

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

Robin DURANT, Etablissement public Loire

La Loire du Bec d'Allier à Beaulieu-sur-Loire



Sommaire

1. Le contexte et les objectifs de l'étude
2. La mise en œuvre de la démarche de concertation
3. Le diagnostic des risques d'inondation
4. Le portefeuille d'actions
5. Focus sur le volet protection
6. Perspectives

Chapitre 1

Le contexte et les objectifs de l'étude

Le plan Loire et les études de vals

Plan Loire I : Etudes « Loire moyenne » (hydraulique, enjeux, scénarios, ...).

Plan Loire II : Des études de vals sont prévues au CPER.

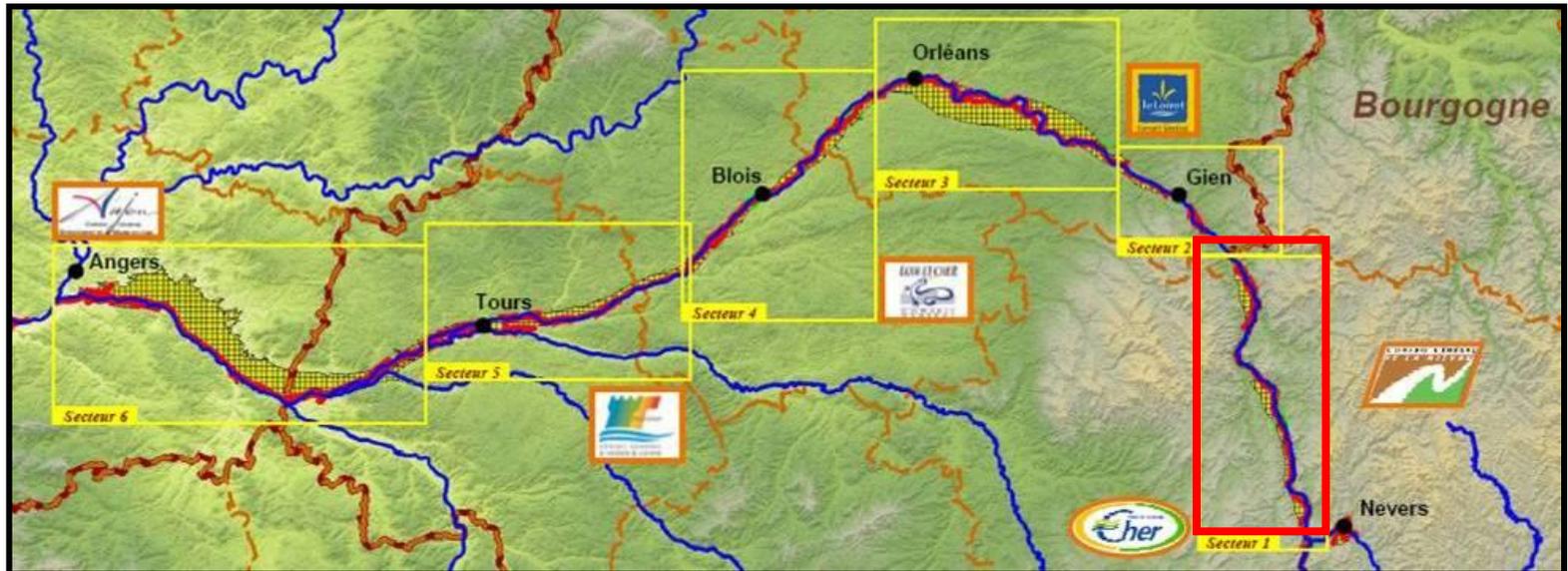
Freude am Fluss : Démarche de planification concertée sur le val de Bréhémont.



Région



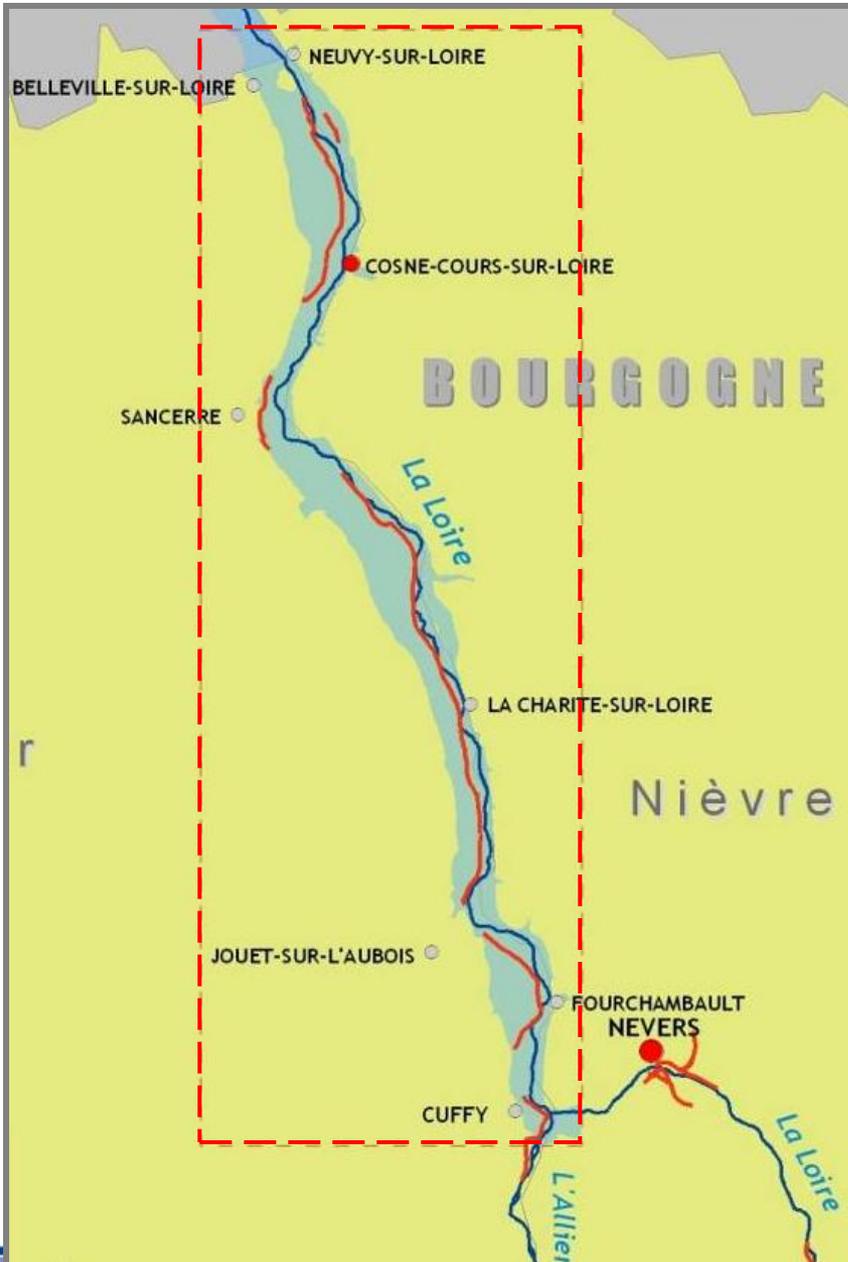
Centre



2010 : L'étude des vals de Loire dans les départements du Cher et de la Nièvre est programmée au plan Loire III et financée par l'Europe (FEDER), l'Etat, la Région Centre et le département du Cher.

Janvier 2011 : La démarche est engagée sous maîtrise d'ouvrage de l'EP Loire.

Le territoire de la démarche

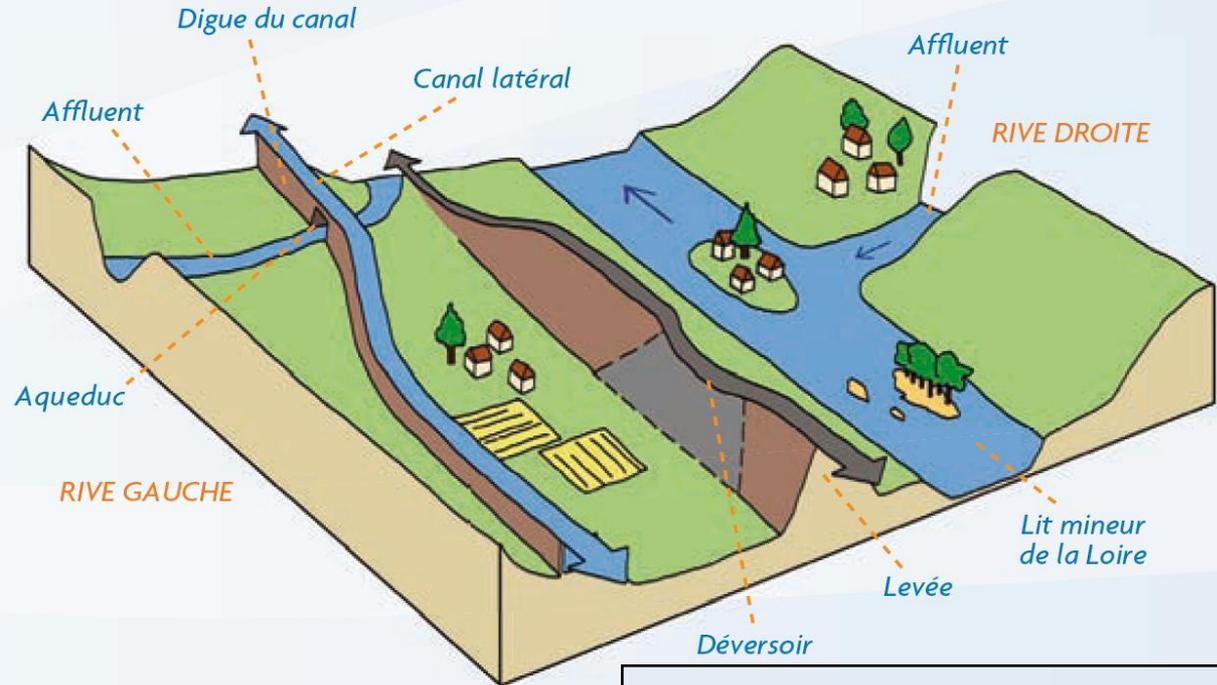


→ 70 km de linéaire de cours d'eau

→ 2 régions, 2 départements, 37 communes

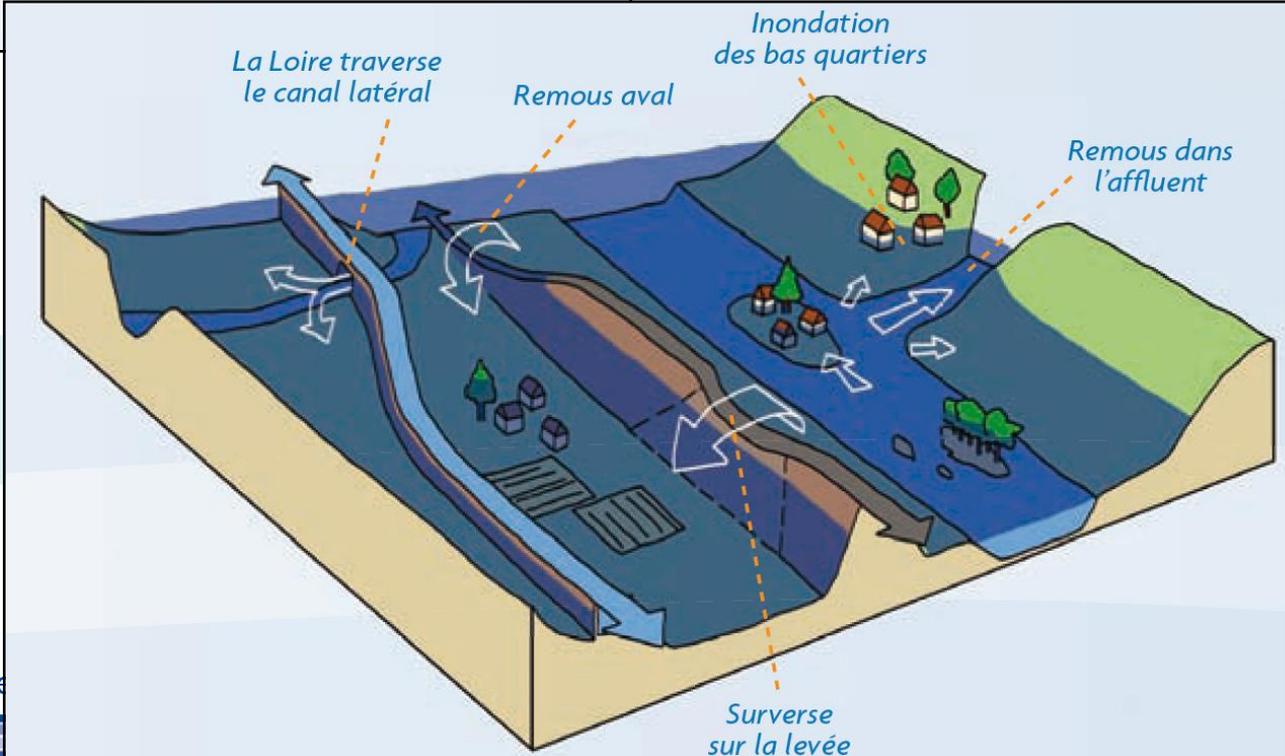
→ Des vals endigués en rive gauche, des digues largement submergées par une crue centennale

→ Une rive droite non endiguée et exposée aux premières crues importantes de la Loire



Un territoire avec deux configurations

Les mécanismes d'inondation



Les mécanismes d'inondation

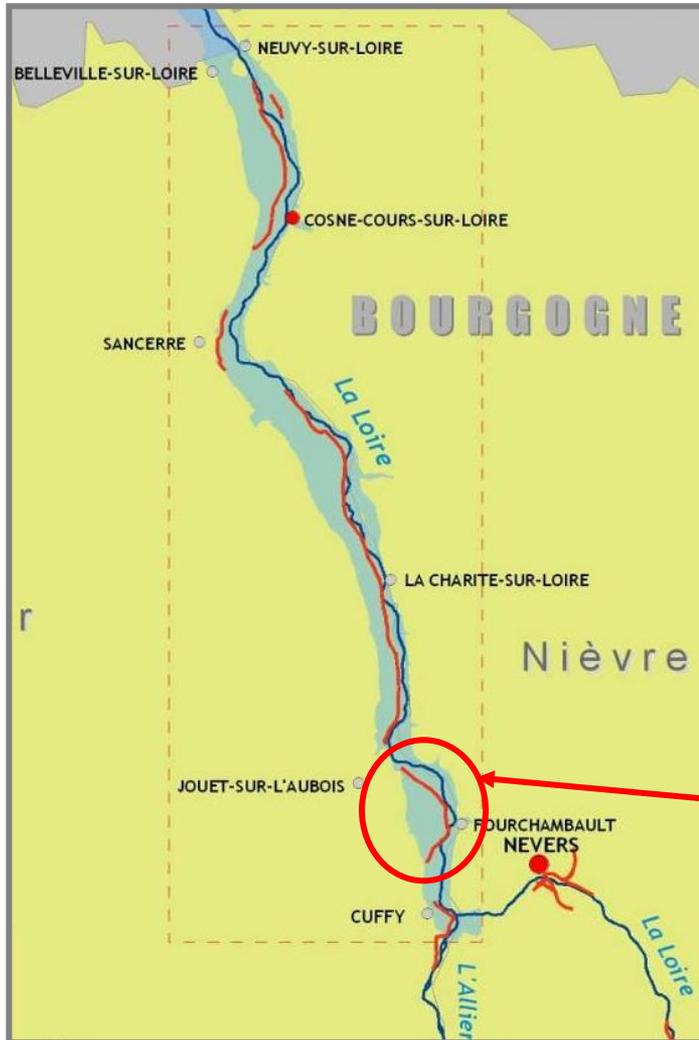
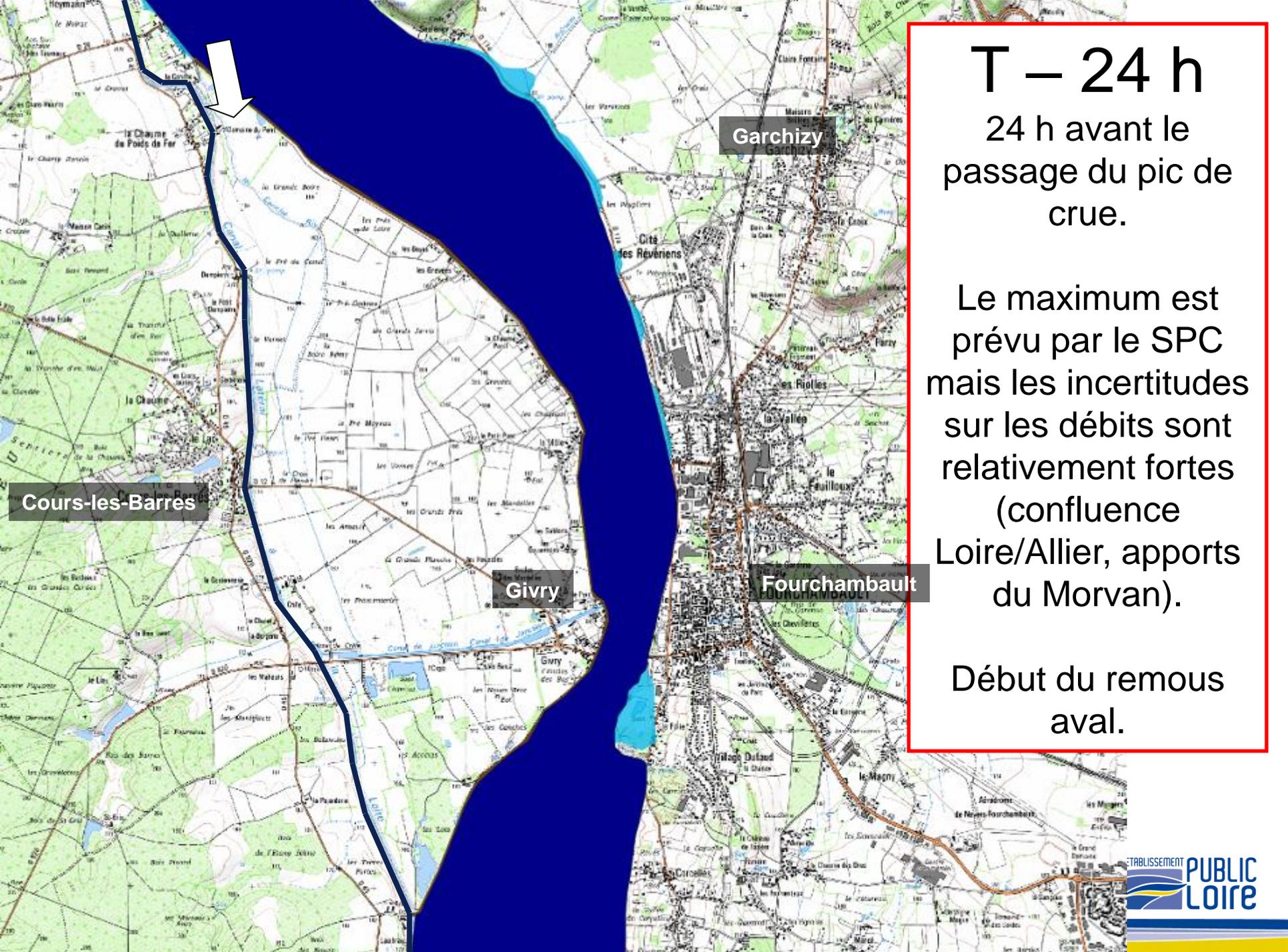


illustration des mécanismes d'inondation dans le val de Cours-les-Barres pour une crue centennale de la Loire écrêtée par le barrage de Villerest.



T – 24 h

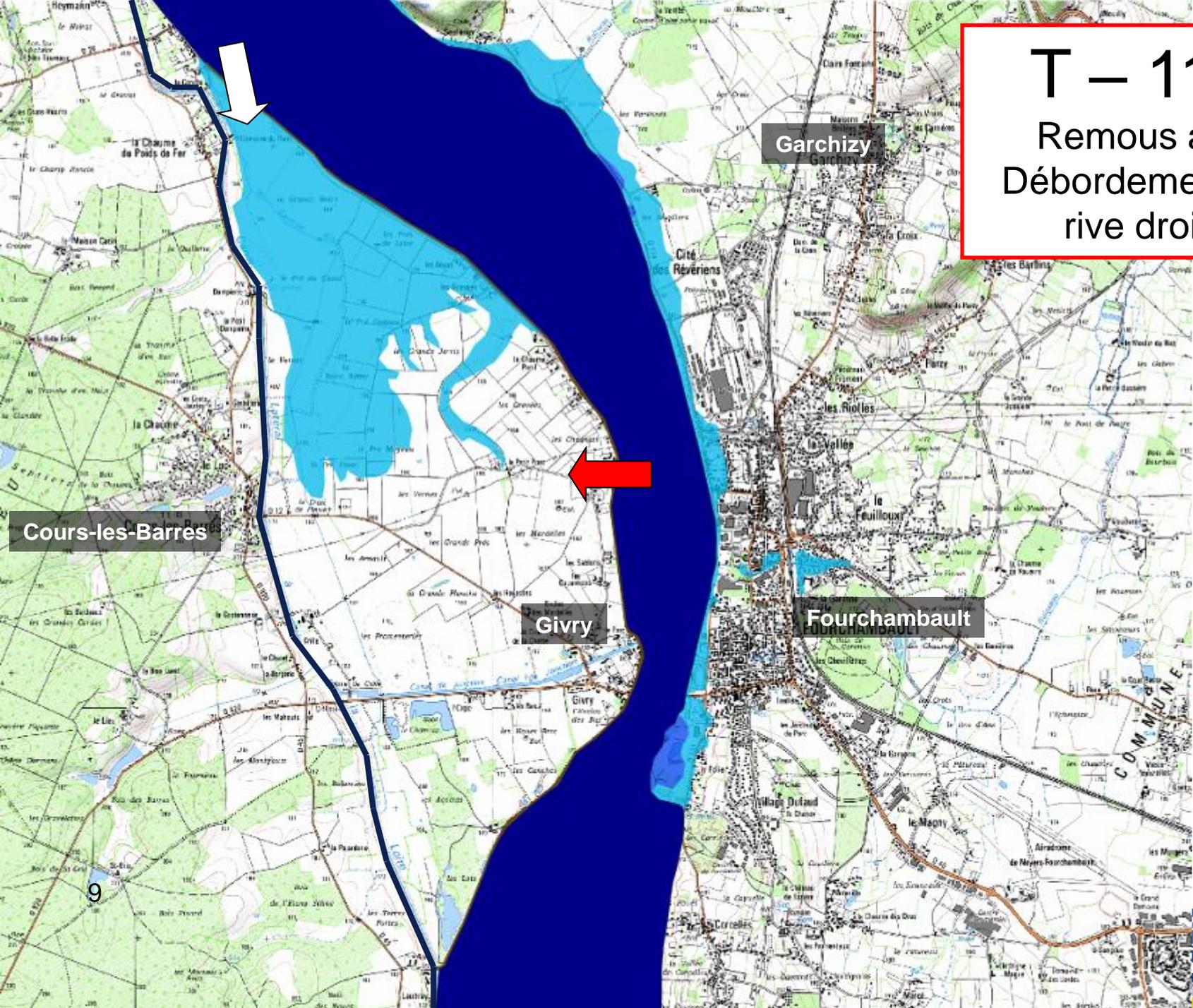
24 h avant le passage du pic de crue.

Le maximum est prévu par le SPC mais les incertitudes sur les débits sont relativement fortes (confluence Loire/Allier, apports du Morvan).

Début du remous aval.

T - 11 h

Remous aval.
Débordements en
rive droite.



T - 10 h

Déclenchement de
la brèche par
surverse.

Garchizy

Cours-les-Barres

Givry

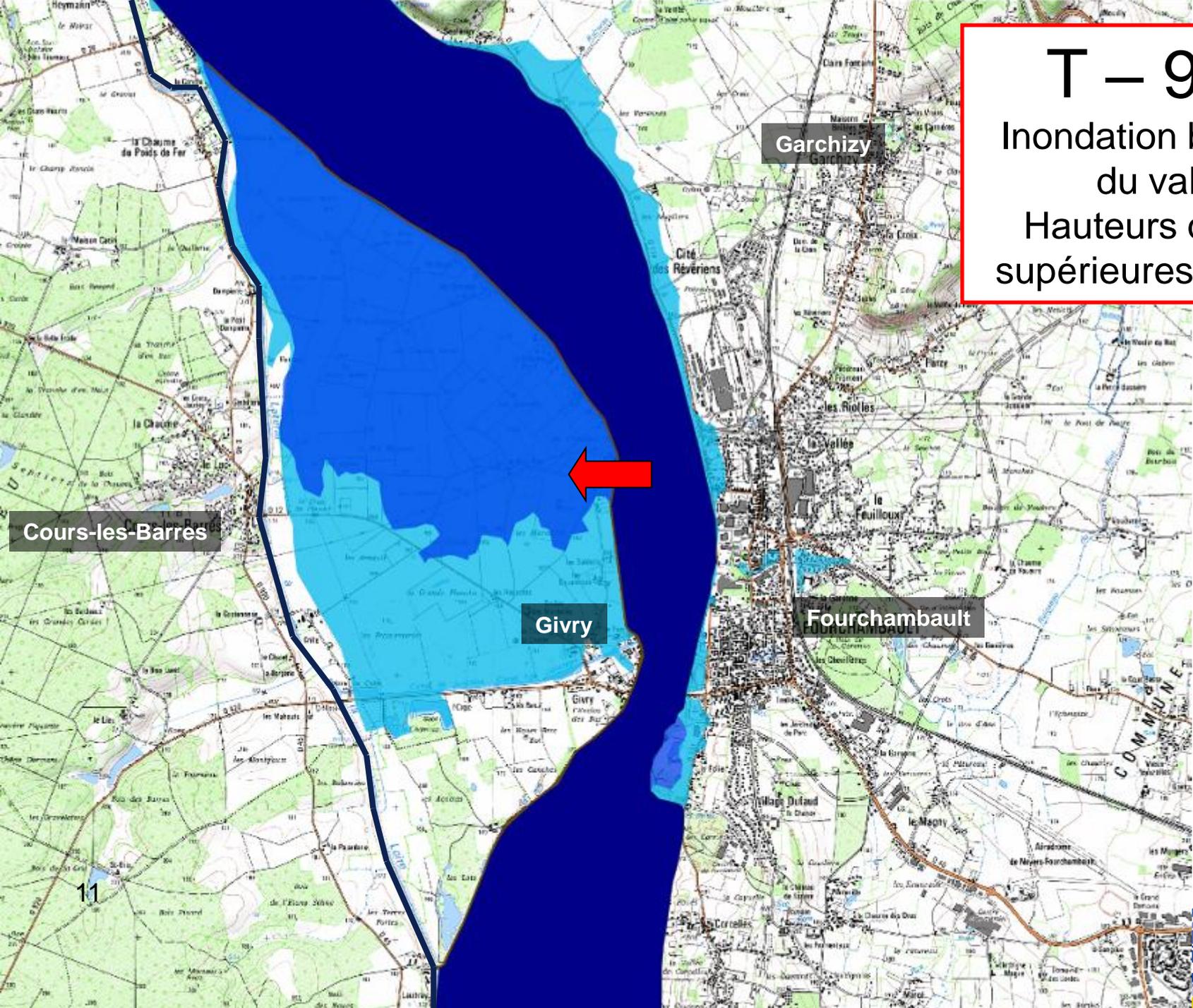
Fourchambault

10

T - 9 h

Inondation brutale
du val.

Hauteurs d'eau
supérieures à 2 m.



Garchizy

Cours-les-Barres

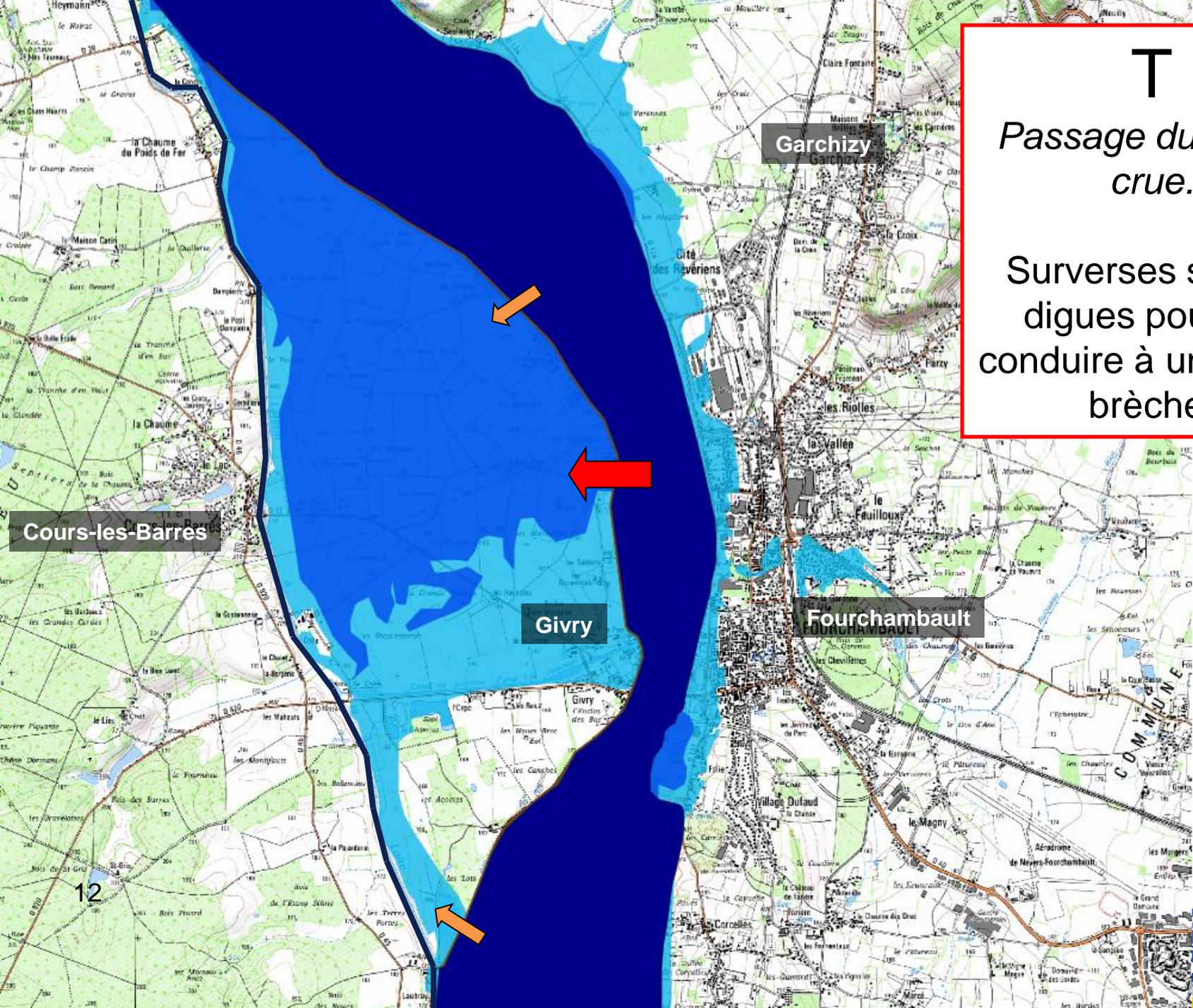
Givry

Fourchambault

T

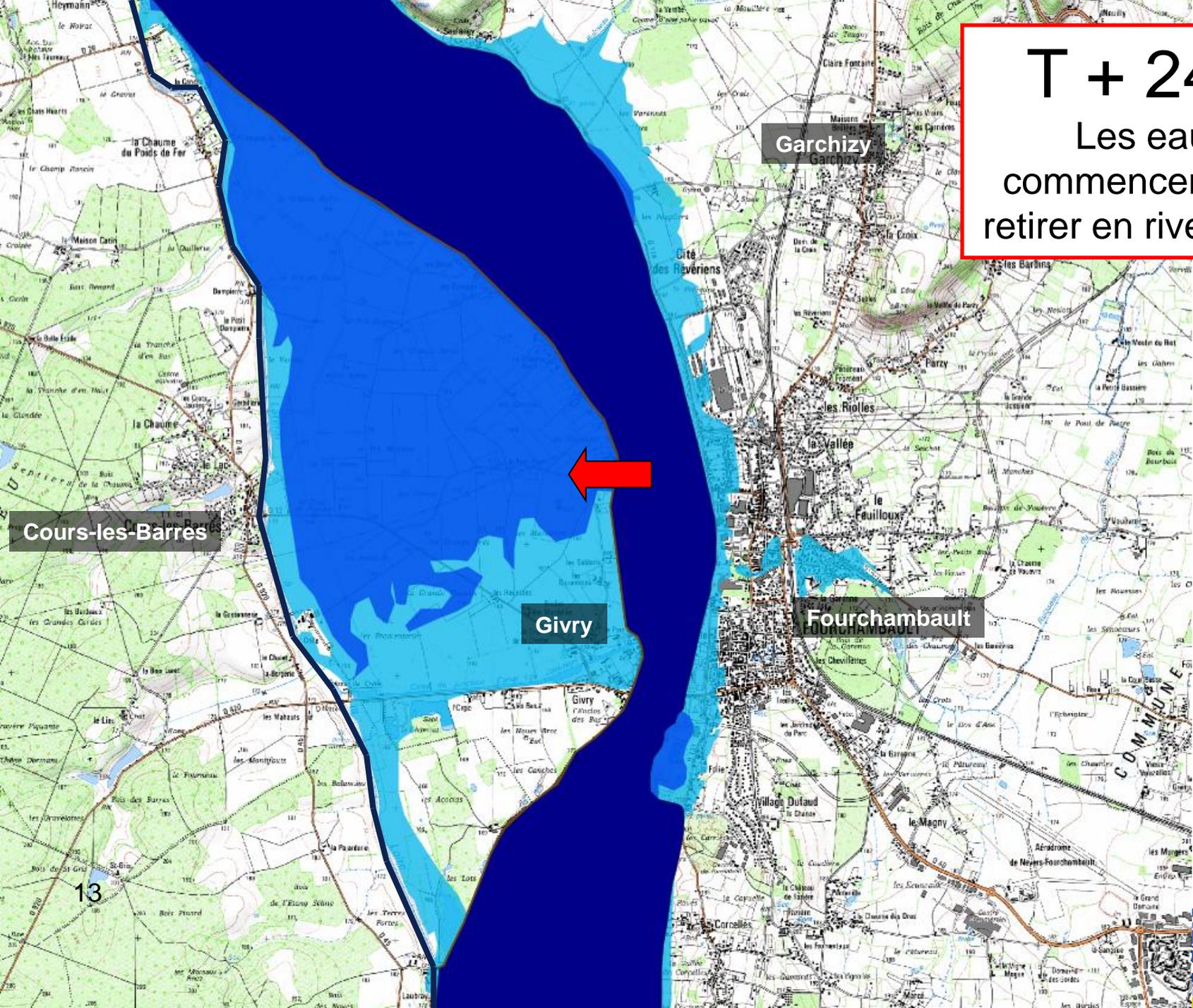
Passage du pic de crue.

Surverses sur les digues pouvant conduire à une autre brèche.



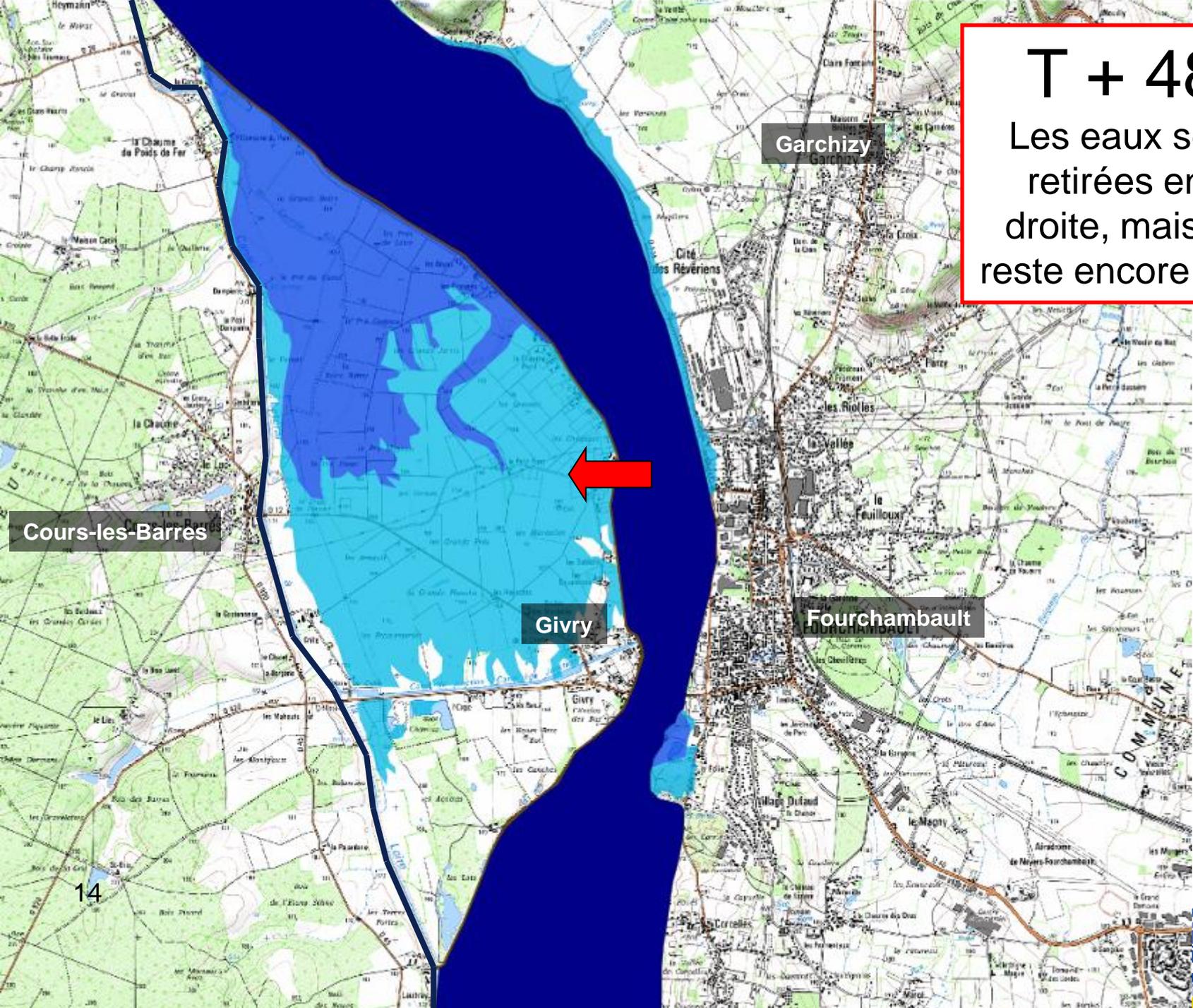
T + 24 h

Les eaux commencent à se retirer en rive droite.



T + 48 h

Les eaux se sont retirées en rive droite, mais le val reste encore inondé.



LES OBJECTIFS



Définir de manière concertée les actions à conduire pour réduire la vulnérabilité des territoires aux inondations :

- Optimiser le système d'endiguement pour améliorer la protection et limiter le risque de rupture par surverse ;
- Réduire la vulnérabilité des enjeux exposés et renforcer l'information préventive, la prévision, l'alerte et la gestion de crise.

Chapitre 2

La mise en œuvre de la démarche de concertation

L'implication nécessaire de tous

- Un processus de co-construction,
- pour aboutir à des solutions partagées,
- et mises en œuvre par tous, selon sa compétence :
habitant, entreprise,
association, commune,
services de secours, services
de l'Etat...



Illustration : Pierre Bothorel

La coordination de la démarche



Le comité technique :

- ✓ coordonne la démarche, valide les éléments techniques
- ✓ composé des techniciens des collectivités et des services de l'Etat



Le comité de concertation :

- ✓ apporte sa connaissance du territoire, participe pleinement à l'élaboration des solutions
- ✓ ouvert à l'ensemble des acteurs du territoire : services de l'Etat, collectivités, associations, acteurs économiques, etc.

Prestataires :

HYDRATEC (hydraulique)

ASCONIT (enjeux)

ETAT D'ESPRIT (concertation et communication)

La concertation en images

Partage du portefeuille d'actions avec les riverains

Bilan :

15 réunions techniques

11 réunions de concertation

3 réunions publiques

Images d'inondation

TRAVAIL ET LE LOUPE
REUNION D'ACTEURS



Chapitre 3

Le diagnostic des risques d'inondation

MÉTHODE D'ÉVALUATION DU RISQUE

Hydraulique

+

Enjeux

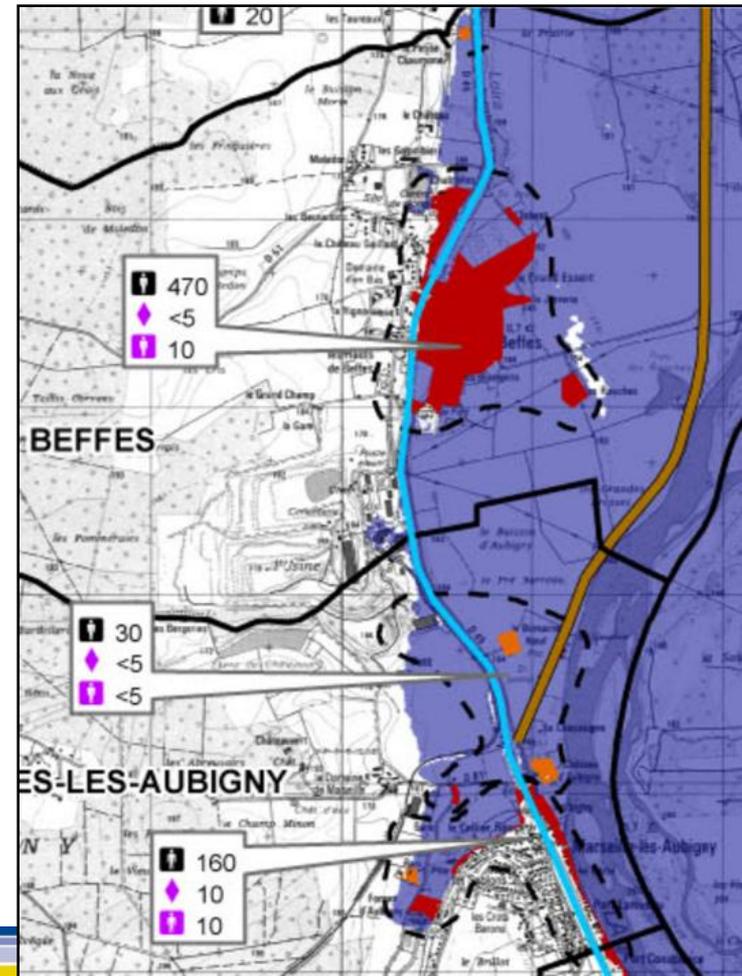
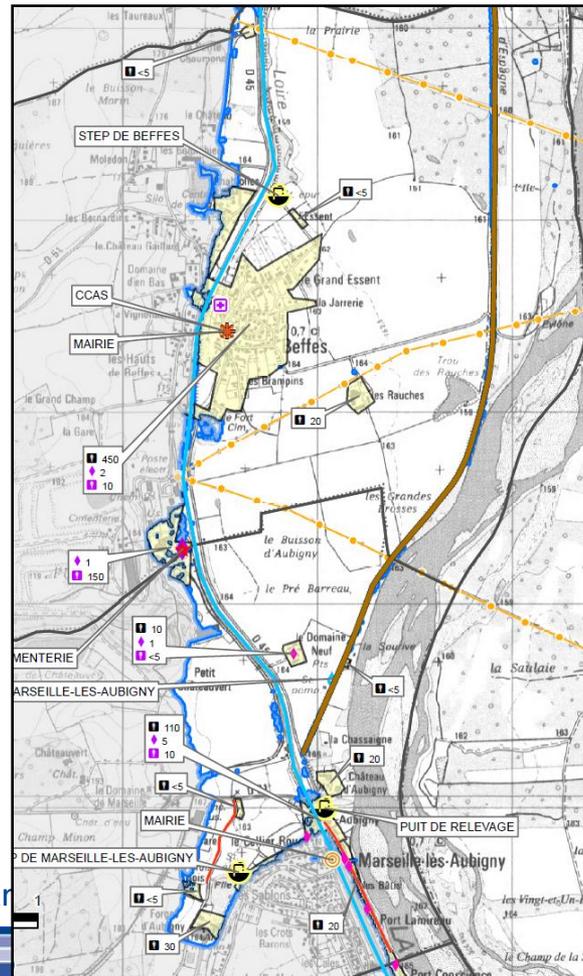
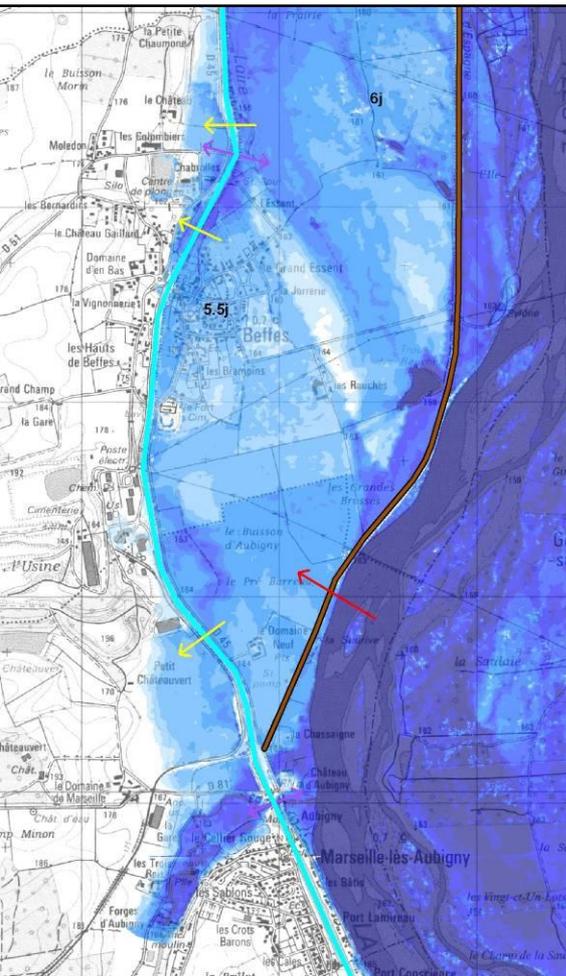
=

Risques

Mécanismes d'inondation,
Etendue de l'inondation,
Hauteurs d'eau,
Durées de submersion, ...

Habitat, populations, santé,
Activité économique, réseaux,
Patrimoine culturel,
Environnement, ...

Analyse globale des risques,
Evaluation à l'échelle du hameau,
4 niveaux de risque.



Chapitre 3.1

L'aléa d'inondation

Vers le modèle hydraulique LM11-VA

Etude de la propagation des crues et des risques d'inondation en Loire moyenne

Crues Loire moyenne

Résultats des crues fortes et très fortes simulées en Loire moyenne dans la situation de référence 1998



L'étude Loire moyenne : LM98



➤ Crues de 2003 et 2008, Levé MNT LIDAR

2008 : Modèle pour la prévision en temps réel

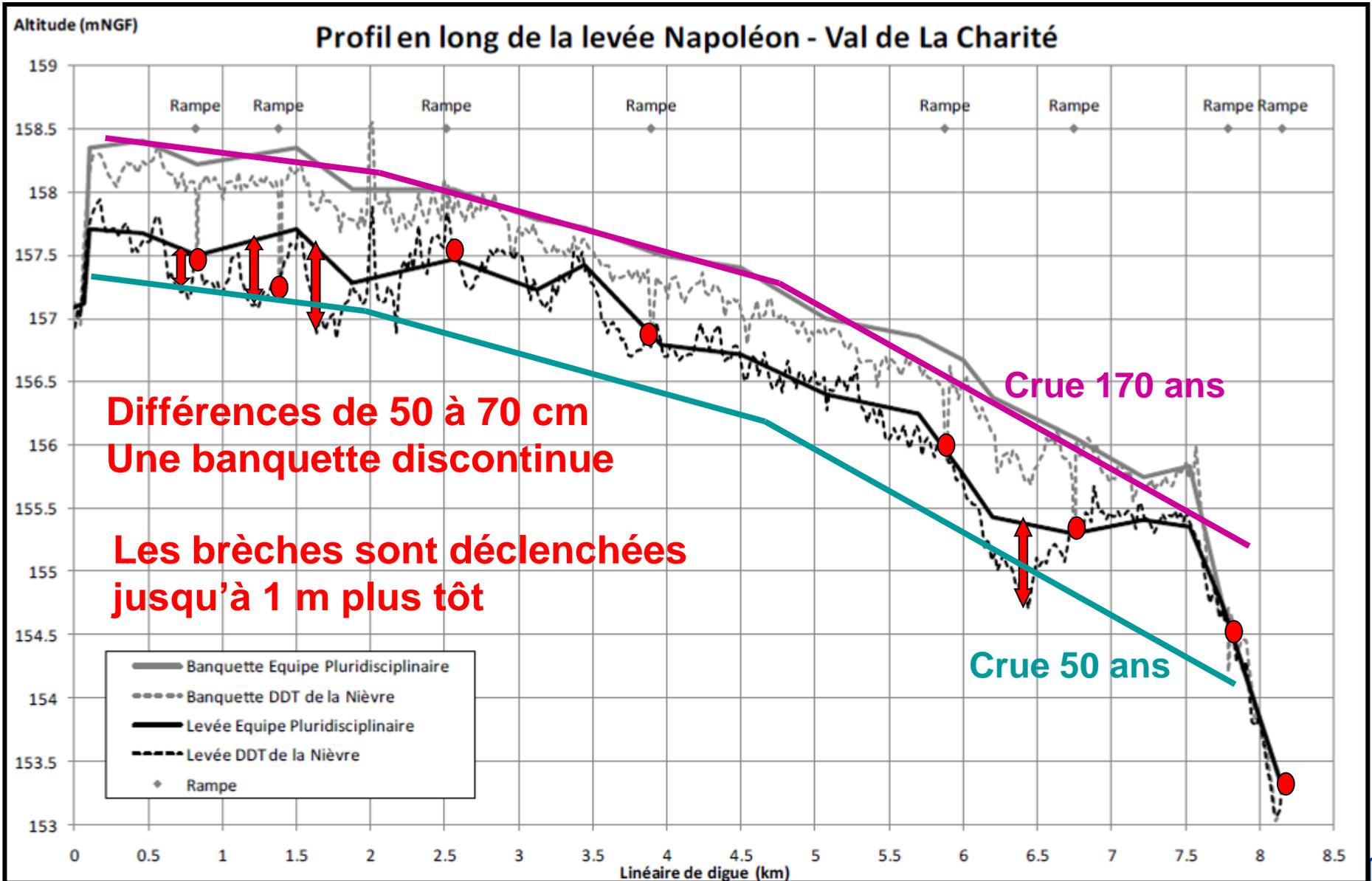
2010 : Modèle recalé en vue des études de dangers et de vals (LM10)

➤ L'étude des vals de Loire dans le Cher et la Nièvre débute sur la base du modèle LM10.

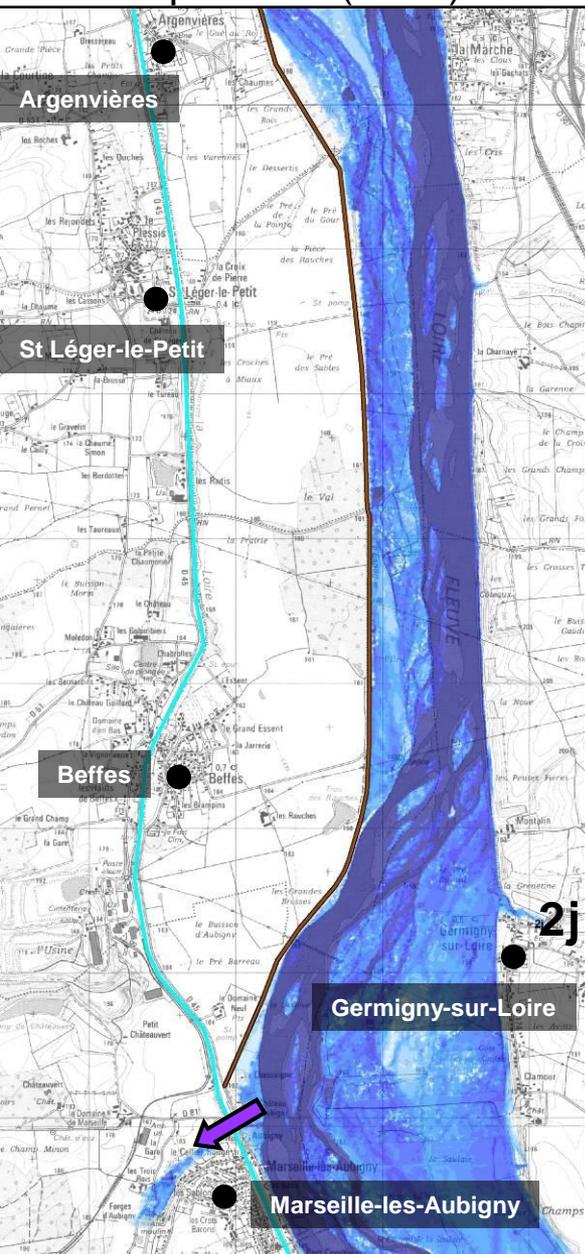
Vers le modèle hydraulique LM11-VA

Hypothèses	LM10	LM11-VA
Représentation des vals	Casiers LM98 (2 à 3 casiers par vals).	Découpage plus fin des casiers à l'aide du MNT.
Déclenchement des brèches	En sommet de banquette. Ouverture de brèche sur 200 m. Ouverture en 12h (contrainte technique).	20 cm au dessus de la crête du corps de digue (hors banquette). Ouverture de brèche sur 200 m. Ouverture en 2h.
Canal latéral	Non pris en compte.	Prise en compte de la digue du canal latéral et des ouvrages traversant.
Rendu des aléas	Topographie type « scan 25 »	Cartographie au 25000 ^{ème} sur le MNT. Indication des durées de submersion.

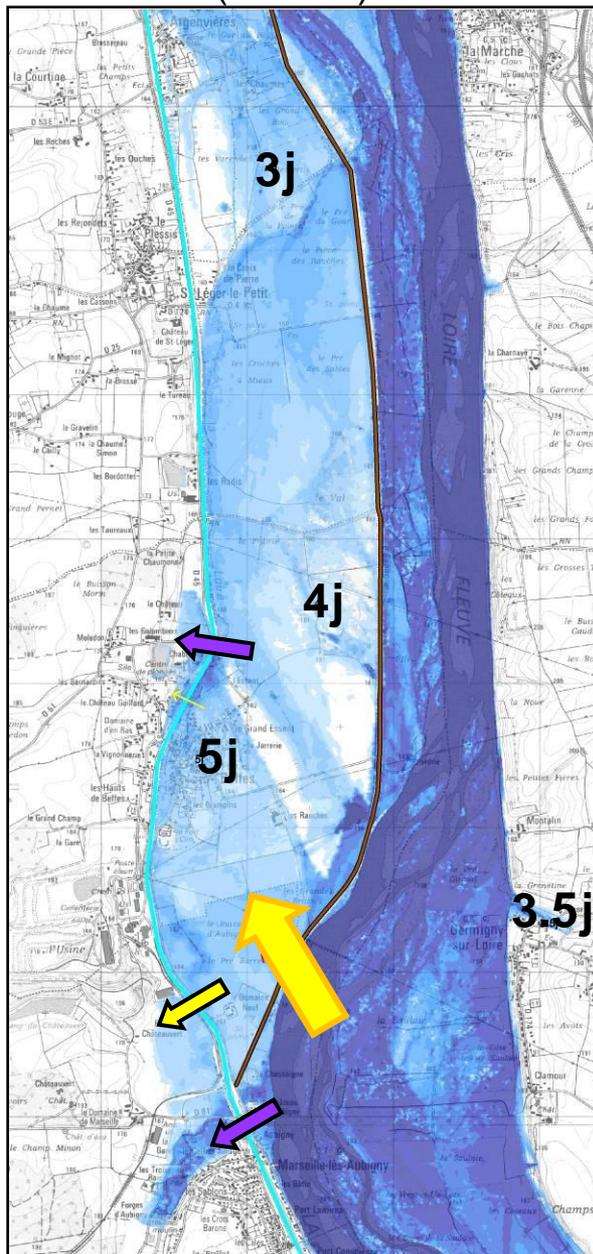
Des incertitudes sur la topographie des digues : l'apport du MNT



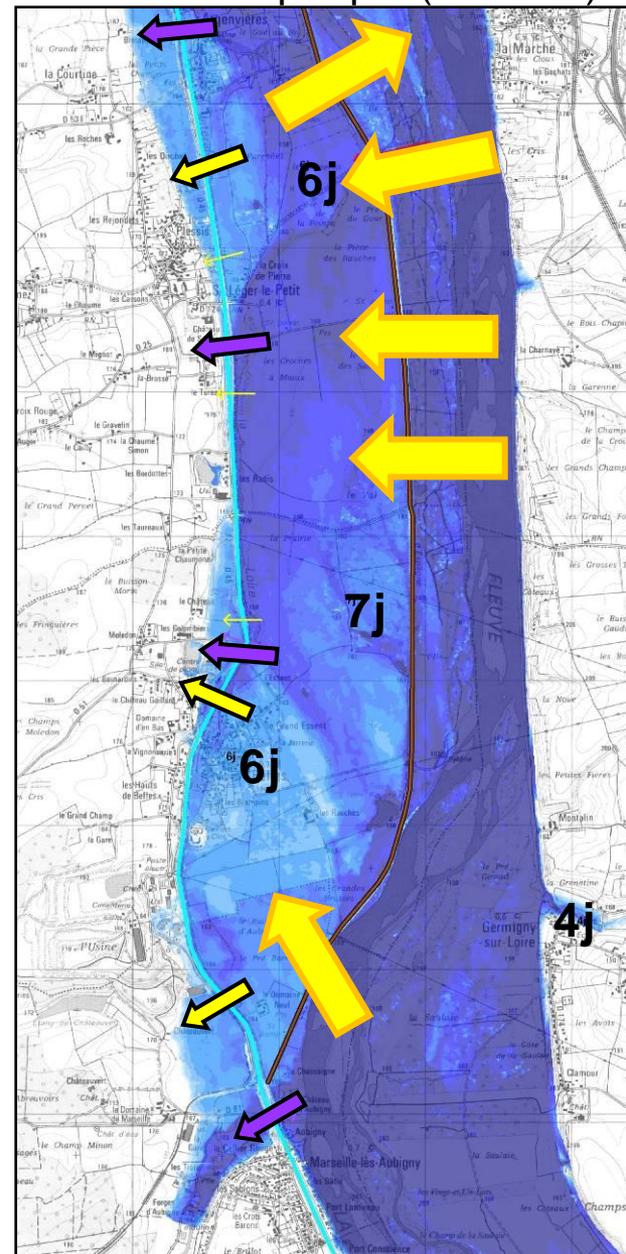
Crue importante (2003)



Crue forte (70 ans)



Crue catastrophique (500 ans)



Brèche par surverse



Traversée sous le canal



Surverse sur le canal

Chapitre 3.2

L'exposition des enjeux

Méthodologie d'évaluation des enjeux

1. Réalisation d'un état des lieux des connaissances,
2. Première analyse « SIG » des enjeux,
3. Rencontre avec chaque commune sur la base des premiers résultats (sous forme tableaux et cartes),
4. Un travail de vérification / complément a été conduit sur le terrain par le bureau d'étude, à l'aide d'un outil SIG mobile.



Un territoire fortement exposé

L'ha

Les

Les

- L'e
 - L'a
 - L'é
 - Le
- fonc

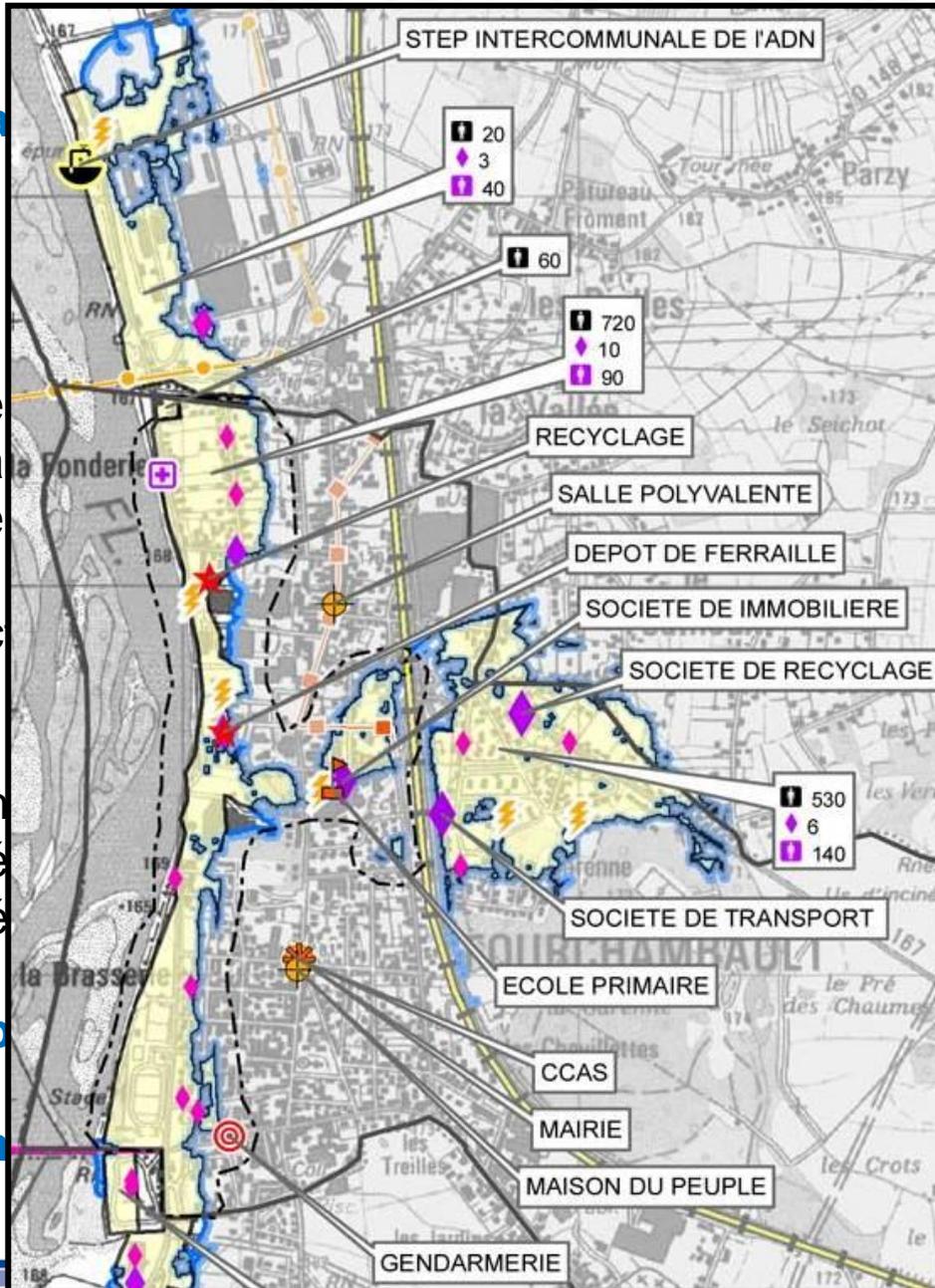
Les

- 6 h
- 4 é
- 7 é

Le p

L'en

Etude



ariés, 7 500 ha de terres cultivées

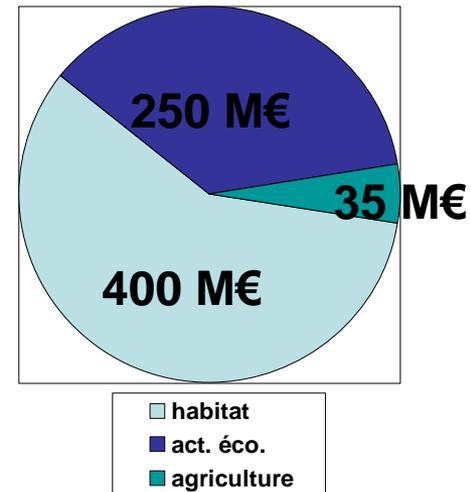
100 000 habitants desservis
s eaux usées

ments de la Loire (plus que 2 ponts

endants

ts historiques

er des pollutions



Chapitre 3.3

L'évaluation des risques

Méthodologie d'évaluation des risques

Objectif : une vision synthétique des risques à l'échelle du territoire

L'inondation

4 classes de hauteurs d'eau
Durées de submersion :
seuil de 48h
Vitesse de montée des eaux

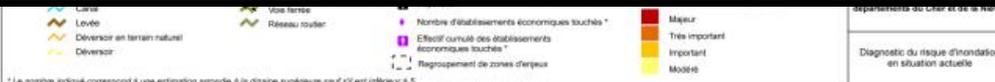
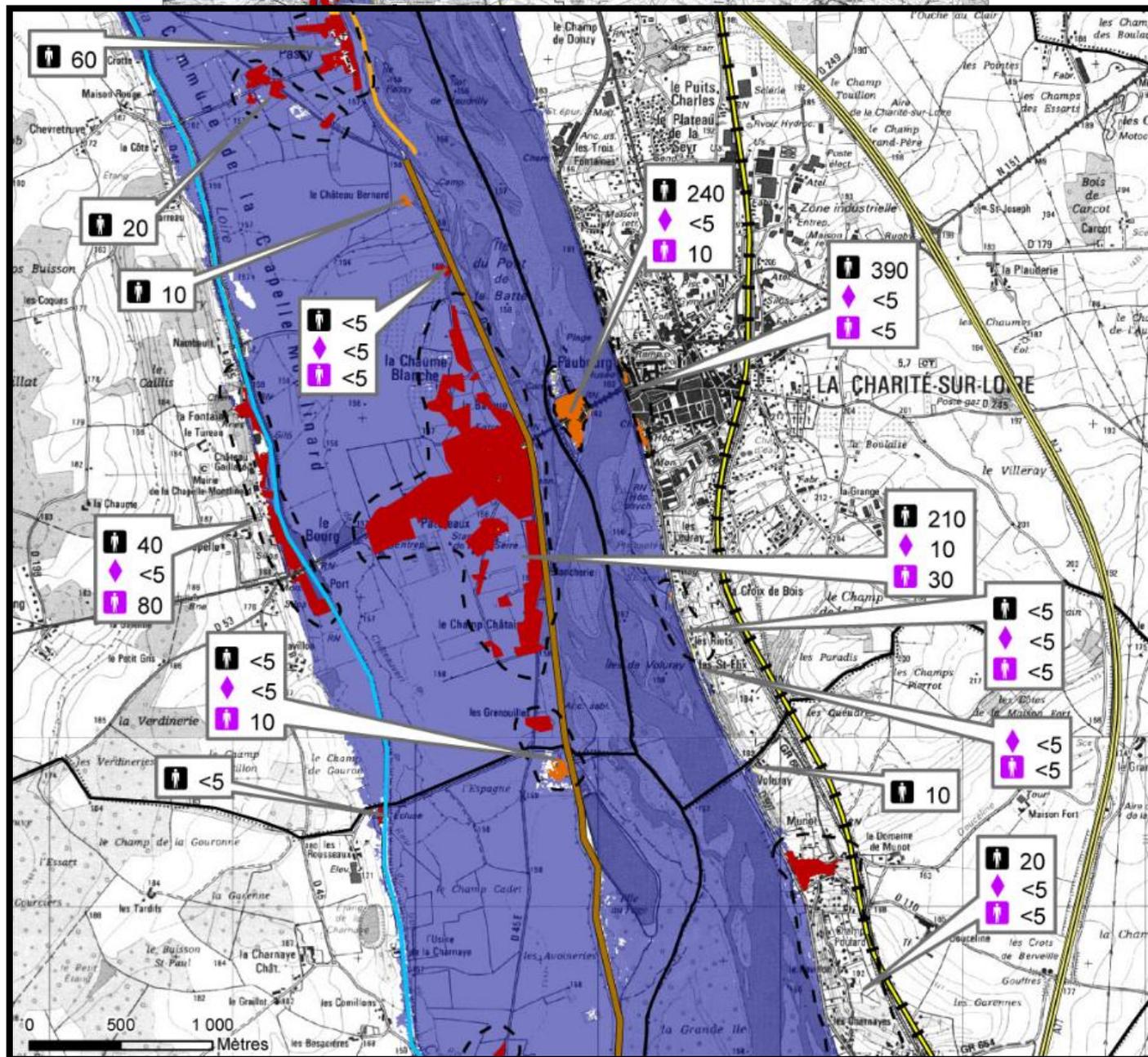
Les enjeux

Santé humaine
Activité économique
Environnement
Patrimoine
Réseaux
Enjeux stratégiques



4 niveaux de risques par zone d'enjeux homogènes

Hauteur de submersion	< 0,5 m				0,5 m à 1 m		
	lente et progressive		rapide et brutale		lente et progressive		rapide
	< 48 h	> 48 h	< 48 h	> 48 h	< 48 h	> 48 h	< 48 h
Santé humaine							
Habitations	1	2	2	2	2	3	3
Personnes résidant en maison sans étage refuge	1	2	2	2	2	3	3
Services de santé	3	3	3	3	3	3	4
Activité économique							
Etablissements	2	2	2	2	2	3	3
Environnement							
ICPE	3	3	3	3	3	3	3
Patrimoine culturel							
Musées, monuments historiques	2	3	2	3	2	3	2
Enjeux particuliers							
Réseaux	2	2	2	2	2	2	3
Service de gestion de crise	3	3	3	3	3	3	3
Services de secours	3	3	3	3	3	3	3
Etablissements scolaires et de formation	2	3	2	3	2	3	3



Chapitre 4

Le portefeuille d'actions

Les pistes d'amélioration qui se dégagent de la concertation



Créer une culture du risque

Sensibiliser riverains et acteurs aux grandes crues de la Loire

Sauvegarder la population

Se préparer efficacement et collectivement.

Se protéger

Maîtriser la végétation du lit,
Eviter les brèches,
Envisager des protections locales.

Limiter les dommages

Un retour à la normale rapide

Réduire les atteintes aux enjeux,
Anticiper les dysfonctionnements des réseaux,
Permettre le retour rapide des populations, le redémarrage de l'activité économique, la continuité des services.

Créer une culture du risque inondation

Quelles actions ?

La consolidation du dispositif réglementaire relatif à l'information préventive :

- ✓ La réalisation/diffusion du document communal d'information de la population (DICRIM),
- ✓ La pose de repères de crues...

La mise en œuvre d'actions de communication :

- ✓ Actions de la Maison de Loire,
- ✓ Le PFMS (plan familial de mise en sécurité), un plan à adopter pour sécuriser sa famille, ses biens et son foyer...

La sensibilisation sur la gestion du lit et des levées de la Loire

La réalisation d'un atlas interactif et grand public sur internet

La réalisation ou la diffusion de guides didactiques



Pose d'un repère de crue le 19 décembre 2012 à Cuffy

Se préparer à la crise

L'accent sur le volet opérationnel

Une action phare : L'organisation d'un exercice global sur le territoire en novembre 2013

Pourquoi cet exercice ?

- Préparer les acteurs et la population à la gestion d'une crise,
- Mettre en place de bons réflexes et une bonne coordination,
- Mettre à jour les protocoles nécessaires à la gestion de crise.

Pour réussir cet exercice :

La mise à jour et le renfort du caractère opérationnel des plans de gestions de crises des communes

Entre novembre 2012 et juin 2013, organisation de 10 ateliers de travail.

L'analyse approfondie des risques de submersion des routes

En cours.



Réduire la vulnérabilité aux inondations

Quelles actions ?

Des actions engagées ou prévues à court terme :

La **sensibilisation et la formation des artisans, maîtres d'œuvres, fournisseurs** qui interviennent sur le bâti en zone inondable,

La mise en place d'un **groupe de travail** spécifique aux **réseaux d'eau potable et d'assainissement**,

La **réduction de la vulnérabilité aux inondations des entreprises et activités agricoles**,

La **diffusion large de guides** relatifs à la réduction de vulnérabilité de l'**habitat**,

La **conduite d'une réflexion** pour la mise en place d'une démarche d'appui à la **réalisation de diagnostics** de vulnérabilité et à la **mise en œuvre de mesures** effectives dans l'**habitat**,

Etc.

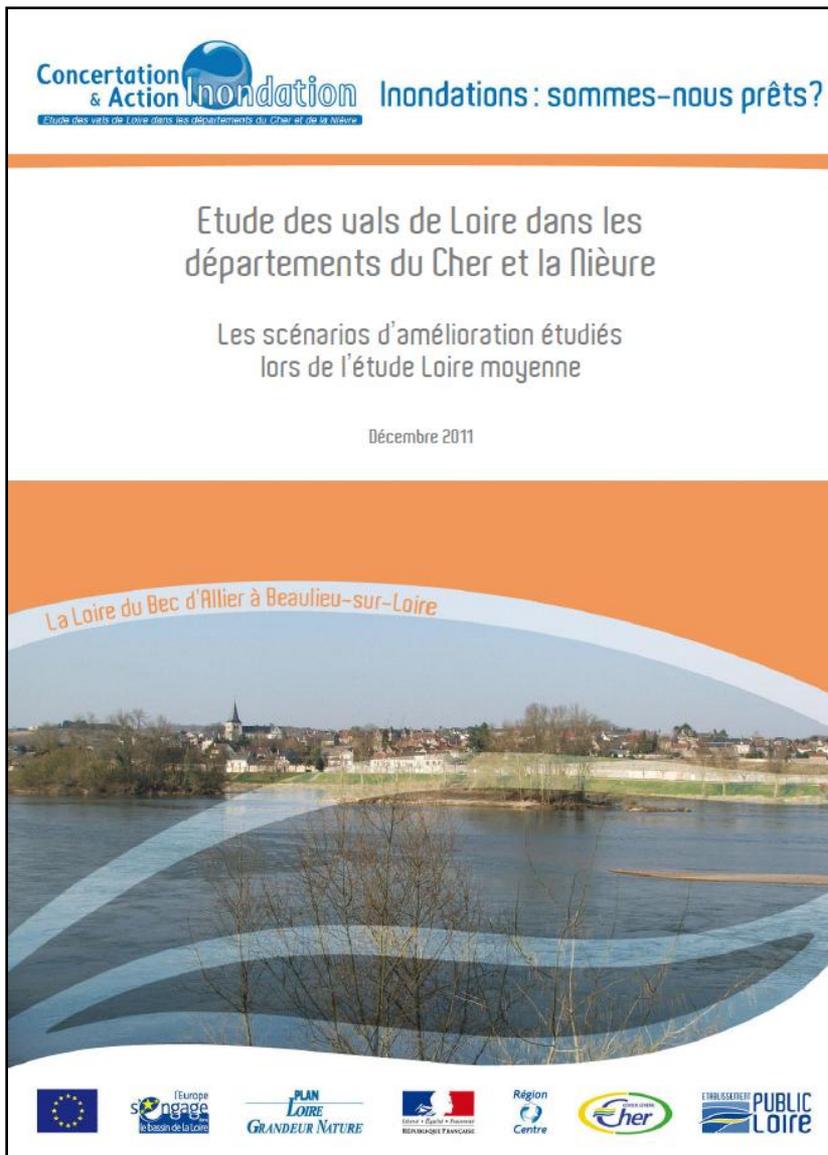
Chapitre 5

Focus sur les actions de protection



Chapitre 5.1

Bilan sur les scénarios d'amélioration étudiés dans le cadre de l'étude Loire moyenne



Etat de référence : état du lit en 1995

ERL : 3 niveaux d'entretien (maximal, dégradé et état médian comprenant plus de 20 opérations sur notre territoire, jugées réalistes en terme opérationnel et optimale en terme d'efficacité hydraulique et environnementale)

PROTECTION DES VALS ET DES COMMUNES RIVERAINES

SPB : suppression des points bas

Levées des vals de Cours-les-Barres, Charité et Léré rendues insubmersibles

RPRS : suppression des premiers remous et surverses

Mise en place d'une digue transversale dans le val de la Charité pour éviter le remous de la Loire vers l'amont du val

FMV : fermeture maximale des vals

Fermeture des déversoirs de Passy et de Léré

CRFI : étude des 33 communes riveraines

Définition de protection localisées. 11 communes sur notre territoire

DEVERSOIRS

COMOY2 : création de 3 déversoirs (Cours-les-Barres, Charité amont et Léré amont)

Déversoirs d'une longueur de 300 m, avec fusible de 80 cm, calés pour se déclencher pour le scénario de crue 170 ans écrêté par Villerest

LE VEURDRE

Hydrologie de l'Allier simulée avec ou sans l'ouvrage du Veurdre, pour toutes les simulations.

Chapitre 5.2

L'analyse multicritère

L'analyse multicritère

La mise en place d'une méthodologie adaptée au territoire.

De nombreux indicateurs ... **... pour des critères éclairant la décision**

Monuments et musées

Coût des dommages à l'habitat

Les ICPE

La prévisibilité des phénomènes

Coût des dommages aux entreprises

Le réseau d'eau potable

Le réseau télécom

Vitesse de montée des eaux sur les zones à enjeux

Le nombre d'entreprises, de salariés

Les campings

Les durées de submersion

Les risques sanitaires

Les établissements scolaires

Les services de santé

Le réseau électrique

Le nombre d'habitants exposés à +1m d'eau

Les axes routiers stratégiques

Les entreprises du BTP hors d'eau

Etc.

La réduction du danger sur les populations

La réduction des dommages

La capacité de redémarrage du territoire

Quels coûts ?

Quelles contraintes ?

Comment mettre en œuvre l'action ?

Dans quel délai ?

Chapitre 5.3

La gestion du lit de la Loire

L'entretien du lit

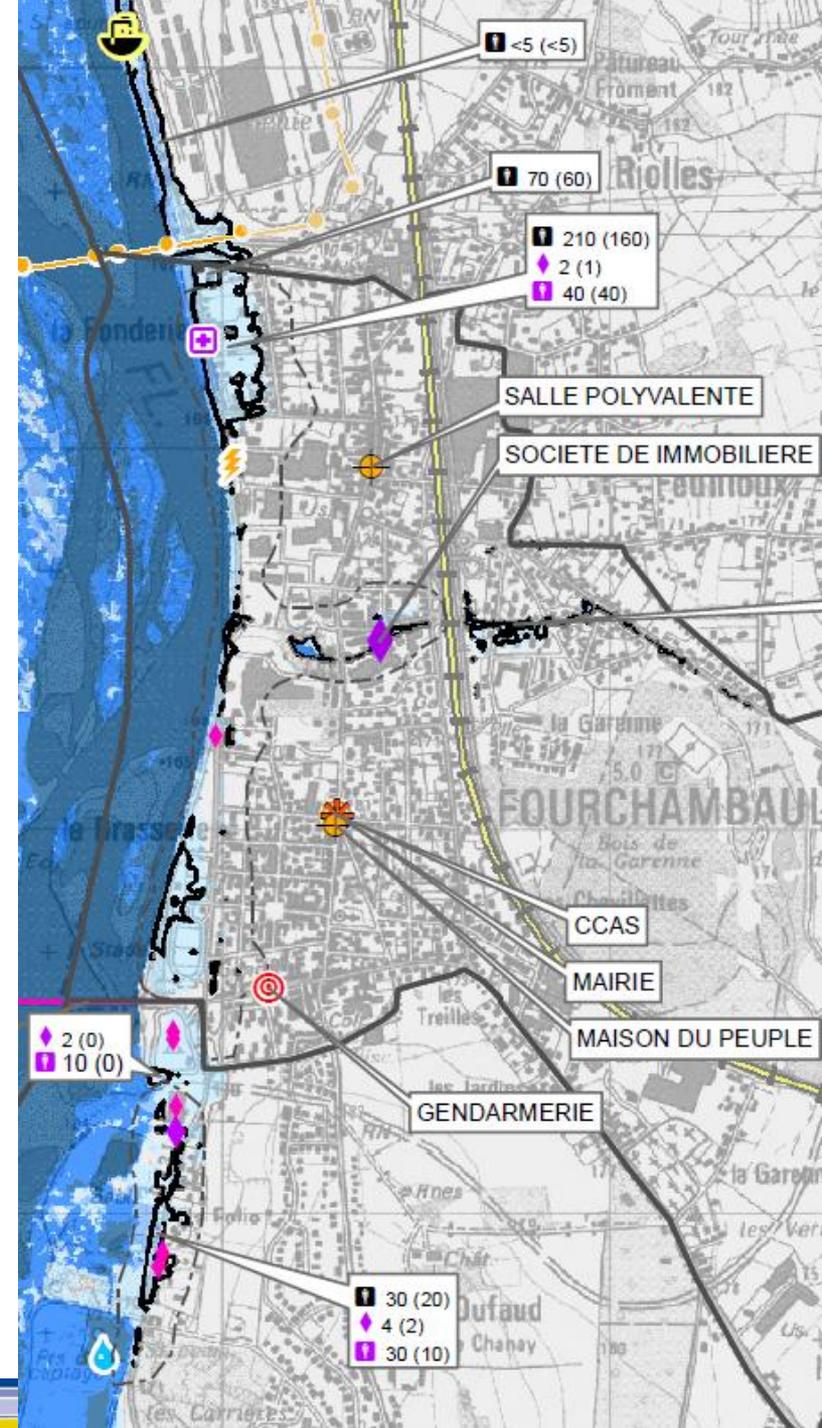
Evaluer les incidences hydrauliques et économiques d'une absence totale d'entretien : un lit vif restreint à 200 m sur le territoire.

Bilan : une augmentation de 0 à 80 cm suivant les secteurs

La restauration du lit

Evaluer les incidences hydrauliques et économiques de la restauration du lit dans des secteurs « stratégiques » : zones de premières surverses, de débordement en zones urbanisées, etc.

Bilan : 8 opérations analysées finement



Chapitre 5.4

Sécuriser les vals endigués

Les vals endigués

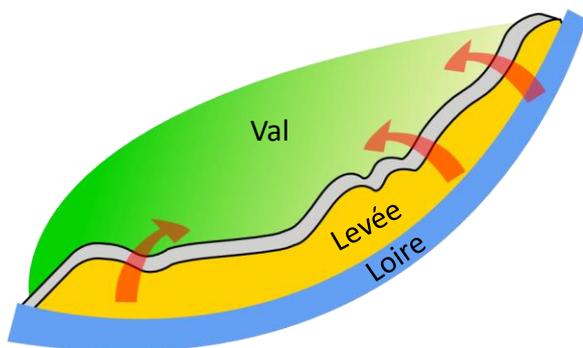
Les **vals endigués** sont protégés pour les crues ordinaires à importantes type 2008 ou 2003, mais sont fortement exposés, dès les crues fortes, au risque de rupture de digue par :

- Le mécanisme de **rupture avant surverse** de la Loire sur la levée, qui a été à l'origine d'environ 1/3 des brèches constatées au 19^{ème} siècle. Ce risque, encore accru aujourd'hui (vieillissement des ouvrages, actions des végétaux et animaux, canalisations, etc.), va être étudié dans le cadre des études de dangers des digues.
- Le mécanisme de **rupture suite à une surverse** de la Loire sur la levée devient très probable sur le territoire pour des crues de temps de retour 50 à 70 ans suivant les vals considérés. Ce mécanisme a été étudié dans le cadre de la démarche de concertation.



Rupture de digue

Le risque actuel



Les digues présentent aujourd'hui un profil très irrégulier : les surverses qui apparaissent pour des crues fortes se concentrent en des points bas localisés, provoquant l'ouverture de brèches qui inondent les vals de façon soudaine, imprévisible et brutale.

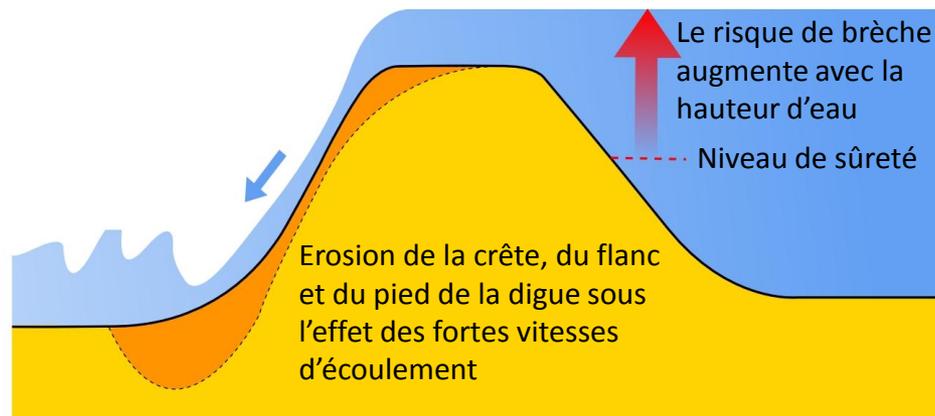


Les fosses d'érosion créées par les brèches du 19^{ème} siècle sont encore visibles (ici à Beffes).

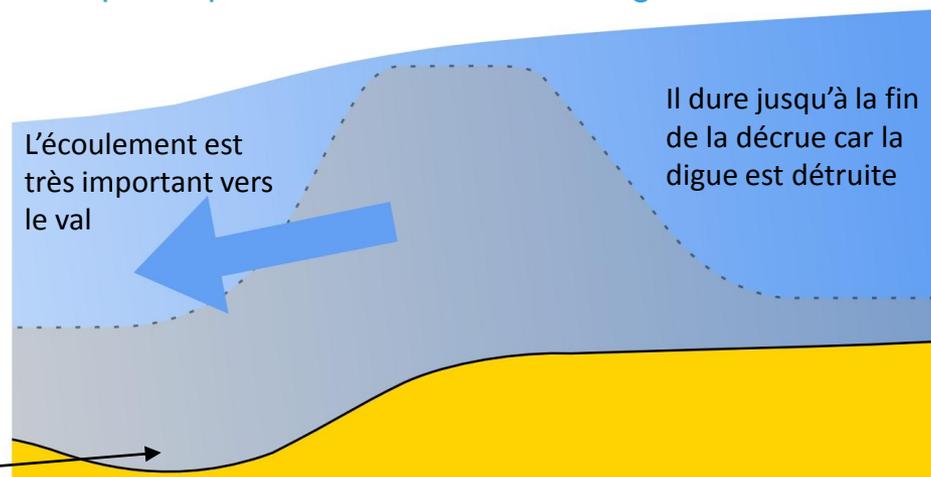
220 m

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

Les surverses apparaissent dès les crues fortes ...

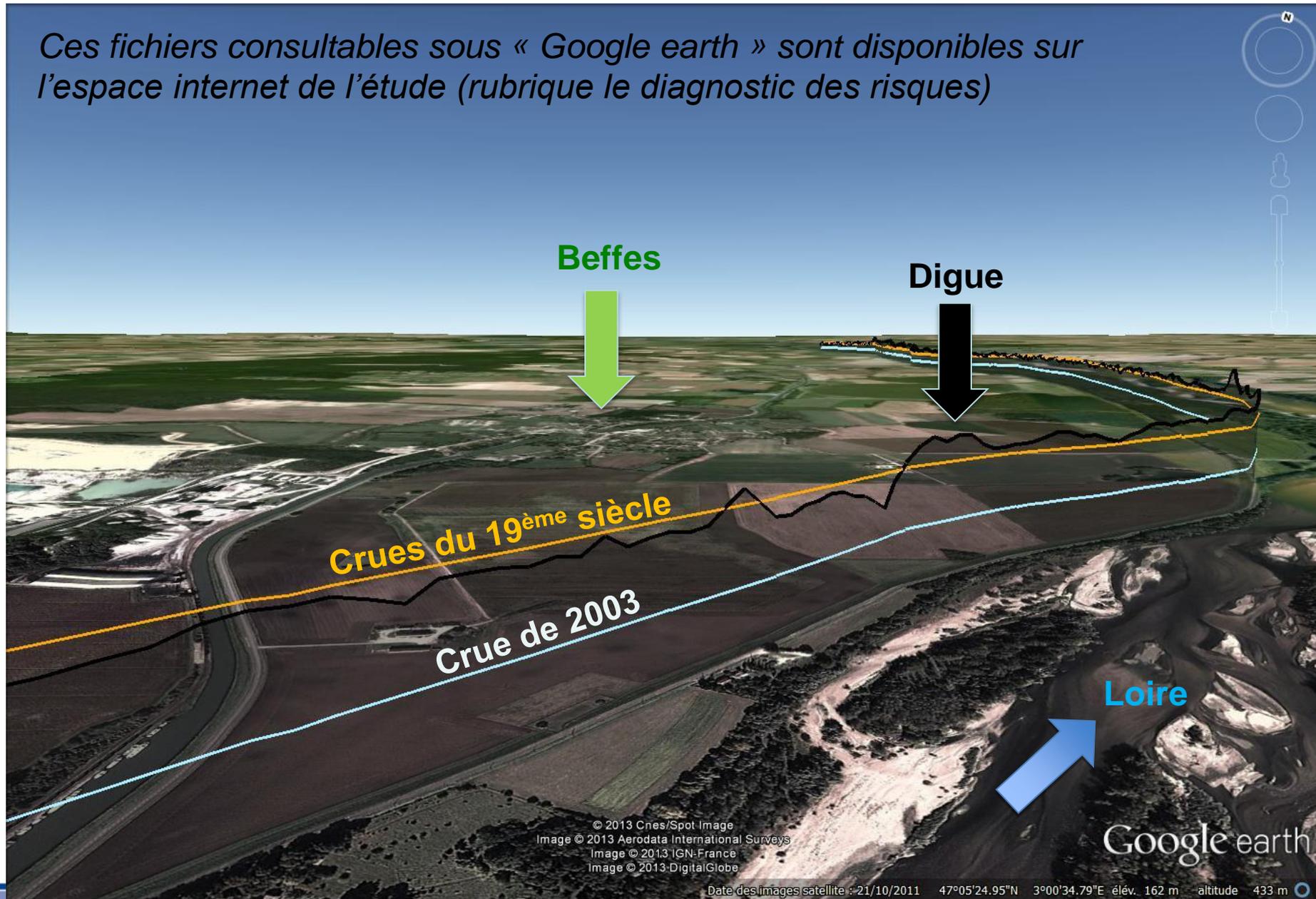


... et provoquent l'effacement de la digue en moins de 2h

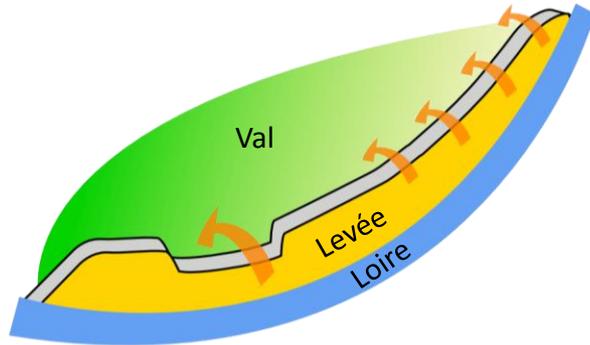


Exemple du val de La Charité-sur-Loire

Ces fichiers consultables sous « Google earth » sont disponibles sur l'espace internet de l'étude (rubrique le diagnostic des risques)



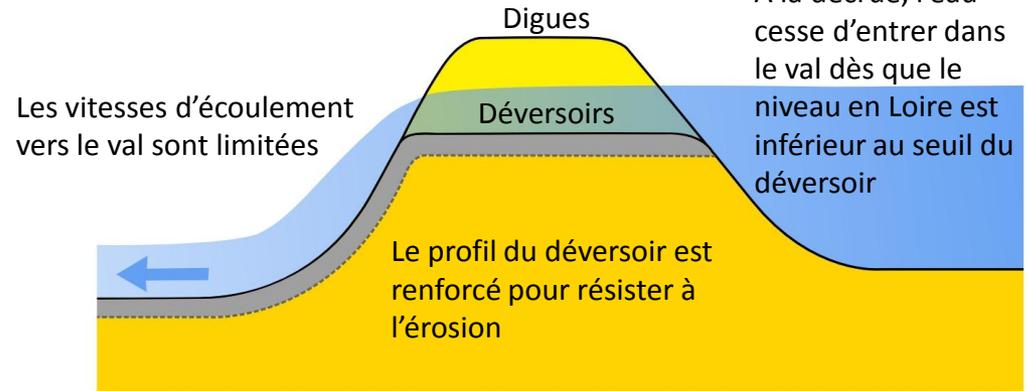
Principe d'aménagement des déversoirs



L'entrée d'eau se fait de façon maîtrisée par le déversoir pour les crues fortes, et également par surverse généralisée sur le reste de la digue pour les crues catastrophiques. Le risque de rupture de digue est alors réduit car le déversoir amène un matelas d'eau en pied d'ouvrage et le profil des digues est corrigé pour éviter toute concentration locale des écoulements.

Le danger est fortement réduit car l'inondation est prévisible, plus lente, et les volumes d'eau qui entrent dans le val sont moins importants.

L'eau entre par le déversoir en cas de crues fortes :

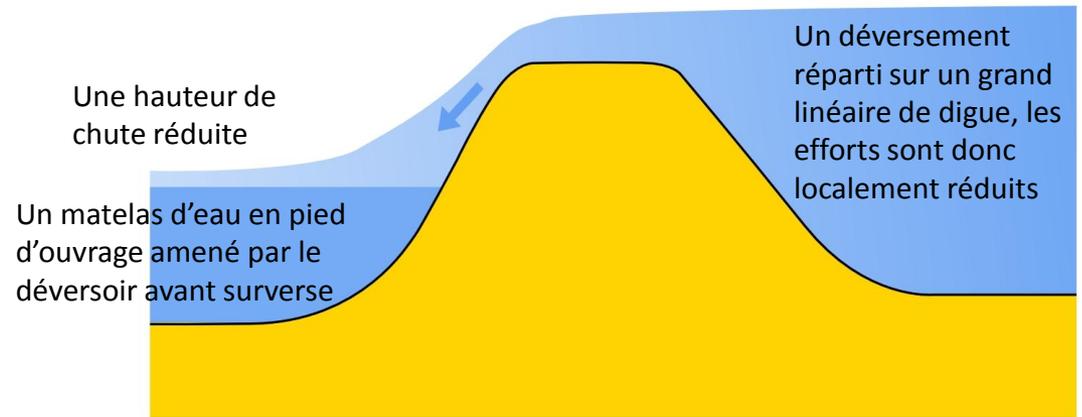


Les vitesses d'écoulement vers le val sont limitées

A la décrue, l'eau cesse d'entrer dans le val dès que le niveau en Loire est inférieur au seuil du déversoir

Le profil du déversoir est renforcé pour résister à l'érosion

Des surverses apparaissent pour les crues catastrophiques, mais le risque de brèche est limité par :



Une hauteur de chute réduite

Un matelas d'eau en pied d'ouvrage amené par le déversoir avant surverse

Un déversement réparti sur un grand linéaire de digue, les efforts sont donc localement réduits

Un calcul par itérations

	Liaison	PK	Zliaison	largeur	TN derrière levée	Hauteur digue/Val	Casier derrière levée	Tps activ	Cote casier à Tact	Hauteur d'eau derrière levée à Tact	Revanche à Tact	Critère Heau ?	Critère revanche ?
	LDVF_CHF_2		164.75					96					
	CHAM1	1022.9	167.5	200	164.5	2.4	CH01_1	112	163.42	-1.08	4.08	pb	pb
	CHAM2	1023.2	167.3	200	164.2	2.6	CH01_1	112	163.42	-0.78	3.88	pb	pb
	CHAM3	1023.4	167.1	200	164.3	2.4	CH01_1	112	163.42	-0.88	3.68	pb	pb
	CHAM4	1023.6	167	200	164	2.6	CH01_1	112	163.42	-0.58	3.58	pb	pb
	CHAM5	1023.9	166.7	200	163.2	3.4	CH01_1	111	162.78	-0.42	3.92	pb	pb
	CHAM6	1024.1	166.5	200	163.4	3.1	CH01_1	111	162.78	-0.62	3.72	pb	pb
	CHAM7	1025.5	165.7	200	161.8	3.8	CH02_1	112	163.48	1.68	2.22	pb	pb
	CHAM8	1025.8	165.5	200	161	4.5	CH02_1	111	163.32	2.32	2.18	ok	pb
	CHAM9	1026.5	165.25	200	161	4.25	CH02_1	111	163.32	2.32	1.93	ok	pb
	CHAM10	1026.9	165.3	200	162	3	CH02_1						
	CHAM11	1027.2	164.9	200	161.2	3.7	CH02_1	110	163.18	1.98	1.72	pb	pb
	CHAM12	1027.5	164.7	200	160.7	4	CH02_1	110	163.18	2.48	1.52	ok	pb
	CHAM13	1027.7	164.9	200	161	3.6	CH02_2	113	163.21	2.21	1.69	ok	pb
	CHAM14	1028	164.5	200	160	4.5	CH02_2	110	162.62	2.62	1.88	ok	pb
	CHAM15	1028.4	164.3	200	160	4.3	CH02_2	110	162.62	2.62	1.68	ok	pb
	CHAM16	1028.7	164.1	200	159.5	4.6	CH03_m1	110	162.28	2.78	1.82	ok	pb
	CHAM17	1029.1	163.9	200	159.5	4.4	CH03_m1	110	162.28	2.78	1.62	ok	pb
	CHAM18	1029.4	163.7	200	159	4.7	CH03_m1	110	162.28	3.28	1.42	ok	ok
	CHAM19	1029.7	163.4	200	159.5	3.9	CH03_m2	110	161.96	2.46	1.44	ok	ok
	CHAM20	1030.1	163.1	200	159	4.1	CH03_m2	110	161.96	2.96	1.14	ok	ok
	CHAM21	1030.4	163.1	200	159.2	3.9	CH03_m3	111	161.86	2.66	1.24	ok	ok
	CHAM22	1031	163	200	158.7	4.3	CH03_m4	117	162.61	3.91	0.39	ok	ok
	CHAM23	1031.4	162.8	200	158	4.8	CH03_m4	117	162.61	4.61	0.19	ok	ok
	CHAM24	1032	162.4	200	158.5	3.9	CH03_m5	113	161.3	2.8	1.1	ok	ok
	CHAM25	1032.6	162.2	200	158	4.2	CH03_m5	113	161.3	3.3	0.9	ok	ok
	CHAM26	1034	161.7	200	156.4	5.3	CH04_m2	115	161.08	4.68	0.62	ok	ok
	CHAM27	1034.9	161.4	200	159	2.4	CH04_m2	116	161.2	2.2	0.2	ok	ok
	CHAM28	1035.5	160.2	200	156.2	4	CH04_m4	110	160.3	4.1	-0.1	ok	ok

A CHARITE

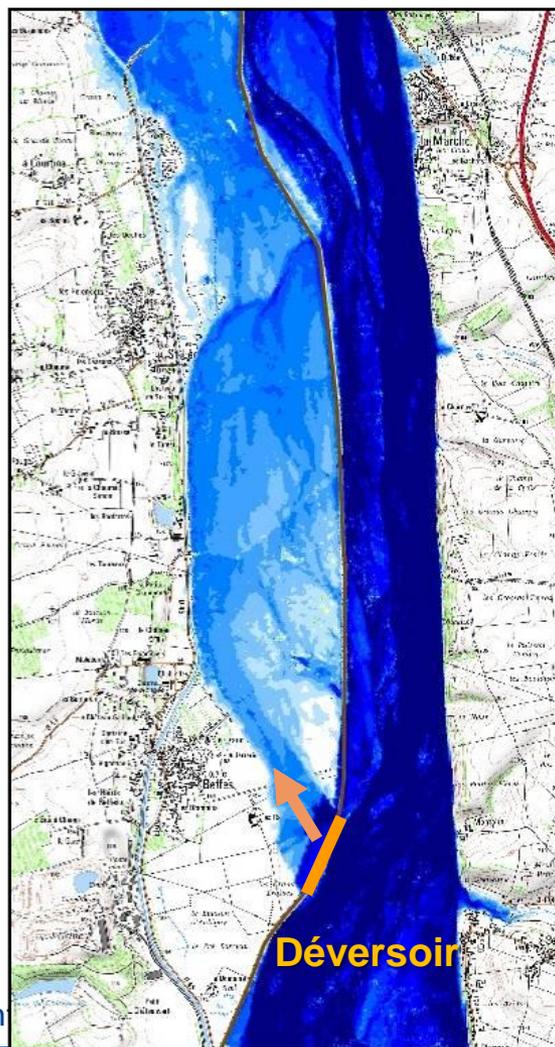
Exemple du val de La Charité-sur-Loire

6.18 m à l'échelle de Givry (crue du type 19^{ème} siècle)

Etat actuel

Déversoir

Argenvières



Les aspects favorables

- Réduction des hauteurs d'eau
- Réduction des vitesses
- Réduction des durées de submersion
- L'inondation devient prévisible
- Forte réduction des dommages
- Forte réduction du danger sur les populations

Mais

- L'inondation intervient pour des crues un peu moins « rares » qu'actuellement (mais supérieures à la crue de 2003). Elle ne touche alors que très peu d'enjeux.
- Les aménagements sont coûteux.

Au bilan, cette solution est apparue très favorable sur ce val.

Chapitre 5.5

Envisager de nouveaux dispositifs de protection

De nouvelles protections?

Les **communes riveraines non protégées** sont exposées aux débordements naturels de la Loire, et certaines sont touchées dès les premières crues (ex : 2008 ou 2003).

Dans ces communes, **plusieurs solutions ont été étudiées et sont actuellement en débat** :

- La fermeture d'ouvrages traversant sous le canal latéral à la Loire (4 ouvrages),
- La mise en place de dispositifs de protection amovibles sur les quais de Loire (8 ouvrages).

Exemple des quais de La Charité-sur-Loire, en décembre 2003



Exemple à Blois

Exemple à Fourchambault

169,9 - 0/0/0,3/0.7

169,75 - 0/0.0.5/0,45/0.85

169,9 - 0/0/0,4/0.8

longueur 70 ans - 480 m
longueur 100 ans - 540 m

Hauteur maximale de protection à l'échelle d'annonces de crues de Givry		<u>5.30 m</u>	<u>5.77 m</u>	<u>6.06 m</u>
Caractéristiques de l'ouvrage	Longueur	<u>75 m</u>	<u>480 m</u>	<u>540 m</u>
	Hauteur moyenne	<u>10 cm</u>	<u>40 cm</u>	<u>70 cm</u>
	Coût estimé	15 k€	288 k€	567 k€
L'impact sur les enjeux	Habitants protégés	52	117	137
	Entreprises protégées	-	2	3
	Dommmages évités	530 k€	1.39 M€	2.06 M€

170,5 - 0/0/0,3/0.7

170,15 - 0/0,05/0,5/0.9

170,5 - 0/0/0,2/0.6

 Localisation des protections étudiées

Enveloppe de crue :

-  déc. 2003
-  50 ans
-  70 ans
-  100 ans

Légende :

cote TN - hauteur d'eau 2003 / 50 ans / 70 ans / 100 ans

Chapitre 6

Perspectives

Mise en œuvre du portefeuille d'actions

Même si plusieurs actions sont déjà engagées, l'année 2013 constitue un tremplin pour la mise en œuvre du portefeuille d'actions.

Un comité d'impulsion et de suivi, animé par l'Etablissement public Loire, a été constitué.



S'informer sur la démarche

Internet

www.plan-loire.fr/etude-vals-amont