

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

Hypothèses  
d'hydrologie pour  
les modèles de  
l'étude EGRIAN

# Sommaire



	3	L'hydrologie alimente en eau les modèles
	4	Les hypothèses hydrologiques
	5	Hydrogrammes sur la Loire et l'Allier
	6	Niveaux à l'échelle de Nevers
	7	L'hydrologie retenue pour EGRIAN
	8	La Nièvre et les petits affluents de la Loire
	9	Analyse hydrologique de la Nièvre
	10	Hydrogramme de la Nièvre pour les six crues
	11	L'hydrologie alimente en eau les modèles
Crédits Photos		
Hubert Couprie		
Hubert Fallet		
Pascal François		
Jean-Pierre Ferrand		
Photographies et archives Minea		
Sources des documents : Hydratec et Sogreah		

# L'hydrologie alimente en eau les modèles



## L'hydrologie s'intéresse à la formation des crues à partir des ruissellements sur un bassin versant

L'étude hydrologique de la Loire, de l'Allier, de la Nièvre et des petits affluents a pour but de déterminer les débits des eaux des crues de différentes forces en fonction du temps.

Six crues ont été retenues avec une évaluation de leur période de retour au Bec d'Allier :

- T= 50 ans.
- T= 70 ans.
- T= 100 ans.
- T= 170 ans.
- T= 200 ans.
- T= 500ans.

Des hydrogrammes (débit en fonction du temps) sont définis aux entrées des modèles. Ils alimentent en eau le modèle et rattachent le modèle EGRIAN au modèle Loire Moyenne.

## Des crues réelles observées sont modélisées

Les crues récentes, dont on connaît les caractéristiques, sont quantifiées et injectées dans les modèles. Ce sont des crues écrêtées par le barrage de Villerest.

Pour caler les modèles, il a été retenu les crues récentes, à savoir celles de 2001, 2003 et 2005.

## Le modèle 2D dépend du modèle 1D

Pour le modèle détaillé 2D, c'est le modèle 1D global qui en déterminera les hydrogrammes d'entrée et de sortie.

# Les hypothèses hydrologiques

## Des crues en cohérence avec l'étude Loire moyenne

Les crues de projet utilisées dans le cadre de l'étude EGRIAN sont en cohérence avec l'hydrologie de l'étude Loire moyenne.

Il s'agit de 6 crues de référence de période de retour 50, 70, 100, 170, 200 et 500 ans au Bec d'Allier qui ont été définies et validées par des experts hydrologues et l'Equipe Pluridisciplinaire.

## Trois points d'injection

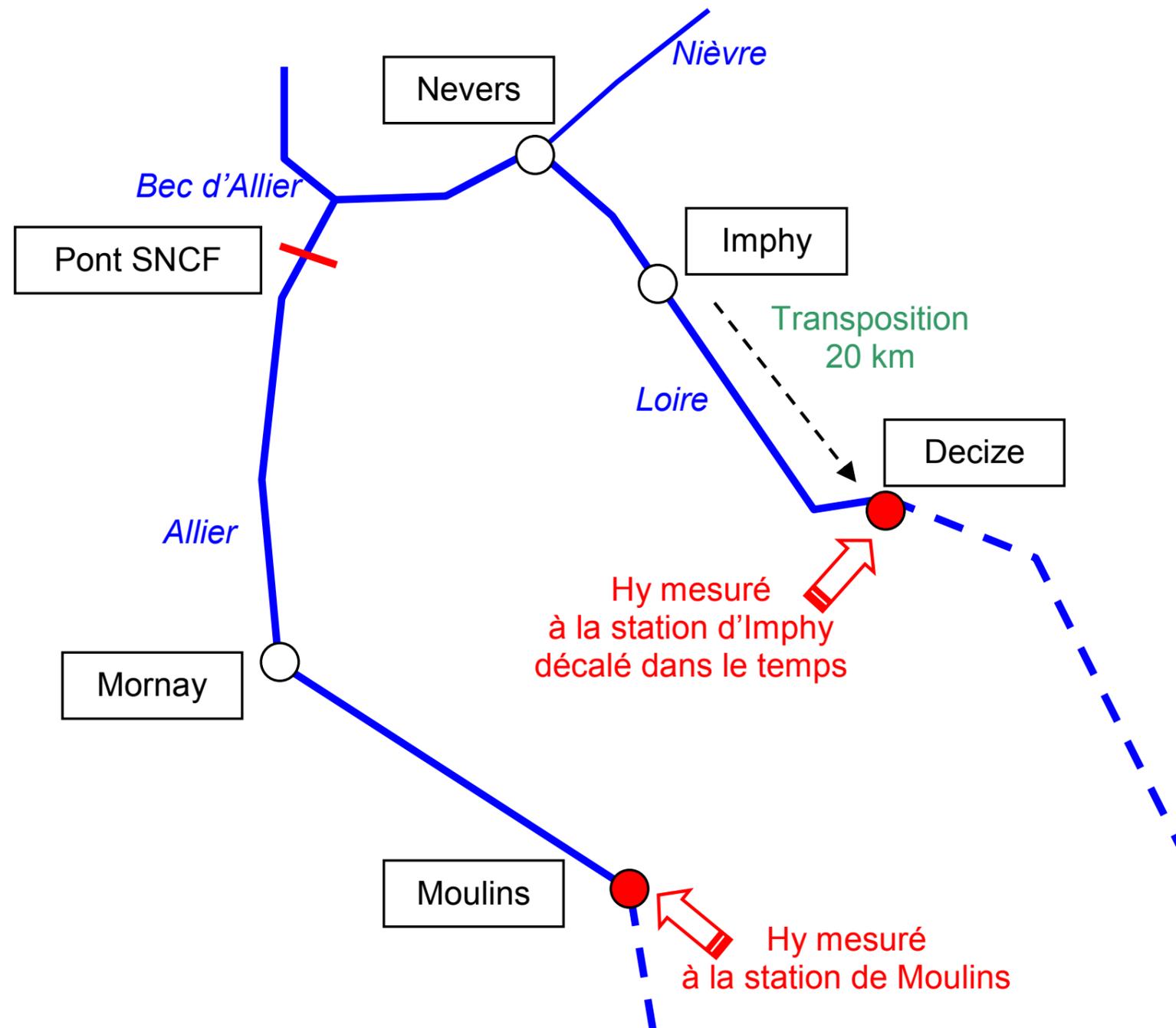
Les points d'injection de débit dans le modèle hydraulique global Egrian construit et calé pour la présente étude sont Decize sur la Loire, Moulins sur l'Allier et Pont Saint-Ours sur la Nièvre.

Il s'agit de transposer d'une part les 6 hydrogrammes de référence de Nevers à Decize, et d'autre part les 6 hydrogrammes du pont SNCF sur l'Allier à Moulins.

Pour le modèle détaillé, c'est le modèle global qui lui donne les débits pour son entrée et sa sortie.

## Une crue centennale pour la Nièvre

Les hydrogrammes de la Nièvre et des petits affluents ont été calculés pour les périodes de retour T50 à T500 ans comme pour la Loire et l'Allier, mais seule l'hydrologie T100 ans a été retenue pour les simulations.



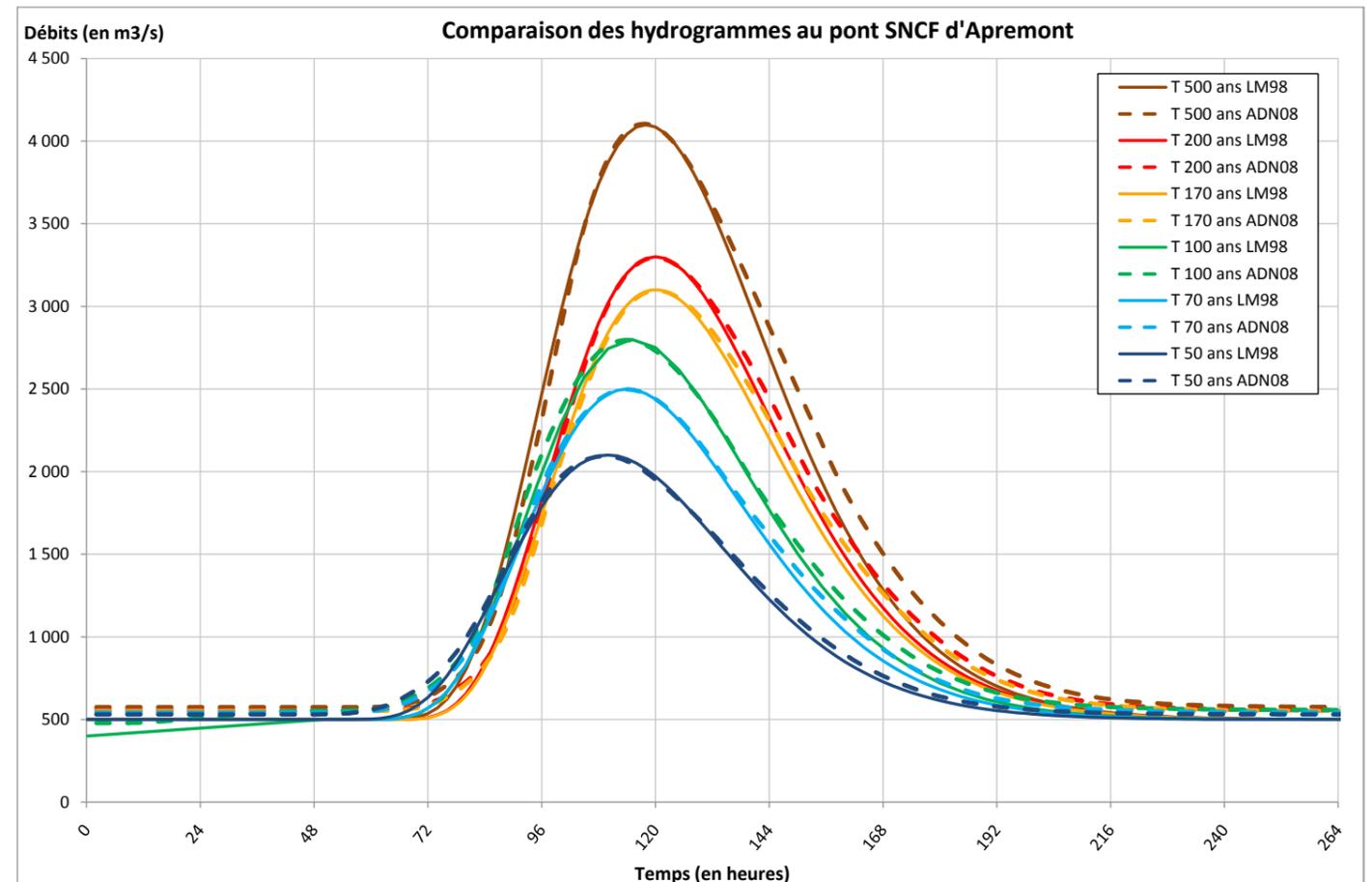
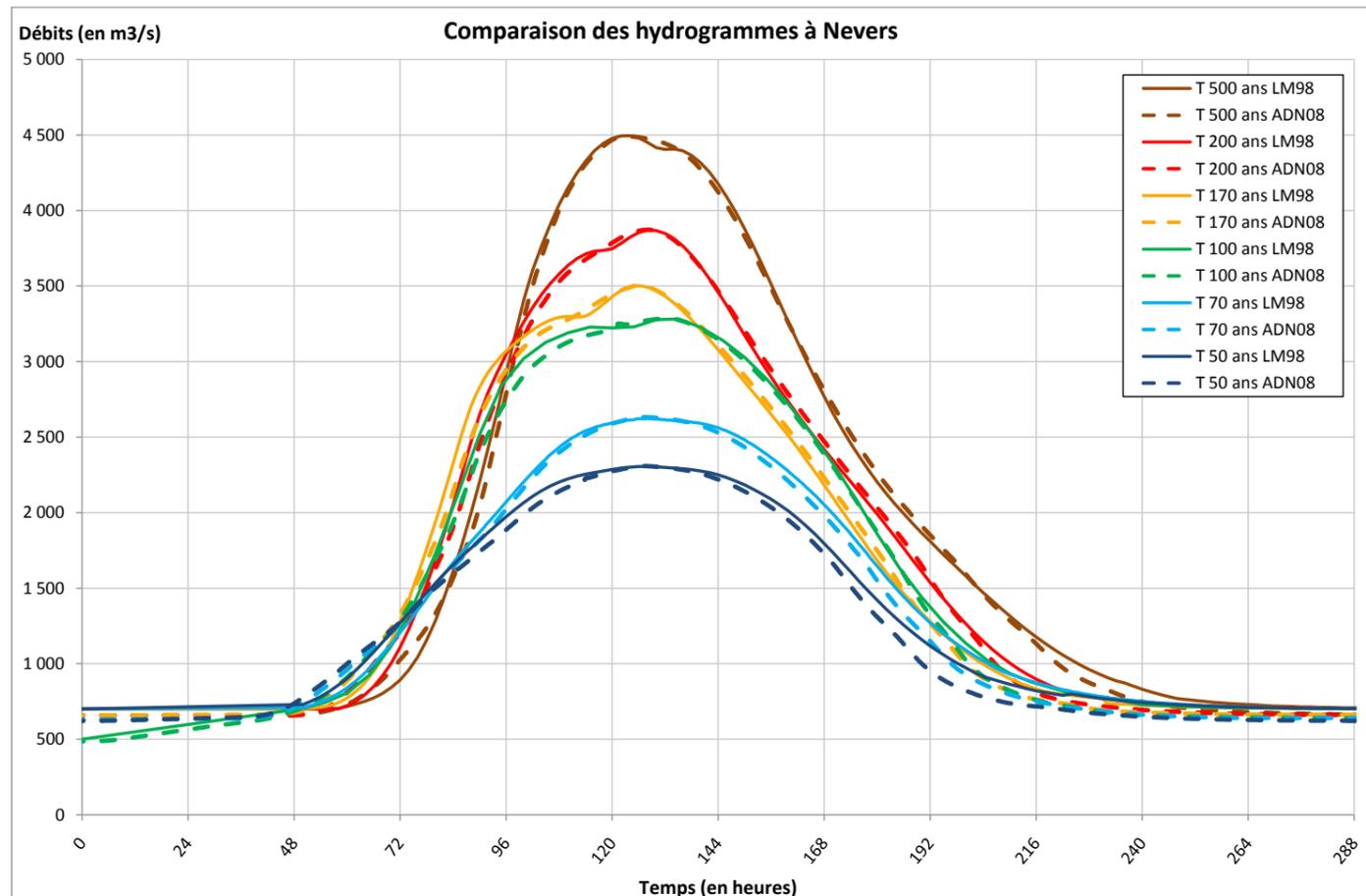
# Hydrogrammes sur la Loire et l'Allier

## Six crues de référence

Les hydrogrammes d'entrée des crues de référence du modèle global pour l'étude EGRIAN doivent être en phase avec les six crues de référence injectées dans le modèle Loire moyenne pour l'étude éponyme. Elles sont écrêtées par le barrage de Villerest de 1 000 m<sup>3</sup>/s.

Les deux graphiques présentent les hydrogrammes de la Loire à Nevers et de l'Allier à Apremont.

Ils ont pour objectif de rendre compatible le modèle EGRIAN avec le modèle Loire Moyenne, ces deux sites étant les points d'entrées du modèle Loire Moyenne.



# Niveaux à l'échelle de Nevers

## Niveaux relevés pour les crues observées

Les hauteurs d'eau atteintes à l'échelle de la Jonction lors de crues historiques et de crues récentes ont été relevées et figurent sur le schéma ci-contre. Pour les crues récentes, le barrage de Villerest a permis de limiter les niveaux d'eau.

## Niveaux calculés pour les crues de référence

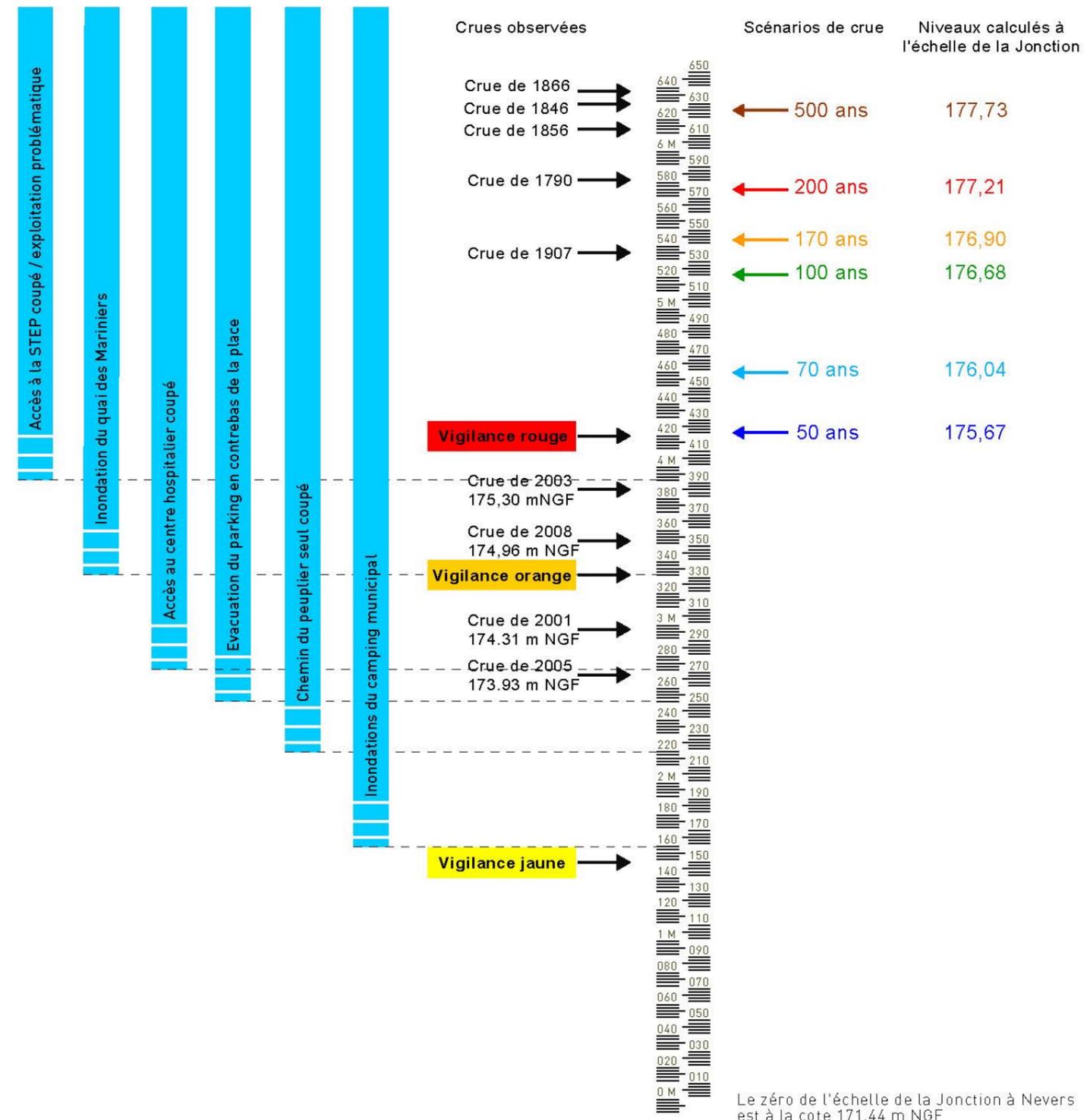
Les niveaux d'eau calculés par le modèle global à l'échelle de la Jonction pour les 6 crues de référence figurent sur le schéma ci-contre. L'effet de barrage de Villerest est pris en compte.



Etude EGRIAN - Hypothèses d'hydrologie

Minea - Avril 2009 - Sources Hydratec et Sogreah

## Atteintes prévisibles à l'échelle de Nevers



# L'hydrologie retenue pour EGRIAN

## Villerest protège bien Nevers

Au vu des débits caractéristiques de l'hydrologie mise au point pour l'étude « Loire moyenne », il apparaît que le barrage de Villerest protège de manière significative la Ville de Nevers.

L'écrêtement théorique permet, à l'aval immédiat du barrage, de réduire de moitié le débit pour des crues comprises entre 2 000 et 4 000 m<sup>3</sup>/s, et de réduire d'environ 1 000 m<sup>3</sup>/s au Bec d'Allier les grandes crues du type de celles du XIX<sup>ème</sup> siècle.

Ainsi, l'écrêtement de débit de 1000 m<sup>3</sup>/s correspond à une diminution du débit de pointe de la Loire à Nevers de 18 à 30 %, pour les 6 crues de référence, tandis que cette diminution ne représente que 11 à 19 % du débit de pointe au Bec d'Allier.

La crue de novembre 2008 a été écrêtée par Villerest de 1600 m<sup>3</sup>/s.

La crue T=100 ans de 6 000 m<sup>3</sup>/s au Bec d'Allier est composée dans l'étude EGRIAN de :  
3 200 m<sup>3</sup>/s Loire Decize Villerest, (4 200 m<sup>3</sup>/s Loire Decize naturel sans Villerest)  
plus 2 850 m<sup>3</sup>/s Allier Moulins,  
soit 6 000 m<sup>3</sup>/s au Bec d'Allier.



Les débits ci-dessous sont exprimés en m<sup>3</sup>/s

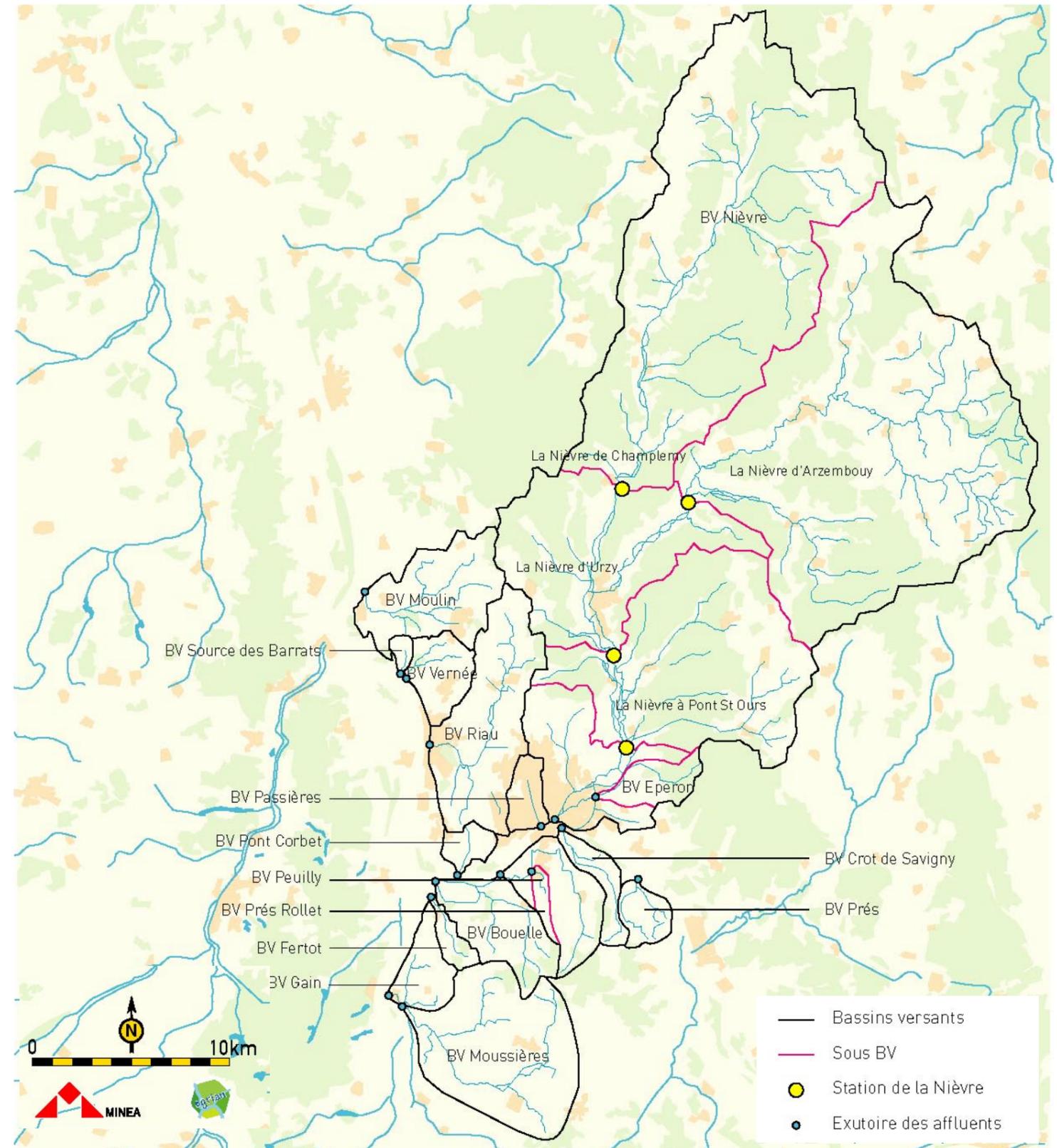
Période de retour	Q Loire à Decize		Q Allier à Moulins	Q Nièvre à Pont St-Ours	Q au Bec d'Allier	
	naturel	avec Villerest			naturel	avec Villerest
50 ans	3 200	2 200	2 130	103	5 200	4 200
70 ans	3 550	2 550	2 550	103	6 000	5 000
100 ans	4 200	3 200	2 850	103	7 000	6 000
170 ans	4 450	3 450	3 150	103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

# La Nièvre et les petits affluents de la Loire

## 19 bassins versants étudiés

Les bassins versants de la Nièvre et des petits affluents de la Loire répartis sur l'ensemble de la zone d'étude ont été localisés et étudiés. A partir de leurs caractéristiques physiques et hydrologiques, les débits de crue ont été déterminés.

**Dans toutes les modélisations EGRIAN, la prise en compte du débit de la Nièvre est celui d'une crue centennale, soit 103 m<sup>3</sup>/s.**



# Analyse hydrologique de la Nièvre

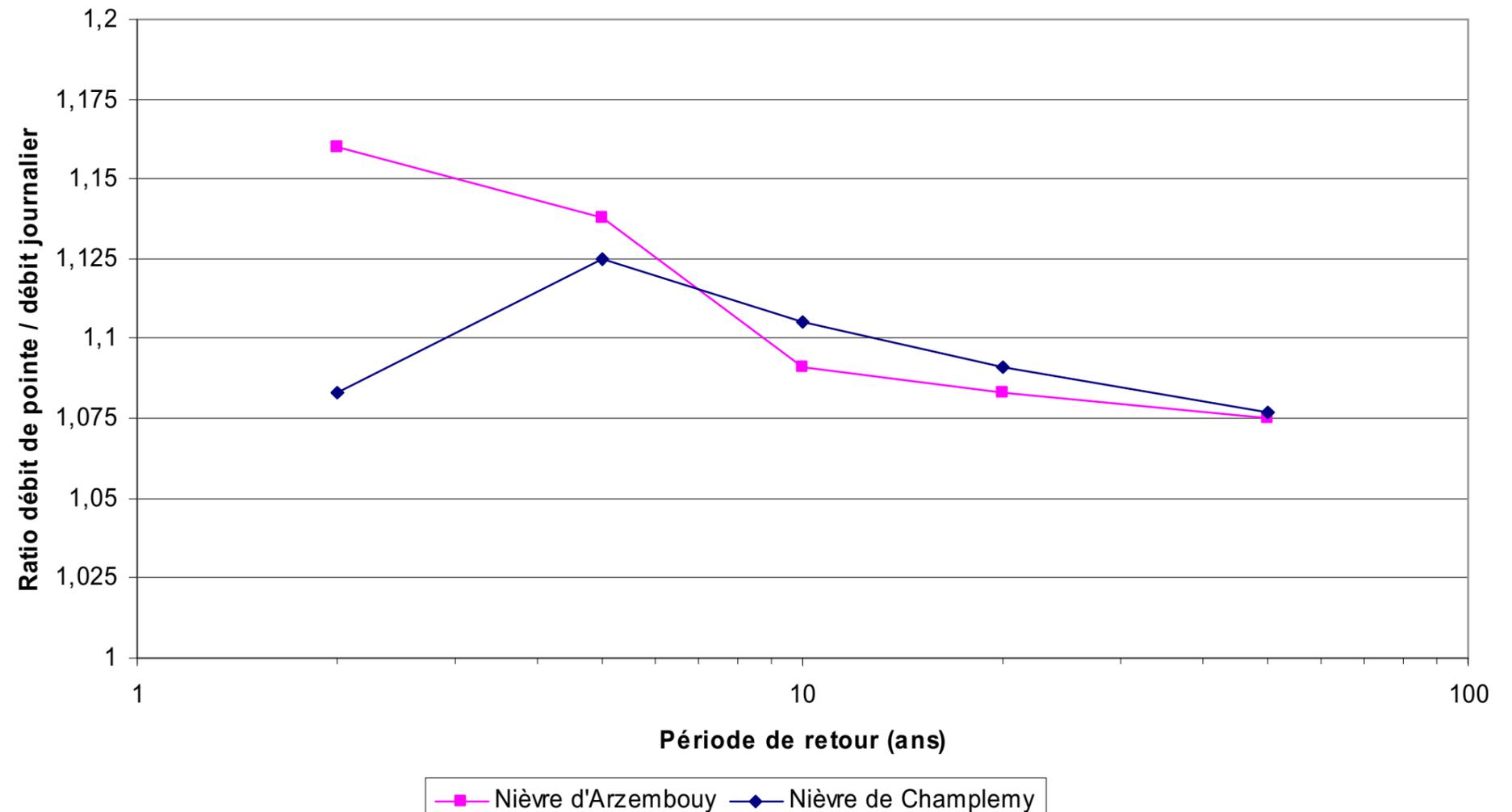
## Les crues de la Nièvre se produisent essentiellement en hiver ou au printemps

Les pluies à l'origine de ces crues sont longues, peu intenses et présentent des cumuls élevés. Elles saturent les sols.

## Les crues de la Nièvre sont lentes

Les données de la Banque Hydro mettent en évidence que le ratio débit de pointe sur débit journalier est de l'ordre de 1,1 sur le bassin de la Nièvre. Une telle valeur est faible et met en évidence que les crues sont plutôt lentes avec des débits de pointe faibles.

La climatologie et la nature des terrains (pentes faibles, relief peu marqué, bassins plutôt ruraux) expliquent ces observations.



# Hydrogramme de la Nièvre pour les six crues

## La Nièvre et la Loire présentent des crues aux mêmes périodes

Les crues de la Loire sont des crues généralement courantes, exceptée la crue de décembre 1981 qui est de l'ordre de grandeur de la crue décennale, alors que les crues de la Nièvre analysées sont toutes de l'ordre de grandeur de la crue décennale pour la Nièvre.

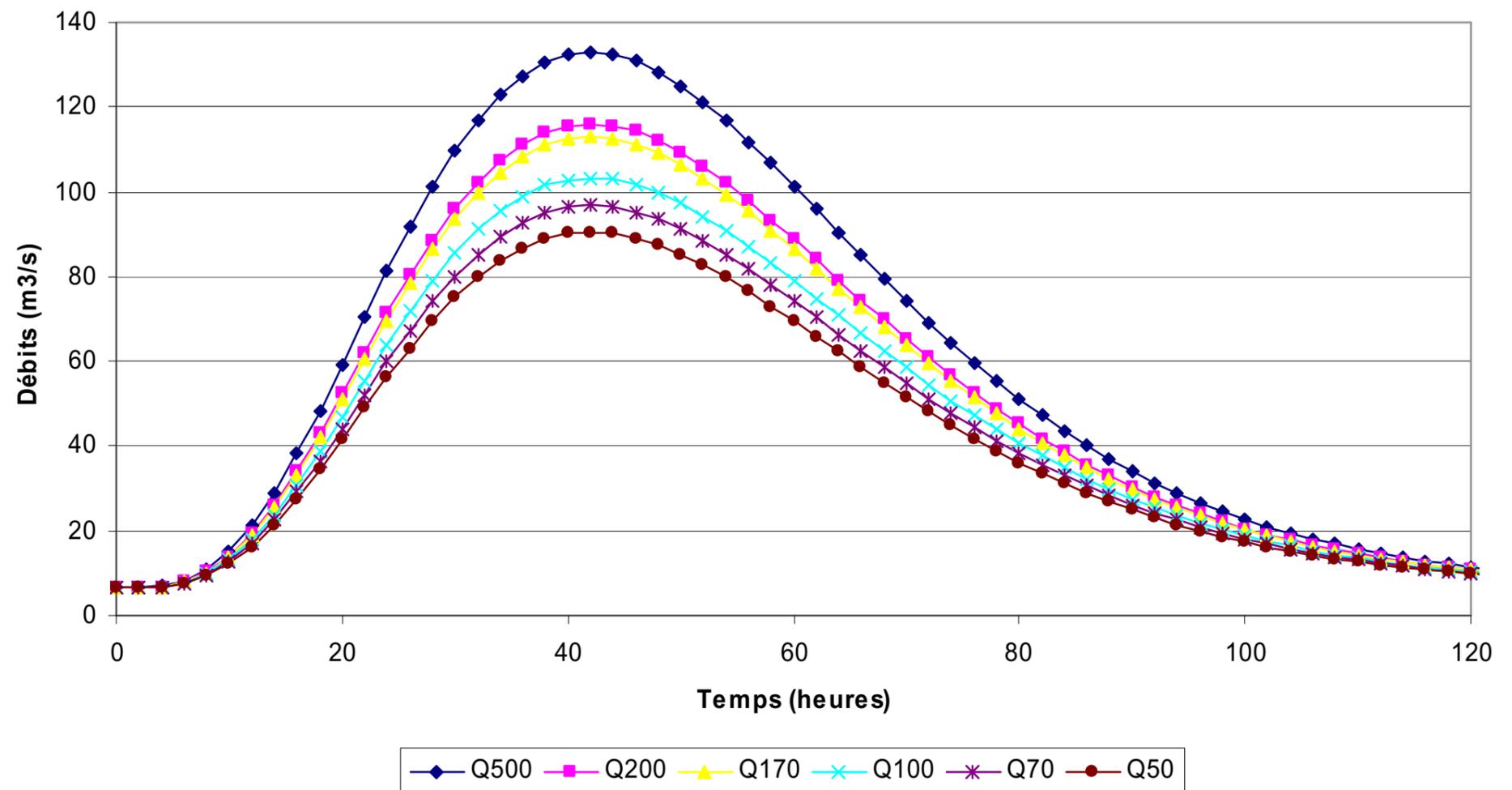
## La Nièvre en crue ne peut pas s'évacuer

Les débits en Loire sont déjà importants lors de l'arrivée de l'onde de crue de la Nièvre à Nevers. L'évacuation des crues de la Nièvre dans la Loire n'est pas assurée. Le risque d'inondation dû au remous de la Loire et à la capacité limitée d'évacuation des crues de la Nièvre est élevé.

## Le fonctionnement des petits affluents se ressemble

Les petits affluents, en particulier le Riot de Fourchambault, présentent des caractéristiques hydrologiques du même type, en termes d'occurrence des événements majeurs. Ils subissent donc également le remous de la Loire. L'évacuation des crues de ces affluents n'est donc pas assurée.

Nièvre à Pont St-Ours



## Dans les modèles, pour les petits affluents leurs débits sont constants

Pour la Nièvre et les principaux affluents, des débits d'apports ont été pris en compte dans les modèles. Ils sont variables dans le temps, mais identiques pour toutes les crues de référence simulées : on a considéré la période de retour 100 ans.

# L'hydrologie alimente en eau les modèles

## Importance des hypothèses hydrologiques

Avec ces données d'entrée, les modèles caractérisent la fréquence d'apparition des différents mécanismes d'inondation incluant l'inondation des communes riveraines de la Loire, celle des vals par remous, le fonctionnement des déversoirs, la rupture de levées suite à leur submersion, etc. Mais ils représentent l'évolution de l'aléa au cours du temps, ce qui sert de base pour caractériser la sollicitation des enjeux humains et économiques.

## Les crues sont écrêtées par Villerest

Pour l'hydrologie injectée dans les modèles, il faut retenir que les crues réelles récentes (2001, 2003 et 2005) utilisées pour le calage des modèles ainsi que les 6 crues de projet, qui sont des crues synthétiques, sont écrêtées par le barrage de Villerest.

Les crues historiques du 19<sup>ème</sup> siècle sont quant à elles naturelles, le barrage n'existant pas à l'époque.



**L'hydrologie EGRIAN utilise l'hydrologie de l'étude Loire Moyenne issue d'études et d'expertises destinées à qualifier et quantifier les apports de la Loire et de l'Allier au Bec d'Allier, influencés par l'action du barrage de Villerest.**