



# Etude globale du Risque Inondation sur l'Agglomération de Nevers Synthèse de la 2<sup>ème</sup> phase Aménagements et réduction du risque Septembre 2012



« 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.



Panorama de la Loire à Nevers lors de la crue de 1907



La crue de la Loire de 2003 vue de la digue de Sermoise

Il est possible de réduire  
le risque inondation sur l'adn

Les modélisations EGRIAN ont permis de dégager quatre scénarios d'aménagements capables d'être efficaces sur la réduction des inondations dues à de fortes crues sur l'adn. Ils pourront être combinés entre eux pour nous donner de nouvelles orientations. Il est rare, sur la Loire et même sur d'autres rivières françaises, que l'on puisse trouver des mesures capables de limiter efficacement les impacts des crues. C'est le cas pour l'adn. Il n'y a pas que les protections physiques contre les crues, d'autres actions sont complémentaires et sont à mettre en place. Ce sont, par exemple, les Plans Communaux de Sauvegarde, la préparation à la crise et au retour à la normale après l'évènement, la réduction des vulnérabilités des biens et des réseaux.

La deuxième phase de l'étude vous est synthétisée dans ce document. Les éléments étudiés indépendamment les uns des autres ont pour objectif d'être regroupés lors de la troisième phase de l'étude, pour permettre à l'adn de décider d'une stratégie globale.

Des réunions publiques seront organisées fin 2012 pour mieux vous informer. Restons mobilisés.



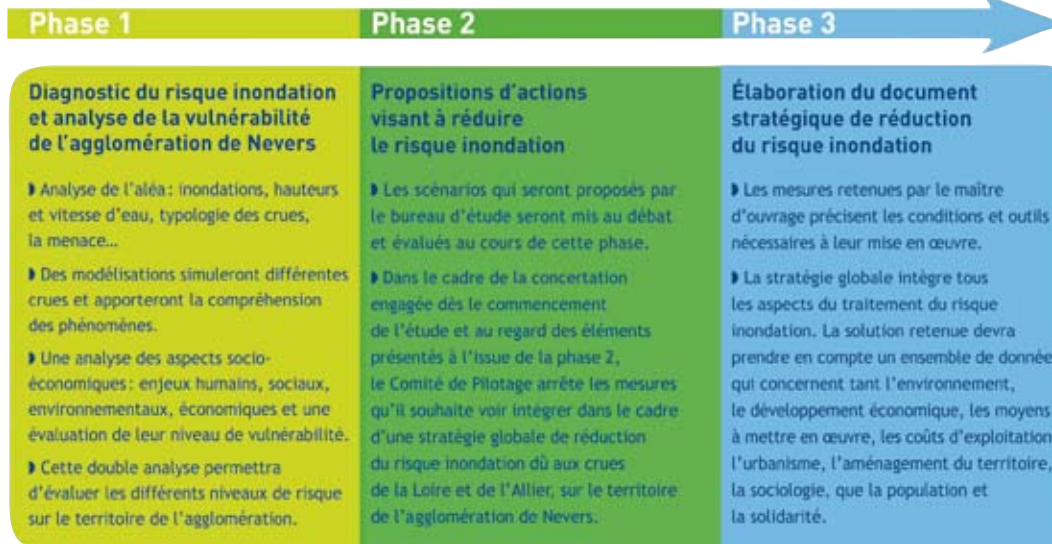
Didier Boulaud,  
Président de l'adn, sénateur.

Janvier 2007

Décembre 2009

Août 2012

Début 2013



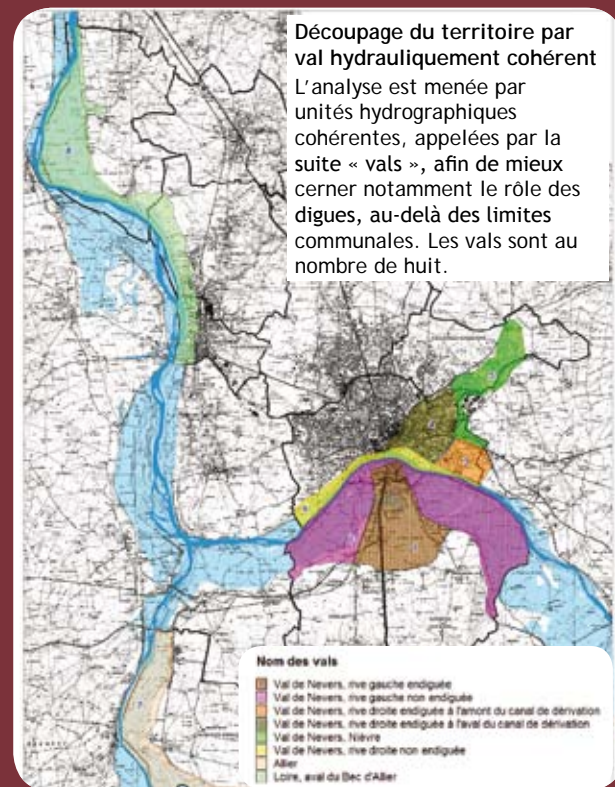
## 5 scénarios de crues retenus

Un diagnostic socio-économique a permis d'identifier les enjeux. Des modélisations hydrauliques ont simulé des scénarios de crue pour lesquels une analyse des risques a été menée. Les cinq scénarios seuils retenus sont les suivants (les débits donnés à Nevers sont écrêtés de 1 000 m<sup>3</sup>/s par Villerest) :

- La crue T = 50 ans (2 300 m<sup>3</sup>/s) - scénario de base (Sc50).
- La crue T = 70 ans (2 620 m<sup>3</sup>/s) - premier palier (Sc70).
- La crue T = 100 ans (3 280 m<sup>3</sup>/s) représente un deuxième palier important en termes de vulnérabilité (notamment population et habitat) (Sc100).
- Parmi les scénarios avec brèches, le scénario B (deux brèches en rive gauche) pour T = 170 ans (3 500 m<sup>3</sup>/s) marque un seuil fort (ScB170).
- Le scénario majorant T = 500 ans (4 500 m<sup>3</sup>/s) avec deux brèches en rive droite sur la levée de Saint-Eloi (ScA500).

Pour ce document, seuls les trois scénarios Sc100, ScB170 et ScA500 sont présentés.

En raison de la bonne qualité des digues, seul le scénario ScA500 étudie une inondation de la rive droite.



Crue du Rhône en 2003 - Photo SYMADREM



La Jonction lors de la crue de décembre 2003 - Photo J.-L. Febvre

## Évaluation des dommages

Les dommages totaux varient entre 20 millions d'euros pour le scénario Sc50 et environ 500 millions d'euros pour le scénario ScA500.

Les scénarios avec brèches sont ceux qui causent le plus de dommages, en raison notamment du grand nombre d'entreprises touchées. Les dommages aux entreprises représentent 60% (ScB170) à 70% (ScA500) des dommages totaux.

Il ressort que, pour les faibles crues, ce sont les zones non endiguées qui sont les plus atteintes (rive gauche en aval du Bec d'Allier).

Cependant, dans ces zones, les dommages « plafonnent ». Ce n'est pas le cas de ceux situés dans les vals endigués, qui sont jusqu'à dix fois plus élevés en cas de brèche. Dans le val endigué rive gauche, on remarque une baisse des dommages entre ScB170 et ScA500 en raison des hypothèses de modélisation retenues.

## Présentation des risques pour

Synthèse des dommages par scénario et utilisation du sol	Dommages (M€)		
	Sc100	ScB170	ScA500
Logements	16	52	111
Entreprises (hors agriculture)	16	93	337
Agriculture	4	5	9
Services publics	7	8	21
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>157</b>	<b>478</b>

Synthèse des dommages par scénario et par val	Dommages (M€)		
	Sc100	ScB170	ScA500
Val Nevers, RG endiguée	15	125	47
Val Nevers, RG non endiguée	15	17	31
Val Nevers, RD endiguée amont canal	-	-	28
Val Nevers, RD endiguée aval canal	-	-	348
Val Nevers, Nièvre	3	3	3
Val Nevers, RD non endiguée	1	1	2
Allier	0	0	1
Loire, aval Bec d'Allier	9	9	18
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>157</b>	<b>478</b>

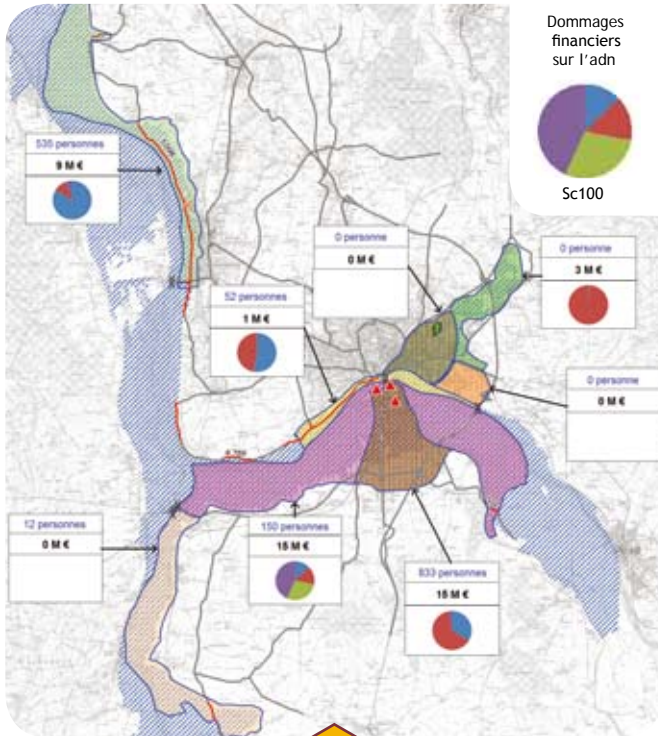
## L'impact des crues

Les cartes synthétisent les impacts des scénarios de crue selon les principaux types de vulnérabilité :

- Atteinte aux populations.
- Dommages totaux, contribution de chaque type d'enjeux.
- Atteinte aux services publics.
- Coupure des réseaux routiers.
- Atteinte du poste électrique source de Nevers-Est, qui alimente 28 000 abonnés sur vingt communes.

En conclusion, il semble important, devant le différentiel des enjeux entre les rives, de rechercher à limiter les impacts des fortes crues en rive droite.

# 3 scénarios de crues seuils



Dommmages financiers sur l'adn

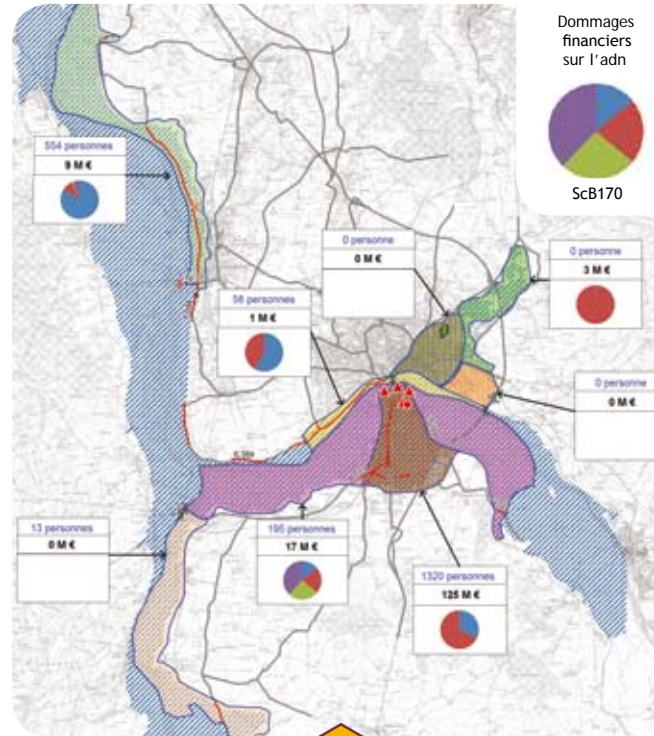
Sc100

Sc100

T = 100 ans  
3 280 m<sup>3</sup>/s

C'est la rive gauche qui est la plus touchée : plus de 830 personnes sont en zone inondable, soit 300 de plus que la rive droite, en aval du Bec d'Allier.

Avec cette crue, l'organisation du territoire se complexifie en raison du nombre de personnes et des dommages concernés. Le territoire n'est pas paralysé, car la plupart des grands axes routiers sont toujours praticables, dont la RD 907. Le pont de Fourchambault est cependant fermé à la circulation. Les coupures électriques sont toujours limitées à la zone inondable. Les services de gestion de crise et de post-crise ne sont pas inondés.



Dommmages financiers sur l'adn

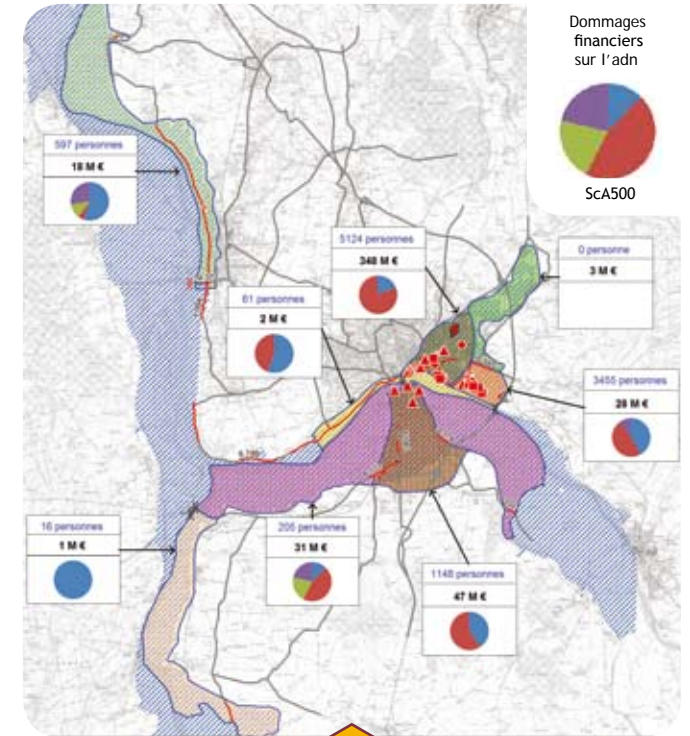
ScB170

ScB170

T = 170 ans  
3 500 m<sup>3</sup>/s

Pour ScB170 avec des brèches en rive gauche, l'impact est considérable pour cette rive : plus de 1 300 personnes sont en zone inondable, l'inondation concerne également le val de Nevers rive gauche (Jonction) et sa zone d'activités. Les dommages aux entreprises sont considérables.

Le fonctionnement du territoire devient très difficile en raison des coupures de la RD 907 et du pont de Fourchambault. Les services publics de gestion de crise et post-crise sont toujours fonctionnels.



Dommmages financiers sur l'adn

ScA500

ScA500

T = 500 ans  
4 500 m<sup>3</sup>/s

Le ScA500 est celui qui a la probabilité la plus faible et les impacts les plus forts. Les brèches en rive droite provoquent une inondation de plus de 8 500 personnes. Les conséquences monétarisables sont catastrophiques : près de 500 millions d'euros, principalement dans le val endigué à l'aval du canal de dérivation. Le poste source EDF de Nevers-Est, inondé, cause une coupure pour 28 000 abonnés.

L'organisation générale du territoire de l'adn est très profondément perturbée, et de nombreux services publics de gestion de crise et de post-crise sont inondés. L'A 77 reste le seul axe routier fonctionnel.

Enjeux impactés par val

XXX personnes Nombre total de personnes en zone inondable

XXX M€ Dommages tous secteurs confondus (millions d'euros)

Dommmages financiers par secteur

Services publics  
Habitat  
Industriel  
Agriculture

Noms des vals

Val de Nevers, rive gauche endiguée  
Val de Nevers, rive gauche non endiguée  
Val de Nevers, rive droite endiguée à l'amont du canal de dérivation  
Val de Nevers, rive droite endiguée à l'aval du canal de dérivation  
Val de Nevers, Nièvre  
Val de Nevers, rive droite non endiguée  
Allier  
Loire, aval du Bec d'Allier

Zone inondable

Routes exposées au risque inondation

Routes submergées  
Routes non submergées  
Flux moyen journalier (véhicules / jour)

Ouvrages de franchissement

Ouvrage impacté  
Ouvrage non impacté

Poste électrique source de Nevers-Est

Poste électrique non impacté  
Poste électrique impacté

Rôle des services publics impactés

	Sc100	Sc170	ScA500
Autonrde	3	4	13
Gestion de crise	1	1	10
Accueil de population vulnérable	0	1	11
Gestion post-crise	0	0	6

Légende des trois cartes ci-dessus

# Réduire le risque inondation sur l'adn

Les interventions développées sur ces pages permettent de préciser les mesures structurelles et non structurelles nécessaires à mettre en œuvre pour réduire le risque inondation à l'échelle de l'agglomération de Nevers. Ainsi, il paraît fondamental de travailler sur les points suivants :



La sécurisation des digues et la création de déversoirs pour éviter les brèches.



La relocalisation des services publics et la réduction de leur vulnérabilité. Ici, le parc routier départemental.



La réduction de l'aléa, par exemple, par l'entretien du lit de la Loire.



La gestion de l'alimentation en eau potable en période d'inondation.



La réduction de la vulnérabilité de l'habitat individuel et des entreprises.

La mise en place d'une communication permanente auprès des personnes en zone inondable, en particulier celles résidant derrière des levées.

# La gestion de crise et

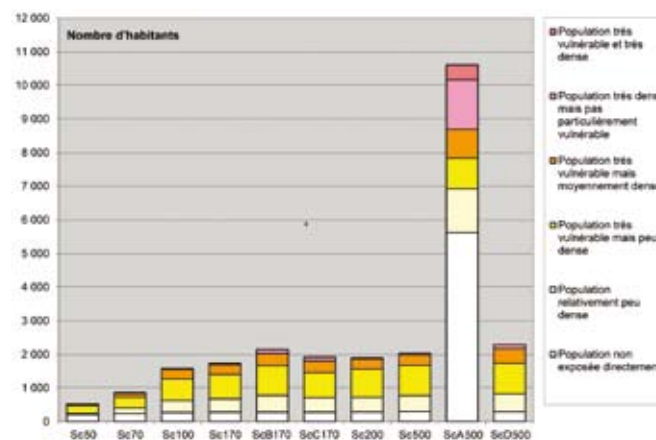
## Une priorité : la sécurité des personnes

## Mieux gérer la crise

Les données disponibles montrent que seul le scénario ScA500 étudié en rive droite soulève des problèmes sans commune mesure avec les autres scénarios et conjugué toutes les difficultés :

- Nécessité d'évacuer, avant la formation des brèches, des personnes réticentes n'ayant « jamais vu l'eau chez elles. »
- Hébergement d'urgence de 3 000 personnes environ.
- Inondation de certains établissements de gestion de crise dont la caserne de gendarmerie Vessereau de Nevers et la Cité technique de la Ville de Nevers. Ce n'est pas le cas pour les autres scénarios.
- Évacuation de personnes vulnérables en établissement de soins.

Pour les autres scénarios, la situation est plus simple : moins de personnes à évacuer, pas d'établissements de soins à prendre en charge et tous les établissements de gestion de crise sont hors zone inondable.



Vulnérabilité des populations selon les scénarios

Ce graphique permet de constater également que les populations peu denses sont les plus impactées ; ce sont les populations les plus importantes en nombre. En effet, les zones inondables, sauf dans le cas du scénario ScA500, sont des secteurs où l'urbanisation est relativement lâche.

L'ensemble des éléments annoncent une gestion de crise particulièrement ardue en cas d'inondation majeure de l'agglomération de Nevers, comme ce serait le cas pour ScA500.

Pour les autres scénarios, la gestion de crise est moins lourde. En effet, les conséquences directes (population en zone inondable) et indirectes de la crue, liées notamment à l'absence de rupture du poste ERDF de Nevers-Est, sont beaucoup plus limitées.

Tous les événements impliquent une période de retour à la normale qui se prolonge dans le temps et qui pourrait être, dans le meilleur des cas, de 18 mois. Vraisemblablement, cette période est allongée pour les scénarios avec brèches (ScB170 et ScA500), par la pénurie d'entrepreneurs, de main-d'œuvre et de matériaux après la crise. Cette pénurie est aggravée car, parmi les entreprises de l'adn ayant des activités liées à la construction, 7% auront été inondées dans le cas de ScB170 et 17% dans le cas de ScA500.

Les dommages matériels divers liés à une durée de remise en marche longue aggraveront et étendront les impacts socio-économiques au-delà des populations directement touchées (relogement provisoire de plusieurs mois). Les atteintes aux activités économiques causeront une augmentation du chômage dans l'agglomération (environ 3 900 emplois sont situés dans la zone inondable de ScA500). Une partie des services publics et des entreprises, ayant un rôle dans la gestion de post-crise et l'accompagnement des populations vulnérables, ne disposeront pas de toutes leurs ressources nécessaires. En effet, des services de logement et d'habitat, d'aide et de soutien aux populations sont également en zone inondable pour ScA500.



Crue de l'Oise en 1995

# l'impact sur le territoire

## L'impact environnemental

Le scénario le plus à risque sur le plan environnemental est, à nouveau, ScA500. Cependant, si des mesures préventives sont appliquées, l'agglomération de Nevers ne devrait pas connaître un impact environnemental trop important. L'existence d'un délai d'alerte de 48 à 72 heures aide à la prévention. La configuration de l'agglomération fait que cet impact n'est pas le plus problématique.



La station d'épuration de Nevers est inondable



Remous en rive gauche lors de la crue de la Loire en 2003



Crue du Rhône en 2003, attention aux entreprises

## L'impact des crues sur le territoire de l'adn

### Les impacts varient géographiquement selon les crues

L'analyse détaillée des risques fait ressortir qu'en absence de brèches sur le val de Nevers, les secteurs les plus impactés sont la partie en aval du Bec d'Allier (Fourchambault, Garchizy, Germigny) et la rive gauche endiguée touchée par les remous de la Loire qui passent sous la voie ferrée.

Les impacts sur la population et sur les entreprises pour les faibles niveaux de crue (T = 50 ans et T = 70 ans) sont les plus importants à l'aval du Bec d'Allier. Ils se stabilisent quand les crues s'amplifient, le mal ayant été fait.

Au contraire, dans le val de rive gauche endigué, les impacts se démultiplient avec l'augmentation des crues. Pour les scénarios de plus faible occurrence, sans rupture de digues, les principaux points critiques sont le risque de coupure d'approvisionnement en eau potable, qui aurait des conséquences bien au-delà de la zone inondable, et la forte exposition des logements individuels situés sur Sermoise et Challuy.

### Les digues augmentent le danger

Les scénarios avec brèches, fort probables en l'absence de déversoir et sans le renforcement des digues, révèlent la très forte vulnérabilité des vals endigués, en rive gauche (notamment le val de Nevers rive gauche) et même en rive droite. Pour ces deux zones, un facteur de difficulté important rencontré concerne la sécurité des personnes. La nécessité d'évacuer des habitants qui sont loin du fleuve et ne pensent pas être concernés par le risque inondation en raison des levées, est certainement le principal risque.

Le val rive droite à l'aval du canal de dérivation est caractérisé par sa forte population (plus de 5 000 personnes en zone inondable) et par ses nombreuses entreprises. Ce sont près de 300 millions d'euros de dommages estimés dans le cas de ScA500, soit plus de la moitié de tous les dommages cumulés sur la totalité de l'agglomération.

### La rive droite présente le maximum d'enjeu

Le val rive droite concentre les principaux points critiques en cas de crue de grande ampleur. Ce sont les services publics de gestion de crise et de post-crise dont les actions conditionnent le fonctionnement du territoire, puis le poste électrique source de Nevers-Est dont la mise hors service causerait une désorganisation massive de toute l'agglomération, voire au-delà. De nombreux établissements publics, notamment scolaires, subissent une inondation qui retarderait considérablement le retour à la normale.



Berges non protégées des coteaux de Fourchambault, Garchizy et Germigny



Val de Nevers rive gauche, protégé par des digues mais inondable par remous

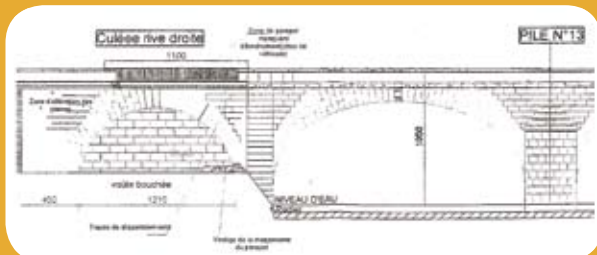


Quartiers très peuplés des bords de Loire protégés par la digue de Saint-Eloi et par celles du canal de dérivation de la Nièvre

# 6 scénarios d'aménagements sont étudiés



**Modifier**  
le pont de Loire  
et écarter les digues



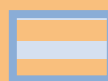
La configuration du site aux abords du pont de pierre est complexe. Les levées se resserrent en rive droite (levée de Médine) et en rive gauche (levée de la Blanchisserie). Le pont constitue lui-même un obstacle tant par ses piles et son radier, que par la fermeture d'une arche en rive droite et même de par sa géométrie avec des voûtes relativement basses.

Ce scénario propose d'écartier les levées et de modifier l'architecture du pont pour augmenter ses ouvertures. Ces obstacles aux écoulements ont été calculés et modifiés dans le modèle global 1D.

Les résultats du modèle indiquent une faible diminution des niveaux d'eau. Ce scénario n'est donc pas retenu pour une étude détaillée.



Resserrement du lit de la Loire au niveau du pont de pierre



**Retenir**  
une partie de la crue  
en amont du pont de l'A 77

La présence de l'ouvrage dit « ligne des Américains » génère l'idée d'un « ralentisseur dynamique des crues ». Le principe est de retenir les eaux des crues dans le lit majeur en amont des secteurs à enjeux. Un tel aménagement permettrait de stocker en amont plus d'eau qu'aujourd'hui et pourrait réduire les niveaux d'eau au droit du pont de Loire.

Les résultats du modèle global 1D indiquent une surélévation des eaux à Imphy et une diminution trop faible des niveaux en Loire. Ce scénario n'est donc pas retenu pour une étude détaillée.



La Loire en amont de Nevers lors de la crue de novembre 2008



Ligne des Américains au Crot de Savigny

## Les modèles permettent de quantifier l'impact des aménagements

Les six scénarios présentés ont été testés par Hydratec avec le modèle global 1D. La précision est de plus ou moins 10 cm. Pour des comparaisons d'actions, il est extrêmement fiable.

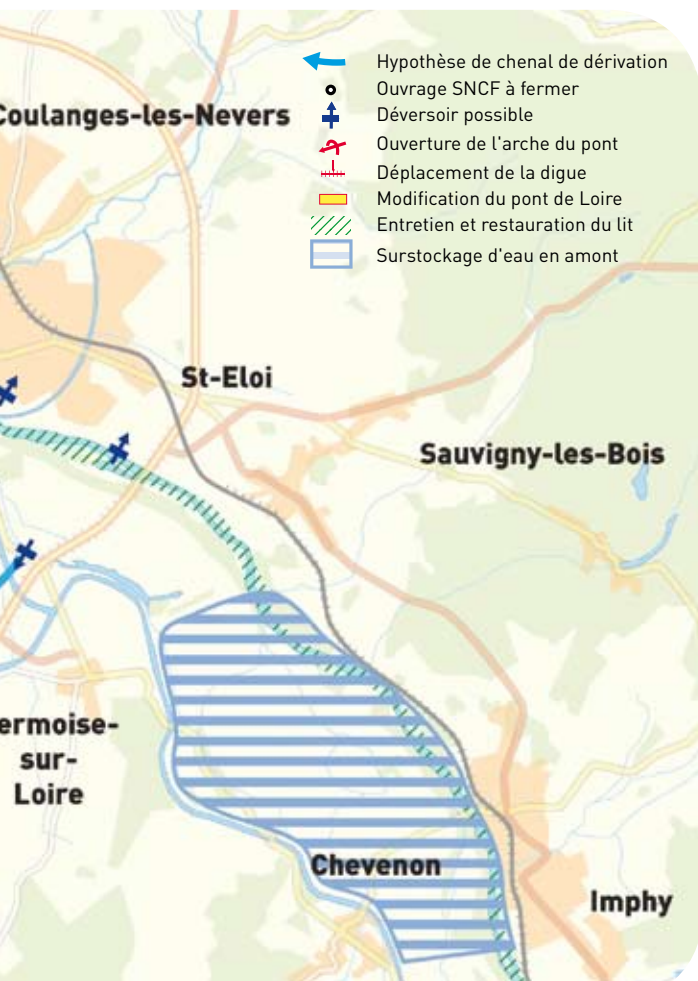
Sur les six aménagements étudiés par le modèle global 1D, deux peuvent être éliminés sans être testés par le modèle détaillé 2D :

- modification du pont de pierre,
- retenue d'eau en amont de l'A 77.



# Combiner les différents aménagements pour une stratégie globale

Au vu des résultats des scénarios, un scénario associant plusieurs aménagements et des mesures non structurelles permettra d'élaborer un scénario plus complet. Il proposera la combinaison la plus performante en termes de réduction de l'aléa et de sécurisation des systèmes de protection.



# 4 scénarios sont retenus pour une étude détaillée

## Entretien et restaurer la Loire E.R.L.

Les îles au droit de Nevers, de part et d'autre des ponts, provoquent le ralentissement des flots. Les bancs de sables latéraux se végétalisent constamment et rapidement. Ils sont particulièrement gênants pour l'écoulement. Un gain significatif pourrait être obtenu dans le cadre d'une opération de restauration du cours d'eau à proximité des deux ponts de Nevers sachant que le lit actuel est très encombré. L'entretien doit ensuite prendre le relais. Il est aussi nécessaire de mieux analyser les impacts écologiques de telles actions dans un site « Natura 2000 » privilégié.

## Fermer les ouvrages dans le remblai SNCF



Ruisseau de Peully

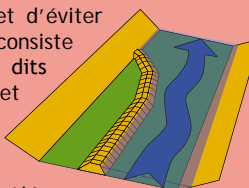


Route des Brouères

Lors des fortes crues, le remblai de la voie ferrée en rive gauche ne limite pas les remontées par remous, du fait de l'existence d'ouvrages hydrauliques et routiers. Par contre, dans le cas d'une brèche en amont, comme lors des crues historiques, le remblai fait obstacle à l'évacuation des eaux. Pour des crues faibles à moyennes qui inondent le val de Challuy-Sermoise par remous, il serait possible de fermer les dix ouvrages qui traversent le talus. Le val serait alors protégé du remous sans provoquer d'impact à l'aval. Le talus doit être renforcé pour résister à la montée des eaux. Il faudrait prévoir également des ouvrages manoeuvrables dans le cas où le val viendrait à se remplir suite à une brèche en amont.

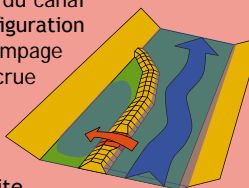
## Réaliser des déversoirs de sécurité

Un moyen de sécuriser les digues et d'éviter les brèches accidentelles consiste à les équiper de déversoirs, dits « de sécurité ». Un déversoir permet à l'eau de surverser dans le val à partir d'une certaine force de crue et d'une localisation choisie. Le remplissage du val est alors contrôlé même à la décrue.



Levée sans déversoir. L'ouvrage doit résister. Le risque de brèche est présent.

En rive droite, il serait nécessaire d'implanter deux déversoirs en amont et en aval du canal de dérivation de la Nièvre. La configuration derrière les levées demande un pompage pour évacuer les eaux une fois la crue passée.



Le déversoir soulage la levée en fortes crues. Le risque de brèche est réduit.

En rive gauche, les levées sont plus fragiles. Pour les fortes crues, c'est une banquette fine et haute qui limite les surverses. Le val est lui-même inondé par remous, par les ouvertures du talus SNCF. Un déversoir dans la digue de Sermoise serait, là aussi, à prévoir.

## Dériver les eaux avec un chenal en rive gauche

Le lit, en amont de Nevers, offrirait la possibilité d'implanter un ouvrage qui permettrait à une partie des flots de la crue, de contourner le pont de pierre. Deux tracés ont été étudiés.

Le premier court-circuite la Loire en amont du pont de pierre par le val rive gauche et s'évacue en droite ligne par un ouvrage sous la RN 7 et les voies SNCF. Le chenal serait contenu entre deux digues. Le deuxième, plus au sud, se branche en Loire juste en aval de l'écluse du canal de l'embranchement.

Ces deux possibilités ont été étudiées et modélisées successivement par les modèles 1D et 2D avec un débit retenu pour le chenal de 300 m<sup>3</sup>/s. La solution la plus au nord s'avère la plus intéressante.

L'objectif du chenal est de procurer un abaissement des eaux de la Loire au niveau du pont de Loire et ainsi d'améliorer la sécurité des digues. Il limite l'impact du déversoir et peut réduire le champ d'expansion de la crue.

## 2 actions complémentaires

### La restauration

La restauration est une action lourde qui consiste à modifier physiquement les niveaux des sols ou le tracé d'un chenal dans le lit endigué.

### L'entretien

L'entretien est une action plus légère qui, pour rester efficace, doit être souvent répétée. L'entretien est mis en œuvre avec une intervention de dévégétalisation. Il peut aussi être complémentaire d'une action de restauration menée à proximité pour en permettre ou en amplifier l'action.

L'objectif est d'enrayer un phénomène qui risque de devenir irréversible si rien n'est fait.



Évolution de la végétalisation dans le lit entre 2000 et 2005



## La modélisation globale 1D - Hydratec

### Scénario ERL, modèle 1D, T = 500 ans. Impact de la restauration et de l'entretien.

Ces études ont été menées par Hydratec en 2011. En cas de crue de la Loire, les premiers débordements sont observés dans la plaine inondable rive gauche, en amont de la ligne des Américains. Avec la montée de la crue, l'inondation se propage plus en aval, toujours en rive gauche, par remous en franchissant le talus SNCF et la route de Lyon sur les communes de Challuy et de Sermoise.

Avec le scénario ERL, ces surverses seraient retardées. L'entretien, avec la dévégétalisation, et la restauration, avec l'arasement des bancs, abaissent les hauteurs d'eau entre 20 et 40 cm pour toutes les crues et, en particulier, pour les crues moyennes soit T = 50 ans et T = 100 ans, respectivement 2 300 m<sup>3</sup>/s et 3 280 m<sup>3</sup>/s à Nevers, écrêtés par Villerest de 1 000 m<sup>3</sup>/s.

Sous le pont SNCF, l'augmentation des débits et l'abaissement des lignes d'eau sont de :

T = 170 ans / + 200 m<sup>3</sup>/s / - 40 cm

T = 200 ans / + 240 m<sup>3</sup>/s / - 40 cm

T = 500 ans / + 300 m<sup>3</sup>/s / - 40 cm

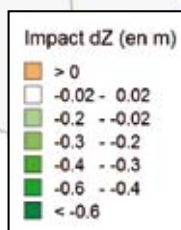
## Et si on laissait le lit se dégrader...

Pour mieux évaluer l'impact des actions d'entretien et de restauration, un scénario dans lequel rien ne serait fait a été calculé avec le modèle global 1D.

La dégradation donne un lit très végétalisé avec :

- l'extension de l'île Saint-Charles,
- l'obturation de quatre arches du pont SNCF en rive gauche, et la création d'une terrasse alluviale,
- une importante végétalisation arbustive qui ralentit les écoulements.

Cette politique de non-entretien du lit de la Loire engendrerait la colonisation par la végétation des îles et leur pérennisation, entraînant un mauvais écoulement de la crue. Les exhaussements de niveau d'eau provoqués atteindraient + 80 cm dans la traversée de Nevers. Dans le val de Saint-Antoine, la surélévation de l'inondation par remous atteindrait environ 50 cm.



Sources Hydratec

Scarification - 2011



La chevette de Givry en 2004



Île Saint-Charles - 2011



Les travaux d'entretien se doivent d'être réguliers

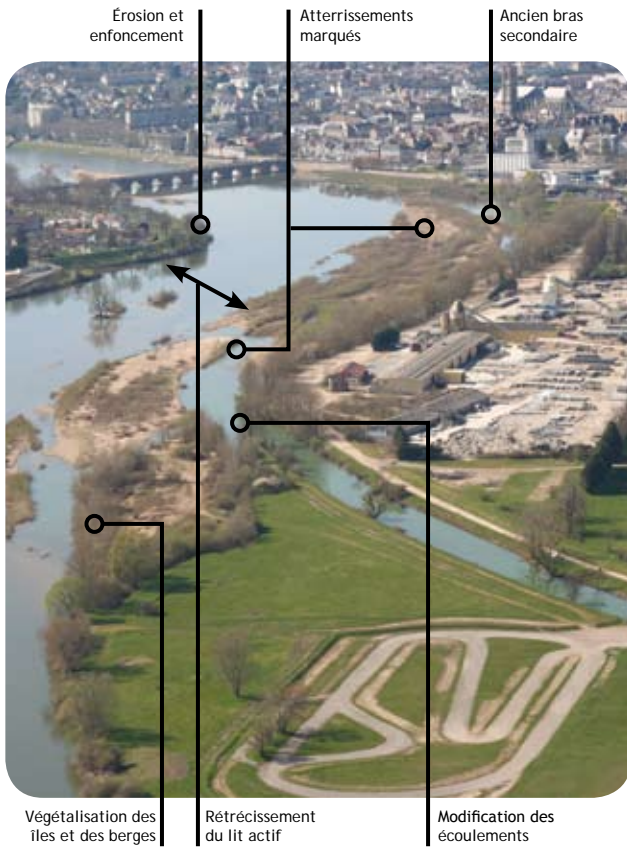


2007 - Avant les travaux

2008 -



# scénario E.R.L.

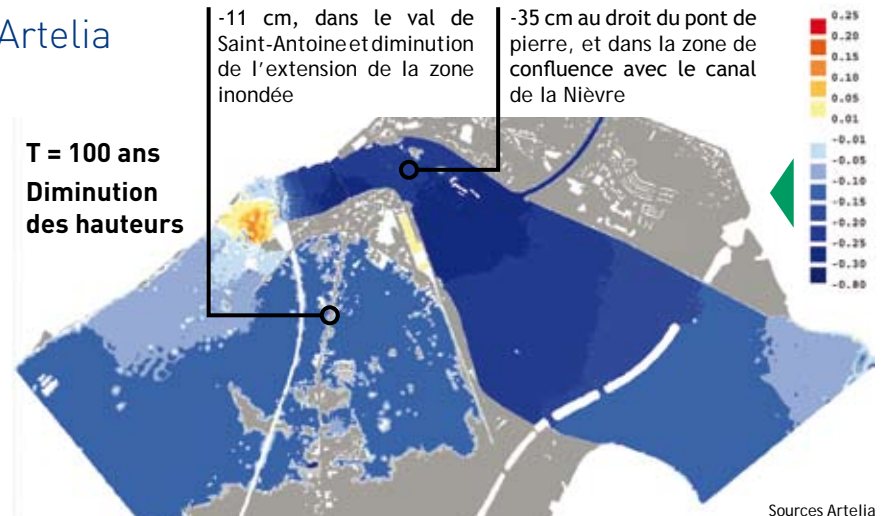


L'évolution de la Loire à l'amont du pont de pierre, à la confluence du canal de dérivation de la Nièvre en 2007

## La modélisation détaillée 2D du val de Nevers - Artelia

La modélisation du val de Nevers en 2D atténue mais confirme les gains calculés avec la modélisation globale 1D.

La modélisation détaillée 2D du scénario ERL confirme que les aménagements induisent un abaissement significatif des niveaux d'eau de la Loire sur la traversée de Nevers. Il est de 15 cm en moyenne et au maximum de 35 cm.

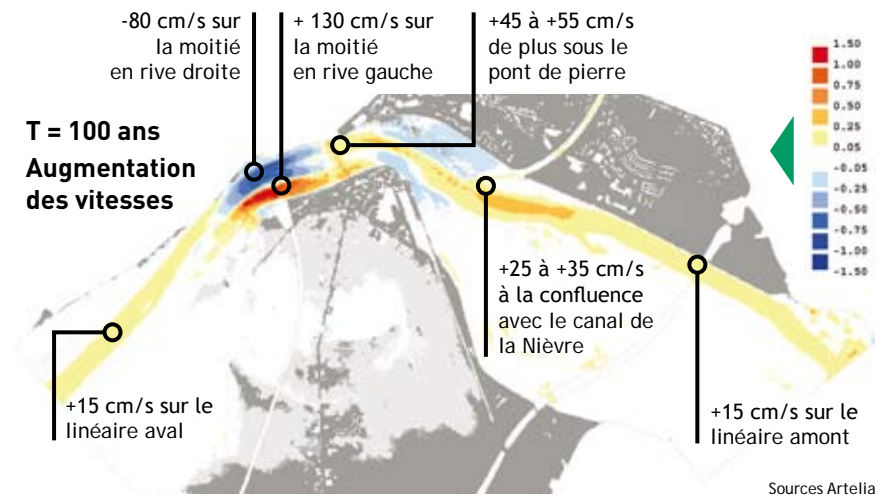


## L'enseignement des modèles

Les différences de résultats (1D et 2D) viennent des principes mêmes des modélisations. Dans les deux cas, l'abaissement des hauteurs d'eau est conséquent et la répartition des vitesses sur l'ensemble du lit montre bien que l'entretien et la restauration jouent un rôle très bénéfique sur l'écoulement des eaux et donc abaissent la hauteur des flots.

Néanmoins, la durabilité des actions de restauration peut être mise en cause. Les crues seront-elles capables de maintenir l'arasement des îles et des berges ou, au contraire, ne vont-elles pas provoquer des dépôts très rapidement ? L'impact environnemental de ces actions doit également être évalué

Le coût de ces interventions importantes est de l'ordre du million d'euros.



Exemple de l'évolution de l'île aux Sturnes



Après les travaux



2011 - La végétation a repris

Île aux Sturnes - 2011



Travaux d'évacuation des végétaux



Travaux de traitement des rhizomes



# Résultats - Modélisations globales 1D - hydratec

## Planter les déversoirs de sécurité

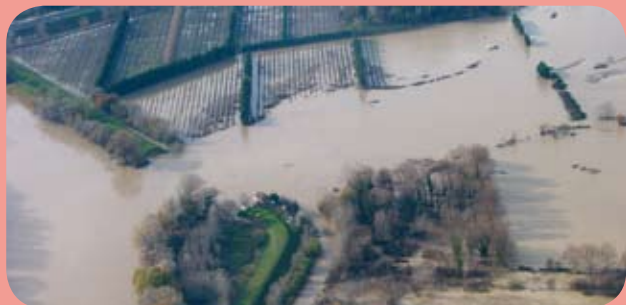
L'impact d'une brèche est considérable en raison de l'impossibilité de prévoir sa survenance et sa localisation. Avec une brèche, les vitesses d'eau et le remplissage d'un val, même à la décrue, ont des conséquences très dangereuses pour la vie des populations concernées et les flots sont très dommageables pour les biens.

Dans la configuration actuelle avec des hypothèses de brèches, les ouvertures en rive gauche sont presque prévisibles en raison de l'état des levées, surtout des banquettes. En rive droite, les brèches sont moins certaines. Mais pour des puissances de crue de T = 500 ans, le risque de brèche est fort probable.

La réalisation de déversoirs a pour objectif d'épargner l'ouvrage de protection, de réduire le risque de brèche, de limiter la pénétration d'eau à partir d'une certaine hauteur et, lors de la décrue, d'arrêter les surverses à cette même cote.



Déversoir du Guétin au Bec d'Allier



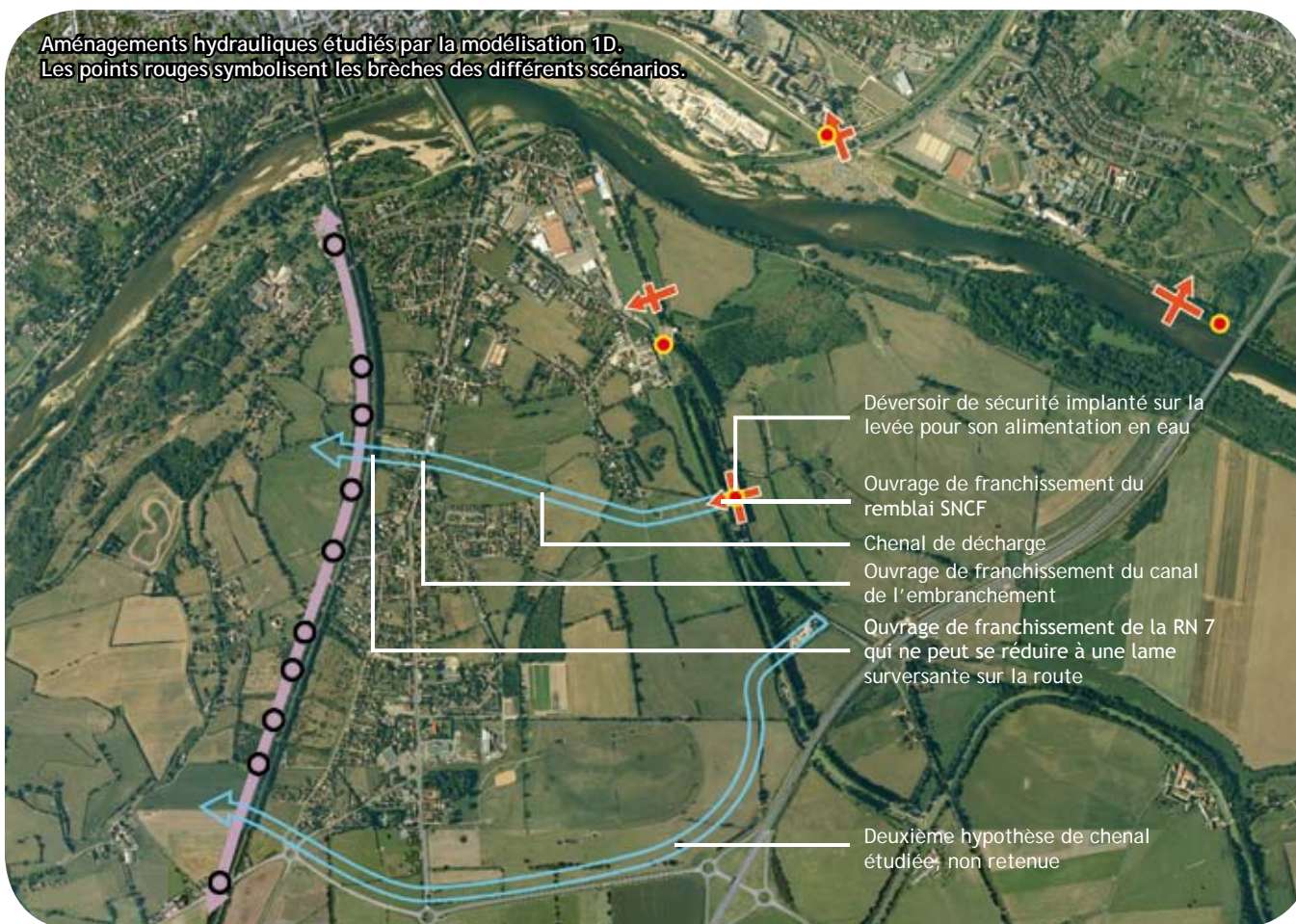
2003, crue du Rhône, brèche dans la digue de Fourques  
Photo E. Bataille

## Comparer des configurations d'aménagement

La deuxième phase d'EGRIAN a étudié des solutions d'aménagements autonomes et des hypothèses de configurations individualisées (remblai SNCF, entretien et restauration,

déversoirs...) ou regroupées (déversoirs et chenal). Les possibilités de mise en oeuvre des mesures non structurales ont été recensées et confrontées aux impacts des crues sur l'agglomération.

Ces éléments seront pondérés, regroupés, harmonisés et rendus cohérents en phase 3 pour la définition de la stratégie globale de réduction du risque inondation sur l'agglomération.

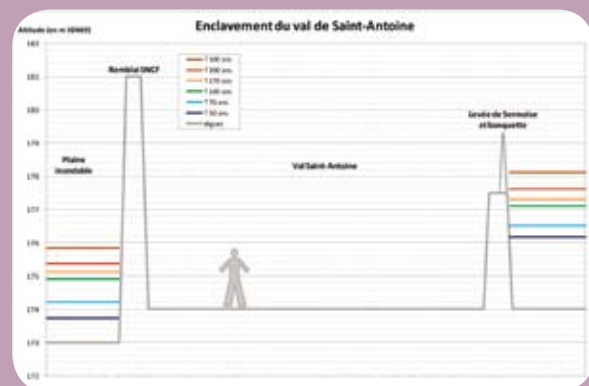


## Fermer les ouvrages dans le remblai SNCF

Le remblai de la voie ferrée n'est pas une digue. Pour contenir les crues, côté Bec d'Allier, le renforcement du bas du talus SNCF et l'aménagement des passages hydrauliques et routiers sont nécessaires.

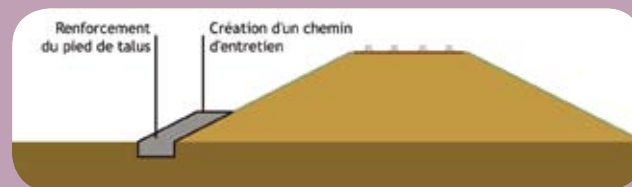
La mise en place d'un système de pompage du ru de Peully est à prévoir car il pourrait inonder le val jusqu'à une hauteur de 50 cm lors de la fermeture du remblai.

Il faut aussi avoir présent à l'esprit que les flots peuvent venir de l'amont suite à la rupture de la levée de Sermoise. L'effacement rapide des fermetures et l'installation de pompes de relevage sont donc obligatoires.



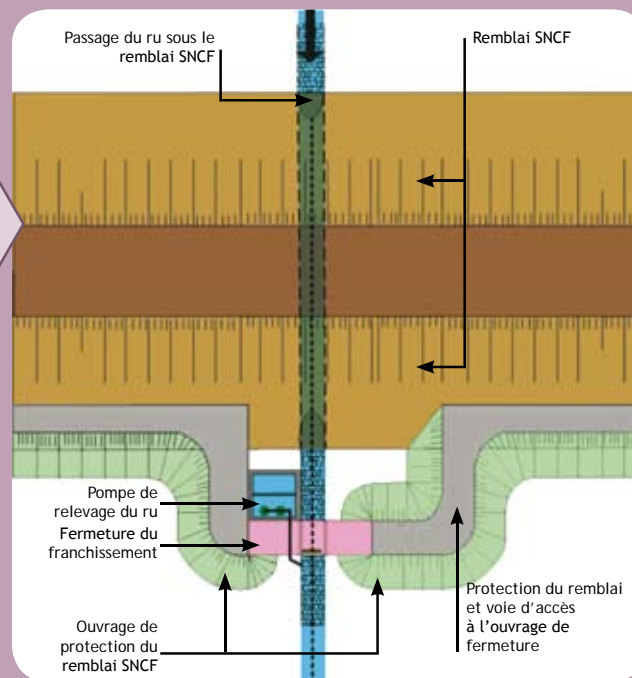
Le scénario de fermeture a étudié l'ensemble des crues de T = 50 ans (2 300 m<sup>3</sup>/s) à T = 500 ans (4 500 m<sup>3</sup>/s). La modélisation Hydratec nous apprend que pour les crues à partir de la centennale, la fermeture des ouvrages pourrait poser des problèmes de résistance. Un tel aménagement n'est donc pas envisageable pour les crues très fortes. La fermeture raisonnable des passages peut éviter l'inondation des enjeux de Sermoise et de Challuy jusqu'à la crue T = 100 ans et peut-être T = 170 ans.

Ces fermetures n'ont pas d'impact sur les flots en Loire mais les travaux sur le remblai SNCF et les interventions sur les passages sont conséquents. Ces travaux sont évalués à un million d'euros.



Sources Hydratec

Coupe schématique de la protection du remblai SNCF



Sources Hydratec

Principe en plan d'un ouvrage de fermeture d'un ru

## Dériver les eaux avec un chenal en rive gauche

Il est envisagé de prolonger la mise en place d'un déversoir par un chenal de décharge. Cet espace d'écoulement organise les circulations d'eau dans le val en essayant de réduire l'ampleur spatiale de l'inondation lorsque le déversoir fonctionne.

Deux tracés contrastés ont été étudiés. Celui du nord, le plus court, a été retenu pour la suite de l'étude, en raison d'une meilleure configuration.

Le débit maximum de transit, décidé dans le chenal, est de 310 m<sup>3</sup>/s pour T = 500 ans, en accord avec les simulations de brèches.

L'ouvrage étudié pour le franchissement des voies SNCF par le chenal se compose donc de quatre arches de hauteur 4 m et de largeur 6 m.

Le tableau des niveaux d'eau et des débits maximum indique que le gain en cotes sur les lignes d'eau est important pour les périodes de retour supérieures à 100 ans.

Crue	Gain en niveau (cm)	Débit de transit (m <sup>3</sup> /s)
T = 100 ans	3	41
T = 170 ans	5	77
T = 200 ans	10	152
T = 500 ans	18	307

Il n'y a pas d'impact sur la Loire à l'aval du Bec d'Allier.

Globalement, le chenal protège aussi la zone de la tête de pont en faisant obstacle au remous de la Loire. En contrepartie, davantage d'eau s'accumule dans la partie sud du val.

En Loire, les aménagements testés baissent les niveaux d'eau en amont du Bec d'Allier de presque 15 cm sur plus de 20 km. Ils ne modifient les cotes en aval que de manière infime.

## Deux configurations avec plusieurs aménagements

La situation actuelle du val de Nevers correspond à des vals endigués sans déversoir. Les deux configurations étudiées avec le modèle détaillé Artelia évaluent l'intérêt d'équiper, en déversoirs, les ouvrages de protection. En rive gauche, la réalisation éventuelle d'un chenal de décharge relié au déversoir de la digue de Sermoise a été pris en compte.

La pertinence de fermer les ouvrages de franchissement du remblai RFF/SNCF, qui laissent remonter les eaux des crues, a été étudiée dans les deux configurations avec deux niveaux de fermeture possibles.

De façon à mettre en évidence l'impact des aménagements de la Loire, les deux configurations ont été confrontées à des modélisations antérieures qui prenaient dans la situation actuelle l'ouverture de brèches en rive gauche et en rive droite.

Ce sont ces résultats qui sont présentés dans ce document et qui permettent d'évaluer l'intérêt des ces aménagements.



## Première configuration

Les aménagements retenus pour cette configuration sont les suivants :

- Le renforcement des digues pour résister même au-delà du calage des déversoirs.
- En rive gauche : un déversoir de 170 m de large qui fonctionne au-delà de la crue  $T = 100$  ans.
- En rive droite : deux déversoirs de 200 m de large qui fonctionnent au-delà de la crue  $T = 200$  ans.
- Une fermeture des ouvrages hydrauliques et routiers du remblai RFF jusqu'à la crue  $T = 100$  ans.

## Crue $T = 170$ ans - 3 500 m<sup>3</sup>/s

Pour les crues inférieures à  $T = 100$  ans, le val de Sermoise ne subit pas le remous de la Loire. Aucune atteinte n'a donc lieu en rive droite. Lorsque la crue atteint le niveau  $T = 100$  ans, le déversoir de Sermoise se déclenche et les ouvrages du remblai RFF/SNCF laissent passer les flots.

Lorsque la crue atteint le niveau  $T = 170$  ans, le déversoir réduit la hauteur d'eau maximum dans les vals de 1,5 m à 2 m. L'obturation des ouvrages du remblai retarde l'inondation de 29 heures. Le débit dans le déversoir est de 50 m<sup>3</sup>/s au lieu de 177 m<sup>3</sup>/s et 129 m<sup>3</sup>/s dans les deux brèches. La vitesse de remplissage est inférieure à 0,4 m/h contre 2,7 m/h en cas de brèches.

Avec le déversoir, l'inondation du val est prévisible, plus lente et moins brutale.

## Impacts de cette première configuration

Par rapport à une situation avec brèches, les déversoirs réduisent la hauteur d'eau en moyenne de 1,50 m pour  $T = 170$  ans et de 1 m pour  $T = 500$  ans.

Ils inondent moins violemment avec une vitesse divisée par 7 pour  $T = 170$  ans et par 2 pour  $T = 500$  ans. La fermeture des ouvrages du remblai RFF évite l'inondation par remous jusqu'à une crue  $T = 100$  ans.

## Deuxième configuration

Les déversoirs rive gauche et rive droite retenus sont les mêmes que la première configuration. À cela s'ajoute ces éléments :

- Une chenal de 1 500 m de long dans le prolongement du déversoir de rive gauche. Il accepte un débit issu du déversoir jusqu'à la crue  $T = 170$  ans. Il déborde latéralement pour les crues plus fortes.
- Les ouvertures du remblai RFF/SNCF sont fermées jusqu'à la crue  $T = 170$  ans contre  $T = 100$  ans dans la première configuration.

## Crue $T = 170$ ans - 3 500 m<sup>3</sup>/s

Pour les crues inférieures ou égales à  $T = 100$  ans, le val de Sermoise est épargné.

Lorsque la crue atteint un niveau supérieur à  $T = 100$  ans, le déversoir fonctionne avec un débit que le chenal prend en charge. Le remous est bloqué par la fermeture des ouvrages du remblai RFF/SNCF.

Lorsque la crue atteint un niveau  $T = 170$  ans, la situation est la même : il n'y a donc pas d'eau dans le val sauf en cas de remontée de nappe, ce qui est relativement faible.

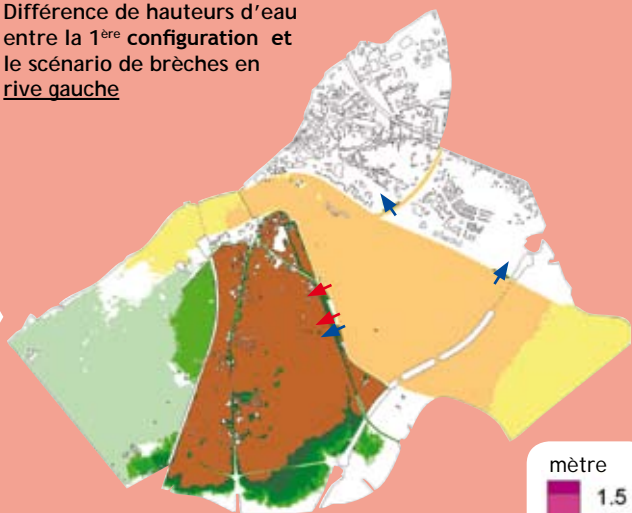
## Impacts de cette deuxième configuration

Par rapport à une situation avec brèches, le val de Sermoise est épargné jusqu'à la crue  $T = 170$  ans. L'inondation est moins violente qu'avec les brèches. Les débordements du chenal peuvent être localisés et orientés. Le gain en Loire est de 20 cm alors que le chenal est volontairement limité.

La chenalisation et la fermeture du remblai sont donc efficaces alors que le chenal est un ouvrage modeste. Son fond est décaissé de 1 m à 1,50 m, ses bords sont surélevés d'autant. Sa largeur active n'est que de 30 m pour faire transiter environ 50 m<sup>3</sup>/s. Il comporte deux ouvrages d'art pour franchir le RD 907 et le remblai RFF.

# Fermeture des passages SNCF - déversoirs - chenal

Différence de hauteurs d'eau entre la 1<sup>ère</sup> configuration et le scénario de brèches en rive gauche



Crue T = 500 ans - 4 500 m<sup>3</sup>/s

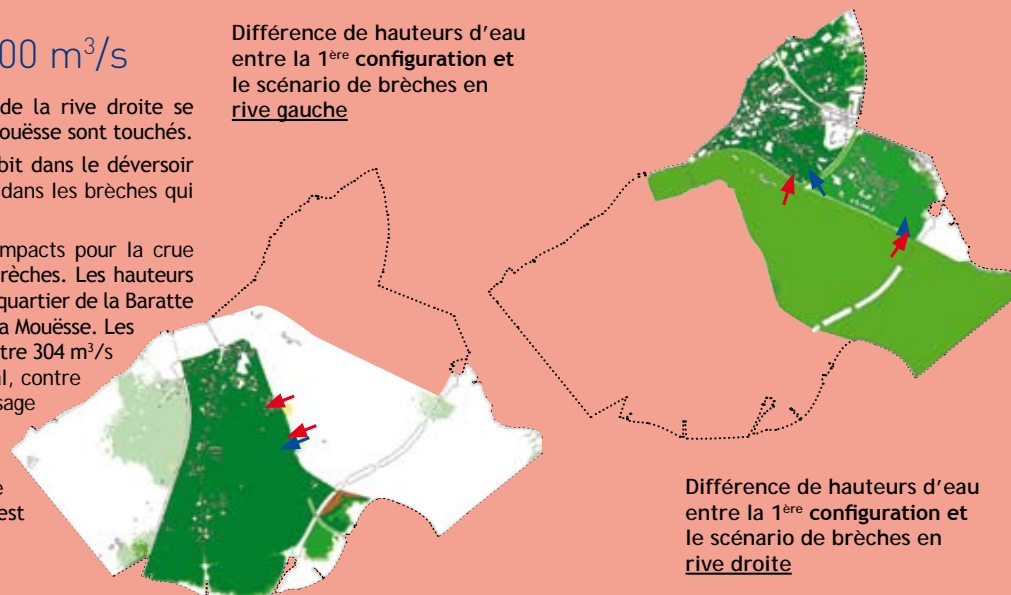
Pour la crue T = 200 ans, les deux déversoirs de la rive droite se déclenchent. Les quartiers de la Barratte et de Mouësse sont touchés.

Pour la crue T = 500 ans, en rive gauche, le débit dans le déversoir est de 350 m<sup>3</sup>/s contre 242 m<sup>3</sup>/s et de 178 m<sup>3</sup>/s dans les brèches qui s'ouvriraient précédemment.

En rive droite, il est possible de comparer les impacts pour la crue T = 500 ans par rapport à la situation avec des brèches. Les hauteurs maximales d'eau sont abaissées de 0,30 m dans le quartier de la Baratte et de 0,70 m en aval du canal dans le quartier de la Mouësse. Les débits dans le déversoir amont sont de 45 m<sup>3</sup>/s contre 304 m<sup>3</sup>/s dans la brèche et de 28 m<sup>3</sup>/s dans le déversoir aval, contre 171 m<sup>3</sup>/s dans la brèche. La vitesse de remplissage passe à moins de 0,4 m/h au lieu de 1,5 m/h en cas de brèches.

Il faudra pomper l'eau dans les vals de la rive droite qui restent inondés à la décrue. Cela est réalisable en moins de deux jours.

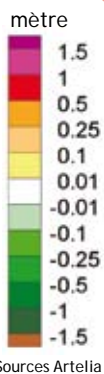
Différence de hauteurs d'eau entre la 1<sup>ère</sup> configuration et le scénario de brèches en rive gauche



Différence de hauteurs d'eau entre la 1<sup>ère</sup> configuration et le scénario de brèches en rive droite

➡ Emplacement des déversoirs

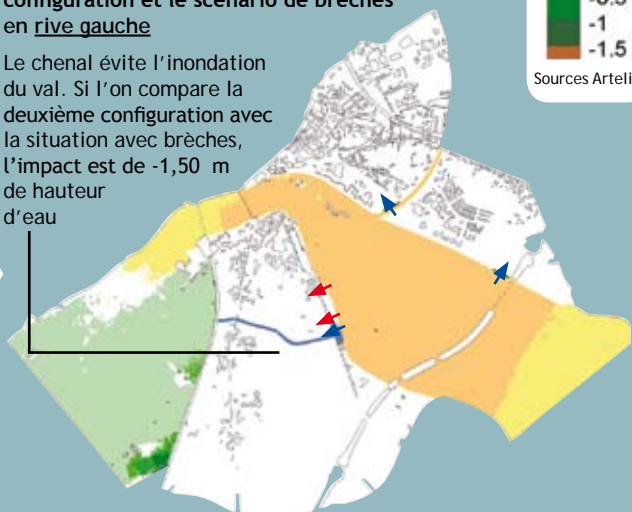
➡ Emplacement des brèches pour le scénario considéré



Différence de hauteurs d'eau entre les configurations aménagées et des scénario avec brèches.

Différence de hauteurs d'eau entre la 2<sup>ème</sup> configuration et le scénario de brèches en rive gauche

Le chenal évite l'inondation du val. Si l'on compare la deuxième configuration avec la situation avec brèches, l'impact est de -1,50 m de hauteur d'eau



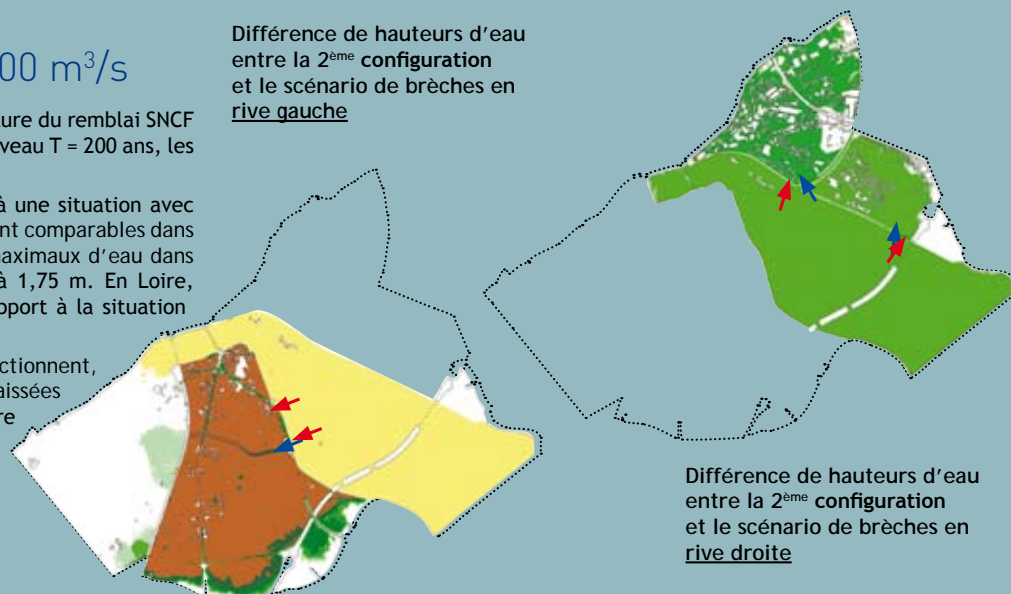
Crue T = 500 ans - 4 500 m<sup>3</sup>/s

Pour un niveau supérieur à T = 170 ans, la fermeture du remblai SNCF n'est plus efficace et lorsque la crue atteint le niveau T = 200 ans, les déversoirs en rive droite se déclenchent.

Pour une crue de T = 500 ans, la comparaison à une situation avec deux brèches précise que les débits maximaux sont comparables dans le déversoir ou dans les brèches. Les niveaux maximaux d'eau dans le val sont abaissés par le chenal de 1,50 m à 1,75 m. En Loire, la hauteur d'eau est abaissée de 20 cm par rapport à la situation actuelle sans brèches.

En rive droite, avec les deux déversoirs qui fonctionnent, les hauteurs d'eau dans les vals sont abaissées d'environ 0,20 m en amont du canal de la Nièvre dans le quartier de la Baratte et de 0,35 m en aval dans le quartier de la Mouësse par rapport à la situation avec les deux brèches.

Différence de hauteurs d'eau entre la 2<sup>ème</sup> configuration et le scénario de brèches en rive gauche



Différence de hauteurs d'eau entre la 2<sup>ème</sup> configuration et le scénario de brèches en rive droite

# Les mesures non structurelles :

## Prévenir les conséquences des inondations

Les mesures « non structurelles » ont pour objectif de prévenir les conséquences des inondations afin de garantir la sécurité des personnes et des biens. Elles doivent permettre de retrouver le plus rapidement possible des conditions de vie normales. Des mesures ont déjà été engagées sur l'adn. Globalement, elles concernent les mesures suivantes :

- La sensibilisation de la population au risque inondation.
- La réduction de la vulnérabilité des biens.
- La gestion de la crise et de la post-crise.

## Mieux assurer l'intégrité des personnes et des biens

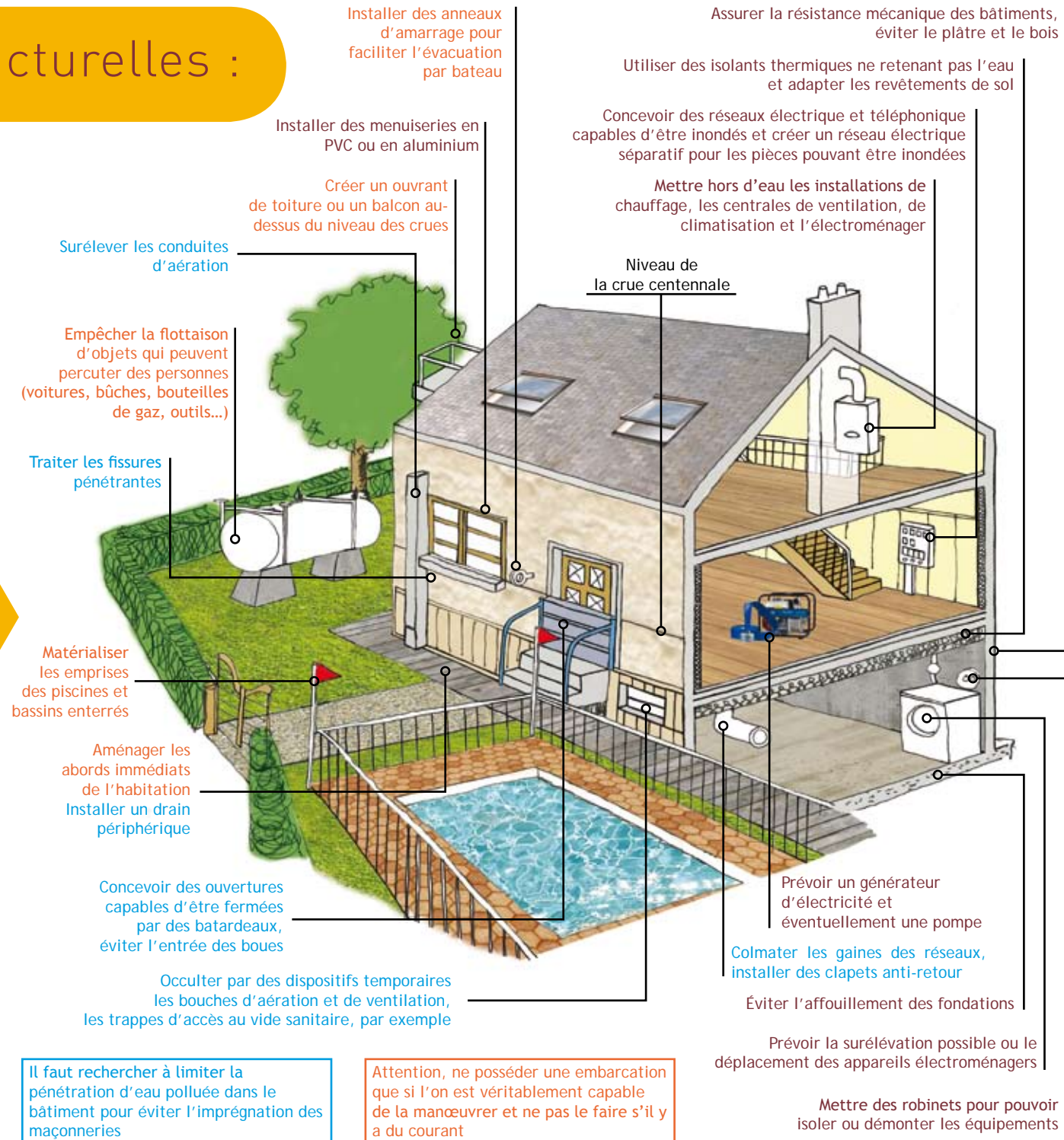
- faciliter l'évacuation des personnes,
- bien choisir les techniques de construction,
- limiter la pénétration de l'eau.

## Des diagnostics sur les activités économiques

Pour la réduction des dommages aux entreprises, l'Établissement Public Loire préconise deux étapes :

- Une expertise hydraulique, permettant de mesurer l'exposition du site au risque inondation.
- Une évaluation sur le site des vulnérabilités et des mesures de réduction des dommages adaptées à l'entreprise.

Sur l'agglomération, 96 diagnostics sont prévus à raison de 3 000 € l'unité. L'adn participe à la démarche initiée par l'EPL. Les financements se répartissent entre l'adn (25%), la Région (25%) et l'Europe (50%).



# Informez, réduisez la vulnérabilité des biens, mieux gérez la crise



Sur le territoire de l'adn, de nouveaux repères de crue ont été implantés et les anciens ont été vérifiés. Ils alertent la population sur le risque d'inondation.

## Sensibiliser la population



Des obligations de planification réglementaires et d'information s'appliquent à la population et au territoire :

- Le Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI) contient des limites d'occupations des sols et des obligations d'usages liées aux niveaux et aux vitesses des eaux lors des Plus Hautes Eaux Connues. Toutes les communes inondables de l'adn en sont dotées.
- Le Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) est établi à l'échelle départementale par le préfet. Le DDRM de la Nièvre a été remis à jour en 2010.
- Le Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM) est établi à l'échelle communale. Il est obligatoire pour les communes listées dans le DDRM.
- Le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) comporte des objectifs relatifs à la prévention des risques. Il est en cours d'élaboration sur l'adn. Les conclusions de l'étude EGRIAN y seront prises en compte.
- Les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU) enregistrent les PPRI comme une servitude. Ils peuvent prendre des mesures préventives et autoriser des constructions adaptés.
- Depuis juin 2006, tout propriétaire doit également informer son locataire ou futur acquéreur du risque inondation de son futur bien.

## Mieux gérer la crise et la post-crise

### Au niveau communal

Les plans communaux de sauvegarde (PCS) sont opérationnels sur l'adn. Ils sont obligatoires pour les communes ayant un PPRI approuvé.

### Au niveau de l'adn

Un plan d'intervention communautaire est en cours d'étude (2012). Il aborde les compétences transférées à l'adn (gestion des déchets, distribution d'eau potable,...) et les problématiques à enjeux intercommunaux telles que l'alerte (mise en place d'un automate d'appel) et l'hébergement (évacuation, hébergement et restauration).

### Au niveau départemental

Le plan ORSEC sur l'adn concerne les aspects suivants :

- L'organisation des secours par les services de l'État.
- Le volet spécifique du risque inondation. Il est en cours d'élaboration à la préfecture en 2012.

Des documents concernent aussi les plans d'intervention des opérateurs de réseau : ADEL (électricité) et ORIGAZ (gaz).



Crue de la Loire en 2003 - Photo APEI

Gérer la crise c'est aussi réduire la vulnérabilité des réseaux. Les principaux dysfonctionnements sur l'adn concernent les éléments suivants :

### L'électricité

Un poste source électrique est potentiellement inondable derrière la digue de Saint-Eloi. Il dessert 28 000 abonnés sur une zone s'étendant au-delà des limites de la zone inondable et de l'adn. De plus petits sites EDF sont aussi exposés, ce qui complique la gestion de la crise et la remise en ordre.

### L'alimentation en eau potable

Une fermeture de l'alimentation en eau potable est déclenchée dès les premières crues, en raison de la turpitude de l'eau et du risque de pollution.



### L'alimentation en gaz

Une rupture de l'alimentation en gaz en cas de dommages sur la station de la digue de la Maison Rouge perturberait fortement l'adn.

### L'évacuation des eaux usées

Des risques d'inondation et de pollution des eaux sont liés aux dysfonctionnements des stations de relevage d'eaux usées des différentes communes.

### La téléphonie fixe

Le réseau téléphonique est très sensible aux ruptures d'alimentation électrique.

### Les routes

De nombreuses coupures de routes reliant Nevers aux autres communes de l'adn se produisent lors des crues. Des problèmes de franchissement de la Loire se posent pour les crues plus importantes.

Sur Nevers, l'A 77 est hors d'eau mais l'infrastructure risque d'être sollicitée en cas de grande crue en raison du faible nombre de ponts hors d'eau.



## Définir une stratégie globale réaliste et financièrement crédible

Sur l'adn, l'entretien et la restauration du lit, la fermeture des passages hydrauliques et routiers dans le remblai SNCF, la réalisation de déversoirs avec le renforcement des digues et la mise en œuvre d'un chenal de dérivation en rive gauche, permettraient une réduction de l'aléa dû au crues de la Loire.

La définition d'une stratégie globale en phase 3 de l'étude devra prendre en compte et harmoniser des mesures structurelles et non structurelles. Le résultat positif est qu'EGRIAN débouche sur des solutions techniques capables de réduire les aléas, ce qui est rare pour les fleuves français.

Il faut garder en mémoire qu'une crue de T = 500 ans à Nevers, avec un débit de 4 500 m<sup>3</sup>/s déjà écrêté de 1 000 m<sup>3</sup>/s par le barrage de Villerest, serait généralisée sur toute la Loire. Ce serait donc une catastrophe nationale majeure et un impact dommageable considérable. L'effort financier pour se protéger est lié à la force de la crue contre laquelle on veut se protéger. Généraliser une même protection sur toute la Loire ne sera donc pas possible. L'État, les Régions, les Départements et les communes riveraines n'ont certainement pas les moyens d'assurer de tels investissements.

Pour EGRIAN et l'adn, il faut donc hiérarchiser et moduler les interventions.

La stratégie globale, qui sera étudiée en phase 3, devra être réaliste et efficace. Pour les interventions retenues, des phasages seront possibles. Dans tous les cas, les solutions devront être rendues réalisables un jour. Elles devront donc être inscrites dans les SCoT et les PLU.

### 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@agglo-nevers.fr](mailto:hfallet@agglo-nevers.fr)  
Rédaction - Conception graphique : Minea

## EGRIAN, une étude concertée

EGRIAN se doit d'associer les différents acteurs locaux, les principales administrations, le milieu associatif et naturellement les populations, qu'elles soient riveraines de la Loire ou non.

La population, en particulier les riverains, doit aussi être informée et consultée. Des réunions publiques se sont tenues en octobre 2010, une seconde série aura lieu en début de phase 3, fin 2012.

## Des documents de communication



En phase 1, quatre lettres d'information et treize panneaux ont été réalisés. Des réunions publiques se sont tenues sur trois communes de l'adn en octobre 2010. Une brochure en collaboration avec WWF France présente la démarche générale d'EGRIAN, une plaquette « La levée, la brèche, le déversoir » et une brochure de synthèse s'adressent aux habitants.

En phase 2, trois lettres d'information ont été distribuées entre 2009 et 2012 :

- La lettre 5 présente sept scénarios d'aménagement.
- La lettre 6 développe les enseignements des modélisations globales 1D pour quatre scénarios d'aménagement retenus.
- La lettre 7 précise les résultats des modélisations de deux des scénarios d'aménagement et aborde les mesures non structurelles.

Deux nouvelles plaquettes ont été réalisées (« L'entretien et la restauration du lit de la Loire sur l'adn », « Les mesures non structurelles ») ainsi que cette présente brochure de synthèse.

## 5 GRAD en phase 2

Les réunions du Groupe d'Aide à la Décision ont pour objectif d'informer les interlocuteurs EGRIAN des communes de l'adn. Elles sont élargies à des acteurs de la société neversoise et ligérienne.



### La réunion 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 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.

### GRAD 4 du 21 décembre 2009

Tenue d'ateliers sur les scénarios capables de réduire l'inondation.

### GRAD 5 du 27 septembre 2010

Présentation des scénarios d'aménagement modélisés.

### GRAD 6 du 16 septembre 2011

Présentation des résultats des modélisations « Entretien et Restauration du Lit » et « Fermeture du remblai SNCF ».

### GRAD 7 du 13 avril 2012

Présentation de l'étude « Risques inondation » et questionnaire.

### GRAD 8 du 15 juin 2012

Présentation des modélisation détaillées et critères de décision.

## 4 partenaires participent à l'étude EGRIAN

