Concertation & Action Inondation

Etude des vals de Loire dans les départements du Cher et de la Nièvre

Inondations : sommes-nous prêts ?

Etude des vals de Loire dans les départements du Cher et la Nièvre

Partie 3 : Le système de protection des vals

Novembre 2011

l'Europe s'engage dans le bassin de la Loire

PLAN LOIRE GRANDEUR NATURE

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Région Centre

Conseil Général Cher

ETABLISSEMENT PUBLIC LOIRE

Etude des vals de Loire dans les départements du Cher et de la Nièure

Rapport de phase 1

Etat des lieux

Partie 3 : le système de protection des vals

hydratec groupe setec

Tour Gamma D
58, quai de la Rapée
75583 Paris cedex 12
☎ : 01 40 04 64 02
🖷 01 43 42 24 39

ASCONIT CONSULTANTS

Parc Scientifique Tony Garnier
6-8, espace Henry Vallée
69366 LYON CEDEX 07
☎ 04 78 93 68 90
🖷 04 78 94 11 98

Réf : 016F270
Date : 10 nov. 2011

Sommaire

I. CADRE GEOGRAPHIQUE ET HISTORIQUE DES LEVEES ____ *4*

II. LE PROFIL DES LEVEES ____ *7*

III. LES BRECHES ____ *10*

IV. ANALYSE HISTORIQUE DES BRECHES ____ *11*

V. LE PLAN COMOY ____ *14*

VI. LES DEVERSOIRS DE LA LOIRE MOYENNE ____ *16*

I. Cadre géographique et historique des levées

Sur les 450 km de la Loire Moyenne entre le Bec d'Allier (près de Nevers) et le Bec de Maine (près d'Angers), la Loire est encadrée par 700 km de levées, sur les deux rives cumulées, délimitant 100.000 ha de vals inondables. Des systèmes d'endiguements existent également sur ses principaux affluents (Cher, Indre et Vienne).

Les digues ont généralement été construites sur les alluvions du lit majeur de la Loire, elles-mêmes reposant sur un substratum calcaire, généralement peu profond. Des phénomènes de karstification peuvent ainsi se rencontrer à des degrés divers sur tout le cours de la Loire Moyenne. Dans le lit majeur de la Loire, la karstification se traduit par la présence de fontis et constitue un facteur de risque spécifique pour les levées (effondrements, infiltrations et renards hydrauliques, etc.).

L'historique des levées de Loire est décrit dans l'ouvrage de Roger DION " Histoire des levées de la Loire ", qui constitue toujours une référence en la matière.

Les premières levées, appelées aussi " turcies " remontent à Charlemagne : elles étaient constituées d'un mélange de fascines en bois et de terre renforçant localement le cordon alluvial et reliant entre elles des buttes insubmersibles. Leur vocation était de permettre l'inondation sans courant des terres cultivées, assurant la fertilisation des terres par les limons et empêchant l'ensablement. Il est probable que des vestiges de ces anciennes défenses se rencontrent au sein des digues actuelles.

Une étape importante dans la constitution du système des levées est le peuplement des turcies sous Henri II Plantagenêt, afin d'assurer leur entretien et leur développement. Cette lointaine histoire explique qu'en particulier en Anjou de nombreuses maisons soient construites sur ou à proximité immédiate des levées, créant autant de points singuliers pour le programme actuel de renforcement.

A partir du XVe siècle, le processus d'endiguement se met en place : plus le val est cultivé et construit, plus les enjeux de protection deviennent importants. Les anciennes levées se transforment en endiguements destinés à limiter les divagations du fleuve. Elles sont considérées par les règlements royaux comme un système cohérent et homogène. La protection des lieux habités et l'aménagement du lit mineur pour la navigation deviennent progressivement les fonctions dominantes assignées aux levées.

Il en résulte un changement majeur dans la conception des ouvrages : les levées ont désormais pour objectif d'encadrer au plus près le lit du fleuve. L'endiguement progressif de la rivière au plus près de son lit ordinaire, en soustrayant aux crues fortes une partie de la vallée où un écoulement important était possible, a eu comme conséquence la concentration du débit entre les levées et l'exhaussement inéluctable de la ligne d'eau amorçant une course (perdue d'avance?) au relèvement et au renforcement des levées.
La création des premiers déversoirs remonte au début du XVIIe siècle. Profitant de l'expérience réussie du déchargeoir de Blois, le Conseil Royal prescrit d'ouvrir six déchargeoirs, répartis sur toute l'étendue des Vals alors endigués, depuis Ouzouer en Orléanais jusqu'à Saumur. Devant l'opposition résolue des populations des Vals concernés, ce sage programme resta lettre morte.

A la fin du XVIIe siècle, Colbert, surintendant des bâtiments de France à partir de 1664, ne poursuivra pas cette idée des déchargeoirs. Confiant dans le concept des digues insubmersibles, pourvu qu'elles soient

suffisamment hautes et solides, il se donne pour objectif principal la consolidation de l'existant (règlement de 1668 définissant les mesures visant à la conservation des levées, hauteur au-dessus de l'étiage de 3 toises (3 x 1,949 = 5,85 m), travaux de consolidation portant la largeur en crête à 4 toises (7,80 m) et largeur à la base égale à 6 fois la hauteur).

C'est également sous l'administration de Colbert que la pierre se substitue définitivement au bois dans les revêtements destinés à protéger les talus des levées contre les " corrosions fluviales ".

La destruction des levées lors des crues de 1707, 1709, 1710, 1711, 1712, et 1715 ruine l'œuvre de Colbert et entraîne l'exhaussement des levées au XVIIIe siècle, réalisé dans la hâte et avec des profils raides 3 ou 4 H/1V par-dessus les levées anciennes.

La violente crue du 22 octobre 1846 vient reposer de façon dramatique la question de la sécurité des vals inondables. Suite à cette crue, le Conseil Général des Ponts et Chaussées engage la cartographie au 1/20 000 de la Loire et décide d'édifier, sur la plate-forme des digues insubmersibles, une " banquette " de protection arasée à 0,50 m au-dessus du plus haut niveau atteint par la crue de 1846.

La crue de 1856 reste la crue de référence actuelle de ce que peut être une grande inondation dans la vallée de la Loire. Du Bec d'Allier à Nantes, la Loire ouvre, dans les levées, 160 brèches pour une longueur totale de 23 km, inonde 100 000 ha, et détruit 2 750 ha de terres de culture par ensablement et érosion.

L'ingénieur Comoy est chargé de diriger les études en vue d'arrêter un plan de défense contre les inondations. Il établit pour la première fois la clé de l'énigme du fléau " toujours supérieur à lui-même " : " *L'augmentation de hauteur des crues produite par un endiguement,* écrit-il, *provient de deux causes, on ne saurait trop le redire : d'abord du resserrement produit par l'endiguement ; ensuite de l'augmentation du débit maximum - augmentation qui est la conséquence de l'endiguement lui-même, de la diminution que l'endiguement apporte dans la superficie des plaines submergées* ".

La crue de 1866, à peine moins dangereuse que celle de 1856, conduit, l'année suivante, à un projet de créations de déversoirs, version moderne des déchargeoirs de l'ancien régime. Le programme prévoyait la réalisation de 19 déversoirs, dont 7 seulement ont finalement été exécutés dans les vingt années qui suivirent.
Le dernier élément à retenir est l'absence de grandes crues depuis les trois événements exceptionnels du milieu du XIXe siècle.

Le dispositif actuel, pour l'essentiel inchangé dans sa géométrie depuis la fin du siècle dernier, n'a eu à subir que l'épreuve de la crue d'octobre 1907, laquelle atteignit son maximum au moment où allaient céder les banquettes de terre qui surmontent la plateforme des déversoirs.

La Loire rentre alors dans l'oubli pendant plus d'un demi-siècle jusqu'à la création en 1964 de l'Agence Financière de Bassin et la mise en œuvre, à partir de 1970, d'un programme de renforcement des levées, revu en 1983 et réalisé aux trois quarts en 1995.

Ce programme fait suite à une étude réalisée par le groupement SIMECSOL/NEDECO qui a porté quasi exclusivement sur les aspects géotechniques. Face aux problèmes essentiels qui ont été identifiés (nature sableuse des matériaux, faible compacité et perméabilité élevée entraînant des écoulements internes en crue avec risques d'érosion interne, de renards et d'instabilités de pied côté val), l'élargissement de la levée est la mesure principale retenue pour le confortement.

La règle proposée est une largeur à la base égale à 8 fois la hauteur de la levée, correspondant approximativement, compte tenu de la largeur en crête, à des pentes de talus de 3H/1V (le règlement de Colbert fixait ce rapport à 6).

Si le confortement est effectué côté Val, le talus est adouci par une recharge en alluvions sableuses non compactées réalisé sur un filtre granulaire posé sur le parement aval qui permettra de contrôler le risque d'érosion interne. Il constitue un système de drainage entre ancien et nouveau remblai avec drain de pied en gravier pour évacuer les eaux de percolation vers un fossé de pied.

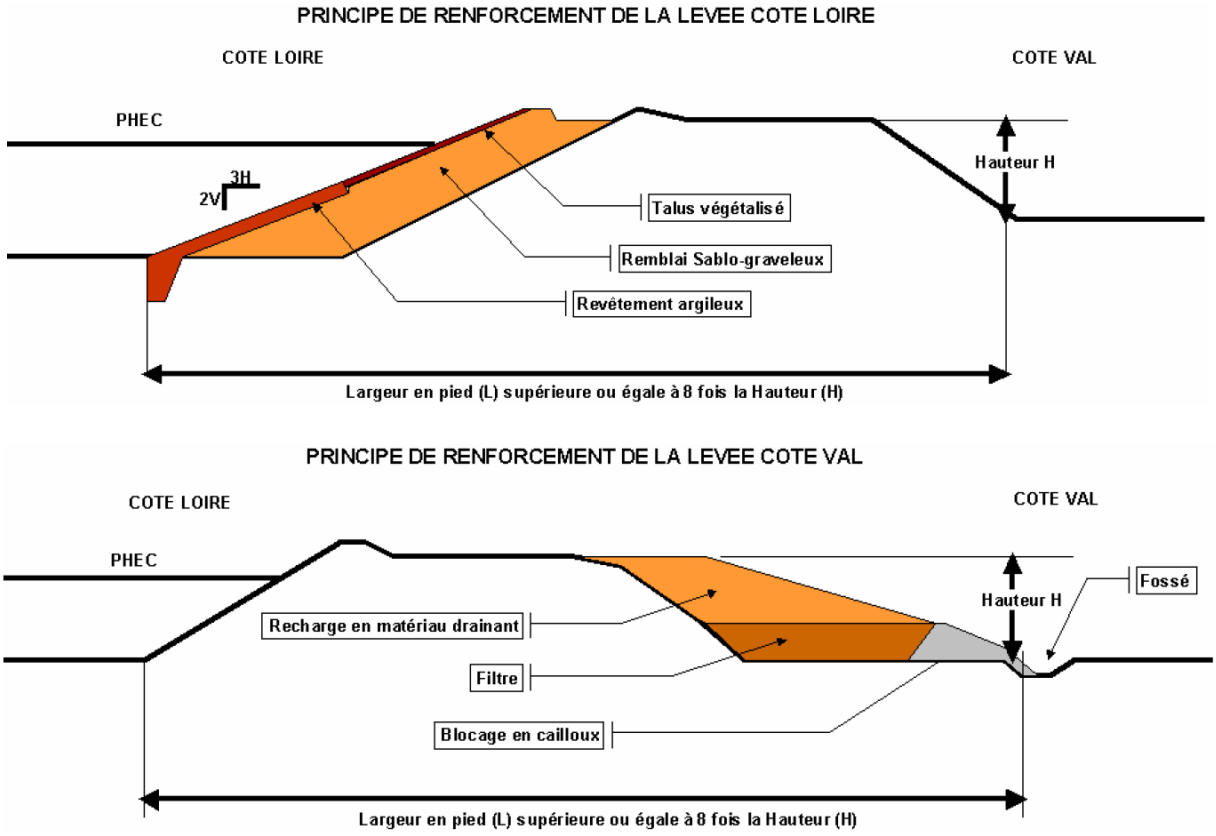


Figure 1 : Principes de renforcement de la levée

Cette solution schématisée ci-dessus a été largement mise en œuvre dans le département du Loiret.
Dans les tronçons avec présence de nombreuses habitations près ou dans le talus côté Val des levées, on a préféré le confortement par recharge coté Loire en matériau argileux.
La technique de renforcement par mise en place d'un écran étanche interne, en palplanches ou en parois moulées bentonite-ciment, est également envisagée comme solution possible. Comme la précédente, elle vise à contrôler les écoulements internes à l'intérieur de la levée et éviter la rupture par érosion interne.
Ce type de solution a commencé à être ponctuellement mis en œuvre en protection de pied de la levée du Val de Bou dans une zone karstique, et en coupure étanche à Jargeau (45).

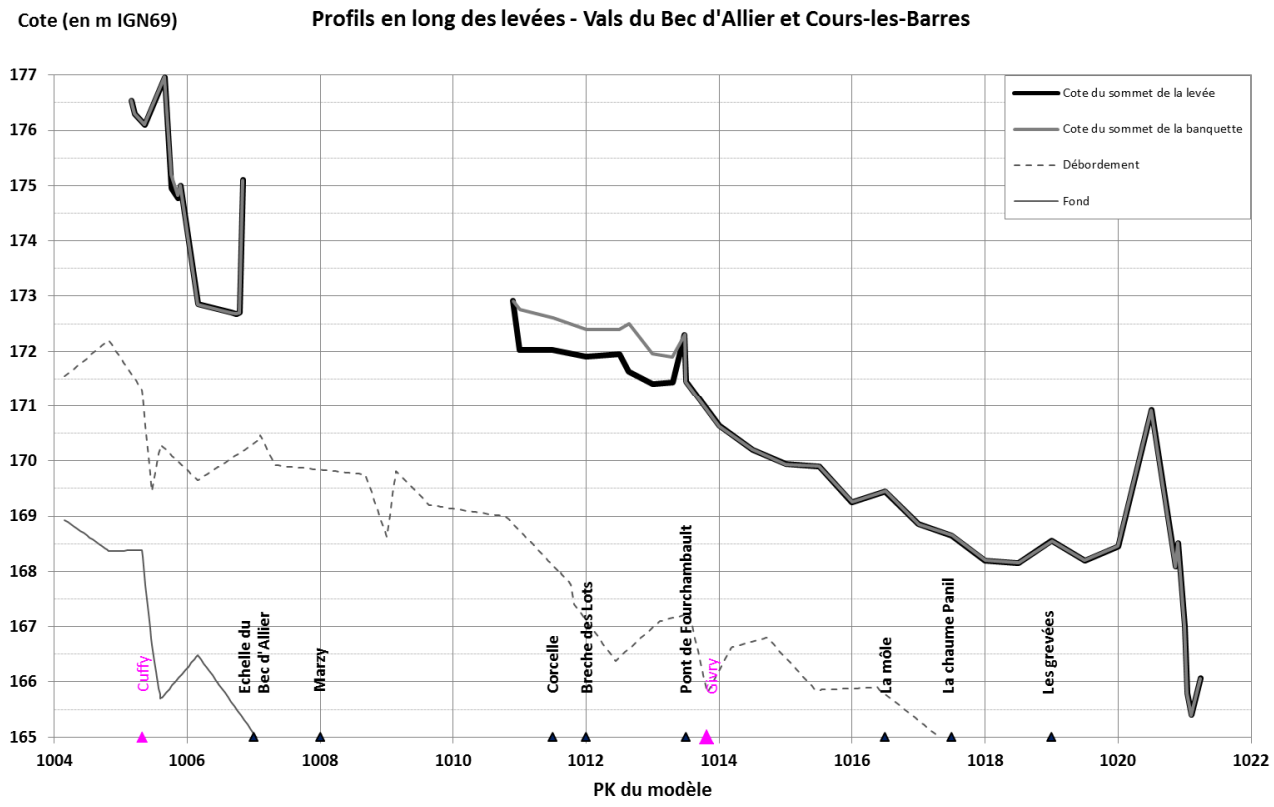
II. Le profil des levées

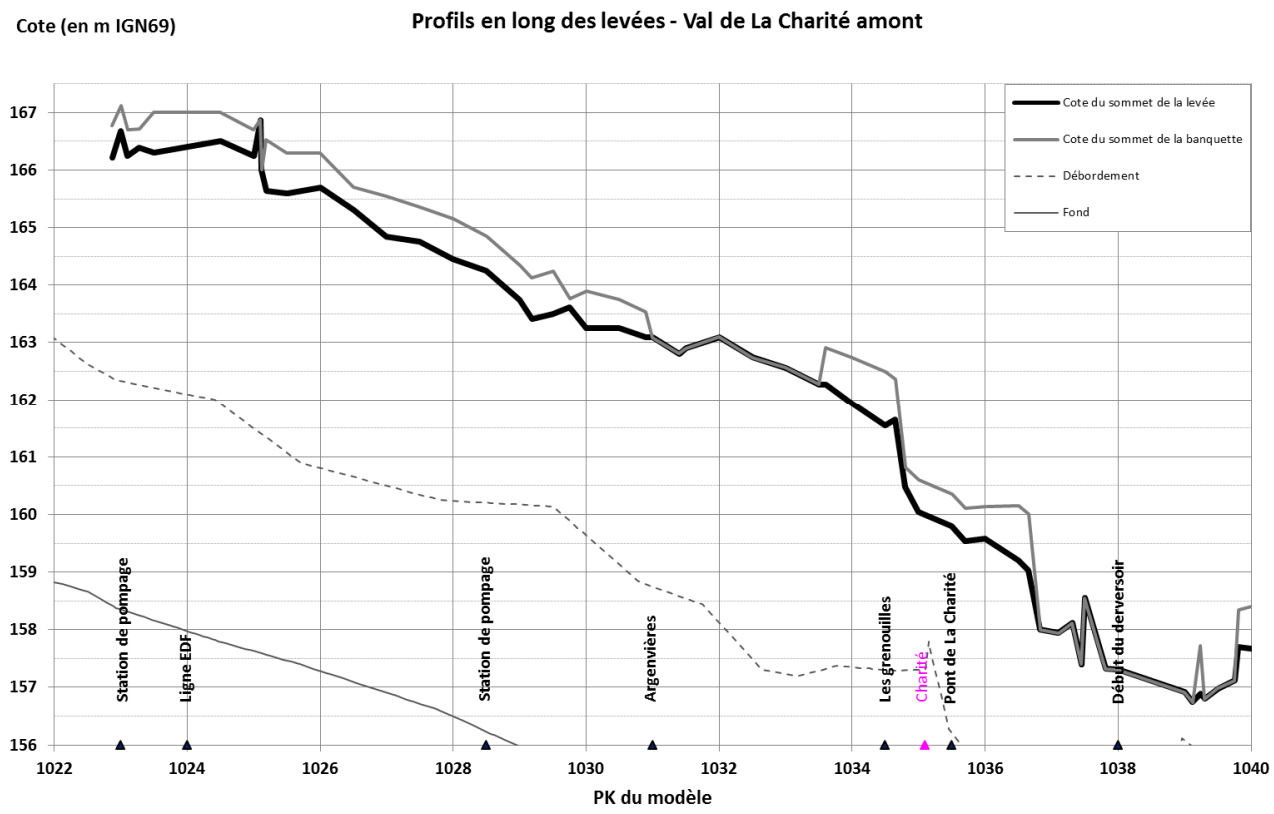
En ce qui concerne le profil en long des levées, il convient de noter que celui-ci a été, jusqu'au XVIIIè siècle, calé par rapport aux niveaux de l'étiage. Ce n'est qu'après les crues du XIXè siècle que les niveaux de la crête et de la banquette ont été calés par rapport à des niveaux de crue. Ainsi, le plan Comoy demande que, par rapport au niveau des crues de 1856-1866, la plate-forme soit calée à + 0,30 m et que la banquette soit calée à + 1,10 m.
Deux facteurs incitent cependant à considérer avec prudence les niveaux des laisses de ces crues historiques :

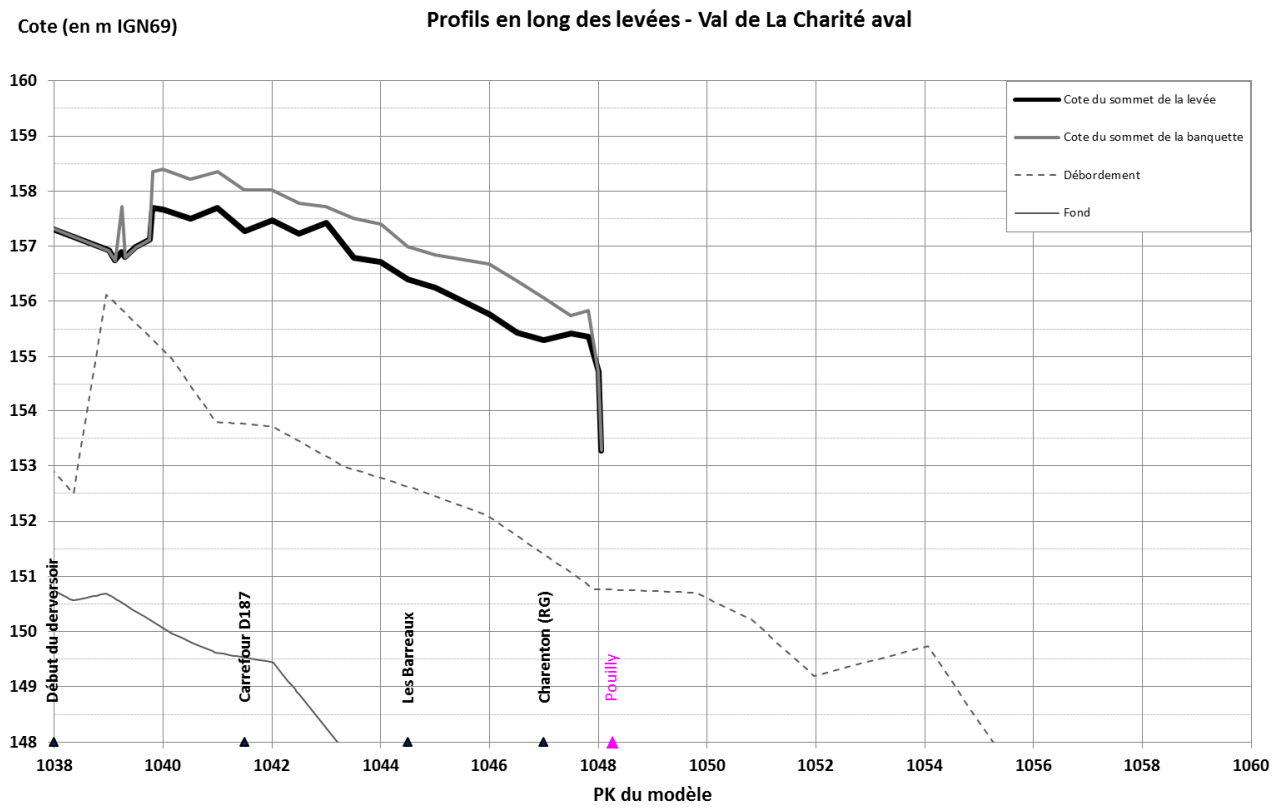
- de nombreuses brèches ont alors contribué à écrêter les crues ;
- le lit a, depuis un siècle, subi de fortes modifications du fait en particulier des extractions de granulats.

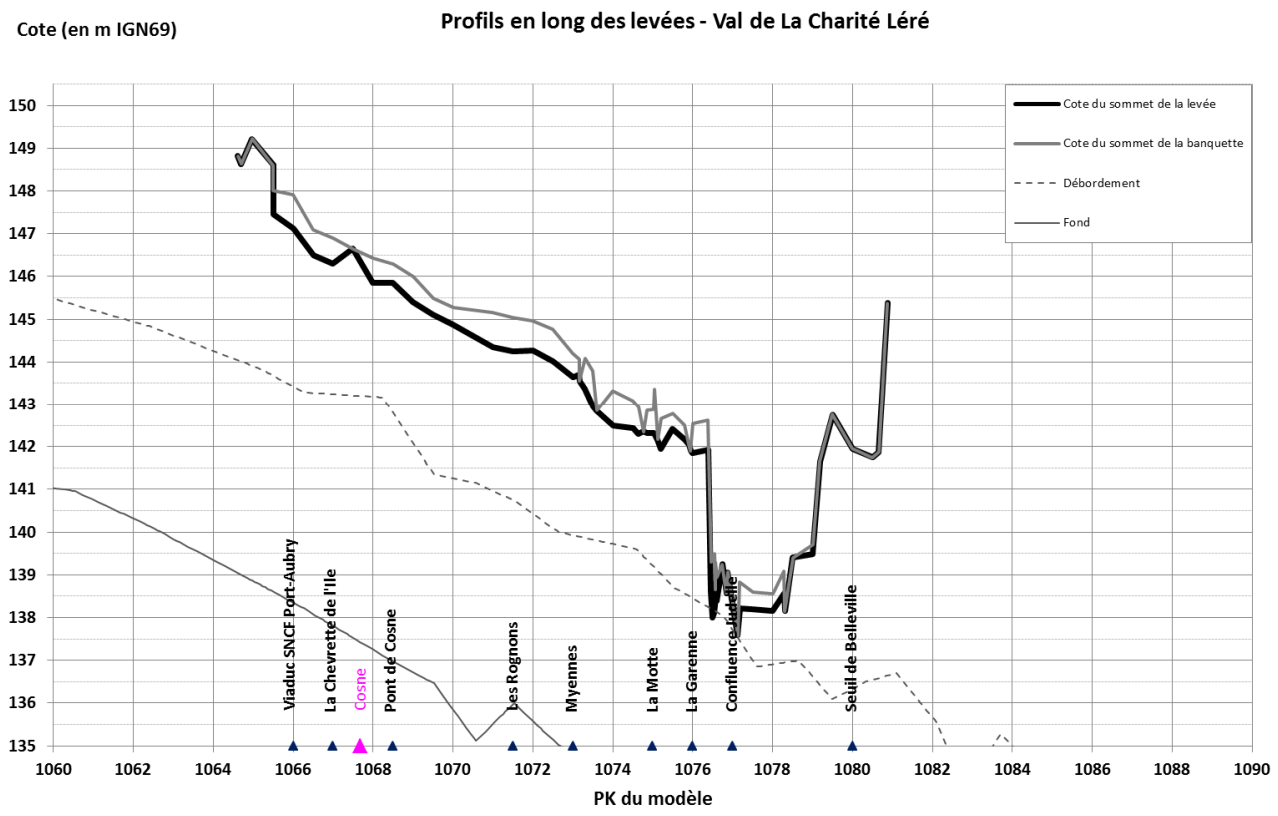
Le profil en travers des levées a subi des phases successives de rehaussement puis de confortement. Les rehaussements du XVIIIè siècle se sont faits sans élargissement de l'emprise et ont conduit à des pentes de talus élevées. Les confortements récents ont par contre conduit à élargir la base des levées et adoucir les talus, dans le respect d'une règle où la largeur à la base est égale à au moins 8 fois la hauteur.

Les banquettes, établies en général côté fleuve, sont soit des merlons en terre, soit des murettes en maçonnerie. Le couronnement des levées est le plus souvent occupé par une voie de communication.
Les graphiques suivants présentent les cotes des levées et des banquettes des différents secteurs d'étude tels que réalisés dans le cadre de l'étude Loire moyenne, sur la base d'une topographie de 1995. Ces cotes sont repérées dans le système kilométrique du modèle LM98.




Profils en long des levées - Val de La Charité amont
Cote (en m IGN69)
Cote du sommet de la levée
Cote du sommet de la banquette
Débordement
Fond
Station de pompage
Ligne EDF
Station de pompage
Argenvières
Les grenouilles
Charité
Pont de La Charité
Début du derversoir
PK du modèle


Profils en long des levées - Val de La Charité aval
Cote (en m IGN69)
Cote du sommet de la levée
Cote du sommet de la banquette
Débordement
Fond
Début du derversoir
Carrefour D187
Les Barreaux
Charenton (RG)
Pouilly
PK du modèle


Profils en long des levées - Val de La Charité Léré
Cote (en m IGN69)
150
149
148
147
146
145
144
143
142
141
140
139
138
137
136
135
1060
1062
1064
1066
1068
1070
1072
1074
1076
1078
1080
1082
1084
1086
1088
1090
PK du modèle
Cote du sommet de la levée
Cote du sommet de la banquette
Débordement
Fond
Viaduc SNCF Port-Aubry
La Chevrette de l'Ile
Cosne
Pont de Cosne
Les Rognons
Myennes
La Motte
La Garenne
Confluence Jonelle
Seuil de Belleville

III. Les brèches

Lors du passage des crues très fortes survenues au XVIII et XIXème siècles, les crues de la Loire ont provoquées de nombreuses brèches dans les levées de la Loire.

La brèche par surverse : Lorsque la Loire passe par-dessus ses levées, la lame d'eau déversante peut attaquer le talus côté val par érosion régressive et ouvrir une brèche.
Il s'agit de la première cause identifiée de rupture en Loire lors des trois crues du XIXème siècle. La brèche est accompagnée de fortes vitesses provoquant la formation d'une cuvette côté val qui peut atteindre plusieurs mètres de profondeur et une superficie importante. Ces cuvettes, témoignant de la puissance de l'eau qui s'écoule dans les brèches, sont souvent encore visibles aujourd'hui.

D'autres phénomènes peuvent également provoquer la rupture accidentelle de la levée, certains pouvant se produire avant que le niveau de l'eau en Loire n'atteigne le sommet de la digue.

La brèche par rupture des banquettes : La banquette, d'une hauteur variable de 0,3 mètres à plus d'un mètre, surélève la digue au moyen d'une levée de terre étroite ou d'un mur en maçonnerie. Elle peut rompre pour deux raisons principales :

- La liaison digue-banquette n'est pas assez structurée pour résister à des sous-pressions ;
- La banquette présente une instabilité d'ensemble vu sa constitution fragile ou à cause des désordres subis au cours des décennies.

Sa destruction peut entraîner la rupture complète de la levée par surverse.

La brèche consécutive à la formation de renards hydrauliques ou de circulation souterraine préférentielle : Lorsqu'une crue impose un niveau d'eau élevé sur la digue coté fleuve, l'hétérogénéité de perméabilité du corps de digue ou des terrains la supportant peut y provoquer des cheminements d'eau préférentiels. Ils sont susceptibles de chasser des matériaux du corps de digue coté val, en formant une galerie à travers la levée : le renard hydraulique. Son développement peut induire l'effondrement de la levée. Ce mécanisme a également été mis en évidence pour les crues du XIXème siècle.

La brèche suite à des érosions de talus et à des affouillements : Les talus des levées, surtout lorsqu'elles sont au contact du lit actif du fleuve, subissent des courants hydrauliques puissants qui peuvent provoquer des érosions à la base des talus. Ces dernières sont capables d'engendrer des glissements en masse du corps de digue côté fleuve qui fragilisent la levée. Ce mécanisme a été mis en évidence lors des crues du XIXème siècle.

La brèche suite à l'instabilité d'ensemble de la levée : Le risque d'instabilité d'ensemble concerne principalement des levées étroites avec des talus raides, non drainés, de compacité faible. La brèche traduit le fait que l'ouvrage n'est finalement pas capable de résister mécaniquement à la pression exercée par une crue forte.

IV. Analyse historique des brèches

L'ouvrage de Roger DION et une étude de William HALBECQ[1] permettent de disposer d'une vue synthétique des brèches apparues dans le passé.

Les trois grandes crues du siècle dernier ont provoqué 337 brèches sur la Loire moyenne (dont 14 sur le secteur d'étude), se répartissant ainsi :

- Crue de 1846 : 103
- Crue de 1856 : 149
- Crue de 1866 : 85

La plus grande brèche mise à part (1,7 km de longueur en aval de Gien en 1846), la longueur moyenne de l'ensemble des brèches répertoriées est de 190 m. A titre d'exemple, il a été constaté un affouillement vertical de près de 11 mètres en aval de la brèche de Jargeau, qui présentait une largeur de près de 700 m et a laissé pénétrer dans le val d'Orléans un débit de pointe de près de 2500 m^3/s.

191 brèches ne se sont produites qu'une seule fois lors des trois crues et 66 brèches se sont produites deux ou trois fois sur le même site. Ce dernier point est bien sûr lié au fait que les mêmes causes ont eu tendance à produire les mêmes effets ; mais il faut également le mettre en relation avec la mauvaise qualité avérée des réparations des levées jusqu'avant la crue de 1856.

La crue d'octobre 1846 survient brutalement après une période d'étiage marqué. Son débit maximal est estimé à 6 900 m^3/s au Bec d'Allier. Les levées ne sont alors pas équipées de banquettes, ce qui les rend plus exposées à la surverse.

La crue de début juin 1856 a été précédée par trois crues significatives en mai qui ont déjà causé au moins deux brèches. Les levées sont donc partiellement saturées et ont pu être localement affaiblies par des phénomènes d'infiltration. Plusieurs brèches se forment d'ailleurs avant même l'arrivée de la pointe de crue estimée à 7 250 m^3/s. Parallèlement, une crue du Cher, dont le maximum a été atteint à Tours la veille de la pointe de la Loire, est venue renforcer l'ampleur des sollicitations sur les digues.
La crue de septembre 1866 survient, comme celle de 1846, après une période d'étiage. Il s'agit d'une crue brutale présentant un hydrogramme pointu culminant à 7 500 m^3/s. Selon les sections, elle a entraîné des hauteurs d'eau plus ou moins élevées que la crue de 1856.

Voici, d'après W. Halbecq dans son étude sur la formation des brèches lors des crues de 1846,1856 et 1866 réalisée pour l'Equipe Pluridisciplinaire, leur répartition par type.

[1] " Approche géomorphologique des brèches dans les levées de la Loire (William HALBECQ - 1996) "

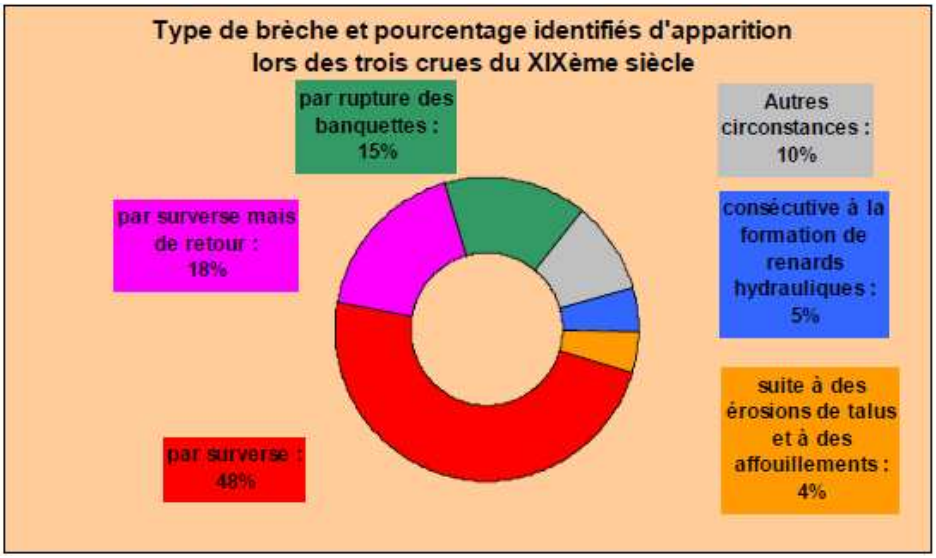


Figure 2 : Les différents types de brèches historiques

La part des ruptures par surverse du fleuve vers les vals et de celles par rupture de la banquette évoluent en sens inverse entre les trois crues, puisque les banquettes ont été essentiellement construites suite à la crue de 1846.

Ainsi, pour cette première crue, la surverse directe est à l'origine de près de 60 % des brèches, ce pourcentage tombant à 42 % en 1856 et 37 % en 1866. Deux tiers des cas de surverse ont pu être mis en relation avec l'existence préalable d'un point bas dans le profil en long de la levée.

Plusieurs résultats de l'étude conduisent à la nécessité d'accorder une attention toute particulière aux facteurs morphologiques :

- 30 % des ruptures se sont produites dans des zones où la position de la levée, par rapport à l'écoulement principal, apparaît très défavorable (levée quasi perpendiculaire au flux ou rive concave dans une courbe du fleuve). De telles zones ne représentent qu'une faible part du linéaire des levées, mais elles sont le siège de phénomènes hydrauliques très perturbateurs (accélérations locales de la vitesse, surélévations de la ligne d'eau, courants hélicoïdaux et donc érosions), qui rendent ces zones très vulnérables ;
- 72 % des brèches se sont produites à l'amont proche ou au niveau de rétrécissements de la largeur entre levées (brèches en retour mises à part) ;
- 55,5 % des brèches se sont produites dans des zones où la levée est implantée directement au bord du lit mineur (brèches en retour mises à part).

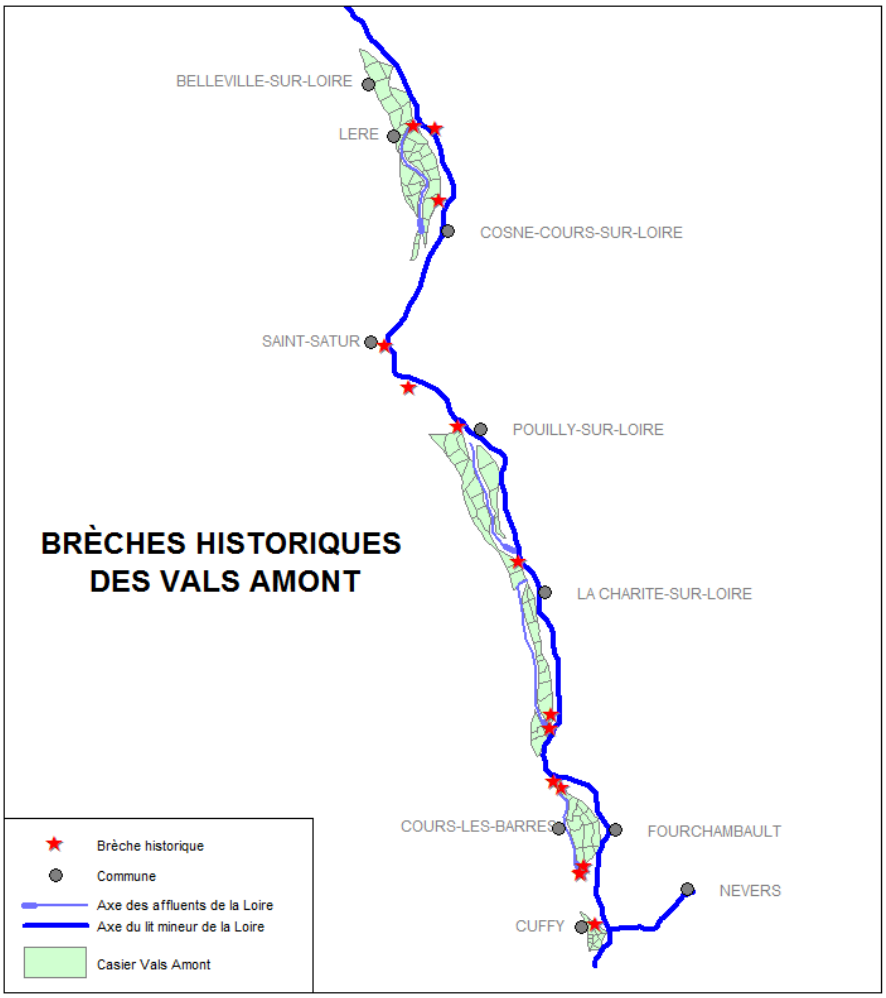


Figure 3 : Localisation des brèches historiques dans les levées des vals amont

Les témoignages historiques attestent de la violence de l'inondation provoquée par des ruptures dans le système de levées : la brèche est redoutable.
Dans la zone située immédiatement en aval de la brèche, l'inondation s'accompagne d'une montée rapide des eaux, avec des vitesses d'écoulement localement très fortes. Les habitants, cernés par les eaux, ne peuvent pas se réfugier sur le coteau ou sur la levée. Ils se retrouvent isolés au milieu d'un flot d'eau, les hauteurs de submersion pouvant atteindre 3 m, et ce pendant au moins quatre jours. Les dommages aux biens sous l'effet des fortes vitesses d'écoulement sont potentiellement très importants.
L'apparition de plusieurs brèches consécutives dans une même levée multiplie le nombre de lieux soumis aux courants. Les espaces entourés par les couloirs d'écoulement subissent successivement et rapidement tous les mécanismes d'inondation à l'œuvre en Loire : inondation latérale, par remous, par l'amont… Pour les personnes restées dans le val, la circulation des eaux devient illisible et l'on ne sait plus où se mettre en sécurité.

V. Le plan Comoy

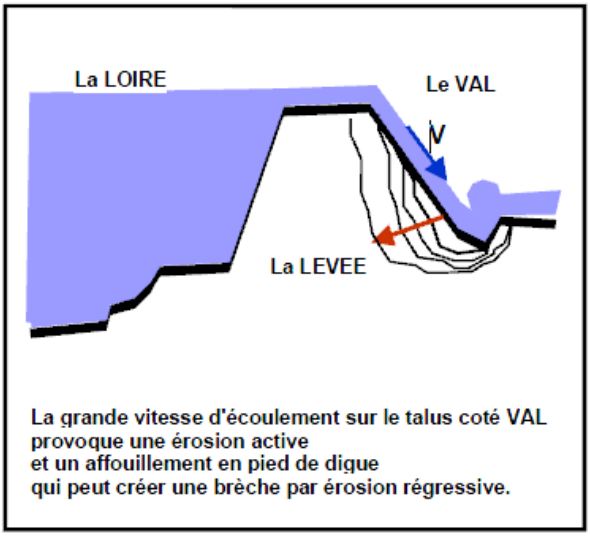
L'ingénieur Comoy, au 19ème siècle, fut chargé d'élaborer un plan de défense après la crue de 1856. Il reprit à son compte et perfectionna le principe d'ouvrages « déchargeoir » qui, implantés dans les levées, permettraient lors des grands événements de déborder au-dessus : les déversoirs.

Comoy, dans le rapport d'ensemble qu'il rédigea en 1867 au nom de la Commission des inondations, présentait ainsi ces nouveaux ouvrages :

"La Commission ne voit de solution générale possible que celle qui consiste à introduire les eaux à l'amont des vals, comme cela est toujours arrivé pendant les grandes crues extraordinaires, mais en préparant, en des points convenablement choisis, des moyens d'introduction pour les eaux, comme l'a indiqué M. le Ministre dans sa lettre du 31 Octobre 1866, de manière à éviter les dommages que causent les brèches. Le meilleur moyen d'introduire les eaux consiste à pratiquer dans les levées des déversoirs dont la hauteur serait réglée de manière que les vals fussent garantis contre les plus grandes crues ordinaires et envahis seulement par les grandes crues extraordinaires. La longueur de ces déversoirs serait calculée en vue de la hauteur adoptée pour chacun d'eux et de la superficie du val à inonder, de manière que le volume d'eau emmagasiné dans chaque val fût suffisant pour produire l'effet d'atténuation que l'on veut maintenir".

Ainsi l'inondation "volontaire" du val, depuis un endroit prévu à cet effet, pour les crues submergeant, de façon inéluctable, les levées empêche la formation de brèche par surverses le long de la levée dans des endroits imprévisibles.

En diminuant la dissymétrie de la poussée de l'eau de part et d'autre de la digue, l'inondation « préventive » du Val conforte sa stabilité. Cela sauvegarde la levée pour mieux protéger le val contre les crues moindres, ce qu'illustrent les schémas ci-après.



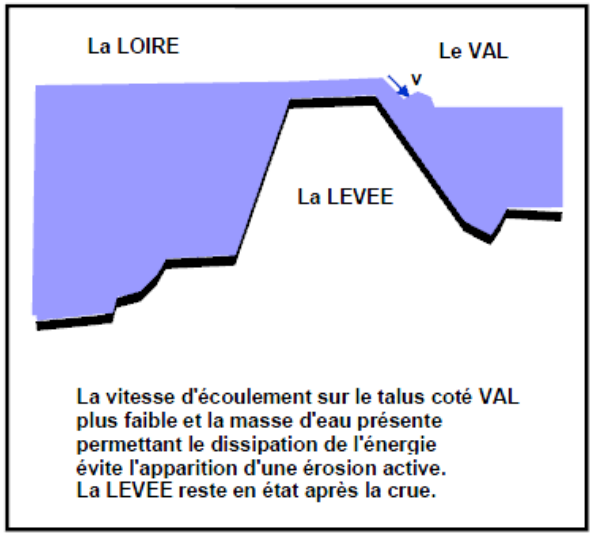


Figure 4 : Propositions de déversoir de Comoy

Les propositions de Comoy pour implanter des déversoirs en tête de val amenèrent des oppositions fortes qui arrêtèrent leur mise en œuvre dans certains vals. Sur les 19 déversoirs prévus dans le programme des

travaux de protection des levées, 7 seulement ont finalement été exécutés dans les vingt années qui suivirent.

Dans le secteur d'étude, il était notamment proposé l'implantation d'un déversoir dans le val de Givry-Cours-les-Barres, non équipé de déversoir actuellement, ainsi qu'en tête des vals de La Charité et de Léré.

VI. Les déversoirs de la Loire Moyenne

Aujourd'hui, 14 déversoirs sont implantés dans le système de levées de la Loire moyenne pour le protéger contre la formation des brèches.

Trois déversoirs calés au Terrain Naturel (TN), car constitués par un arrêt localisé de la levée : **le déversoir de Passy dans le val de La Charité, le déversoir de la Madeleine dans le val de Léré** et le déversoir de Gohier.

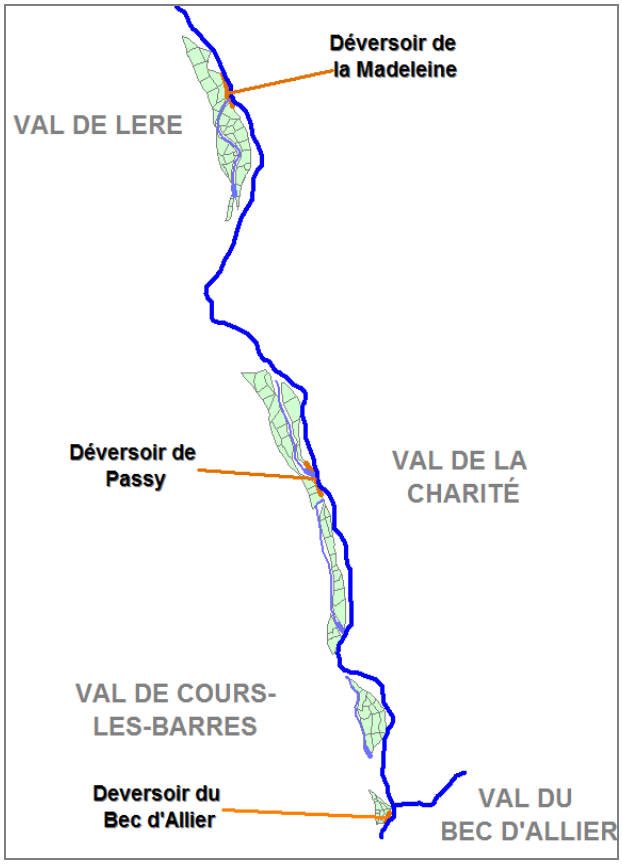


Figure 5 : Localisation des déversoirs du territoire d'étude

Six déversoirs simples, c'est-à-dire constitués par un tronçon de digue plus haut que le terrain naturel, mais plus bas que le sommet de la levée : **le déversoir du Bec d'Allier dans le val du même nom**, le déversoir de Saint- Martin-sur-Ocre dans le val de Gien, le déversoir de Pierrelaye ou Dampierre dans le val du même nom, le déversoir de Mazan dans le val d'Ardoux et le déversoir de la Bouillie dans le val de Blois.

Cinq déversoirs équipés de fusible, c'est-à-dire constitués par un tronçon de digue plus haut que le terrain naturel, mais plus bas que le sommet de la levée, sur lequel est posé une digue en terre qui est détruite lorsque l'eau passe par-dessus : le déversoir d'Ouzouer dans le val du même nom, le déversoir de Jargeau dans le val d'Orléans, le déversoir d'Avaray dans le val du même nom, le déversoir de Montlivault dans le val de Blois, les déversoirs du Vieux Cher et de La Chapelle-aux-Naux dans le val de Bréhémont.

Certains vals n'en possèdent pas : **vals de Cours-les-Barres**, Ousson, St Firmin, Sully, Bou, Cisse, Chargé, Husseau, Tours, Luynes, Langeais, Authion. D'autres n'en possèdent pas à l'amont de leur levée : La Charité, Léré, Orléans, Ardoux.

Les déversoirs ont été implantés pour plusieurs raisons et notamment :

- Protéger des ponts sensibles franchissant la Loire : le pont de Gien, le pont de Beaugency et le pont Gabriel à Blois ;
- A l'emplacement de brèches : Jargeau, Montlivault avec le concept de brèche contrôlée ;
- En amont de val : Avaray, Vieux Cher, pour réduire le risque de brèche accidentelle.

Le modèle Loire moyenne a confirmé le bien fondé des préconisations de la Commission. Il a montré que le système des déversoirs mis en place partiellement suite aux crues de 1846,1856 et 1866 est pertinent même si, aujourd'hui, suite à l'enfoncement de la Loire du fait de son aménagement pour la navigation et surtout des extractions de granulats, ce système a localement été déréglé et a perdu de son efficacité. En effet les simulations avec le modèle ont établi que les déversoirs ne fonctionnent plus pour la période de retour des crues pour laquelle ils ont été conçus ou qu'ils ne se déclenchent pas toujours dans l'ordre prévu au siècle dernier.
C'est le cas pour le déversoir de Jargeau. Il se révèle calé trop haut par rapport au niveau des fortes crues et n'empêche pas l'apparition de surverse sur les digues du val avant son fonctionnement.

En contrepartie, ce sont des crues plus rares et plus fortes qu'autrefois qui sont censées passer intégralement dans le lit endigué. Les banquettes et les levées subissent alors des atteintes plus fortes et plus longues qu'au siècle précédent.

Lorsque des déversoirs n'existent pas pour décharger le lit endigué, les simulations ont révélé des surverses sur la digue. Elles peuvent détruire les levées par érosion et ouvrir des brèches à l'instar de ce qui s'est passé en Loire pour les grandes crues historiques. L'eau entre rapidement et violemment dans le val et provoque des dommages très importants.
Les hauteurs moyennes de submersion calculées sont conformes aux valeurs observées au XIXème siècle, soit de l'ordre de 2 mètres. La brèche s'ouvre jusqu'au terrain naturel, voire même plus bas, poursuivant ainsi l'inondation du val même à la décrue.
Faire la part de l'eau dans le lit endigué et dans le val reste nécessaire tant il est improbable de contenir le fleuve entre les levées, même en mobilisant des ouvrages écrêteurs de crue.

Table des figures

Figure 1 : Principes de renforcement de la levée 6
Figure 2 : Les différents types de brèches historiques..... 12
Figure 3 : Localisation des brèches historiques dans les levées des vals amont 13
Figure 4 : Propositions de déversoir de Comoy..... 14
Figure 5 : Localisation des déversoirs du territoire d'étude 16