



Le **risque**  
d'**inondation**  
sur l'**Agglomération**  
de **Nevers**

Le renforcement  
des digues  
et la création  
de déversoirs

# Sommaire

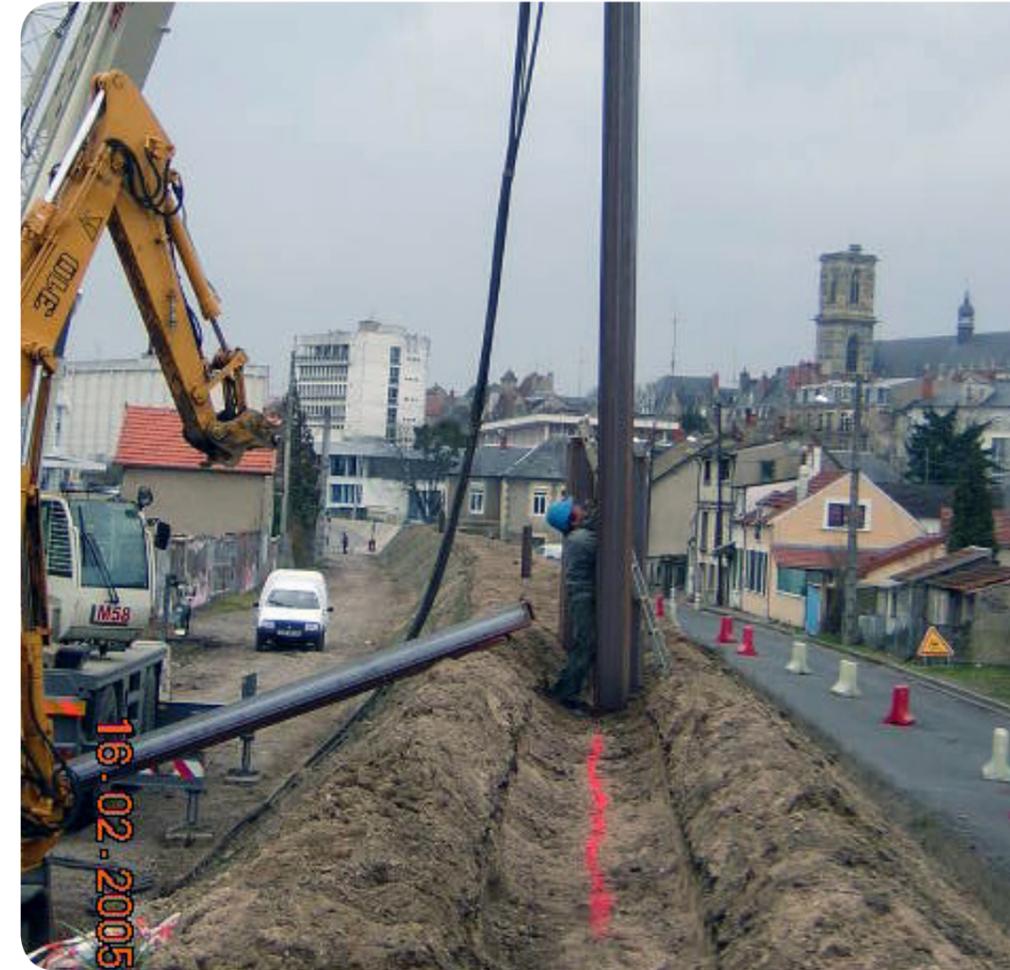
- 1 Le renforcement des digues et la création de déversoirs
- 3 Les levées en rive droite ont été renforcées
- 4 Réduire le risque de brèche
- 5 Arrivée de la crue
- 6 Premiers impacts de la crue
- 7 Érosions et premières surverses
- 8 Brèches et fonctionnement du déversoir
- 9 Début de la décrue
- 10 Situation après la crue mais avant un autre pic possible
- 11 Implanter des déversoirs de sécurité



# Les levées en rive droite ont été renforcées

## D'importants travaux

En 2004, la Ville de Nevers a mis en oeuvre, en rive droite, une campagne de renforcement des levées dont elle est propriétaire.



# Réduire le risque de brèche

## L'impact d'une brèche est considérable

Il est impossible de prévoir sa survenance ni sa localisation. Les vitesses d'eau et le remplissage d'un val ont des conséquences très dangereuses pour les populations. Les flots sont très dommageables pour les biens.

## Le risque de brèche est important

En raison de l'état des levées et des banquettes de la rive gauche, l'ouverture de brèches est prévisible. En rive droite, elles sont moins probables, mais pour des puissances de crue exceptionnelle de  $T = 500$  ans, le risque reste fort.

## Une solution : le déversoir de sécurité

La réalisation de déversoirs a pour objectif d'épargner la levée, 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.



Gravure d'une brèche lors de la crue de 1856

Tout renforcement d'une levée s'accompagne de la réalisation d'un déversoir de sécurité pour éviter la brèche

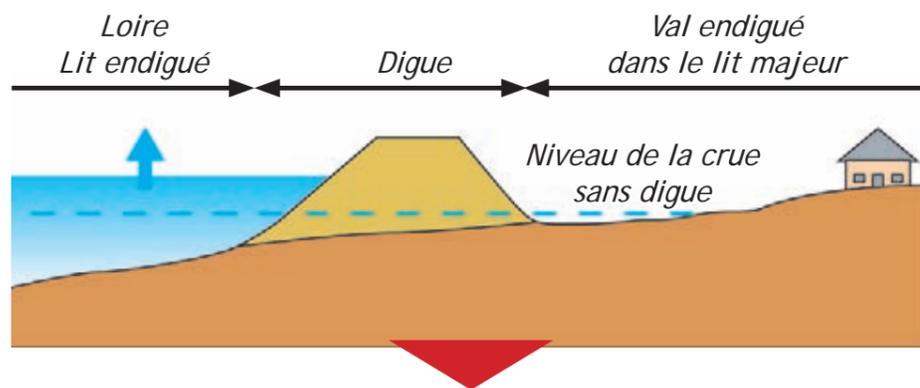
Brèche en Camargue lors d'une crue en 2004



# Arrivée de la crue

## Digue fragilisée

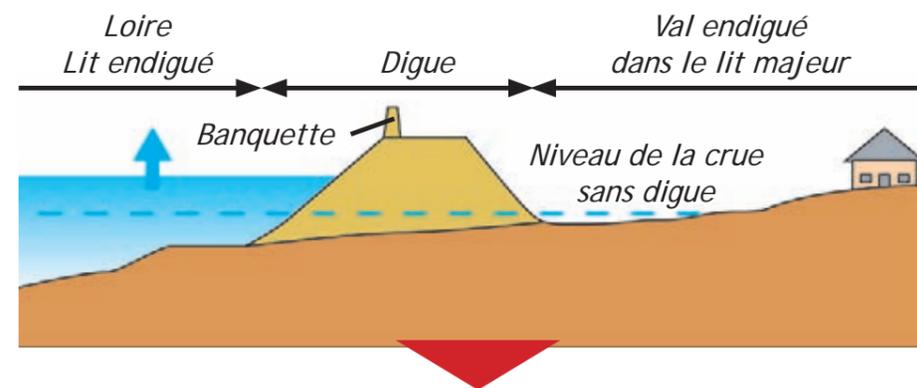
Certaines levées sont placées dans des configurations hydrauliques difficiles qui peuvent provoquer une érosion du pied de l'ouvrage et des surpressions d'eau qui traversent la digue.



La Loire remplit son lit endigué. La digue provoque une surélévation du niveau des flots due à la réduction du lit de la rivière.

## Digue avec banquette

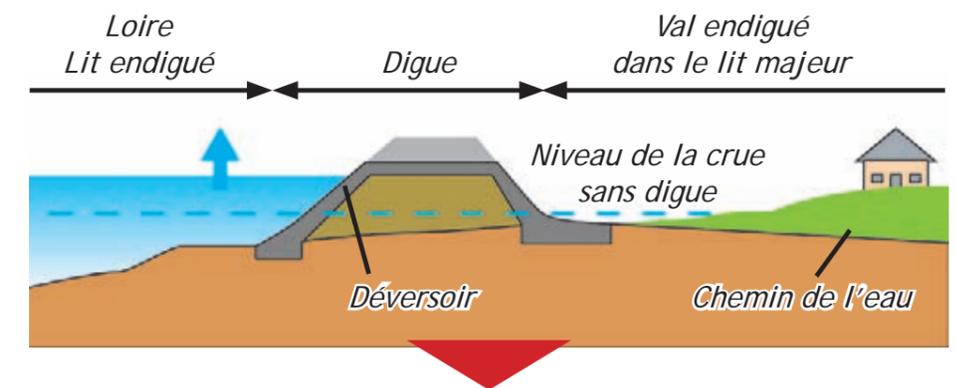
Dans certains secteurs, l'ouvrage de protection est surmonté d'une banquette qui doit limiter les débordements de la crue pour éviter toute surverse. La résistance de cette surélévation est généralement faible.



La Loire remplit son lit endigué avec, là aussi, une surélévation des eaux due à la digue.

## Digue avec déversoir

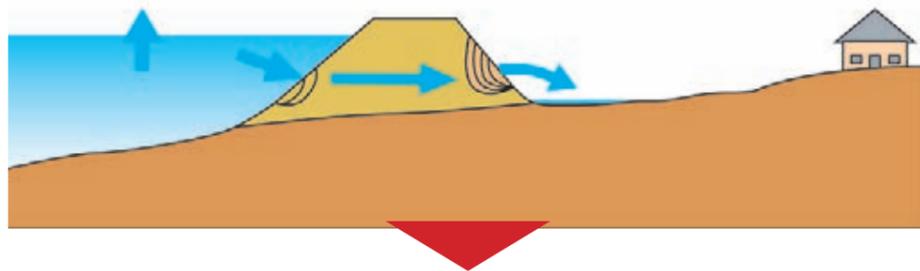
Le déversoir est un abaissement de la crête de la digue calé pour laisser l'eau pénétrer par débordement dans le val en un endroit judicieusement choisi. La réalisation du déversoir est liée au renforcement de la digue sur son ensemble pour qu'elle résiste à la crue.



Le niveau de l'eau dans le lit endigué est imposé par la digue. Pour conduire la surverse à venir, un chemin de l'eau peut être aménagé en arrière du déversoir.

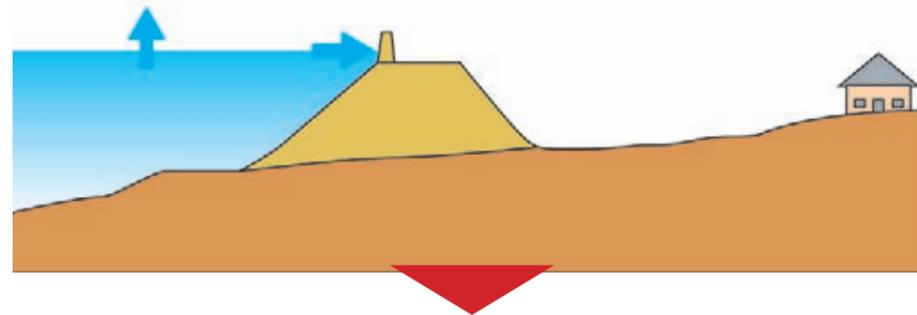
# Premiers impacts de la crue

## Digue fragilisée



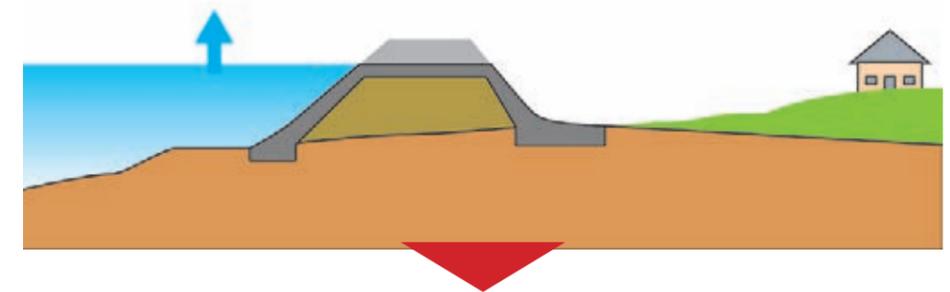
La crue érode le pied de digue insuffisamment protégé ou de mauvaise qualité. Des renards (infiltrations d'eau) traversent l'ouvrage, entraînant des matériaux de la digue.

## Digue avec banquette



La crue attaque la banquette qui est instable car trop étroite. Le niveau de l'eau en Loire est surélevé par la présence de la banquette.

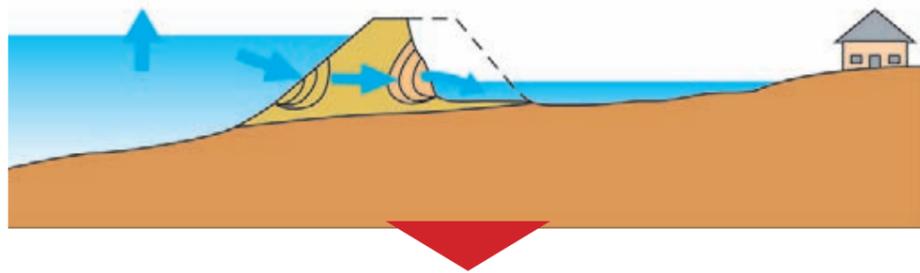
## Digue avec déversoir



Le déversoir est, lui aussi, renforcé pour résister à la pression de l'eau dans le lit.

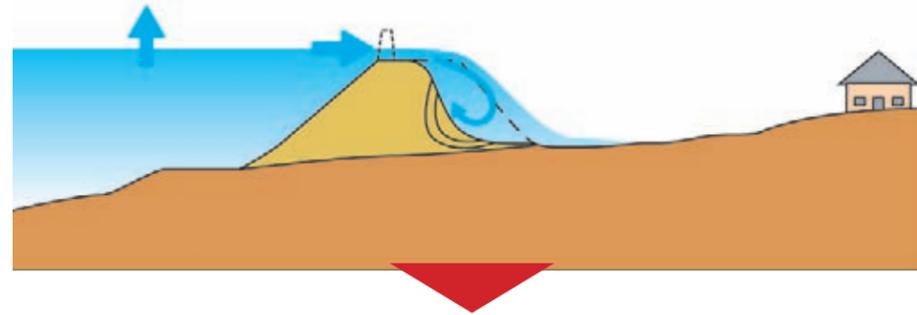
# Érosions et premières surverses

## Digue fragilisée



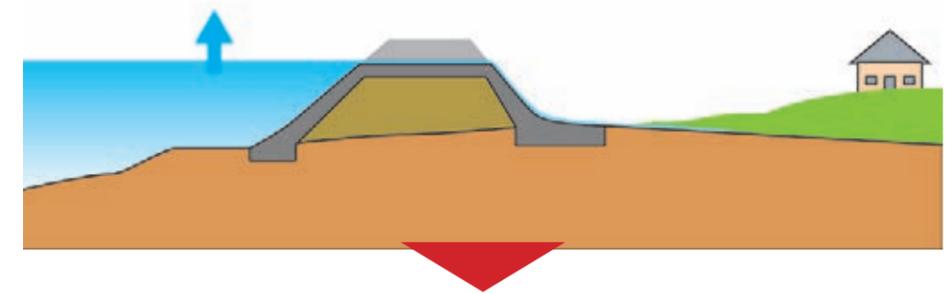
La crue est encore plus forte. La pression est très importante. Le pied de digue s'affaiblit progressivement côté Loire et côté aval avec des renards hydrauliques.

## Digue avec banquette



La banquette cède, la crue surverse la digue. Les flots érodent la digue côté val.

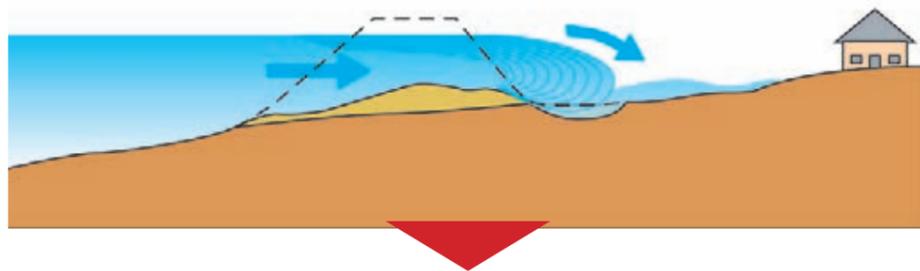
## Digue avec déversoir



Lorsque la crue atteint le niveau du déversoir, l'eau surverse avec une lame d'eau de faible épaisseur. L'ouvrage est renforcé dessus et du côté du val pour résister au passage de la lame d'eau.

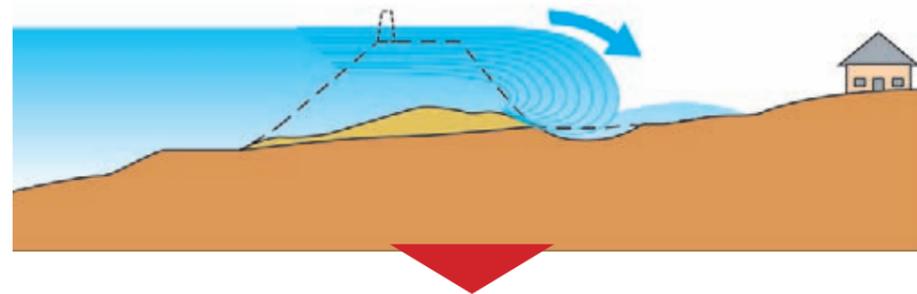
# Brèches et fonctionnement du déversoir

## Digue fragilisée



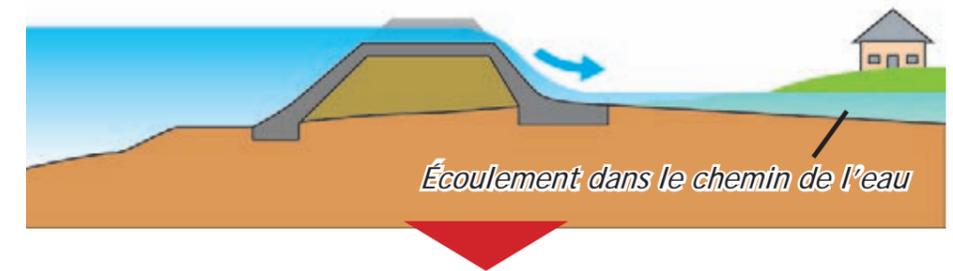
La digue lâche d'un coup. C'est la brèche avec une vague dangereuse et puissante, rapide et meurtrière. Une fosse d'érosion se creuse au pied de la digue, côté val. L'eau élargit la brèche, la rivière est écrêtée.

## Digue avec banquette



La digue cède d'un coup. C'est la brèche avec sa vague puissante et forte. Une fosse d'érosion est creusée derrière la digue. L'eau ouvre la brèche jusqu'au sol et érode la digue sur les côtés. La rivière est écrêtée.

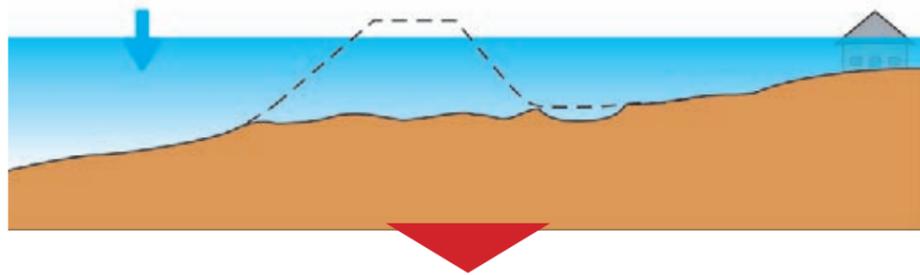
## Digue avec déversoir



Plus la crue monte, plus le déversoir débite. La crue traverse le val au besoin en le remplissant. L'eau présente dans le val peut équilibrer la pression de la crue. Le pic de crue est écrêté.

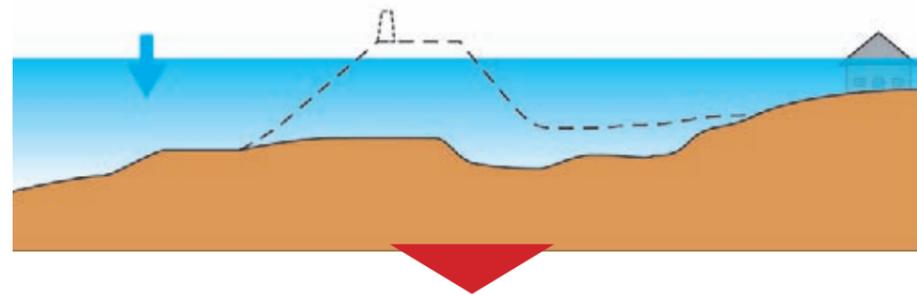
# Début de la décrue

## Digue fragilisée



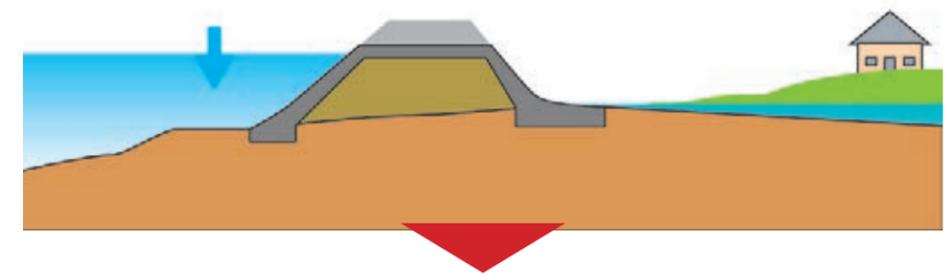
La crue remplit le val et arase complètement la digue. Une fosse d'érosion peut même se creuser. La Loire a repris possession de son lit majeur. À la décrue, la Loire et le val sont pleins. Le niveau de l'eau décroît mais le val reste inondé pendant toute la durée de la crue.

## Digue avec banquette



La Loire a repris possession de son lit majeur. À la décrue, le val se vide lentement au rythme de la Loire.

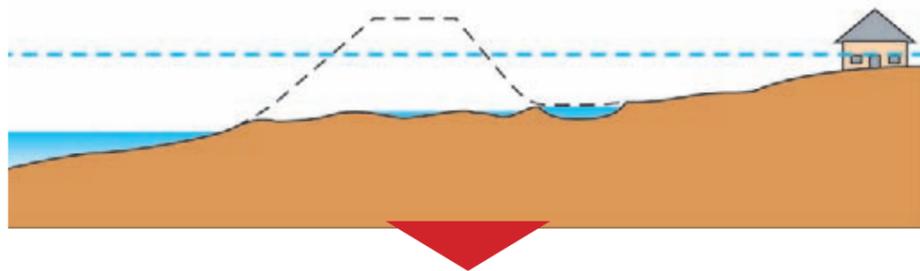
## Digue avec déversoir



À la décrue, le déversoir cesse de fonctionner et le val se vide si un exutoire le permet.

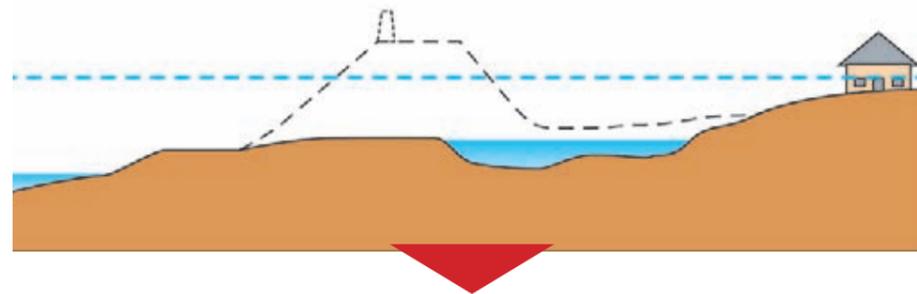
# Situation après la crue mais avant un autre pic possible

## Digue fragilisée



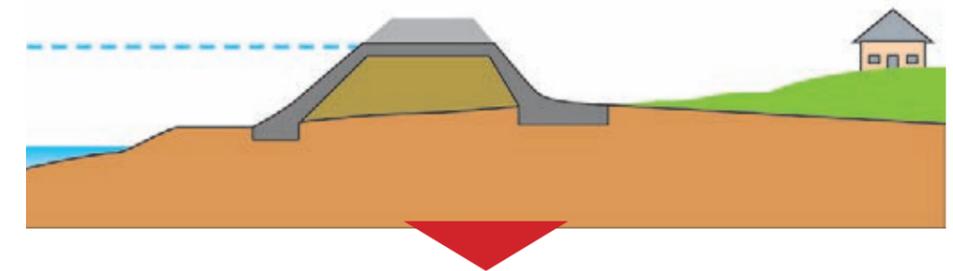
La Loire a retrouvé son lit actif (lit mineur). La digue a cédé sur 100 à 200 m. Les points bas du val doivent être pompés pour être asséchés. Attention, une deuxième crue peut survenir. Le val sera à nouveau inondé, mais il n'y aura plus de brèche, le mal a été fait. La crue montera moins haut.

## Digue avec banquette



La Loire retrouve son lit actif. une deuxième crue peut survenir. L'eau envahira largement le val dès la montée des eaux. La Loire utilise son lit majeur.

## Digue avec déversoir



Le fleuve a retrouvé son lit mineur. Si une nouvelle crue survient, la levée retrouvera son fonctionnement protecteur et, au besoin, le déversoir refonctionnera comme précédemment.

**Le coût d'un déversoir est de l'ordre d'un demi million d'euros**

# Implanter des déversoirs de sécurité



En rive gauche, les levées sont plus fragiles. Pour les fortes crues, une banquette fine et haute tente de limiter les surverses. Le val est lui-même inondé par remous, par les ouvertures du remblai SNCF. Un déversoir de 170 m de large dans la digue de Sermoise serait à prévoir simultanément avec le renforcement de la levée.

Les seuils d'arase des ouvrages sont calés 1 m en dessous du niveau de la route c'est à dire plus de 2 m en dessous de la crête de la banquette actuelle, soit 177,0 mNGF.

Il se déclencherait pour une crue de période de retour supérieure à T = 100 ans.

En rive droite, il serait nécessaire d'implanter deux déversoirs de 200 m de large, en amont et en aval du canal de dérivation de la Nièvre. La configuration derrière les levées demande un pompage pour évacuer les eaux pendant et après la crue.

Les seuils d'arase des ouvrages sont calés 1 m en dessous de la crête actuelle, soit 177,9 mNGF pour le déversoir de la Baratte et 177,5 mNGF pour le déversoir de la Mouësse.

Ils se déclencherait pour une crue de période de retour supérieure à T = 200 ans.



## L'étude EGRIAN



## Présentation des risques pour 3 scénarios de crues



## Des actions pour réduire le risque



## Les mesures non structurelles



## Les résultats du scénario Entretien et Restauration du Lit (E.R.L.)



## Fermer les passages dans le remblai SNCF



## Le renforcement des digues et la création de déversoirs



## Conduire ou dériver les eaux avec un chenal en rive gauche



## Bénéfices des actions cumulées

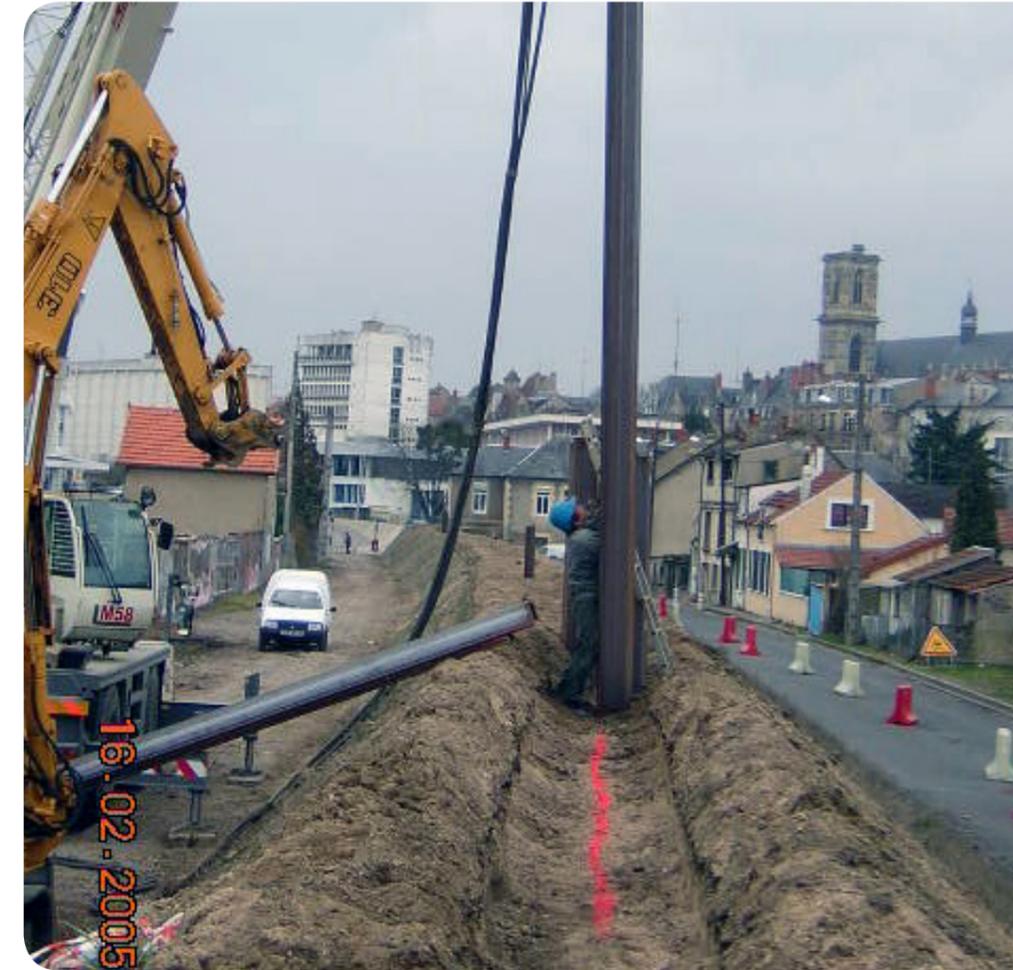
- 1 Le renforcement des digues et la création de déversoirs
- 3 Les levées en rive droite ont été renforcées
- 4 Réduire le risque de brèche
- 5 Arrivée de la crue
- 6 Premiers impacts de la crue
- 7 Érosions et premières surverses
- 8 Brèches et fonctionnement du déversoir
- 9 Début de la décrue
- 10 Situation après la crue mais avant un autre pic possible
- 11 Implanter des déversoirs de sécurité



# Les levées en rive droite ont été renforcées

## D'importants travaux

En 2004, la Ville de Nevers a mis en oeuvre, en rive droite, une campagne de renforcement des levées dont elle est propriétaire.



# Réduire le risque de brèche

## L'impact d'une brèche est considérable

Il est impossible de prévoir sa survenance ni sa localisation. Les vitesses d'eau et le remplissage d'un val ont des conséquences très dangereuses pour les populations. Les flots sont très dommageables pour les biens.

## Le risque de brèche est important

En raison de l'état des levées et des banquettes de la rive gauche, l'ouverture de brèches est prévisible. En rive droite, elles sont moins probables, mais pour des puissances de crue exceptionnelle de T = 500 ans, le risque reste fort.

## Une solution : le déversoir de sécurité

La réalisation de déversoirs a pour objectif d'épargner la levée, 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.



Gravure d'une brèche lors de la crue de 1856

Tout renforcement d'une levée s'accompagne de la réalisation d'un déversoir de sécurité pour éviter la brèche

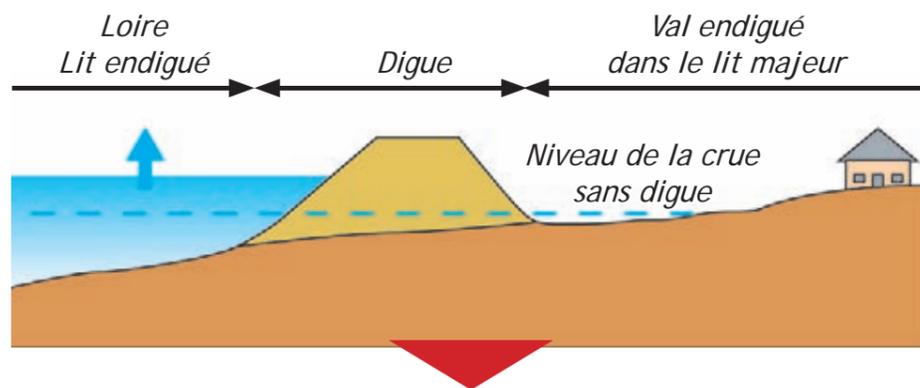
Brèche en Camargue lors d'une crue en 2004



# Arrivée de la crue

## Digue fragilisée

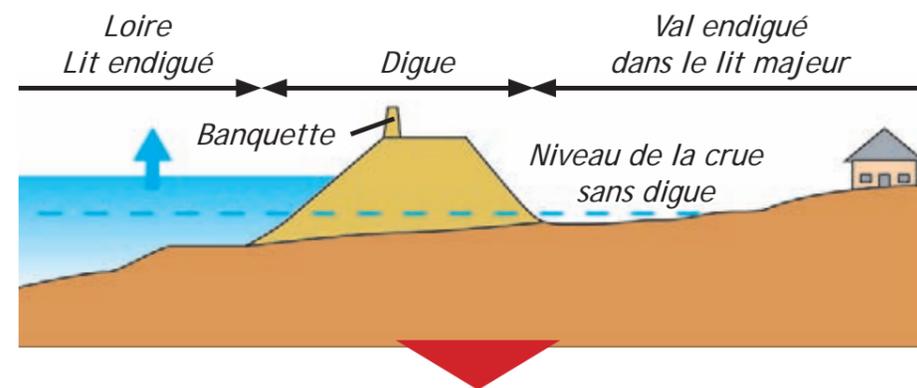
Certaines levées sont placées dans des configurations hydrauliques difficiles qui peuvent provoquer une érosion du pied de l'ouvrage et des surpressions d'eau qui traversent la digue.



La Loire remplit son lit endigué. La digue provoque une surélévation du niveau des flots due à la réduction du lit de la rivière.

## Digue avec banquette

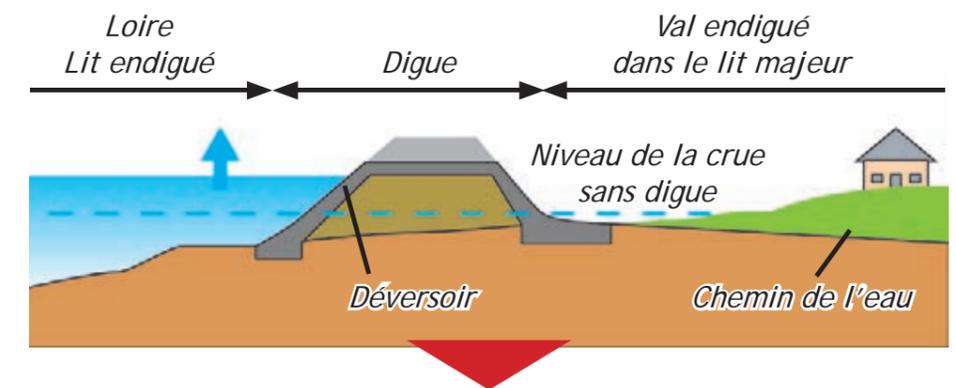
Dans certains secteurs, l'ouvrage de protection est surmonté d'une banquette qui doit limiter les débordements de la crue pour éviter toute surverse. La résistance de cette surélévation est généralement faible.



La Loire remplit son lit endigué avec, là aussi, une surélévation des eaux due à la digue.

## Digue avec déversoir

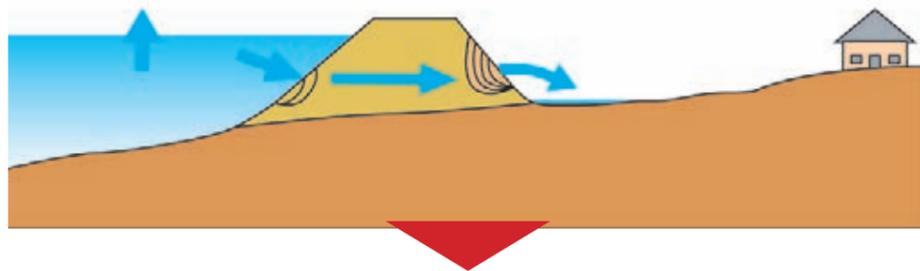
Le déversoir est un abaissement de la crête de la digue calé pour laisser l'eau pénétrer par débordement dans le val en un endroit judicieusement choisi. La réalisation du déversoir est liée au renforcement de la digue sur son ensemble pour qu'elle résiste à la crue.



Le niveau de l'eau dans le lit endigué est imposé par la digue. Pour conduire la surverse à venir, un chemin de l'eau peut être aménagé en arrière du déversoir.

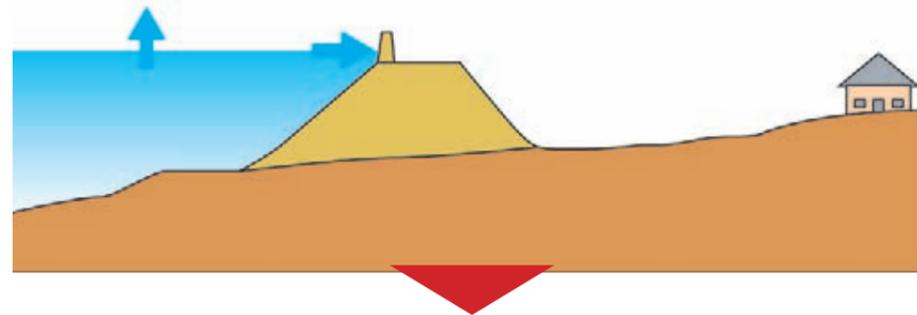
# Premiers impacts de la crue

## Digue fragilisée



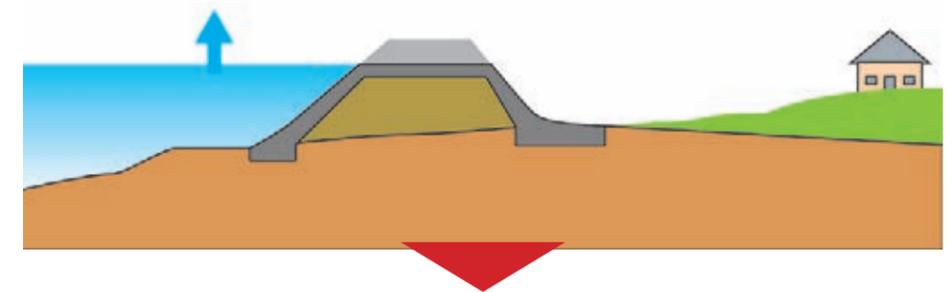
La crue érode le pied de digue insuffisamment protégé ou de mauvaise qualité. Des renards (infiltrations d'eau) traversent l'ouvrage, entraînant des matériaux de la digue.

## Digue avec banquette



La crue attaque la banquette qui est instable car trop étroite. Le niveau de l'eau en Loire est surélevé par la présence de la banquette.

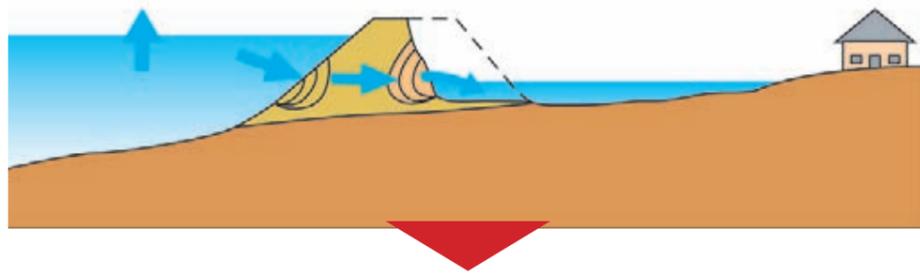
## Digue avec déversoir



Le déversoir est, lui aussi, renforcé pour résister à la pression de l'eau dans le lit.

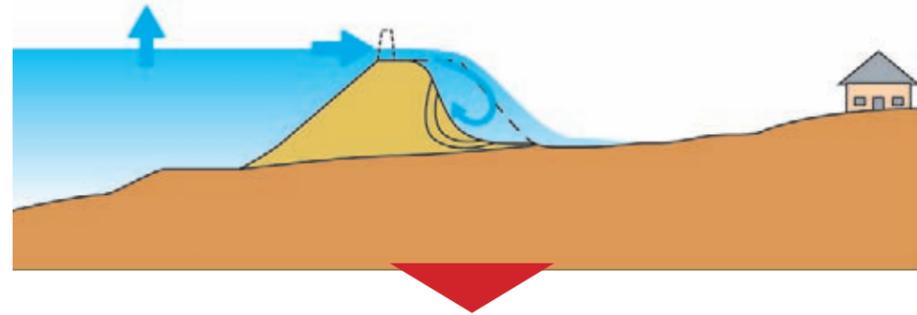
# Érosions et premières surverses

## Digue fragilisée



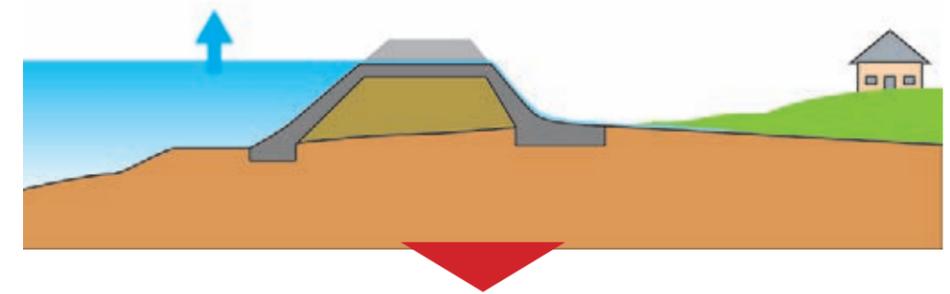
La crue est encore plus forte. La pression est très importante. Le pied de digue s'affaiblit progressivement côté Loire et côté aval avec des renards hydrauliques.

## Digue avec banquette



La banquette cède, la crue surverse la digue. Les flots érodent la digue côté val.

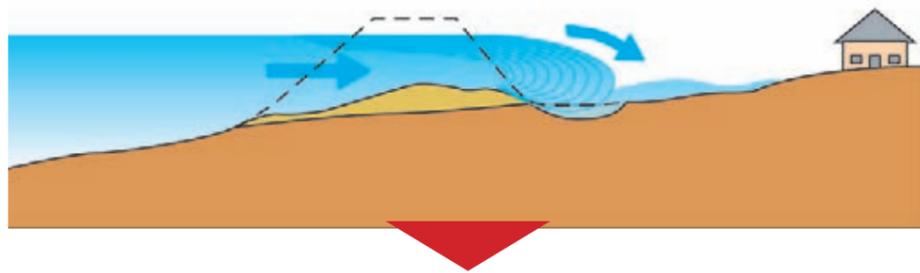
## Digue avec déversoir



Lorsque la crue atteint le niveau du déversoir, l'eau surverse avec une lame d'eau de faible épaisseur. L'ouvrage est renforcé dessus et du côté du val pour résister au passage de la lame d'eau.

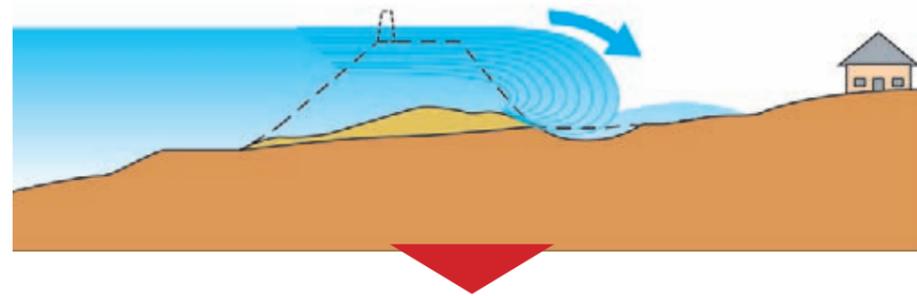
# Brèches et fonctionnement du déversoir

## Digue fragilisée



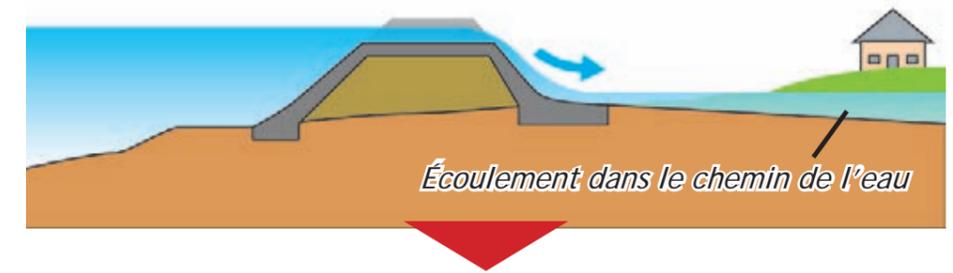
La digue lâche d'un coup. C'est la brèche avec une vague dangereuse et puissante, rapide et meurtrière. Une fosse d'érosion se creuse au pied de la digue, côté val. L'eau élargit la brèche, la rivière est écrêtée.

## Digue avec banquette



La digue cède d'un coup. C'est la brèche avec sa vague puissante et forte. Une fosse d'érosion est creusée derrière la digue. L'eau ouvre la brèche jusqu'au sol et érode la digue sur les côtés. La rivière est écrêtée.

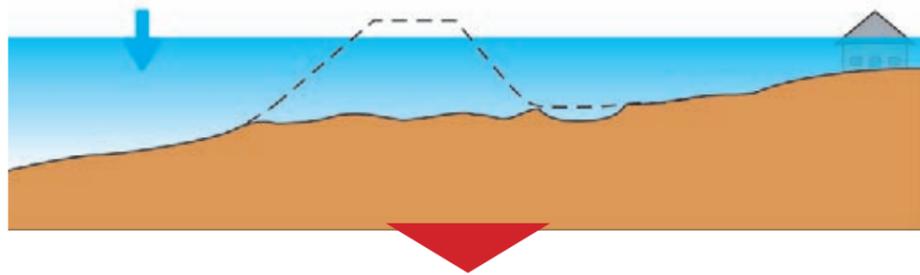
## Digue avec déversoir



Plus la crue monte, plus le déversoir débite. La crue traverse le val au besoin en le remplissant. L'eau présente dans le val peut équilibrer la pression de la crue. Le pic de crue est écrêté.

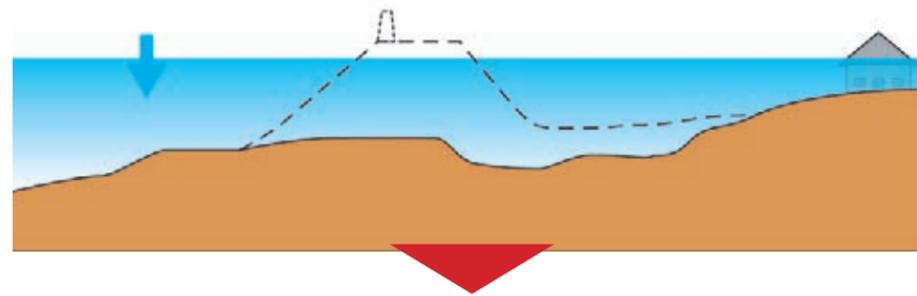
# Début de la décrue

## Digue fragilisée



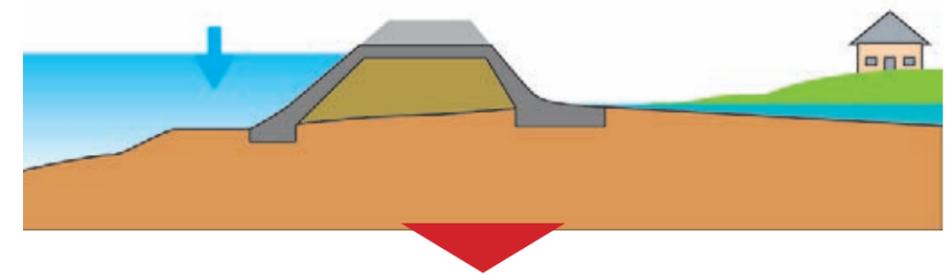
La crue remplit le val et arase complètement la digue. Une fosse d'érosion peut même se creuser. La Loire a repris possession de son lit majeur. À la décrue, la Loire et le val sont pleins. Le niveau de l'eau décroît mais le val reste inondé pendant toute la durée de la crue.

## Digue avec banquette



La Loire a repris possession de son lit majeur. À la décrue, le val se vide lentement au rythme de la Loire.

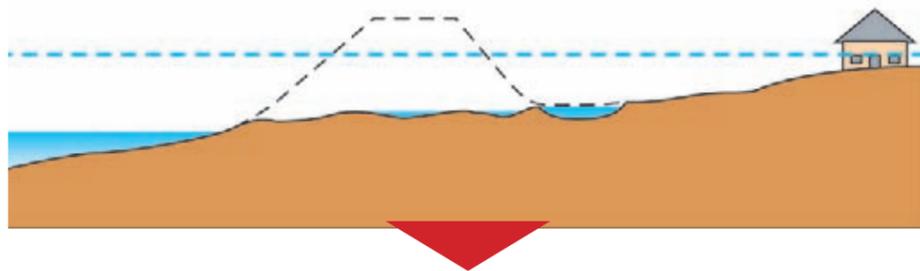
## Digue avec déversoir



À la décrue, le déversoir cesse de fonctionner et le val se vide si un exutoire le permet.

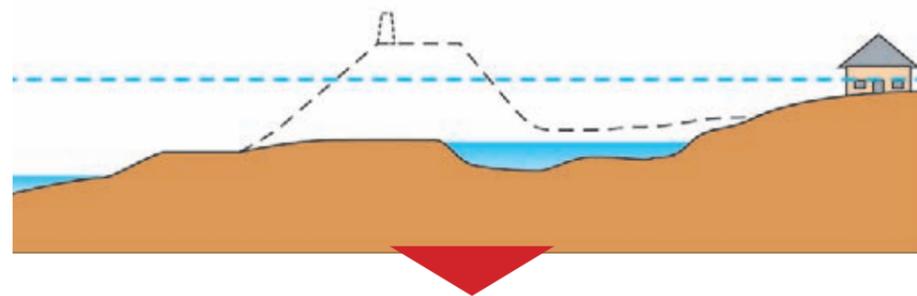
# Situation après la crue mais avant un autre pic possible

## Digue fragilisée



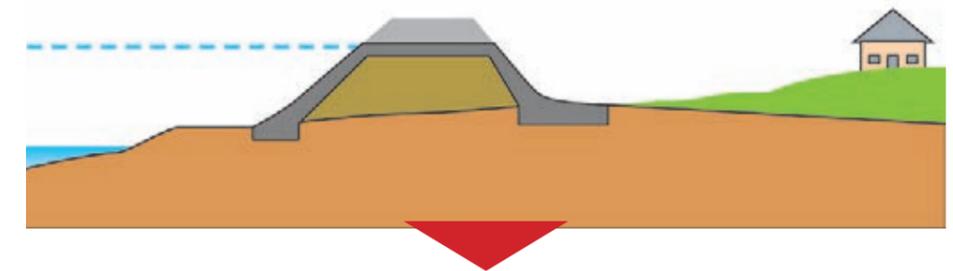
La Loire a retrouvé son lit actif (lit mineur). La digue a cédé sur 100 à 200 m. Les points bas du val doivent être pompés pour être asséchés. Attention, une deuxième crue peut survenir. Le val sera à nouveau inondé, mais il n'y aura plus de brèche, le mal a été fait. La crue montera moins haut.

## Digue avec banquette



La Loire retrouve son lit actif. une deuxième crue peut survenir. L'eau envahira largement le val dès la montée des eaux. La Loire utilise son lit majeur.

## Digue avec déversoir



Le fleuve a retrouvé son lit mineur. Si une nouvelle crue survient, la levée retrouvera son fonctionnement protecteur et, au besoin, le déversoir refonctionnera comme précédemment.

**Le coût d'un déversoir est de l'ordre d'un demi million d'euros**

# Implanter des déversoirs de sécurité



En rive gauche, les levées sont plus fragiles. Pour les fortes crues, une banquette fine et haute tente de limiter les surverses. Le val est lui-même inondé par remous, par les ouvertures du remblai SNCF. Un déversoir de 170 m de large dans la digue de Sermoise serait à prévoir simultanément avec le renforcement de la levée.

Les seuils d'arase des ouvrages sont calés 1 m en dessous du niveau de la route c'est à dire plus de 2 m en dessous de la crête de la banquette actuelle, soit 177,0 mNGF.

Il se déclencherait pour une crue de période de retour supérieure à T = 100 ans.

En rive droite, il serait nécessaire d'implanter deux déversoirs de 200 m de large, en amont et en aval du canal de dérivation de la Nièvre. La configuration derrière les levées demande un pompage pour évacuer les eaux pendant et après la crue.

Les seuils d'arase des ouvrages sont calés 1 m en dessous de la crête actuelle, soit 177,9 mNGF pour le déversoir de la Baratte et 177,5 mNGF pour le déversoir de la Mouësse.

Ils se déclencherait pour une crue de période de retour supérieure à T = 200 ans.