La brèche est insignifiante par rapport aux déversements. Un autre rapport (AD37 S4619) fait mention de 17 zones de corrosions de la levée représentant une longueur totale de 450 m.

Les quais dans Tours ont été réalisés après la crue de 1856. Ils n'ont donné lieu à aucune filtration. Les travailleurs ont ainsi pu être reportés sur les levées du Cher et du canal. La défense de ces levées a constitué dans un deuxième temps le poste le plus important pour la défense du val de Tours. Le rapport de l'ingénieur ordinaire sur la marche et les effets de la crue de 1866 daté du 30 septembre 1866 (AD 45 30890) précise les travaux mis en œuvre sur ce secteur. « *Cette défense consistait dans la levée occidentale du canal et dans les levées du Cher. Ces levées sont bonnes mais établies sur un sol naturel contenant des bancs de graviers (dit jard) elles donnent lieu à des filtrations plus ou moins abondantes. Ces premières filtrations se montrèrent dans la nuit du 28 au 29 vis à vis de l'écluse du Cher et au pont de Chemin de fer. On les maintint au moyen de sacs de terre, de moellons et de ciment à prise rapide. Des filtrations bien plus inquiétantes par leur position se montrèrent dans la nuit du 29 au 30 septembre au pied des murs des jardins qui avoisinent l'écluse de Loire. On y porta un prompt remède en chargeant des sacs de terre et de maçonnerie et en démantelant les murs qui avaient masqué le danger ».*

Parallèlement, les travaux de confortement des levées du val aval ont également été réalisés. Les digues de Saint Genouph et Berthenay ont tenu. Les colons de Mettray sont restés en place jusqu'à ce que le val soit inondé par les brèches du Cher (rapport de l'ingénieur ordinaire sur la crue des 27, 28, 29 et 30 septembre 1866 ; AD45 30909).

Les sites des anciennes brèches ont posé des problèmes importants d'infiltrations. Le rapport de l'ingénieur ordinaire sur les effets et les circonstances principales de la dernière crue de la Loire et du Cher (AD45 30909) indique que sur le site de la brèche de la Foucerie de 1846 renouvelée en 1856, la digue a tenu en 1866 mais la conservation de la fosse aval a posé des problèmes d'infiltrations. Le site de la brèche de 1846 de la Bise donne des inquiétudes plus importantes. La levée tient grâce aux nombreuses consolidations mais menace très sérieusement de rompre. Les travaux exécutés sont détaillés et sont présentés dans le chapitre suivant.

La copie du procès verbal de tournée de la deuxième quinzaine de septembre 1866 de M. Freulon Agent secondaire (AD45 30909) précise les travaux effectués lors de la crue sur les levées de la Loire entre saint Genouph et Berthenay. Le 29 septembre vers minuit l'apparition d'un renard à la Foucurie est constaté. Ce désordre est bouché par de la terre, des moellons et du fumier. Les digues ont été exhaussées de 40 cm. D'inquiétantes filtrations finalement contrôlées à cause d'un mur de soutènement situé en face de l'église sont également signalées.

Les opérations de confortement des levées du val aval du Cher ont également été réalisées.

Le rapport de l'ingénieur ordinaire – rapport sur les effets et les circonstances principales de la dernière crue de la Loire et du Cher daté du 29 novembre 1866 (AD 45 30890) précise les désordres rencontrés sur ces levées ainsi que les travaux de confortement qui y ont été réalisés.

Sur le Cher en aval de Tours, les travaux de défense n'ont commencé que le 28. Une banquette de sûreté est constituée pour couronner la levée sur deux secteurs où la levée est basse : Saint François (aval immédiat de Tours ; commune de La Riche) et la Tuilerie.

- Saint François est le site où les eaux des égouts se jettent dans le Cher via une bonde fermée lors de la crue. *« Dans la journée du 29, les infiltrations sont devenues extrêmement inquiétantes, la levée était entièrement ramollie, il fut nécessaire de la couvrir de toiles, maintenues par des moellons. Grâce à ces précautions la levée a tenu ».*
- *A » la Tuilerie, en 1856 l'eau se déversant en ce point […] avait commencé à emporter tout ces matériaux de remplissage (débris de tuiles et autres matériaux légers) et une brèche se serait formée si les eaux qui avaient inondé toute la plaine de Tours ne fussent venir prendre la levée à revers. En 1866, grâce au bourrelet de terre, on n'a eu aucune avarie sur ce point ».*

Les mécanismes initiateurs et les dimensions des brèches du Pavillon et de la Saintrie sont précisés dans le document et détaillés dans le chapitre suivant. Ce rapport poursuit par un problème d'infiltration lié à la présence d'une ancienne conduite ainsi que les érosions des talus liées à des surverses généralisées sans brèche.

« A 800 m en aval du Pavillon, une ancienne bonde dite du Perreau murée côté Cher, fermée par une vanne en fonte du côté des terres : cette bonde a laissé filtrer beaucoup d'eau principalement entre les maçonneries et le massif de la levée ».

« Un peu plus en aval de la Bonde, le chemin de fer de Nantes entre dans le talus de la levée qui est remplacé par un mur de soutènement. Ce mur avait déjà été renversé en 1856 : cette fois encore le mur qui a des dimensions beaucoup trop faibles, 0,35 m d'épaisseur seulement dans sa partie haute, a été renversé dès que les eaux ont commencé à déverser sur la levée c'est à dire vers 2 heures ».

« Depuis la station jusqu'au pont suspendu de Savonnières, la levée […] a formé un déversoir et des talus ont été emportés près de la station sur 8m de long, aux brèches sur 35 m de long d'un part et sur 10m de l'autre, au Soulas sur 10m de long d'un part et sur 12 m de l'autre ».

« Au port de Savonnières, à 100 m en aval du pont, la brèche de 1856 a donné de vives inquiétudes. Dans la journée du 29, deux renards assez forts se sont produits successivement au pied de la levée neuve et ont pu être à peu près étanchés. La brèche de 1856 se serait probablement ouverte si la levée n'avait pas été emportée à la Saintrie, c'est à dire 400 m plus bas ».

3.3.3 Retour d'expérience de la crue

A la suite de la crue de 1866, un certain nombre de préconisations d'aménagements a été réalisé. Celles-ci peuvent se différencier entre les préconisations « classiques » de l'entretien des levées de celles plus fondamentales traitant de la stratégie de la défense du val de Tours.

Concernant le premier point, les conclusions du rapport de l'ingénieur ordinaire sur les effets et les circonstances principales de la dernière crue de la Loire et du Cher daté du 29 novembre 1866 (AD 45 30890) en présente les éléments les plus fondamentaux. Il traite notamment du problème général de la végétation et différencie les plantations à large tige (arbres) de celles à basse tige (haies).

- *« Les plantations à haute et large tige des îles ont une influence des plus fâcheuses sur la marche des crues. Sur le Cher, les plantations de l'île de la Saintrie et du chantier gauche de l'aval ont eu pour effet de renvoyer sur la rive droite le courant et nous croyons qu'elles ont pu contribuer à déterminer la formation de la brèche de la Saintrie ».*
- Au contraire, des préconisations de planter sur la crête de la digue des plantations à “basse tige” (haies) sont réalisées. Ce type de plantation aurait permis à la digue du Cher à l'amont de Savonnière de tenir à la surverse du fait du ralentissement des eaux et des racines qui tiennent les terres. Aussi, sur les secteurs sur lesquels il n'y a pas de banquette, ce type de plantations est préconisé.

Par ailleurs, ce même rapport indique que les maisons et murs encastrés dans les digues ont souvent posé des problèmes d'infiltrations. Les talus doivent dans la mesure du possible être reformés. Les anciennes fosses d'érosion qui n'ont pas été comblées ont également été la source d'infiltrations très inquiétantes. Leur comblement est recommandé. Dans le val de Tours aval, les digues de Loire doivent être rehaussées et pourvues de banquettes. La Bonde du Perreau du Cher doit être supprimée et remplacée par une digue “saine”. L'ensemble de ces préconisations est en accord avec les principes de gestion encore actuellement réalisé, excepté la préconisation concernant les plantations à basse tige. La problématique de la végétation est notamment reprise dans le rapport des effets de la crue de 1866 (AD 37 : S4619) où une critique des plantations qui couvrent les îles et les chantiers qui constituent des obstacles aux écoulements est réalisée. Cette végétation réduit les débouchés et induit des sur-élévations des niveaux de crue.

La stratégie de défense du val de Tours envisagée par les Ponts et Chaussées consiste en une protection de la ville de Tours avec des déversements possibles de la Loire dans le Cher comme lors de la dernière crue. Ainsi, il est envisagé selon un rapport des travaux de défense du val de Tours de Paris du 29 avril 1867 (Archives du service navigation de la Loire 37) :

- un renforcement des quais ;
- d'étanchéifier la digue du canal ;
- de consolidation et d'exhausser de la levée de Rochepinard ;
- d'augmenter des débouchés du Cher sous les franchissement du chemin de fer et de la route impériale ;
- de consolider la levée de la Loire à l'amont de Tours ;
- d'exhausser et de fortifier des levées au droit de Saint Genouph et Berthenay ;
- de constituer un reversoir à l'aval du val vers le Cher d'une longueur de 150 m.

Cette stratégie se heurte aux problèmes des débouchés hydrauliques du Cher qui ne semblent pas être suffisants pour constituer un déversoir des eaux de la Loire tant du point de vue de l'ouverture hydraulique de ses ponts que de la largeur entre ses digues.

Un rapport des effets de la crue de 1866 (AD 37 : S4619) permet de comparer les niveaux d'eau du Cher à l'amont de Tours entre la crue de 1866 et celle de 1856. Bien que la crue du Cher de 1866 soit bien plus fiable que celle de 1856, les niveaux d'eau ont été plus importants en 1866 (5 cm à Rochepinard). Le rapport de l'ingénieur ordinaire sur les effets et les circonstances principales de la dernière crue de la Loire et du Cher daté du 29 novembre 1866 (AD 45 30890) confirme que les hauteurs d'eau du Cher à l'aval de Tours était plus importantes en 1866 qu'en 1856.

En amont du bourg de Savonnières, cette différence est de l'ordre de 30 cm. Les pertes de charge des ponts des deux cours d'eau sont également présentées dans le rapport de l'ingénieur en chef soussigné sur la marche et les effets de la crue extraordinaire de septembre et octobre 1866 (AD45 30909). Elles sont comprises entre 10 et 20 cm pour les ouvrages de la Loire et entre 50 et 65 cm pour les franchissements du Cher. Le débouché hydraulique de ces derniers devra donc être augmenté.

C'est sur cette base que le rapport pour mettre Tours à l'abri des inondations daté de 1868 (AD 37 : S5275) rédigé par la compagnie des chemin de fer conteste cette stratégie. Il indique que le déversement d'une partie des écoulements de la Loire dans le Cher par le val amont est dangereux pour les habitants de Tours et n'est pas nécessaire. La constitution de levées insubmersibles sur le val amont (Loire, Cher et canal) et sur une partie du val aval est nécessaire pour protéger les habitants du val. Les débits à Tours seront atténués par des déversements dans les vals amont à celui de Tours. Ce rapport est subjectif car il défend les intérêts de la compagnie de chemin de fer d'Orléans.

3.4 Crue de 1907

3.4.1 Marche de la crue

La crue de 1907 s'est produite fin octobre. Il s'agit d'une crue d'origine cévennole. Le Cher n'était vraisemblablement pas en crue. Cette crue est localement la plus importante qui se soit produite durant le vingtième siècle. Sur le val de Tours, aucune brèche ne s'est produite en dehors de la surverse généralisée de la petite levée de Saint Côme (AD37 S5277 rapport de l'ingénieur du 27 novembre 1907 et AD37 S5094 rapport de l'ingénieur ordinaire de décembre 1907). La figure 5 présente les limnigrammes de la Loire lors de cet épisode.

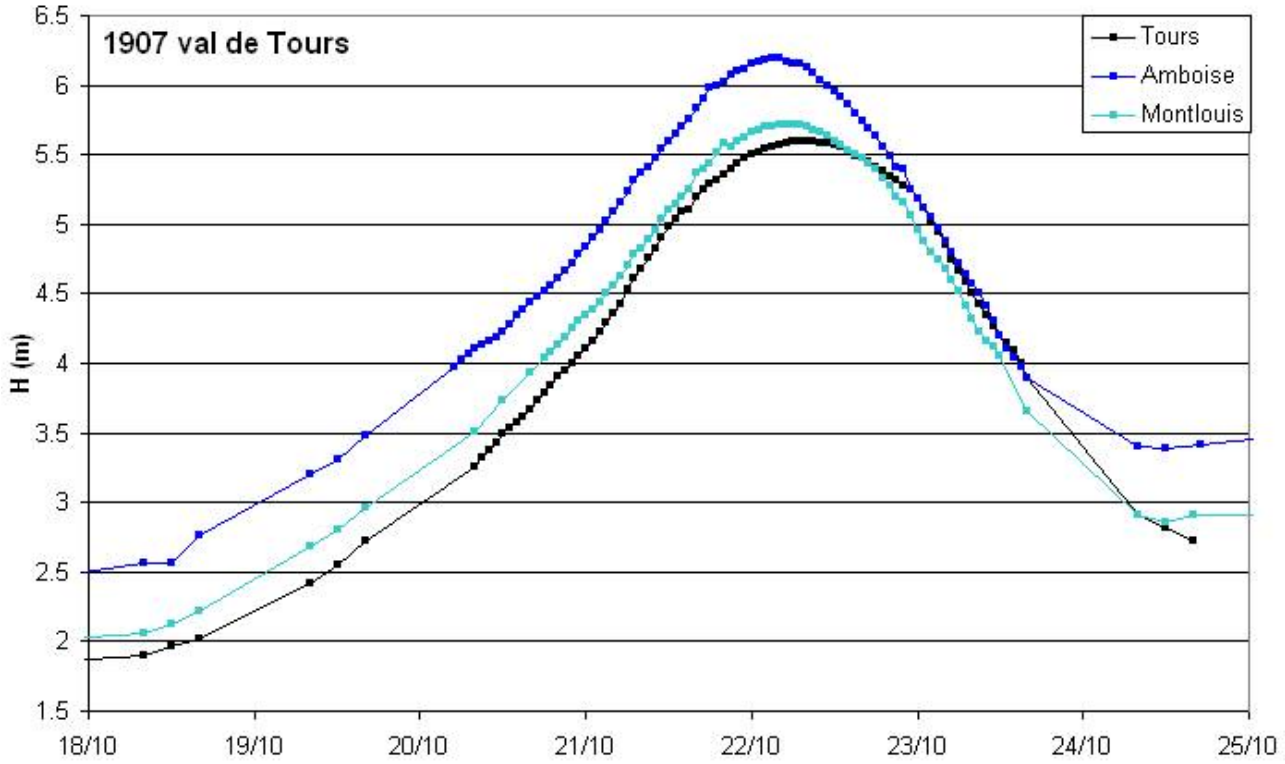


Illustration 5: limnigrammes en Loire lors de la crue de 1907

La propagation de l'onde de crue n'est entravée par aucune discontinuité. Lors de cette crue, le fleuve est resté contraint par son système d'endiguement au niveau du val de Tours. Dans les vals proches, seul le val de Cisse a présenté une défaillance. Les écoulements de la Loire ont tout d'abord déversé sur les digues du barrage de la Cisse à partir du 21 octobre vers 11h30 du matin. Ce déversement a continué jusqu'à 17h30, heure à laquelle s'est produite la rupture de la digue. Cette brèche à l'aval du val a induit une inondation lente mais importante de la zone protégée. La ligne de chemin de fer traversant le val a été submergée et a été fermée à la circulation pendant deux jours. Le val de Luynes n'a présenté aucun problème. Les déversoirs du val du vieux Cher n'ont pas fonctionné. Le remous de la crue de la Loire est remonté jusqu'au Grand Moulin dans le Cher (AD37 S5094 rapport de l'ingénieur ordinaire de décembre 1907). Malgré l'absence de rupture de la levée en 1907, certains désordres ont pu être constatés lors de l'épisode. Le paragraphe suivant en présente les détails.

3.4.2 Déroulement des opérations de confortement durant la crue

Le rapport de l'ingénieur du 27 novembre 1907 (AD37 S5277) indique les travaux exécutés sur la levée de Montlouis. « *Des filtrations d'eaux claires commencèrent à apparaître au pied de la levée dans la matinée du 21 octobre entre les BK 440 et 442 ; vers la nuit elles devinrent troubles et s'élevèrent le 22 jusqu'à 1m au dessus du pied de talus. La situation n'était pas sans être inquiétante aussi avait on approvisionné 10 bâches, 50 falots et 520 sacs à terre. Un bataillon d'infanterie (réquisitionné par le maire de la Ville aux Dames) arriva de Tours vers midi (le 21 octobre). Les soldats* (au nombre de 300 selon le journal la Dépèche du 21 octobre 1907) *s'employèrent toute la nuit et la journée du lendemain à aveugler les filtrations avec le fumier approvisionné. La situation dans la journée du 22 fut parait-il inquiétante ; le pied de la levée devint spongieux et des glissements de talus étaient à craindre, grâce aux mesures prises, le danger a été conjuré ».* En conclusion sur ce secteur, le rapport indique : *« dans l'emplacement des anciennes brèches à Conneuil, la levée s'est bien comportée ».*

Ce même rapport indique également qu'à la Bise, le talus a été consolidé « *en bourrant divers ravinements avec du fumier surchargé de moellons, le tout revêtu de terres. Entre Port Maille et Moreau Picoult K456 457, d'importantes filtrations d'eaux claires se sont produites en pied de talus. Aucune filtration d'eau trouble n'a été relevée ».*

3.4.3 Retour d'expérience de la crue

Les conclusions du rapport de l'ingénieur du 27 novembre 1907 (AD37 S5277) rappellent qu'au droit des anciennes brèches de Conneuil, la levée n'est pas imperméable. La commission des inondations de 1867 avait préconisé d'exhausser et de consolider cette digue. Il s'agissait notamment de mettre en œuvre un perré maçonné profondément fondé côté Loire pour étanchéifier la levée. La ville de Tours n'a pas souhaité la réalisation de ce projet. Cette commune qui est défendue par une levée transversale solide à l'amont préfère que les crues s'épanchent dans le val de Saint Pierre des Corps et rejoignent le Cher plutôt que de rester concentrées avec tout leur débit dans le lit de la Loire au droit de la ville. La constitution d'un reversoir massif à l'aval du val de Cisse est également préconisée.

3.5 Synthèse

Les quatre crues étudiées présentent, pour le val de Tours, des scénarios de défaillance du système de protection différents en lien avec l'hydrologie et les débits de la Loire impactés par les brèches amont. Le chapitre 5 présente une comparaison détaillé des limnigrammes des crues. Cette synthèse se propose de rappeler les scénarios des 4 crues.

La crue de 1846 avait présenté une brèche dans le val de Cisse. Cette brèche importante a induit une baisse rapide des hauteurs d'eau de la Loire aval (Montlouis puis Tours). Les écoulements en retour vers la Loire se sont produits sur la levée de la commune de Vouvray située sur la rive opposée de la levée de Montlouis à Tours. Ces écoulements en retour ont généré la pointe principale de la crue à Montlouis (par remous) et à Tours. Les hauteurs d'eau sont restées suffisamment basses pour qu'aucune rupture ne se produise dans le val amont (exceptée une petite brèche comblée lors de la crue sur la commune de Saint Pierre des Corps). Les brèches se sont produites dans le val aval au maximum de la crue. Elles n'ont eu aucun impact sur les hauteurs d'eau à Tours. L'inondation par remous du val aval n'a pas atteint la ville de Tours. Les écoulements en retour se sont produits à l'aval du val du côté de la Loire (Arche aux moines) et au droit du port de Villandry (à l'amont de l'aval du val) du côté du Cher. Du côté du Cher, la rupture ne s'est sans doute pas produite à l'aval du val (comme en 1856 et 1866) du fait de la configuration topographique de la vallée et du remblai du chemin de fer. Les écoulements provenant de la Loire ont traversé la voie ferrée et n'ont pas pu s'écouler à travers le goulet d'étranglement entre la digue du Cher et le remblai. La brèche s'est produite dans l'alignement de la brèche de la Foucurie à l'amont immédiat du rétrécissement. Le Cher n'était pas en crue et n'a pas causé de brèche d'entrée.

En 1856, la crue la plus importante du Cher a été observée à Tours un jour avant la crue de la Loire. Cette crue a induit la création de plusieurs brèches d'entrée dans les levées du Cher (deux brèches dans le val amont et une brèche dans le val aval). La digue du canal rehaussée de 1 m par les travailleurs a résisté à cette première sollicitation. Dans le val aval, les brèches en retour se sont produites du côté de la Loire et du Cher. Les brèches des digues de la Loire se sont produites plus tardivement lors de la crue de la Loire. La brèche de la gare du canal (vers Saint Pierre des Corps) puis celle de Conneuil ont protégé la commune de Tours d'une brèche dans la commune. Un tel scénario aurait causé la ruine de très nombreuses habitations (comme à la Chapelle sur Loire). Ces deux brèches ont amplifié les écoulements dans le Cher et ont été la cause de l'inondation de la commune de Tours via la digue du canal, de l'effondrement du pont de Nantes (pont Sanistas) et de Savonnières. La rupture du premier pont a induit une autre brèche de la digue du Cher dans la commune de Tours. Dans le val aval, sur les digues du Cher, aucune brèche supplémentaire ne s'est produite. Sur les digues de la Loire, une brèche s'est produite sur le site de la Foucurie à l'aval du site de la brèche de 1846. L'ouvrage de M. Coulon indique que la brèche se serait produite après celle de Conneuil. Il est plus vraisemblable que la brèche se soit produite au maximum de la crue sur ce site.

En 1866, sur le site de Conneuil, une brèche s'est formée 13 heures après la brèche d'Amboise. Le val amont s'est très rapidement rempli et les écoulements se sont reportés sur le Cher qui présentait une petite crue. La levée du canal a tenu mais pas les digues du Cher du val aval qui ont rompu sur deux sites. Les digues de la Loire dans le val aval ainsi que dans la traversée de Tours ont présenté localement des infiltrations plus ou moins importantes sans brèche.

La crue de 1907 n'a occasionné aucune brèche. Seules des infiltrations localisées ont été observées.

4 Description des brèches

Les fiches de brèches en annexe du rapport permettent de localiser et de définir les principales caractéristiques des brèches. Cette section se propose de détailler les mécanismes de rupture des différentes brèches et de présenter une synthèse de ces dernières pour chaque crue.

4.1 Crue de 1846

Les brèches se sont produites uniquement dans le val aval et du coté de la Loire. Très peu de renseignements sont disponibles pour ces brèches (l'unique source est un tableau synthétique de ces brèches AD 45 30890). La cause de rupture de l'ensemble des brèches est la surverse. Aucune indication sur la durée de formation des brèches n'est précisée.

On remarque que la brèche de la Foucurie s'est produite après le maximum de la crue mais aucun détail n'est indiqué pour cette défaillance. La date de cette rupture est d'autant plus étonnante que cette brèche est située à l'aval de la Bise où se sont produites deux brèches au maximum de la crue. Les écoulements de la Loire lors de la rupture à la Foucurie étaient ainsi réduits. Il est donc vraisemblable que cette rupture se soit produite par un mécanisme autre que la surverse (renard et/ou glissement).

Seule une indication sur les brèches en retour vers la Loire du val aval est fournie. Il est précisé que ces brèches sont peu importantes car la levée est localement constituée de “jalle” très compacte.

Le tableau 1 présente une synthèse des caractéristiques géométriques de ces brèches.

Site	type	longueur (m)	profondeur maxi (m)	profondeur mini (m)	cause rupture	Contexte rupture
petite levée Saint Come	entrée	40	6		submersion	
Saint Genouph la Bise amont	entrée	120	5.8	3.7	surverse	brèche à la pointe de la crue
Saint Genouph la Bise aval	entrée	50	5.9	3.6	surverse	brèche à la pointe de la crue
Berthenay La Foucurie	entrée	125	10.3	10	surverse	brèche en décrue
bec du Cher vers Loire	sortie	133	1.5	1	surverse	
bec du Cher vers Loire	sortie	55	2	1.3	surverse	
digue du Cher aval	sortie	160	6.45	2.5	surverse	

Tableau 1: Brèches de 1846

La brèche de la Foucurie est la plus importante des ruptures d'entrée dans le val. La brèche de sortie vers le Cher est également conséquente. La brèche de la Bise aval présente une largeur relativement faible.

4.2 Crue de 1856

4.2.1 Brèche de Conneuil

Cette brèche s'est produite le 3 juin entre 23h30 et minuit. Elle présente une longueur de 465 m et une profondeur de 7 à 9 m. L'ensemble des sources confirme ses dimensions géométriques et l'heure. La cause de cette brèche est le retour en Loire des écoulements de la brèche d'Amboise qui s'est produite dans le val de Cisse. Sur ce secteur, la Loire ne s'écoule pas en bordure de la levée (ni de nos jours ni en 1848). Le mécanisme de rupture admis par l'ensemble des sources est la surverse de la levée. La hauteur d'eau surversant la levée lors de la rupture est déterminée à partir d'un profil en travers de la digue avant sa rupture (Guillon 1893), cette hauteur est de 10 cm sur la digue soit 10 cm sous la banquette. La figure 6 présente ce profil.

Illustration 6: Profil en travers de la digue à Conneuil en 1856 (Guillon 1893)

La durée de la formation de cette brèche est estimée à 2 heures selon Rouillé Courbe. Un document présentant les détails de la formation de la brèche de Conneuil en 1856 et 1866 (Guillon 1890) indique les faits suivants :

L'eau n'a pas atteint le sommet de la banquette mais couvrait la chaussée en plusieurs points. Une lézarde de 125 m de long, parallèle à la levée, à 300 m à l'aval de la borne K438 est observée. Ce phénomène semble être dû à un affaissement du talus. La brèche se produit plus à l'aval : à 115 m en aval de la borne K439. La brèche descend de 55 m à l'aval et remonte de 410 m à l'amont.

La forme finale de la brèche présente deux affouillements dans le terrain naturel : le premier de 20 à 25 m de longueur et de 4,5 m de profondeur (à 60 m de l'amont de la brèche) et l'autre de 45 m de longueur et d'une profondeur moyenne de 5,6 m sous le terrain naturel au droit de la brèche initiale. Entre les deux affouillements, la brèche est à la cote du val sur 60 m à l'aval de la brèche amont puis 2 m sous ce dernier sur les 200 m restants. A partir de la forme finale de la brèche, le document émet l'hypothèse que deux brèches se seraient formées. Ces descriptions sont conformes à la forme de la brèche retrouvée lors des recherches (AD 37 : S3396). Le profil de la brèche est présenté dans la figure 7.

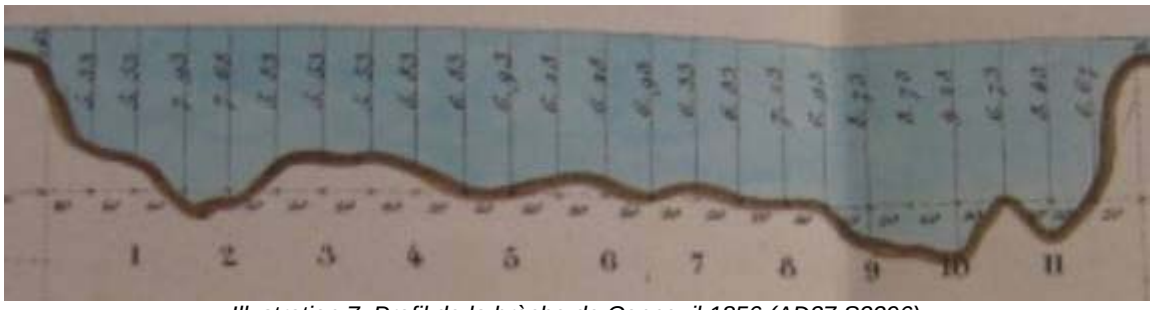


Illustration 7: Profil de la brèche de Conneuil 1856 (AD37 S3396)

Selon cette même source, il fallut 2 heures pour que les eaux de la Loire et du val s'équilibrent. Par ailleurs, bien que le Cher ait rompu ses digues à Rochepinard, le val à Conneuil n'était pas inondé lors de la rupture.

La forme de la brèche correspond aux dimensions géométriques moyennes indiquées dans l'ensemble des sources. Il est probable que la brèche n'ait pas pu s'enfoncer plus profondément dans le sol du fait de la présence du substrat crayeux (indiqué sur le profil de cette même brèche en 1866).

Le secteur est actuellement non urbanisé mais aucune fosse d'érosion n'a pu être identifiée lors de la reconnaissance de terrain. Aucune notion de débit transitant par cette brèche n'a pu être évaluée. La complexité des écoulements de la Loire et du val de Cisse empêche un calcul même approximatif à partir des hauteurs aux échelles amont et aval.

4.2.2 Brèches de la levée de Rochepinard

Avant la crue du 2 juin 1856, la levée de Rochepinard avait subit les dégâts d'une crue importante qui s'était produite le 13 mai 1856. Cette première crue avait induit des érosions sans brèche des digues du Cher. La crue du 2 juin 1856 constitue la plus importante des crues connues du Cher. Selon l'ouvrage de M. Rouille Courbe, sur la commune de Saint Avertin située en rive droite du Cher, en amont de Tours et vis à vis de la levée de Rochepinard, la crue du 13 mai était 40 cm plus basse seulement que celle du 2 juin (et 95 cm au maximum des écoulements provenant de Conneuil).

Sur le val de Tours, Rouillé Courbe indique que le 2 juin, 1200 hommes (dont 200 colons de Mettray) rehaussent la levée de Rochepinard ainsi que la levée du canal. Ces travaux ne suffisent pas à empêcher la formation de deux brèches à l'aval de la digue le lundi 2 juin à 16 h sur les sites de :

- l'Ouche Paris : 50m de large et 2m50 de profondeur ;
- la Feuillarde : 20m de large et 2m20 de profondeur.

La cause de ces brèches est la surverse. Aucune autre source ne confirme ni la localisation ni la dimension de ces brèches. Seul un document (AD45 30934) présente un profil en long de la levée de Rochepinard. Ce document est daté du 7 juillet 1866. Il indique les niveaux de la crue de 1856. Sur ce profil est indiqué une brèche dite « grande brèche de Rochepinard ». La localisation de celle ci est imprécise mais il semblerait qu'elle soit située à l'amont de la levée (à 2 kilomètres environ en amont de l'écluse du canal). La figure 8 en présente une illustration. Compte tenu des pertes de charges importantes des ouvrages de franchissement du Cher à l'aval immédiat de cette levée, il est vraisemblable que les ruptures se soient produites à l'aval de la digue plus que dans le secteur amont.

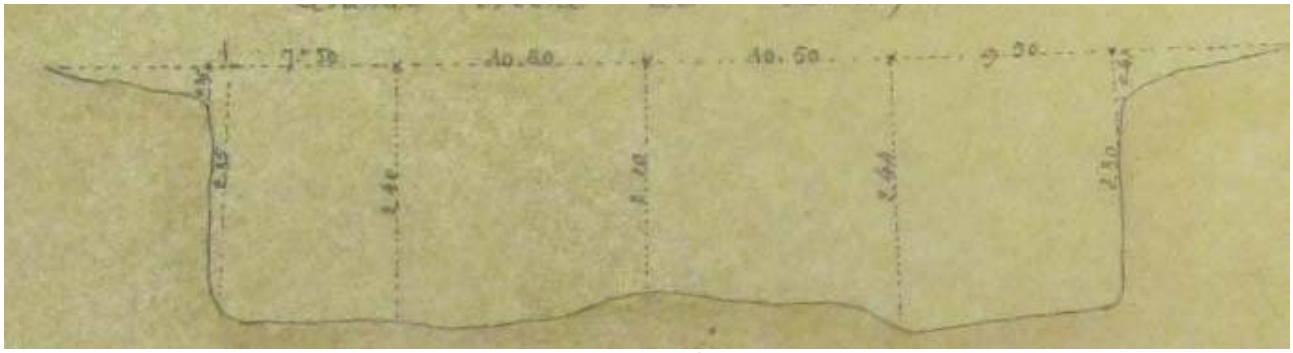


Illustration 8: Profil en travers de la grande brèche de Rochepinard (AD45 30934)

Cette brèche présente une largeur de 38 m et une profondeur de 2m40. Elle semblerait correspondre aux dimensions de la brèche de L'Ouche Paris.

A l'heure actuelle, au droit des deux lieux dits, l'ancienne levée de Rochepinard ne constitue plus le système de protection du val de Tours. Une nouvelle digue du Cher y a été réalisée plus proche du cours d'eau.

Après le déversement des eaux de la Loire par la brèche de Conneuil, la levée de Rochepinard a vraisemblablement été complètement submergée sans présenter de brèche particulière. Un document du fond Guillon 1889 indique une longueur de submersion de 390 m le 4 juin à partir de 3h du matin. Ces submersions ont occasionnées des érosions sans brèche (« corrosions »).

4.2.3 Digue du canal

Brèche de la gare du canal et du pont de la gare du canal

Cette brèche s'est produite le 3 juin à 21h30 et s'est finalisée à 23h selon Rouillé Courbe et Coulon. Elle présente une largeur de 60 m et une profondeur de 11 m (elle atteint le substrat calcaire). Selon Rouillé Courbe, à 22h, la brèche présentait une profondeur de 2 m. Sur la carte de 1848, la brèche est indiquée en direction de la ville de Tours. La brèche s'est pourtant produite vers le val de Saint Pierre des Corps comme l'illustre l'anecdote de la page 210 de Rouillé Courbe où il est fait mention d'un bateau « *transporté au milieu des terres à 1 km en amont* ». Le sens de la brèche est confirmé par une illustration de ce document présentant le plan des inondations de la ville de Tours le mercredi 4 juin 1856. Un extrait au droit de ce secteur est présenté par la figure 9.

Illustration 9: Localisation et direction de la brèche de la gare du canal en 1856 (Rouillé Courbe)

Selon ce même auteur, la rupture se serait produite par un affaissement de la banquette puis une surverse de la digue. La description de cette brèche par l'auteur est la plus précise qui ait été retrouvée sur cette brèche. La fiabilité de ce témoignage est bonne. En effet, M. Rouillé Courbe a fait parti des habitants qui ont œuvré à la consolidation de ce secteur dont la sauvegarde est critique pour la ville de Tours. En cas de rupture de la levée du côté de Tours, les écoulements entreraient par le point bas de la ville et causeraient de nombreux dégâts.

Du fait de la rupture de la gare du canal, un courant important se produit dans la gare. Ce courant induit une rupture du pont de la gare du canal qui se produit à 23h. Une deuxième brèche de 75 m de long et de 10 m de profondeur (page 211) se serait alors formée. Ces dimensions et heures sont confirmées par diverses sources (AD37, ouvrage de M Coulon). L'annexe A présente une gravure issue de l'ouvrage de Rouille Courbe présentant la brèche de la gare du canal après l'inondation de 1856.

Du côté de Tours, les efforts se poursuivent pendant plusieurs jours pour conserver la digue. Un rapport d'ingénieur indique que des énormes éboulements sont observés sur une longueur de 200 m. Par ailleurs, la levée se retrouve du fait des affouillements appuyée par les restes d'un ancien mur de la ville sur une longueur de 30 m (AD37 S4604).

Les figures 10 et 11 présentent les profils en long et en travers de la brèche de la gare du canal (AD 37 : S4608)

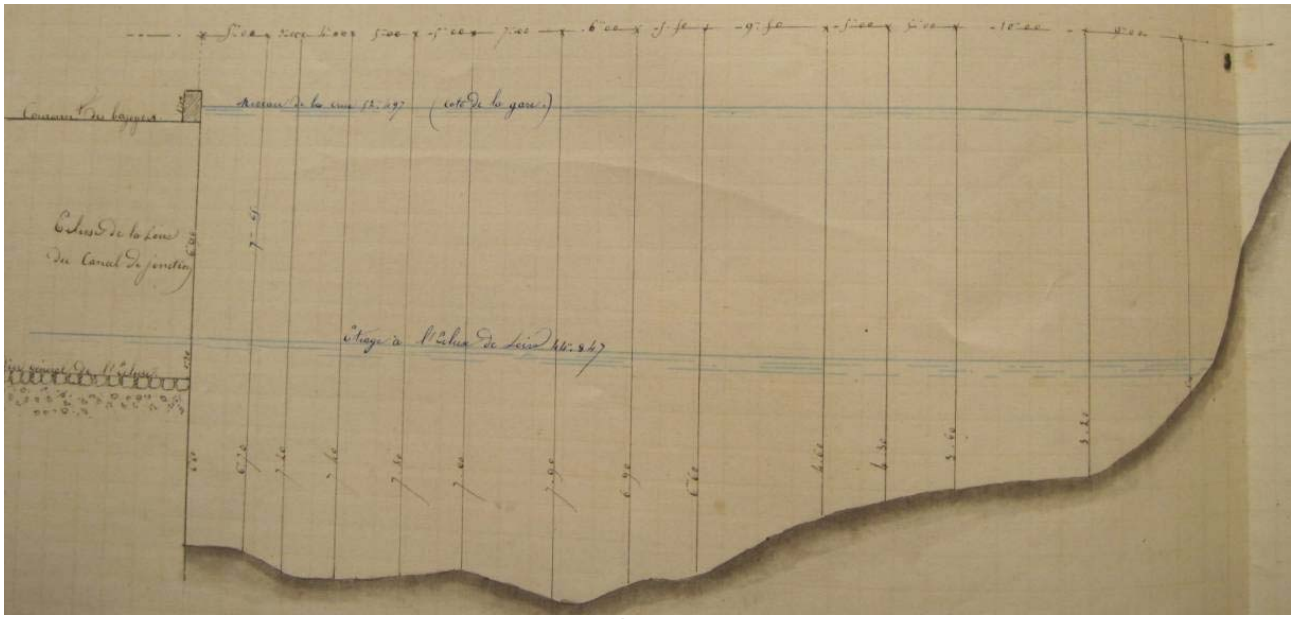


Illustration 10: Profil en long de la brèche de la gare du canal (AD 37 : S4608)

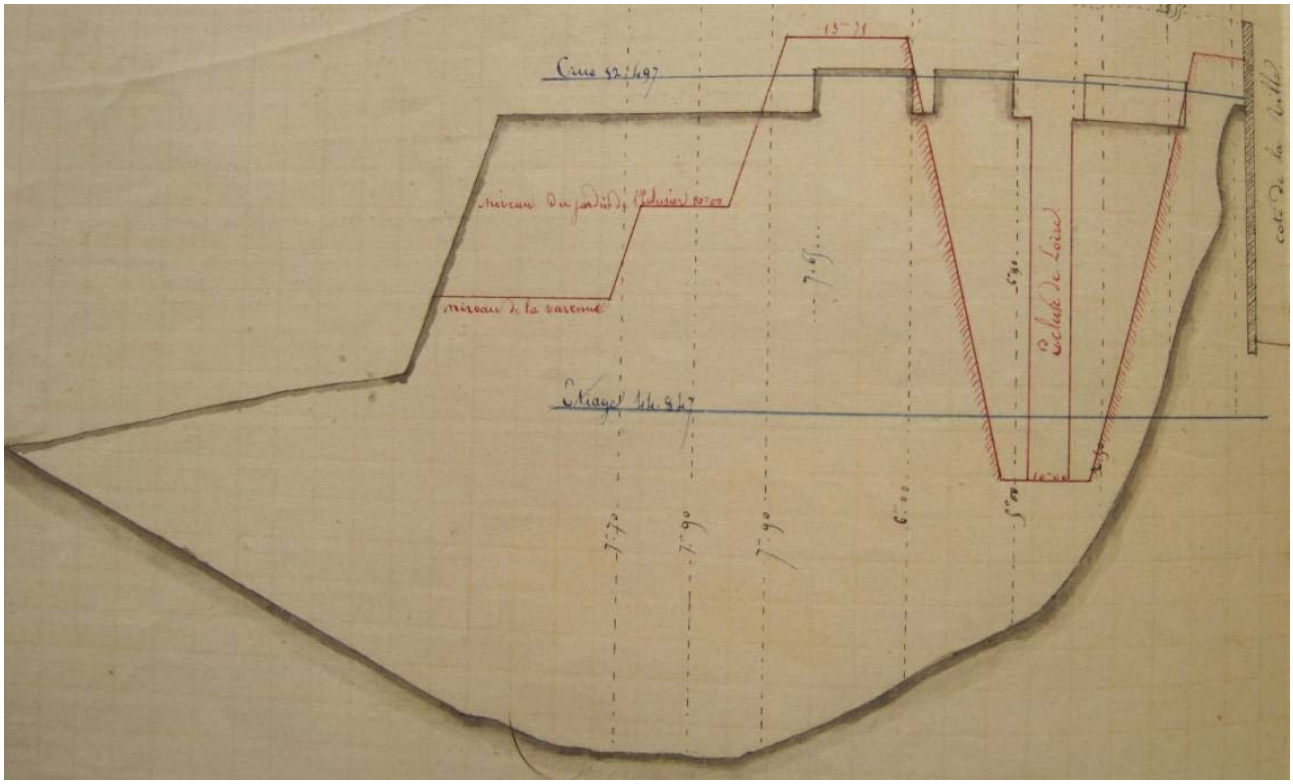


Illustration 11: Profil en travers de la brèche de la gare du canal (AD 37 : S4608)

A partir des profils, la longueur de la brèche est évaluée à 90 m. La profondeur de la brèche est plus de l'ordre de 8 m que de 10 m comme indiqué dans l'ouvrage de Rouillé Courbe. Le mur du côté de la ville de Tours est bien figuré sur le profil en travers de la brèche.

Pour information sur la cinétique des écoulements, les écoulements de la brèche du canal arrivent

à l'écluse du Cher à 23h45 selon Rouillé Courbe page 588 de son ouvrage.

De nos jours, ce secteur a été profondément modifié. Il n'existe plus de canal, ni de gare, ni de digue. La continuité du système de protection du val de Tours est localement assurée par le remblai de l'A10.

Brèches du canal

La carte de 1848 indique la présence de 3 brèches au lieu-dit « la Bondonnière ». La localisation de ces brèches est confirmée par la carte des inondations de Tours le 4 juin, présente dans l'ouvrage de Rouillé Courbe (figure 12). Ce secteur correspond au passage d'un fossé drainant le val amont et pénétrant dans Tours. Il est possible qu'en 1856 la digue du canal y ait été plus basse que sur les autres secteurs.

Illustration 12: Localisation des brèches du canal (plan issus de l'ouvrage de Rouillé Courbe)

Ces brèches se seraient produites le 3 juin à 23h (ouvrage de M. Coulon) ou minuit (ouvrage M. Rouillé Courbe). Aucune dimension exacte des trois brèches n'est indiquée dans les rapport des Ponts et Chaussées. M. Coulon indique que ces brèches présentent une longueur de 310 m pour une profondeur de 1m40. Un profil en travers de la levée du canal et de ses confortements successifs de 1858 et 1866 a été retrouvé au fond Guillon 1885. La figure 13 présente ce profil.

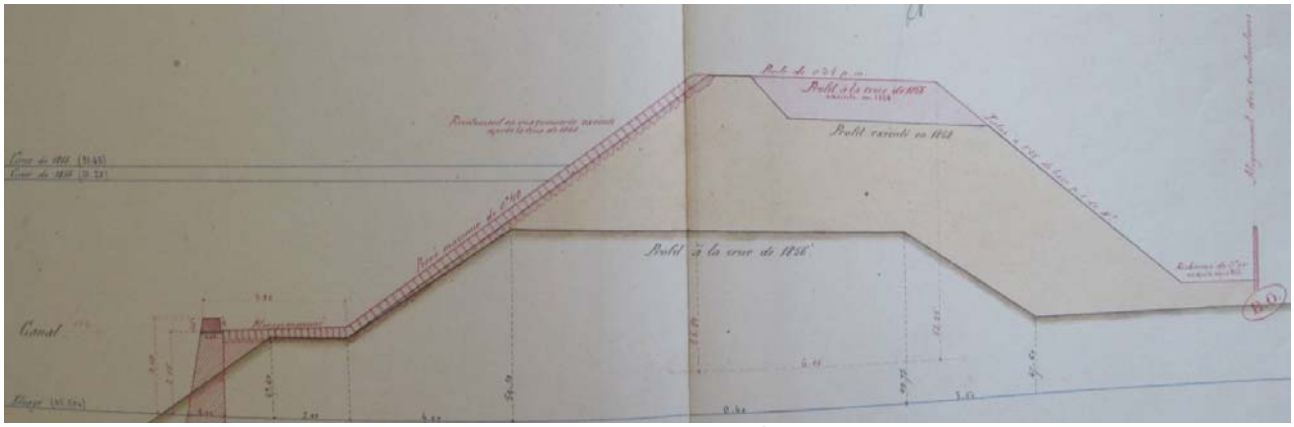


Illustration 13: Profil de la digue du canal avant et après confortements (Guillon 1885)

Le profil de la digue lors de la crue de 1856 laisse penser que cet ouvrage n'a pas été conçu pour constituer un ouvrage de protection. Lors de la crue de 1856, cette digue a été exhaussée par de nombreux

travailleurs avec des sacs de terre. La crue de 1856 l'aurait submergé de 1m10. En 1856, cet ouvrage semblait être un chemin de halage constitué des matériaux excavés lors de la réalisation du canal. Ce n'est qu'après la crue de 1856 que les ingénieurs ont conforté cet ouvrage de façon à protéger efficacement la ville de Tours. Deux rapports d'ingénieurs des Ponts et Chaussées consultés aux archives du Service Navigation 37 confirment ce constat.

A l'heure actuelle, les secteurs correspondant à ces trois brèches sont complètement urbanisés. Le point faible de cette levée serait plus lié au franchissement de la voie ferrée qui coupe la digue. Pour information, en 1856, le franchissement de la digue (et du canal) par la voie ferrée était effectué par un pont.

4.2.4 Brèches dans la commune de Tours

La carte de 1848 indique la présence d'une brèche du Cher dans la traversée de la commune de Tours. Cette rupture se serait produite à l'amont de la route impériale de Tours à Bordeaux. La localisation de cette brèche est retrouvée dans la carte de l'inondation de Tours au 4 juin 1856 figurant dans l'ouvrage de Rouillé Courbe.

Illustration 14: Localisation des brèches dans l'agglomération de Tours en 1856 (carte issue de l'ouvrage de Rouillé Courbe)

Sur cette carte, il est également mentionné une brèche à l'amont du franchissement de la vallée du Cher par le chemin de fer. Aucune indication n'a été retrouvée pour caractériser ces deux brèches. Sur ce secteur, seule la rupture du pont de la route impériale de Tours à Bordeaux est mentionnée par Rouillé Courbe le 4 juin à 4h30. A l'heure actuelle, à l'emplacement de ces deux brèches le secteur a été massivement remblayé et supporte des habitations. Compte tenu de la présence de ce remblai, ce secteur ne présente plus de risque de brèche.

L'ouvrage de Rouillé Courbe indique également que l'actuelle avenue de Grammont (ancienne route impériale de Tours à Bordeaux) était constituée en remblais et a généré un obstacle aux écoulements dans la ville de Tours. Deux « ruptures » de la route se seraient produites : au lieu-dit « Belle fille » figurant sur la figure 14 et situé à proximité immédiate du Cher et au passage du ruisseau drainant le val franchi par le pont de l'Archevêque qui s'est rompu (Annexe A). Aucune information n'a pu également être retrouvée pour ces deux ruptures dont seul le lieu-dit « Belle fille » est mentionné sur la carte de 1848. Dans la mesure où ce remblai a été profondément modifié depuis 1856 et qu'il ne constitue pas un ouvrage de protection du val, aucune fiche de brèche n'a été réalisée pour ces deux ruptures.

4.2.5 Brèche de la Foucurie

Cette brèche se serait produite le 4 juin à 3h. Elle présente une longueur de 50 m et une profondeur de 6m25. Ces données sont issues du fond Guillon 1889 et de l'ouvrage de M. Coulon. On ne dispose pas d'information quant aux causes qui ont conduit à la création de cette brèche. Ce secteur avait déjà fait l'objet d'une rupture en 1846 située plus en amont sur la digue. La figure 15 présente le profil de la digue à la Foucurie (Guillon 1893).

Illustration 15: Profil de la digue à la Foucurie en 1856 (Guillon 1893)

La brèche se serait produite lorsque la Loire a atteint la banquette soit 65 cm au-dessus de la crête de la digue. Compte tenu de la date et de l'heure de la formation de la brèche, celle ci s'est produite 3 heures après la brèche de Conneuil au moment où les eaux de la Loire commençaient à baisser. Selon Rouillé Courbe, lorsque la brèche de la Foucurie s'est produite, le val était déjà inondé par la brèche du pont de Savonnières.

4.2.6 Brèche du pont de Savonnière

Cette brèche s'est produite le 2 juin entre 21h et 23h. Elle présente une longueur de 180 m et une profondeur de 5 m. Ces informations sont confirmées par trois sources (Rouillé Courbe, AD 37 S4604 et ouvrage de M. Coulon). Compte tenu de la date, cette rupture est liée aux écoulements de la crue du Cher et non pas aux écoulements provenant de la brèche de Conneuil. Ces écoulements surviennent plus d'une journée plus tard et induisent d'ailleurs l'effondrement du pont de Savonnières le 4 juin à 16h.

La localisation de cette brèche est plus controversée. Rouillé Courbe indique qu'elle s'est produite un peu en-dessous du pont de Savonnières. Cette localisation est confirmée par un rapport de 1866 (AD 45 30890). La carte de 1848 indique pourtant une localisation située plus à l'aval. La reconnaissance de terrain a permis de retrouver la présence d'une ancienne fosse située derrière les habitations au lieu indiqué par Rouillé Courbe. Au droit de la localisation de la carte de 1848, une fosse semble également être présente. Ce site est en effet propice à la constitution d'une brèche : la digue rive droite du Cher se rapproche du coteau et est transverse aux écoulements du cours d'eau.

La cause de la brèche située 100 m à l'aval du pont de Savonnières n'est pas indiquée mais cette rupture s'est produite au droit d'un secteur urbanisé. Il est probable que la digue était plus basse et qu'elle ait été fragilisée par des constructions situées dans son corps.

4.2.7 Brèches en retour

Seul l'ouvrage de M. Coulon présente des informations relatives à ces brèches en retour. Elles se sont produites le 2 juin à 23h. La brèche de retour vers le Cher présente une longueur de 30 m et une profondeur moyenne de 2m50m. La brèche de retour vers la Loire est plus importante. Elle présente une longueur de 440 m et une profondeur de 2m90.

4.2.8 Synthèse

Le tableau 2 présente une synthèse des caractéristiques géométriques des brèches de 1856.

Site	type	longueur (m)	profondeur maxi (m)	profondeur mini (m)	cause rupture	Contexte rupture
l'Ouche Paris	entrée	50	2.5		surverse	pointe de la crue du Cher
la Feuillarde	entrée	20	2.2		surverse	pointe de la crue du Cher
Savonnière	entrée	180	5		surverse	pointe de la crue du Cher
Conneuil	entrée	465	9	7	surverse	écoulements en retour du val de Cisse
gare du canal	entrée	60	11		surverse/renard	brèche à la montée de la crue
pont de la gare du canal	entrée	70	10		rupture du pont	brèche à la montée de la crue
Berthenay la Foucurie	entrée	50	6.5		surverse	pointe de la crue
retour vers Loire	sortie	440	2.9		surverse	Brèche du Cher
retour vers Cher	sortie	30	3.5		surverse	Brèche du Cher

Tableau 2: Brèches de 1856

La brèche de Conneuil constitue la brèche la plus importante. Les brèches du côté du Cher se sont produites du fait de la crue du Cher et non pas à cause des écoulements de la brèche de Conneuil. Celle-ci n'a pas causé de brèche sur le Cher mais est responsable de la rupture du pont de la route impériale de Tours à Bordeaux et du pont de Savonnières.

4.3 Crue de 1866

4.3.1 Brèche de Conneuil

Cette brèche s'est produite le 28 septembre 1866 à 20h20 soit 13 heures après la brèche d'Amboise (contre 11 heures en 1856). Il est vraisemblable que la brèche de Conneuil se soit produite lorsque les écoulements de la Cisse sont revenus en Loire même si aucun document ne mentionne ce fait. La brèche présente une longueur de 248 m. Ces informations sont confirmées par le fond Guillon 1889 et AD37 S5081. La brèche a atteint le substrat calcaire soit 4m50 sous l'étiage (profondeur maximale estimée à 11 m). Le profil de la brèche est présenté dans la figure 16.

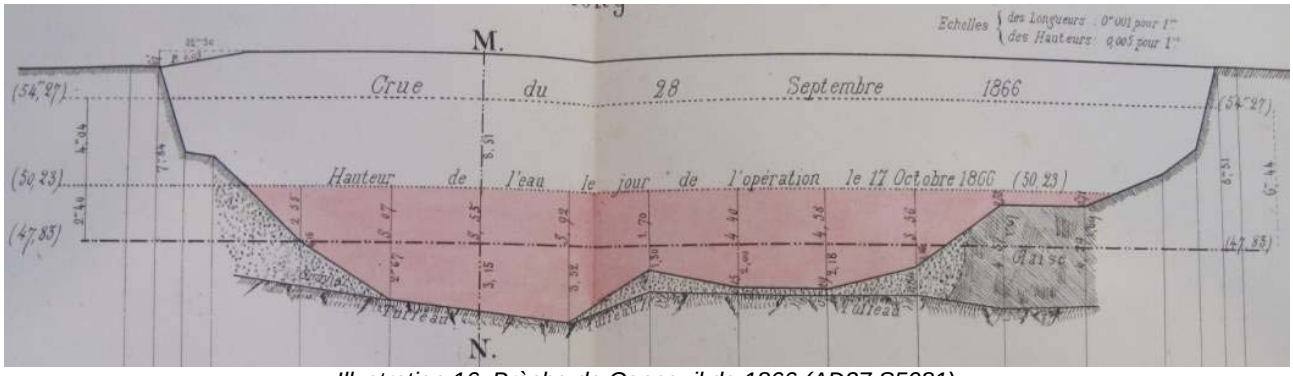


Illustration 16: Brèche de Conneuil de 1866 (AD37 S5081)

La profondeur moyenne de la brèche est évaluée à 8 m.

Selon un rapport des Ponts et Chaussées (AD45 30909), la brèche s'est produite lorsque l'eau est arrivée 1m46 en contrebas de l'ancien couronnement. Le fond Guillon 1890 présente un rapport des Ponts et Chaussée spécifique aux brèches de Conneuil. La rupture de la crue de 1866 s'est produite au droit du premier désordre de 1856 (lézarde observée en crête de digue). Le rapport indique : « *la levée s'affaissa sur sa base déjà minée par les infiltrations de plus en plus fortes nonobstant les travaux de défense que l'on faisait. Instantanément les eaux se précipitèrent par une passe de 25 à 30 m de longueur par laquelle fut entraîné le bateau monté par un soldat qui se noya à 300 m en aval lorsque le bateau chavira dans les arbres. Ce point de rupture est indiqué à peu près par la croix commémorative de cet accident érigée depuis sur la levée. La brèche s'est produite entre 20h et 20h15, elle s'agrandit pour ainsi dire spontanément. On prétend qu'elle ne mit guère qu'un quart d'heure à atteindre une longueur de 240 m et que vers 22 heures le val était plein ».*

Cette dernière assertion est à nuancer. Un rapport des Ponts et Chaussée (AD45 30909) indique que le déversement des eaux par dessus la levée de Rochepinard s'est produit le 29 septembre vers 2h du matin soit 6 heures après la brèche de Conneuil. Le rapport du fond Guillon 1890 indique que 72 millions de mètres cubes d'eau sont entrés dans le val (hauteur d'eau moyenne de 3m75 pour un val de 1920 ha). En prenant en compte un remplissage en 6 heures, un débit moyen de 3300 m^3/s est évalué (contre 8000 m^3/s pour un remplissage en 2h30min). Il n'est pas indiqué l'origine de la valeur de 72 millions de m^3. Compte tenu de la valeur très importante du débit de la brèche, il est probable que cette valeur soit erronée. En effet, la « validation » du volume par les 3m75 d'eau en moyenne dans le val est à nuancer : à l'amont du val amont, la hauteur d'eau doit être bien plus faible que cette valeur. Le débit moyen de 3300 m^3/s reste donc une valeur très approximative du débit moyen de la brèche.

L'affouillement maximal est de 4m75 sous le terrain naturel sur 45 m de longueur. Le rapport (Guillon 1890) conclut que la description du déroulement de la brèche reste peu précise car le lieu est isolé et lorsque la rupture s'est produite, les travailleurs sont rentrés et ont quitté ce lieu très isolé.

Le principe de réparation de la brèche est bien détaillé par un profil en travers présenté dans la figure 17.

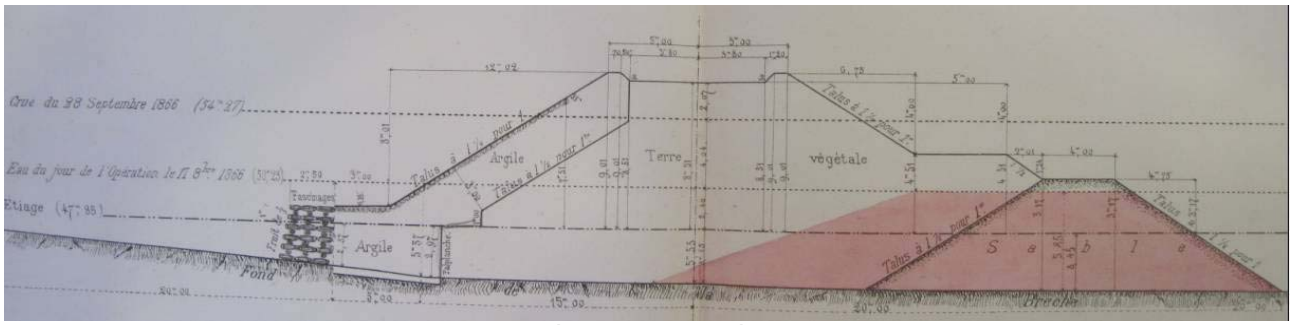


Illustration 17: Profil en travers de la réparation de la brèche de Conneuil 1866 (AD37 S5081)

Côté Loire, un fascinage est constitué. La digue est composée d'un corps en terre végétale, d'une couche d'argile perreyée côté Loire et d'une partie en sable côté val. Le principe de réparation d'urgence de la brèche a également été retrouvé et est présenté dans la figure 18.

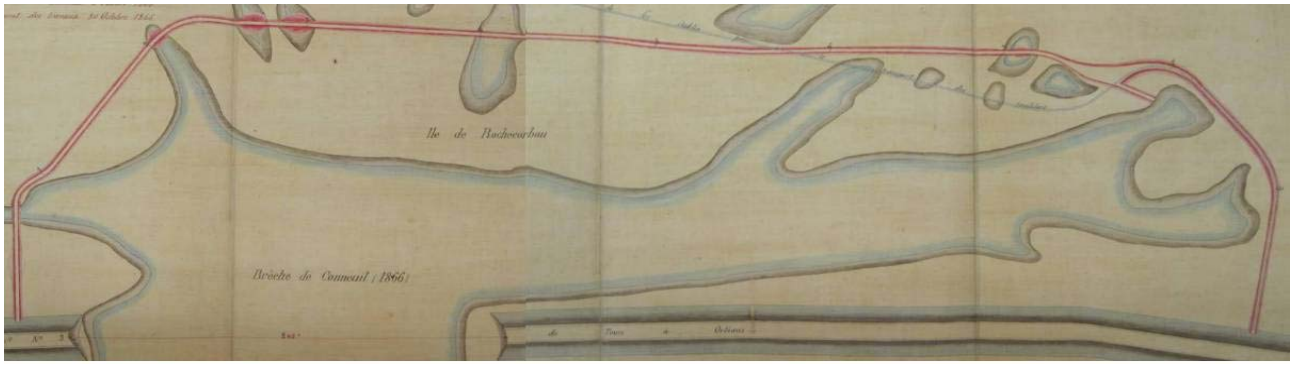


Illustration 18: Principe de réparation d'urgence de la brèche de Conneuil de 1866 (archive service navigation 37)

Cette figure permet mieux comprendre le principe de réparation des brèches. Lorsque les ruptures se produisaient en début d'hiver (comme en 1866), il était impératif de constituer une réparation même provisoire de la levée pour empêcher les crues de l'hiver d'entrer dans la brèche. Les opérations de réparation étaient réalisées de telle sorte à minimiser les travaux à mettre en œuvre. Aussi, la digue provisoire était mise en place au droit des terrains qui n'avaient pas été impactés par la fosse d'érosion. La réparation devait être plus aisée côté Loire. Du côté du val, la fosse d'érosion importante cumulée aux dépôts sableux importants ne permettait pas de mettre en œuvre une protection correctement fondée. Par ailleurs, l'ouverture dans le système de protection aurait engendré des turbulences qui aurait pu augmenter la largeur de la brèche dans la levée principale.

La forme de cette fosse côté Loire ainsi que les vestiges de la digue provisoire de réparation sont identifiables sur le MNT de 2002 comme l'illustre la figure 19.

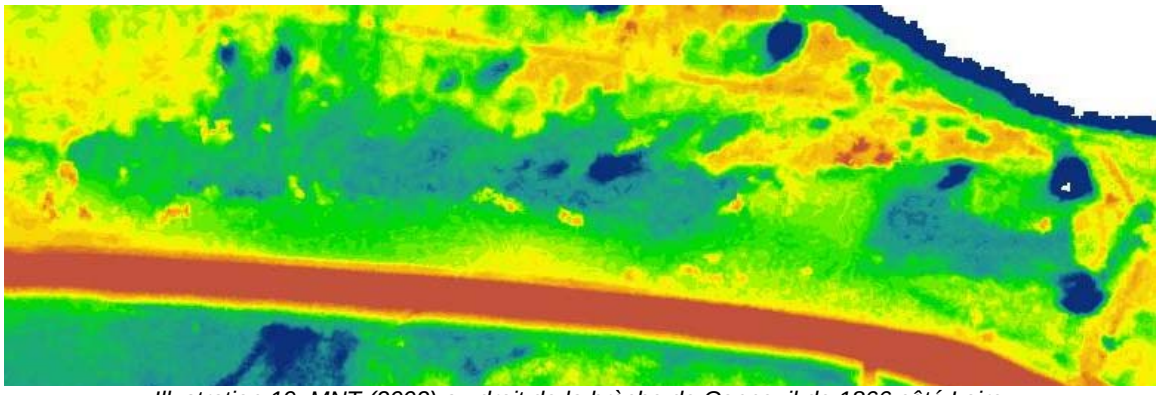


Illustration 19: MNT (2002) au droit de la brèche de Conneuil de 1866 côté Loire

La brèche de Conneuil a ainsi été fermée du côté de la Loire par une longue digue provisoire. Cet

ouvrage est important car une fosse d'érosion de grande ampleur (bien plus longue que la largeur de la brèche) s'y est développée. La présence de cette fosse à l'amont de la brèche traduit la puissance des écoulements entrant dans le val. La fosse d'érosion côté val n'a malheureusement pas été retrouvée sur plan. La figure 18 permet néanmoins de constater que dans le cadre d'une brèche se produisant sur un site où la Loire n'est pas en contact direct avec la digue (comme à Conneuil), une fosse se forme de part et d'autre de la digue. Les dimensions de la fosse amont ne sont pas négligeables.

4.3.2 Brèche du Pavillon

Cette brèche s'est formée sur la levée du Cher dans le val aval. Elle s'est produite le 29 septembre de 12h à 15h au maximum des écoulements provenant de la Loire par la brèche de Conneuil. Elle présente une longueur de 120 m et une profondeur de 6m50 en moyenne. La rupture a été initiée par un renard (à partir du 29 septembre à 10h) suivi d'une surverse de la levée. Le rapport de l'ingénieur ordinaire sur les effets et les circonstances principales de la dernière crue de la Loire et du Cher datant du 29 novembre 1866 (AD 45 30890) précise le mode de rupture. « *Il semble […] qu'un renard s'est produit à la base de la levée vers 10h du matin, que ce renard a augmenté jusqu'au moment où les eaux, se déversant par dessus la levée détrempée, ont entrainé le massif entier ».*

Ce site correspond à une ancienne brèche (datant milieu dix huitième siècle) comme en témoigne la présence d'une ancienne fosse d'érosion à l'aval de la digue. La levée paraissait pourtant avoir été refaite dans de bonnes conditions. La fosse d'érosion qui s'est développée à l'aval de la brèche présente une longueur de 170 m et largeur moyenne de 80 m. Ces informations sont issues de diverses sources qui confirment ces informations (AD 45 30890 ; AD45 30909 ; AD 37 S4619).

La figure 20 présente la profil en travers de la brèche (AD 37 : S5273).

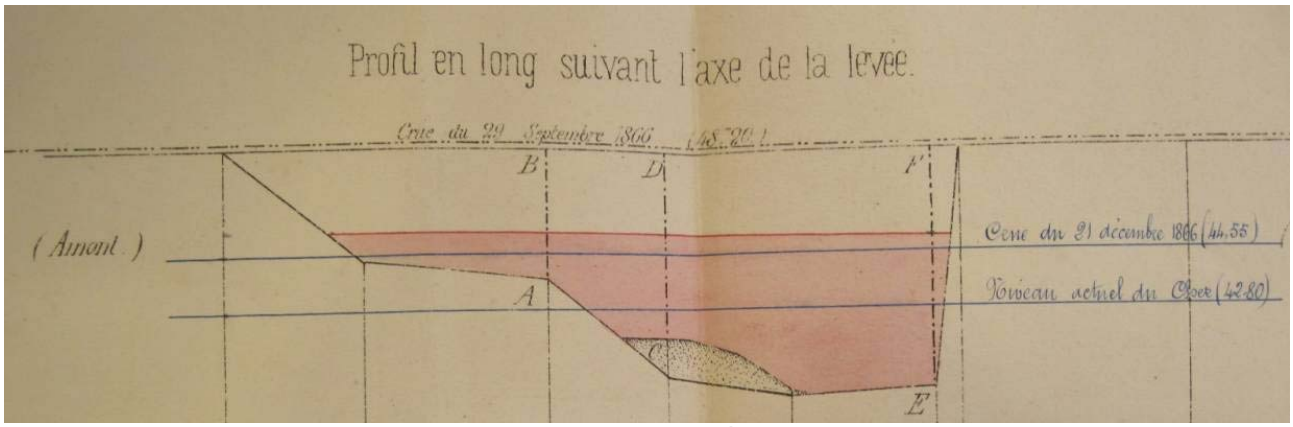


Illustration 20: Profil en travers de la brèche du Pavillon (1866)

4.3.3 Brèche de la Sainterie

Cette brèche s'est formée sur la levée du Cher dans le val aval. Elle s'est produite le 29 septembre de 12h à 15h au maximum des écoulements provenant de la Loire par la brèche de Conneuil. Elle présente une longueur de 80 m et une profondeur de 9m20 en moyenne. La cause de la rupture est la surverse. Ces informations sont confirmées par diverses sources (AD 45 30890 ; AD45 30909 ; AD 37 S4619).

Le rapport de l'ingénieur ordinaire sur les effets et les circonstances principales de la dernière crue de la Loire et du Cher daté du 29 novembre 1866 précise les mécanismes de rupture. « *A la Saintrie, les eaux ont déterminé par déversement la rupture de la levée […]. Il y avait en ce point des maisons en très mauvais état établies dans le talus même de la levée ; il est probable que l'écroulement d'un mur aura amené l'éboulement d'une partie du terre plein et que la brèche se sera ensuite rapidement élargie ».* Ce même rapport indique la formation d'une fosse d'érosion à l'aval de la brèche de 100 m de longueur et de 60 m de largeur moyenne.

Le profil en travers de la brèche n'a pas pu être retrouvé. Le dossier de réparation de cet ouvrage est présent aux archives d'Indre-et-Loire (AD37 S4632) mais n'était pas consultable car trop endommagé.

Les conclusions du rapport de l'ingénieur ordinaire sur les effets et les circonstances principales de la dernière crue de la Loire et du Cher daté du 29 novembre 1866 (AD 45 30890) indique que « *les plantations de l'île de la Saintrie et du chantier gauche de l'aval ont eu pour effet de renvoyer sur la rive droite le courant et nous croyons qu'elles ont pu contribuer à déterminer la formation de la brèche de la Saintrie ».*

4.3.4 Brèches en retour

La brèche du côté de la Loire s'est produite au lieu-dit « l'Arche aux Moines » sur 415 m de longueur et sur une profondeur moyenne de 2m80. (AD45 30909). Un autre document (AD 45 30890) en précise également la date le 29 septembre à 18h.

La brèche du côté du Cher s'est produite au lieu-dit du « Bois des Plantes » sur 40 m de longueur et sur une profondeur moyenne de 2m50. (AD45 30909). La date est similaire à celle de la brèche en retour vers la Loire.

4.3.5 Synthèse

Le tableau 3 présente la synthèse des brèches de 1866.

Site	type	longueur (m)	profondeur maxi (m)	profondeur moy (m)	cause rupture	Contexte rupture
Conneuil aval	entrée	250	11	8	Infiltrations liquéfaction	écoulements du val de Cisse
Le Pavillon	entrée	120	7.6	6.5	surverse renard	écoulements de Conneuil
La Saintrerie	entrée	80		9.2	surverse et habitation côté val	écoulements de Conneuil
retour vers Loire	sortie	415		2.8	surverse	
retour vers Cher	sortie	40		2.5	surverse	

Tableau 3: Brèches de 1866

La brèche de Conneuil présente la brèche la plus importante de 1866. C'est elle qui est responsable des brèches qui se sont produites dans le val aval du côté du Cher. Ces dernières brèches présentent des dimensions également importantes.

4.3.6 Anciennes brèches de la Loire du val aval

Dans le val aval, les digues de Loire n'ont pas été sollicitées par des écoulements importants du fait de la brèche de Conneuil qui s'est produite relativement rapidement en montée de crue. Néanmoins, les sites des anciennes brèches de 1846 et 1856 ont été la source d'inquiétudes sans rupture de l'ouvrage de protection. Le rapport de M. Barré, ingénieur des Pont et Chaussées (AD45 30909), précise ces désordres.

Sur le site de la Foucerie où des brèches se sont produites en 1846 et en 1856, la fosse d'érosion à l'aval de l'ouvrage n'avait pas été comblée et a posé des problèmes d'infiltrations qui ont été résorbés par des confortements lors de la crue.

Le site de la brèche de 1846 de la Bise a posé des problèmes bien plus inquiétants. Le 28 septembre vers 10h, des infiltrations sur 100 m de longueur ont été observées en pied de levée. Le talus aval s'affaisse par la suite du côté val sur 80 m de longueur. Une accélération des infiltrations est ensuite observée. Le 28 septembre à 18h, les infiltrations, renards et éboulements de la couronne de la levée côté val réduisent la largeur de la levée de moitié. Les filtrations du pied sont observées jusqu'aux deux tiers de la hauteur de la levée.

Le 29 septembre à 2h du matin, la situation se dégrade : les éboulements se prolongent à l'amont et à l'aval, toute la digue s'affaisse d'1 m sur 4 m de largeur. Des piquets en bois sont plantés en pied du côté val pour stabiliser les sac de terre, le fumier et les moellons et empêcher la rupture. Finalement, le val est inondé par le Cher et la levée résiste à la crue.

A l'issue des opérations de confortements, six cents sacs de terres ont été posés en pied de digue pour stabiliser la levée. La levée en sommet de digue présente un glissement sur une largeur maximale de 5 m (sur 8 m de large initialement) sur 1 à 2 m de hauteur et sur 80 m de longueur.

La figure 21 présente deux schémas des tassements et du profil de la digue après la crue.

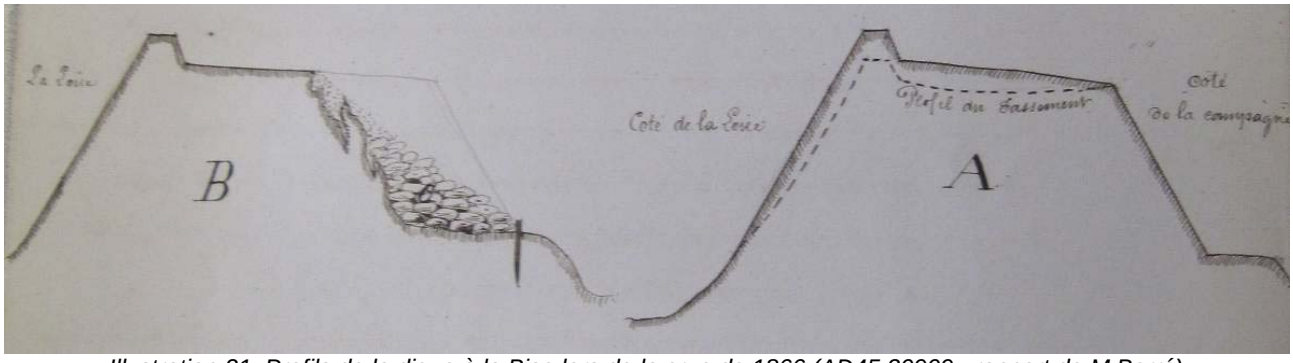


Illustration 21: Profils de la digue à la Bise lors de la crue de 1866 (AD45 30909 ; rapport de M Barré)

Le schéma A présente le tassement qui a tout d'abord été observé. Le schéma B présente la situation de la digue après les travaux de confortement. Le glissement et les confortements par les sacs de terre sont bien identifiés.

4.3.7 Quais de Tours

Les quais de la traversée de Tours ont été consolidés à l'issue de la crue de 1856. Ces opérations étaient un des points majeurs souhaités par la commune de Tours. En effet, lors des crues de 1846 et 1856 de nombreuses opérations d'exhaussement des quais avaient été réalisés par de nombreux travailleurs et riverains de la ville. Outre le risque important de surverse directe que représentaient ces confortements provisoires, la réalisation de quais robustes devait permettre de reporter la main d'œuvre sur les autres sites sensibles. La figure 22 présente le profil en travers des quais en situation de 1856 et après les aménagements de 1860 (Guillon 1885).

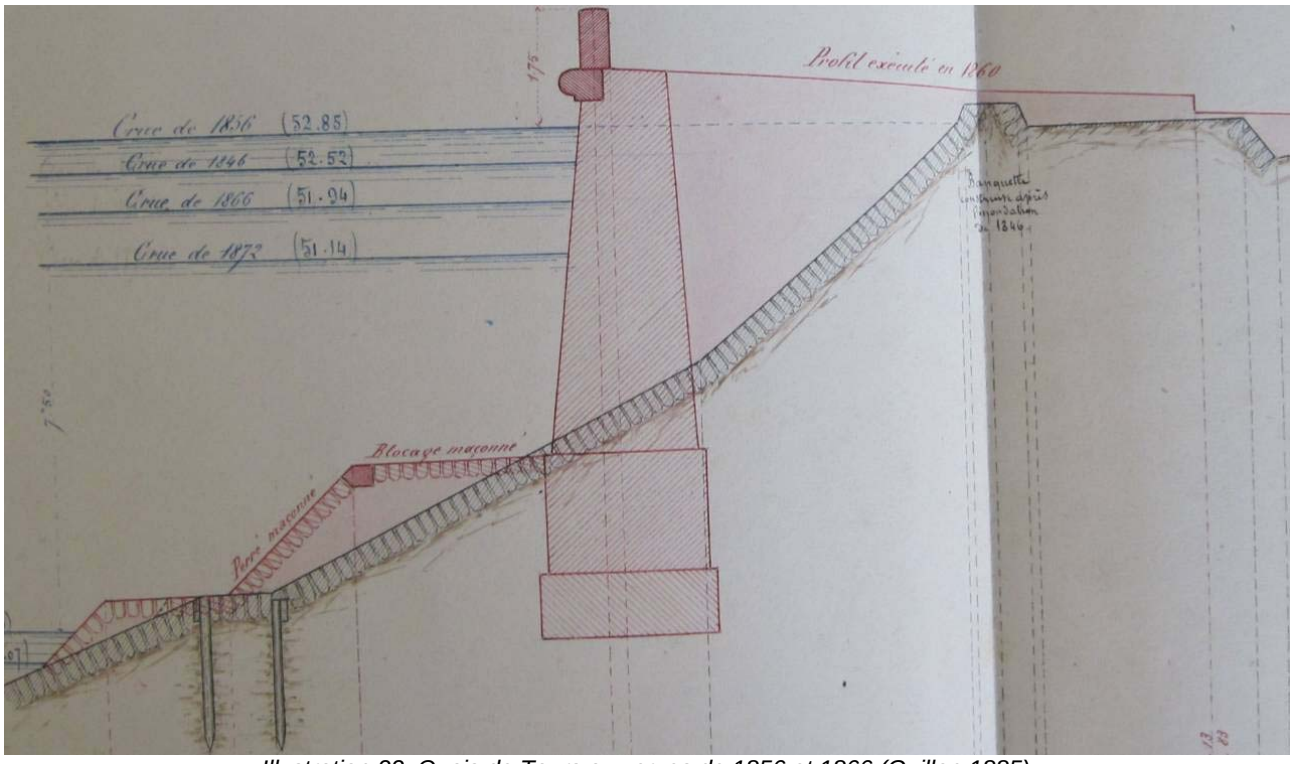


Illustration 22: Quais de Tours aux crues de 1856 et 1866 (Guillon 1885)

Les quais aménagés en 1860 ont très bien fonctionné lors de la crue de 1866 : aucune infiltration ne s'y est produite. Les habitants de Tours étaient protégés des déversements directs de la Loire dans la ville.

4.3.8 Levée du canal

Lors de l'inondation de 1866, la levée du canal avait été consolidée (figure 13). Cette digue n'a pas présenté de brèche lors de cette crue mais de nombreuses infiltrations importantes ont été observées en pied du côté de la ville de Tours. Ces infiltrations sont pour la plupart imputées à la présence de murets dans le corps de la levée. Des opérations de confortement ont été mises en œuvre après cet événement. Celles-ci consistent en une diminution de la pente de la levée du côté de Tours par un élargissement de sa base. La figure 23 présente une illustration du principe des travaux mis en œuvre.

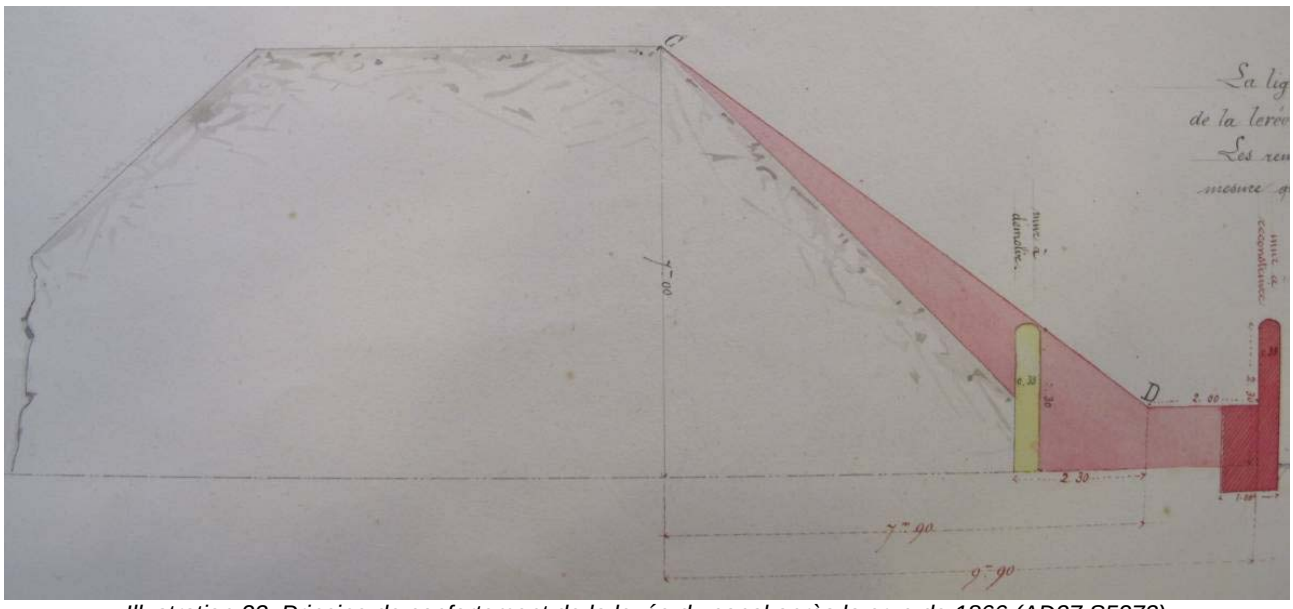


Illustration 23: Principe de confortement de la levée du canal après la crue de 1866 (AD37 S5273)

Un élargissement de la base de la levée de 4m30 a été réalisé pour limiter les infiltrations inquiétantes qui avaient été observées en pied de digue lors de l'inondation du val amont de Tours en 1866.

4.4 Synthèse

Lors de l'étude des brèches du val d'Orléans, les recherches dans les archives départementales du Loiret et au fond Guillon avaient permis de retrouver des fiches de brèches qui avaient été réalisées pour les crues de 1856 et 1866. Ces documents décrivaient avec précision chaque brèche avec des profils en long et en travers. Les recherches qui ont été menées dans le cadre de cette étude n'ont pas permis de retrouver des informations aussi complètes. Les archives départementales d'Indre-et-Loire contiennent en effet de nombreuses pièces administratives relatives aux paiements des travaux effectués pour les brèches durant la crue et pour leur réparation finale et peu de détails techniques.

Par ailleurs, les écoulements en crue dans le val de Tours sont complexes à analyser. Le suivi fin des hauteurs d'eau en Loire ne suffit pas pour évaluer les débits entrant dans les brèches. Les écoulements dans les vals amont et aval court-circuitant les écoulements du fleuve ne permettent pas de réaliser ce type d'analyse. Par ailleurs, les écoulements du Cher sont difficiles à analyser de part l'absence d'échelle de mesure normalisée sur le val de Tours. Les hauteurs retrouvées sont mesurées à des échelles différentes entre la crue de 1856 et 1866. Il est donc impossible de comparer les crues de 1856 et 1866. Pour les deux crues, seule une échelle de mesure a présenté des renseignements, ce qui empêche d'évaluer les temps de propagation des écoulements dans ce cours d'eau.

La crue de 1856 se caractérise tout d'abord par une succession de deux crues du Cher à deux semaines d'intervalle. La première pointe n'a pas causé de brèche mais a atteint des niveaux proches de la crue du 2 juin et a causé des érosions et des saturations des digues. La deuxième pointe (le 2 juin à Tours) cause des brèches dans le val amont (50 m et 20 m de longueur pour 2m50 de profondeur) et dans le val aval (180 m de longueur et 5 m de profondeur). La durée de formation de ces brèches est inconnue. La cause n'est pas explicitement indiquée mais elle serait due à une surverse des levées qui avaient été rehaussées par des travaux d'urgence. La brèche du val aval se situe à l'aval immédiat du pont de Savonnières dans un secteur urbanisé. Il s'agit des seules brèches liées uniquement au Cher.

Les brèches liées aux écoulements de la Loire se sont produites pour les 3 crues. Les brèches les plus importantes sont les brèches de Conneuil de 1856 et 1866. Les mécanismes de rupture sont différents. En 1856, la rupture s'est réalisée par surverse alors qu'en 1866, la rupture s'est produite par renard au droit d'une zone fragilisée par la crue de 1856. Malgré les dimensions importantes de ces brèches (respectivement 460 m de longueur pour 7 m de profondeur en moyenne et 250 m de longueur pour 8 m de profondeur moyenne), aucun détail précis de ces brèches n'a été retrouvé. L'explication est fournie dans un rapport (Guillon 1890). Le site est très isolé, les deux brèches se sont produites la nuit et dès l'apparition d'une brèche, très rapidement les travailleurs sont rentrés. La durée de formation de ces brèches serait de l'ordre de 2h en 1856 et beaucoup plus rapide en 1866 (un quart d'heure). Ces ruptures ont induit la constitution d'une fosse d'érosion qui a été stoppée par le substrat calcaire en 1866 et vraisemblablement également en 1856. Les débits entrant dans ces brèches sont inconnus. Le chapitre 4.3.1 a permis d'évaluer le débit moyen très approximatif de la brèche de 1866 à 3300 m^3/s. Le débit de la brèche de 1856 est inconnu mais devait être supérieur du fait de la taille de la brèche et d'une formation sous une charge hydraulique plus importante. Deux points pourraient induire des débits transitant dans la brèche plus faibles : le val était déjà partiellement rempli par le Cher en 1856 et les hauteurs du Cher étaient légèrement plus importantes en 1866 (AD 37 S4619). Ce deuxième point est à nuancer par le fait qu'une partie non négligeable du débit a transité en 1856 dans la ville de Tours court-circuitant le Cher.

Les brèches de la Loire du val aval se sont produites lorsque la rupture de Conneuil ne s'est pas réalisée (1846) ou pour une hauteur d'eau importante (1856). En 1846, trois brèches se sont produites (290 m et 7m50 de longueur cumulée et de profondeur moyenne). En 1856, une seule brèche de moindre dimension (50 m de longueur et 6m50 de profondeur) s'est réalisée. Pour cette même date, les brèches de la gare et du pont du canal dans le val amont se cumulent à la brèche de Conneuil (130 m de longueur cumulée et 10 m de profondeur moyenne : le substrat calcaire est également atteint).

En 1866, les écoulements de la Loire par la brèche de Conneuil induisent des hauteurs d'eau dans le Cher supérieures à celles de 1856. Deux brèches se forment alors par surverse et renard (200 m de longueur cumulée et 7m50 de profondeur moyenne).

Peu de renseignements sur la durée de formation des brèches a pu être trouvé. Les modes de rupture sont néanmoins relativement bien détaillés et diversifiés pour les brèches de Conneuil, la brèche de la gare du canal et pour la crue de 1866. Les modes de rupture des autres brèches sont tous attribués à une surverse des digues sans plus de détails. Une description très fine du déroulement de la défaillance d'une levée pour la Bise de 1866 est également présentée. La recherche des archives a ainsi été très riche en enseignements sur les modes de rupture.

5 Comparaison des limnigrammes

5.1 Amboise

Bien que le val de Cisse ne soit pas l'objet de l'étude, une analyse du val de Tours se doit de comprendre les écoulements provenant de l'amont et donc issus des éventuelles brèches du val de Cisse. La figure 24 présente la comparaison des limnigrammes d'Amboise pour les 4 crues de référence. Dans un souci de lisibilité, seules les hauteurs supérieures à 4 m sont présentées.

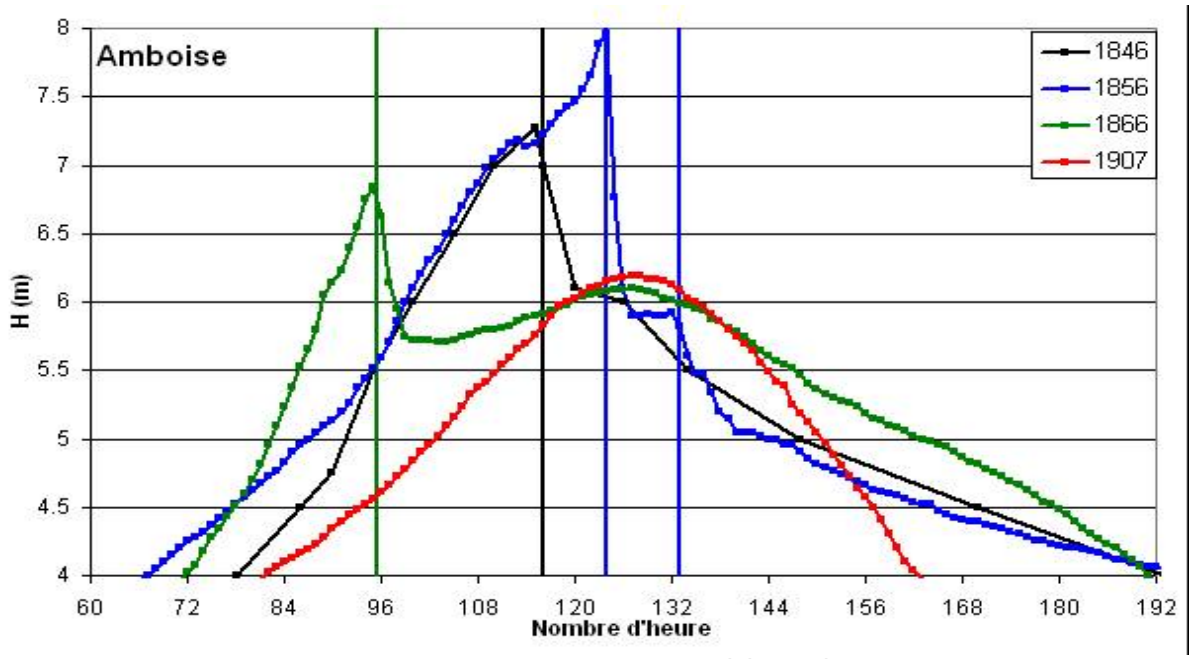


Illustration 24: Limnigrammes des crues de référence à Amboise

La levée d'Amboise a rompu dans le val de Cisse pour les 3 crues de 1846, 1856 et 1866. La forme des limnigrammes d'Amboise traduit bien l'impact des brèches qui se sont ouvertes à l'amont. Les heures relatives des ruptures d'Amboise sont figurées sur la figure 24 par le trait vertical. La crue de 1856 présente une autre brèche dans la val de Cisse à Ecures (41) également figuré par un trait vertical sur la figure 24.

La crue de 1846 présente un limnigramme relativement symétrique. La brèche a dû se produire proche de la pointe « naturelle » de la crue (H = 7m30). L'impact de la brèche sur le limnigramme reste néanmoins identifiable de part une décroissance plus rapide que la montée de crue.

La crue de 1856 présente un limnigramme qui traduit une décroissance très brutale après la rupture d'Amboise. La brèche s'est donc vraisemblablement produite très rapidement et à la pointe de la crue (H = 7m95). Les écoulements dans celle-ci ont été plus importants qu'en 1846 comme le traduit la décroissance des hauteurs. Après cette première chute, les écoulements stagnent à 5m90 (erreur de lecture de l'échelle ?) jusqu'à l'heure de la brèche d'Ecures (ou d'Onzain) puis poursuivent leur décroissance très rapide.

La crue de 1866 présente une autre forme. La brèche s'est produite à la montée de la crue (H = 6m85) bien avant la pointe « naturelle » de la crue de la Loire. L'impact de la brèche est très net sur le limnigramme. Plus d'une journée après la brèche, la pointe « naturelle » de la Loire se produit à Amboise générant un deuxième pic (H = 6m10).

La crue de 1907 est très nettement inférieure aux autres crues. Aucune brèche ne s'est produite à Amboise. Sa hauteur maximale est plus faible que les hauteurs des trois ruptures (H = 6m20).

5.2 Montlouis

Montlouis est situé à l'amont de Conneuil et du site du reversement des eaux du val de Cisse dans la Loire. L'impact de la brèche de Conneuil sur le limnigramme de Montlouis devrait être négligeable. L'impact du retour des eaux du val de Cisse doit se traduire par un remous sur ce site. La figure 25 présente les limnigrammes des 4 crues de référence sur ce site. Dans un souci de lisibilité, seules les hauteurs supérieures à 4 m sont présentées.

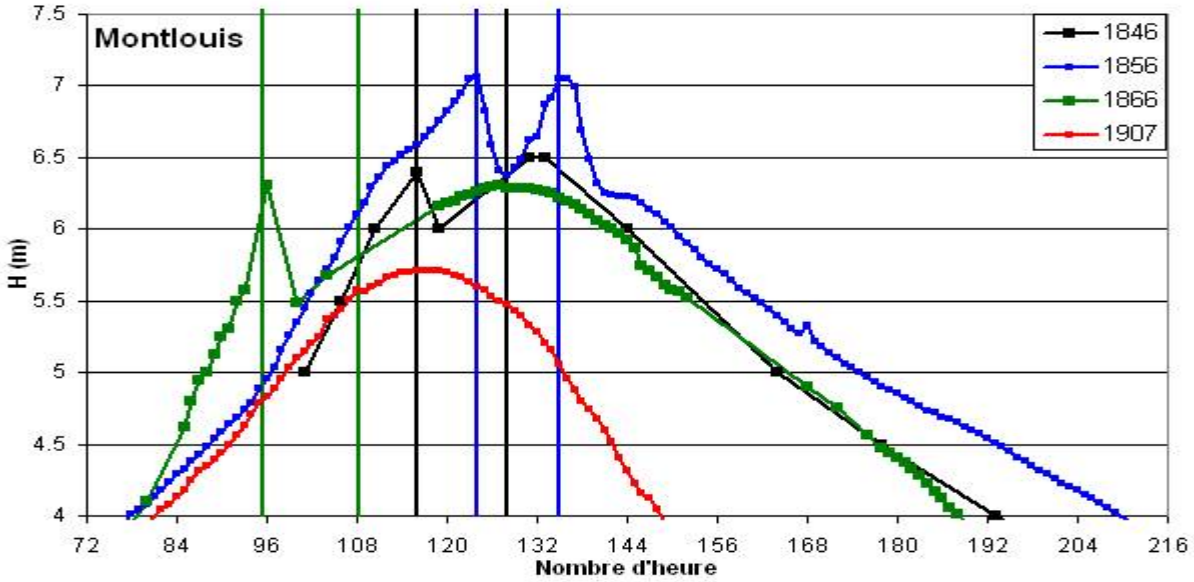


Illustration 25: limnigrammes des crues de référence à Montlouis

Sur la figure 25, pour chaque crue, les deux trait verticaux correspondent aux heures des brèches d'Amboise puis de Conneuil. En 1846, aucune brèche ne s'est produite à Conneuil, le deuxième trait correspond à 12 heures après la brèche d'Amboise.

En 1846, le limnigramme à Montlouis présente deux pointes. La première pointe (H = 6m40) correspond à la brèche d'Amboise. La deuxième pointe (H = 6m50) correspond vraisemblablement aux remous du retour des écoulements du val de Cisse. Le décalage des deux pics est de 15 h et valide cette hypothèse. Aucune brèche ne s'est produite à Conneuil pour cette crue.

Le limnigramme de 1856 présente une forme comparable à celle de 1846 avec des pointes plus marquées. La première pointe (H = 7m10) correspond à la brèche d'Amboise. La deuxième pointe (H = 7m10) correspond vraisemblablement aux remous du retour des écoulements du val de Cisse. Le décalage des deux pics est de 11 heures. Une brèche s'est produite à Conneuil à la deuxième pointe. L'impact de cette brèche sur le limnigramme de Montlouis est faible puisque la brèche s'est produite à l'aval de la station. Il est néanmoins intéressant de noter que la brèche s'est produite lors de la deuxième pointe. Les hauteurs à Conneuil devaient être plus importantes pour cette pointe que pour la première (alors qu'elles sont de même ampleur à Montlouis) du fait de l'inondation par remous de la deuxième pointe de Montlouis. La digue a donc présenté une première saturation 12h avant la brèche.

En 1866, la première pointe (H = 6m30) est liée à la brèche d'Amboise. Il est étonnant que cette pointe présente un débit similaire à celui de 1846 alors que la brèche d'Amboise s'est produite en 1846 lorsque la Loire était 50 cm plus haute qu'en 1866. La brèche de Conneuil s'est produite vraisemblablement lors du retour des écoulements du val de Cisse. La chronique de hauteurs d'eau de la DIREN et celle du fond Guillon est incomplète à cette date. Il n'est pas possible de visualiser à Montlouis le remous qu'a occasionné le retour des écoulements du val de Cisse. Enfin, tout comme à Amboise pour cette crue, une bosse (H = 6m30) est observée bien plus tard que la brèche d'Amboise. Celle-ci correspond à la pointe « naturelle » de la crue de la Loire.

En 1907, aucune brèche ne s'est produite, la crue était bien plus faible (H = 5m70).

5.3 Tours

La figure 26 présente la comparaison des limnigrammes d'Amboise pour les 4 crues de référence. Dans un souci de lisibilité, seules les hauteurs supérieures à 4 m sont présentées.

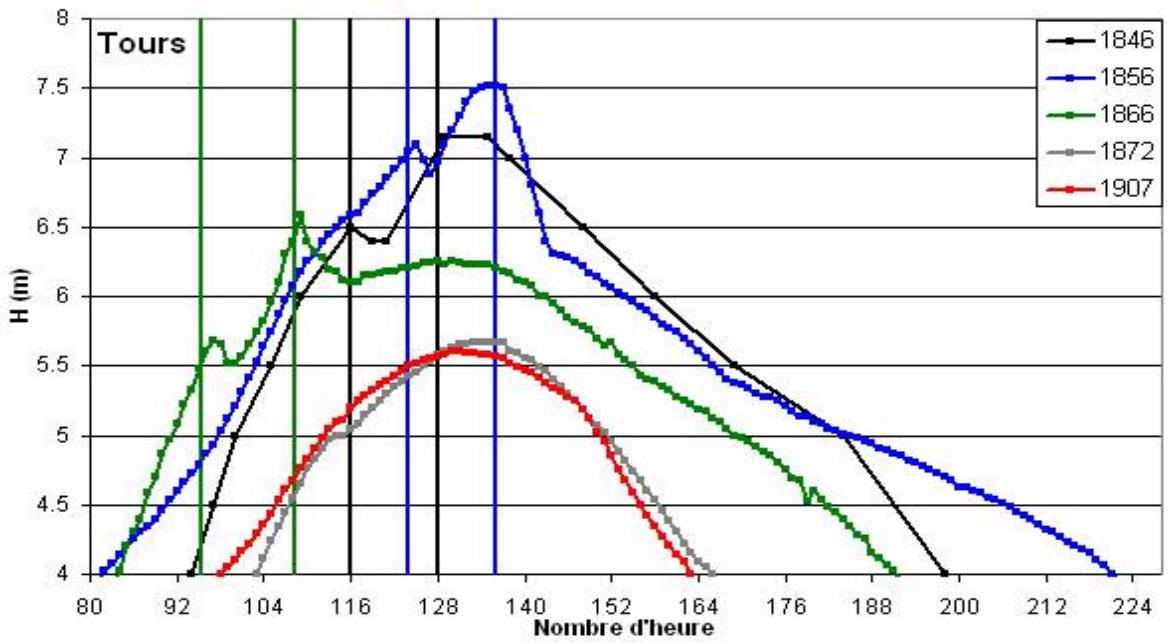


Illustration 26: Limnigrammes des crues de référence à Tours

Sur la figure 26, pour chaque crue, les deux trait verticaux correspondent aux heures des brèches d'Amboise puis de Conneuil. En 1846, aucune brèche ne s'est produite à Conneuil, le deuxième trait correspond à 12 heures après la brèche d'Amboise.

En 1846, la forme du limnigramme à Tours présente deux pointes. La première (H = 6m50) correspond à l'impact de la brèche d'Amboise qui est relativement faible à Tours. La pointe principale (H = 7m15) se produit plus tardivement et correspond au retour des écoulements du val de Cisse. La décrue se produit avec une pente plus faible que la crue ce qui traduit l'absence d'une brèche à Conneuil.

En 1856, la forme du limnigramme est similaire à celle de 1846. Le premier pic (H = 7m10) correspond également à la brèche d'Amboise ; le deuxième pic (H = 7m50) correspond au retour des écoulements du val de Cisse. C'est lors de ce deuxième pic que se produit la brèche de Conneuil ce qui se traduit par une décroissance rapide des hauteurs d'eau dans Tours.

La forme du limnigramme de 1866 reste particulière et peut se décrire par trois pointes. La première pointe (H = 5m60) correspond à la brèche d'Amboise, la deuxième (H = 6m60) correspond à la brèche de Conneuil et la dernière (H = 6m25) est la pointe « naturelle » de la crue de la Loire.

Les crues de 1872 et de 1907 présentent un pointe similaire bien plus faible (H = 5m60) et n'ont occasionné aucune brèche.

5.4 Synthèse

Le tableau 4 présente une synthèse des hauteurs des crues de référence liées aux différentes brèches pour les stations d'Amboise, Montlouis et Tours.

		1846	1856	1866	1907
H max (m)	**Amboise**	7.3	7.95	6.85	6.2
	Montlouis	6.5	7.1	6.3	5.7
	Tours	7.15	7.5	6.6	5.6
H (m) brèche Amboise	**Amboise**	7.3	7.95	6.85	
	Montlouis	6.4	7.1	6.3	
	Tours	6.5	7.1	5.6	
H (m) brèche Conneuil	**Montlouis**		7.1	6.3	
	Tours		7.5	6.6	
H (m) pointe "naturelle" Loire	**Amboise**			6.1	
	Montlouis			6.3	
	Tours			6.25	

Tableau 4: Synthèse des hauteurs des crues caractéristiques

La hauteur maximale à Amboise correspond systématiquement à la brèche d'Amboise. La hauteur maximale de Montlouis et Tours correspond pour les crues de 1856 et 1866 à la brèche de Conneuil. Le classement des crues par ordre de hauteurs maximales est le suivant : 1856, 1846, 1866 et 1907 et ce, pour l'ensemble des stations. En 1866, les brèches se sont produites pour des hauteurs d'eau bien plus faibles qu'en 1856 (de l'ordre de 1 m).

La présence ou non d'une brèche à Conneuil constitue un élément prépondérant dans le scénario de rupture du système de protection du val de Tours. Tous les ouvrages généraux s'accordent à dire que le site de Conneuil a toujours été un site qui a présenté des brèches de part notamment sa position en aval immédiat du val de Cisse. Une analyse historique des aménagements et des politiques de gestion des inondations de ce site est intéressante à mener et est réalisée dans le chapitre suivant.

6 Analyse historique des aménagements des digues et du site de Conneuil

Cette analyse ponctuelle s'intègre dans les politiques historiques de la gestion des inondations du val de Tours. Les articles *« Stratégie d'écrêtement des crues en Loire moyenne - Méthode, limites et impacts »* de A. Bachoc ; R. Thépot ; N-G Camp'huis (la Houille blanche N°6/7 – 1996) et *« Les levées de la Loire : des Turcies au plan Loire, huit siècles d'évolution »* de J. Maurin ; S. Guillou ; 2004 présentent un rappel exhaustif des évolutions du système de protection des vals de Loire à travers les temps.

Ce n'est qu'à partir de 1482 sous Louis XI que les levées commencent à être définies comme des moyens de protection des populations, des terres agricoles mais surtout de fixation du lit de la Loire à des fins de faciliter la navigation. Ces aménagements restent à la charge des bourgeois et des marchands et sont trop souvent rompus. Ils présentent une hauteur de 15 pieds (4m88). Ce n'est qu'en 1594 que le surintendant des Turcies et des Levées est créé sous l'autorité du roi. A la suite de la crue de 1628, il est admis que les levées ne peuvent être conçues comme insubmersibles. La constitution de six déchargeoirs est envisagée. Ce programme se heurte au mécontentement des populations locales et ne sera pas entièrement réalisé. En 1664, Colbert ne se conforme pas à ce programme et restaure la rehausse des digues qu'il considère comme insubmersibles (*« une submersion est due à un mauvais dimensionnement ou à un mauvais entretien de la digue »*). Une rehausse de l'ordre de 30 cm des digues est réalisée. A la suite des quatre crues de 1707, 1709, 1710 et 1711, les digues sont rehaussées et portées à 21 pieds (6m83). Le principe des déchargeoirs est également restauré (sections de 200 m de longueur et de 15 pieds de hauteur) et réalisé entre Orléans et Tours. Lors de la crue de 1733, ce système est mis à mal et la plupart des déchargeoirs sont remplacés par des digues insubmersibles (sauf ceux de la Bouillie et de Saint Martin sur Ocre).

Pour le val de Tours, l'ouvrage *« Tours et les inondations depuis le VI^{ème} siècle »* (BMT cote F819) indique : « *Pour mieux protéger la ville contre les grandes inondations, l'on avait établi, comme on l'a vu, « un déchargeoir » au dessus de Montlouis en 1608 ; les eaux le submergèrent en 1733, et il ne fut pas maintenu. Ce déchargeoir consistait en un « glacis » ou levée, en avant de laquelle se trouvait le fossé d'où l'on avait tiré les terres. Les ingénieurs le jugèrent, sans doute, plus dangereux qu'utile, car il ne figure pas dans le plan des travaux de défenses de la ville de Tours dressé par eux au mois de décembre 1755 ».*

L'article *« Stratégie d'écrêtement des crues en Loire moyenne - Méthode, limites et impacts ».* précise : « *Suite aux crues de 1519, 1527, 1549, 1570, 1581, 1608 et 1628, le Conseil d'État du Roi marque une pause dans le relèvement systématique des levées pour se protéger des crues. Il prévoit le 19 décembre 1629, la réalisation de six déchargeoirs comparables à celui mis en chantier à Blois vers 1602. Mais les bourgeois (au sens « habitants des bourgs », principalement ceux d'Orléans, Blois, Amboise et Tours) qui ont des intérêts dans les vignes ou les cultures maraîchères protégées par les levées, s'opposent si bien au programme qu'aucun des déchargeoirs n'est finalement réalisé. La cruelle série de 1707, 1709, 1710 et 1711 incite à nouveau à réaliser, dès 1711, ce programme de déchargeoirs. Mais il se révèle insuffisamment efficace lors de la crue de 1733 et tous sont refermés sauf ceux de Gien et Blois ».*

Un déchargeoir aurait ainsi bel et bien existé dans le val amont (vraisemblablement construit en 1711). Cet ouvrage a été supprimé (après 1733) pour restaurer une digue considérée comme insubmersible.

La suite de la gestion des digues est précisée par les deux articles. Après la révolution française, le régime des Turcies et des Levées est incorporé dans les Ponts et Chaussées. La crue de 1790 entraine une rehausse de 40 à 50 cm des digues qui ne rompent pas lors de la crue de 1825 estimée équivalente. Au début de XIX^{ème} siècle, les levées sont considérées comme insubmersibles. Des aménagements sont réalisés dans la Loire pour faciliter la navigation. Des dégradations dans la levée sont tolérées (habitations, murs, puits,…). Le val est considéré comme suffisamment sécurisé pour accueillir le chemin de fer.

La crue de 1846 surprend les Ponts et Chaussées qui ne disposent pas de l'expérience du service des Turcies et des Levées. A la suite de cette crue, une banquette de 50 cm au dessus du niveau de 1846 est installée sur les levées.

La crue de 1856 est plus forte de celle de 1846. Le rapport de l'ingénieur Comoy après la crue de 1856 revient sur les principes de rehausses systématiques des digues qui avaient été successivement réalisées jusqu'alors. Dans son rapport, il indique la nécessité de permettre un déversement contrôlé des eaux à l'amont des vals (là où se sont produites les brèches de 1846 et 1856) et ce, afin d'éviter les brèches et les inondations rapides et destructrices qui s'en suivent (le drame de La Chapelle est encore très présent dans les mémoires). Pour le val de Tours, il préconise la constitution d'un déversoir dans le val de la Ville

aux Dames et d'un autre dans celui de Berthenay.

La crue de 1866 précipite la décision. Cependant, sur les 19 déversoirs préconisés, du fait des pressions des enjeux locaux, seuls 7 seront réalisés. Aucun déversoir n'a été réalisé dans le val de Tours. L'ouvrage de *« Tours sauvé des eaux »* E. Roy (ingénieur civil), 1902, préconise la construction d'un déversoir au droit de l'ancien déchargeoir. Il s'agirait de constituer un canal (canal de Conneuil) de 80 à 100 m de largeur qui partirait de la Loire, aux environs de Conneuil, pour rejoindre le Cher, en traversant la levée de Rochepinard. La cote du fond du canal serait de 2 m au-dessus de l'étiage. Cet ouvrage nécessiterait la constitution de trois ponts pour franchir la levée de la Loire, celle du Cher et la voie de chemin de fer. L'ouvrage *« Tours et les inondations depuis le VI^{ème} siècle »* E. Gatian de Clérambault, 1910 (BMT cote F819) fait référence à cet ouvrage et appuie ce projet qui ne sera pas réalisé. L'illustration 27 est extraite de ce dernier ouvrage et présente la localisation de ce projet.

Illustration 27: Localisation du projet du canal de Conneuil « Tours et les inondations depuis le VIième siècle » E Gatian de Clérambault 1910 (BMT cote F819)

7 Modification du système d'endiguement du val de Tours

Val amont :

Le système de protection de la levée de la Loire n'a pas évolué depuis les crues de référence.

Le canal de jonction de la Loire au Cher a été comblé après la seconde guerre mondiale. Au droit de son emplacement l'A10 a été construite. La gare du canal n'existe plus de nos jours. La digue est donc continue du côté de la Loire jusqu'aux quais de Tours. La digue de la gare du canal du côté de Saint Pierre des Corps (qui a rompu en 1856) n'existe plus. Néanmoins, la digue du canal protégeant Tours est toujours en place (photo 28) mais présente notamment deux points de faiblesse :

Illustration 28: Digue du canal (photo du 25 mai 2011)

- une entrée principale dans Tours (mail Heurteloup) a vu la suppression d'une partie de la digue. Sur ce secteur, le remblai de l'A10 assure pour partie la continuité de la protection comme le montre la figure 29 ;

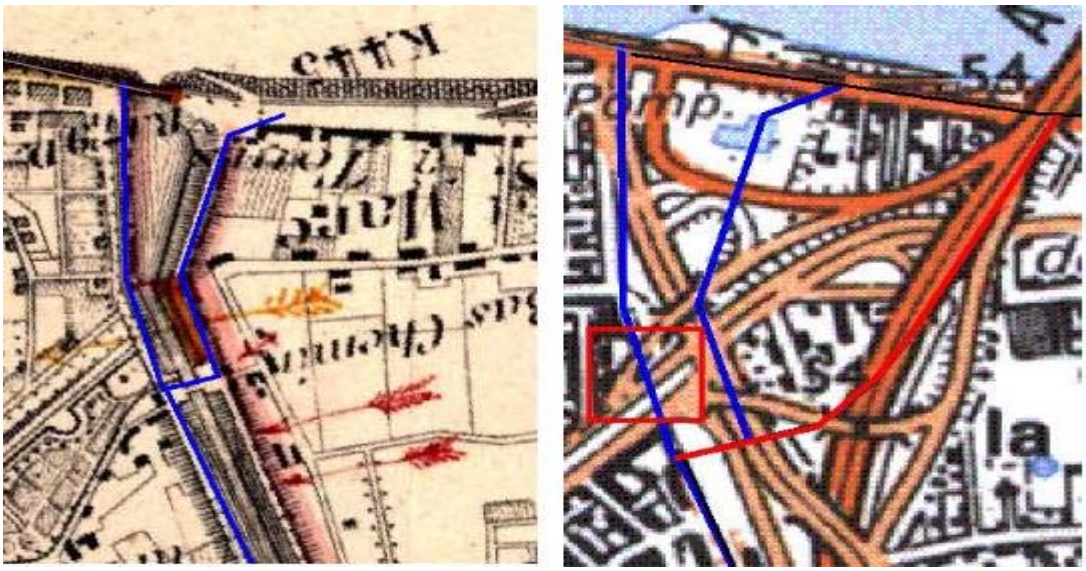


Illustration 29: Gare du canal lors des crues historiques (carte de 1848) et de nos jours

Lors des crues historiques, un embarcadère était situé du côté de la Loire avant l'écluse. Cette zone appelée « gare du canal » constituait une saillie dans les digues de Loire. Celles-ci contournaient ce dispositif. De nos jours, la digue de la gare du canal du côté de Saint Pierre des Corps (à l'Est) n'existe plus. Celle du côté de Tours est toujours présente mais est coupée par le mail Heurteloup (carré rouge sur la figure 29). Le système de protection de la digue du canal est assuré par l'A10 (trait rouge) dont un passage inférieur ainsi qu'une bretelle de sortie sont battardables pour assurer un niveau de protection similaire à celui offert par la digue du canal.

- La voie de chemin de fer traverse la digue (un pont existait auparavant pour franchir la digue et le canal : figure 30). Ce passage bien que battardable (des rails sont présents) pose des problèmes évidents de possibilité de battarder des rails et des problèmes de perméabilité du ballast. Les figures 31 et 32 illustrent ce secteur.

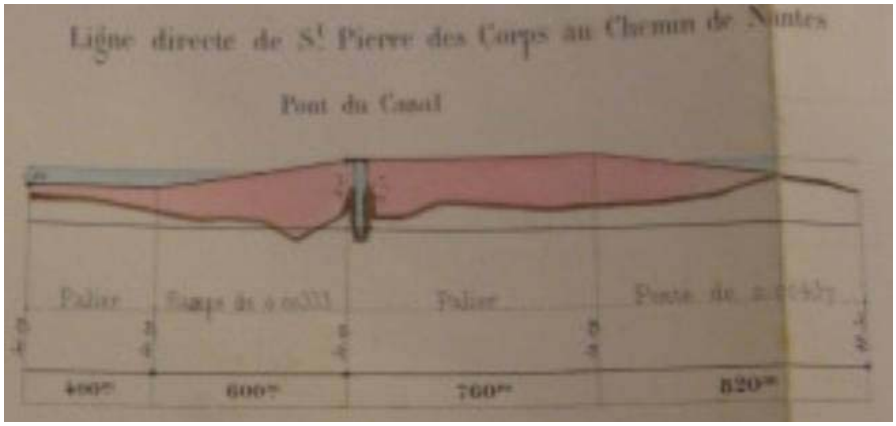


Illustration 30: Pont du chemin de fer traversant le canal (AD 37 S3396)

Illustration 31: Passage de la voie sncf dans la digue (Géoportail)

Illustration 32: Passage de la voie sncf dans la digue (photo du 25 mai 2011)

Le système de protection de Rochepinard a été conservé à l'amont mais est modifié à l'aval. Une digue plus proche du Cher a été en effet réalisée, l'ancienne levée étant déclassée. Ce secteur a fait l'objet de brèches d'entrée du Cher en 1856 et de surverses dues aux écoulements de la brèche de Conneuil. La figure 33 présente ce site. L'ancienne levée est support de la D 140, la nouvelle présente une piste cyclable.

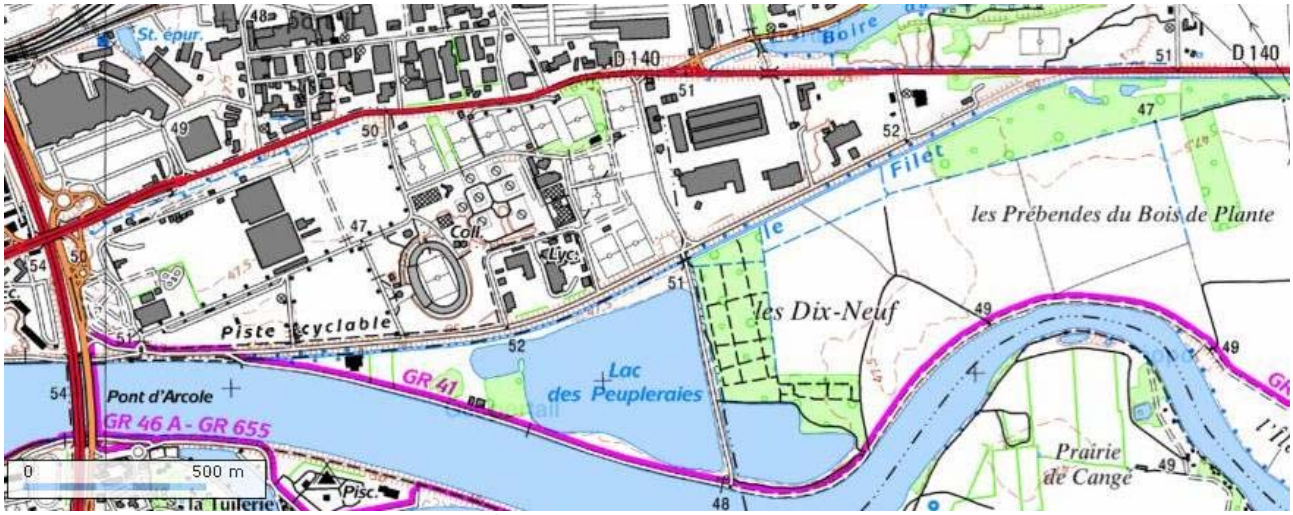


Illustration 33: Modification du système de protection de la digue aval de Rochepinard (Geoportail)

Tours :

Du côté de la Loire, les quais ont été conservés. Du côté du Cher, le secteur situé à l'amont du pont Sanitas (ancien pont de Nantes) avait présenté une brèche en 1856 du fait de la rupture du pont. Ce secteur a de nos jour été remblayé et supporte des immeubles. Il n'existe localement plus de digue du Cher.

Val aval :

Le système de protection du Cher est similaire à celui du XIX^{ème} siècle. Celui de la Loire a légèrement évolué. Une partie de la petite levée de Saint Côme est de nos jours intégrée dans le système des digues de premier rang du val aval. Sur ce site une brèche en 1866 est indiquée sur la carte de 1848. Le secteur est présenté sur la figure 34.

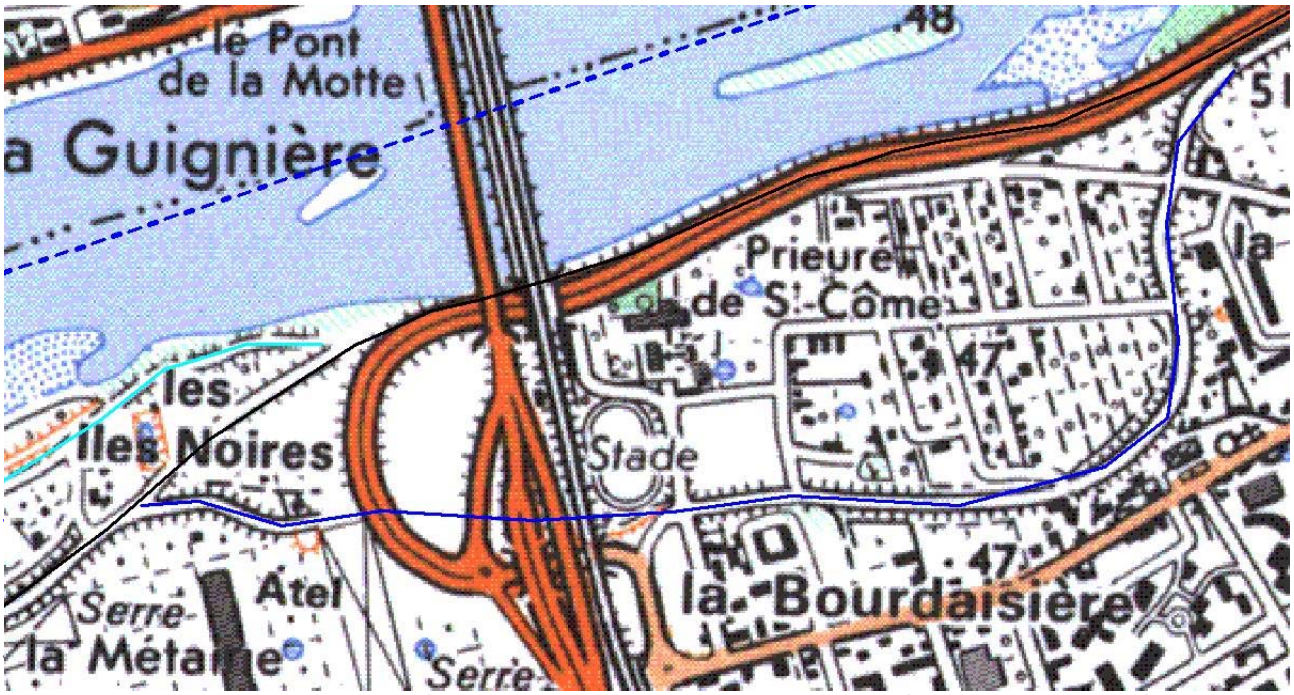


Illustration 34: Modification du système de protection d'un partie des basses levées de Saint Côme (Géoportail)

Une partie de la petite levée de Saint Côme a été intégrée au système de protection de rang 1 actuel (noir) déclassant l'ancienne digue de rang 1 (bleu foncé) qui n'existe plus. La petite levée de Saint Côme pour sa partie aval est toujours en place (bleu ciel) mais ne protège que des jardins ouvriers.

Par ailleurs, sur les communes de Saint Genouph et Berthenay, des digues du côté de la Loire ont été réalisées. Ces digues vierges de toute habitation constituent actuellement le premier rang du système de protection. L'ancienne levée traversant les deux villages et très anthropisée est déclassée. La figure 35 présente les configurations actuelles de ces sites.

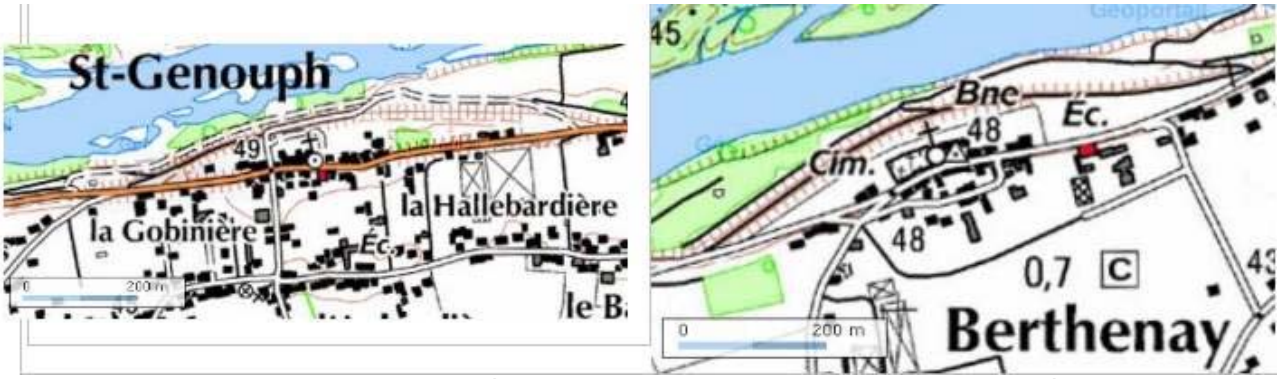


Illustration 35: Modification du système de protection de Saint Genouph et Bertenay (Géoportail)

Conclusion

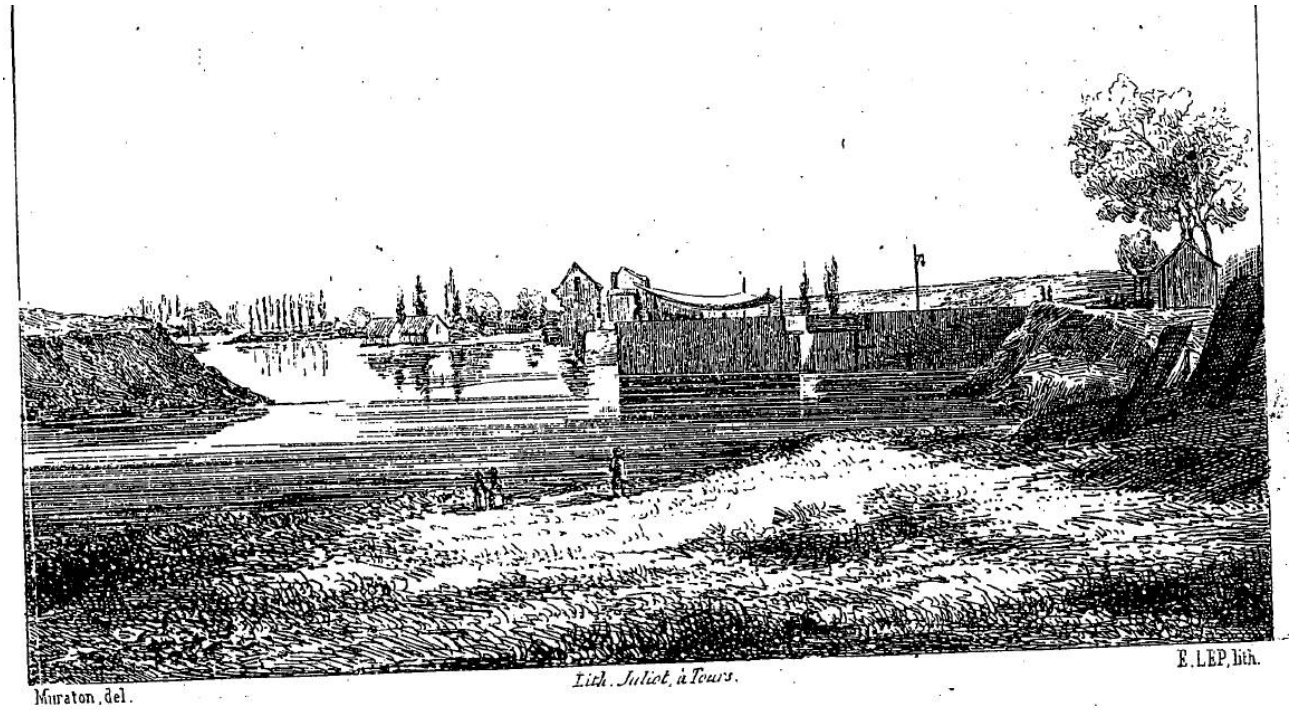
La recherche des archives a montré que la gestion de la crise et les documentations s'y référant sont de plus en plus détaillées entre 1846, 1856 et 1866. Si la crue de 1846 a fait plus de peur que de mal, c'est uniquement de part l'absence de rupture de la levée de Conneuil qui s'est rompue lors des deux crues suivantes. En 1856, les niveaux plus importants de la Loire puis la rupture de la levée de Conneuil ont fait prendre conscience aux ingénieurs des Ponts et Chaussée ainsi qu'aux habitants de Tours de la dangerosité de la gare du canal et de l'absence de protection de second rang de la ville de Tours (la levée du canal n'était qu'un chemin de halage très rapidement submergé lors de la rupture de Conneuil). Cette même crue a montré que le Cher a lui seul pouvait également constituer une menace. La concomitance des crues des deux cours d'eau qui s'est réalisée s'est avérée désastreuse et a montré les limites des débouchés hydrauliques du Cher (rupture de 2 ponts). Les aménagements du système de protection de Tours qui avaient été demandés suite à la crue de 1846 ont été réalisés dans les années 1860.

La crue de 1866 a profité de ces aménagements (quais de Tours, constitution d'une digue du canal). Néanmoins, si la ville de Tours a été protégée, les défaillances des digues se sont révélées (rupture très précoce de la digue de Conneuil, deux ruptures des digues du Cher du val aval, défaillance des digues de Loire du val aval et de la levée du canal).

A Blois, le 15 juin 2011

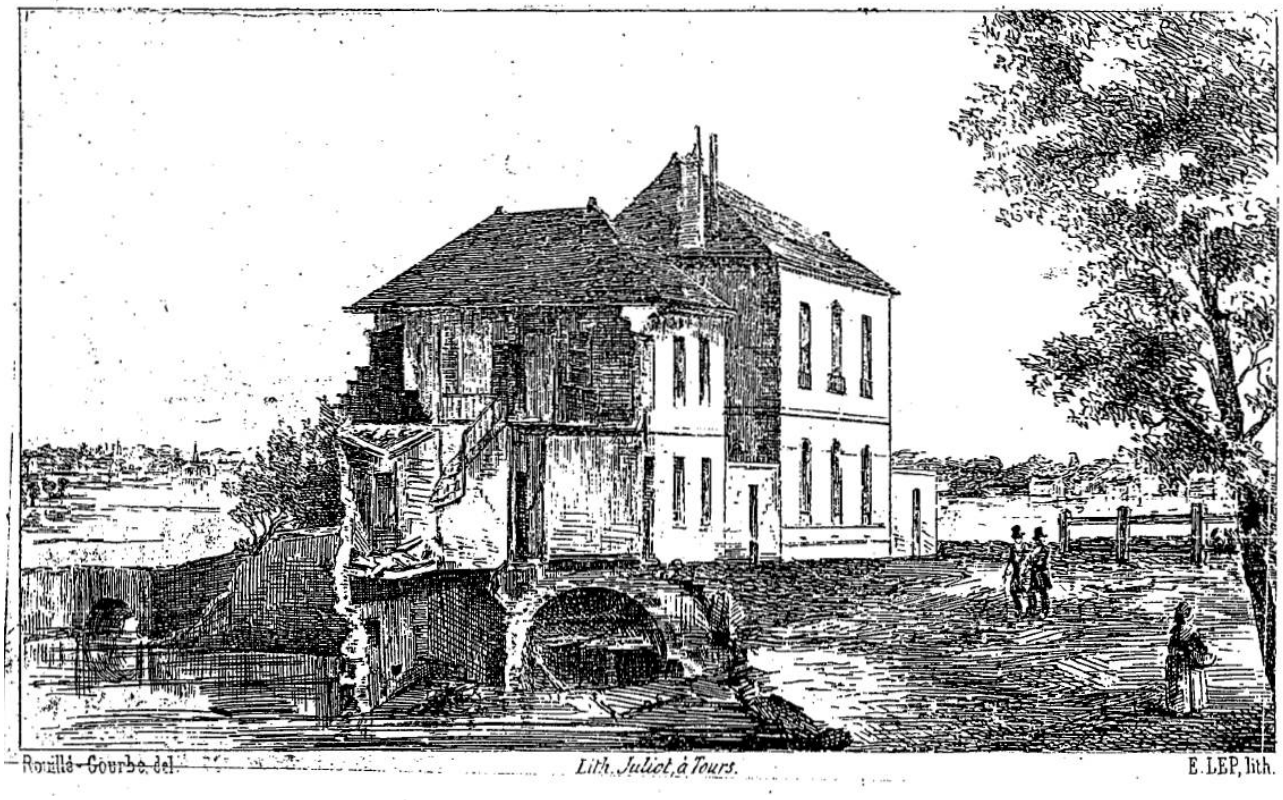
Erwan LE BARBU, LR de Blois

Annexe A : gravures issues de l'ouvrage de Rouille Courbe



Brèche de la gare du canal

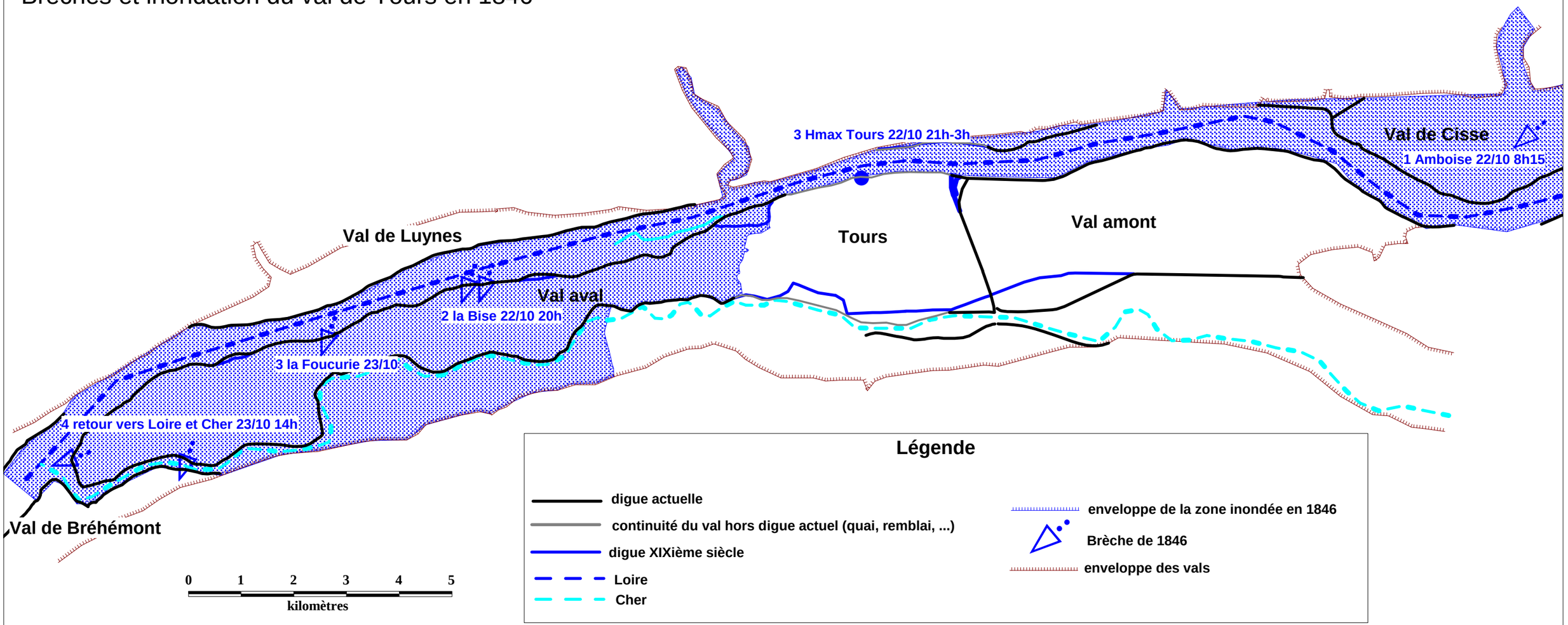
Rupture du pont de la gare du canal



Brèche du pont de l'Archevêque (avenue de Grammont)

Annexe B : brèches et inondation du val de Tours en 1846, 1856 et 1866 (cartes)

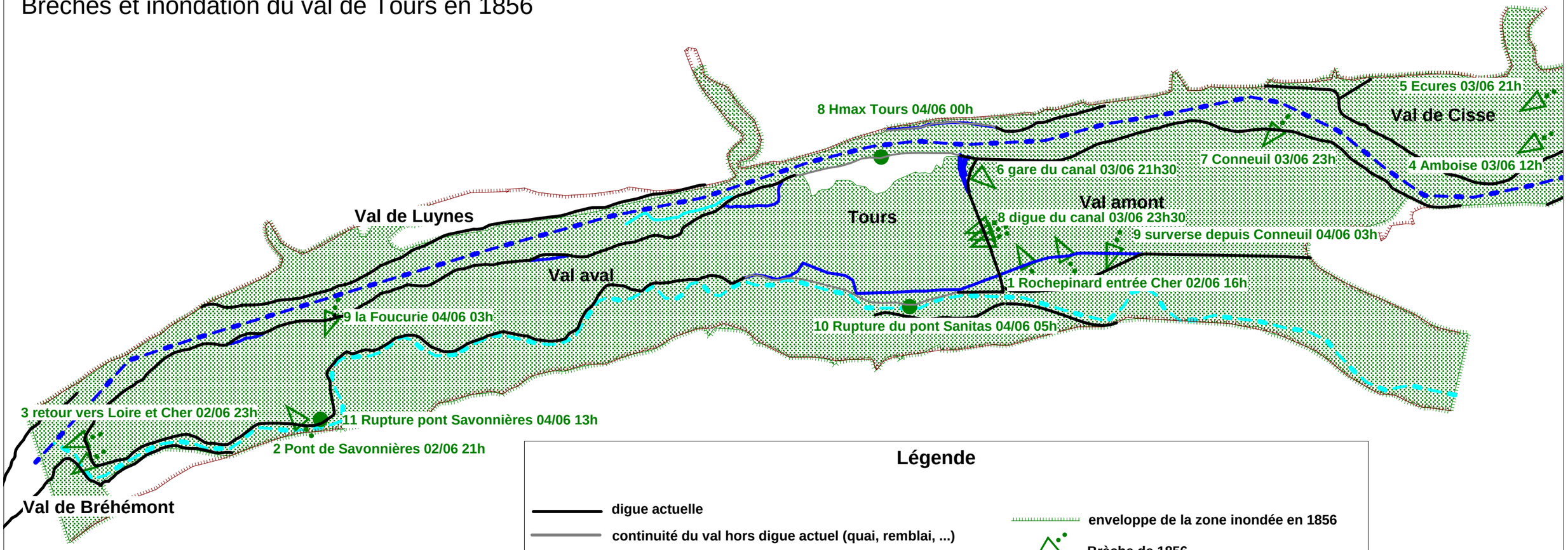
Brèches et inondation du val de Tours en 1846



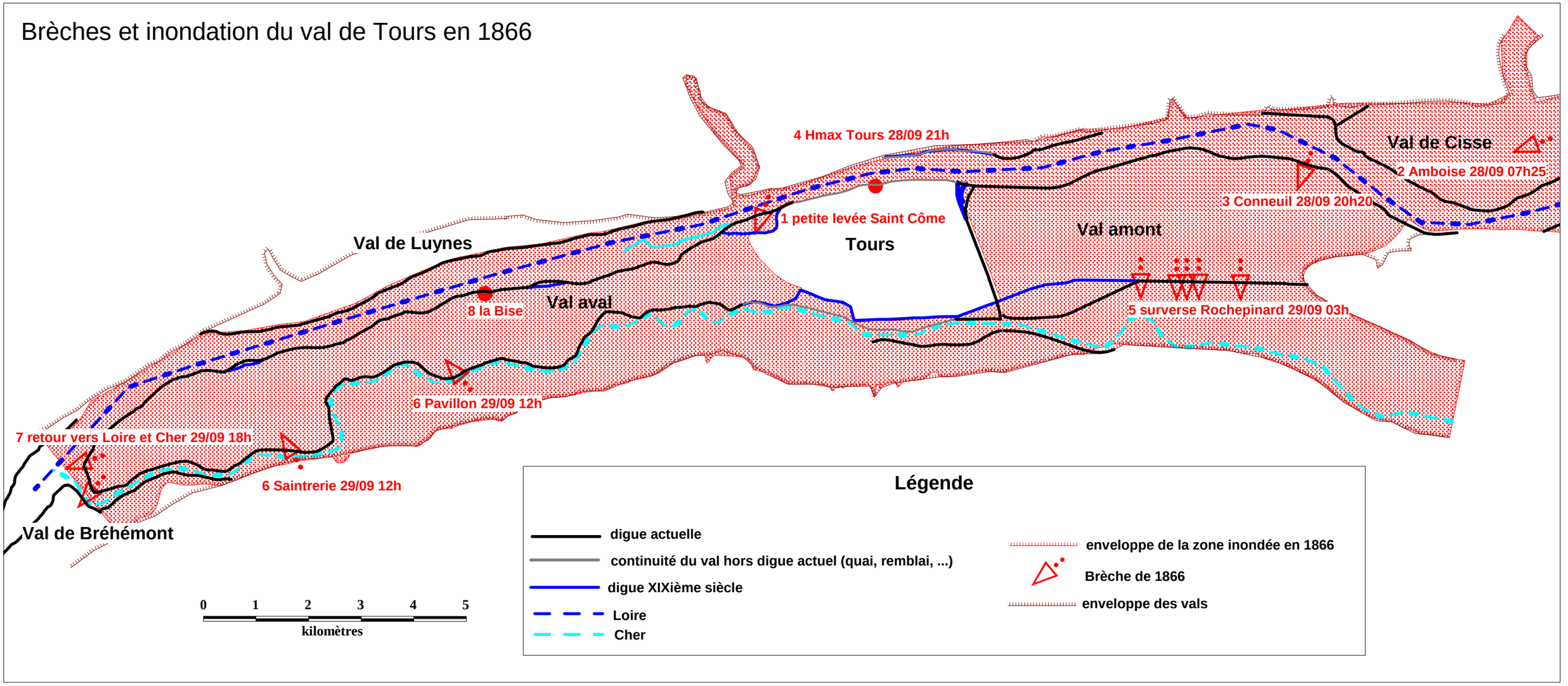
Légende

- digue actuelle
- continuité du val hors digue actuel (quai, remblai, ...)
- digue XIXième siècle
- Loire
- Cher
- enveloppe de la zone inondée en 1846
- Brèche de 1846
- enveloppe des vals

Brèches et inondation du val de Tours en 1856



Brèches et inondation du val de Tours en 1866



Légende

- digue actuelle
- continuité du val hors digue actuel (quai, remblai, ...)
- digue XIXième siècle
- Loire
- Cher
- enveloppe de la zone inondée en 1866
- Brèche de 1866
- enveloppe des vals

Références :

Ouvrages et articles généraux

Inondations de 1856 dans la vallée de la Loire ; J B Coulon ; L Auche ; 1857

Les inondations en France ; M. Champion ; 1858

Inondations du département d'Indre et Loire 1846-1856 M. Rouillé Courbe ; 1858

Le val de Loire ; R. Dion ; 1934

La Loire crue et embâcles ; E. Genselay ; 1972)

Stratégie d'écrêtement des crues en Loire moyenne Méthode, limites et impacts ; A. Bachoc ; R. Thépot ; N-G Camp'huis - la Houille blanche N°6/7 – 1996

Approche géomorphlogique des brèches dans les levées de la oire entre le bec d'Allier et Montjean ; W Hallbecq ; JN Gautier ; mémoire de stage ; 1996

Les levées de la Loire : des Turcies au plan Loire, huit siècles d'évolution ; J Maurin ; S. Guillou ; 2004

Archives départementales du Loiret

Archives des Ponts et Chaussées : liasses 30890 ; 30909 ; 30934

Archives départementale d'Indre et Loire

Archives des Ponts et Chaussées : liasse S 3396 ; S 3397 ; S 3399 ; S 3400 ; S3407 ; S 3414 ; S4604 ; S 4605 ; S 4608 ; S 4612 ; S 4619 ; S 5081 ; S 5094 ; S 5271 ; S 5273 ; S 5275 ; S5274 ; S 5277 ;

Journal d'Indre et Loire : 2019PERU96 ; 2019PERU21

Archives du service de la navigation d'Indre et Loire

Bibliothèque municipale d'Orléans – fond ancien – fond Guillon

Fond Guillon : 1879 ; 1882 ; 1884 ; 1885 ; 1889 ; 1890 ; 1893

Bibliothèque municipale de Tours – fond ancien

Inondations de Tours au profit des inondés ; L Cazeaux ; 1856 ; cote F975

Rapport au conseil général d'Indre et Loire ; maire de Tours ; 1856 ; cote F4490

Aperçus historiques des travaux destinés à défendre la ville de Tours contre les inondations de la Loire et du Cher ; L Grandmaison ; 1856 ; cote G837

Poésie et notes ; 1866 ; cote F4180

Les inondations ; Armand Landrin ; 1880 ; cote E441

Tours sauvés des eaux ; E Roy ; 1902 ; cote F 1116

Tours et les inondations depuis le VIième siècle ; E Gastian De Clerambault ; 1910 ; cote F819

CETE Normandie Centre
11, rue Laplace – CS 2912
41029 BLOIS CEDEX
Téléphone : 02 54 55 49 00
courriel : LRB.CETE-NC@developpement-durable.gouv.fr
http://www.cete-normandie-centre.developpement-durable.gouv.fr