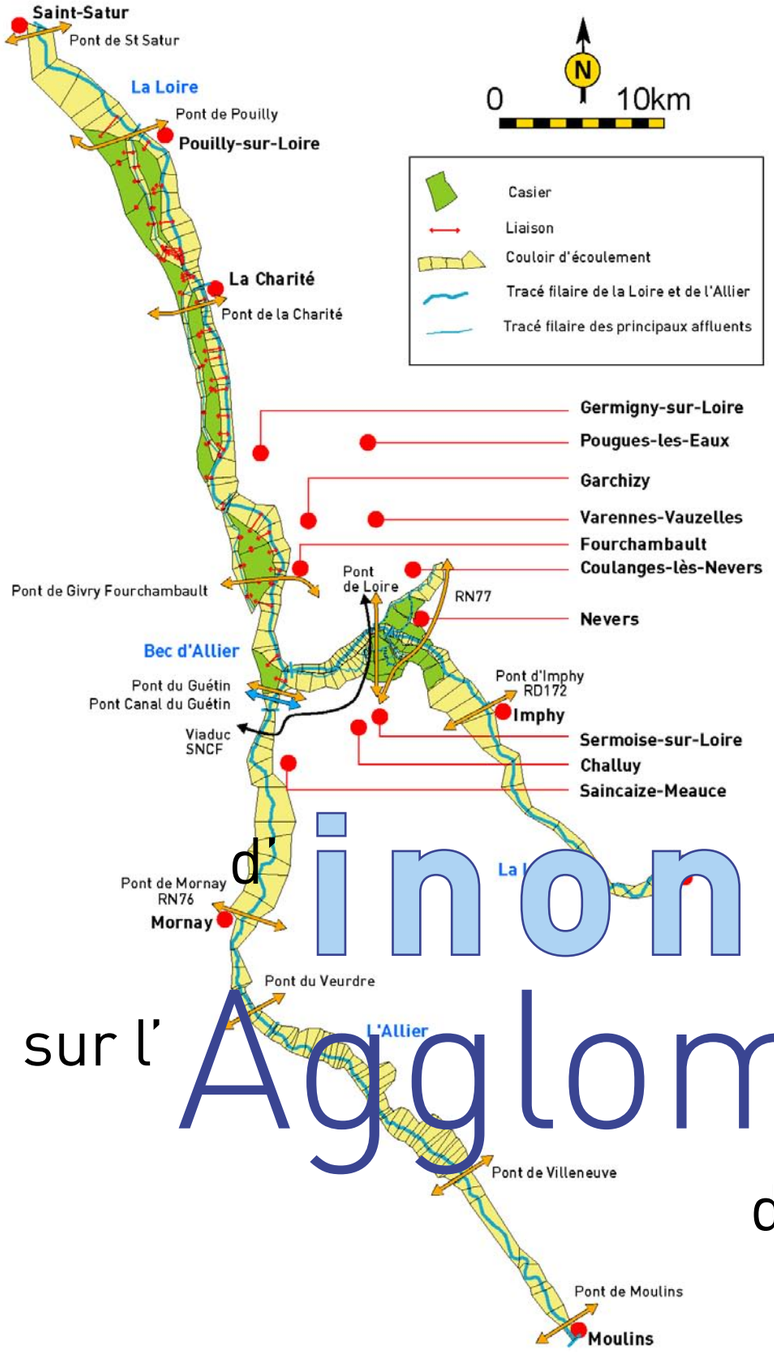
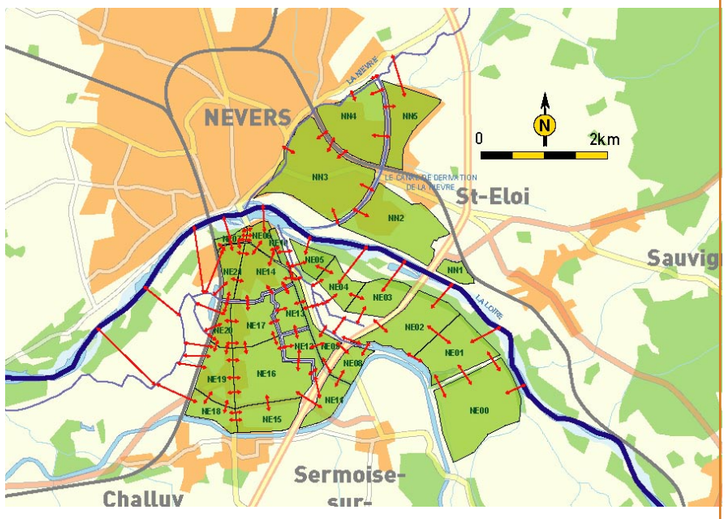
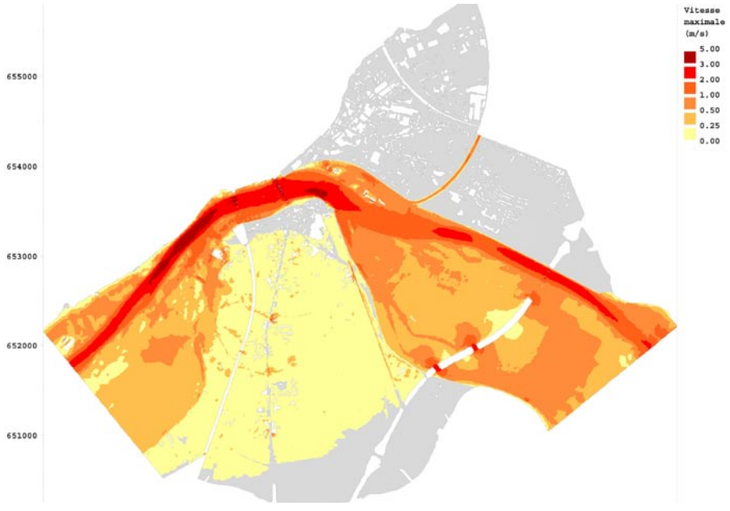
adn agglomération de nevers

Etude Globale du
Risque Inondation sur
l'Agglomération de Nevers

www.etude-egrian.com







Le risque d'inondation sur l'Agglomération de Nevers

Les enseignements des modèles

Sommaire

4 Les deux modèles EGRIAN sont complémentaires
5 Objectifs des modèles hydrauliques
6 Les deux modélisations sont complémentaires
7 Les enseignements du modèle global
8 Simulation de 6 crues
9 Niveaux à l'échelle de Nevers
10 Niveaux à l'échelle de Givry
11 La revanche par rapport aux levées
12 Déroulé d'une crue équivalente à la cinq-centennale
13 1,5 m à la Jonction sans brèche accidentelle
14 2,0 m à la Jonction sans brèche accidentelle
15 3,0 m à la Jonction sans brèche accidentelle
16 4,0 m à la Jonction sans brèche accidentelle
17 4,2 m à la Jonction sans brèche accidentelle
18 4,6 m à la Jonction sans brèche accidentelle
19 5,2 m à la Jonction sans brèche accidentelle
20 5,5 m à la Jonction sans brèche accidentelle
21 5,8 m à la Jonction sans brèche accidentelle
22 6,3 m à la Jonction sans brèche accidentelle
23 La simulation des brèches par surverse
24 Les hauteurs d'eau des crues simulées
25 Hauteur d'eau - crue cinquantennale T=50 ans
26 Hauteur d'eau - crue septentennale T=70 ans
27 Hauteur d'eau - crue centennale T=100 ans
28 Hauteur d'eau - crue cent-septentennale T=170 ans
29 Hauteur d'eau - crue deux-centennale T=200 ans
30 Hauteur d'eau - crue cinq-centennale T=500 ans

Crédits Photos
Hubert Couprie
Hubert Fallet
Pascal François
Jean-Pierre Ferrand
Hubert Fallet
Mr Bellerose
APEI
Photographies et archives Minea
Sources des documents : Hydratec et Sogreah

Sommaire

31 Vitesses d’écoulement des crues simulées

32 Vitesses maximales d’écoulement

33 Vitesses d’écoulement en Loire

34 Durées d’inondation pour les crues simulées

35 Durée d’inondation - crue cinquantennale T=50 ans

36 Durée d’inondation - crue septentennale T=70 ans

37 Durée d’inondation - crue centennale T=100 ans

38 Durée d’inondation - crue cent-septentennale T=170 ans

39 Durée d’inondation - crue deux-centennale T=200 ans

40 Durée d’inondation - crue cinq-centennale T=500 ans

41 Enseignements du modèle 1D val par val

42 Inondation par remous dans le val de Nevers

43 Forme de la crue dans le val de Nevers

44 Inondation dans le val du Bec d’Allier

45 Val du Bec d’Allier dit du Guétin

46 L’inondation du val de Cours-les-Barres

47 Les profils en long du val de Cours-les-Barres

48 Inondation Fourchambault, Garchizy et Marseilles

49 Comparaison des résultats avec les crues historiques

50 Comparaison avec les crues historiques

51 Comparaison des crues historiques après le B.A.

52 Des enseignements à détailler sur le val de Nevers

53 Le risque de remontée de nappes sur l’adn

Crédits Photos

Hubert Couprie

Hubert Fallet

Pascal François

Jean-Pierre Ferrand

Hubert Fallet

Mr Bellerose

APEI

Photographies et archives Minea

Sources des documents : Hydratec et Sogreah

Le risque d'inondation sur l'Agglomération de Nevers

Les deux modèles EGRIAN sont complémentaires

Objectifs des modèles hydrauliques

Une modélisation hydraulique est une maquette numérique qui représente virtuellement les vallées avec les différents lits des rivières (mineur, endigué et majeur).

Modéliser permet de comprendre et d'évaluer

Modéliser permet de comprendre le déroulé des crues et d'évaluer les impacts comparés d'un ou des aménagements envisagés.

Pour EGRIAN, deux objectifs conduisent à construire des modèles hydrauliques :

- Être capable d'élaborer un diagnostic de l'inondation des différentes crues en fonction de leur probabilité de survenance.
- Tester et comparer des aménagements possibles (scénarios) capables de réduire les niveaux et les vitesses des eaux lors des crues (aléas).

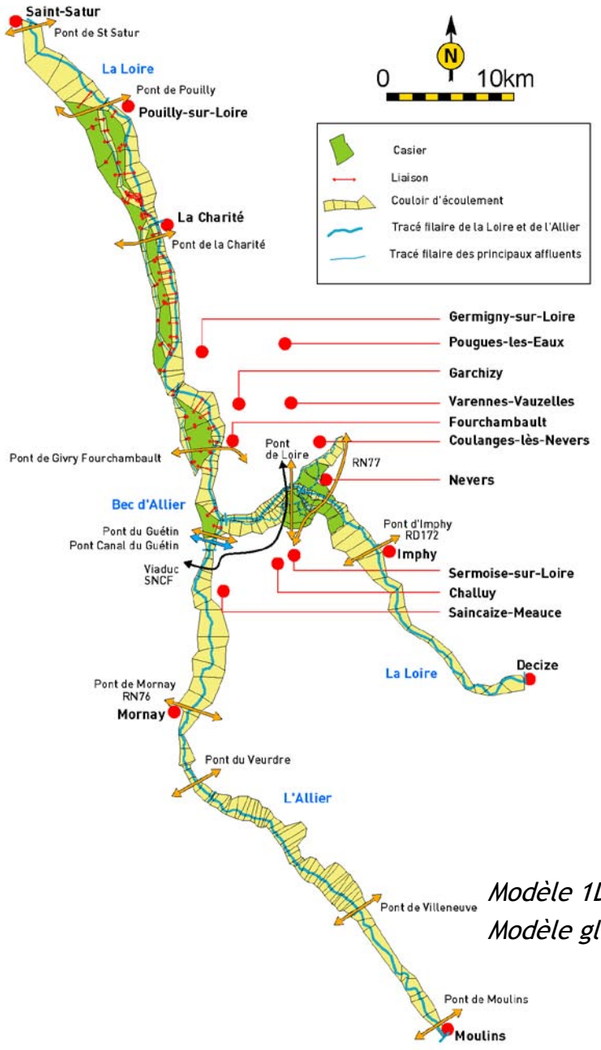
Egrian a retenu deux modèles

Egrian a retenu la réalisation de deux modèles complémentaires de façon à tester, sur un secteur élargi, les impacts des aménagements et, sur le territoire de l'adn, les impacts détaillés.

Le modèle 1D

De part sa construction en « linéaire d'écoulement » et en « bassins de stockage », le modèle dit « 1D » permet une modélisation étendue et donne une compréhension globale du territoire d'étude élargie.

Pour Egrian, c'est le modèle dit global qui est très étendu.

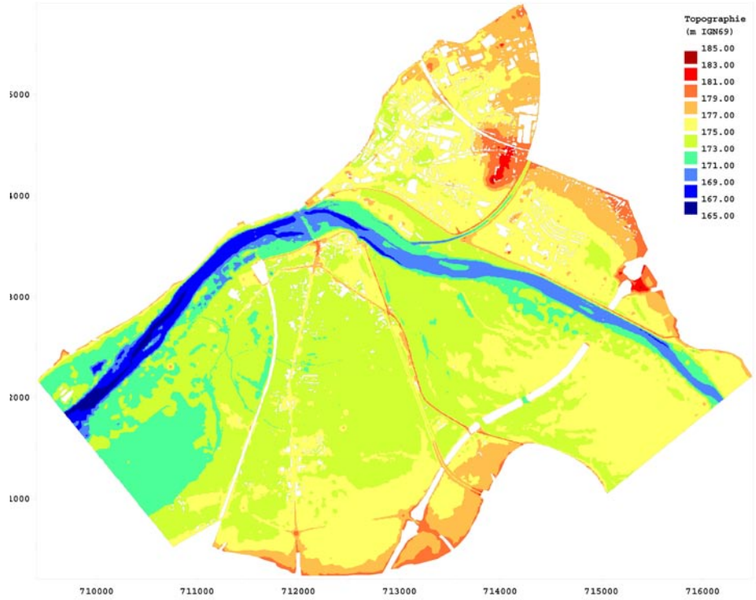


Modèle 1D
Modèle global

Le modèle 2D

Le modèle dit « 2D » prend en compte tous les détails du relief. Il est basé sur un relevé numérique de la topographie. Relativement lourd en calcul, il est plutot réservé aux zones denses où le terrain varie d'un point à l'autre

Pour Egrian, c'est le modèle détaillé qui concerne le val de Nevers.



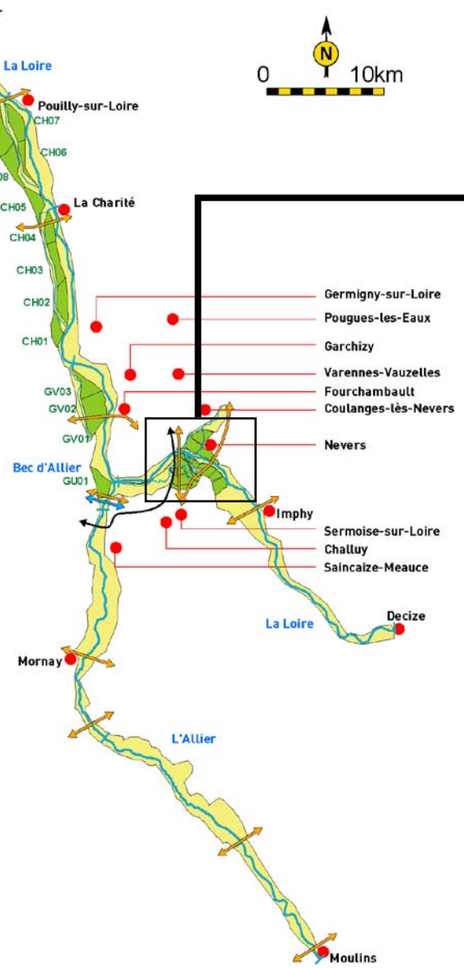
Modèle 2D
Modèle détaillé

Les deux modélisations sont complémentaires

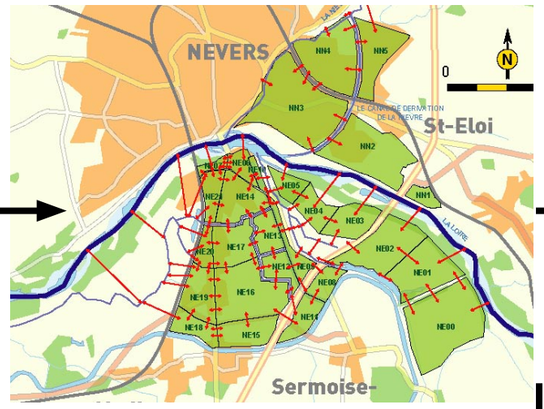
Un premier modèle 1D, souple et étendu

Le modèle 1D émet des hypothèses de construction qui donnent lieu à une maquette numérique représentant la réalité très fidèlement. Il a l'avantage d'être léger en calcul et permet donc une grande étendue et de multiples simulations de scénarios d'aménagement.

C'est également lui qui fournit les résultats hydrauliques aux limites du modèle 2D. C'est indispensable pour sa construction.



Modèle 1D dans sa globalité

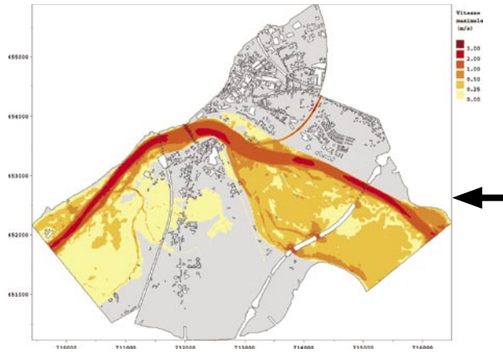


Zoom du modèle 1D

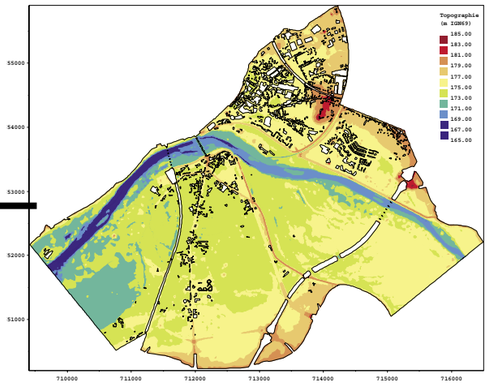
Un modèle fin pour des secteurs spécifiques

Le modèle 2D permet d'affiner les résultats sur des zones plus précises.

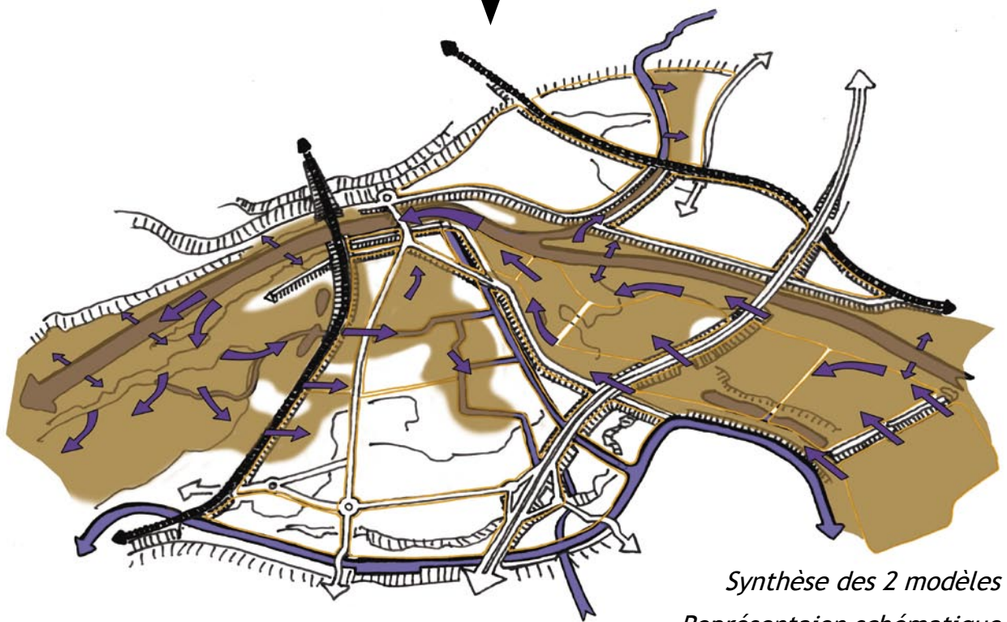
Il permet de savoir ce qu'il se passe en tout point donné telle que la hauteur d'eau pour déterminer quelles habitations seront touchées, au sous-sol, au rez-de-chaussé, aux étages. Il peut également calculer la vitesse de l'eau et donc permettre d'évaluer la résistance des bâtiments à un type de crue donnée.



Calcul des vitesses



Topographie du secteur



Synthèse des 2 modèles

Représentaion schématique

Les enseignements du modèle global

Résultats des simulations avec 6 crues

Le présent document décrit les mécanismes d'inondation mis en évidence par le modèle global et présente les résultats de la simulation de 6 crues de référence.

Toutes ces crues sont écrêtées de 1 000 m^3 /s par le barrage de Villerest en amont sur la Loire.

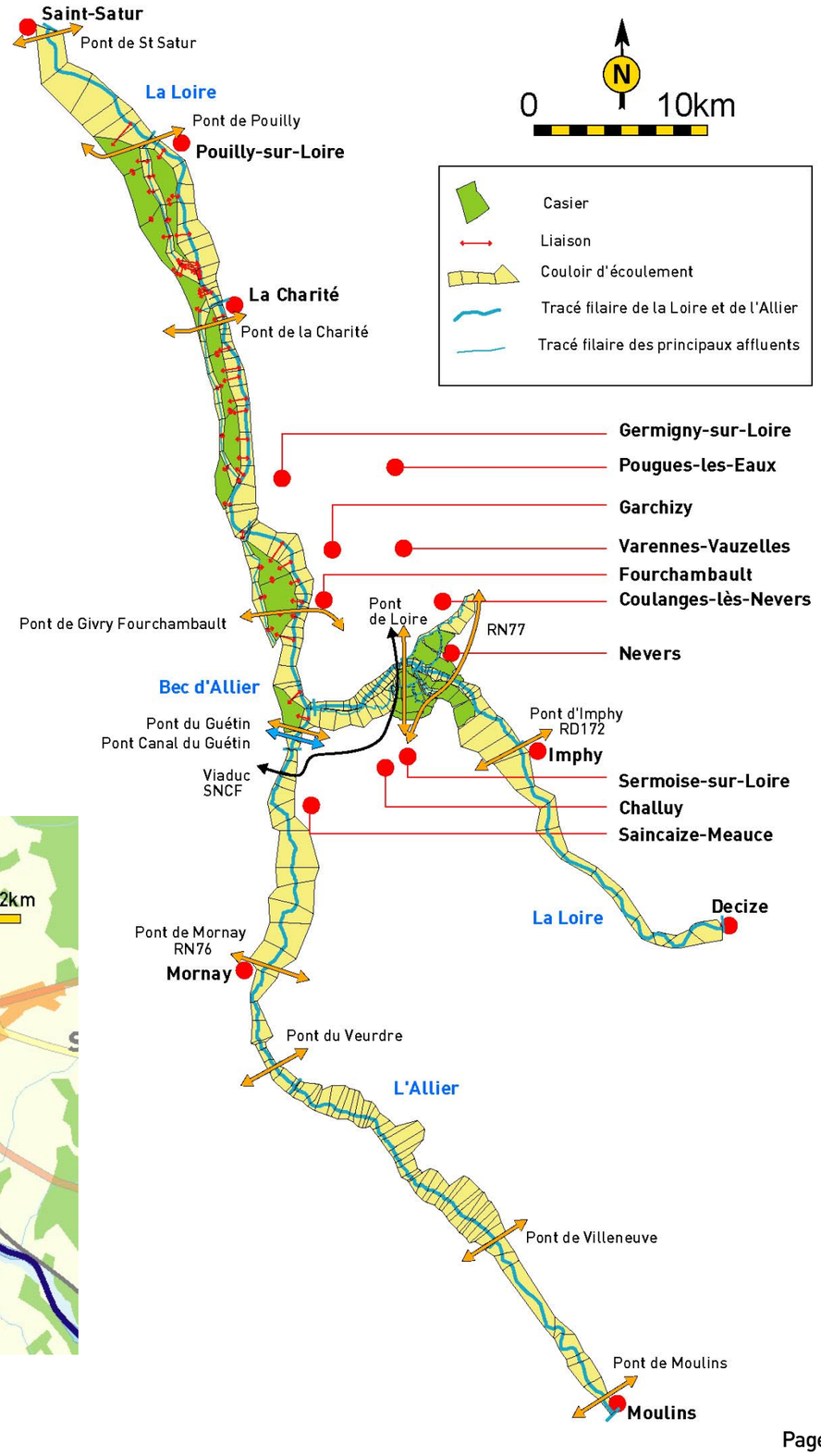
Modéliser pour détecter d'éventuelles surverses

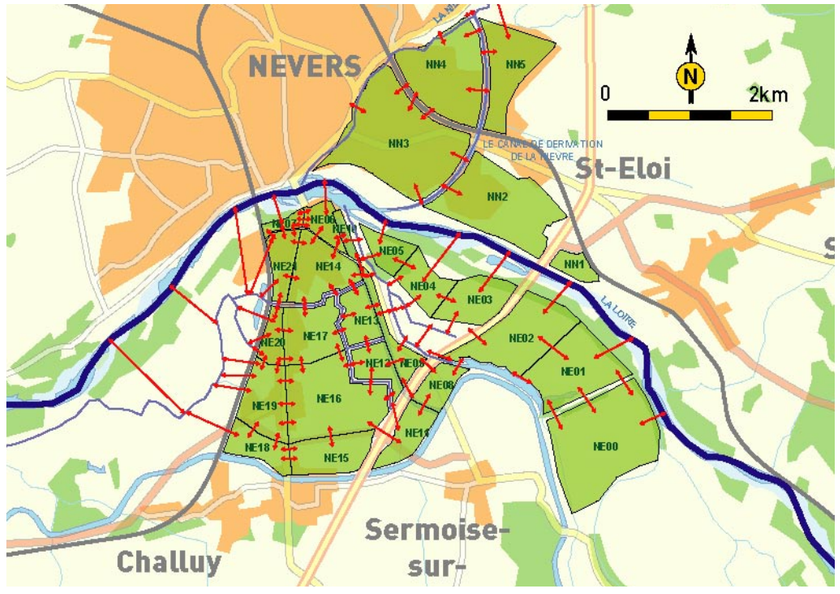
Les simulations sont conduites avec des brèches uniquement possibles en cas de surverses par dessus les levées.

Modéliser en imposant l'apparition de brèches

Les simulations sont conduites avec des brèches provoquées en des points de levées jugés structurellement vulnérables.

Ces scénarios de brèches accidentelles ont été validés par le comité technique.





Simulation de 6 crues

6 crues de T=50 à 500 ans

Les simulations des crues de référence, de période de retour allant de 50 ans, 70 ans, 100 ans, 170 ans, 200 ans et à 500 ans sont menées pour le scénario dans la situation actuelle. Elles sont les mêmes que celles retenues par l'Etude Loire moyenne de l'équipe pluridisciplinaire.

Hauteurs d'eau et vitesses

En tout nœud de calcul du modèle, ces crues donnent les niveaux d'eau ainsi que les vitesses d'écoulement dans les éléments filaires du modèle global.

Crue décembre 2003 pont de Loire, arche de halage bouchée

Niveaux maximaux pour différentes crues, en différents points sur la Loire (m NGF)

Repères	PK	50 ans	70 ans	100 ans	170 ans	200 ans	500 ans
Imphy «Station»	990,245	179,29	179,51	179,90	180,02	180,21	180,52
Nevers «Pont déviation»	996,83	176,52	176,85	177,43	177,63	177,93	178,42
Nevers «Pont RN7»	1000,04	175,10	175,45	176,00	176,20	176,48	176,94
Marzy «Villa Bruno»	1006,73	172,71	173,09	173,52	173,76	173,97	174,48
Fourchambault	1014,50	169,02	169,37	169,72	169,93	170,11	170,57
Garchizy	1015,53	168,36	168,73	169,11	169,34	169,54	170,04
Soulangy «bourg»	1018,89	167,05	167,46	167,90	168,15	168,37	168,92
Marseille-lès-Aubigny	1021,42	165,90	166,29	166,71	166,96	167,17	167,70
Beffes	1025,23	163,81	164,20	164,59	164,82	165,02	165,51
La Charité «pont»	1035,10	159,46	159,91	160,39	160,66	160,91	161,49

Niveaux maximaux pour différentes crues, en différents points sur l'Allier (m NGF)

Repères	PK	50 ans	70 ans	100 ans	170 ans	200 ans	500 ans
Moulins «Pont Regemorte»	947,50	208,81	209,45	209,90	210,31	210,54	211,33
Mars/Allier «Oliveau»	991,96	181,48	181,71	181,87	182,02	182,12	182,49
Apremont «Bourg»	1000,52	176,94	177,27	177,50	177,71	177,85	178,38
Apremont «Pont SNCF»	1004,13	174,43	174,85	175,18	175,45	175,64	176,29
Cuffy «Pont du Guétin»	1006,16	173,03	173,40	173,75	173,97	174,15	174,66
Cuffy «Bec d'Allier»	1006,98	172,67	173,06	173,46	173,69	173,89	174,40

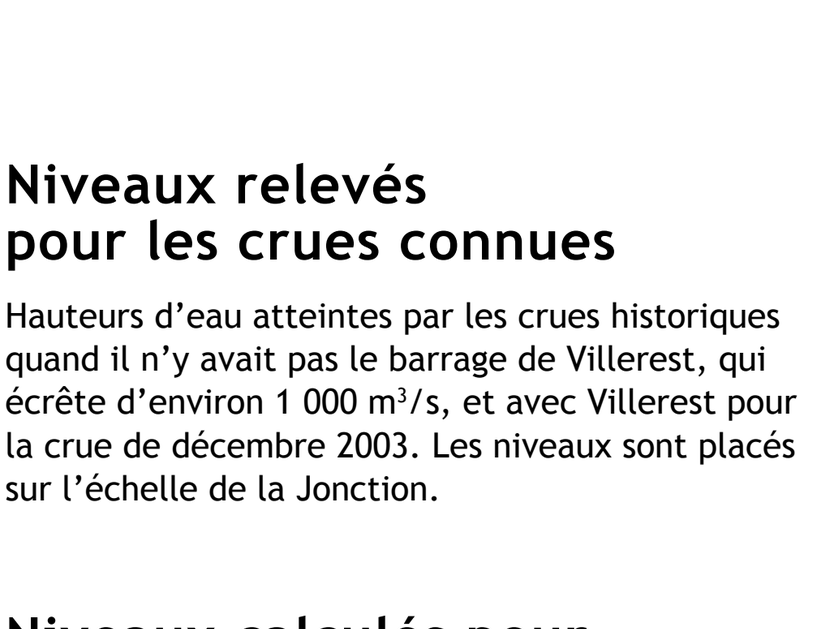
Niveaux à l'échelle de Nevers

Niveaux relevés pour les crues connues

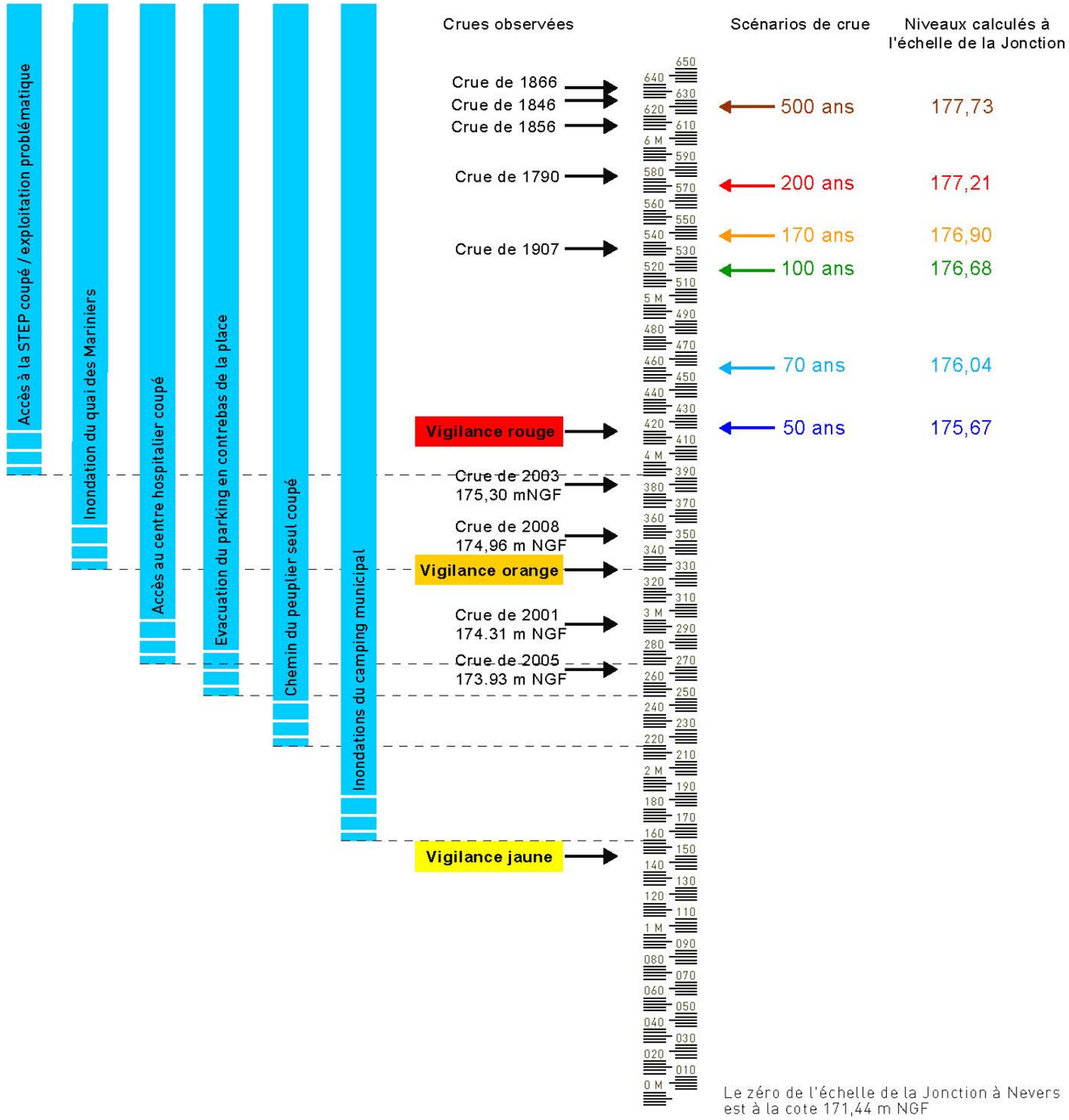
Hauteurs d'eau atteintes par les crues historiques quand il n'y avait pas le barrage de Villerest, qui écrête d'environ 1 000 m^3/s, et avec Villerest pour la crue de décembre 2003. Les niveaux sont placés sur l'échelle de la Jonction.

Niveaux calculés pour les crues de référence

Les niveaux sont calculés par le modèle global, avec Villerest replacé sur l'échelle de la jonction pour les 6 crues de référence.



Atteintes prévisibles à l'échelle de Nevers



Le zéro de l'échelle de la Jonction à Nevers est à la cote 171,44 m NGF

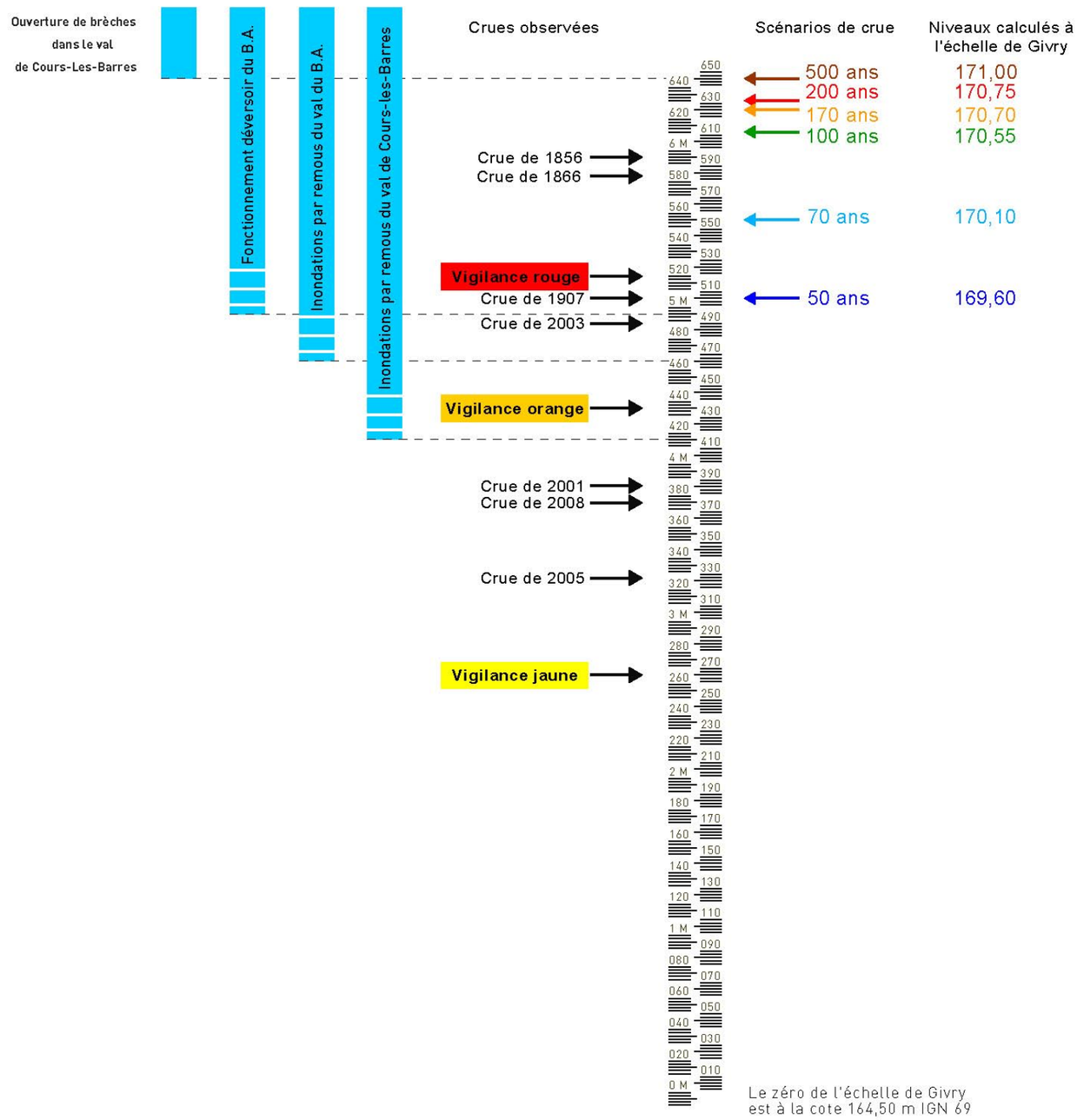
Niveaux à l’échelle de Givry

Comparer les crues historiques et les crues calculées

Le but de ce schéma est de faire le lien entre les hauteurs à l’échelle estimées par le modèle (ces informations sont situées à droite de l’échelle) et les atteintes et perturbations prévisibles identifiées localement dans le secteur du val du Bec d’Allier et de Cours-les-Barres (ces informations sont situées à gauche de l’échelle).

Les crues calculées avec le modèle sont toutes écrêtées par le barrage de Villerest 1 000m^3.

L’échelle de Givry est une échelle officielle d’annonce des crues.



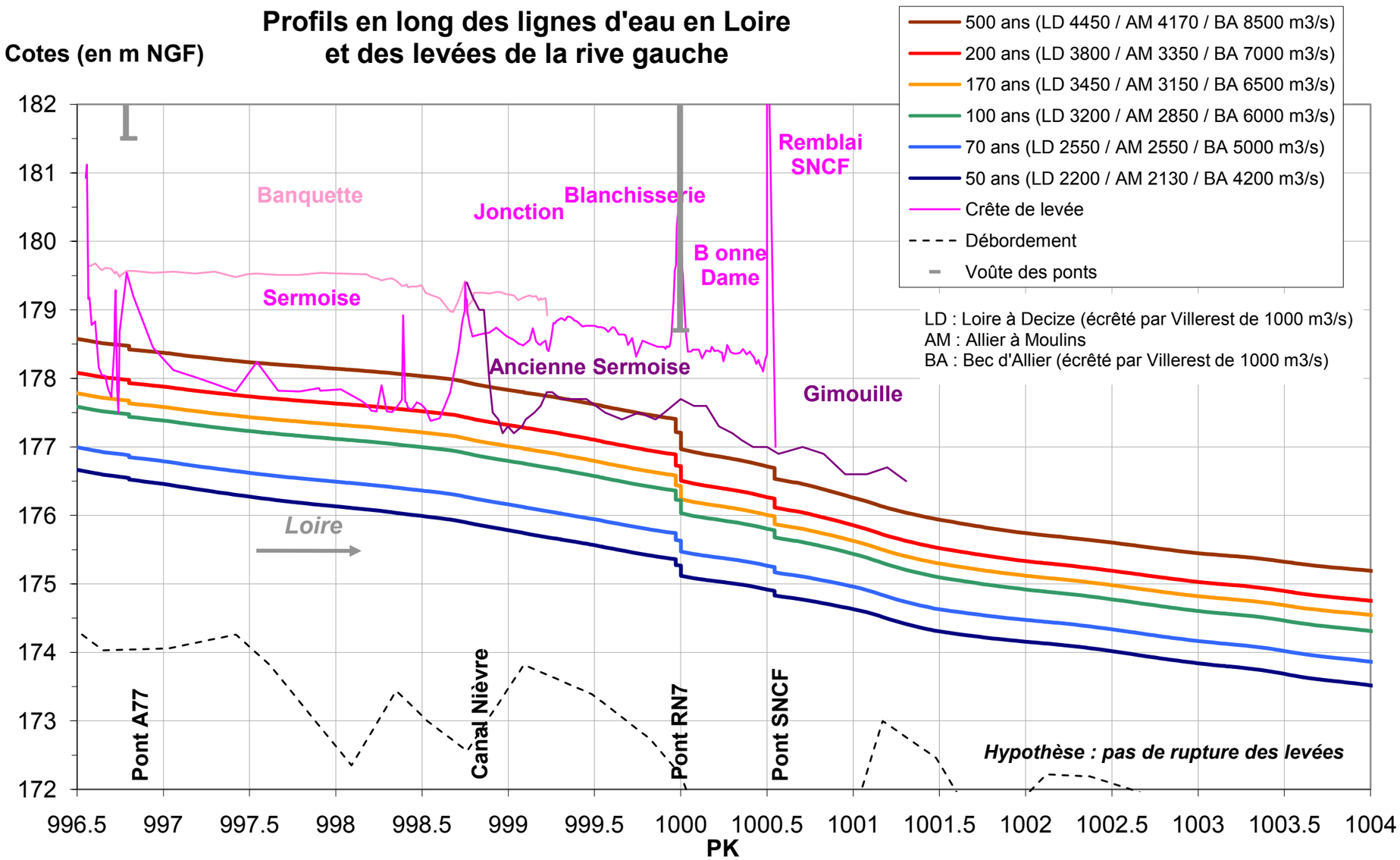
La revanche par rapport aux levées

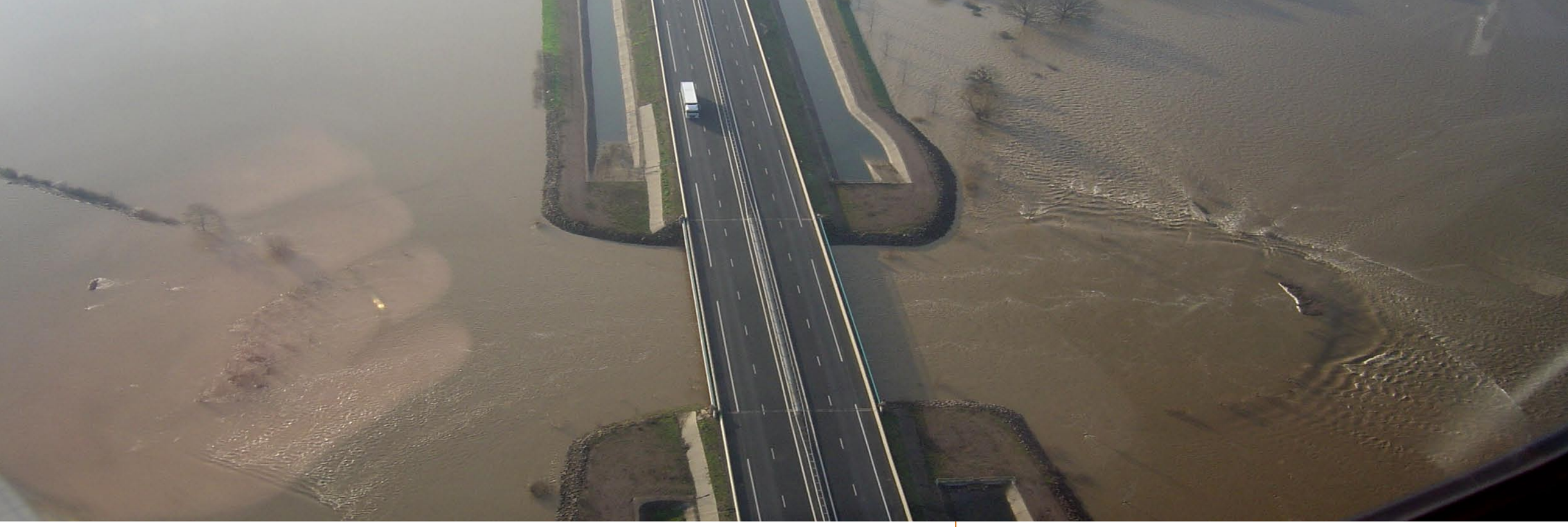
Il n'y a pas de surverse au-dessus des levées de l'agglomération

La revanche, c'est ce qui reste entre le niveau de la crue et le sommet d'un ouvrage

Les graphiques suivants superposent les lignes d'eaux maximales calculées en Loire pour les 6 crues de référence et les crêtes des différentes levées protégeant l'agglomération de Nevers.

Cela permet de mettre en évidence qu'aucune surverse ne se produit même pour la cinq-centennale. On note toutefois qu'en rive gauche, la crue de période de retour T=500 ans atteint la crête de la levée de Sermoise qui n'est plus défendue que par la fragile banquette.





Le risque d'inondation sur l'Agglomération de Nevers

Déroulé d'une crue équivalente à la cinq-centennale

1,5 m à la Jonction sans brèche accidentelle

Les premiers débordements apparaissent pour la cote de vigilance.

Ferme de Soulangy - 165 mNGF
Ouvrage de la Canche - 169 mNGF

Usine du Génie, Fourchambault - 169 mNGF
Cheminée de Fourchambault - 169 mNGF
Bourg de Givry - 168 mNGF

Champs de sable, Chevenon - 177 mNGF
Rives de Loire près Harlot - 176 mNGF

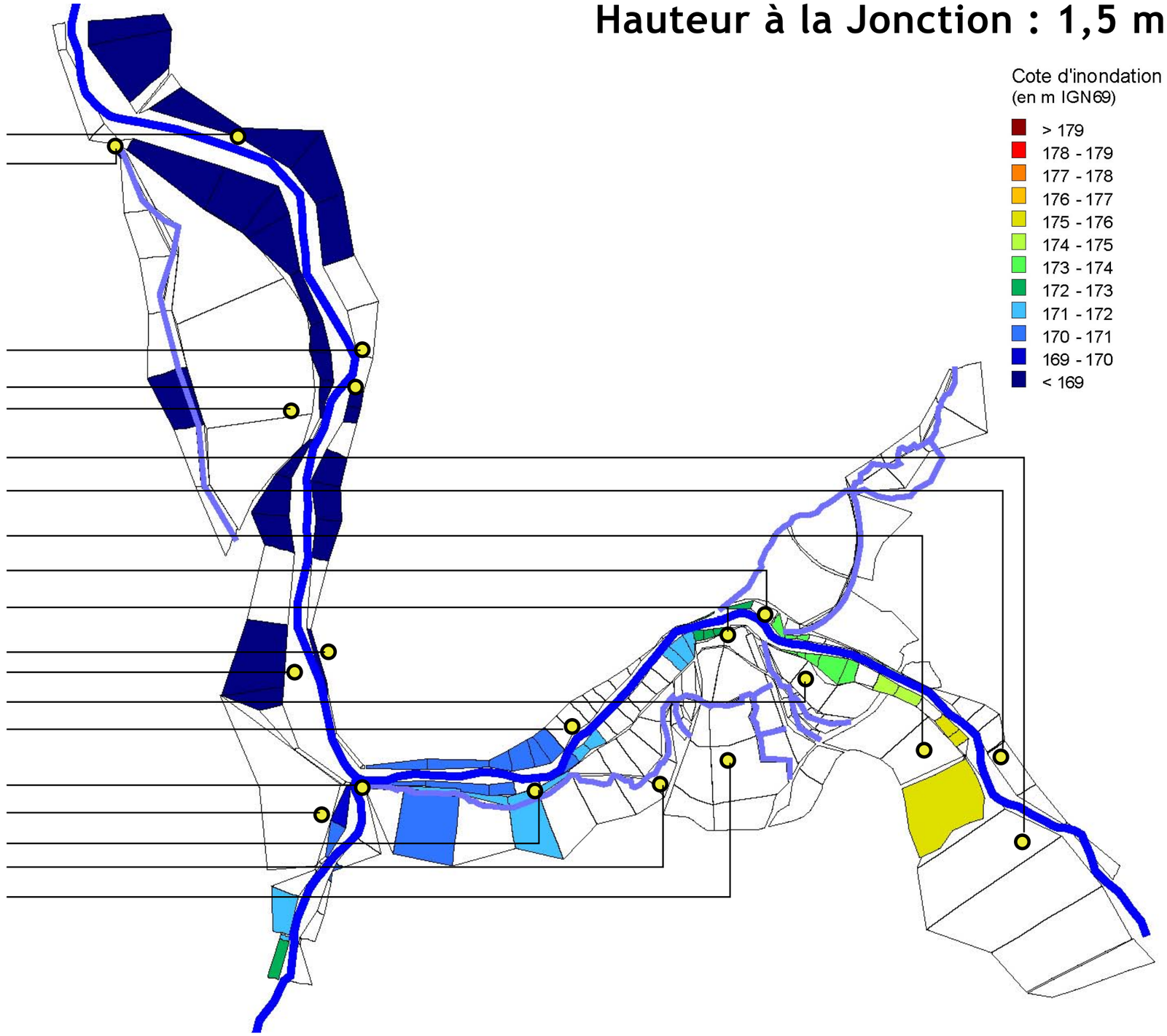
Prés de Savigny - 175 mNGF

DDE, Nevers - 175 mNGF
Tête du pont de pierre - 179 mNGF

Plan d'eau des Chamonds - 168 mNGF
Hameau de Bellevue - 168 mNGF
Usine de traitement des eaux - 175 mNGF
Giratoire RD504 - 172 mNGF

Rives du Bec d'Allier - 167 mNGF
Déversoir du Guétin - 171 mNGF
Champs de tir de Challuy - 170 mNGF
Route de Bourges sous viaduc SNCF - 176 mNGF
Plaine, champ de courses, Sermoise - 174 mNGF

Hauteur à la Jonction : 1,5 m



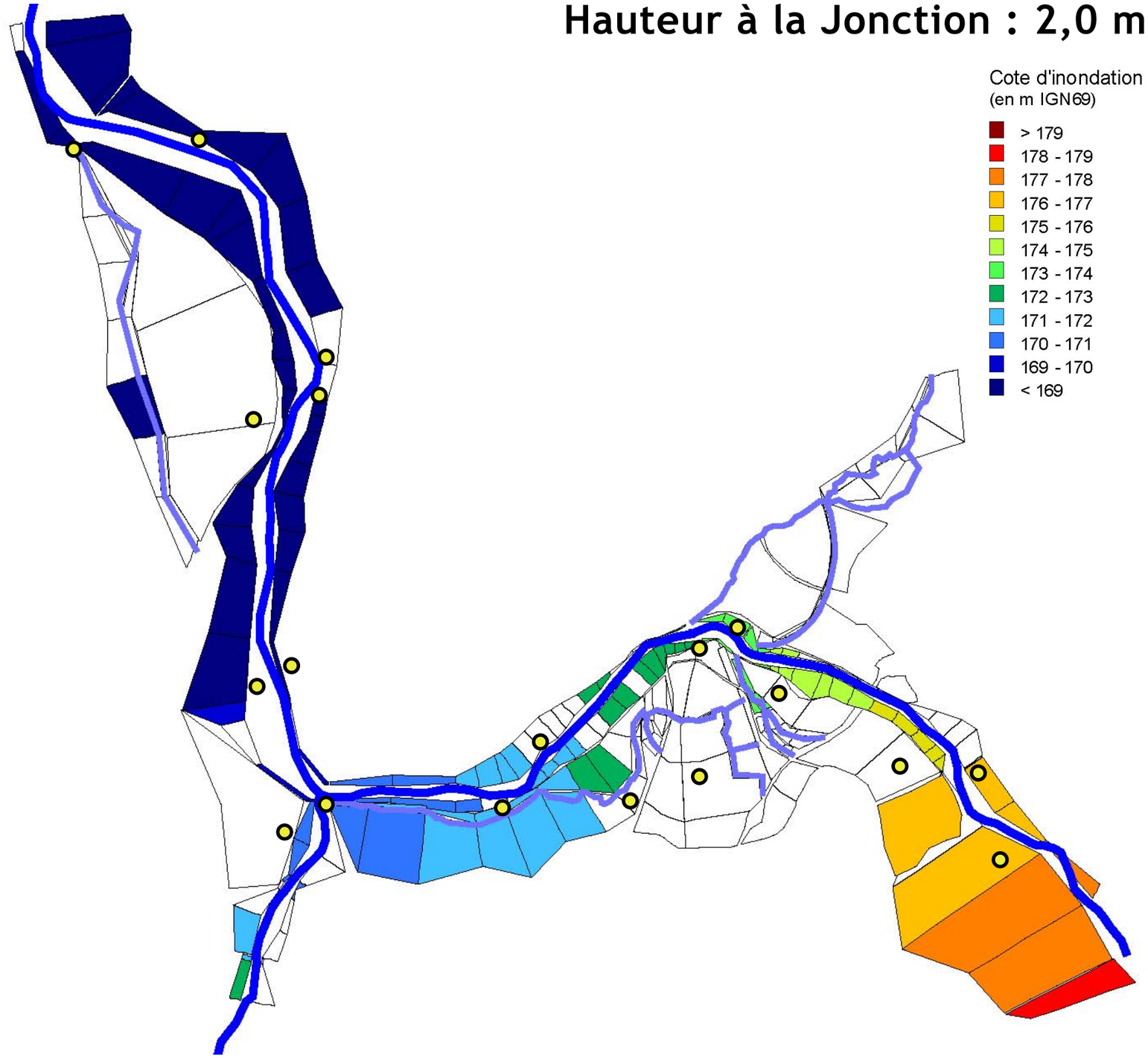
Les débits entrants pris en compte pour les simulations sont écrêtés par le barrage de Villerest de 1000 m^3/s

2,0 m à la Jonction sans brèche accidentelle

La cote d'alerte est atteinte

La plaine inondable rive gauche commence à être inondée en amont de la ligne américaine. De même, la Loire commence à remonter par remous dans le ruisseau de la Vieille Loire, en aval du remblai SNCF.

Hauteur à la Jonction : 2,0 m



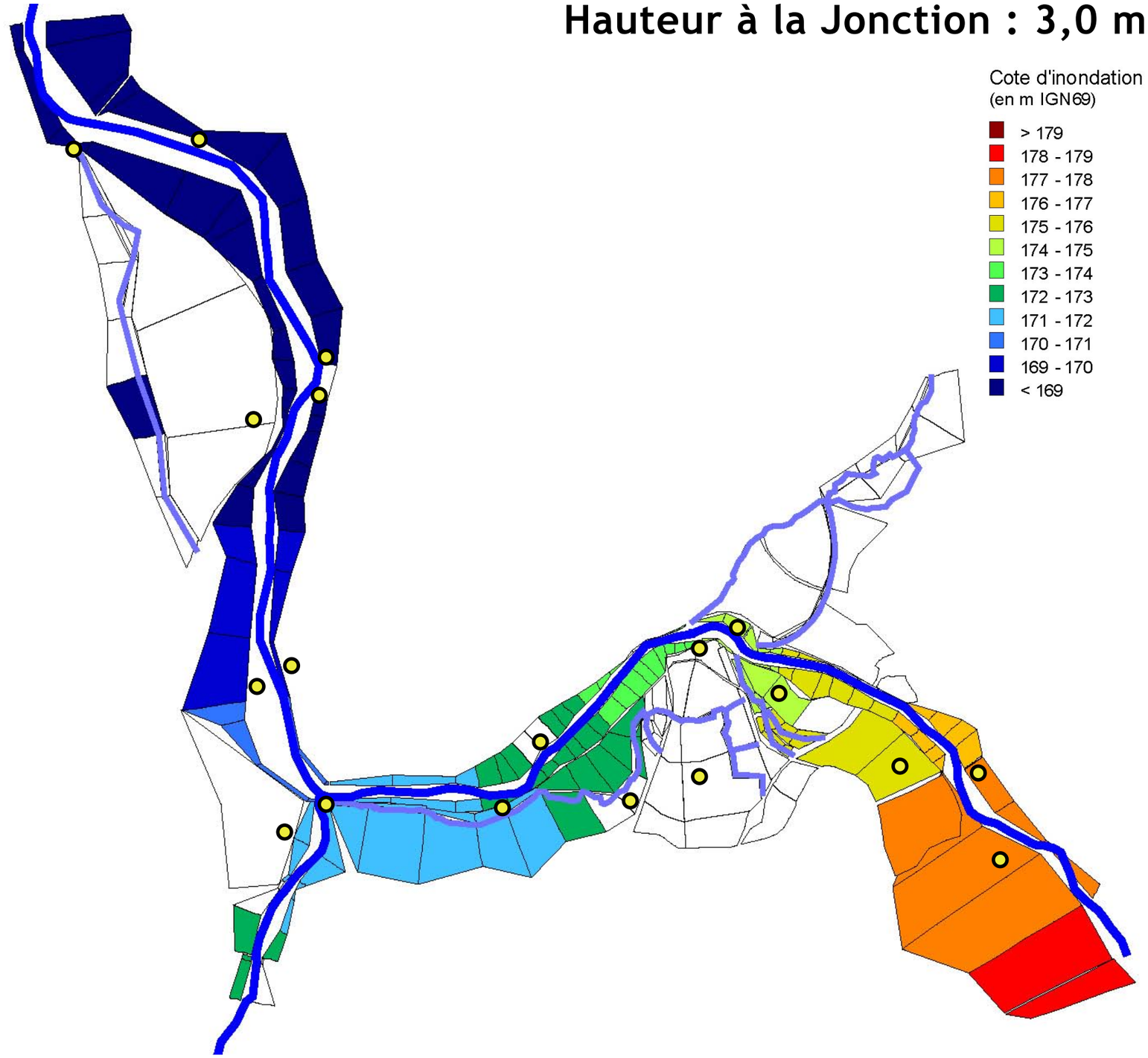
Les débits entrants pris en compte pour les simulations sont écrêtés par le barrage de Villerest de 1000 m^3/s

3,0 m à la Jonction sans brèche accidentelle

L’inondation se généralise en rive gauche

En amont de la Jonction, un écoulement se crée à travers les ouvrages de l’A77 et dans les ruisseaux du Crot de Savigny et de la Gonière. Le val de Nevers rive droite n’est pas inondé.

Hauteur à la Jonction : 3,0 m



Les débits entrants pris en compte pour les simulations sont écrêtés par le barrage de Villerest de 1000 m^3/s

4,0 m à la Jonction sans brèche accidentelle

L’inondation se propage depuis l’aval par remous dans le val de Nevers

L’échelle de la Jonction atteint 4 m, les flots remontent dans les ouvrages hydrauliques du remblai SNCF, via les différents orifices existants et en particulier via le ruisseau de Peuilly.

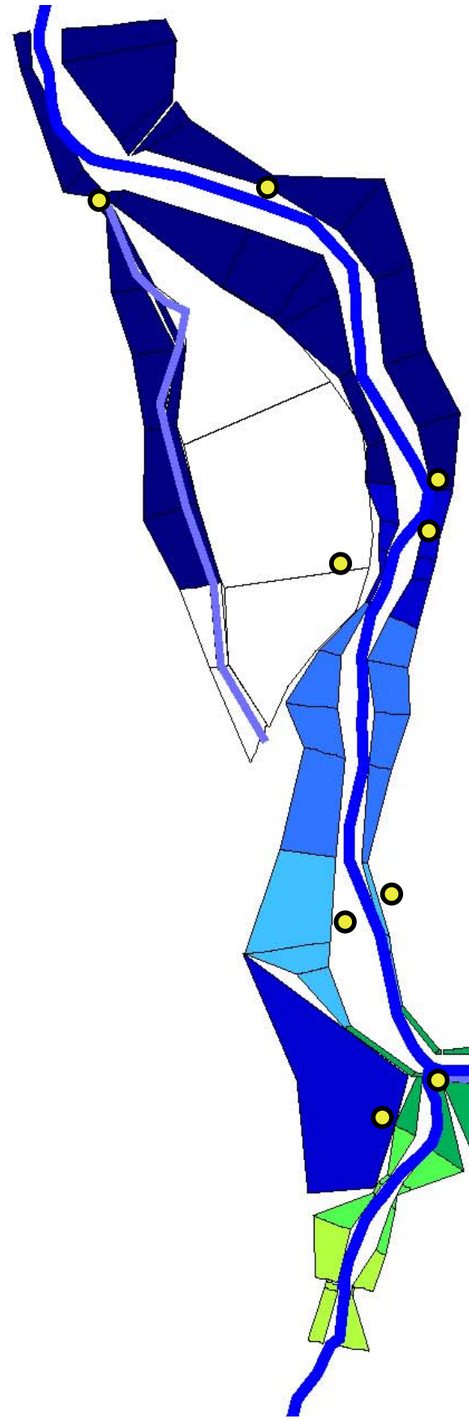
L’inondation par remous du val du Bec d’Allier se produit

Le val du Bec d’Allier est inondé avant même la crue cinquantennale.

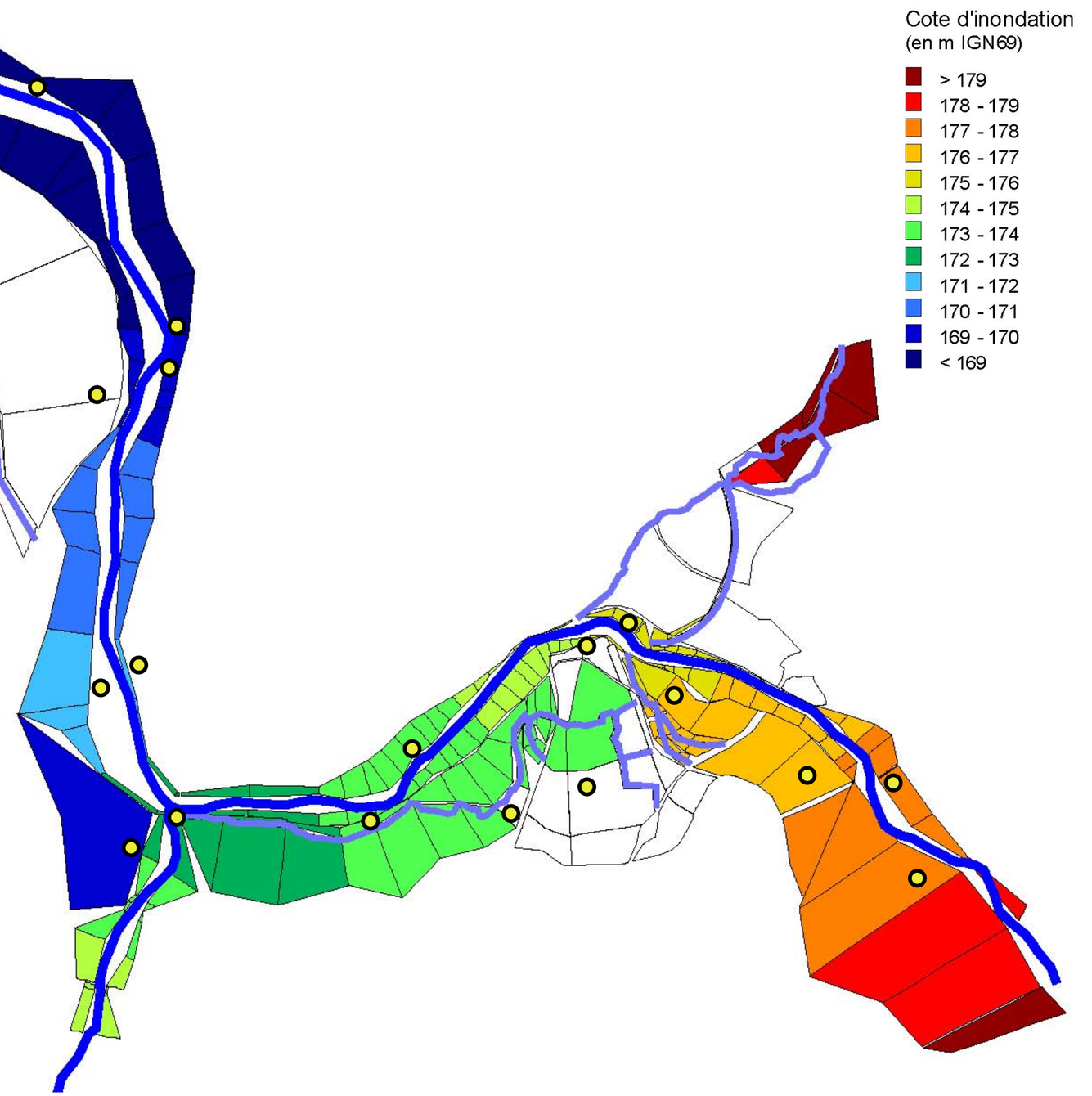
La Canche déborde dans le val de Cours-les-Barres

L’ouvrage anti-remous de la confluence ne protège le val que pour des crues décennales. La Loire remonte donc par remous dans son affluent pour ce niveau.

Les débits entrants pris en compte pour les simulations sont écrêtés par le barrage de Villerest de 1000 m^3/s



Hauteur à la Jonction : 4,0 m



4,2 m à la Jonction sans brèche accidentelle

En amont du pont de pierre

Pour cette crue proche de celle de 2003, les débordements directs, en amont du pont de pierre, vont jusqu'au canal latéral en rive gauche et inondent l'île Saint-Charles en rive droite. La Loire remonte dans le canal de dérivation de la Nièvre. La Nièvre inonde le secteur en amont du vannage de Coulanges.

En aval du pont de pierre

Le champ de tir est bien inondé et le remous franchit le remblai SNCF par différents ouvrages. L'eau remonte par le ruisseau de Peuilly de chaque côté de la RD907.

En rive droite, l'eau monte sur le coteau. Elle coupe la voie sur berge et touche la station d'épuration. Sur Fourchambault, la ligne de maisons entre le pont éponyme et les terrains des forges est inondée. Les parties basses des secteurs d'activités sont aussi touchées. Le Riot, qui ne peut s'écouler, inonde de chaque côté de la voie ferrée.

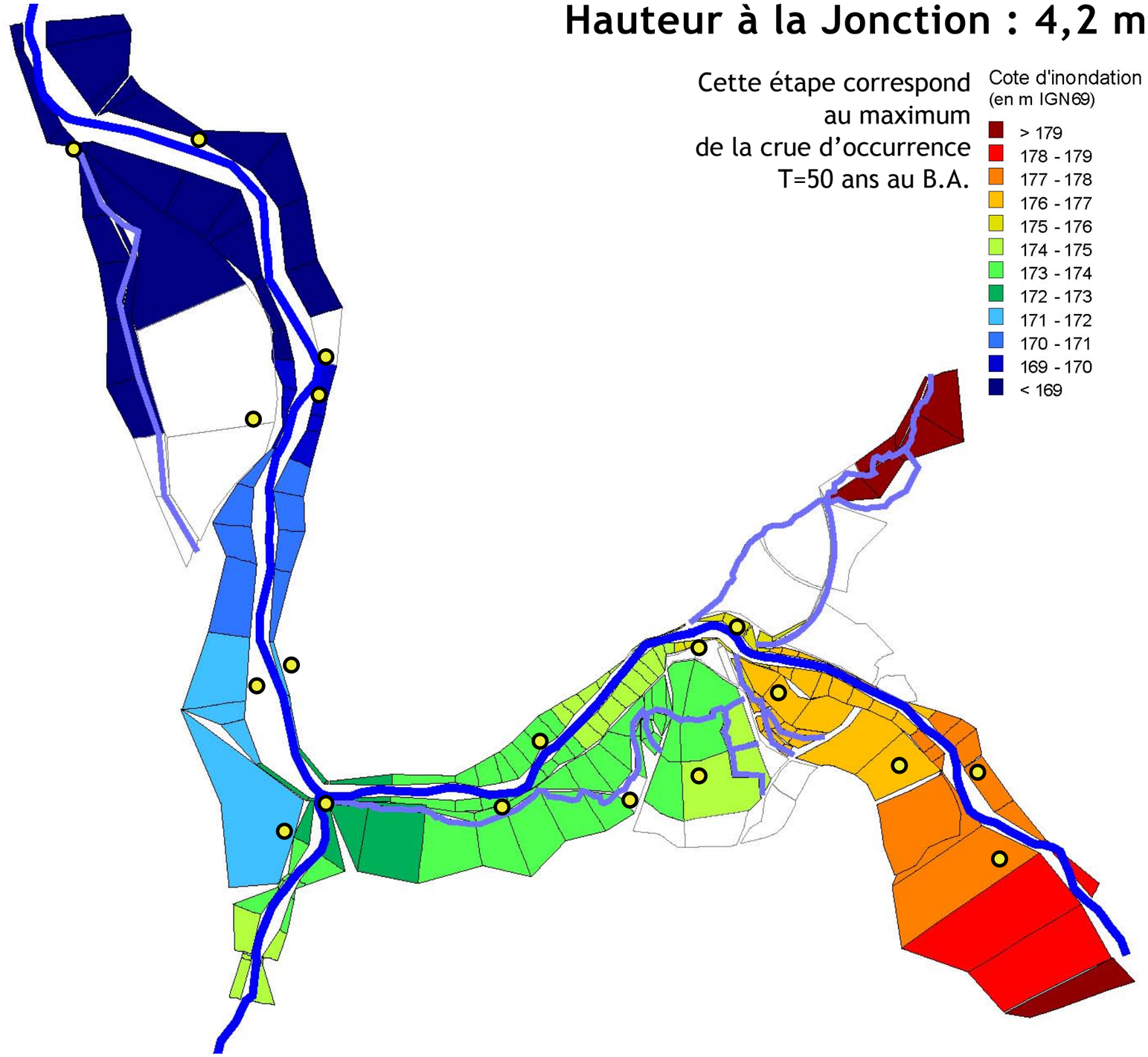
En rive gauche, le déversoir du Guétin se déclenche alors que le remous a déjà occupé plus de la moitié du val du Bec d'Allier.

La Saulaise sur Germigny est inondée. La moitié aval du val de Cours-les-Barres est inondée par remous.

Les débits entrants pris en compte pour les simulations sont écrêtés par le barrage de Villerest de 1000 m^3/s

Hauteur à la Jonction : 4,2 m

Cette étape correspond au maximum de la crue d'occurrence T=50 ans au B.A.



4,6 m à la Jonction sans brèche accidentelle

Le val de Nevers rive gauche est complètement inondé

L'inondation progresse en hauteur et en largeur, soit par débordement direct, soit par remous sur Challuy, Sermoise.

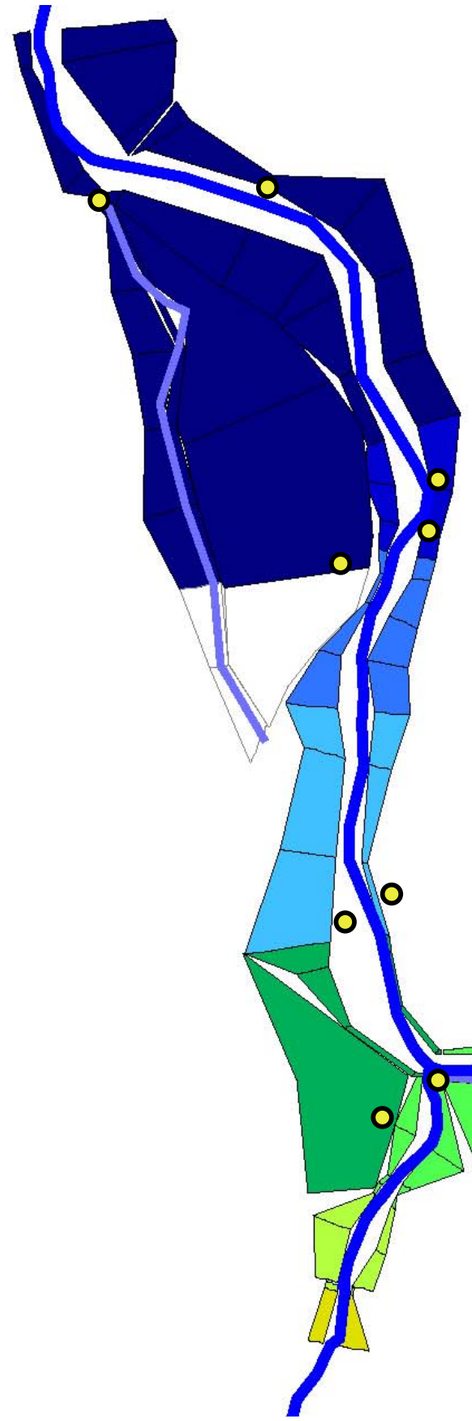
Le val du Bec d'Allier est complètement inondé.

Il est le siège de forts courants. Les routes non protégées par des levées et proches des berges sont toutes inondées.

La présence de l'eau des deux côtés évitera l'ouverture d'une brèche dans la levée. A la décrue, le déversoir cessera d'alimenter en eau le val et pourra donc se vidanger.

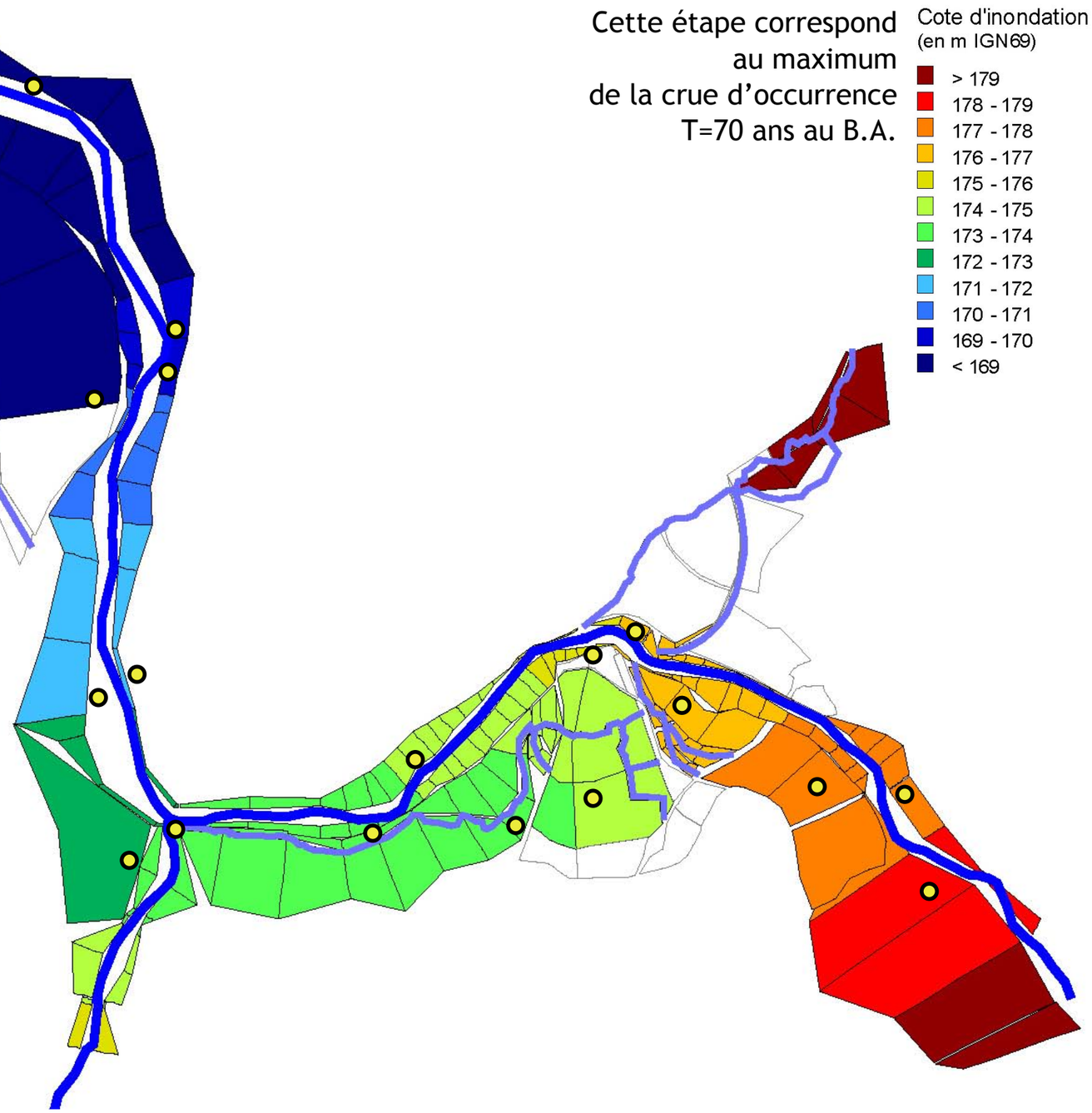
Le val de Cours-les-Barres est au 2/3 inondé par remous

Les débits entrants pris en compte pour les simulations sont écrêtés par le barrage de Villerest de 1000 m^3/s



Hauteur à la Jonction : 4,6 m

Cette étape correspond au maximum de la crue d'occurrence T=70 ans au B.A.

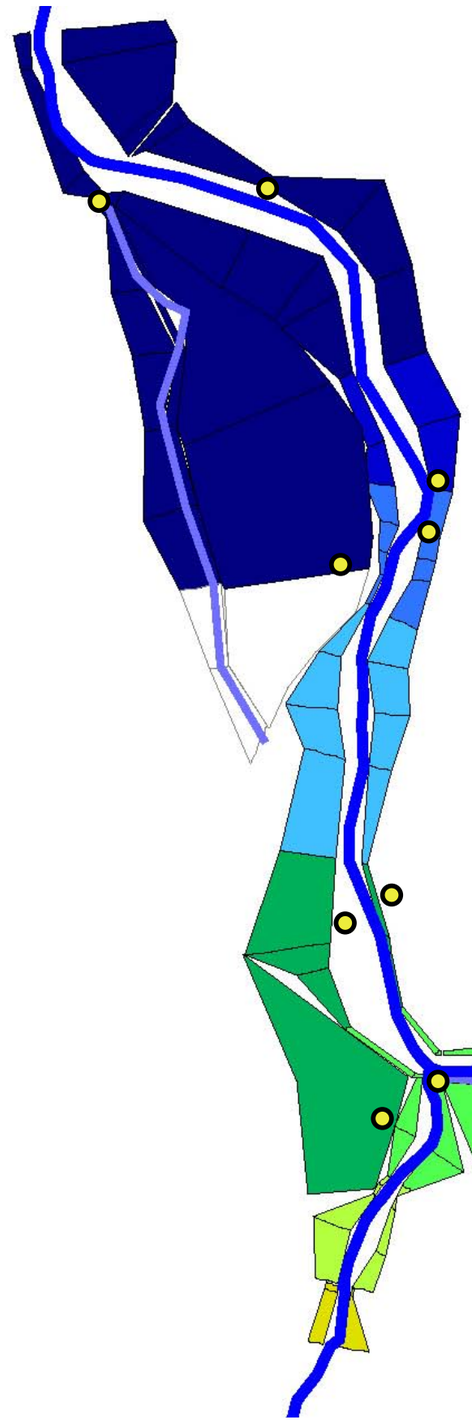


5,2 m à la Jonction sans brèche accidentelle

Dans le val de Nevers les hauteurs d'eau augmentent

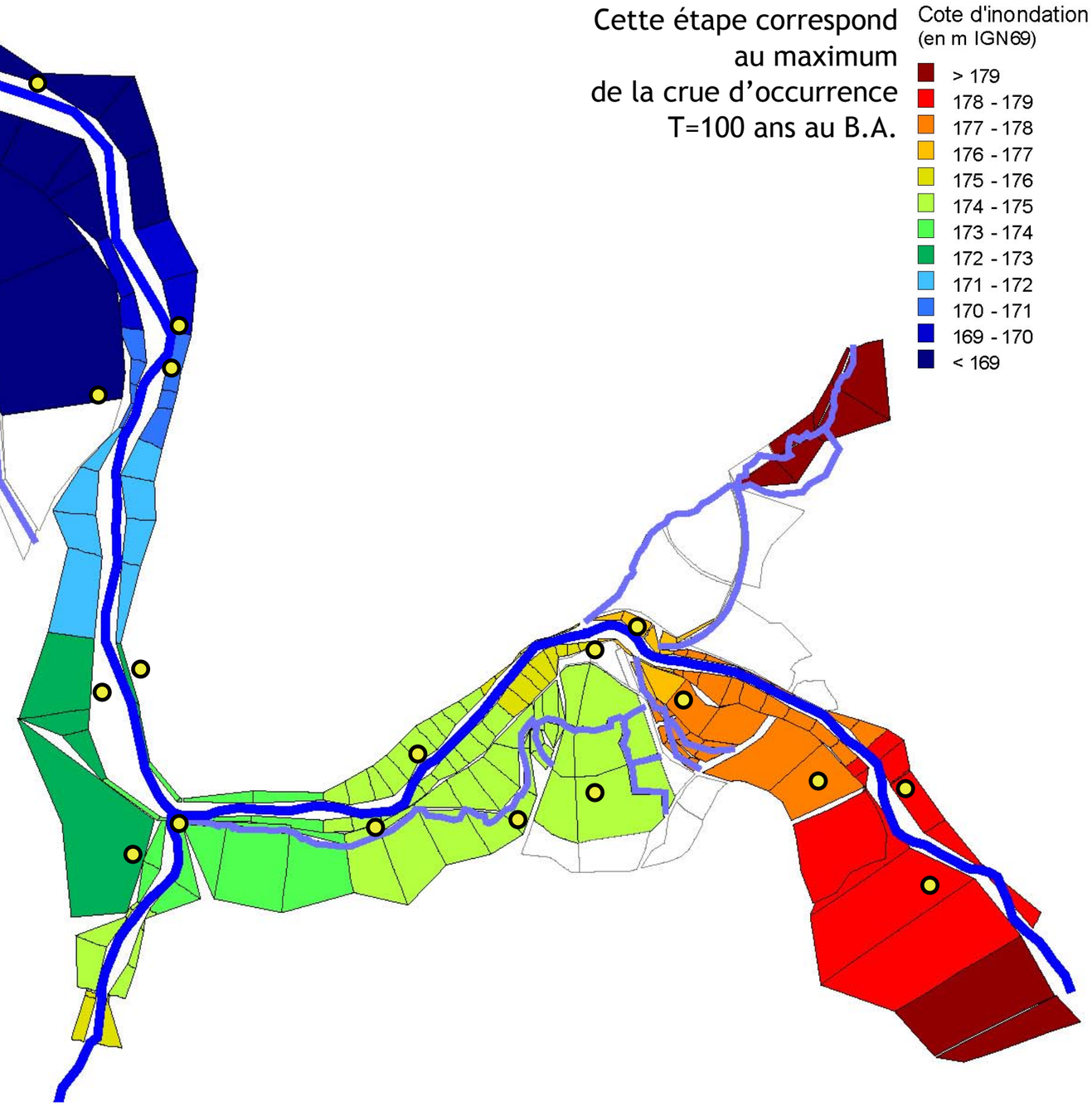
Le val de Saint-Antoine sur Challuy et Sermoise voit la hauteur d'eau du remous monter fortement. L'inondation progresse, là aussi, par remous au sud.

Le secteur de la tête du pont, protégée par les digues de Sermoise et du canal de l'embranchement, résiste à l'inondation mais elle commence a être menacée par le risque de brèche.



Hauteur à la Jonction : 5,2 m

Cette étape correspond au maximum de la crue d'occurrence T=100 ans au B.A.



Les débits entrants pris en compte pour les simulations sont écrêtés par le barrage de Villerest de 1000 m^3/s

5,5 m à la Jonction sans brèche accidentelle

L'eau progresse en rive droite sur les coteaux

Les berges et les voies sur berges sont inondés avec de fortes hauteurs d'eau sur Nevers en aval du pont de pierre, Fourchambault, Garchizy et Germigny.

En rive gauche l'eau monte encore

Challuy et Sermoise, toujours inondées par remous, voient encore les eaux monter.

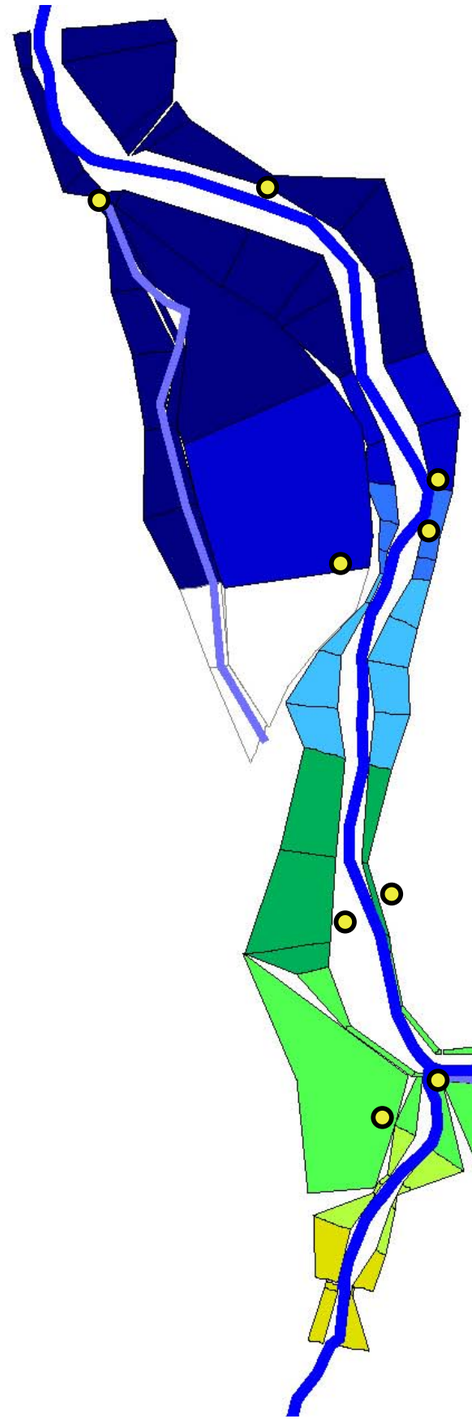
Le val du Bec d'Allier est inondé sur une forte hauteur d'eau avec des vitesses d'écoulement importantes.

Pour cette crue, des surverses se produisent au-dessus de la levée du val de Cours-les-Barres.

Trois brèches s'ouvrent dans le val de Cours-les-Barres

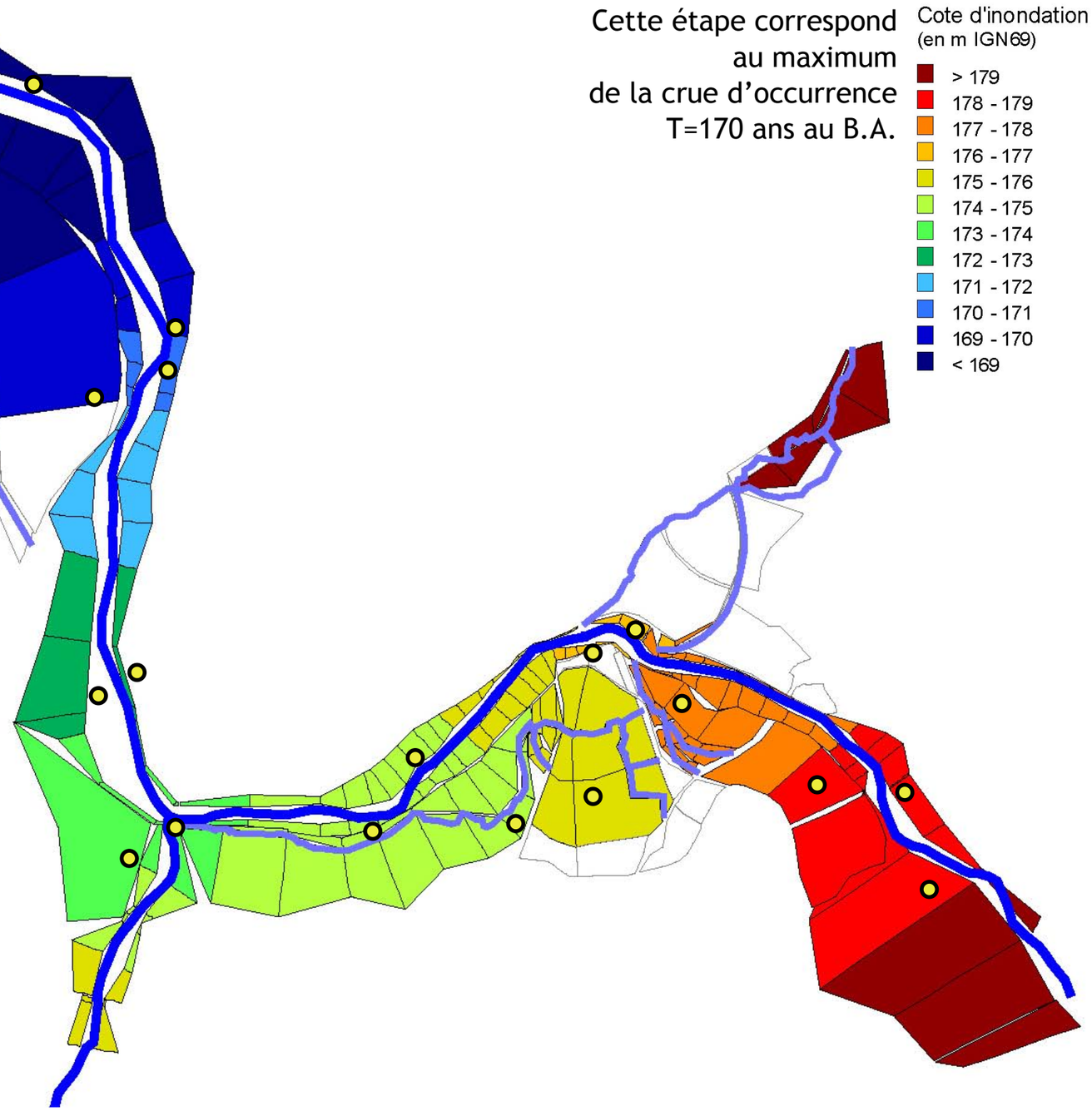
De chaque côté du pont de Fourchambault deux brèches dues à des surverses se créent et une brèche en retour s'ouvre pour évacuer les eaux qui ont envahi le val. Elle survient à proximité de la confluence de la Canche avec la Loire

Les débits entrants pris en compte pour les simulations sont écrêtés par le barrage de Villerest de 1000 m^3/s



Hauteur à la Jonction : 5,5 m

Cette étape correspond au maximum de la crue d'occurrence T=170 ans au B.A.



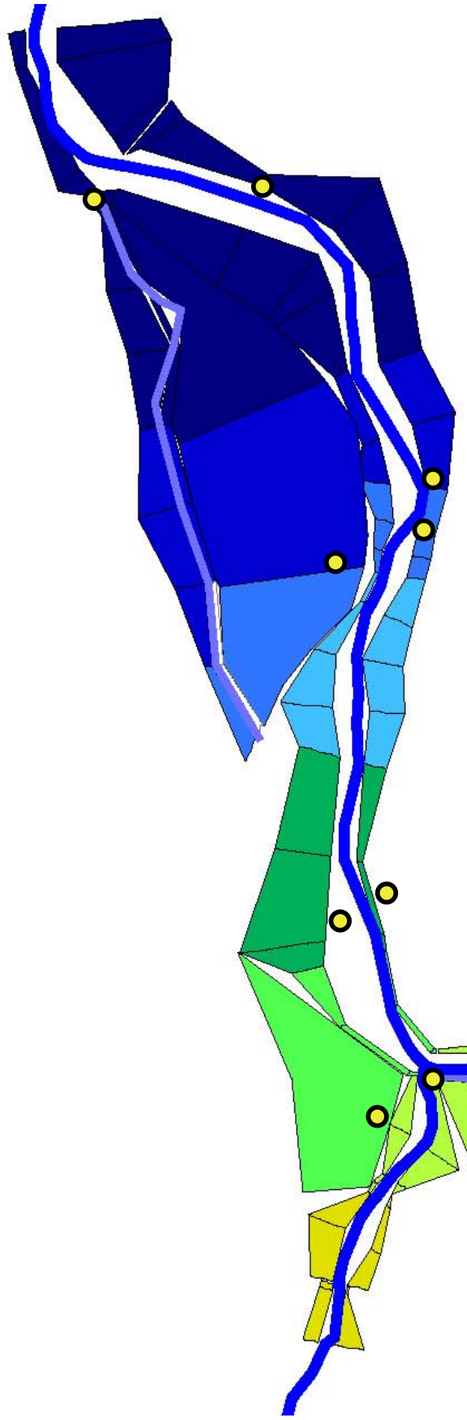
5,8 m à la Jonction sans brèche accidentelle

Les digues du canal de l'embranchement voient des surverses

Son merlon, qui présente des points bas, est le siège de surverses. Le canal ne protège donc plus. Les vals de Saint-Antoine et de Pète à l'Ane voient l'inondation progresser, en particulier plus au Sud, vers le canal latéral.

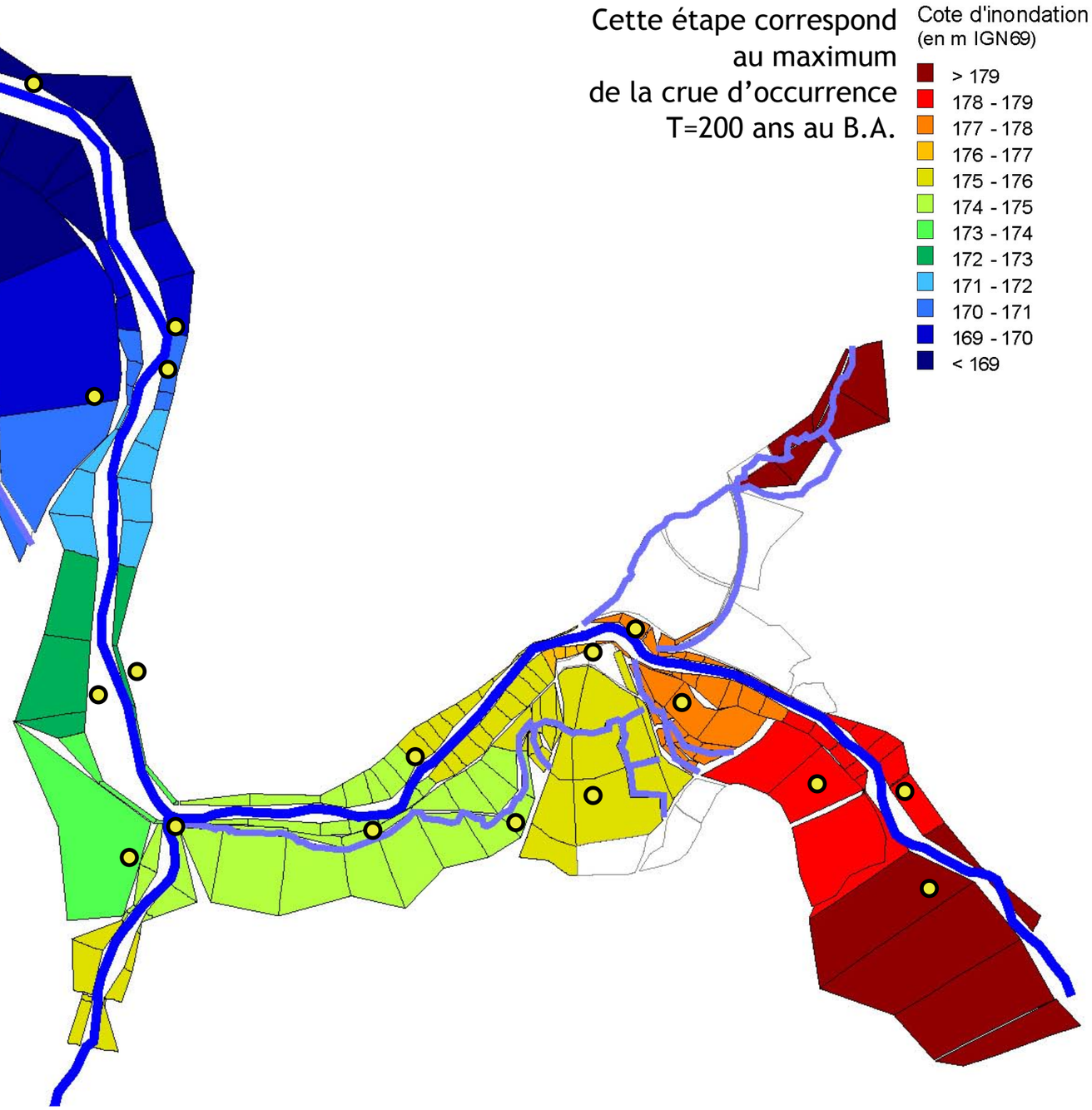
Les vitesses d'eau sont importantes dans le val de Cours-les-Barres

Alimenté en eau par les brèches, le val de Cours-les-Barres est traversé par des flots importants. L'eau monte encore sur les coteaux en rive droite sur Fourchambault, Garchizy et Germigny-sur-Loire.



Hauteur à la Jonction : 5,8 m

Cette étape correspond au maximum de la crue d'occurrence T=200 ans au B.A.



Les débits entrants pris en compte pour les simulations sont écrêtés par le barrage de Villerest de 1000 m^3/s

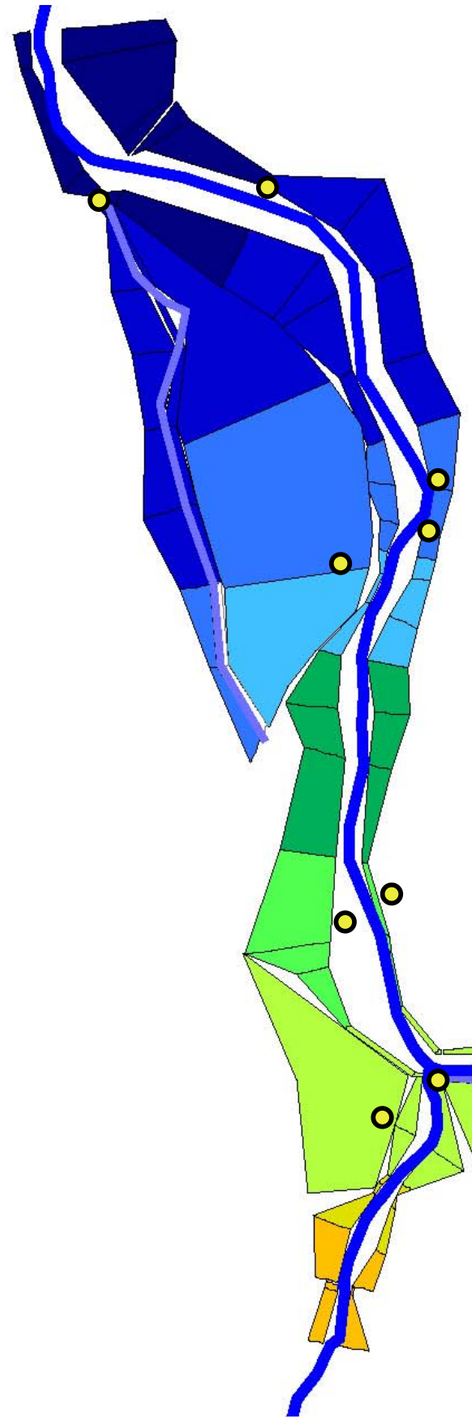
6,3 m à la Jonction sans brèche accidentelle

Le lit majeur de la Loire et de ses affluents est presque complètement inondé

Le quartier de la tête de pont du pont de pierre à Nevers est inondée, le val de Nevers en rive gauche voit toutes les hauteurs d'eau augmenter. Le remous continue au sud pour atteindre le canal latéral sur Challuy.

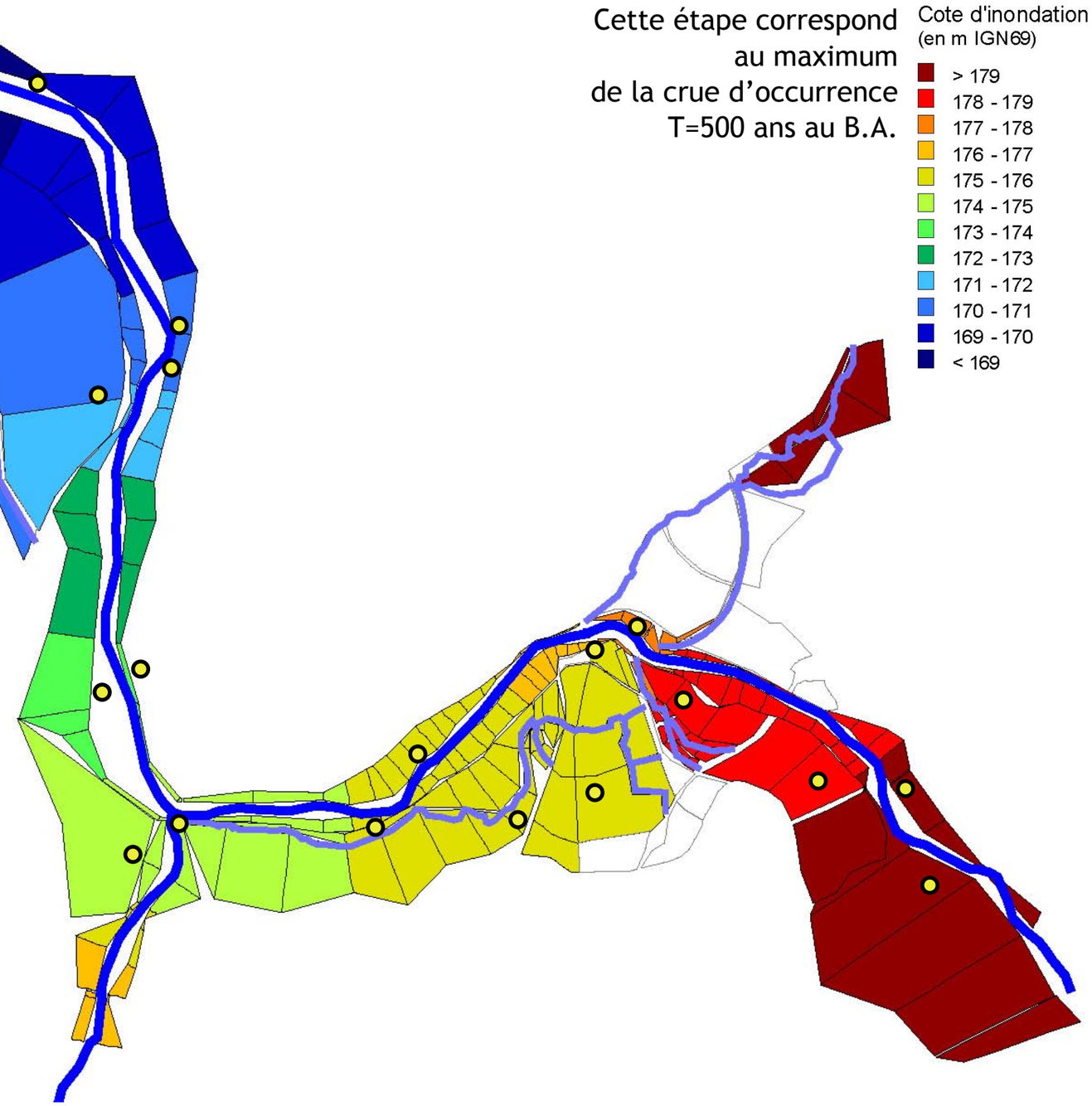
En rive droite, dans les quartiers de Loire sur Nevers, les levées résistent. Le risque d'inondation par remontée de nappe subsiste.

Les coteaux non protégés, en rive droite, sont bien atteints, avec de forts courants.



Hauteur à la Jonction : 6,3 m

Cette étape correspond au maximum de la crue d'occurrence T=500 ans au B.A.



Les débits entrants pris en compte pour les simulations sont écrêtés par le barrage de Villerest de 1000 m^3/s

La simulation des brèches par surverse

Le modèle teste s'il y a des surverses

Dans la première phase d'étude, les mécanismes d'inondation sont calculés avec l'hypothèse qu'aucune rupture de levée ne se produit tant que celles-ci ne sont pas submergées.

Il faut calculer la revanche

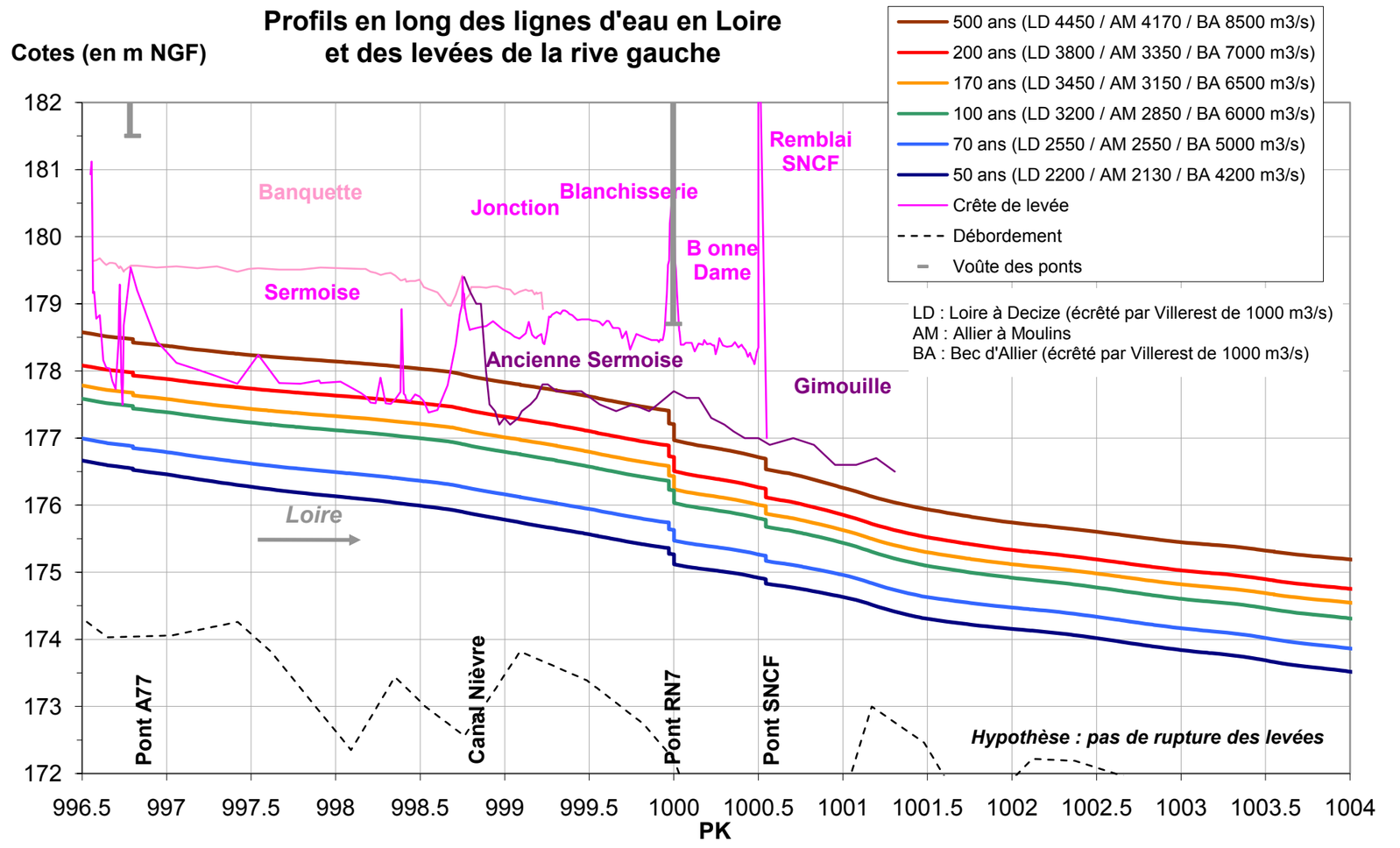
Pour analyser dans quelle mesure cette hypothèse est réaliste, les profils en long des lignes d'eau en Loire sont comparés à celui des crêtes des levées. En fonction de la période de retour de la crue, la revanche disponible est ainsi calculée. Les points bas et les appuis sur banquettes sont aussi détectés.

2 situations différentes

En amont du Bec d'Allier, l'eau ne submerge pas les levées, il n'y a pas de brèches par surverse.

Le déversoir du Guétin fonctionne pour une période de retour de moins de 50 ans alors que le val du Bec d'Allier est déjà partiellement inondé par remous

En aval du Bec d'Allier, des surverses ont lieu à partir de la crue de période de retour T=170. Ces évènements provoquent la rupture des levées et l'inondation du val de Cours-les-Barres.



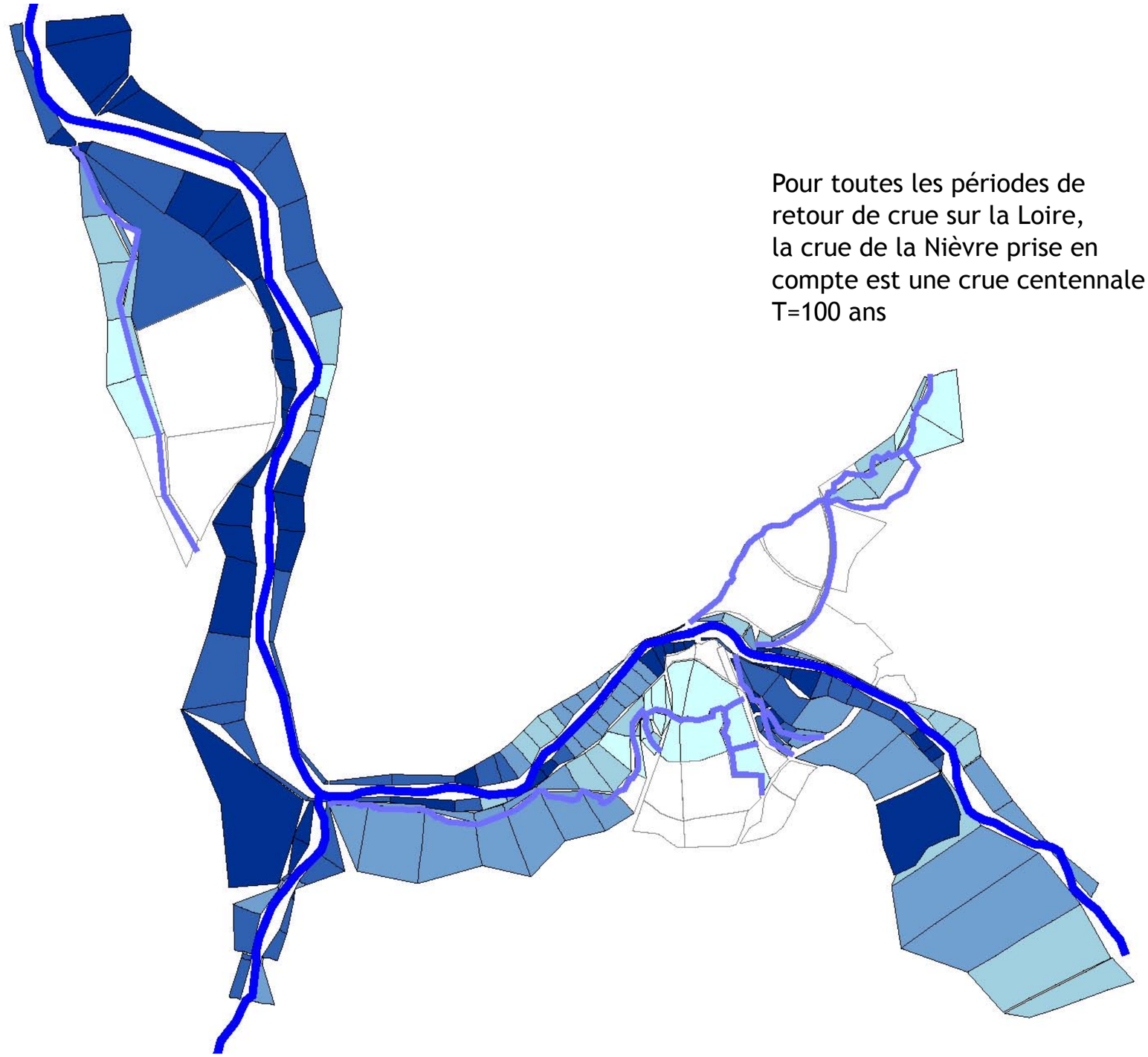
Val du Bec d'Allier

Val de Cours-les-Barres

Le risque d'inondation sur l'Agglomération de Nevers

Les hauteurs d'eau des crues simulées

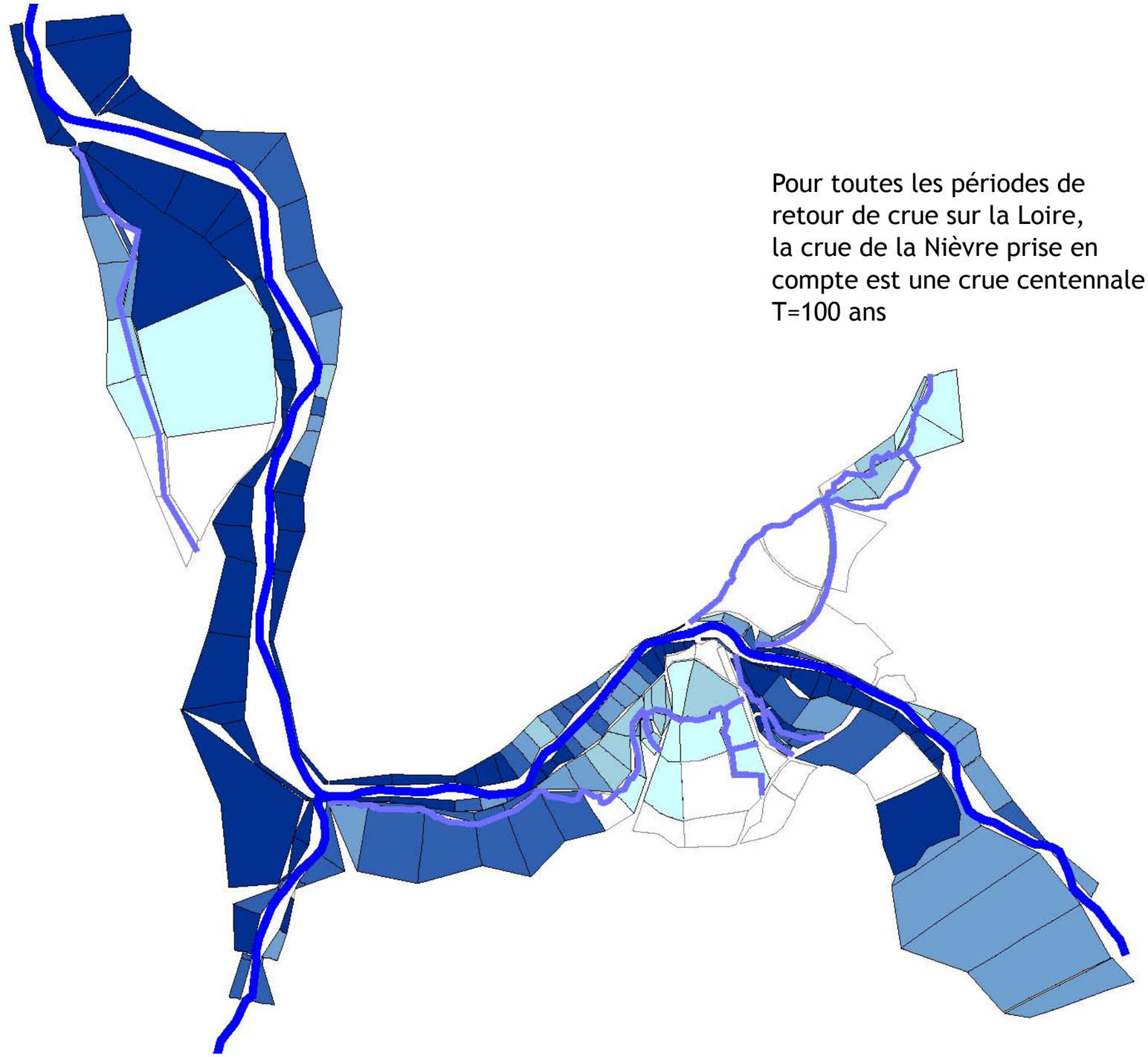
Hauteur d’eau - crue cinquantennale T=50 ans



Pour toutes les périodes de retour de crue sur la Loire, la crue de la Nièvre prise en compte est une crue centennale T=100 ans

Les débits entrants pris en compte pour les simulations sont écrêtés par le barrage de Villerest de 1000 m^3/s

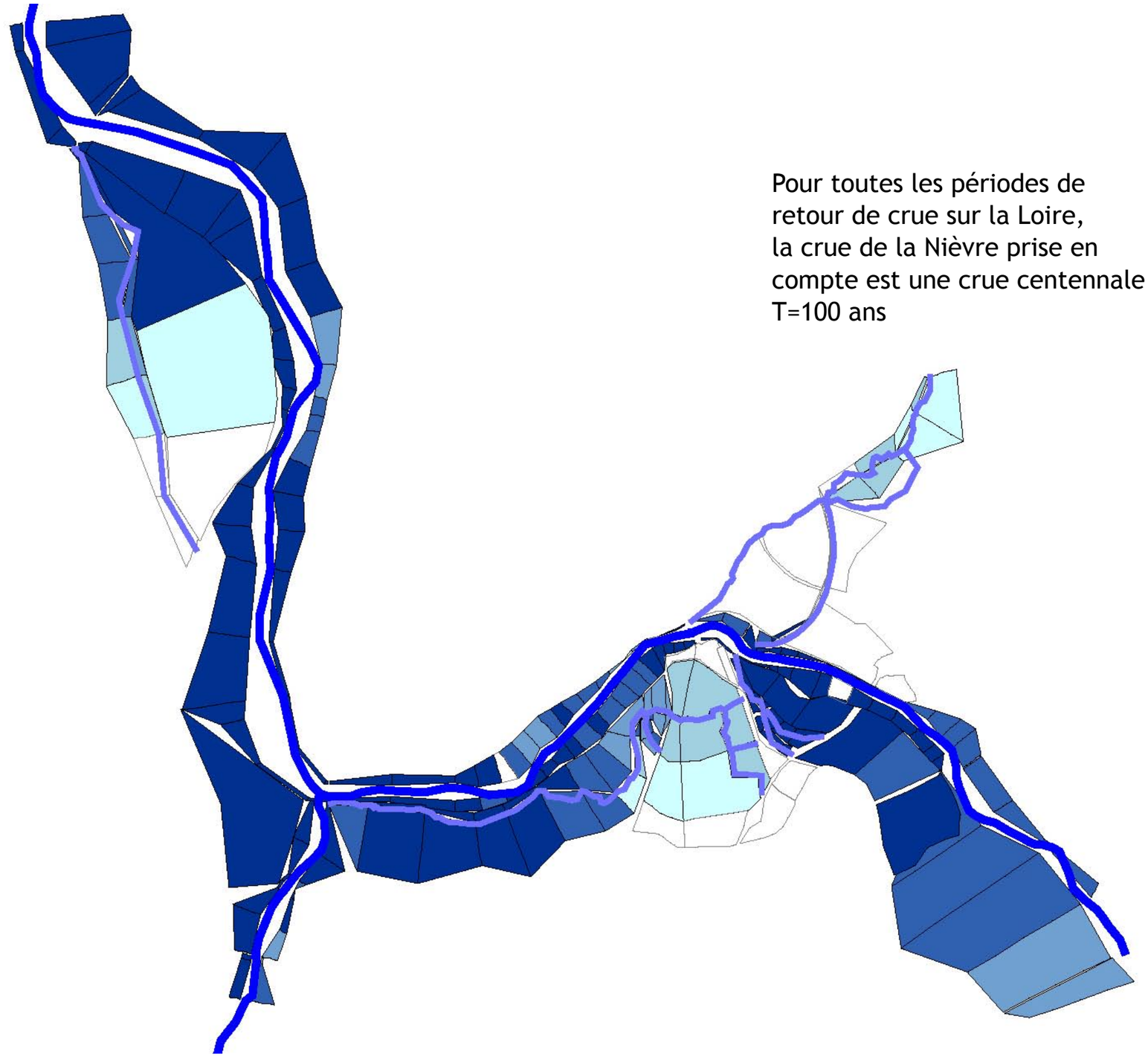
Hauteur d’eau - crue septentennale T=70 ans



Pour toutes les périodes de retour de crue sur la Loire, la crue de la Nièvre prise en compte est une crue centennale T=100 ans

Les débits entrants pris en compte pour les simulations sont écrêtés par le barrage de Villerest de 1000 m^3/s

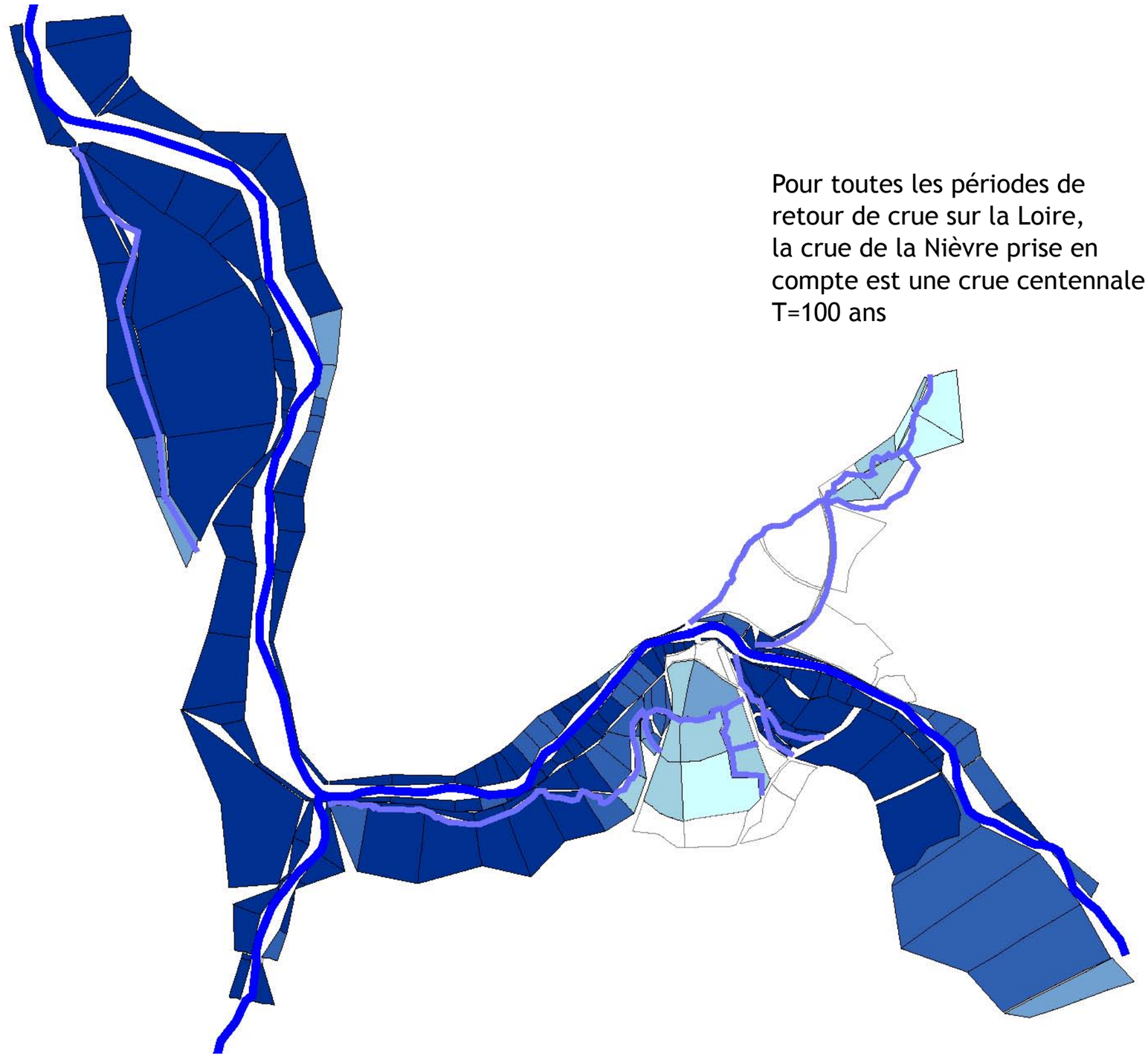
Hauteur d’eau - crue centennale T=100 ans



Pour toutes les périodes de retour de crue sur la Loire, la crue de la Nièvre prise en compte est une crue centennale T=100 ans

Les débits entrants pris en compte pour les simulations sont écrêtés par le barrage de Villerest de 1000 m^3/s

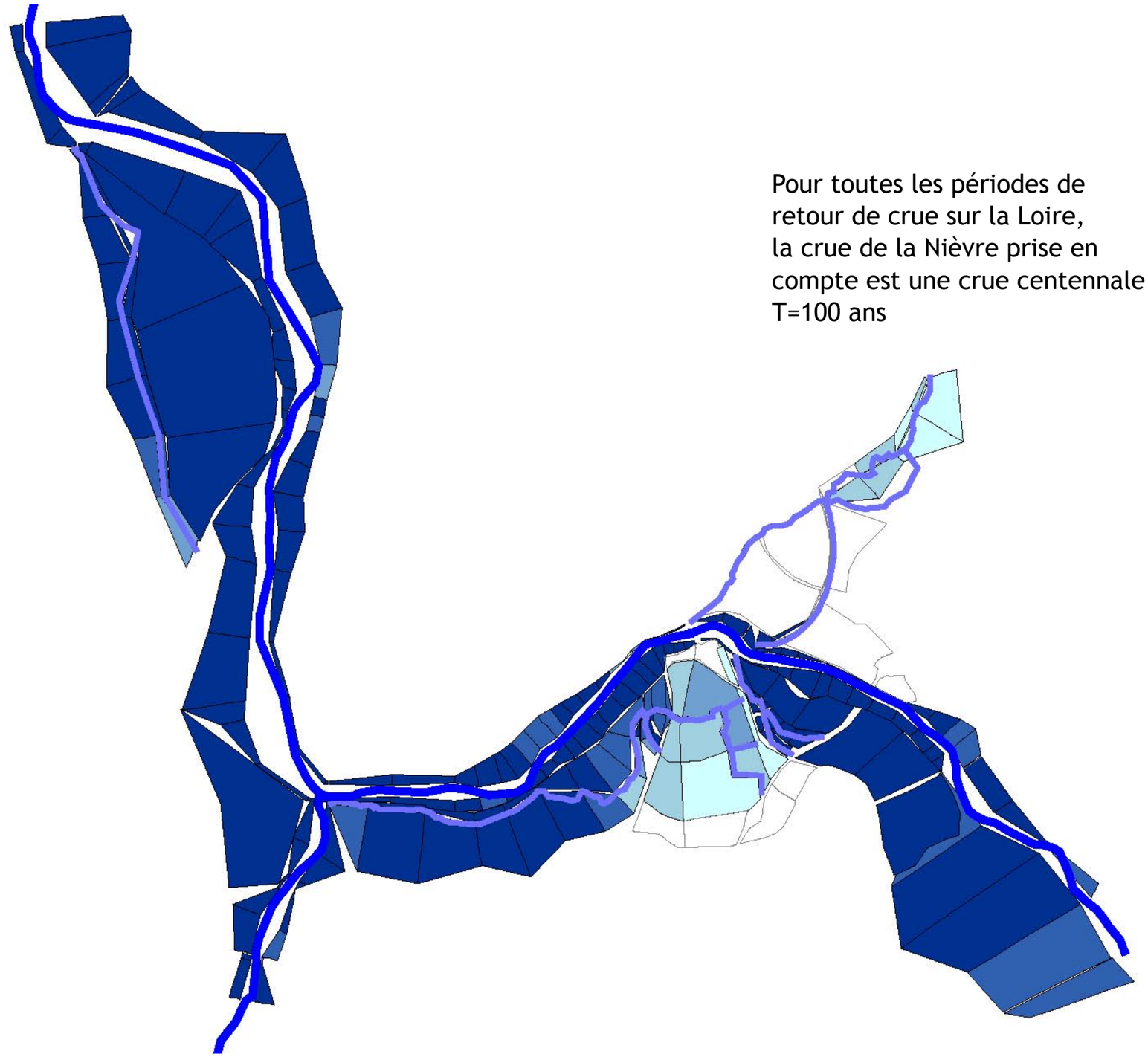
Hauteur d’eau - crue cent-septentennale T=170 ans



Pour toutes les périodes de retour de crue sur la Loire, la crue de la Nièvre prise en compte est une crue centennale T=100 ans

Les débits entrants pris en compte pour les simulations sont écrêtés par le barrage de Villerest de 1000 m^3/s

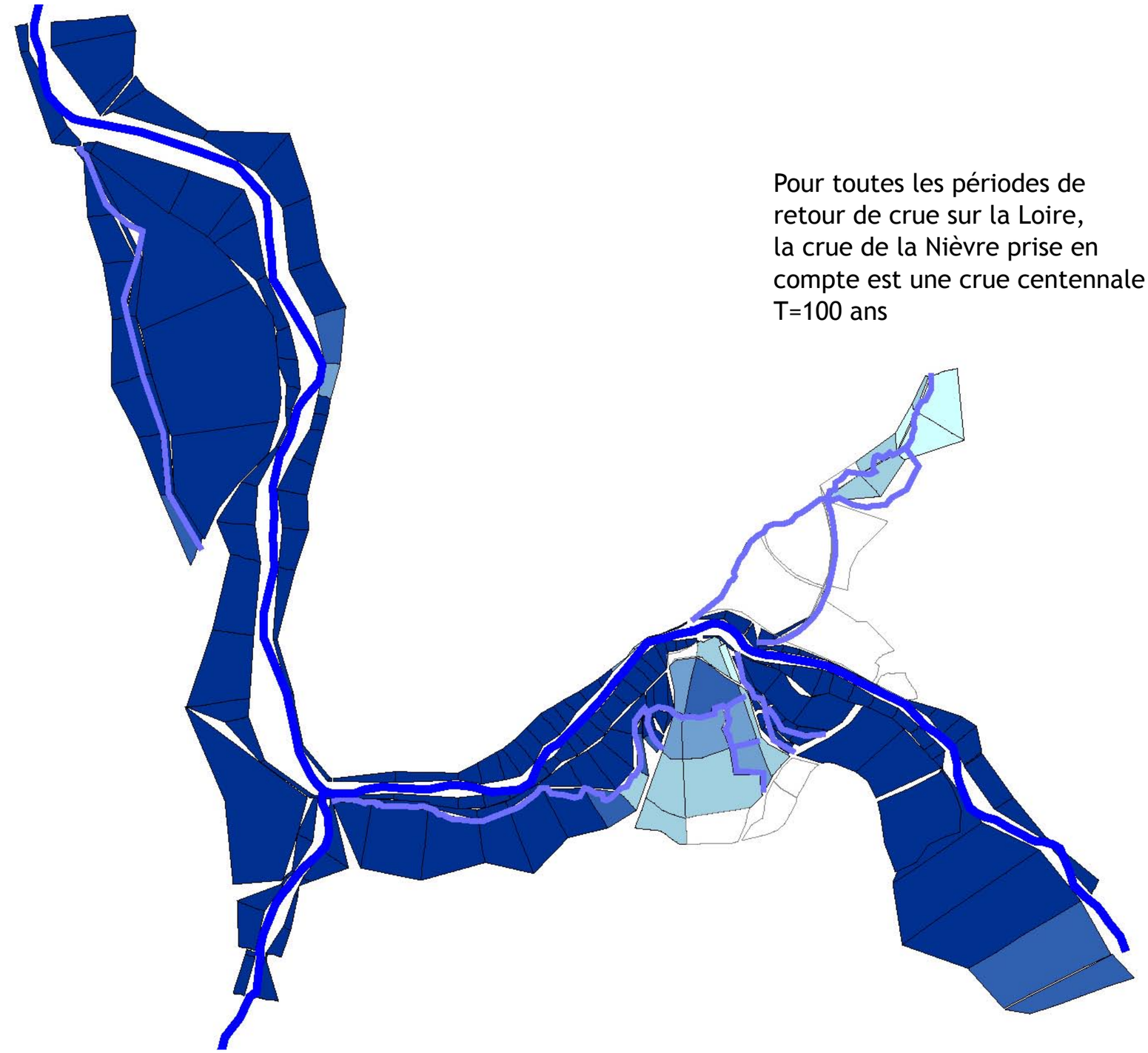
Hauteur d’eau - crue deux-centennale T=200 ans



Pour toutes les périodes de retour de crue sur la Loire, la crue de la Nièvre prise en compte est une crue centennale T=100 ans

Les débits entrants pris en compte pour les simulations sont écrêtés par le barrage de Villerest de 1000 m^3/s

Hauteur d’eau - crue cinq-centennale T=500 ans



Hauteur moyenne (en m)

- > 2
- 1.5 - 2.0
- 1.0 - 1.5
- 0.5 - 1.0
- 0.0 - 0.5

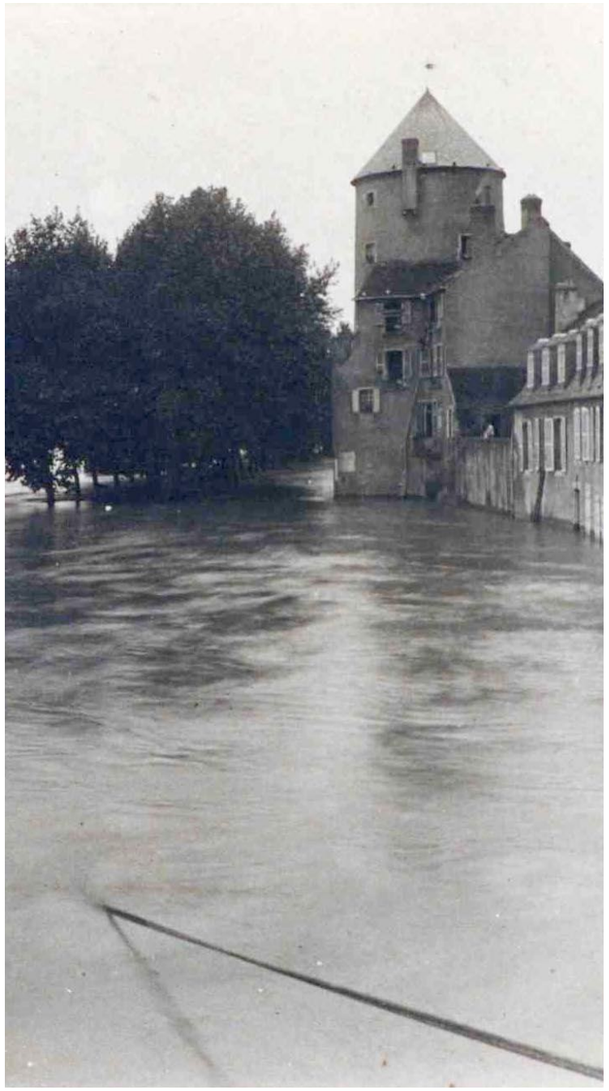
Pour toutes les périodes de retour de crue sur la Loire, la crue de la Nièvre prise en compte est une crue centennale T=100 ans

Les débits entrants pris en compte pour les simulations sont écrêtés par le barrage de Villerest de 1000 m^3/s

Le risque d'inondation sur l'Agglomération de Nevers

Vitesses d'écoulement des crues simulées

Vitesses maximales d'écoulement



Vitesses maximales pour différentes crues, en différents points sur la Loire (m NGF)

		Vmax en Loire (m/s)											
		50 ans		70 ans		100 ans		170 ans		200 ans		500 ans	
Repères	PK	Vmin	Vmaj	Vmin	Vmaj	Vmin	Vmaj	Vmin	Vmaj	Vmin	Vmaj	Vmin	Vmaj
Imphy «Station»	990,245	1,4	0,5	1,4	0,5	1,4	0,6	1,4	0,6	1,4	0,7	1,5	0,7
Nevers «Pont déviation»	996,83	1,6	0,6	1,6	0,7	1,6	0,8	1,6	0,8	1,6	0,8	1,6	0,9
Nevers «Pont RN7»	1000,04	1,4	1,3	1,5	1,4	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0
Marzy «Villa Bruno»	1006,73	1,6	0,7	1,6	0,8	1,6	1,0	1,8	1,0	1,7	1,1	1,7	1,2
Fourchambault	1014,50	1,5	0,8	1,6	0,9	1,6	1,0	1,7	1,1	1,7	1,1	1,7	1,1
Garchizy	1015,53	1,6	1,2	1,6	1,3	1,7	1,3	1,7	1,3	1,7	1,3	1,7	1,3
Soulangy «bourg»	1018,89	1,1	0,8	1,1	0,8	1,1	0,9	1,2	1,0	1,2	1,0	1,2	1,1
Marseille-lès-Aubigny	1021,42	1,3	0,6	1,4	0,6	1,5	0,7	1,5	0,7	1,6	0,7	1,7	0,8
Beffes	1025,23	1,4	0,5	1,5	0,5	1,6	0,6	1,7	0,7	1,7	0,7	1,8	0,9
La Charité «pont»	1035,10	1,2	0,3	1,3	0,4	1,4	0,5	1,4	0,5	1,4	0,5	1,6	0,6

Vitesses maximales pour différentes crues, en différents points sur l'Allier (m NGF)

		Vmax en Loire (m/s)											
		50 ans		70 ans		100 ans		170 ans		200 ans		500 ans	
Repères	PK	Vmin	Vmaj	Vmin	Vmaj	Vmin	Vmaj	Vmin	Vmaj	Vmin	Vmaj	Vmin	Vmaj
Moulins «Pont Regemorte»	947,50	1,2	0,1	1,3	0,1	1,4	0,2	1,4	0,3	1,5	0,3	1,6	0,5
Mars/Allier «Oliveau»	991,96	1,6	0,4	1,6	0,4	1,7	0,4	1,7	0,5	1,7	0,5	1,8	0,6
Apremont «Bourg»	1000,52	1,1	0,6	1,2	0,7	1,2	0,7	1,2	0,7	1,3	0,8	1,3	0,8
Apremont «Pont SNCF»	1004,13	2,3	1,2	2,4	1,4	2,4	1,5	2,5	1,6	2,5	1,7	2,7	1,9
Cuffy «Pont du Guétin»	1006,16	1,2	0,4	1,3	0,4	1,4	0,4	1,4	0,4	1,5	0,5	1,6	0,5
Cuffy «Bec d'Allier»	1006,98	1,6	0,6	1,7	0,6	1,6	0,6	1,5	0,6	1,5	0,6	1,7	0,6

On considère que le danger est fort à partir d'une vitesse de 1 m/s sur une hauteur de 0,5 m ou une vitesse de 0,5 m/s sur une hauteur de 1 m.

Vitesses d’écoulement en Loire

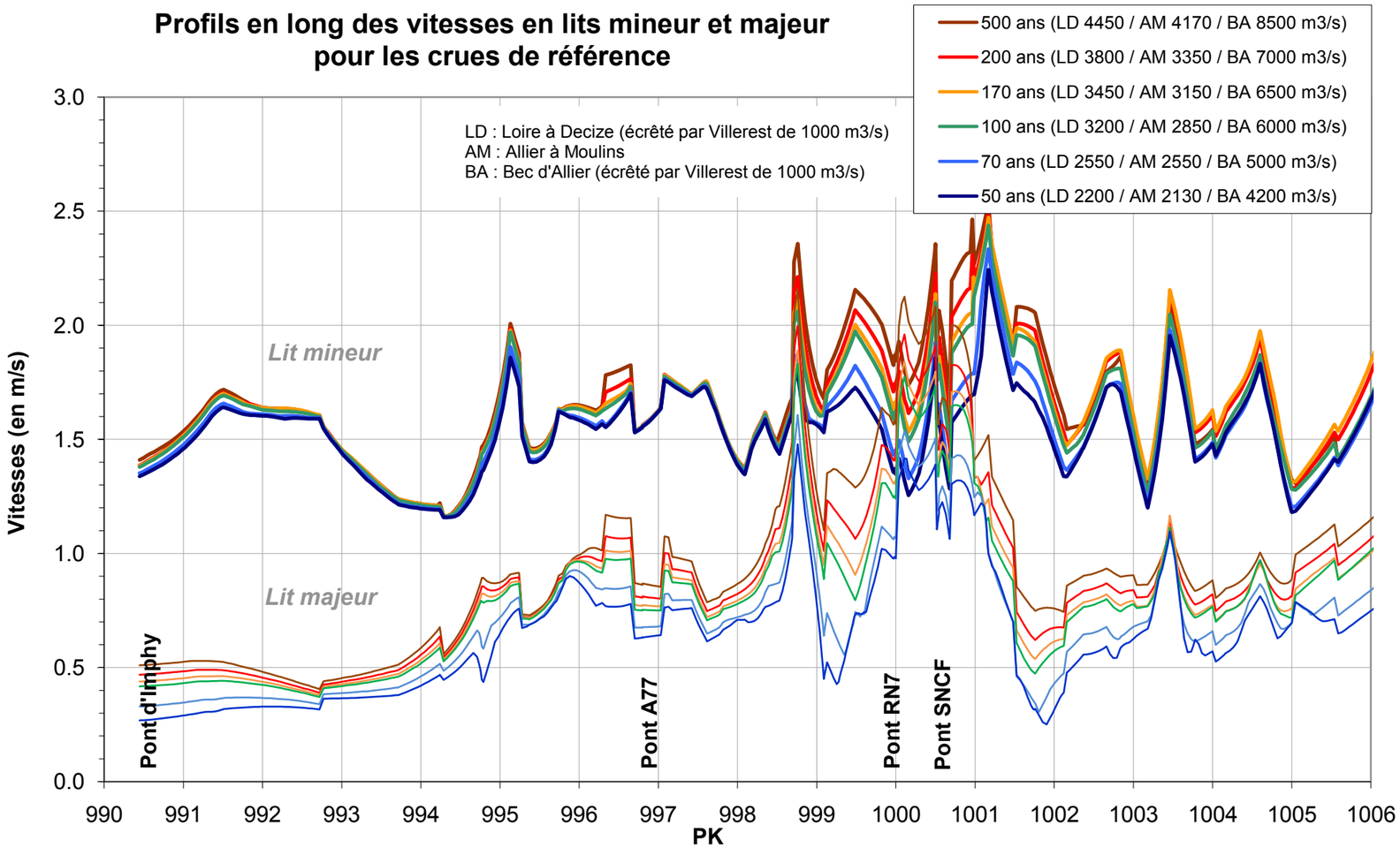
Les vitesses d’écoulement sont comprises entre 0,5 et 2,0 m/s

Dans le lit mineur de la Loire, la vitesse moyenne est comprise entre 1,5 et 2 m/s.

Elle est légèrement augmentée à la traversée de Nevers, où le champ d’inondation est limité du fait des levées.

Dans le lit majeur qui constitue le champ d’expansion de la crue, la vitesse d’écoulement est moindre : comprise entre 0,5 et 1 m/s.

Au niveau de la traversée de Nevers, on note une augmentation de la vitesse qui s’explique par le fait que le lit majeur est réduit aux berges et levées de la Loire.



Le risque d'inondation sur l'Agglomération de Nevers

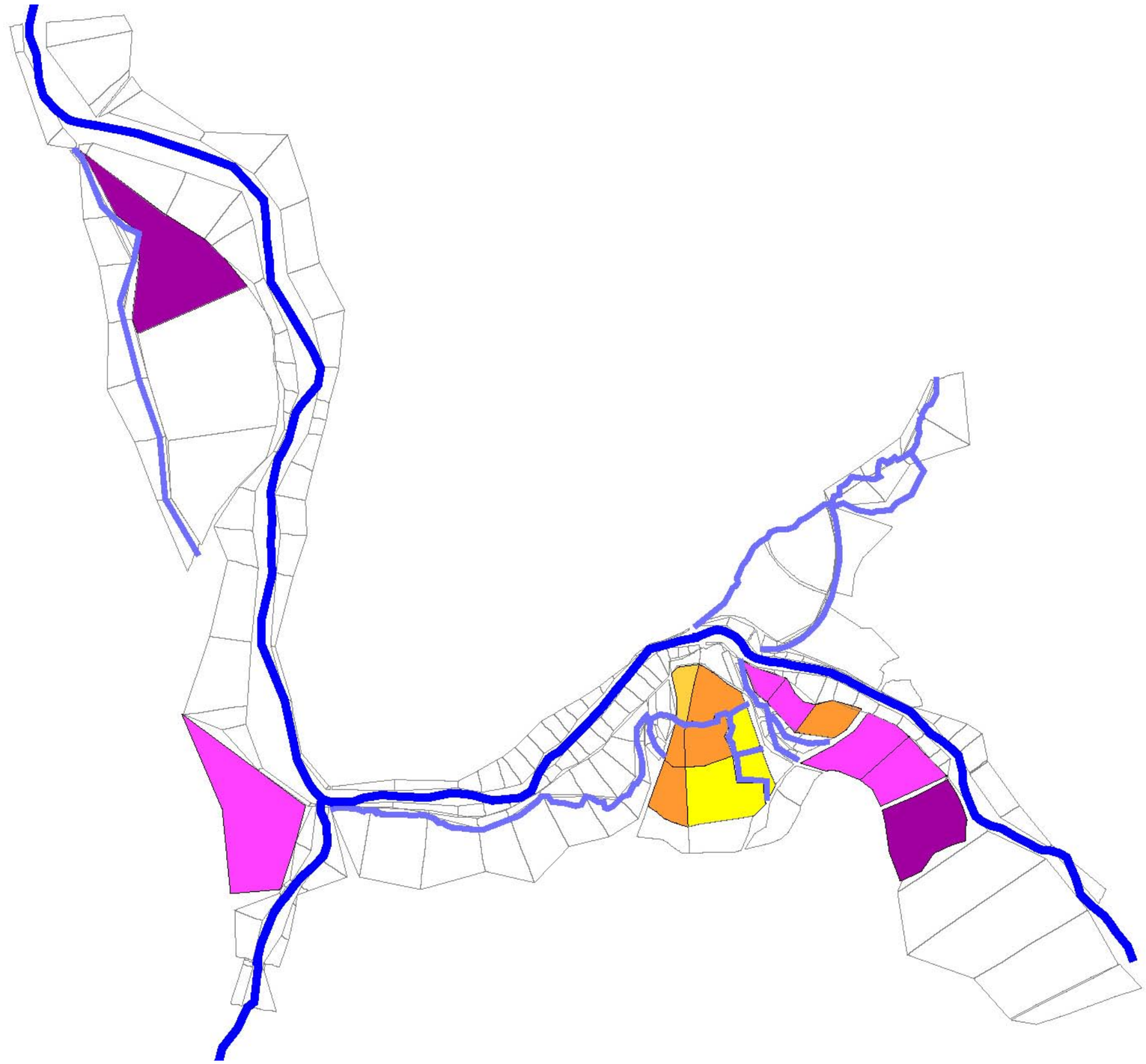
Durées d'inondation pour les crues simulées

Durée d’inondation - crue cinquantennale T=50 ans

Des secteurs ne s’évacuent que lentement

Certains casiers ne peuvent pas se vider complètement une fois inondés. C’est le cas des vals de Pète à l’Ane, du port et de Valéo, qui sont inondés suite au débordement par-dessus la digue du canal de la Jonction.

Le val de Cours-les-Barres peut quant à lui se vider après l’ouverture de l’ouvrage anti-retour de la Canche.



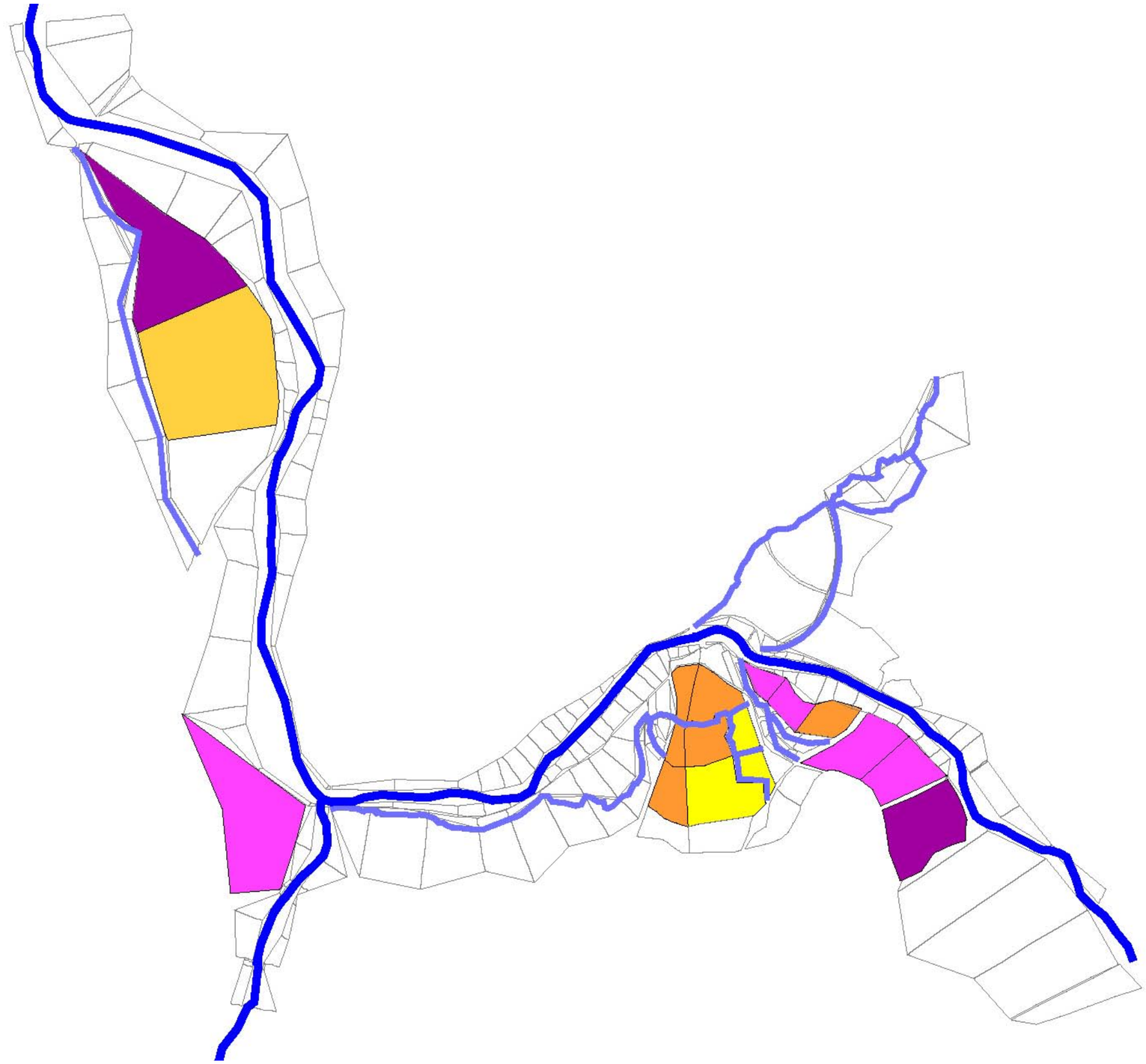
Les débits entrants pris en compte pour les simulations sont écrêtés par le barrage de Villerest de 1000 m^3/s

Durée d’inondation - crue septentennale T=70 ans

Des secteurs ne s’évacuent que lentement

Certains casiers ne peuvent pas se vider complètement une fois inondés. C’est le cas des vals de Pète à l’Ane, du port et de Valéo, qui sont inondés suite au débordement par-dessus la digue du canal de la Jonction.

Le val de Cours-les-Barres peut quant à lui se vider après l’ouverture de l’ouvrage anti-retour de la Canche.



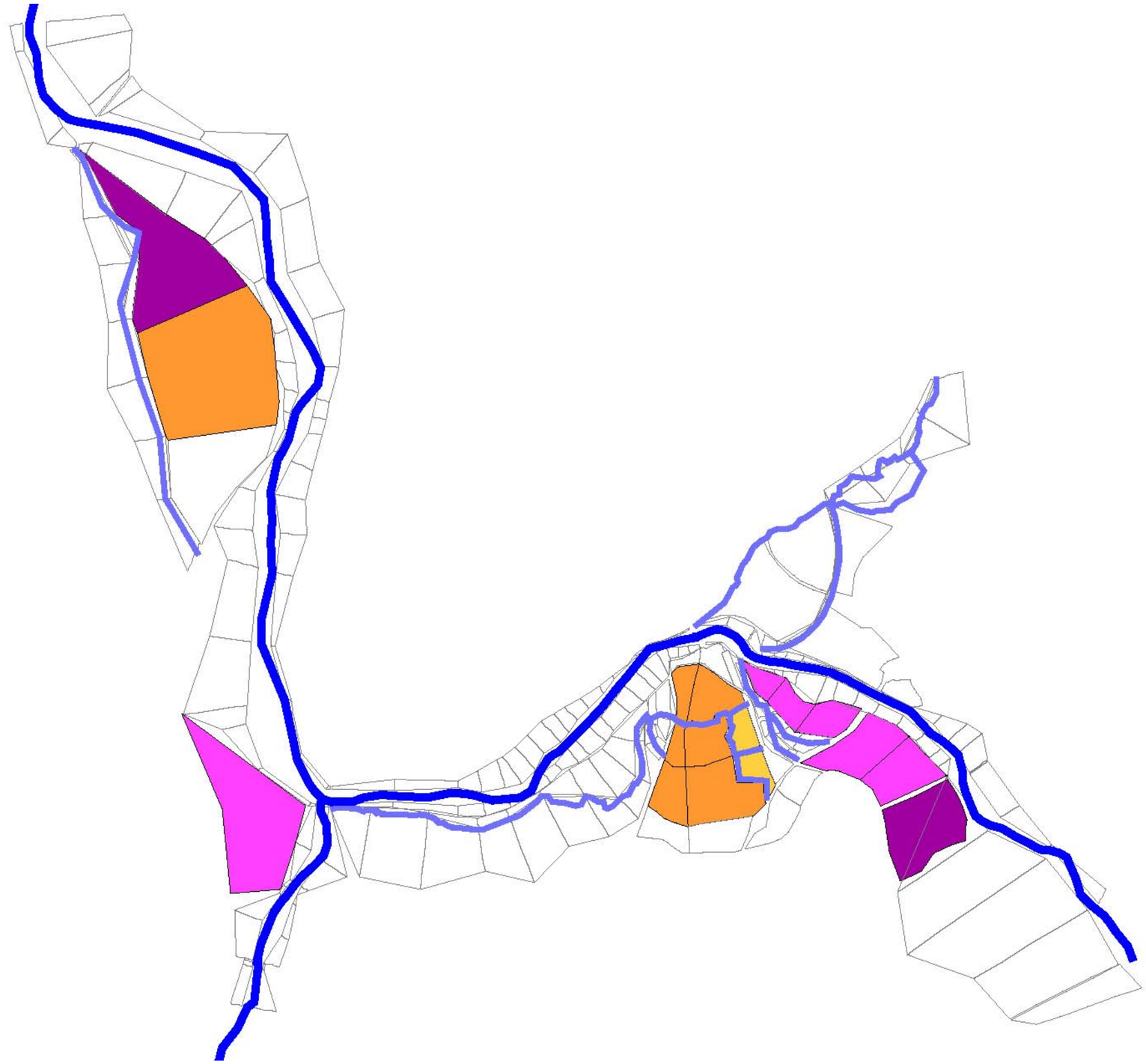
Les débits entrants pris en compte pour les simulations sont écrêtés par le barrage de Villerest de 1000 m^3/s

Durée d’inondation - crue centennale T=100 ans

Des secteurs ne s’évacuent que lentement

Certains casiers ne peuvent pas se vider complètement une fois inondés. C’est le cas des vals de Pète à l’Ane, du port et de Valéo, qui sont inondés suite au débordement par-dessus la digue du canal de la Jonction.

Le val de Cours-les-Barres peut quant à lui se vider après l’ouverture de l’ouvrage anti-retour de la Canche.



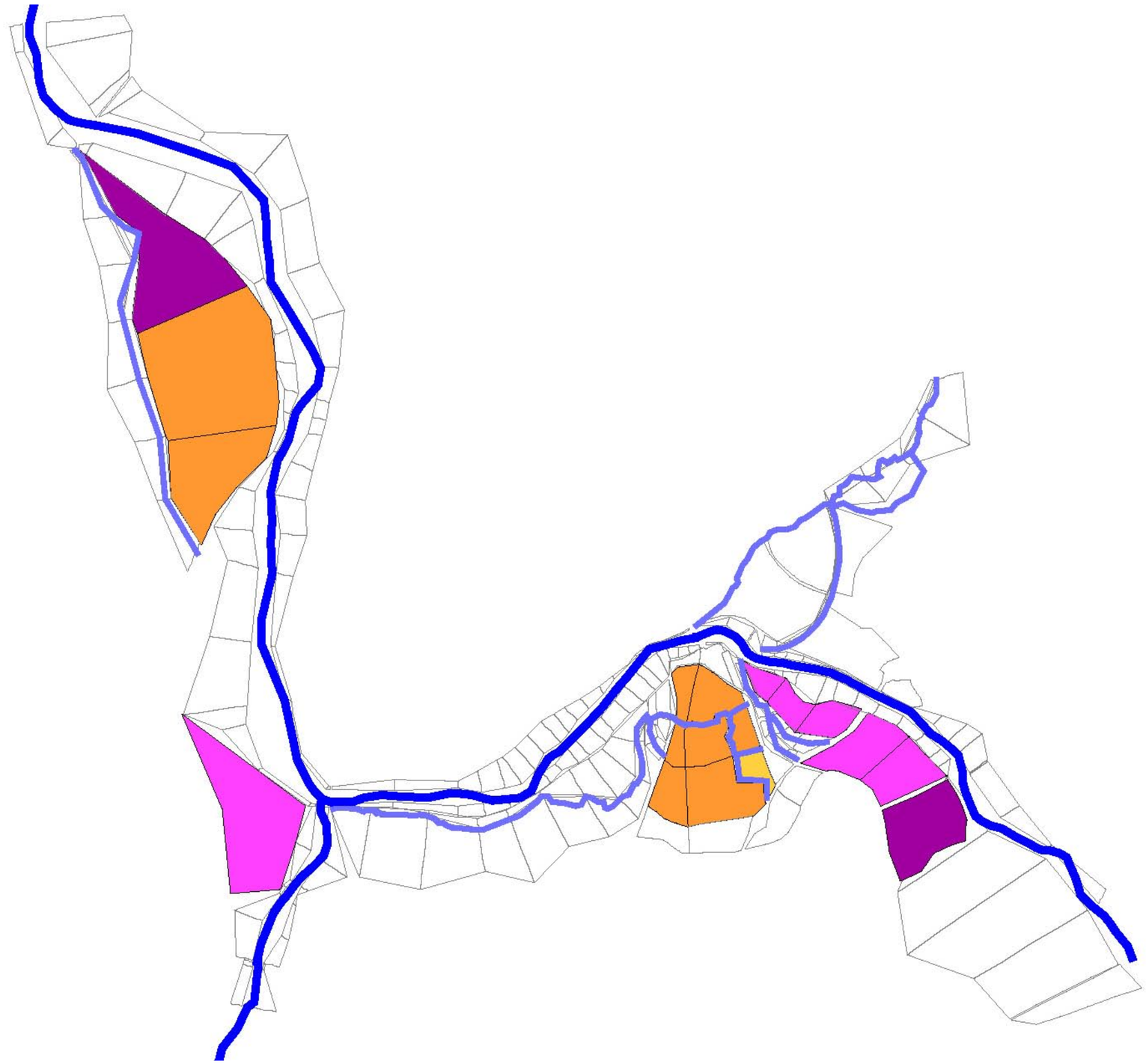
Les débits entrants pris en compte pour les simulations sont écrêtés par le barrage de Villerest de 1000 m^3/s

Durée d'inondation - crue cent-septentennale T=170 ans

Des secteurs ne s'évacuent que lentement

Certains casiers ne peuvent pas se vider complètement une fois inondés. C'est le cas des vals de Pète à l'Ane, du port et de Valéo, qui sont inondés suite au débordement par-dessus la digue du canal de la Jonction.

Le val de Cours-les-Barres peut quant à lui se vider après l'ouverture de l'ouvrage anti-retour de la Canche.



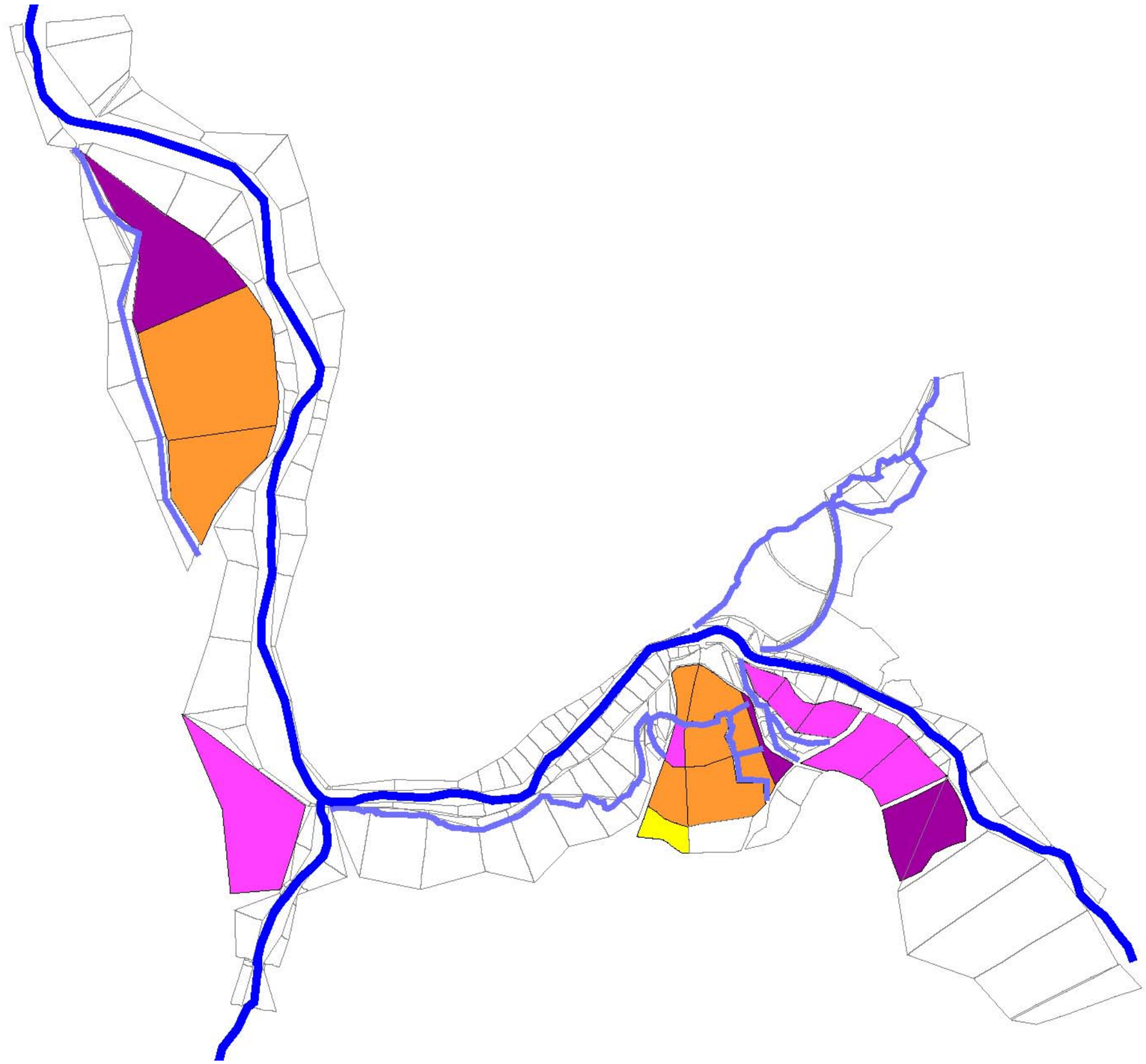
Les débits entrants pris en compte pour les simulations sont écrêtés par le barrage de Villerest de 1000 m^3/s

Durée d’inondation - crue deux-centennale T=200 ans

Des secteurs ne s’évacuent que lentement

Certains casiers ne peuvent pas se vider complètement une fois inondés. C’est le cas des vals de Pète à l’Ane, du port et de Valéo, qui sont inondés suite au débordement par-dessus la digue du canal de la Jonction.

Le val de Cours-les-Barres peut quant à lui se vider après l’ouverture de l’ouvrage anti-retour de la Canche.



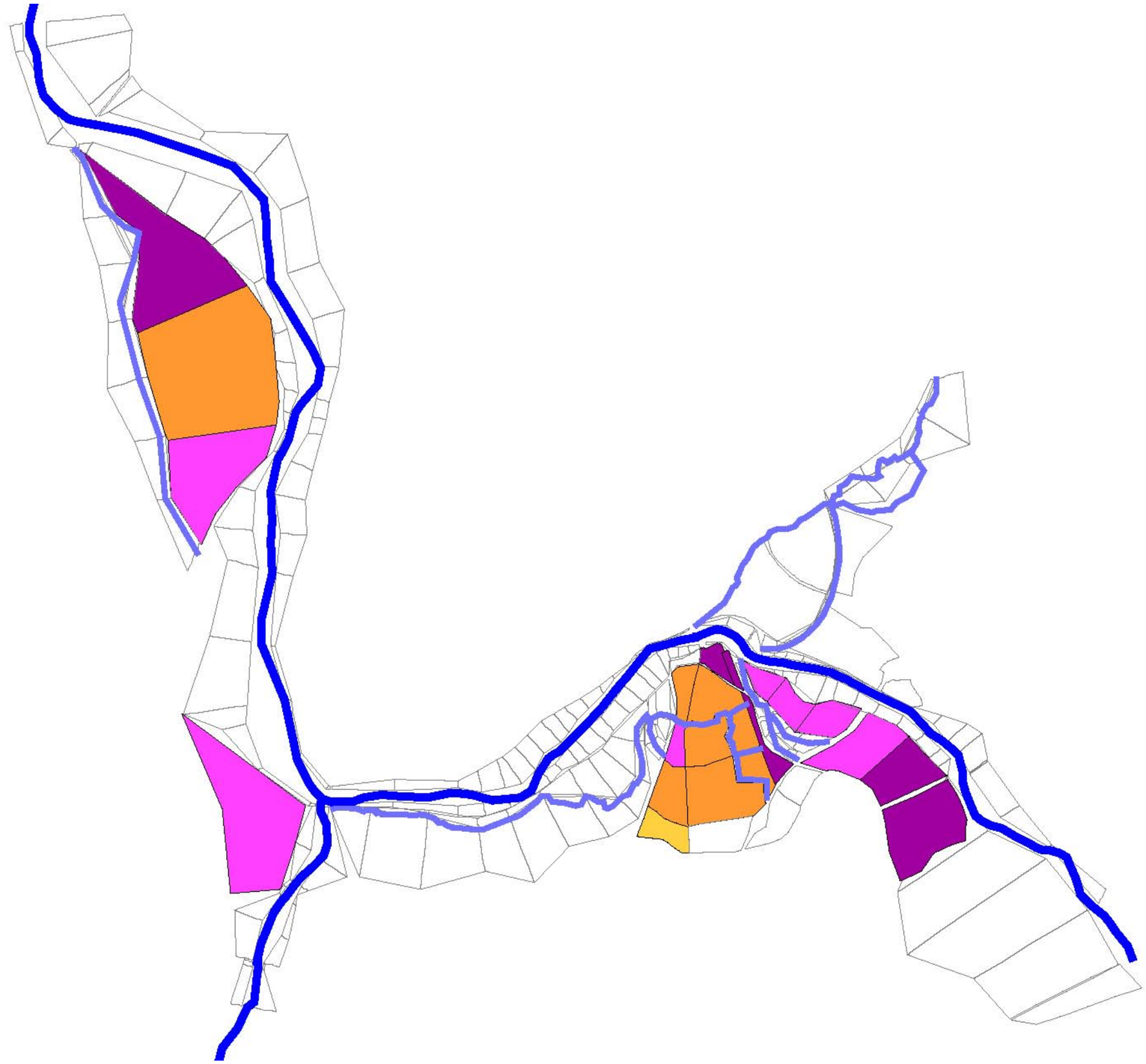
Les débits entrants pris en compte pour les simulations sont écrêtés par le barrage de Villerest de 1000 m^3/s

Durée d’inondation - crue cinq-centennale T=500 ans

Des secteurs ne s’évacuent que lentement

Certains casiers ne peuvent pas se vider complètement une fois inondés. C’est le cas des vals de Pète à l’Ane, du port et de Valéo, qui sont inondés suite au débordement par-dessus la digue du canal de la Jonction.

Le val de Cours-les-Barres peut quant à lui se vider après l’ouverture de l’ouvrage anti-retour de la Canche.



Les débits entrants pris en compte pour les simulations sont écrêtés par le barrage de Villerest de 1000 m^3/s

Le risque d'inondation sur l'Agglomération de Nevers

Enseignements du modèle 1D val par val

Inondation par remous dans le val de Nevers

Inondation en rive gauche

En amont et en aval de l'A77, la crue peut s'étaler jusqu'au canal latéral et jusqu'aux levées de Sermoise et du canal de Jonction. Plus en aval, un quartier est enclavé entre les levées de la Blanchisserie, de la Bonne Dame et l'ancienne levée de Sermoise. Le val dit Pète à l'Ane est encadré par la levée de Sermoise et le canal de la Jonction. Sans brèche, il est hors d'eau.

De chaque côté de la RD907, les quartiers sont inondables par le remous de la Loire sous les voies SNCF. L'inondation suit les ruisseaux. En aval du pont SNCF, la Loire déborde directement sur les terrains de Challuy et de Gimouille.

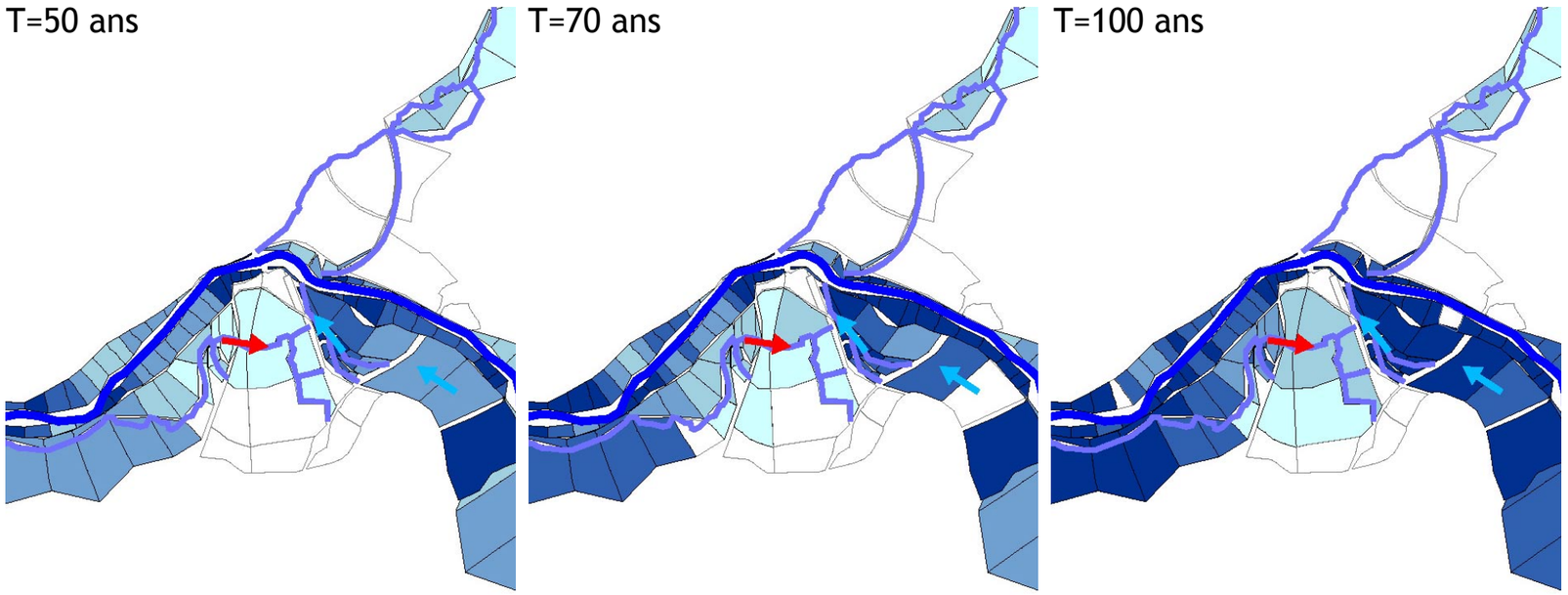
Le pont de pierres induit une surélévation de la Loire jusque 8 km en amont.

Inondation en rive droite

En amont de l'A77, un merlon au lieu dit « Maison Rouge » pourrait céder et provoquer une inondation jusqu'au remblai SNCF. En amont du canal, le val est enfermé entre les levées du canal et les remblais SNCF et de l'A77.

La levée de Saint-Eloi puis celle de Médine isolent les terrains des inondations directes. Une porte, à la confluence, défend la Nièvre.

Au Nord du remblai SNCF, le territoire est inondable si la Loire remonte dans le canal ou si la levée de Saint-Eloi est endommagée. La Nièvre déborde au vannage de Coulanges.

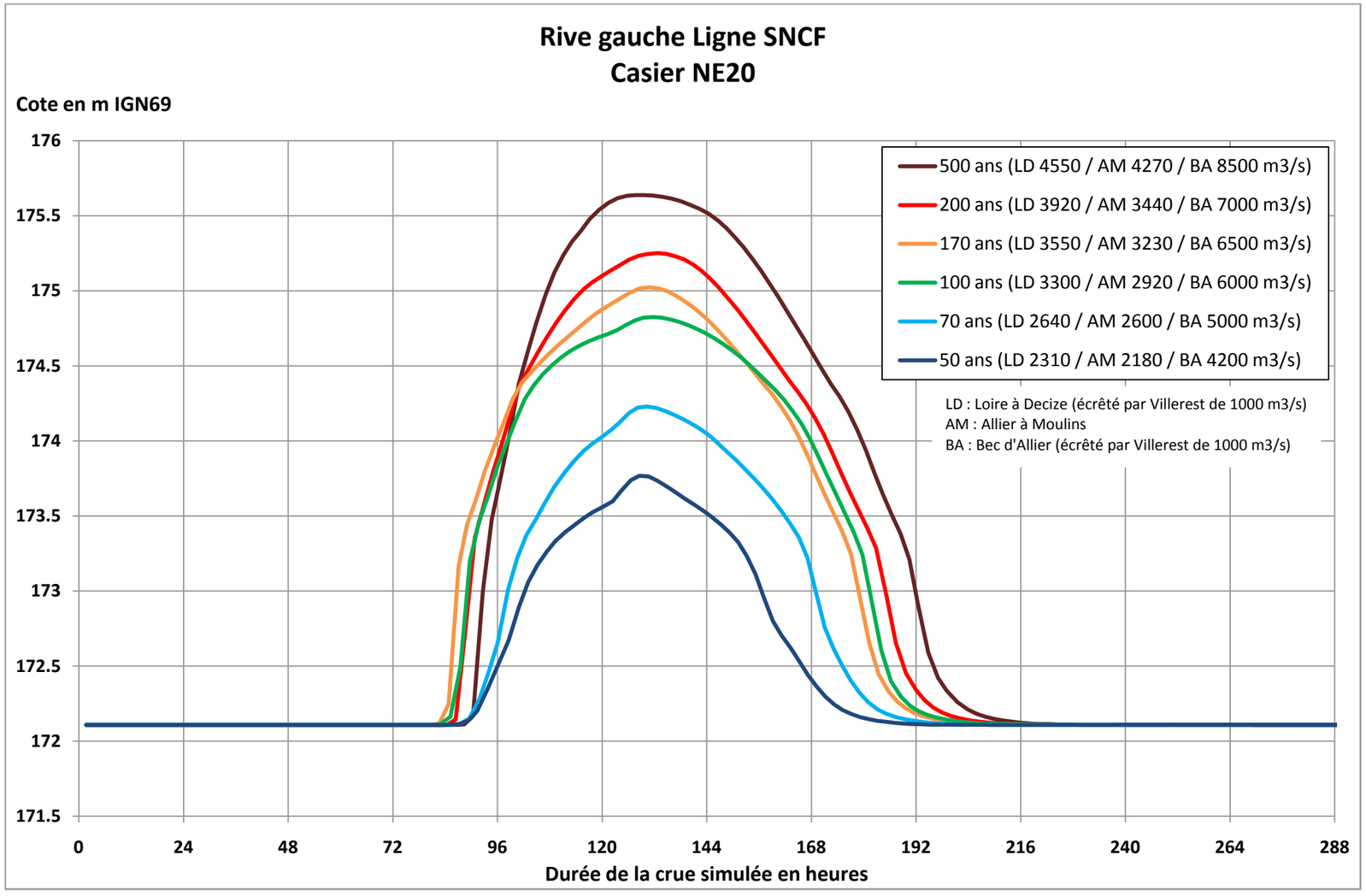


Les débits entrants pris en compte pour les simulations sont écrêtés par le barrage de Villerest de 1000 m^3/s

Forme de la crue dans le val de Nevers

La hauteur d'eau près de la ligne SNCF peut être grande

Elle fait pression par remous dans les ouvrages hydrauliques du remblai et sur le remblai lui même. Mais les vitesses sont faibles.



	50 ans	70 ans	100 ans	170 ans	200 ans	500 ans
Délais d'apparition	27 h	24 h	24 h	24 h	24 h	20 h
Durée de l'inondation	3,5 j	4 j	4,5 j	4,5 j	4,5 j	5 j
Importance de l'inondation	-de 2,0 m	-de 2,5 m	-de 3,0 m	+3,0 m	3,2 m	3,5 m
Temps de montée de crue	1,5 j	1,5 j	2 j	2 j	2 j	2 j
Durée de décrue	2 j	2,5 j	2,5 j	2,5 j	2,5 j	34 j
Vitesse de montée des eaux	0,06 m/h	0,10 m/h	0,15 m/h	0,20 m/h	0,06 m/h	0,35 m/h

Délais d'apparition = temps entre le dépassement de la cote d'alerte à l'échelle de Givry et le début de débordement

Inondation dans le val du Bec d'Allier

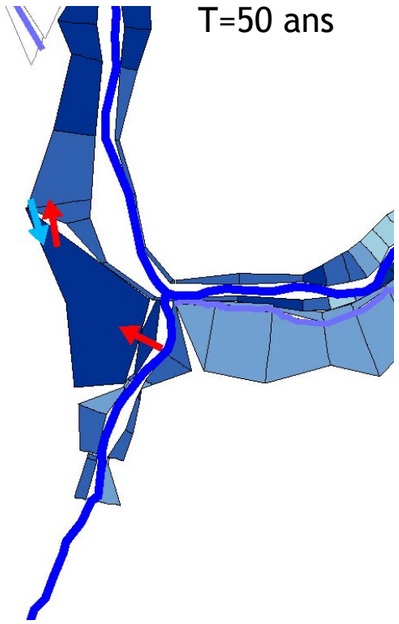
Le val du Bec d'Allier s'inonde par remous puis par surverse sur le déversoir

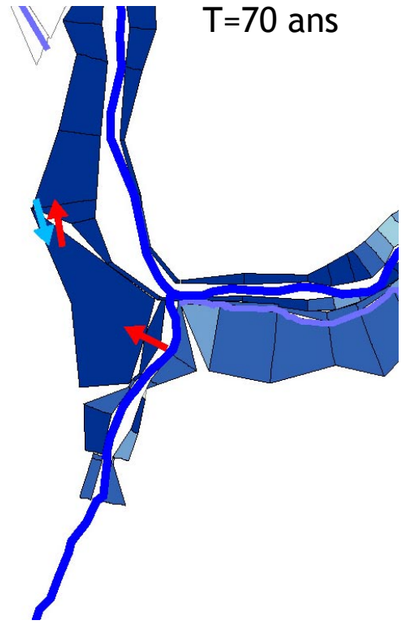
Le val du Bec d'Allier est protégé par une levée dotée d'un déversoir de sécurité de 600 m sur l'Allier, près de la confluence.

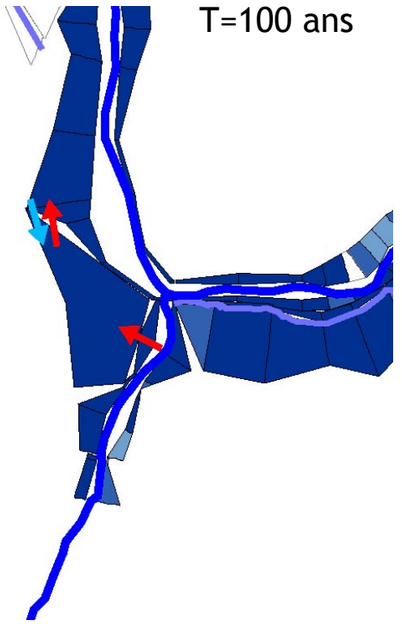
A l'aval du val, la levée s'arrête. Elle laisse la Loire pénétrer par remous bien avant la crue cinquantennale.

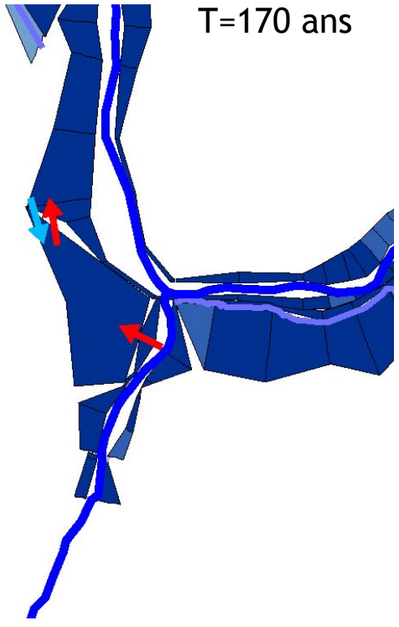
Pour un débit de 2 200m^3/s sur l'Allier, le déversoir fonctionne. Il inonde totalement le val sur plus de 1 m de hauteur et renverse le sens des écoulements (crue T=50 ans au Bec d'Allier).

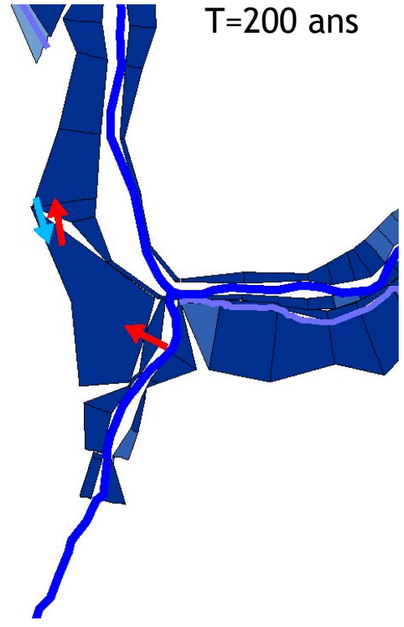
La revanche sur la levée est de 50 cm pour la T=500 ans. Le triangle compris entre le canal d'alimentation, le canal latéral et la levée, n'est pas inondé mais présente des risques de brèches et de remontée de nappe.

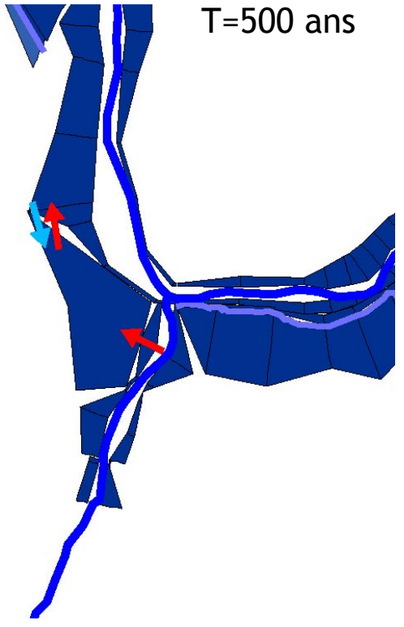






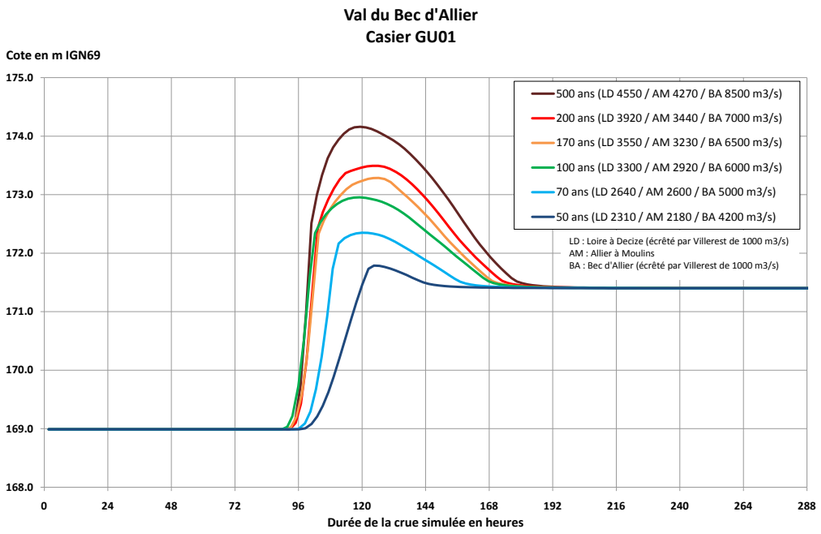


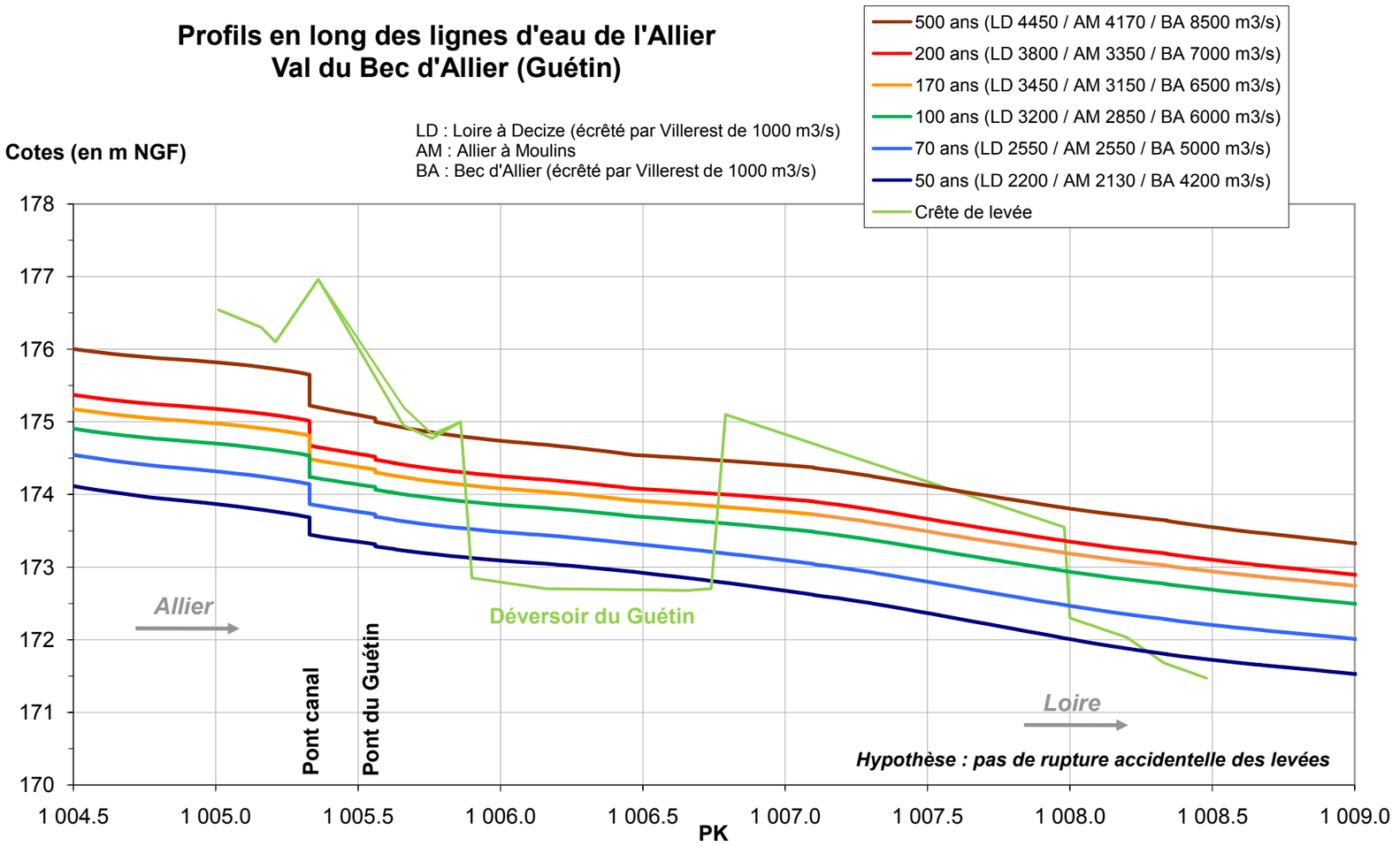




Les débits entrants pris en compte pour les simulations sont écrêtés par le barrage de Villerest de 1000 m^3/s

Val du Bec d'Allier dit du Guétin





Le déversoir du Guétin fonctionne très tôt

La ligne crête de la levée dans le secteur du Guétin indique clairement que l'ouvrage fonctionne même avant la crue T=50 ans au Bec d'Allier.

	50 ans	70 ans	100 ans	170 ans	200 ans	500 ans
Délais d'apparition	24 h	24 h	18 h	18 h	18 h	18 h
Durée de l'inondation	4,5 j	4,5 j	4,5 j	4,5 j	5 j	5 j
Importance de l'inondation	+de 2,5 m	+de 3,5 m	4,0 m	+de 4,0 m	4,5 m	+de 5,0 m
Temps de montée de crue	1 j	1 j	1 j	1,5 j	1 j	1 j
Durée de décrue	3,5 j	3,5 j	3,5 j	3 j	4 j	4 j
Vitesse de montée des eaux	1 m en 6 h	1 m en 3 h	1 m en 2 h	1 m en 2 h	1 m en 2 h	1 m en 2 h

Délais d'apparition = temps entre le dépassement de la cote d'alerte à l'échelle de Givry et le début de débordement

L’inondation du val de Cours-les-Barres

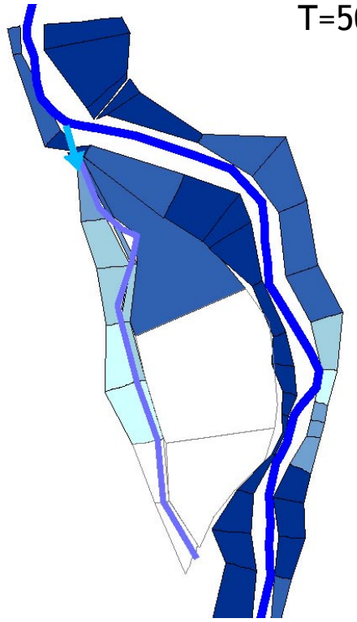
Le val de Cours-les-Barres s’inonde par remous dans la Canche puis par brèches dues à des surverses

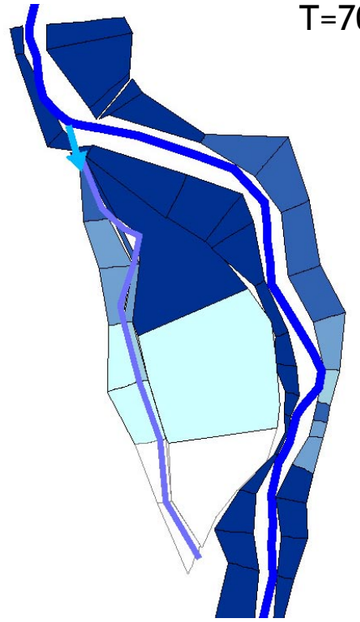
En rive gauche de la Loire, le val est drainé par la Canche. La confluence est dotée d’un ouvrage anti retour associé à un déversoir seuil calé sur de petites crues. Le remous se produit donc rapidement dans le val.

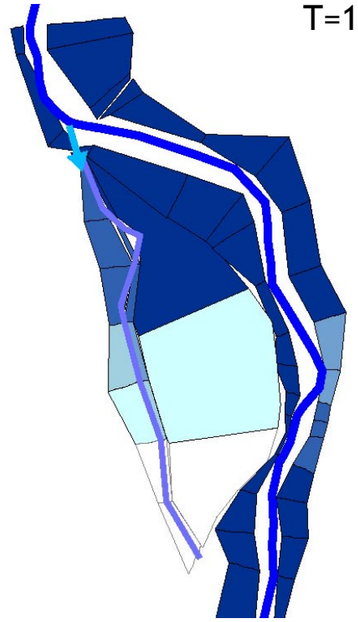
Pour la crue cinquantennale, 1,50 m d’eau recouvre l’aval du val et pour la centennale, le val est totalement recouvert par 2m d’eau.

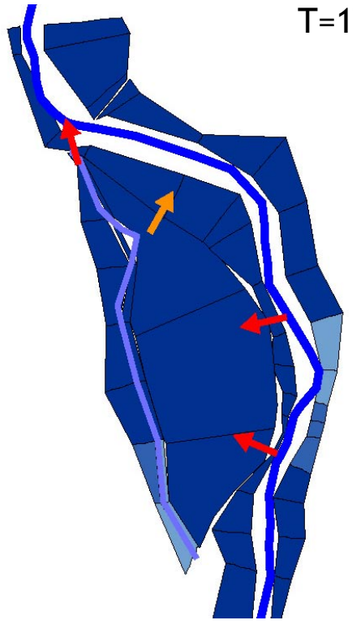
Pour les crues supérieures à T=100 ans, des brèches dues à des surverses apparaissent. Il s’agit de deux brèches en amont et d’une brèche en retour. Elles s’élargissent avec la montée en puissance des crues.

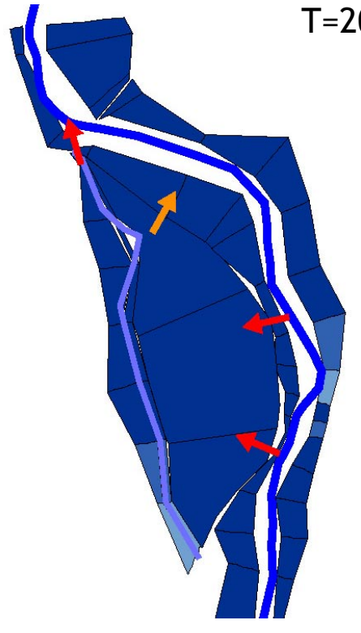
La hauteur de crue atteint 5 m par T=500 ans.

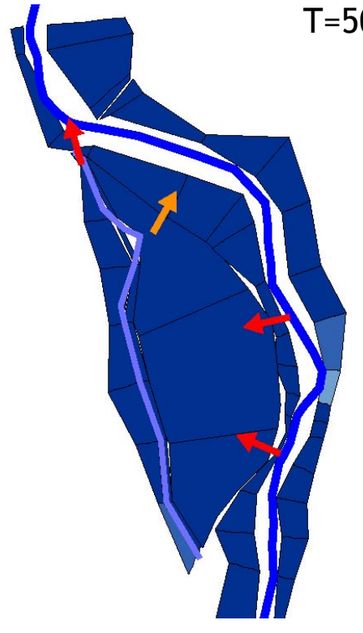






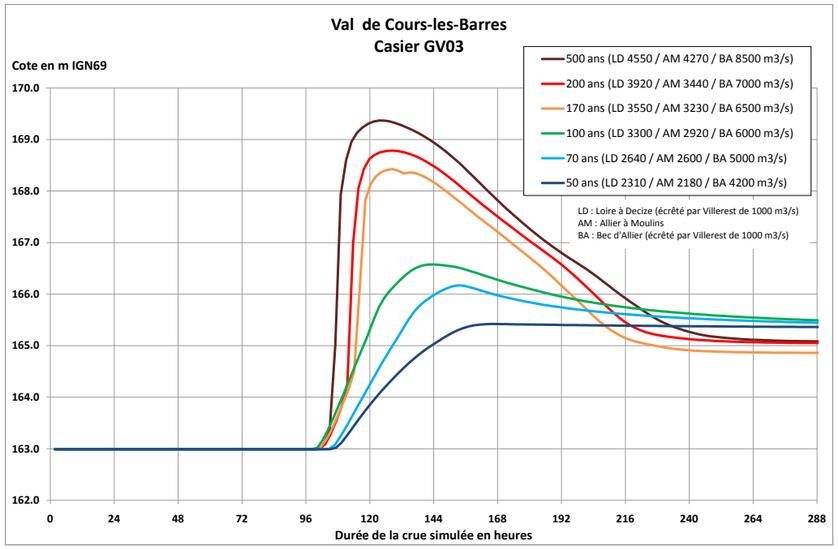






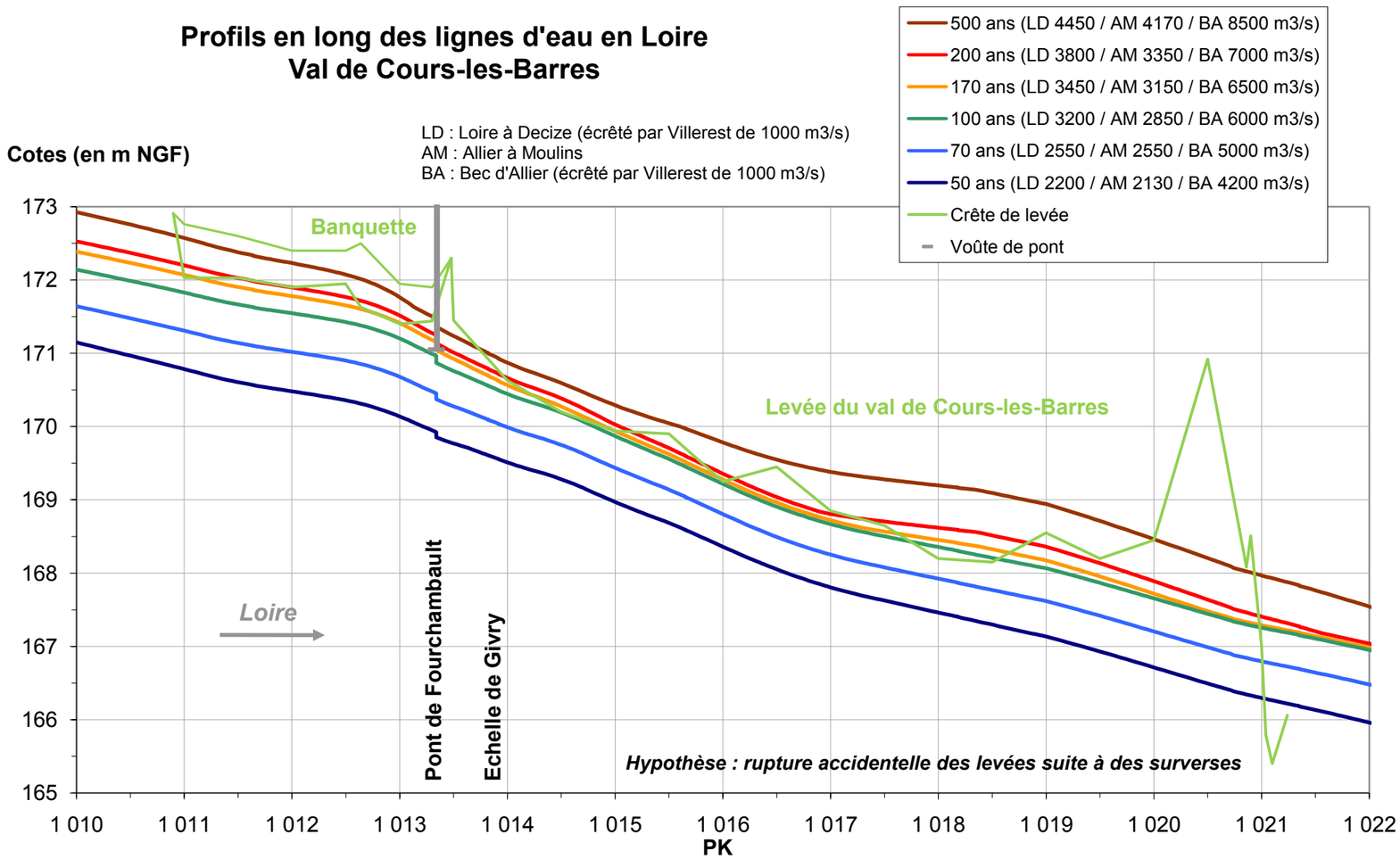
Les débits entrants pris en compte pour les simulations sont écrêtés par le barrage de Villerest de 1000 m^3/s

Les profils en long du val de Cours-les-Barres



Localisation des surverses du val de Cours-les-Barres

La ligne de crête est souvent approchée et même dépassée à partir de la crue T=100 ans. L'ouverture en aval est calée pour des crues inférieures à la décennale.



	50 ans	70 ans	100 ans	170 ans	200 ans	500 ans
Délais d'apparition	35 h	35 h	22 h	22 h	22 h	22 h
Durée de l'inondation	8 j	8 j	8 j	8 j	8 j	8 j
Importance de l'inondation	+de 2,5 m	+de 3,0 m	+de 3,5 m	+de 5,0 m	+de 5,5 m	+de 6,0 m
Temps de montée de crue	2 j	2 j	1,5 j	1 j	1 j	1 j
Durée de décrue	6 j	6 j	6,5 j	7 j	7 j	7 j
Vitesse de montée des eaux	1 m / 16 h	1 m / 10 h	1 m / 7 h	1 m / 1 h	1 m / 1 h	1 m / 1 h

Délais d'apparition = temps entre le dépassement de la cote d'alerte à l'échelle de Givry et le début de débordement

Inondation Fourchambault, Garchizy et Marseilles

Le coteau de Fourchambault voit l'eau monter

Après le pont de pierres de Nevers, les communes situées en rive droite de la Loire ne sont pas protégées par des levées. L'urbanisation s'est implantée majoritairement sur les coteaux, mais les berges ont été aussi urbanisées.

Les maisons proches de la berge, juste après le pont de Fourchambault, sont inondées dès les premières crues avec de fortes vitesses d'écoulement. Il en est de même des parties basses des secteurs d'activités.

Le tablier du pont est atteint dès la crue centennale. Il risque d'être emporté.

Le Riot ne peut s'écouler

Pour Fourchambault, le Riot ne peut s'évacuer. Il inonde les deux côtés de la voie ferrée.

Marseille-lès-Aubigny est rapidement inondé

Les maisons situées entre la Loire et le canal latéral sont inondées dès les premières crues. Les vitesses d'écoulement sont très fortes. L'inondation s'étend par remous de la Loire dans l'Aubois. Cette remontée pourrait aggraver localement l'inondation si l'Aubois était aussi en crue et n'arrivait pas à déboucher correctement en Loire.

Le risque d' inondation sur l' Agglomération de Nevers

Comparaison des résultats avec les crues historiques

Comparaison avec les crues historiques

Sans brèches accidentelles et avec Villerest, l'agglomération est beaucoup mieux défendue

Le rôle du barrage écrêteur de Villerest s'avère important dans la protection de l'agglomération contre les inondations.

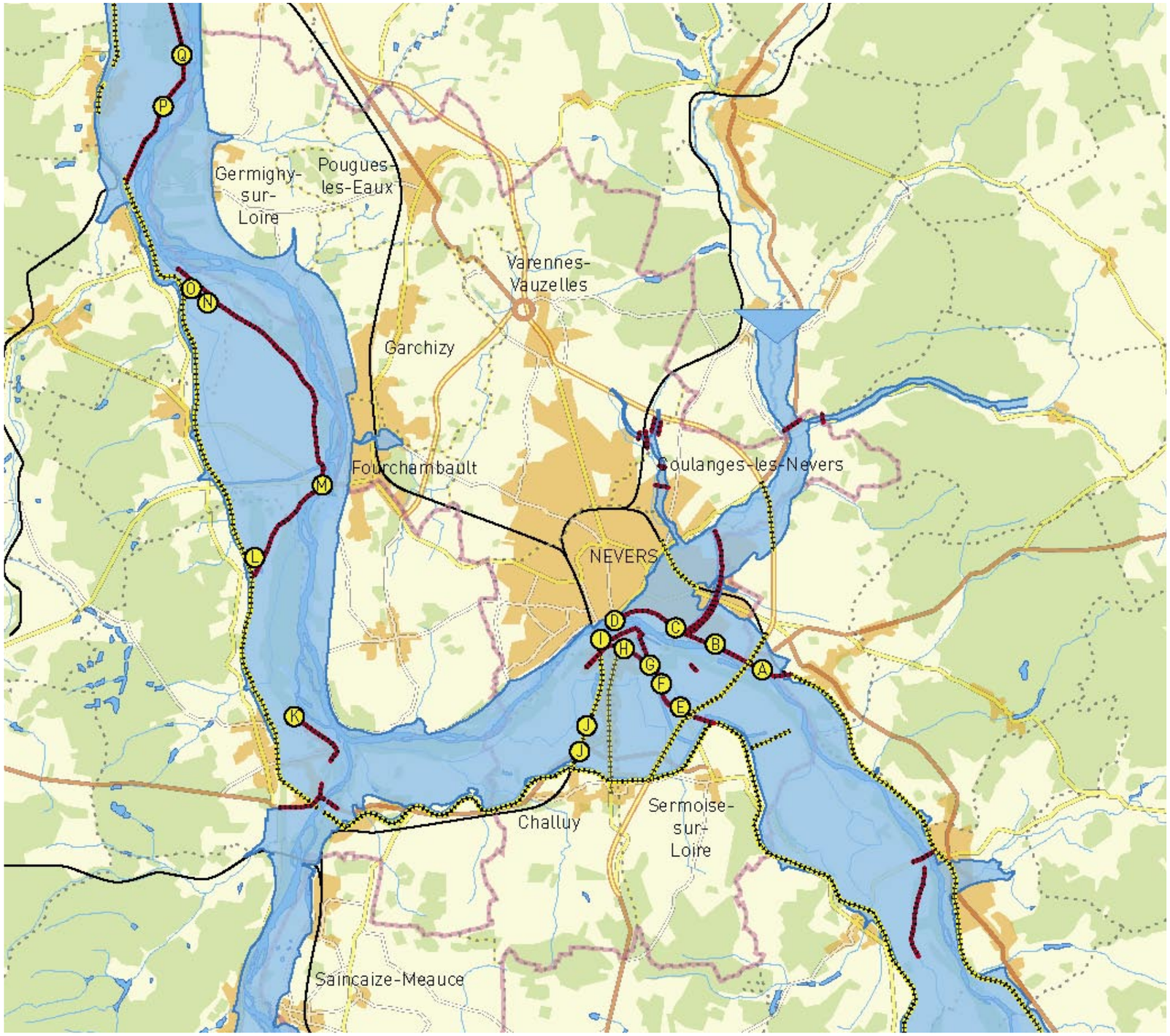
En effet, on constate que les crues historiques du 19ème siècle atteignent approximativement les mêmes niveaux que la crue cinq-centennale simulée par le modèle, alors que leur période de retour est estimée à 200 ans environ à Nevers.

Villerest un ouvrage efficace mais qui, lui aussi, a des limites

Le barrage de Villerest permet d'abaisser la ligne d'eau en Loire au niveau de Nevers de 50 à 80 cm pour une crue forte, par rapport aux crues du 19ème siècle.

Dans les modélisations, il a été retenu un écrêtement de 1000 m^3/s. Le barrage a écrêté la petite crue de novembre 2008 de 1600 m^3/s

Lors des crues historiques du 19ème siècle, des brèches se sont produites dans les levées protégeant l'agglomération de Nevers. Or, dans les 6 scénarios présentés précédemment, il est supposé que les levées ne rompent pas. L'apparition de brèches accidentelles peut modifier ces atteintes. C'est l'objet de l'étude des scénarios de brèches.



Emplacement des brèches lors des crues historiques

Comparaison des crues historiques après le B.A.

La bathymétrie du lit de la Loire a changé

Plus en aval, la surélévation des levées et l'évolution de la morphologie de la Loire, dans ce secteur, ont changé la configuration du lit depuis le passage des crues du 19ème siècle.

Cela signifie que grâce à la surélévation des levées et l'enfoncement du lit, les mêmes débits que ceux des crues historiques du 19ème siècle peuvent aujourd'hui passer à Givry sans entraîner l'ouverture de brèches en amont du val, du moins jusqu'à la crue deux-centennale.

Fosse d'érosion derrière une brèche - val de Beffes

Des enseignements à détailler sur le val de Nevers

Ces résultats sont obtenus sans remontées de nappe et sans déstabilisations accidentelles des levées.

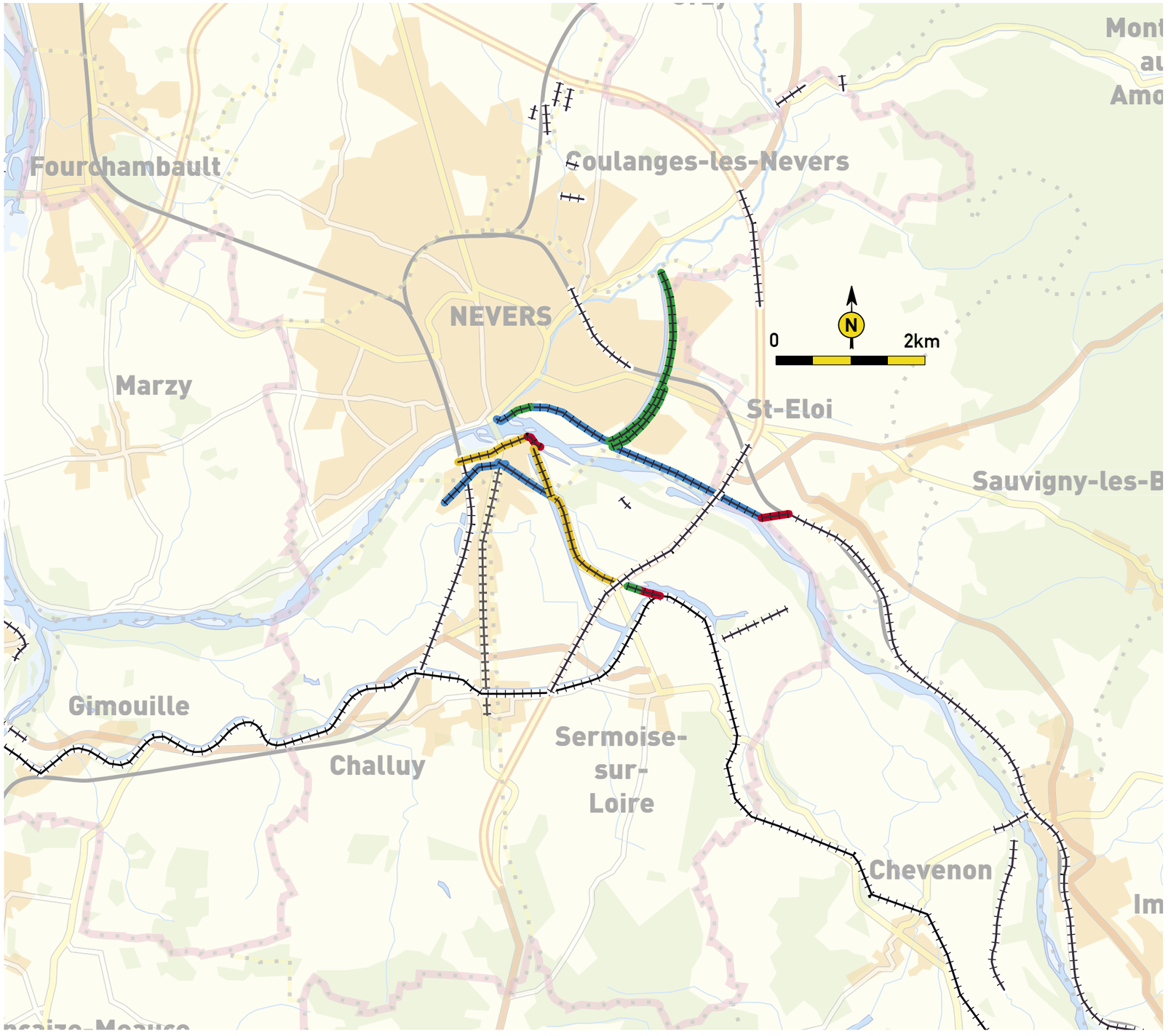
Pour le val de Nevers, la modélisation détaillée 2D confirme ces résultats. Les travaux réalisés sur les digues de la rive droite, à l'exception de la levée de la Maison Rouge, rassurent fortement sur la solidité des levées. L'état des ouvrages en rive gauche inquiéte les techniciens.

Il faut donc, aussi, faire des modélisations pour le val de Nevers avec l'ouverture décidée de brèches accidentelles.

Pour les vals à partir du Bec d'Allier, la différence de risque n'est pas très marquée dans la mesure où ils sont déja pour partie en eau.

Risque de brèche
lié à l'état des levées

- très élevé
- élevé
- moyen
- faible



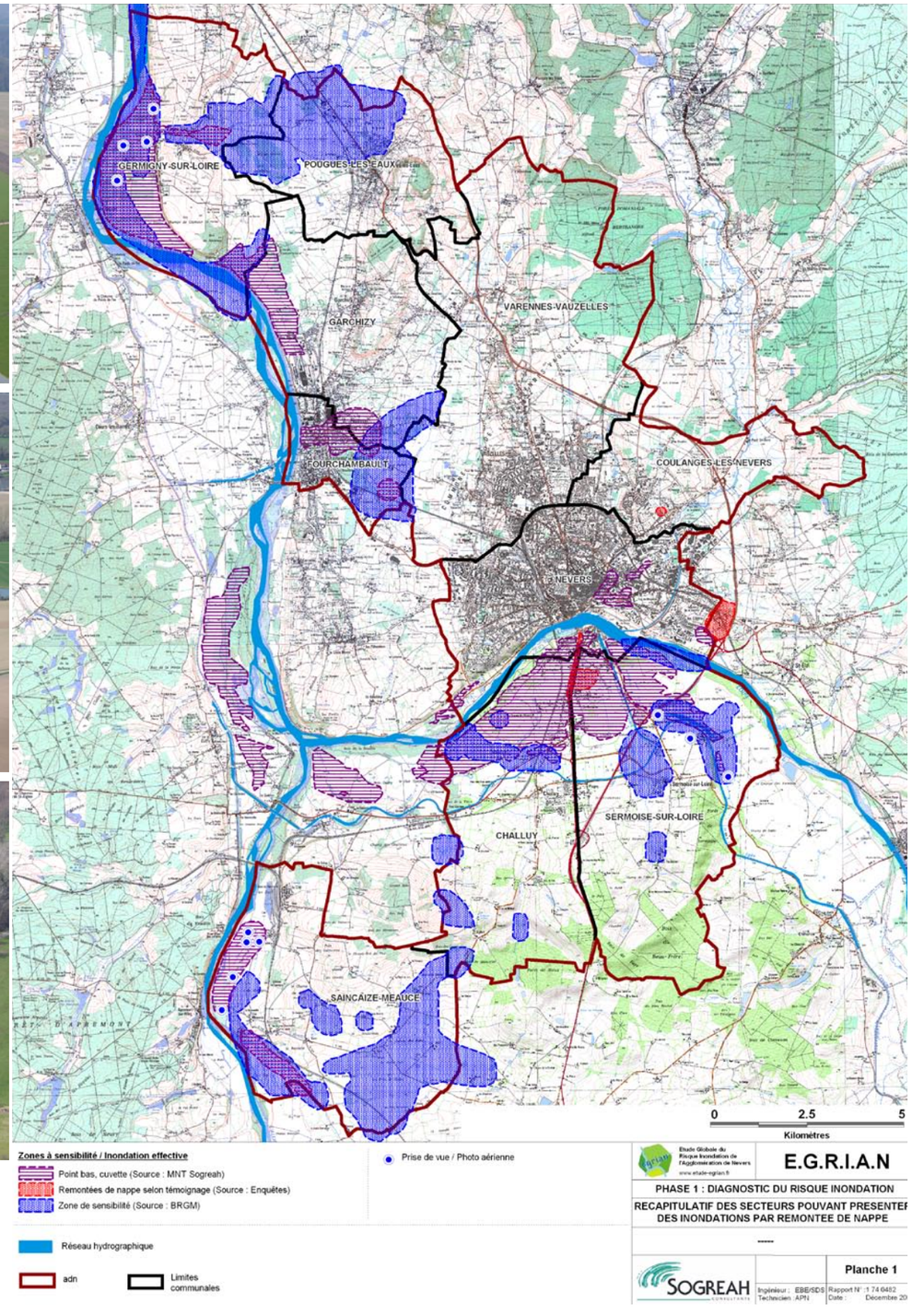
Le risque de remontée de nappes sur l’adn

Les zones sensibles présentent des altitudes très proches de celles des cours d’eau.

Les secteurs à risque sont situés en bordure du réseau de la Loire, de l’Allier et de la Nièvre, mais aussi des autres cours d’eau affluents de taille plus modeste. On observe une forte concomitance entre la répartition de l’hydrographie locale et la carte des sensibilités établie par le BRGM qui repose sur des mesures des niveaux des nappes.

Des cuvettes peu perméables sont aussi sensibles

Des dépressions topographiques (exemple : faubourg de la Baratte), sont aussi susceptibles d’être inondées par remontée de nappe.

Les principaux secteurs à enjeux identifiés sont :

- Le quartier de la Baratte, Nevers.
- Le faubourg de Lyon, Sermoise.
- Le méandre de la Loire, lieu-dit la Saulaie, Germigny.