

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION - RESUME	2
2. METHODOLOGIE.....	3
2.1. Hydrologie d'apport	3
2.2. Résultats de la modélisation	5
2.3. Tests effectués sur le modèle hydraulique	6
2.3.1. Sensibilité au Strickler	6
2.3.2. Apports intermédiaires amont de Digoin	8
2.3.3. Apport de l'Arroux.....	10
2.3.4. Apports intermédiaire Acolin-Besbre-Aron.....	12

1. INTRODUCTION - RESUME

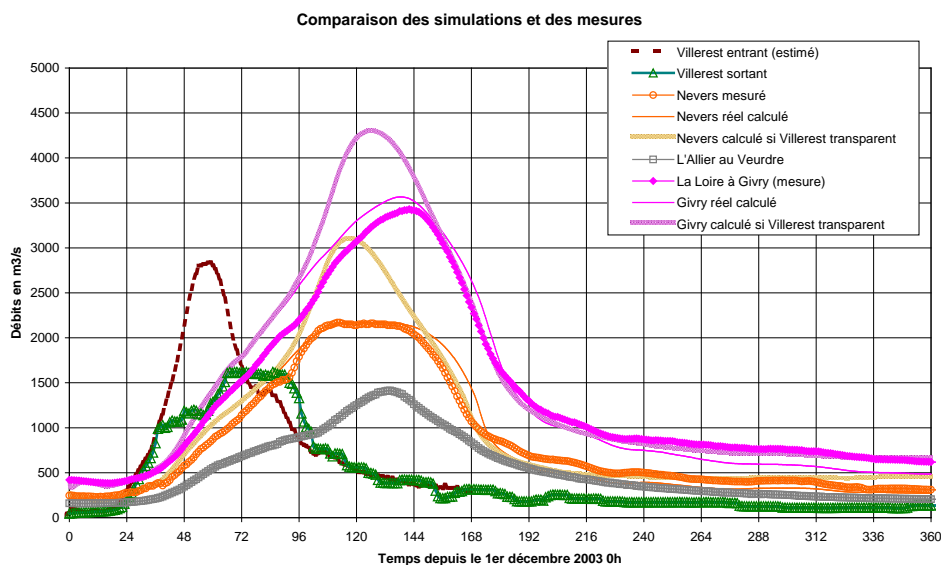
La Loire a connu une crue importante en décembre 2003, l'objet de la présente étude est de déterminer l'influence du barrage de Villerest jusqu'à l'aval de Bec d'Allier en comparant la propagation dans un modèle hydraulique des hydrogrammes de la Loire mesurée à Villerest et de la Loire si le barrage de Villerest avait été transparent. Le modèle hydraulique est basé sur le modèle hydraulique construit par ISL pour l'EP Loire dans le cadre de l'étude de l'onde de rupture de Villerest ainsi que pour des simulations ultérieures concernant la manœuvre de vannes du barrage.

Les hydrogrammes obtenus à Givry-Fourchambault pourront ensuite être propagés dans le modèle Loire moyenne pour juger de son influence au niveau de la Loire moyenne.

Le calcul de propagation nécessite une reconstitution hydrologique préalable afin de reconstituer les apports des affluents, notamment ceux qui ne sont pas jaugés ou pour lesquels les stations n'ont pas fonctionné.

Des tests ont été réalisés pour caler les apports intermédiaires ainsi que les coefficients de rugosité.

Les principaux résultats sont illustrés sur la figure ci-dessous. Ils montrent que le barrage a permis de limiter les débits à 3 500 ou 3 600 m³/s à Givry, le calcul montrant que si Villerest avait été transparent, les débits à Givry auraient dépassé 4000 m³/s, avec un écrêtement du débit de pointe à Givry de 700 à 800 m³/s.



Reconstitution de la crue de décembre 2003 entre Villerest et Givry. Influence du barrage de Villerest.

2. METHODOLOGIE

2.1. Hydrologie d'apport

Les stations de référence ainsi que le débit de pointe mesuré sont décrits dans le tableau ci-dessous.

Rivière	BV (km ²)	Station	Code	fonctionnement	données	Qp m3/s	Qp/S (l/s/km ²)
Loire	6585	Villerest transparent				2839	431
Loire	6585	Villerest écrêté	K0910010	OK	Qtfix 1h	1620	246
Rhins	114	Amplepuis	K0943010	OK	Qtfix 1h	55.7	489
Rhins	427	Pont Mordon	K0983010	non	QJO	?	
Arconce	598	Montceau l'Etoile	K1173210	OK	Qtfix 1h	147	246
Arroux	3166	Digoin	K1391810	mal	DIREN	307	97
Arroux	2277	Rigny/Arroux	K1341810	OK	Qtfix 1h	269	118
Vouzance	131	Saint-Léger/V.	K1414010	OK	Qtfix 1h	15.5	118
Besbre	710	Pourcain	K1563020	OK	Qtfix 1h	99.5	140
Aron	1465	Verneuil	K1773010	OK	Qtfix 1h	191	130
Acolin	384	Saint Germain	K1833010	non			0
Acolin	242	Chapelle-aux-Chasses	K1810310	OK	Qtfix 1h	25.7	106
Nièvre	550	Nièvre d'Arzembouy à Poiseux [Poisson]	K1954010	OK	Qtfix 1h	11.7	21
Allier	14310	Veudre	K3570810	OK	DIREN	1414	99

On constate que les débits spécifiques les plus importants sont ceux de la Loire amont (hors écrêtement par Villerest) et des affluents du Morvan, particulièrement au sud du Morvan (débits les plus importants obtenus sur le Rhins à l'est de Roanne). Plus on progresse vers le nord et l'ouest plus les débits spécifiques sont faibles, ce qui correspond à la fois à une réalité météorologique liée à l'événement de décembre 2003 et aux caractéristiques physiques des bassins versants.

Ce point est illustré par le tableau suivant où sont rassemblés les débits en crue décennale (pour les stations possédant une chronique suffisante) et le rapport du débit de pointe de la crue de décembre 2003 à celui de la crue décennale (débit instantané). On constate que sur toute la partie située au sud de Digoin, il s'agit d'une crue supérieure à la décennale. Cette crue d'amont est donc renforcée à la différence de la crue de 1980 par les affluents de la Loire à l'aval de Roanne.

Rivière	BV (km ²)	Station	Q10 m3/s	Q10/S (l/s/km ²)	Qp _{dec 03} /Q10
Loire	6585	Villerest	1200	182	1.35
Rhins	114	Amplepuis	30	263	1.86
Rhins	427	Pont Mordon	110	258	
Arconce	598	Montceau l'Etoile	81	135	1.81
Arroux	3166	Digoin	440	139	0.70
Arroux	2277	Rigny/Arroux	350	154	0.77
Vouzance	131	Saint-Léger/V.	?	?	
Besbre	710	Pourcain	91	128	1.09
Aron	1465	Verneuil	230	157	0.83
Acolin	384	Saint Germain	64	167	
Acolin	242	Chapelle-aux-Chasses	?	?	
Nièvre	550	Nièvre d'Arzembouy à Poiseux [Poisson]	36	65	0.33
Allier	14310	Veudre	1200	84	1.18

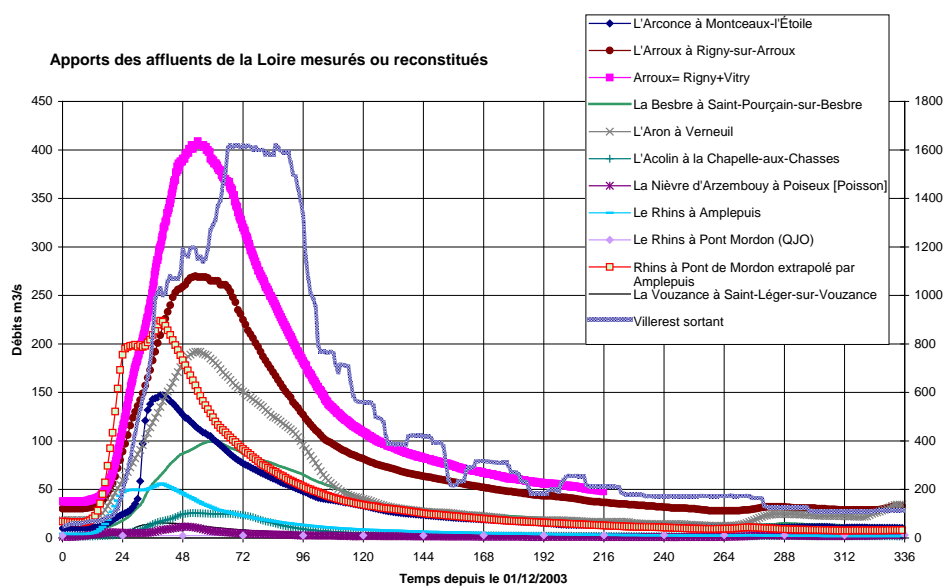
Reconstitution de la crue de décembre 2003 entre Villerest et Givry. Influence du barrage de Villerest.

Les points d'introduction de débit dans le modèle sont décrits dans le tableau suivant où figurent le rapport des surfaces des bassins versants ainsi que les rapports d'homothétie et la valeur de translation retenue pour le modèle.

Rivière	BV	Station de ref	BV station	Profil modèle	rapport homothétie			décalage en temps
					S1/S2	(S1/S2) ^{0.8}	modèle	
Loire	6585	Villerest	6585	PAM1	1.00	1.00	1	0 h
Renaion	520	Amplepuis	114	QL13 PL13	4.56	3.37	3	-5h
Rhins	650	Amplepuis	114	P8 P8bi	5.70	4.03	4	-5h
Sornin	650	Amplepuis	114	3RAA 3RAB	5.70	4.03	4	-5h
Arconce	650	Montceau l'Etoile	598	43BA 43CA	1.09	1.07	1	-4h
Arroux	3700	Rigny + Vitry	3096	DIG3	1.20	2.07	1,2	-4h
Vouzance	350	Saint Léger/V	131	52AA 53AA	2.67	2.20	0	0h
Besbre	1675	Pourcain	721	66AA 66BA	2.32	1.96	1,5	2 h
Aron	2470	Verneuil	1465	P17A P18A	1.69	1.52	1,5	0 h
Acolin	590	Chapelle aux Chasses	242	P24A 105A	2.44	2.04	1,2	4 h
Nièvre	550	Poiseux [Poisson]	224	P37A P37B	2.46	2.05	1,5	2h
Allier	14310	Veudre	14000	121A 158M	1.02	1.02	1	2h

L'hydrogramme de la station de Digoin sur l'Arroux est basé sur les calculs fournis par la DIREN. En effet, il n'est pas possible de se fier à la station de Digoin, l'Arroux est donc estimé à partir des stations de Rigny (sur l'Arroux) et Vitry sur la Bourbince.

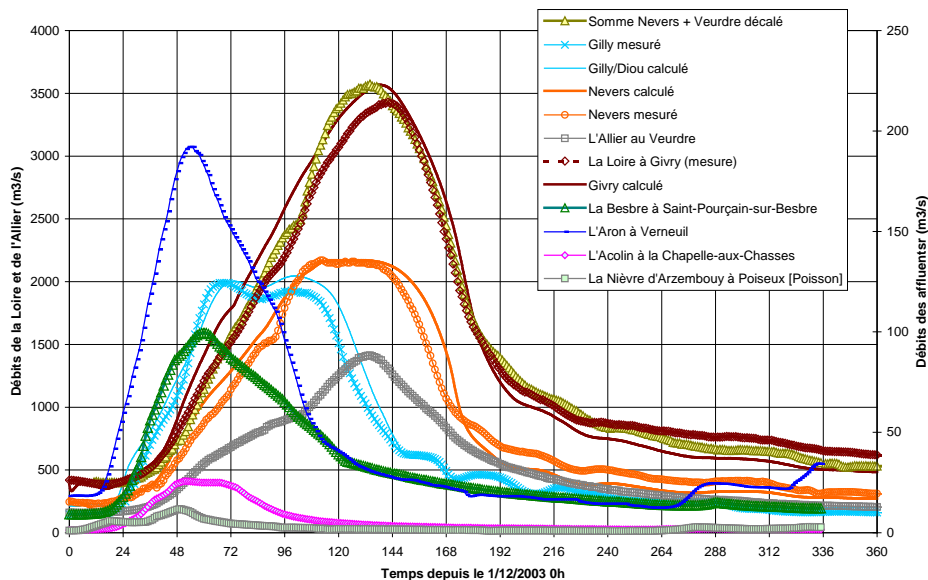
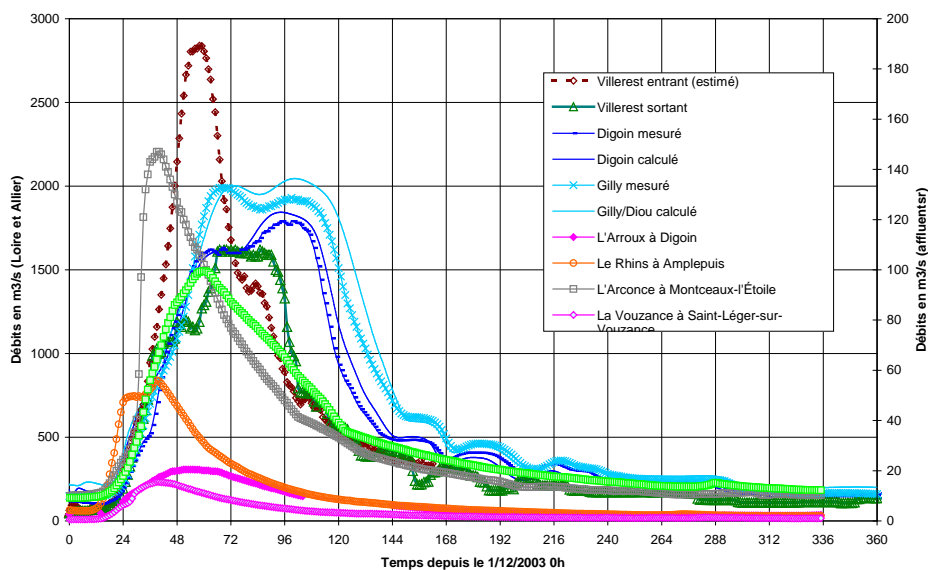
Les hydrogrammes mesurés aux stations sont résumés dans la figure ci-dessous. On remarquera que l'hydrogramme mesuré à Villerest présente des discontinuités importantes ce qui ne pose pas de problème particulier pour la modélisation, ces phénomènes étant assez vite lissés par le calcul de propagation.



2.2. Résultats de la modélisation

Le calage a été effectué en terme de propagation d'hydrogramme, il a porté à la fois sur des modifications des coefficients de Strickler et les apports intermédiaires (décalage en temps, rapport des homothéties par rapport aux mesures des stations hydrométriques).

Les résultats sont présentés dans les figures ci-dessous.



Reconstitution de la crue de décembre 2003 entre Villerest et Givry. Influence du barrage de Villerest.

On constate que le débit calculé à Givry constitue une enveloppe des hydrogrammes constitués :

- des mesures à Givry d'une part
- de la somme Loire à Nevers + Allier

La représentativité de l'ensemble est plutôt bonne, sauf en ce qui concerne la 2^{ème} pointe de la Loire à Diou, plus faible que la première pour les mesures, ce que l'on reproduit mal.

2.3. Tests effectués sur le modèle hydraulique

Mise en forme : Puces et numéros

Différents tests de sensibilité ont été menés

2.3.1. Sensibilité au Strickler

Pour les besoins de l'étude, les coefficients de Strickler du lit mineur ont été légèrement abaissés (23-25 en général au lieu de 25-27) ; les modifications des coefficients de Strickler du lit majeur n'ont que peu d'influence, ce qui est normal vu les débits considérés. Ils ont été fixés de 5 à 10 en moyenne (au lieu de 15). Ce calage, réalisé en couplage avec le calage hydrologique est destiné à reproduire les observations effectuées à Nevers.

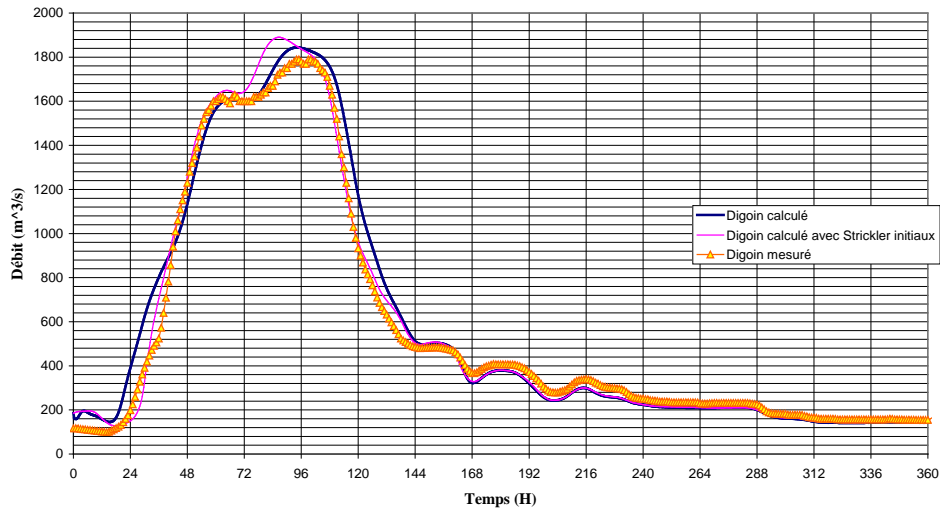
On constate, par rapport aux résultats présentés précédemment, un décalage de :

- 7h à Digoïn
- 8h à Diou
- 7h à Nevers (sur le début de la descente)
- 4h à Givry.

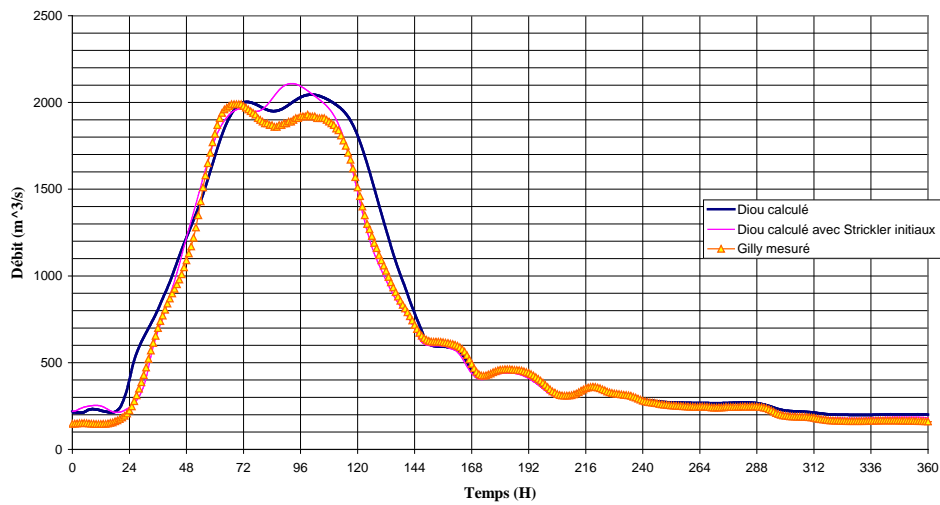
La comparaison par rapport au modèle initial est représentée dans les figures ci-après.

Reconstitution de la crue de décembre 2003 entre Villerest et Givry. Influence du barrage de Villerest.

Loire à Digoin (amont confluence Arroux)

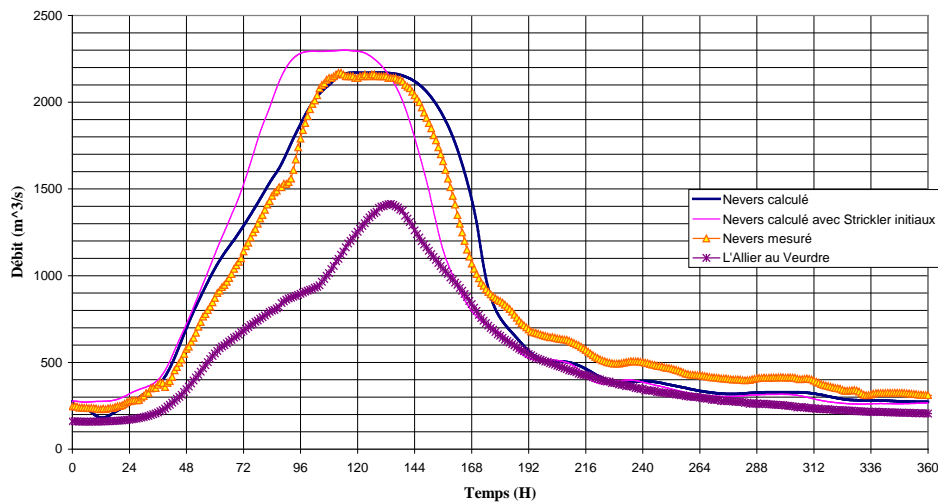


Gilly-Diou

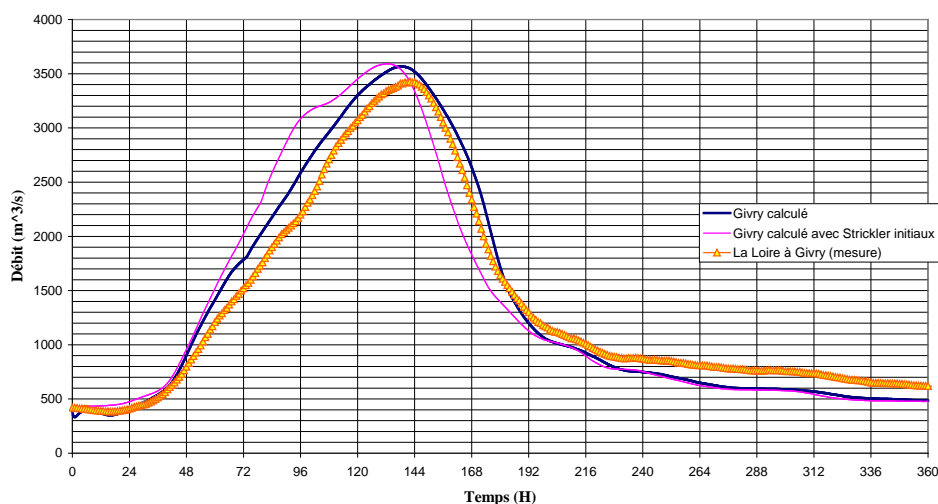


Reconstitution de la crue de décembre 2003 entre Villerest et Givry. Influence du barrage de Villerest.

Nevers



Givry-Fourchambault

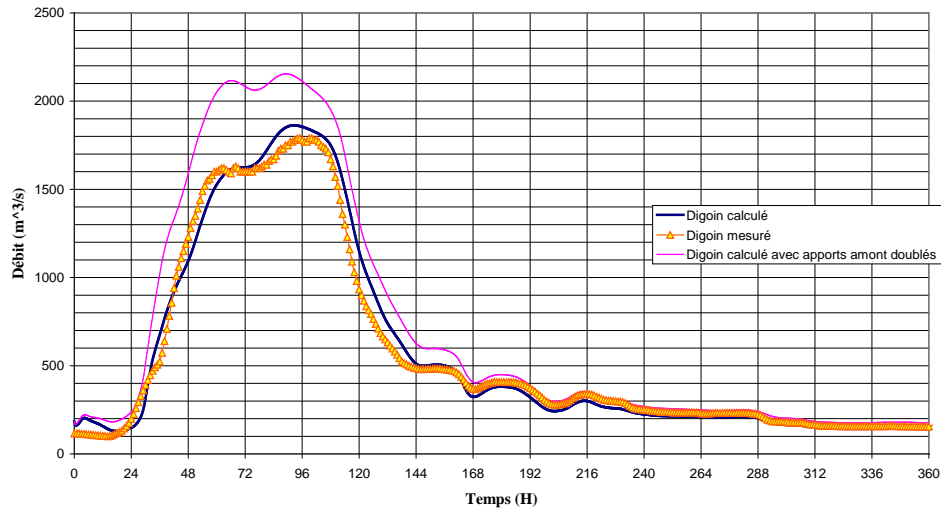


2.3.2. Apports intermédiaires amont de Digoin

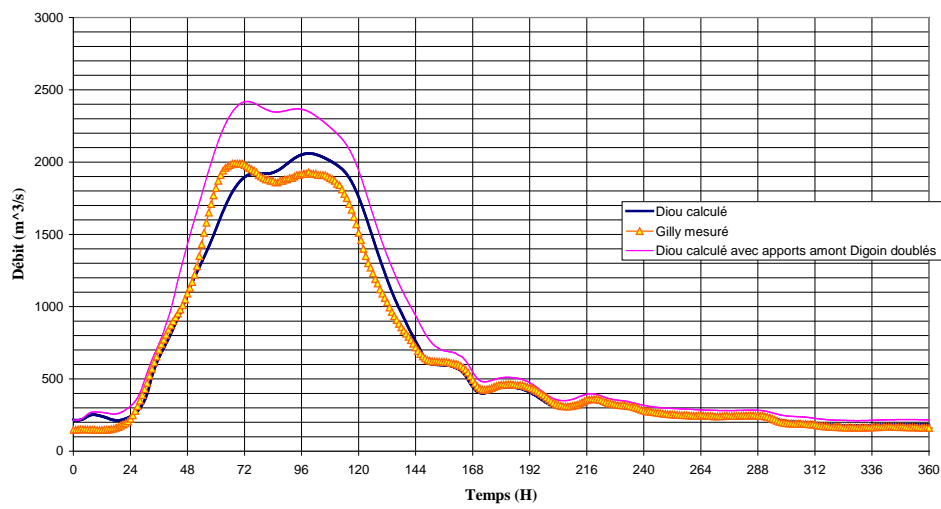
Le test a été réalisé en doublant les apports du Renaison, du Rhins, du Sornin et de l'Arconce par rapport aux valeurs calées dans le modèle.

Reconstitution de la crue de décembre 2003 entre Villerest et Givry. Influence du barrage de Villerest.

Loire à Digoin (amont confluence Arroux)

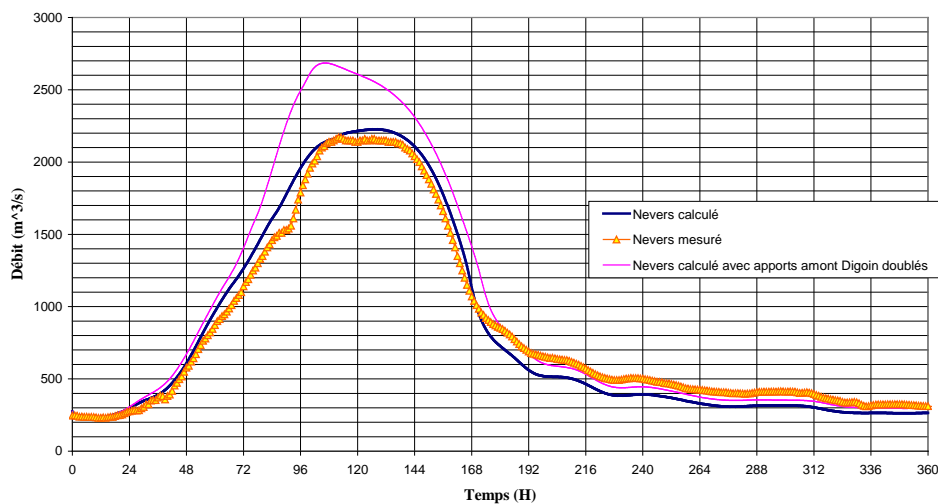


Gilly-Diou

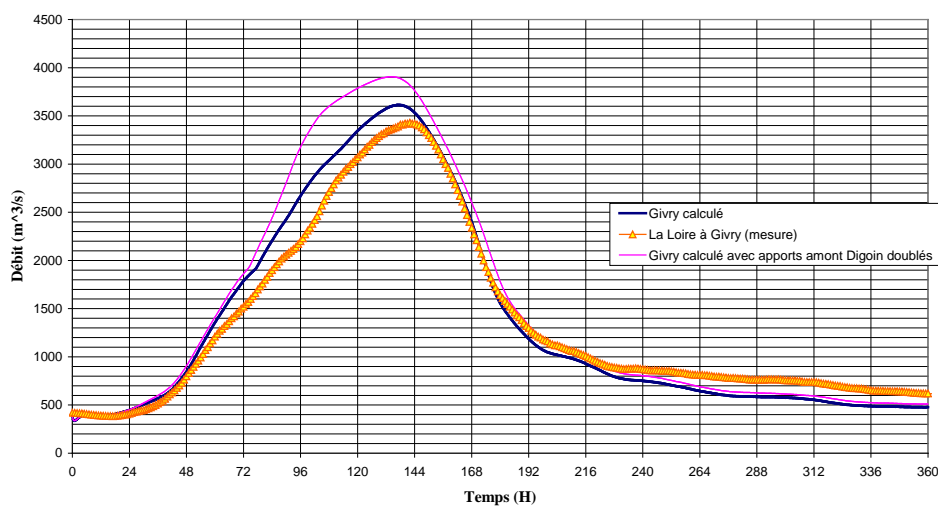


Reconstitution de la crue de décembre 2003 entre Villerest et Givry. Influence du barrage de Villerest.

Nevers



Givry-Fourchambault

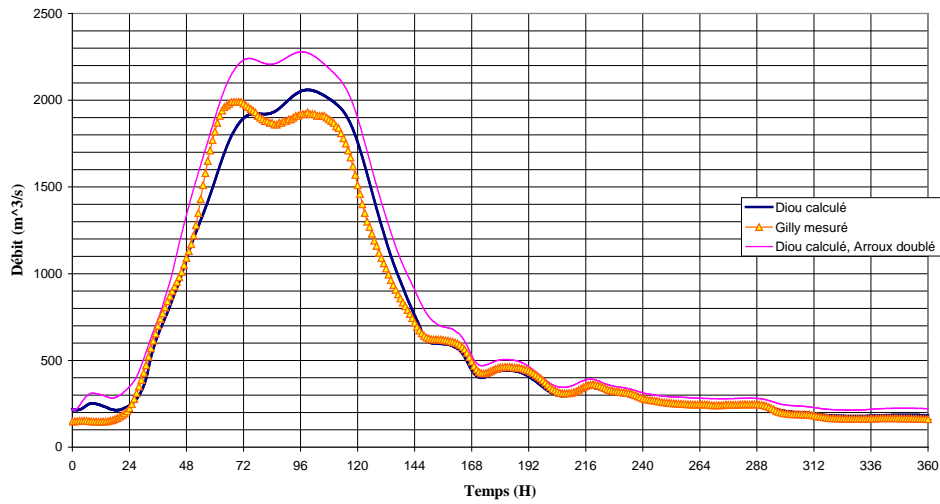


2.3.3. Apport de l'Arroux

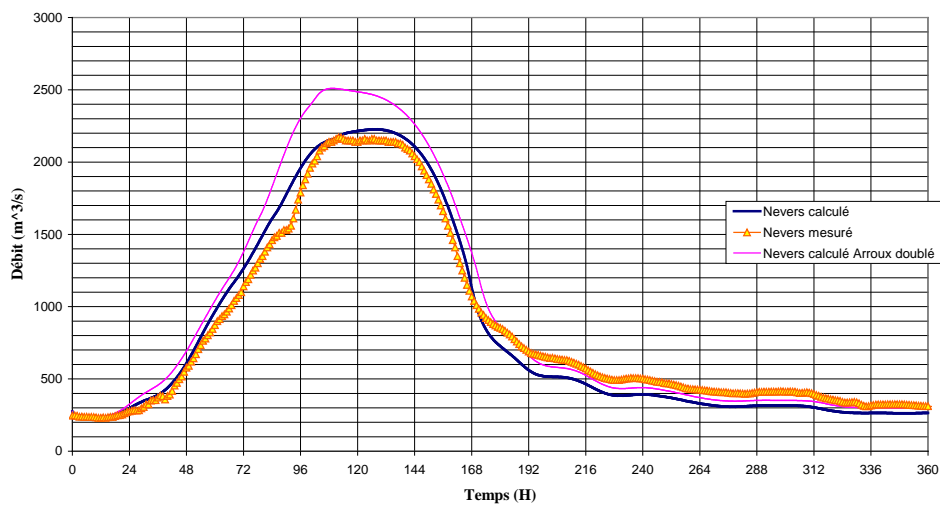
On a testé l'influence de l'Arroux (confluence aval de Digoin) en doublant les apports de cette rivière à Digoin. Les résultats sont représentés dans les figures ci-dessous.

Reconstitution de la crue de décembre 2003 entre Villerest et Givry. Influence du barrage de Villerest.

Gilly-Diou

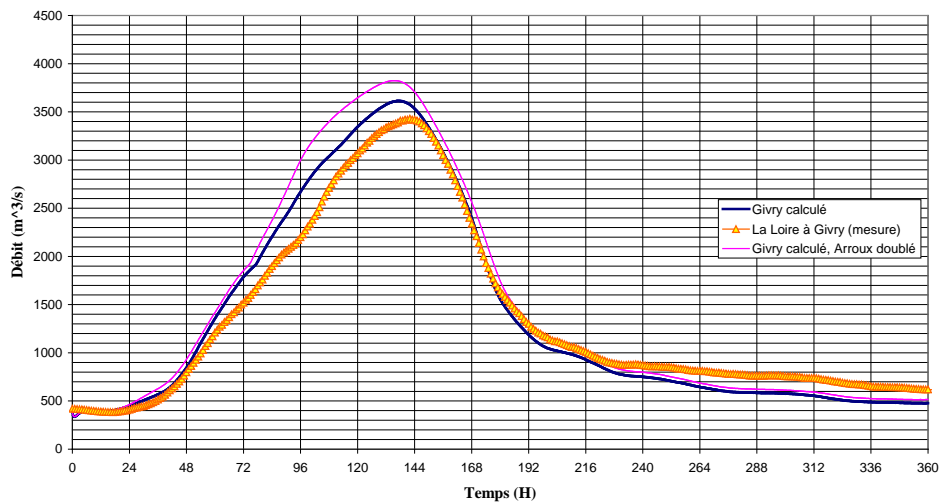


Nevers



Reconstitution de la crue de décembre 2003 entre Villerest et Givry. Influence du barrage de Villerest.

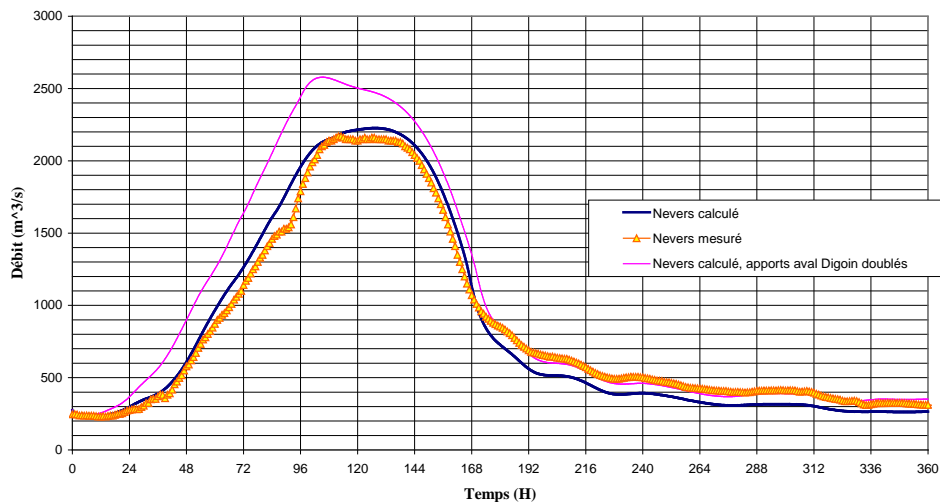
Givry-Fourchambault



2.3.4. Apports intermédiaire Acolin-Besbre-Aron

Le test a été mené en doublant les apports de l'Acolin, de la Besbre, de l'Aron, de la Nièvre. Les résultats figurent ci-après.

Nevers



Reconstitution de la crue de décembre 2003 entre Villerest et Givry. Influence du barrage de Villerest.

Givry-Fourchambault

