



# Etude globale du Risque Inondation sur l'Agglomération de Nevers

## Synthèse de la 1ère phase Diagnostic - Modélisation

Décembre 2010



Crue de Novembre 2008

### L'Agglomération de Nevers : un territoire vulnérable aux inondations

La Communauté d'Agglomération de Nevers est traversée par la Loire, l'Allier et la Nièvre. Le fleuve et ses affluents comptent parmi les cours d'eau les plus importants de France. Ils ont façonné les paysages et représentent une richesse incomparable. Cette richesse a sa contrepartie.

Selon une survenance imprévisible, nos rivières peuvent sortir de leur lit pour reprendre possession des espaces que l'homme a apprivoisés au fil du temps, et dans lesquels il s'est installé, oubliant la menace.

L'histoire est là pour nous le rappeler. Des événements d'une force comparable aux crues du XIX<sup>ème</sup> siècle se reproduiront. C'est la raison pour laquelle j'ai voulu, avec les élus de l'adn et nos partenaires, la réalisation de l'Étude Globale du Risque Inondation sur l'Agglomération de Nevers : EGRIAN.



Didier Boulaud,  
Président de l'adn,  
Sénateur.



« Proposer une stratégie  
globale et cohérente de  
réduction du risque d'inondation »

Des communes de l'Agglomération de Nevers sont sous la menace des eaux lorsque la Loire, l'Allier, la Nièvre et de petits affluents débordent.

Les crues de décembre 2003 et novembre 2008 ont remis en mémoire les grandes crues du XIX<sup>ème</sup> siècle. C'est dans cette démarche d'ensemble et de cohérence que s'inscrit l'Étude Globale du Risque Inondation, EGRIAN, lancée début 2007 par la Communauté d'Agglomération de Nevers.

Les objectifs à atteindre portent sur :

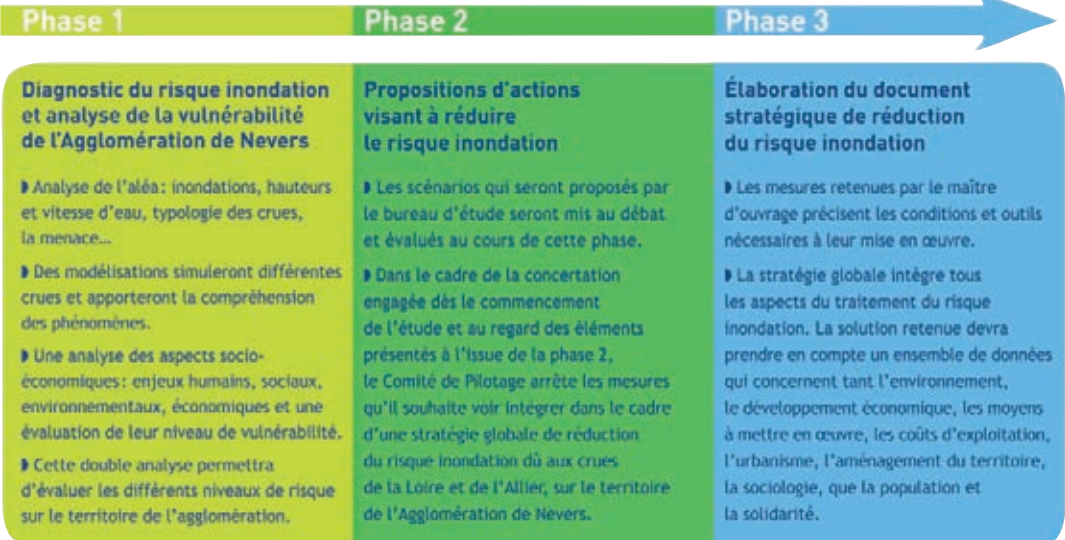
- La réduction du risque inondation et de la vulnérabilité.
- La réduction des dommages consécutifs à la crue.
- Le recueil d'informations et de critères permettant d'aider les décideurs dans leurs choix et dans la gestion de crise.
- L'inscription de l'étude dans un contexte d'aménagement durable du territoire.

Janvier 2007

Décembre 2009

Mai 2011

Décembre 2011



# Les grandes crues de la Loire

## Les Ligériens ont toujours tenté de se protéger des crues

### Tertres, remblais, turcies, levées...

Tous ces ouvrages implantés dans les lits, majeur ou mineur, avaient des objectifs d'intérêt général : limiter les inondations, protéger les cultures, aider au développement économique, protéger une urbanisation souvent implantée en zone inondable...

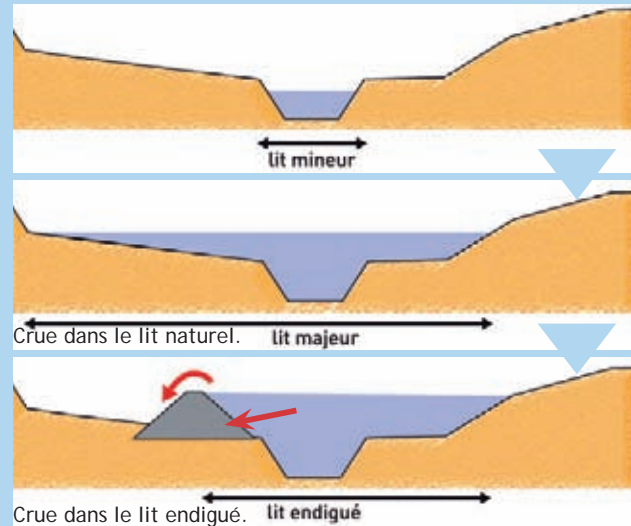
Un constat persiste, les rivières tentent toujours de reprendre possession de leur lit majeur en ouvrant au besoin des brèches dans les ouvrages de protection.

Lors des très fortes crues du XIX<sup>ème</sup> siècle, la Loire n'a pas respecté les limites que les Ligériens voulaient lui imposer.

Ces événements reviendront. Les riverains doivent les anticiper et s'y préparer.

### La levée génère le risque de brèche

Pour une même crue, la levée provoque une élévation des eaux, une accélération de la vitesse, et conduit au risque de surverse au-dessus de la levée ou d'érosion en pied d'ouvrage.



# 1600

28 novembre 1628

La levée de St-Antoine construite en 1606 est rompue en 2 ou 3 endroits.



# 1700

17 janvier 1789

Le val de Sermoise subit une forte débâcle de glace. Le chemin de halage est impraticable et les blocs de glace créent de larges brèches. En rive gauche à l'aval du pont, une brèche dans la levée de la Bonne Dame.



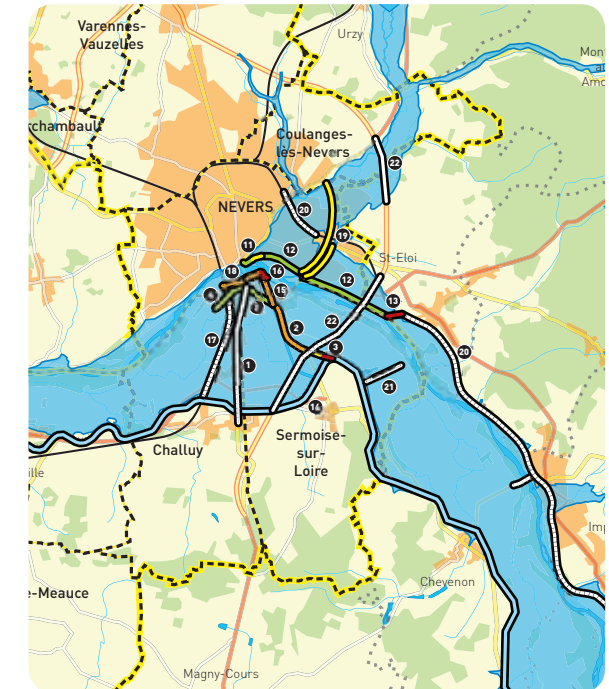
13 novembre 1790

La crue atteint 5,80 m à la Jonction. Le pont de Loire est détruit. Le bas Nevers est inondé. Plusieurs brèches s'ouvrent dans la levée de Sermoise.



- Risque de brèche lié à l'état des levées
- très élevé
  - élevé
  - moyen
  - faible
- Autres levées non répertoriées
- Canal latéral à la Loire
  - Levée ou remblai divers
  - Remblai SNCF

- Levées ou remblais par ordre chronologique d'édification
- 1 de Saint-Antoine
  - 2 de Sermoise
  - 3 de la Bonne Femme
  - 4 de Gimouille
  - 5 du Guétin
  - 6 du Bec d'Allier
  - 7 de Joigneaux
  - 8 de la Môle
  - 9 du Poids-de-Fer
  - 10 de la Sourive
  - 11 de Médine
  - 12 de Saint-Eloi
  - 13 de Maison-Rouge
  - 14 Canal latéral à la Loire
  - 15 du canal de Jonction
  - 16 de la Blanchisserie
  - 17 SNCF
  - 18 de la Bonne Dame
  - 19 du canal de dérivation de la Nièvre
  - 20 SNCF
  - 21 de la ligne des Américains
  - 22 de l'A77





# Les grandes crues de la Loire



31 mai 1856

La crue atteint 6,13 m à la Jonction et ouvre 2 brèches dans la levée de Sermoise. La levée de Gimouille est rompue sur 300 m et la Bonne Dame sur 200 m. Le pont SNCF, sur la route de Bourges, est emporté.

1800

19 octobre 1907

La dernière forte crue à Nevers : 5,34 m à la Jonction. La Nièvre déborde et la RN 7 est coupée par les eaux. Tout résiste. On autorise les constructions en rive droite.

1900



2000

19 octobre 1846

La plus forte crue du XIX<sup>e</sup> siècle : 6,30 m à la Jonction. La levée de St-Éloi est submergée : 4 brèches. 5 brèches dans la levée de Sermoise. Le pont de Fourchambault est menacé.

27 septembre 1866

La plus haute crue sur Nevers : 6,36 m à la Jonction. 2 brèches dans la levée de St-Éloi, 1 brèche dans la levée de Sermoise et 1 dans la levée de la Bonne Dame. Une partie de la voie ferrée s'effondre.



Les crues récentes de décembre 2003 et de novembre 2008 ne sont que des piqûres de rappel des grandes crues.

## L'adn possède un système complexe de protection contre les inondations

### En rive gauche

#### Des levées continues protègent la rive gauche

En rive gauche de la Loire, la levée de Sermoise protège le quartier St-Antoine des expansions de crue depuis la Loire. L'ouvrage est doublé au nord par la levée du canal de la Jonction, la levée de la Blanchisserie, la levée du Plateau de la Bonne Dame et la levée de Gimouille. Sans rupture des ouvrages, l'inondation par remous traverse le remblai SNCF en utilisant le ruisseau de Peully et les différents ouvrages hydrauliques existants.

#### En aval du Bec d'Allier, des protections asymétriques

En aval du Bec d'Allier, des levées protègent, en rive gauche, la plaine inondable (les vals), alors qu'en rive droite, ce sont les coteaux qui limitent l'extension des crues. En rive droite, le risque est alors celui de la vitesse des flots.

### En rive droite

#### En rive droite, des levées protègent les quartiers

En rive droite de la Loire, en amont du canal de la Nièvre, une première série de levées protègent les quartiers de la Baratte et des Courlis en longeant la Loire. De chaque côté du canal de la Nièvre, d'autres ouvrages contiennent les remontées de la Loire et les apports de la Nièvre.

Une seconde série protège le faubourg de Mouësse et la partie basse du centre-ville de Nevers en longeant la Nièvre et la Loire rive droite jusqu'au pont de Loire.

#### Le bouclage des levées isole de la crue

Ces levées se ferment sur les coteaux empêchant les remontées d'eau par l'aval. Elles protègent les quartiers sauf en cas de rupture d'ouvrage ou de remontées de nappes.

Lors des fortes crues de la Loire, les eaux du canal de la Nièvre s'évacuent difficilement. Leurs eaux inondent alors l'amont de la zone industrielle de St-Eloi.

## Les crues de 2003 et 2008 auraient pu provoquer plus de dommages

### Les transports et l'alimentation en eau potable

Ces réseaux peuvent être perturbés par les inondations, et même cesser de fonctionner temporairement. Les effets indirects de la crue peuvent se répercuter sur les habitants et sur les activités placés en dehors des zones inondables. Suite à l'extension de l'urbanisation dans la vallée de la Loire sur Nevers, les dommages liés aux inondations, en cas de forte crue, seraient très importants. L'agglomération de Nevers serait donc dans une situation très difficile.

### Une crue majeure de la Loire constitue la 3<sup>ème</sup> catastrophe naturelle en France

# Hydrologie de la Loire

## La spécificité du territoire adn c'est la confluence de la Loire et de l'Allier

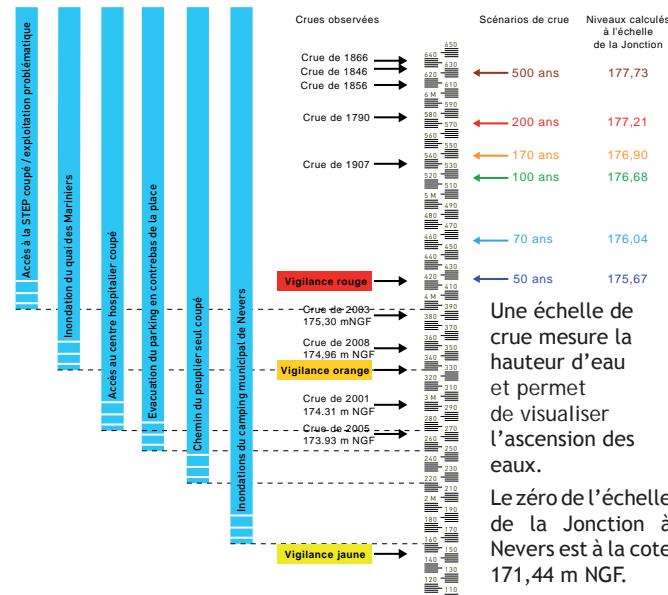
En cas de concomitance de crues sur les deux rivières, la situation est très fortement aggravée au Bec d'Allier et en aval du territoire de l'adn, en particulier sur le département du Cher.

L'Allier en crue limite l'évacuation des eaux de la Loire, ce qui peut augmenter les débordements en amont de la confluence sur la Loire.



Le Bec d'Allier

## Atteintes prévisibles à l'échelle de la Jonction à Nevers



Les modèles calculent les hauteurs qui seraient atteintes selon la force de la crue. Pour EGRIAN, à l'échelle de la Jonction, les observations mesurées et celles calculées par rapport à des périodes de retour statistiques avec l'action du barrage de Villerest ont été reportées sur l'échelle ci-dessus.

## Comprendre les crues, tester les aménagements

L'exploitation des modélisations EGRIAN a pour objectif de bien comprendre et de quantifier les phénomènes hydrauliques des crues et de tester des hypothèses de manque d'efficacité des ouvrages suite à des surverses ou à des brèches. En deuxième étape, des scénarios d'aménagement de protections différentes ou supplémentaires, sont à mettre en œuvre et à tester.

Ces tests sont calculés selon une importance variable des crues caractérisées par six périodes de retour : T = 50 ans, T = 70 ans, T = 100 ans, T = 170 ans, T = 200 ans et T = 500 ans.

## La formation des crues de la Loire

Les crues de la Loire peuvent être regroupées en trois familles : les crues océaniques, les crues cévenoles et les crues mixtes.

Les deux premières peuvent être fortes mais sur l'adn, ce sont les crues mixtes qui peuvent être catastrophiques. Elles le sont d'autant plus si elles sont précédées d'épisodes pluvieux importants qui saturent les sols en eau.



Une exploitation agricole lors de la crue de novembre 2008

## Le barrage de Villerest : un aménagement au service de la réduction des crues

Le barrage de Villerest, en amont de Roanne, est le dernier grand barrage français construit. Il a été mis en eau en 1984.

L'ouvrage est géré par l'Établissement Public Loire, avec pour objectifs d'écarter les crues de la Loire et de soutenir les étiages. Il a fait ses preuves en 2003 et en 2008.

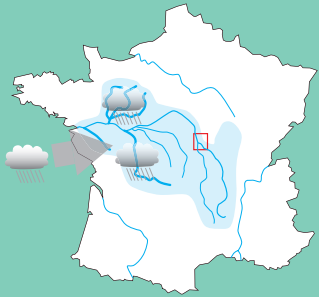


Octobre 1907 Sans barrage - Débit à Nevers : 3 400 m<sup>3</sup>/s.



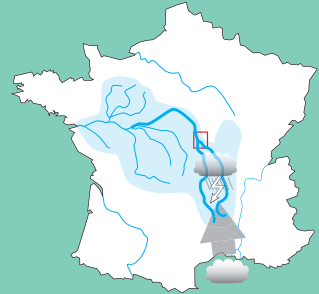
Décembre 2003 Écrêtement par Villerest : 1 300 m<sup>3</sup>/s - Débit à Nevers : 2 180 m<sup>3</sup>/s.





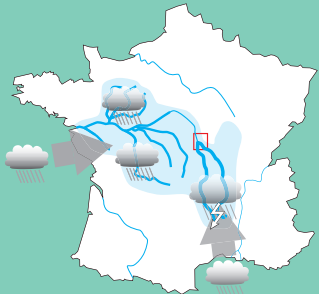
## Les crues océaniques

Elles sont dues à de longues périodes de précipitations provoquées par des fronts pluvieux océaniques.



## Les crues cévenoles

Elles résultent de puissantes précipitations orageuses d'origine méditerranéenne.



## Les crues mixtes

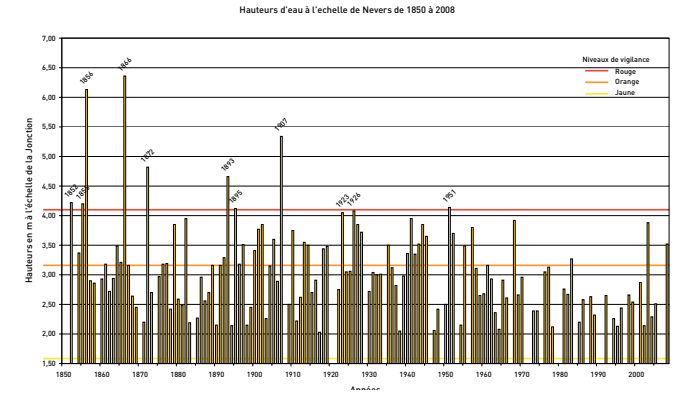
Elles proviennent de la conjonction des deux événements, océanique et cévenol.

## La montée des eaux sur l'adn de 1850 à 2008

Les fortes crues sur l'adn sont fréquentes. En 1907, 1968, 1983... elles ont été très fortes. Plus récemment, les crues de 2003 et 2008 sont des piqûres de rappel qui nous montrent que les crues dommageables sont toujours possibles. Il faut aussi savoir que lors de ces crues, le barrage de Villerest a joué un rôle protecteur très important.

1846, 1856 et 1866 sont les grandes crues historiques du XIX<sup>ème</sup> siècle. Les 140 dernières années ont vu des crues plus faibles.

L'histogramme ci-contre matérialise une courbe représentant des faibles crues dans les années 1970-2000 ce qui explique, peut-être, la croyance dans le non retour des grandes crues.



Période de retour	Loire à Decize		Q <sub>Nievre à Pont St-Ours</sub>	Loire à Nevers		Q <sub>Allier à Moulins</sub>	Q au Bec d'Allier	
	naturel	avec Villerest		naturel	avec Villerest		naturel	avec Villerest
50 ans	3 200	2 200	103	3 300	2 300	2 130	5 200	4 200
70 ans	3 550	2 550	103	3 620	2 620	2 550	6 000	5 000
100 ans	4 200	3 200	103	4 280	3 280	2 850	7 000	6 000
170 ans	4 450	3 450	103	4 500	3 500	3 150	7 500	6 500
200 ans	4 800	3 800	103	4 870	3 870	3 350	8 000	7 000
500 ans	5 450	4 450	103	5 500	4 500	4 170	9 500	8 500

Q représente le débit du cours d'eau au point indiqué

## Les débits de pointe pris en compte pour 6 crues de référence

Sur la Loire, le barrage de Villerest contrôle le débit du fleuve. Il écrête les crues efficacement. Pour l'étude, une valeur d'écrêtement crédible de 1 000 m<sup>3</sup>/s a été retenue, quelle que soit la force de la crue.

Les débits de ces crues de référence alimentent en eau les modèles pour visualiser les inondations liées à ces crues. Pour EGRIAN, ces débits sont injectés sur la Loire à Decize et sur l'Allier à Moulins.



Novembre 2008  
Écrêtement par Villerest : 1 600 m<sup>3</sup>/s - Débit à Nevers : 1 660 m<sup>3</sup>/s.



Le barrage de Villerest lors de la crue de 2003

## La gestion du barrage de Villerest

Le débit sortant est contrôlé en ouvrant plus ou moins les vannes du barrage en fonction des débits à l'entrée de la retenue. Ainsi, au plus fort de la crue, le débit sortant est inférieur au débit entrant, ce qui atténue les quantités d'eau qui auraient été écoulées à l'aval sans son action.

## Une maquette globale : le modèle 1D hydratec

### 200 km de rivières ont été modélisés

Le modèle 1D va, en amont, de Decize sur la Loire et Moulins sur l'Allier jusqu'à St-Satur en aval.

Le périmètre modélisé comprend 28 biefs soit plus de 200 km de cours d'eau :

- 38 km de la Loire de Decize au Bec d'Allier,
- 55 km de la Loire du Bec d'Allier à St-Satur,
- 60 km de l'Allier de Moulins au Bec d'Allier,
- 10 km de la Nièvre et son canal de dérivation de Pont-St-Ours à la Loire,
- 39 km de ruisseaux affluents rives droite et gauche.

### Le modèle est cohérent avec les études antérieures

Le modèle EGRIAN est relié au modèle Loire Moyenne qui couvre le fleuve du Bec d'Allier aux Ponts-de-Cé. Il est aussi possible d'évaluer les impacts des aménagements proposés sur l'adn en aval de St-Satur.

### Les emprises d'écoulement

Le modèle 1D a pris en compte la Loire limitée par ses coteaux avec ses levées, ses affluents, les ruisseaux ou thalwegs de drainage dans les vals, les terrains situés dans le prolongement du déversoir du Guétin et tous les espaces dans lesquels peuvent arriver des remontées d'eau de l'aval vers l'amont.

### 41 casiers ont été modélisés

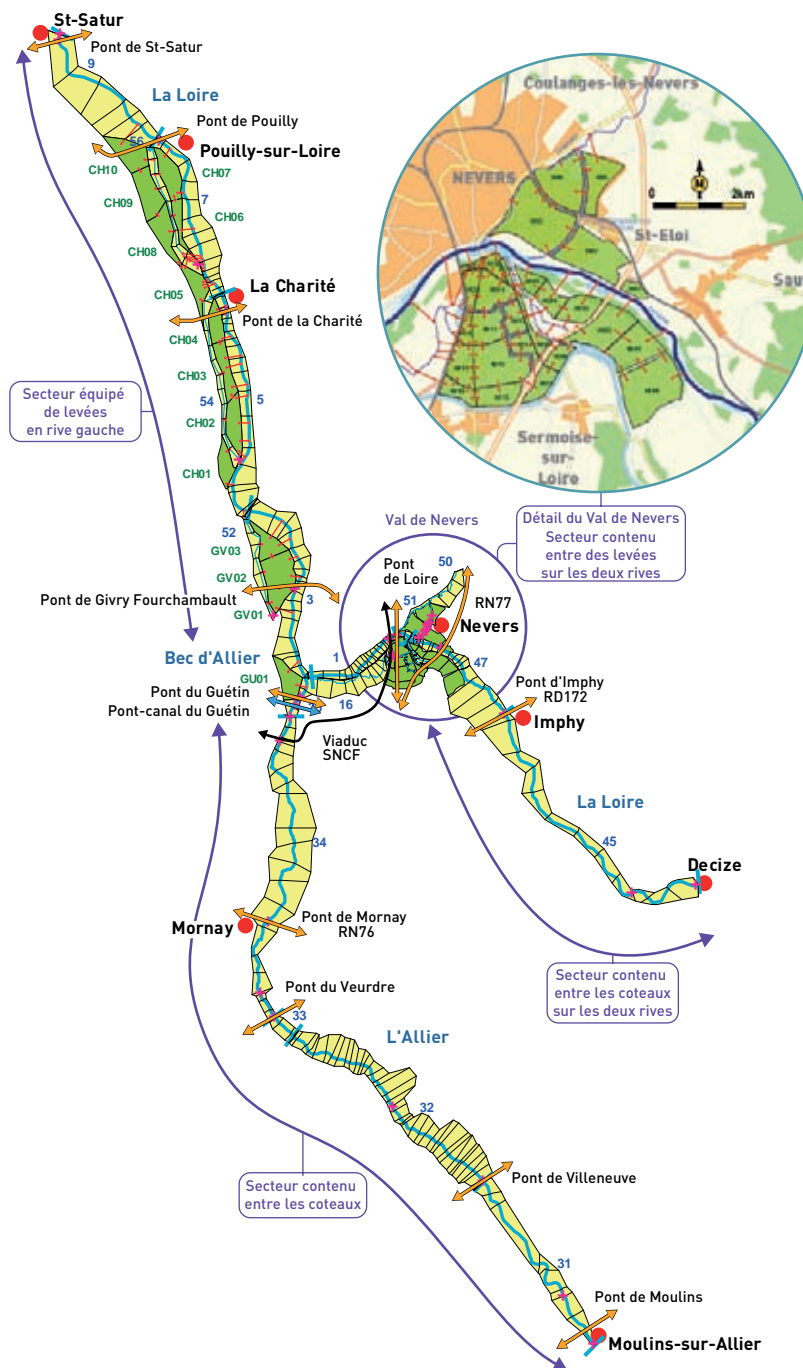
27 casiers structurent le modèle dans l'adn : 5 en rive droite et 22 en rive gauche.

Les vals de la Loire situés en rive gauche, en aval du Bec d'Allier sont protégés par des levées. Ils matérialisent 14 casiers.



Le pont-canal du Guétin sur l'Allier

# La compréhension de l'écoulement des



## Les deux modèles sont complémentaires

En fonction des objectifs recherchés (impacts géographiques et dimensions ou finesse et quantification), les modélisations ne sont pas les mêmes. Pour EGRIAN, deux maquettes numériques complémentaires ont été réalisées.

## Résultats

Le logiciel 1D HYDRARIV, utilisé dans le cadre d'EGRIAN, restitue, pour chaque profil en travers du filaire et à chaque instant de la crue simulée, les évolutions au cours du temps de la hauteur d'eau, de la vitesse moyenne de l'écoulement et du débit.

Pour chaque casier, le logiciel calcule la hauteur d'eau au cours du temps, ainsi que le volume d'eau stocké. Le modèle se rattache au modèle Loire Moyenne dont il reprend l'hydrologie.



La Loire en face de St-Eloi (casier NE00, NE01, NE02)



# crues par des maquettes numériques

La première, dite 1D, a pour objectif d'évaluer l'impact des crues sur un territoire large allant de Decize et Moulins, en amont, à St-Satur, en aval.

La seconde modélisation, dite 2D, est construite pour être plus détaillée de façon à permettre une meilleure évaluation des impacts sur un espace plus restreint et de mieux adapter les propositions d'aménagements pour un territoire sensible.

## attendus

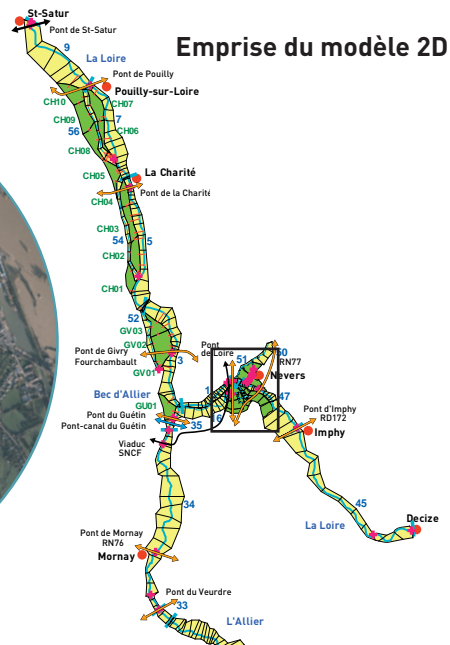
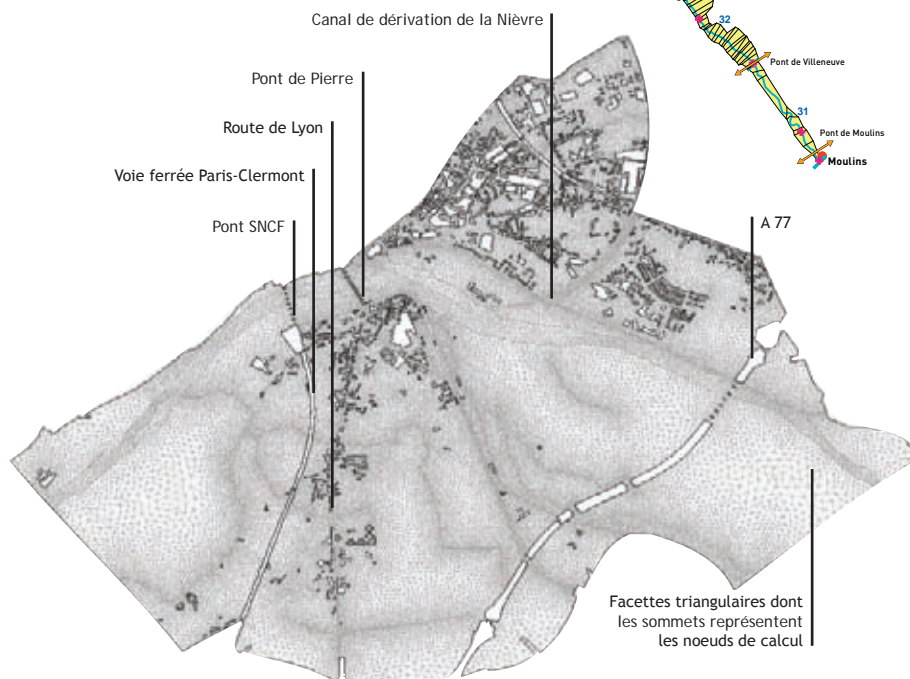
Le modèle hydraulique 2D TELEMAC utilisé dans EGRIAN restitue, en chacun de ces points de calcul et à chaque instant de la crue simulée, les évolutions au cours du temps de la hauteur d'eau et de la vitesse de l'écoulement (intensité et direction) ainsi que les durées de submersion.

Les résultats de la modélisation 2D EGRIAN se traduisent par une très grande précision dans la caractérisation de l'aléa dans les zones à fort enjeu que constituent les secteurs endigués de Nevers.

Sur le val de Nevers, la modélisation détaillée 2D, comme la modélisation globale 1D, calculent les impacts des scénarios des aménagements destinés à réduire les aléas inondation. Il est donc possible d'évaluer et de quantifier l'intérêt de chaque proposition d'aménagement ou des combinaisons d'aménagements.



La crue de décembre 2003.



## Une maquette détaillée : le modèle 2D sogreah

### Territoire modelisé en 2D

Le modèle porte exclusivement sur le val de Nevers en rives droite et gauche. Il est limité en amont au Crot de Savigny et en aval au champ de tir de Challuy, après la ligne SNCF. C'est un secteur à forts enjeux urbains.

### Caractéristiques du modèle 2D

Les profils des levées de la Loire et des infrastructures en remblai sont décrits par au moins 4 points de calcul. Chaque section du lit mineur de la Loire est représentée par des profils d'au moins 12 points de calcul. Les profils du canal de la Nièvre sont, quant à eux, représentés par au moins 5 points.

Pour prendre en compte tous les détails topographiques, la modélisation 2D utilise un maillage composé de facettes triangulaires de tailles et de formes variables. Des valeurs ont été retenues pour la taille des mailles :

- 5 à 10 m sous les ponts.
- 15 à 20 m sur les levées et les infrastructures en remblai.
- 20 m sur les ruisseaux drainant la plaine.
- 25 m dans les zones urbaines denses.
- 30 à 35 m sur le canal de dérivation et les bras secondaires de la Loire.
- 40 m sur la Loire.

Le maillage du val de Nevers compte 84 975 éléments triangulaires et 46 042 noeuds de calcul.

En chacun de ces noeuds, le modèle calcule les évolutions au cours du temps de la hauteur d'eau et de la vitesse des écoulements (intensité et direction du courant).

### Le modèle 2D EGRIAN est lié au modèle 1D

C'est le modèle 1D qui donne les caractéristiques d'entrée et de sortie des eaux pour le modèle 2D.

Sur le val de Nevers, en rive droite et en rive gauche, les modélisations 1D et 2D ont été menées simultanément. Les résultats sont cohérents et se complètent exactement, avec cependant une précision plus grande pour le modèle 2D. En effet, en raison du remplacement des casiers homogènes par une triangulation et des noeuds de calcul individualisés, le modèle 2D est beaucoup plus détaillé.

# Les enseignements des modèles



Trace de brèche par surverse, en aval du Bec d'Allier, rive gauche

## Les résultats obtenus sans prise en compte de l'état des levées

Les modélisations démontrent que les crêtes des ouvrages de protection en amont du Bec d'Allier restent au-dessus des plus hautes eaux calculées.

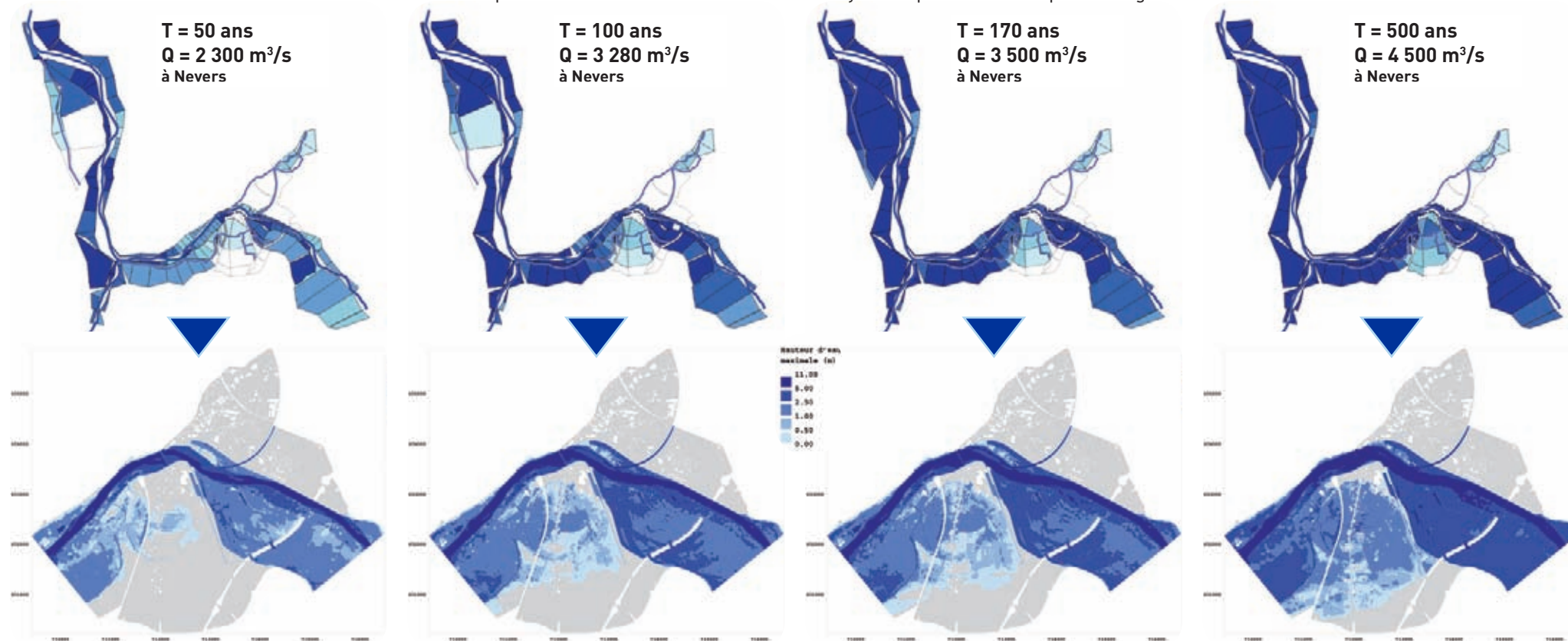
En revanche, en aval du Bec, nos voisins du Cher ont, à la fois, le déversoir du Guétin qui fonctionne dès la crue de période de retour  $T = 50$  ans et l'ouverture de brèches dues à des surverses dans le val de Cours-les-Barres.

En rive droite, la Nièvre inonde sa plaine par débordement de ses eaux retenues par le remous de la Loire dans le canal.

En rive gauche, les débordements de la Loire sur la plaine remontent dans le val endigué en utilisant les passages sous les voies SNCF dont celui du ruisseau de Peully. Pour les crues très fortes, un risque de submersion du canal de l'embranchement est présent par le remous de la Loire.

Les communes de Fourchambault, de Garchizy et de Germigny-sur-Loire sont directement touchées par la montée des eaux sur leurs berges et, pour Fourchambault, par le Riot qui ne peut plus s'évacuer.

Les débits indiqués sont relevés à Nevers avec un écrêtement systématique de  $1\,000\text{ m}^3/\text{s}$  par le barrage de Villerest





## Brèche sur le Petit Rhône



## Les résultats obtenus avec prise en compte de l'état des levées

Brèche à Aimargues lors de la crue du Petit Rhône en septembre 2002. Crédit photo : mairie d'Aimargues.

Quatre scénarios ont été construits pour tester ce qui se passerait dans le val de Nevers si des brèches s'ouvraient accidentellement sur 100 m de large dans les levées pour des niveaux d'eau considérés comme pouvant destabiliser les levées.

Les brèches considérées induisent des inondations subites et violentes sur d'importantes zones à plus ou moins forts enjeux. Les calculs montrent que la montée des eaux dans certains vals peut ainsi atteindre 1 m, voire 2 m en 1 heure. La vitesse d'écoulement est, quant à elle, de l'ordre de 1 m/s. Les hauteurs d'inondation sont supérieures à 2 m.

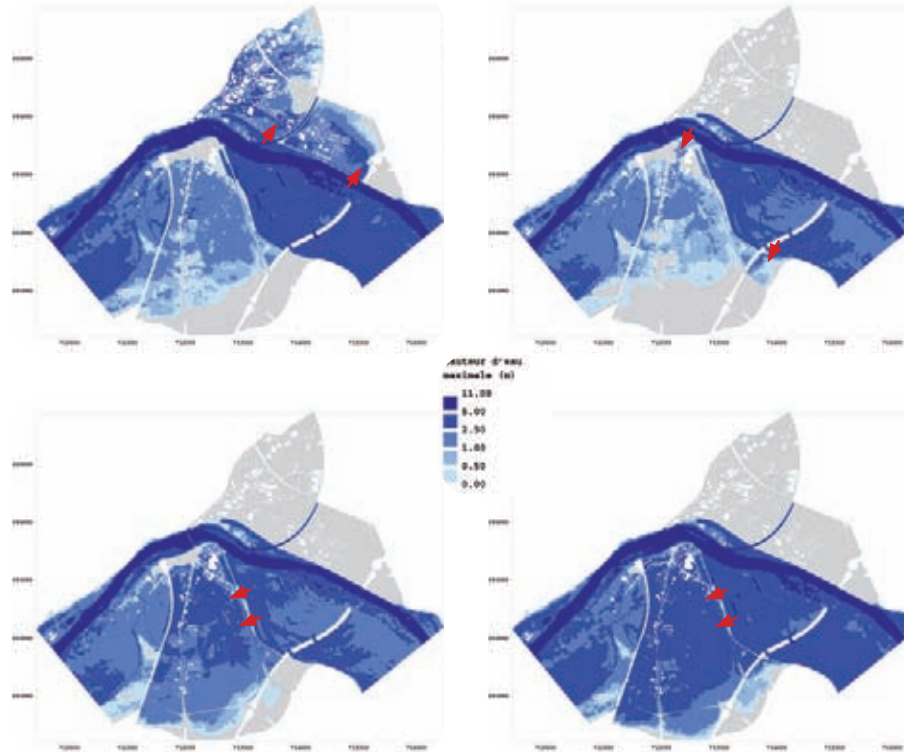
### Scénario A :

En rive droite, le scénario retient la création de deux brèches dans la levée de St-Eloi, l'une en aval de la déviation de Nevers, et l'autre en aval du canal de la Nièvre pour une crue T = 500 ans avec 4 500 m<sup>3</sup>/s. Les hauteurs d'eau sont de 1,50 à 3 m, les vitesses d'eau sont moyennes et l'inondation dure de 5 à 6 jours. La rive droite se remplit sans pouvoir évacuer les eaux de la crue. Le val n'est pas inondé sans brèche.

### Scénario B :

En rive gauche, le scénario retient deux brèches dans la levée de Sermoise pour une crue T = 170 ans avec 3 500 m<sup>3</sup>/s. Les hauteurs d'eau sont de 1,5 à 3 m, voire 4 m dans les vals de St-Antoine et des Brouères. Les vitesses d'eau en dehors des secteurs des brèches restent faibles et les terrains sont inondés entre 2 et 6 jours. L'inondation avec brèches est de 2 m plus haute que sans brèche. Le talus SNCF bloque les eaux dans le val du côté de Sermoise.

Les débits pris en compte à Nevers sont écrêtés de 1 000 m<sup>3</sup>/s par le barrage de Villerest



### Scénario C :

En rive gauche, le scénario retient une brèche dans la levée de la Blanchisserie et une brèche dans la levée de la Bonne Femme. Elles s'ouvrent pour une crue T = 170 ans avec 3 500 m<sup>3</sup>/s. Les hauteurs d'eau sont comprises entre 0,5 et 2,5 m dans les vals de la Bonne Femme et de la Jonction qui n'étaient pas inondés lors des simulations sans brèches. Les vitesses restent faibles et l'inondation dure de 4 à 5 jours. Les hauteurs d'eau sont les mêmes que dans les scénarios sans brèche en dehors des vals qui n'étaient pas inondés.

### Scénario D :

En rive gauche, le scénario retient deux brèches. Elles s'ouvrent dans la levée de Sermoise pour une crue T = 500 ans avec 4 500 m<sup>3</sup>/s. Le canal de l'Embranchement est submergé. Les hauteurs d'eau sont de 2 à 4 m, voire 5 m. Les vitesses en dehors des brèches sont moyennes mais elles peuvent atteindre 2 m/s à proximité des brèches. L'inondation dure de 3 à 6 jours. Comme pour le scénario B, le talus SNCF limite le retour des eaux en Loire. L'inondation avec brèches est 3 m plus haute que sans brèche.

# Enjeux et vulnérabilités

## L'aléa, l'enjeu, la vulnérabilité et le risque

### 1 L'aléa

L'aléa désigne un phénomène naturel dont on évalue l'occurrence, c'est à dire la probabilité de se produire pour une durée donnée, en fonction de son intensité.

### 2 L'enjeu

Les enjeux représentent les personnes, les biens, les activités, les moyens de communication, le patrimoine... susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel.

### 3 La vulnérabilité des enjeux

La vulnérabilité des enjeux représente leur sensibilité aux dommages potentiels.

### 1 X 2 X 3 = Le risque

Le risque est le résultat du croisement de l'aléa et de la vulnérabilité des enjeux.

Le risque est d'autant plus élevé que l'inondation est plus forte et que les enjeux sont importants.



La zone d'activité de Fourchambault



Le quartier des Bords de Loire et le faubourg du Mouësse

## Identifier les enjeux, recenser leurs vulnérabilités

### De l'utilité de recenser les enjeux

Croisés avec la cartographie des inondations issue des modèles et des PPRI, le recensement des enjeux puis l'analyse de leur vulnérabilité permettent d'évaluer le risque inondation.

Il est ainsi possible de déterminer l'intérêt des propositions d'aménagement capables de réduire l'impact des crues.

### Le recensement des enjeux relève de l'occupation des sols en zone inondable

Pour mieux évaluer les sensibilités et les impacts des inondations, il faut déterminer la vulnérabilité des enjeux à partir de critères et d'indicateurs.

Par exemple : une personne âgée est plus vulnérable qu'une personne en pleine forme.

### La représentation cartographique localise :

- Les populations concernées ou directement exposées au risque inondation.
- Les activités économiques hors agriculture.
- Les activités agricoles, dont le type de culture réagit plus ou moins bien à l'inondation.
- Les infrastructures « critiques », qui contribuent à l'efficacité de l'action collective en cas de crue.



Extrait de la carte des Enjeux « Habitat et activités », concernant Sermoise.



# Les milieux naturels et agricoles en zone inondable

## Les berges, des espaces remarquables

Sur l'agglomération, les crues ont modelé un paysage complexe et changeant, fait de bras fluviaux, de bras morts, de boires, de bancs de sable mobiles, d'îles de toutes tailles...

### Une biodiversité très riche

Les milieux naturels concernés sont pour l'essentiel :

- Des milieux liés aux cours d'eau, principalement la Loire et l'Allier et accessoirement la Nièvre.
- Des ensembles de prairies naturelles fauchées ou pâturées.
- On trouve également de petits secteurs de pelouses calcaires sèches occupant des terrains accidentés dans les communes de la rive droite de la Loire.

### L'inondation peut provoquer des perturbations sur les espaces naturels

La crue est cependant une respiration naturelle de la rivière. Elle gère ainsi son lit et crée donc des espaces remarquables, riches en biodiversité.

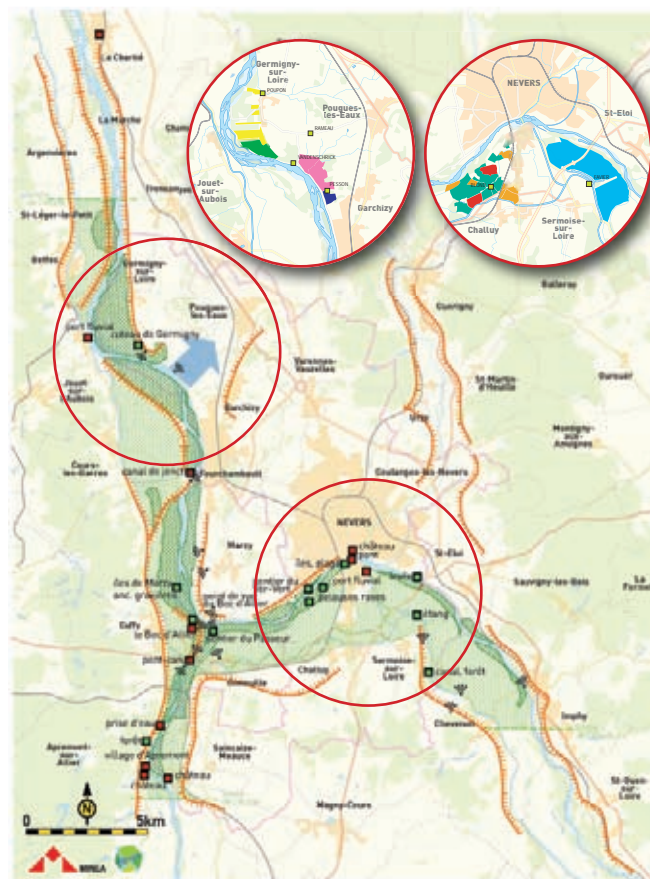
La crue modifie les berges et les îles mais cela ne peut être considéré comme dommageable, au contraire.

L'agglomération de Nevers se place dans un site exceptionnel. La confluence Loire-Allier et les espaces amont-aval offrent des vues remarquables.

Les milieux naturels et les paysages risquent de souffrir dans le cas de pollution accidentelle due aux dépôts de produits toxiques situés en zone inondable.



Zone humide sur la commune de Sermoise



#### Paysages et sites dans les zones inondables

- Le mil naturel
- Le mil agricole
- Site naturel remarquable
- Site SSI remarquable
- Point de vue
- Grande ouverture visuelle
- Ligne marquant de paysage
- Espace remarquable de paysage

#### Exploitants des terres agricoles situées en zone inondable

- POUPON, Germigny
- RAMEAU, Les Merins, Germigny
- VANDENSCHRIK, GAEC de Soutangy, Germigny
- PESSON, Garchizy
- BLOND, Le Mou, Challuy
- BUCCALLE
- MOUCHET, Magny-Cours
- FAVIER, Crot de Savigny, Sermoise-sur-Loire
- siège d'exploitation

Le secteur «aval de Nevers en rive gauche», sur la commune de Challuy, est le plus susceptible d'être affecté par une forte crue de la Loire.

## Les exploitation agricoles sont aussi vulnérables

Si les pratiques agricoles s'accoutument depuis longtemps des inondations, il n'en reste pas moins une vulnérabilité relative des exploitations. Cette vulnérabilité s'évalue exploitation par exploitation.

Les indicateurs de vulnérabilité concernent la localisation du siège d'exploitation et le type de culture pratiqué. Les cultures céréalières sont plus vulnérables aux inondations que les pâturages, par exemple.

### En amont du Bec d'Allier

Les contraintes et les risques agricoles liés aux crues touchent surtout la perte de bétail. Un des sièges d'exploitation concerné se trouve, quant à lui, à l'arrière du canal : il est donc protégé des crues. L'autre siège d'exploitation est mal protégé contre les crues. Les problèmes de circulation sur ses terres et les risques d'inondation y sont présents.

### En aval du Bec d'Allier

Les secteurs concernés se trouvent à l'aval de Fourchambault, les contraintes et les risques liés aux crues sont limités. Cependant, deux sièges d'exploitation sont potentiellement inondables.



Siège d'exploitation les pieds dans l'eau lors de la crue de novembre 2008



Champs cultivés au Crot de Savigny



# Enjeux et vulnérabilité de l'habitat

## Carte générale des populations vulnérables

13 000 personnes



De nombreux logements et une population importante sont concernés

### Deux types d'habitat et de population sont pris en compte

Les enjeux et la vulnérabilité de l'habitat distinguent logements collectifs et individuels.

L'étude identifie deux types de population :

- les habitants concernés par le risque inondation, car ils résident en zone inondable,
- les habitants exposés à ce risque, parce que leurs logements peuvent être directement touchés.

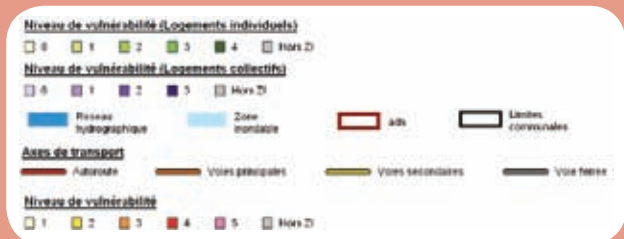
12 845 personnes sont concernées par le risque inondation et, parmi celles-ci, 6 230 personnes y sont directement exposées.

### Trois secteurs à forts enjeux

Deux quartiers sur de Nevers et un sur Fourchambault constituent les secteurs de grande densité de population sur l'agglomération.

### Des enjeux humains vulnérables

Outre le nombre de personnes exposées, certaines caractéristiques telles que l'âge, le taux de chômage, le statut de propriétaire de son logement, etc. sont autant de critères de vulnérabilité.



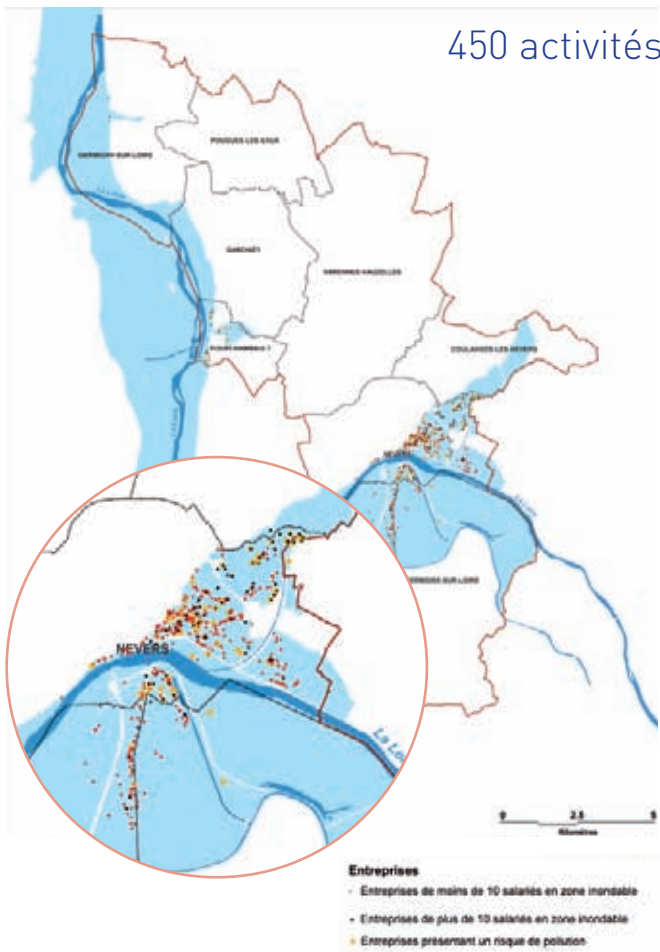
La Loire, le canal de la Nièvre et le quartier du Mouësse

Enjeux recensés  
habitat et activités



# Carte générale des activités en zone inondable

450 activités



- 2 279 logements individuels occupant une surface de 243 ha.
- 3 392 logements collectifs occupant une surface de 22 ha.
- 350 établissements de moins de 10 salariés.
- 93 établissements de plus de 10 salariés.
- 8 exploitations agricoles.
- 1 033 hectares de parcelles agricoles.

# Enjeux et vulnérabilité des activités

## Les activités inondables sont très vulnérables vis-à-vis des CRUES

Les enjeux et la vulnérabilité des activités concernent les dommages éventuels aux locaux et outils de travail. Les conséquences d'une fermeture temporaire sur l'emploi sont aussi des sources de perturbation durable.

### Impact possible sur l'emploi

On dénombre en zone inondable près de 100 entreprises de plus de 10 salariés et près de 350 de moins de 10 salariés. Cela représente environ 5 400 emplois. Ces entreprises pourraient fermer temporairement.

On retiendra particulièrement la présence d'entreprises en aléa fort et de trois zones industrielles :

- la Taupière sur Nevers,
- le quartier de la Jonction lui aussi sur Nevers,
- la ZAC des Vieux Moulins à Fourchambault.

### Les risques technologiques et la présence de produits polluants

Une vingtaine de garages privés, des parcs de véhicules, des stations d'essence sont situés en zone d'aléa fort du PPRI. Certaines chaînes de production utilisant des produits polluants ainsi que deux déchèteries sont implantées en zone d'aléa faible.

Ces enjeux et activités génèrent en plus un risque de dégradation de l'environnement.

### Diverses occupations des sols sont aussi dommageables

Certaines occupations du sol peuvent provoquer des problèmes, en particulier pour diverses installations non autorisées et susceptibles d'être dangereuses, qu'il convient de signaler. Il s'agit en particulier des cabanons, mobil-homes et caravanes permanentes qui sont présents à certains endroits. Ces enjeux peuvent aussi être sources d'encombres lors des crues.

La disponibilité des déchèteries est aussi importante pour la remise en ordre.



# La vulnérabilité des réseaux adn

## Le réseau routier

Le réseau routier a été affecté lors de la crue de décembre 2003, les coupures compliquent l'accès à Nevers à partir de plusieurs communes :

- RD 174 Fourchambault Germigny
- RD 504 Nevers Fourchambault (hors bords de Loire)
- RD 13 / RD 200 Imphy Chevenon Sermoise Nevers
- RD 131 Fourchambault Marzy

Un aspect, essentiel en cas d'inondation, est le franchissement de la Loire. Ces franchissements sont en nombres limités. Ils correspondent à des points de concentration du réseau routier potentiellement affectés par les inondations :

- Le pont de l'A77
- Le pont routier de Nevers
- Le pont routier de Fourchambault

La disponibilité des franchissements de la Loire et des voies d'accès à ces franchissements a été étudiés avec les modèles hydrauliques. Elle est répertoriée sur les cartes d'aléas. Le pont de l'A 77 peut être réquisitionné en raison du faible nombre de ponts hors d'eau.

Deux sites de gestion opérationnelle des routes sont directement concernés par les inondations.

## Le réseau ferré

Le réseau ferré au niveau de Challuy a déjà été coupé lors des crues fortes.

## Le réseau d'eau potable

Avant même la submersion des captages, l'eau captée peut être impropre à la consommation du fait de la crue.

C'est la situation à laquelle Nevers et Varennes-Vauzelles ont été confrontées en décembre 2003 (captages situés en rive gauche). Pour des hauteurs d'eau limitées, les installations électriques, la trappe d'aération peuvent être atteintes et les accès sont alors impraticables.

Ces captages, situés en zone inondable, alimentent une population de plus de 76 000 personnes.

Le captage de Nevers est très vite hors-service en raison d'un niveau de turbidité des eaux élevé atteint très rapidement. Ce fut le cas pour les crues de janvier 2003 et de novembre 2008.

Des réseaux d'eau sont aussi implantés dans les digues. Il y a donc là un risque dans le cas de brèche.

## Le réseau d'électricité

127 postes électriques sont inondables sur l'adn.

Environ 5 600 abonnés sur Nevers, 376 sur Challuy, 500 sur Sermoise et 783 sur Fourchambault sont potentiellement concernés car EDF coupe préventivement tous les secteurs inondés.

Le poste Est situé à Nevers (40MVA) concerne 28 000 abonnés, sur 20 communes. Le bouclage du réseau permettra en principe d'alimenter une partie des abonnés mais pas l'ensemble.

Les sites EDF de Nevers (Ravelin et Palissy), dont l'antenne régionale, sont à évacuer car ils sont inondés. Le PC de crise est donc à relocaliser.

## Le réseau de gaz

La station de détente de gaz de Nevers est adossée à une digue privée en mauvais état. En cas de brèche, cette station pourrait être fortement endommagée ou même détruite.

## Le réseau téléphonique

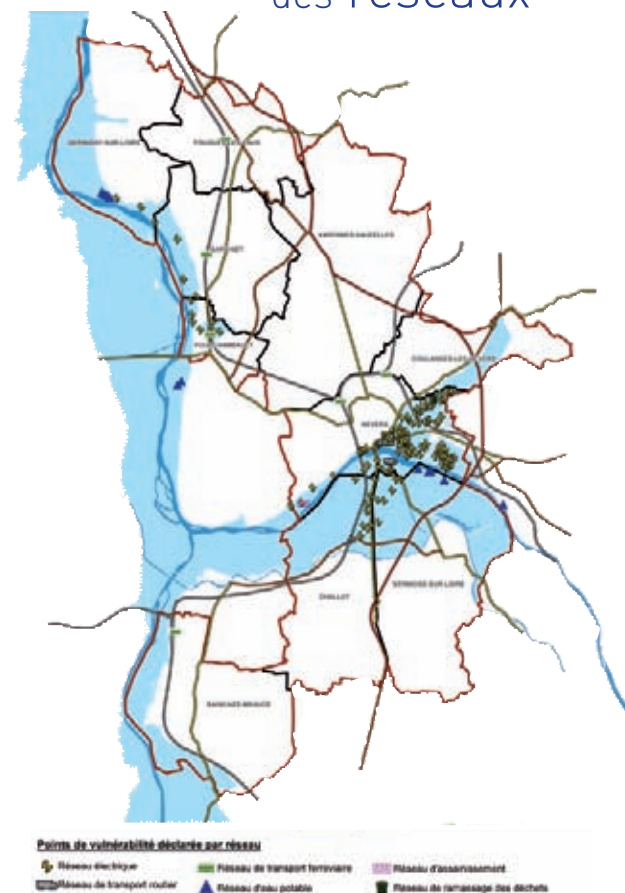
Les principaux éléments vulnérables sont :

- Le centre technique de Nevers avec une armoire de sous-répartition au niveau du sol.
- La Maison des Sports avec une installation qui se situe en dessous du niveau d'eau.
- La direction des équipes pluridisciplinaires mais dont le local technique se situe à l'étage.

## Le réseau d'éclairage public

Le réseau d'éclairage public présente une vulnérabilité de dépendance vis-à-vis du réseau électrique. En effet, sur les candélabres, les connexions sont situées en haut des mâts et donc hors d'eau.

## Carte générale des réseaux



## Le réseau d'assainissement

Les équipements les plus vulnérables sont :

- La station de relevage des quartiers de la Baratte et Courly.
- La station de relevage de Nevers Sud.
- La station d'exhaure au niveau du pont de Malplacé (moins vulnérable car réalimentée par Garchizy).

La station d'épuration, en rive droite au sud de Nevers, se situe en zone inondable mais des aménagements la protègent.

Lors d'une inondation, les réseaux sont plein d'eau et les stations d'épuration sont court-circuitées. La dilution étant grande, il n'y a pas trop de risque de pollution, mais les résidents peuvent être gênés.





## Services publics liés à la gestion de la crise



### Etablissements implantés en zone inondable

- 9 établissements scolaires.
- 4 établissements de santé (hémodialyse, hôpital de jour Courlis, Foyer la Roseraie, Centre de médecine du travail de Nevers).
- 5 services de secours (dont le poste de police de proximité et la gendarmerie de Courlis, le centre de pompiers de Nevers).
- La salle municipale de Fourchambault.
- 7 services publics autres (Chambre des Métiers et de l'Artisanat, Chambre d'Agriculture, CPAM, HLM...).
- Une vingtaine d'établissements recevant du public.
- 15 % des établissements importants pour la gestion de la crise et de la post-crise (210 sur 1 406).

Ces équipements et services servent au fonctionnement d'ensemble de l'agglomération de Nevers.

## La vulnérabilité du territoire adn



### La vulnérabilité du territoire déborde des zones inondables

La vulnérabilité d'un territoire est issue, pour l'interprétation la plus limitée, de l'addition des vulnérabilités des enjeux situés en zone inondable. Cependant, avec une vision plus globale, d'autres éléments sont à prendre en compte.

En effet, les impacts de submersion sont sur les zones que la crue perturbe « directement » mais il y a aussi d'autres impacts « indirects » qui sont dus à l'existence même de l'inondation.

Les réseaux d'électricité, de transport (routes notamment), d'eau potable et d'assainissement, de collecte des déchets, peuvent dysfonctionner durant la crue et provoquer des dommages bien au-delà de la zone inondée.

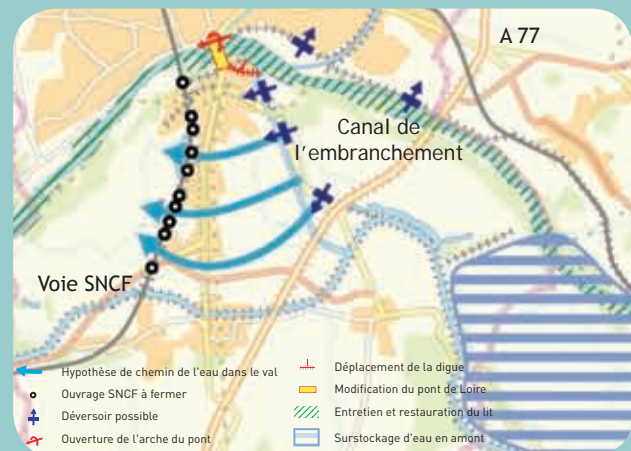




## 7 scénarios d'aménagement pour réduire l'aléa sont étudiés en 2ème phase

L'analyse des résultats des modèles avec ou sans brèches a conduit la maîtrise d'ouvrage à étudier 7 scénarios d'aménagement capables de réduire l'aléa inondation. Ils font l'objet de la phase II de l'étude EGRIAN. Ce sont :

- 1 L'entretien et la restauration du lit.
- 2 La fermeture du remblai SNCF (Paris/Clermont).
- 3 L'amélioration du débouché hydraulique du pont de Pierre au droit de la RN 7.
- 4 L'implantation de déversoirs de sécurité.
- 5 La création d'un chenal de décharge rive gauche et l'aménagement d'un espace prioritaire d'écoulement.
- 6 Le ralentissement dynamique à l'amont de Nevers.
- 7 Un scénario combinant différents aménagements.



ainsi que des mesures visant à mieux se préparer, gérer et redémarrer après une crue.

Pour toute information plus détaillée : [www.étude-egrian.com](http://www.étude-egrian.com)

Maître d'ouvrage : Communauté d'agglomération de Nevers  
 Pilote de l'étude : Hubert Fallet, directeur de l'environnement et du développement durable.  
 124, route de Marzy - BP41 - 58027 Nevers  
 03.86.61.81.60 - hfallet@agglom-nevers.fr

## EGRIAN, une étude concertée

Une part importante de la dépense (30 %) est consacrée à la communication-concertation.

Une étude aussi complexe se doit d'associer les différents acteurs économiques locaux, les principales administrations, le milieu associatif et naturellement les populations, qu'elles soient directement menacées ou non.



Des documents de communication ont été réalisés : lettres, panneaux, plaquettes

Six lettres entre 2007 et 2010 :

- La première présente l'étude EGRIAN.
- La deuxième présente la construction des modèles et l'étude de développement durable du Val Ligérien.
- La troisième présente les enjeux et les vulnérabilités.
- La quatrième présente les enseignements des modèles avec et sans brèches.
- La cinquième présente les sept scénarios d'aménagement capable de réduire l'aléa.
- La sixième développe les enseignements des modélisations 1D pour quatre scénarios d'aménagement retenus.

13 panneaux ont été réalisés pour présenter la première phase lors des réunions publiques qui se sont tenues sur les communes de Sermoise, Fourchambault et Nevers en octobre 2010.

Une brochure en collaboration avec WWF France présente la démarche générale d'EGRIAN et une plaquette en 8 volets expose le risque de brèche sur l'adn.

## 5 réunions du Groupe d'Aide à la Décision

Les réunions du GRAD ont pour objectif de réunir les interlocuteurs EGRIAN des communes de l'adn. Elles peuvent être élargies à des acteurs de la société neversoise et ligérienne. Les GRAD se réunissent pour apporter de l'information et une aide à la décision concernant la stratégie d'aménagement et d'action que retiendront les responsables de l'adn en phase 3.



### La réunion du GRAD du 22 septembre 2008

Présentation des objectifs de l'étude EGRIAN, du diagnostic, ainsi qu'une partie pédagogique sur l'hydrologie. Présentation de la démarche d'aide à la décision et projection de photos aériennes.

### La réunion du GRAD du 17 novembre 2008

Présentation des enjeux et des vulnérabilités dans les zones inondables de l'adn.

### La réunion du GRAD du 3 avril 2009

Proposition par la Maîtrise d'Ouvrage d'élargir cette réunion à d'autres participants. La réunion a présenté l'architecture et les enseignements des deux modèles.

### La réunion du GRAD du 21 décembre 2009

Des ateliers se sont tenus pour travailler sur les scénarios capables de réduire l'aléa inondation et sur la sensibilisation aux problématiques de critères d'aide à la décision.

### La réunion du GRAD du 27 septembre 2010

Présentation des scénarios d'aménagement modélisés en 1D. Approches des critères et évaluation pour une stratégie globale.

## Les réunions publiques

EGRIAN a organisé une première série de réunions publiques en octobre 2010 encadrées à chaque fois de l'exposition des 13 panneaux. Ce fut à Sermoise le 5 octobre 2010, à Fourchambault le 13 et à Nevers les 20 et 21.

Quatre partenaires participent à l'étude EGRIAN

