



**OUVRAGE DE SAVIGNY-SUR-AISNE  
MC2 : ETUDE HYDROLOGIQUE, HYDRAULIQUE ET MORPHOLOGIQUE**

Rapport

Version 1



**hydratec**

Tour Gamma D  
58, quai de la Rapée  
75583 PARIS CEDEX 12

Tél : 01.40.04.61.02  
Fax : 01.43.42.24.39  
manuel@hydra.setec.fr

Réf : 25676 MCM  
Date : Octobre 2010

# Sommaire

<b>1</b>	<b>PREAMBULE</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>ANALYSE HYDROLOGIQUE</b>	<b>3</b>
2.1	ANALYSE DES CRUES HISTORIQUES	3
2.2	HYDROLOGIE DE LA CRUE DE DECEMBRE 1993 RECTIFIE PAR LA DIREN	11
2.3	DETERMINATION DES DEBITS CARACTERISTIQUES DE CRUE	11
2.3.1	<i>Analyse statistique des crues à la station hydrométrique de Mouron</i>	11
2.3.2	<i>Ajustements statistiques de la pluviométrie</i>	14
2.3.3	<i>Calcul du gradex et détermination des débits caractéristiques de crue</i>	15
2.3.4	<i>Elaboration des hydrogrammes synthétiques de crue</i>	17
<b>3</b>	<b>TOPOGRAPHIE AU NIVEAU DU SECTEUR D'ETUDE</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>MODELISATION DE L' AISNE</b>	<b>20</b>
4.1	AFFINAGE DU MODELE AAM	22
4.2	SIMULATION AVEC L'HYDROLOGIE RECTIFIEE DE DECEMBRE 1993	23
4.3	MODIFICATION DU MODELE AAM : AAMPR2	27
4.4	SIMULATIONS AVEC LE MODELE AME	30
4.5	SIMULATIONS POUR DES CRUES SYNTHETIQUES Q2 A Q5000	35

## Liste des figures :

Figure 1 : plan de situation du site de Savigny-sur-Aisne .....	2
Figure 3 : Hydrogrammes des crues historiques à la station de Mouron sur l'Aisne (débits instantanés) ..	5
Figure 4 : Hydrogrammes des crues historiques (débits journaliers) à la station de Mouron sur l'Aisne ....	6
Figure 5 : Hydrogrammes de crues historiques à la station de Chevières sur l'Aire (débits instantanés) ...	6
Figure 6 : Crue de décembre 1993 - Hydrogrammes à Mouron et à Chevières.....	8
Figure 7 : Crue de février 1995 – Hydrogrammes à Mouron et à Chevières.....	8
Figure 8 : Crue de décembre 1999 – Hydrogrammes à Mouron et à Chevières.....	9
Figure 9 : Crue de janvier à mars 2001 – Hydrogrammes à Mouron et à Chevières.....	9
Figure 10 : Crue de janvier 2003 – Hydrogrammes à Mouron et à Chevières .....	10
Figure 11 : Station de Mouron – Crue de décembre 1993.....	11
Figure 12 : Ajustements toutes lois sur l'Aisne à Mouron (47 valeurs hivernales de 1954 à 2009) .....	12
Figure 13 : Bassin versant de l'Aisne à Vouziers avec pluviométrie annuelle moyenne et stations Météo-France dans les départements 51 et 55.....	13
Figure 14 : Ajustements statistiques selon différentes lois pour la station Météo-France de Valmy (pluie hivernale sur 6 jours) .....	14
Figure 15 : Ajustement de Gumbel pour la station Météo-France de Clermont (pluie hivernale sur 6 jours) .....	15
Figure 16 : Ajustement par Gumbel puis par le Gradex à la station de Mouron (Aisne).....	16
Figure 17 : Hydrogrammes synthétiques de crue sur l'Aisne à Mouron .....	17
Figure 18 : Topographie en amont de Savigny-sur-Aisne .....	19
Figure 19 : Modèle AAM .....	20
Figure 20 : Modèle AME .....	21
Figure 21 : Modèle AAM initial.....	22
Figure 22 : Modèle AAM affiné .....	23
Figure 23 : Crue de décembre 1993 – Résultats du modèle AAM avec l'hydrologie corrigée de la DIREN. ....	24
Figure 24 : Coupe au droit de la RD41A .....	26
Figure 25 : Courbe de tarage au niveau de la RD41A.....	26
Figure 26 : Hydrogrammes au niveau de Savigny avec et sans ouvrage pour la crue de décembre 1993 .	27
Figure 27 : Modélisation AAMPR2 avec ouvrage de Savigny.....	28
Figure 28 : Hauteurs d'eau pour la crue de décembre 1993 au niveau de Savigny dans l'état actuel et dans l'état aménagé avec la digue .....	29
Figure 29 : Hydrogrammes et limnigrammes sur l'Aisne entre Biermes et Soissons avec et sans ouvrage à Savigny-sur-Aisne .....	31
Figure 30 : Profil en long de l'Aisne entre Challerange et Attigny (crue de décembre 1993 corrigée par la DIREN) .....	32
Figure 31 : Profil en long de l'Aisne entre Givry et Guignicourt (crue de décembre 1993 corrigée par la DIREN) .....	33
Figure 32 : Profil en long de l'Aisne entre Condé-sur-Suippe et Soissons (crue de décembre 1993 corrigée par la DIREN).....	34
Figure 33 : Modélisations avant et après aménagement au niveau de l'ouvrage (Crue synthétique Q2)....	38
Figure 34 : Modélisations avant et après aménagement au niveau de l'ouvrage (Crue synthétique Q5)....	39
Figure 35 : Modélisations avant et après aménagement au niveau de l'ouvrage (Crue synthétique Q10)..	40
Figure 36 : Modélisations avant et après aménagement au niveau de l'ouvrage (Crue synthétique Q20)..	41
Figure 37 : Modélisations avant et après aménagement au niveau de l'ouvrage (Crue synthétique Q30)..	42
Figure 38 : Modélisations avant et après aménagement au niveau de l'ouvrage (Crue synthétique Q50)..	43
Figure 39 : Modélisations avant et après aménagement au niveau de l'ouvrage (Crue synthétique Q100) ..	44
Figure 40 : Modélisations avant et après aménagement au niveau de l'ouvrage (Crue synthétique Q1000) .....	45
Figure 41 : Modélisations avant et après aménagement au niveau de l'ouvrage (Crue synthétique Q5000) .....	46
Figure 42 : Profils en long avec et sans ouvrage de Savigny (crue de décembre 1993).....	47
Figure 43 : Profils en long avec et sans ouvrage de Savigny (crues synthétiques Q2 à Q10) .....	47
Figure 44 : Profils en long avec et sans ouvrage de Savigny (crues synthétiques Q20 à Q50) .....	48
Figure 45 : Profils en long avec et sans ouvrage de Savigny (crues synthétiques Q100 à Q5000) .....	48

## 1 PREAMBULE

L'Entente Oise-Aisne envisage la réalisation d'une aire d'écrêtement des crues de l'Aisne sur la commune de Savigny-sur-Aisne (département des Ardennes).

Les travaux consistent en :

- la construction d'une digue d'environ 1250 ml ;
- la mise en place d'un ou deux clapets mobiles ;
- la construction de déversoirs de sécurité ;
- de multiples travaux connexes et d'accompagnement, d'intérêt local, dont la liste n'est aujourd'hui pas exhaustive et pourra être précisée et complétée par des travaux complémentaires connexes, compensatoires ou d'accompagnement.

La Figure 1 permet de visualiser le plan de situation.

La présente étude concerne la mission complémentaire MC2 et consiste à définir précisément l'hydrologie et l'hydraulique de la section comprise entre la commune de Mouron (08) (immédiatement en aval de la confluence entre l'Aire et l'Aisne) et la commune de Falaise (08), respectivement à l'amont et à l'aval de l'aménagement envisagé.

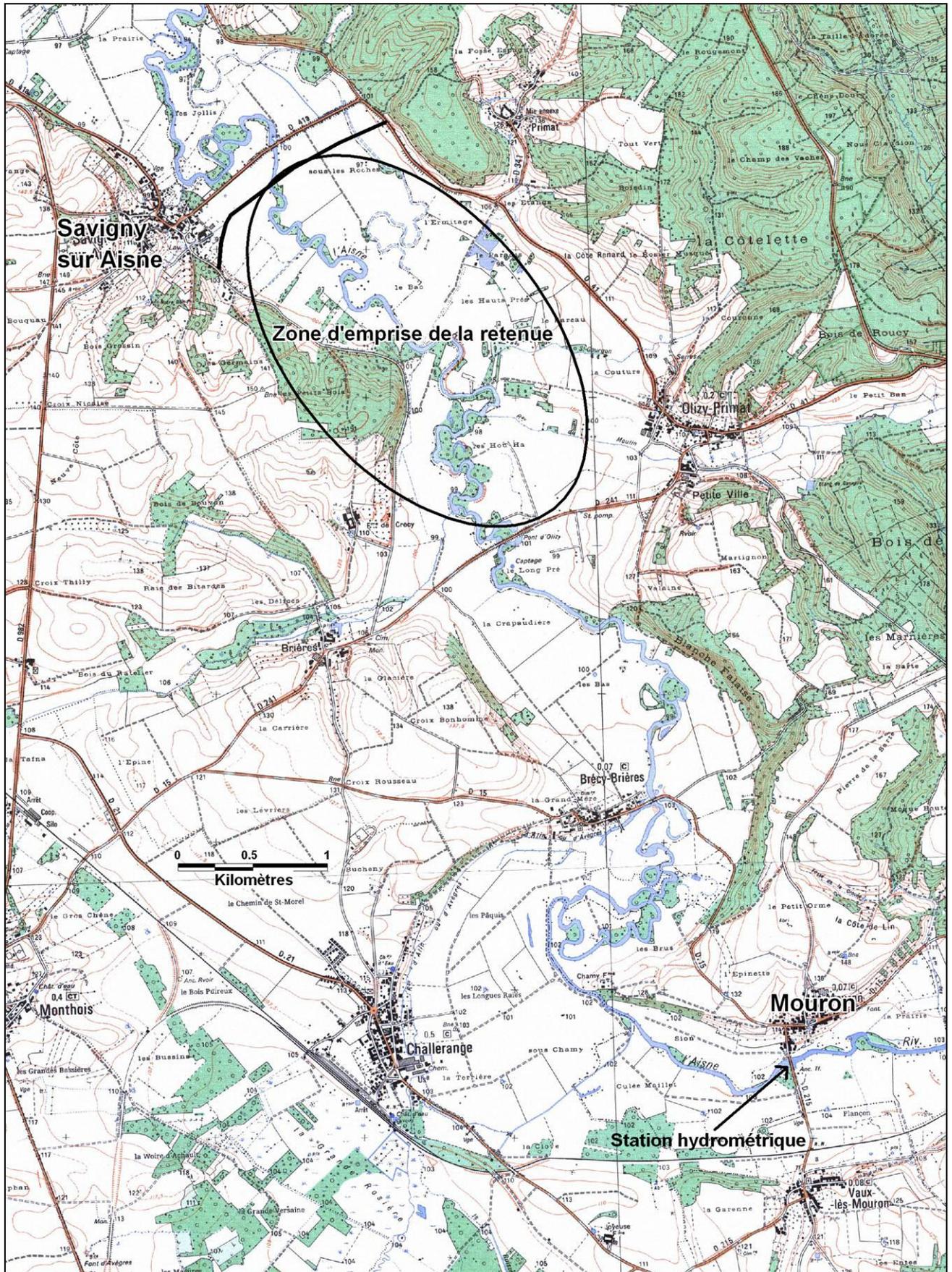
Elle comprend entre autres :

- la détermination des divers débits de crues historiques (1993, 1995,...) et de crues théoriques ( $Q_2$  à  $Q_{5000}$ ),
- la caractérisation du régime d'écoulement des crues ;
- la modélisation des écoulements, la cartographie des zones inondées, pour une gamme de débits comprise entre  $Q_2$  et  $Q_{100}$ , et la cartographie des caractéristiques suivantes : surface, hauteur, vitesse, durée de submersion dans l'aire d'aménagement pour divers hydrogrammes de crues (avant aménagement) ;
- la caractérisation du régime de la crue  $Q_{5000}$  pour le dimensionnement des ouvrages de sécurité et l'étude de danger.

Ainsi les études hydrologique et hydraulique aboutissent à la définition des caractéristiques de l'ouvrage de ralentissement dynamique afin :

- d'optimiser le dimensionnement et la gestion du/des clapets de régulation de l'ouvrage pour maximiser les gains économiques attendus de l'écrêtement des fortes crues sur les zones les plus vulnérables situées en aval,
- de dimensionner les ouvrages de sécurité qui lui sont associés (déversoir, ouvrage de décharge).

Figure 1 : plan de situation du site de Savigny-sur-Aisne



## 2 ANALYSE HYDROLOGIQUE

### 2.1 ANALYSE DES CRUES HISTORIQUES

Dans le cadre de la mise en place de l'outil de prévisions des crues de l'Aisne et de l'Oise pour le SNS, Hydratec a réalisé plusieurs modèles hydrauliques et plusieurs crues historiques ont ainsi été étudiées. Il s'agit de :

- décembre 1993 (d93),
- février 1995 (f95),
- décembre 1999 (d99),
- janvier 2001 (j01),
- mars 2001 (m01).

La station hydrométrique la plus proche de Savigny-sur-Aisne est la station de Mouron située en aval de la confluence de l'Aire et de l'Aisne et en amont de Savigny-sur-Aisne (cf Figure 1). Cette station est gérée par la DIREN Champagne-Ardenne. Elle intercepte un bassin versant de 2280 km<sup>2</sup>.

Au-delà d'un certain débit, la station ne mesure pas tout le débit qui passe car il se produit des débordements par-dessus la route RD215. Ce phénomène s'est notamment produit en décembre 1993.

La station la plus en aval de l'Aire est la station de Chevières-sur-Aire. Elle est gérée par la DIREN Champagne-Ardenne et intercepte un bassin versant de 1000 km<sup>2</sup>.

Les fiches synthétiques fournies par la Banque Hydro sur ces deux stations permettent d'avoir une vision globale des données caractéristiques. Elles sont présentées sur la figure suivante.

Figure 2 : Fiches synthétiques des stations hydrométriques de Mouron sur l'Aisne et Chevières sur l'Aire



L' AISNE à MOURON

Code station : H6201010 Bassin versant : 2280 km<sup>2</sup>

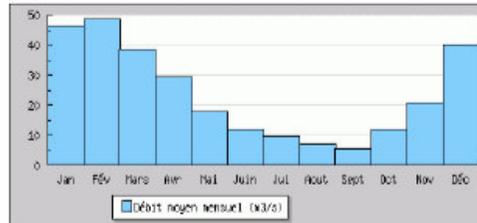
Producteur : DIREN Champagne-Ardenne E-mail : diren@champagne-ardenne.environnement.gouv.fr

SYNTHESE : données hydrologiques de synthèse (1951 - 2010)  
Calculées le 13/04/2010 - Intervalle de confiance : 95 %

écoulements mensuels (naturels) données calculées sur 59 ans

	janv.	fév.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	Année
Débits (m3/s)	46.20 #	48.70 #	38.70 #	29.40 #	17.80 #	12.00 #	9.520 #	7.120 #	5.700 #	11.80 #	20.90 #	40.00 #	23.90
Qsp (l/s/km2)	20.3 #	21.4 #	17.0 #	12.9 #	7.8 #	5.3 #	4.2 #	3.1 #	2.5 #	5.2 #	9.2 #	17.6 #	10.5
Lame d'eau (mm)	54 #	53 #	45 #	33 #	20 #	13 #	11 #	8 #	6 #	13 #	23 #	47 #	332

Qsp : débits spécifiques  
Codes de validité :  
- (espace) : valeur bonne  
- / : valeur reconstituée par le gestionnaire et jugée bonne  
- # : valeur estimée (mesurée ou reconstituée) que le gestionnaire juge incertaine



modules interannuels ( loi de Gauss - septembre à août ) données calculées sur 59 ans

module (moyenne)	fréquence	quinquennale sèche	médiane	quinquennale humide
23.90 [ 21.70;26.00 ]	débits (m3/s)	17.00 [ 14.00;19.00 ]	24.00 [ 21.00;28.00 ]	31.00 [ 29.00;34.00 ]

basses eaux ( loi de Galton - janvier à décembre ) données calculées sur 59 ans

fréquence	VCN3 (m3/s)	VCN10 (m3/s)	QMNA (m3/s)
biennale	2.700 [ 2.300;3.300 ]	2.900 [ 2.400;3.400 ]	3.700 [ 3.100;4.300 ]
quinquennale sèche	1.500 [ 1.200;1.800 ]	1.600 [ 1.300;1.900 ]	2.200 [ 1.800;2.600 ]

crues ( loi de Gumbel - septembre à août ) données calculées sur 55 ans

fréquence	QJ (m3/s)	QIX (m3/s)
biennale	140.0 [ 130.0;160.0 ]	150.0 [ 140.0;180.0 ]
quinquennale	200.0 [ 180.0;220.0 ]	210.0 [ 190.0;230.0 ]
décennale	230.0 [ 210.0;270.0 ]	250.0 [ 230.0;280.0 ]
vicennale	270.0 [ 240.0;310.0 ]	280.0 [ 260.0;330.0 ]
cinquantennale	310.0 [ 280.0;370.0 ]	330.0 [ 300.0;390.0 ]
centennale	non calculé	non calculé

maximums connus ( par la banque HYDRO )

hauteur maximale instantanée (cm)	393	21 décembre 1993 09:47
débit instantané maximal (m3/s)	296.0 #	21 décembre 1993 09:47
débit journalier maximal (m3/s)	310.0 #	14 mai 1970

débits classés données calculées sur 20337 jours

fréquence	0.99	0.98	0.95	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01
débit (m3/s)	132.0	113.0	82.40	58.80	36.00	24.00	18.00	13.60	10.10	7.430	5.450	3.470	2.550	1.470	1.300



L' AIRE à CHEVIERES

Code station : H6162010 Bassin versant : 1000 km<sup>2</sup>

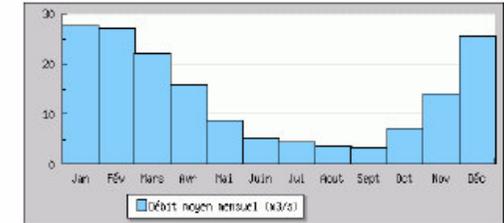
Producteur : DIREN Champagne-Ardenne E-mail : diren@champagne-ardenne.environnement.gouv.fr

SYNTHESE : données hydrologiques de synthèse (1960 - 2008)  
Calculées le 13/04/2010 - Intervalle de confiance : 95 %

écoulements mensuels (naturels) données calculées sur 49 ans

	janv.	fév.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	Année
Débits (m3/s)	27.50 #	27.20 #	21.90 #	15.70 #	8.580 #	5.210 #	4.460 #	3.490 #	3.410 #	7.190 #	13.90 #	25.50 #	13.80
Qsp (l/s/km2)	27.5 #	27.2 #	21.9 #	15.7 #	8.6 #	5.2 #	4.5 #	3.5 #	3.4 #	7.2 #	13.9 #	25.5 #	13.6
Lame d'eau (mm)	73 #	68 #	58 #	40 #	22 #	13 #	11 #	9 #	8 #	19 #	36 #	68 #	431

Qsp : débits spécifiques  
Codes de validité :  
- (espace) : valeur bonne  
- / : valeur reconstituée par le gestionnaire et jugée bonne  
- # : valeur estimée (mesurée ou reconstituée) que le gestionnaire juge incertaine



modules interannuels ( loi de Gauss - septembre à août ) données calculées sur 49 ans

module (moyenne)	fréquence	quinquennale sèche	médiane	quinquennale humide
13.80 [ 12.50;14.70 ]	débits (m3/s)	9.900 [ 8.600;11.00 ]	14.00 [ 12.00;16.00 ]	17.00 [ 16.00;19.00 ]

basses eaux ( loi de Galton - janvier à décembre ) données calculées sur 49 ans

fréquence	VCN3 (m3/s)	VCN10 (m3/s)	QMNA (m3/s)
biennale	0.960 [ 0.800;1.100 ]	1.100 [ 0.930;1.300 ]	1.600 [ 1.400;1.900 ]
quinquennale sèche	0.520 [ 0.420;0.630 ]	0.620 [ 0.500;0.740 ]	0.950 [ 0.790;1.100 ]

crues ( loi de Gumbel - septembre à août ) données calculées sur 48 ans

fréquence	QJ (m3/s)	QIX (m3/s)
biennale	93.00 [ 87.00;100.0 ]	100.0 [ 95.00;110.0 ]
quinquennale	120.0 [ 110.0;140.0 ]	140.0 [ 130.0;150.0 ]
décennale	140.0 [ 130.0;160.0 ]	160.0 [ 150.0;180.0 ]
vicennale	160.0 [ 150.0;190.0 ]	180.0 [ 160.0;200.0 ]
cinquantennale	190.0 [ 170.0;220.0 ]	210.0 [ 190.0;240.0 ]
centennale	non calculé	non calculé

maximums connus ( par la banque HYDRO )

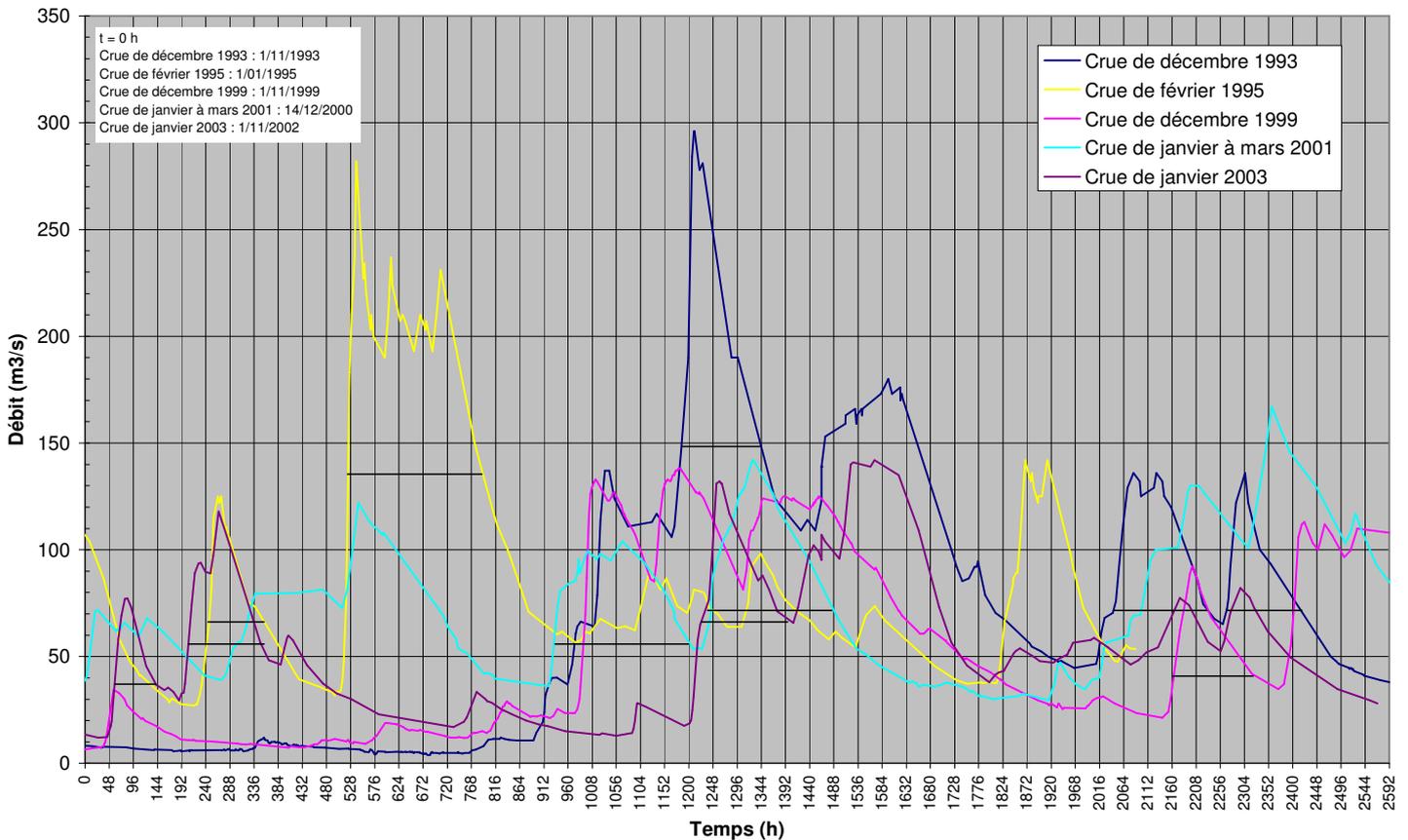
hauteur maximale instantanée (cm)	349	23 janvier 1995 08:52
débit instantané maximal (m3/s)	240.0	1 janvier 1995 00:00
débit journalier maximal (m3/s)	190.0	21 décembre 1993

débits classés données calculées sur 17630 jours

fréquence	0.99	0.98	0.95	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01
débit (m3/s)	81.10	70.50	50.10	35.70	21.50	14.50	10.00	6.750	4.680	3.280	2.130	1.390	0.939	0.622	0.482

Les hydrogrammes des crues historiques ont été extraits de la Banque Hydro à la station de Mouron sur l'Aisne. Ils sont présentés sur la figure suivante.

**Figure 3 : Hydrogrammes des crues historiques à la station de Mouron sur l'Aisne (débits instantanés)**

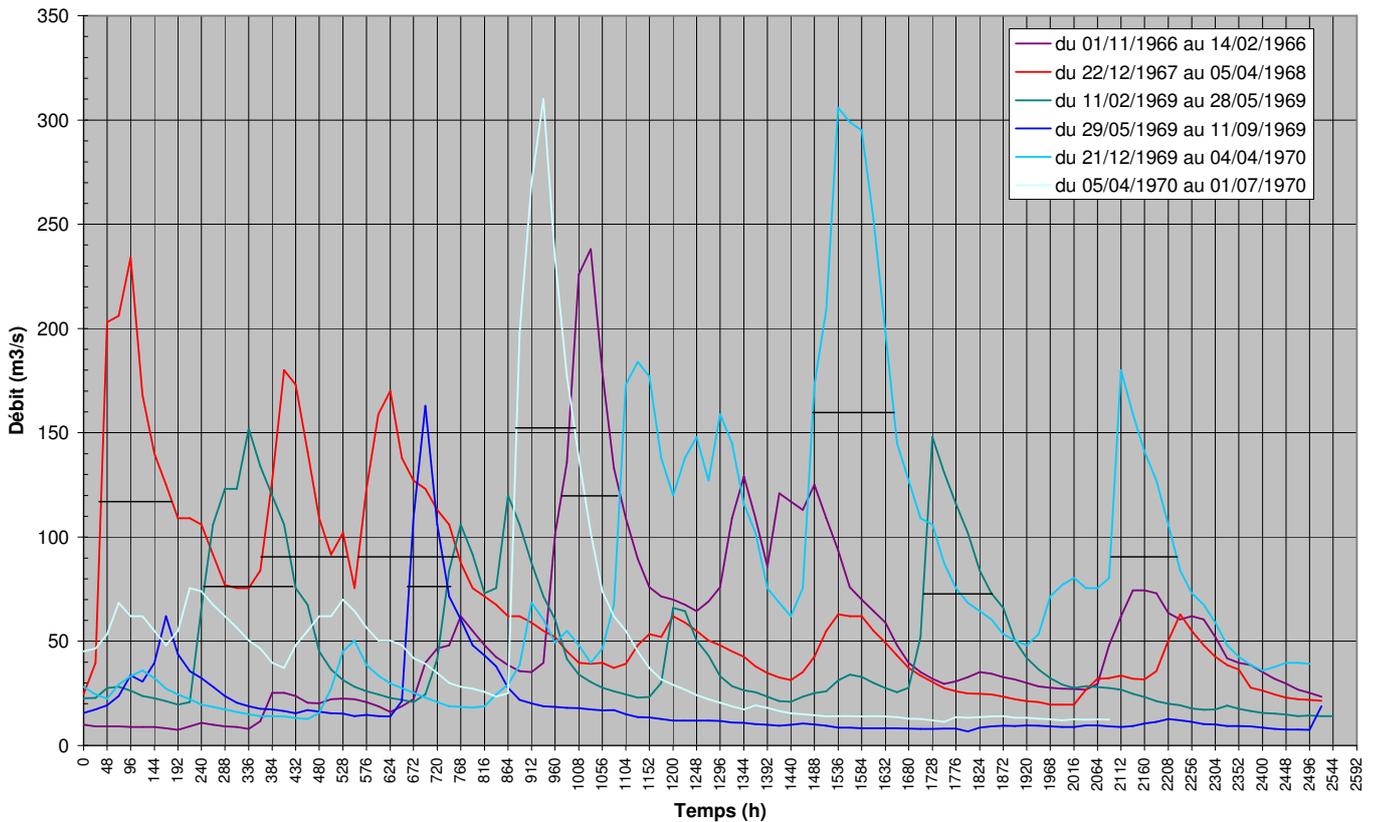


Sur cette figure, on peut déterminer la durée caractéristique de crue D représentant la durée pendant laquelle la moitié du débit de pointe est dépassée. Elle est en moyenne de 6 à 8 jours.

Afin d'avoir un éventail de crue un peu plus important, les hydrogrammes de crue entre 1966 et 1970 ont été également extraits. Il s'agit là de débits journaliers, les débits instantanés n'étant pas disponibles.

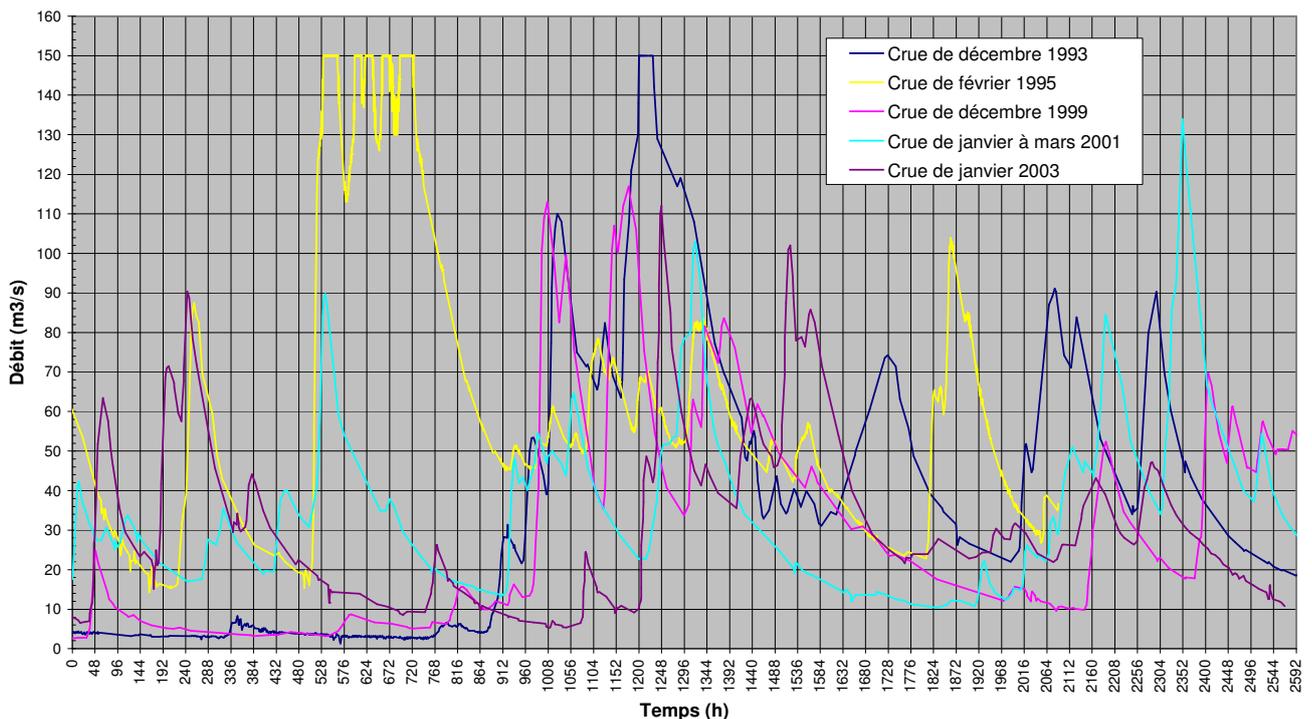
Ils sont présentés sur la figure suivante et permettent de valider la durée caractéristique que nous prendrons de 6 jours.

**Figure 4 : Hydrogrammes des crues historiques (débits journaliers) à la station de Mouron sur l'Aisne**



Afin de connaître la part de débit apporté par l'Aire à l'Aisne, il est intéressant de regarder les hydrogrammes des crues historiques sur la station de Chevières sur l'Aire (BV de 1000 km<sup>2</sup>) (cf figure suivante).

**Figure 5 : Hydrogrammes de crues historiques à la station de Chevières sur l'Aire (débits instantanés)**



On constate que les débits instantanés fournis par la DIREN plafonnent au débit de 150 m<sup>3</sup>/s notamment pour les crues de décembre 1993 et janvier 1995.

Les principaux pics de crue ont été étudiés à Mouron et à Chevières afin d'estimer leur décalage temporel. Le tableau suivant en synthétise les résultats.

	L'Aisne à Mouron		L'Aire à Chevières		Temps entre les 2 pointes(h)	Part de l'Aire (%)	Part de l'Aisne (%)
	Date max	Débit max (m3/s)	Date max	Débit max (m3/s)			
déc-93	14/12/93 1:12	137	13/12/1993 19:12	110	6	80	20
	18/12/93 8:05	117	17/12/1993 23:47	82.4	8	70	30
	13/1/94 22:29	94.6	11/01/1994 23:23	74.3	47	79	21
	26/1/94 19:29	136	26/01/1994 16:40	91.1	3	67	33
	28/1/94 16:59	136	28/01/1994 15:23	83.8	2	62	38
	5/2/94 1:29	136	04/02/1994 16:12	90.3	9	66	34
févr-95	12/1/95 0:28	125	11/01/1995 18:05	87.5	6	70	30
	16/2/95 18:00	90.6	16/02/1995 04:35	77.1	13	85	15
	25/2/95 22:59	98.3	25/02/1995 02:24	82.7	21	84	16
	7/3/95 9:28	73.7	06/03/1995 21:41	57.2	12	78	22
	19/3/95 20:29	142	19/03/1995 12:36	104	8	73	27
	21/3/95 15:59	142	21/03/1995 00:00	85.1	16	60	40
déc-99	3/11/99 8:36	34.4	03/11/1999 01:11	24.7	7	72	28
	13/12/99 6:21	133	12/12/1999 21:38	113	9	85	15
	14/12/99 19:21	127	14/12/1999 13:47	99.6	6	78	22
	20/12/99 5:36	138	20/12/1999 02:02	117	4	85	15
	27/12/99 3:01	124	26/12/1999 19:10	81.6	8	66	34
	28/12/99 22:56	125	28/12/1999 11:54	83.6	11	67	33
janv à mars 2001	31/1/00 17:03	92.3	31/01/2000 04:45	52.3	12	57	43
	9/2/00 22:43	113	09/02/2000 05:40	69.6	17	62	38
	11/2/00 15:36	112	11/02/2000 09:08	61.3	6	55	45
	6/1/01 8:09	122	06/01/2001 00:24	89.7	8	74	26
	28/1/01 4:17	104	27/01/2001 22:08	64.8	6	62	38
	7/2/01 23:46	142	07/02/2001 15:46	103	8	73	27
	16/3/01 4:38	130	15/03/2001 20:53	84.5	8	65	35
	22/3/01 22:46	167	22/03/2001 15:32	134	7	80	20
janv-03	4/11/02 12:13	77.3	03/11/2002 16:37	63.4	20	82	18
	12/11/02 1:46	118	11/11/2002 03:31	90.4	22	77	23
	23/12/02 13:01	132	22/12/2002 23:34	112	13	85	15
	3/1/03 14:17	141	03/01/2003 08:25	102	6	72	28
	5/1/03 8:54	142	05/01/2003 03:38	85.8	5	60	40
	30/1/03 15:57	77.5	30/01/2003 08:00	43.1	8	56	44
	4/2/03 15:54	82.1	04/02/2003 06:50	47.2	9	57	43

On constate que le décalage entre les pointes de crue à Chevières et celles à Mouron sont plutôt de l'ordre de 6 à 12 h.

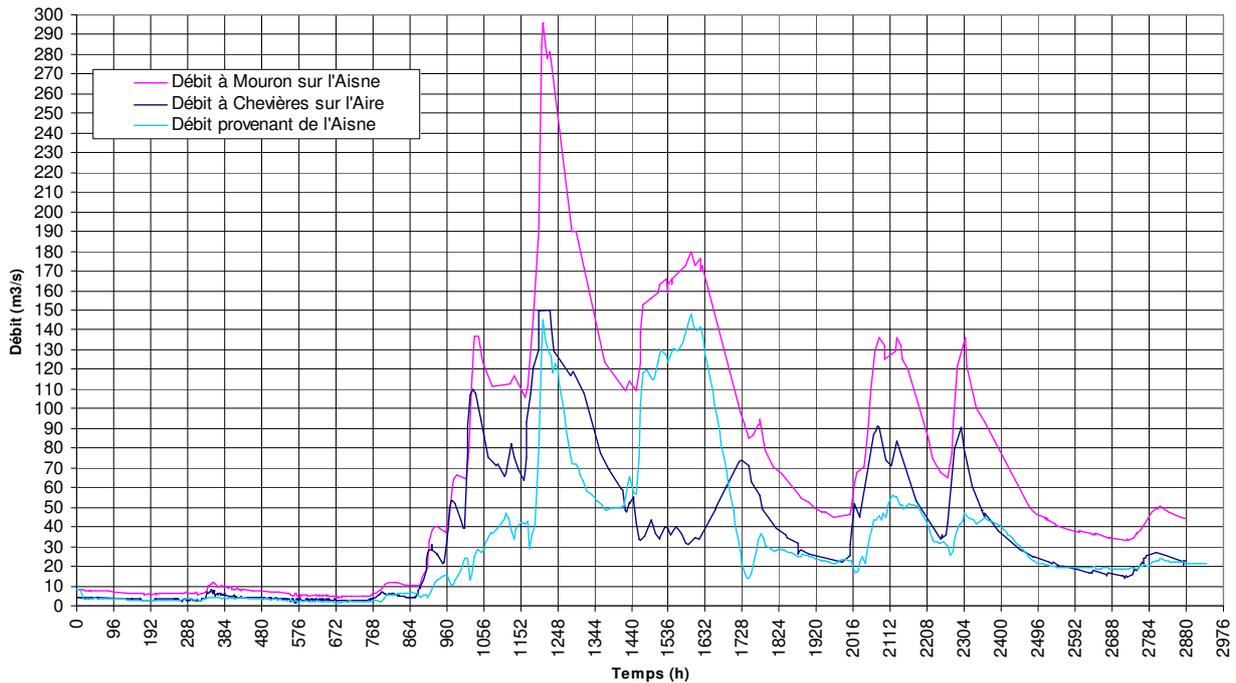
La part de l'Aire est toujours plus importante que la part de l'Aisne et représente environ 70% du débit total à Mouron.

La station de Chevières est représentative du débit de l'Aire avant sa confluence avec l'Aisne. Il est donc intéressant de comparer les hydrogrammes à Mouron et à Chevières pour se rendre compte de la contribution de l'Aire dans l'Aisne et du décalage temporel entre l'Aire et l'Aisne.

Ces hydrogrammes sont présentés pour les crues suivantes : décembre 1993, février 1995, décembre 1999, janvier à mars 2001 et janvier 2003.

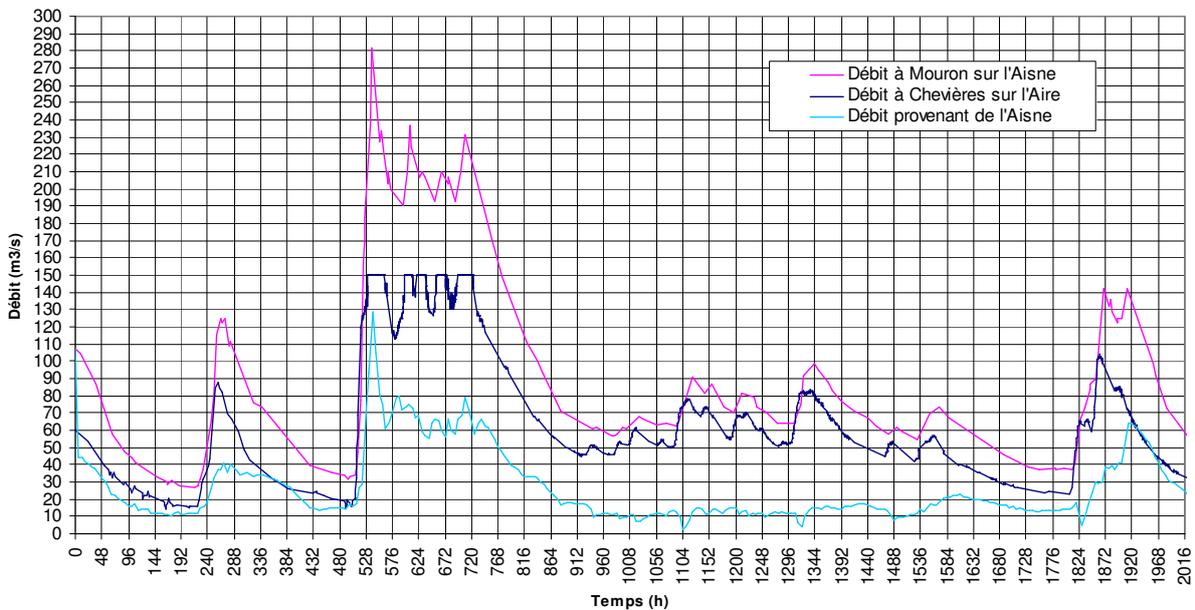
Sur ces figures, a également été représentée la différence du débit à Mouron avec le débit à Chevières (avec un décalage de 6h) ce qui donne le débit provenant de l'Aisne.

**Figure 6 : Crue de décembre 1993 - Hydrogrammes à Mouron et à Chevières**



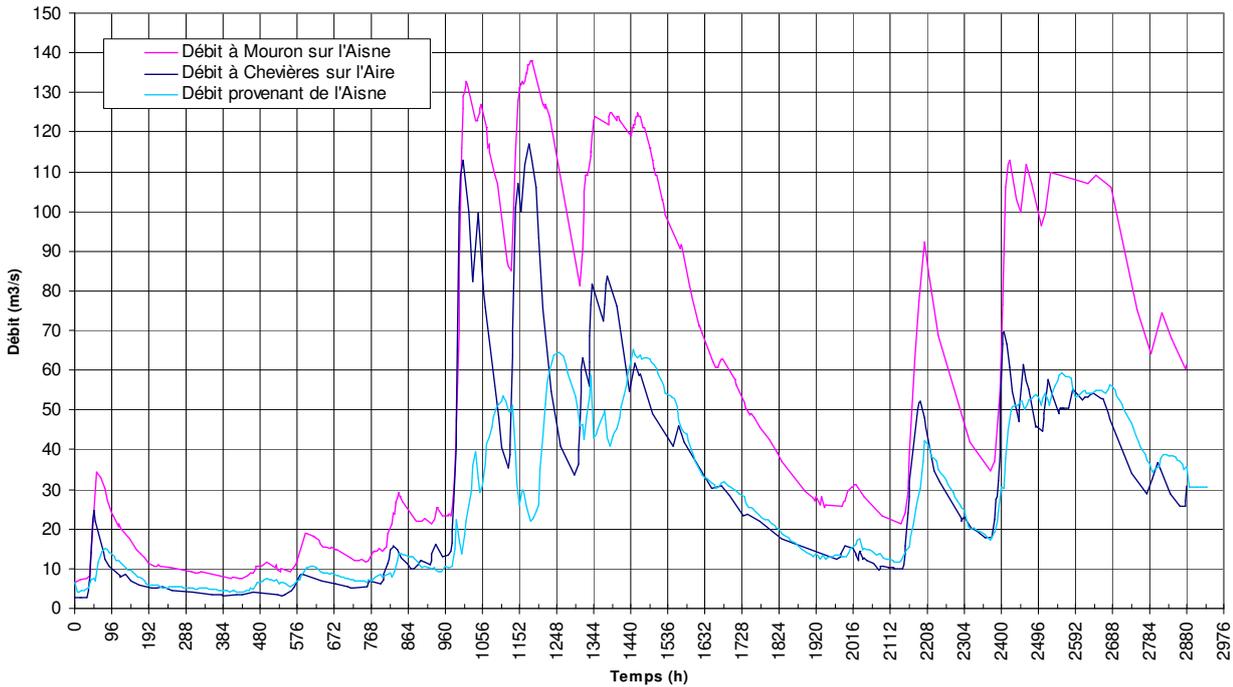
Pour la crue de décembre 1993, le pic le plus fort à Mouron correspond au pic le plus fort sur l'Aire. On observe cependant un autre pic (entre les temps 1536 h et 1632 h) qui n'est pas dû à un apport de l'Aire. Il s'agit donc d'un apport de l'Aisne amont qui arrive bien plus tard que l'Aire.

**Figure 7 : Crue de février 1995 – Hydrogrammes à Mouron et à Chevières**



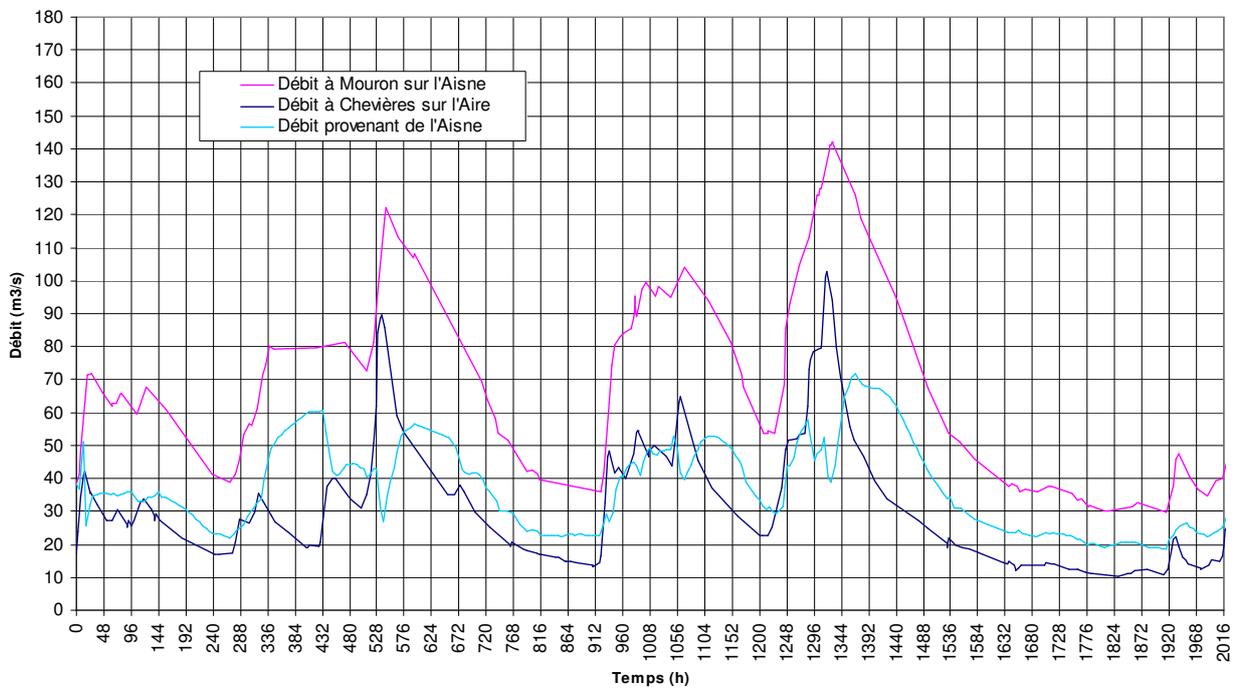
Pour la crue de février 1995, on observe une forte similitude entre les hydrogrammes à Mouron et à Chevières. On distingue uniquement un pic supplémentaire au temps  $t = 1920$  h dû à un apport un peu plus important de l'Aisne amont arrivant en retard par rapport à l'Aire.

**Figure 8 : Crue de décembre 1999 – Hydrogrammes à Mouron et à Chevières**



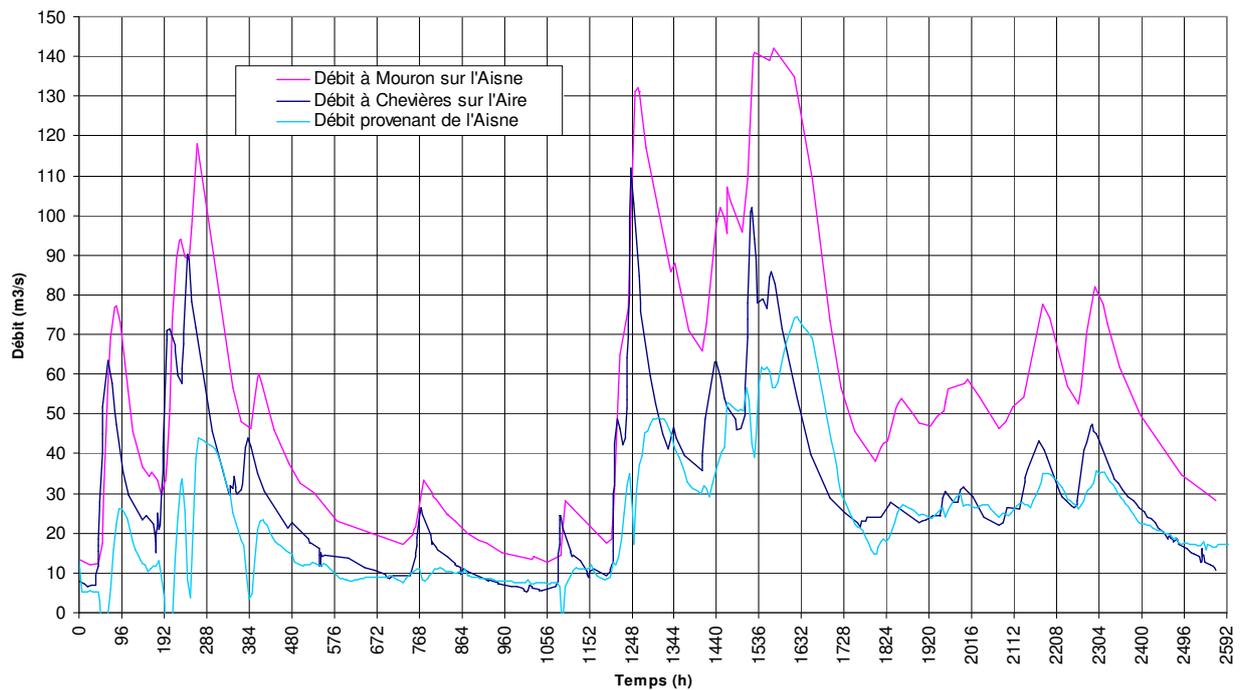
La crue de décembre 1999 présente plusieurs pics importants. Parmi les 3 pics, les 2 premiers correspondent bien à ceux de l'Aire, le 3<sup>ème</sup> pic à Mouron est gonflé par l'apport de l'Aisne amont.

**Figure 9 : Crue de janvier à mars 2001 – Hydrogrammes à Mouron et à Chevières**



La crue de janvier à mars 2001 présente trois pics correspond aux pics de l'Aire mais ils sont plus volumineux lors de la descente car ils sont gonflés par les apports de l'Aisne amont.

**Figure 10 : Crue de janvier 2003 – Hydrogrammes à Mouron et à Chevières**



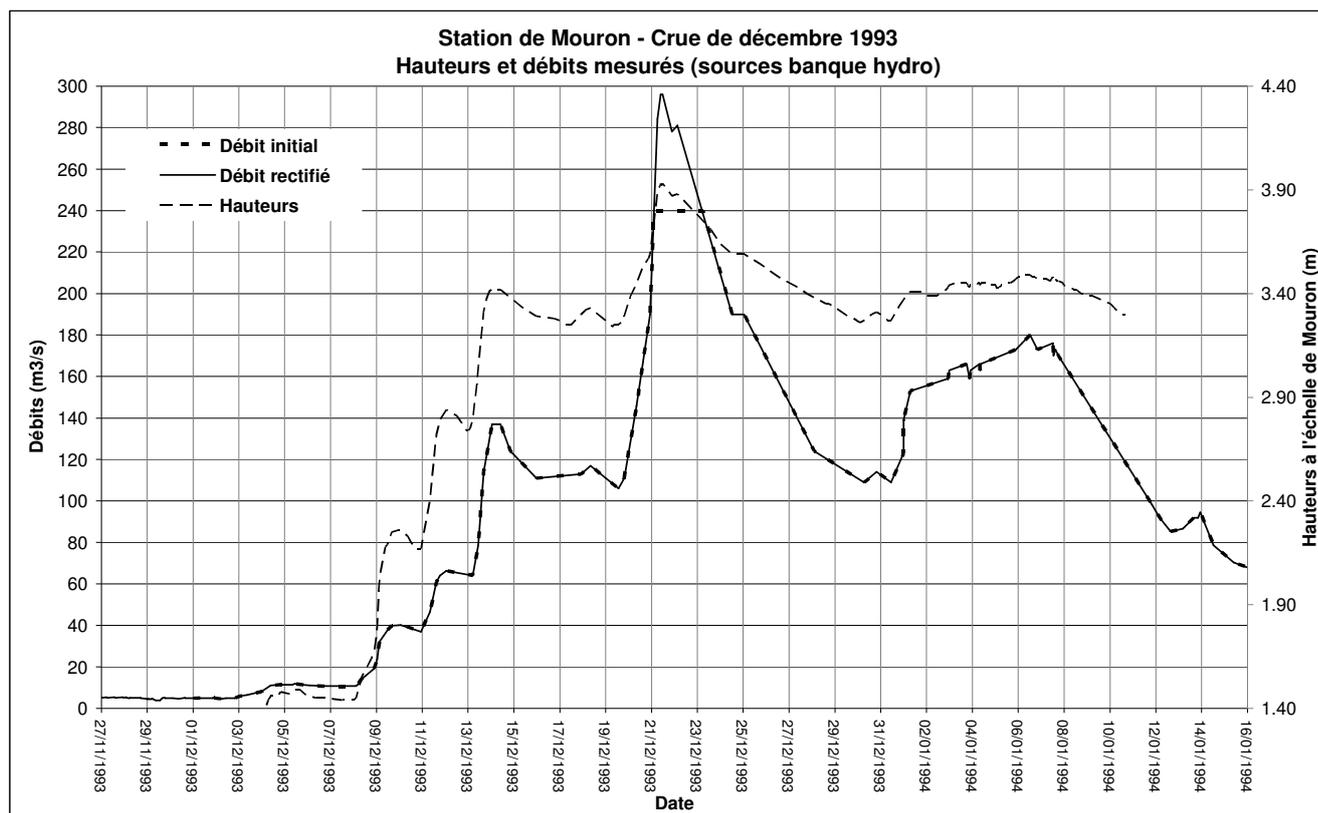
La crue de janvier 2003 montre bien que la crue de l'Aire passe avant celle de l'Aisne. En effet, le pic qui correspond au débit maximal sur l'Aire pour cette crue se situe vers le temps 1248 h. Au niveau de Mouron, ce même pic n'est pas le plus important, c'est le second qui le devient grâce aux apports de l'Aisne arrivant un peu plus tard.

**Les crues étudiées mettent en évidence l'avance de l'Aire sur l'Aisne amont.**

## 2.2 HYDROLOGIE DE LA CRUE DE DECEMBRE 1993 RECTIFIEE PAR LA DIREN

Les débits initialement fournis par la DIREN plafonnaient ainsi à 240 m<sup>3</sup>/s alors que les hauteurs d'eau continuaient à augmenter. Les valeurs de débit ont alors été corrigées par la DIREN, elles sont présentées sur la figure suivante (débit rectifié).

Figure 11 : Station de Mouron – Crue de décembre 1993



## 2.3 DETERMINATION DES DEBITS CARACTERISTIQUES DE CRUE

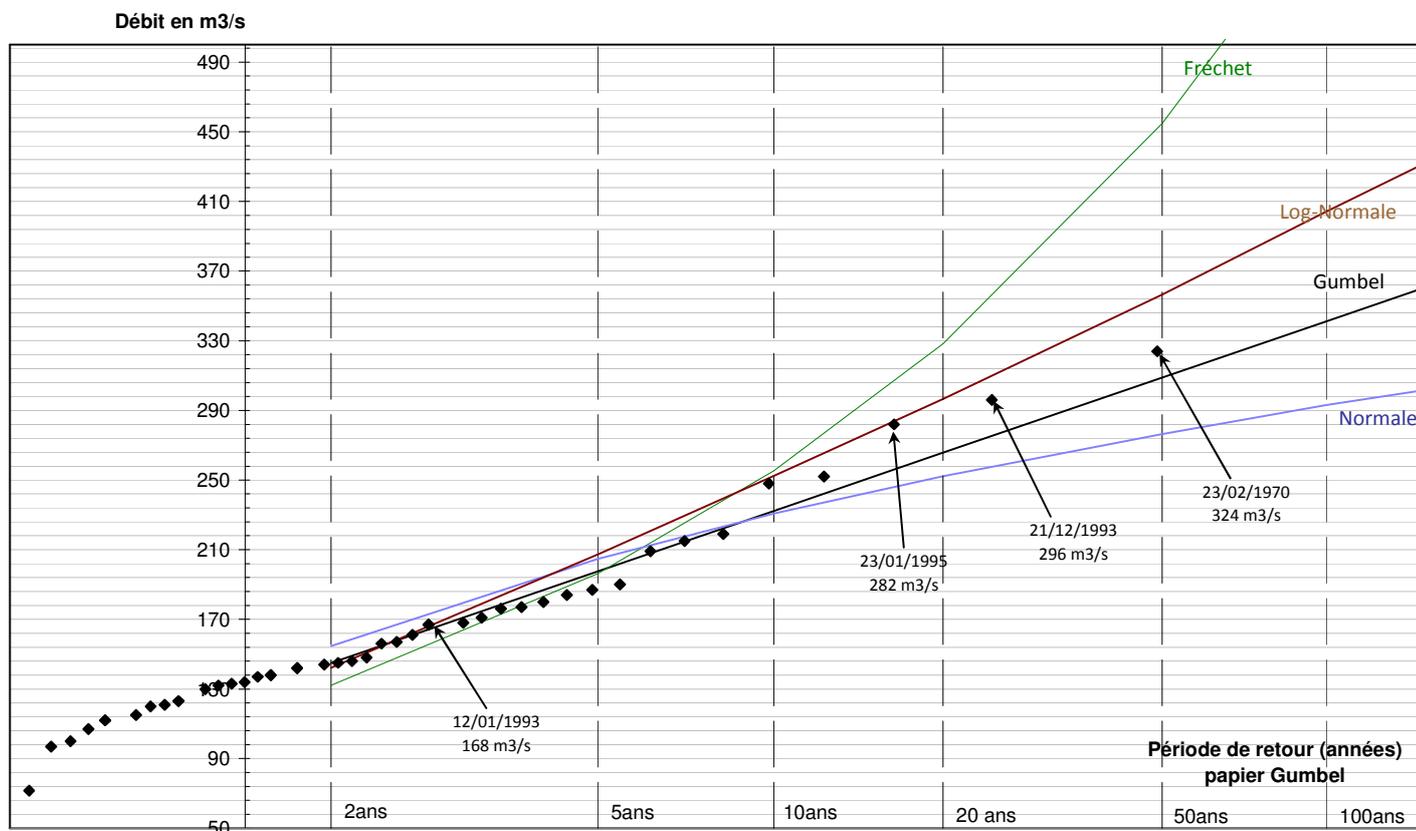
### 2.3.1 Analyse statistique des crues à la station hydrométrique de Mouron

Pour les besoins de l'étude, les débits caractéristiques de crue doivent être estimés pour pouvoir les tester au niveau de l'ouvrage de Savigny-sur-Aire.

La station la plus proche de Savigny est celle de Mouron, par conséquent nous étudions les débits caractéristiques de crue au niveau de cette station.

Les débits maximums annuels (sur la période hivernale de novembre à mars) ont été extraits de la Banque Hydro et plusieurs ajustements sont réalisés, ils sont présentés sur la figure suivante.

Figure 12 : Ajustements toutes lois sur l'Aisne à Mouron (47 valeurs hivernales de 1954 à 2009)



On choisit l'ajustement de Gumbel qui est le plus adapté aux valeurs.

Nous obtenons ainsi les débits instantanés caractéristiques pour les périodes de retour inférieures à 10 ans.

Au-delà de cette période de retour, nous utilisons la méthode du gradex qui repose sur l'hypothèse qu'au-delà d'un certain seuil de débit (correspondant à la saturation totale du bassin versant), tout accroissement des précipitations tend à produire un accroissement égal du débit. Ainsi, à partir d'une certaine fréquence, la loi des débits trouvée expérimentalement pour les faibles valeurs peut être extrapolée par une droite « parallèle » à la loi des pluies.

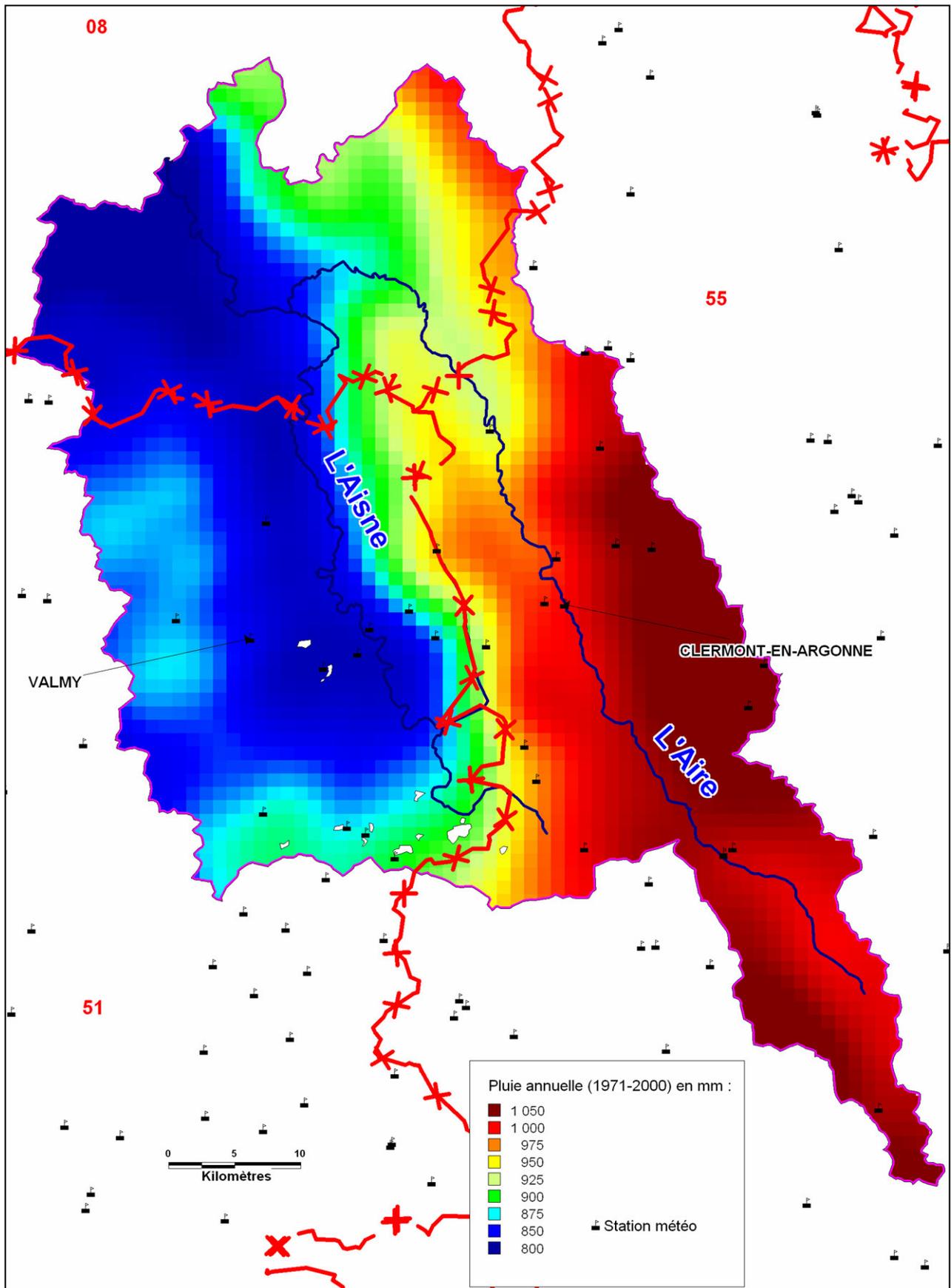
Le bassin versant de l'Aisne jusqu'à Vouziers a été tracé sur la figure suivante où figurent la pluviométrie annuelle moyenne ainsi que les principales stations Météo-France.

La pluviométrie annuelle moyenne varie de 800 mm à 1050 mm. Le bassin versant de l'Aire est globalement plus arrosé que la partie amont du bassin versant de l'Aisne. Pour calculer le gradex des pluies, on choisit donc deux stations représentatives de chaque partie du bassin ayant un nombre d'années d'observations suffisamment grand pour pouvoir faire des ajustements statistiques. Il s'agit de :

- la station de Valmy (années disponibles entre 1956 et 2008), située sur le bassin versant de l'Aisne amont,
- la station de Clermont-en-Argonne (années disponibles entre 1935 et 2008), située sur le bassin versant de l'Aire.

Ces stations sont indiquées sur la figure suivante.

Figure 13 : Bassin versant de l'Aisne à Vouziers avec pluviométrie annuelle moyenne et stations Météo-France dans les départements 51 et 55

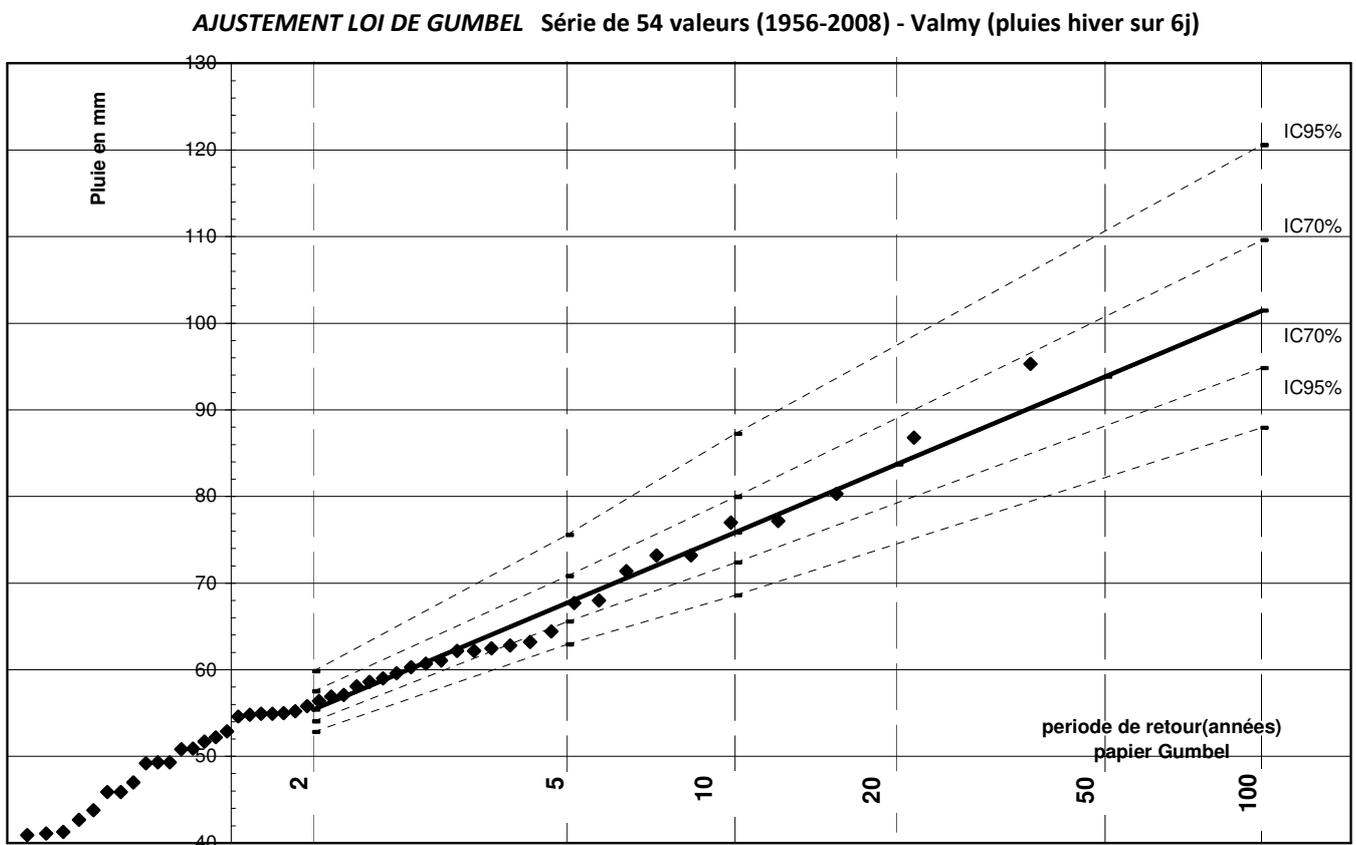


### 2.3.2 Ajustements statistiques de la pluviométrie

Les données de pluies maximales sur 6 jours (durée caractéristique estimée précédemment) ont été recueillies auprès de Météo-France pour les stations de Valmy et de Clermont-en-Argonne pour la période hivernale à savoir de novembre à mars afin de ne pas comptabiliser les orages d'été.

L'ajustement statistique selon la loi de Gumbel pour la station de Valmy située dans la zone la moins pluvieuse du bassin versant de l'Aisne est représenté sur la figure suivante.

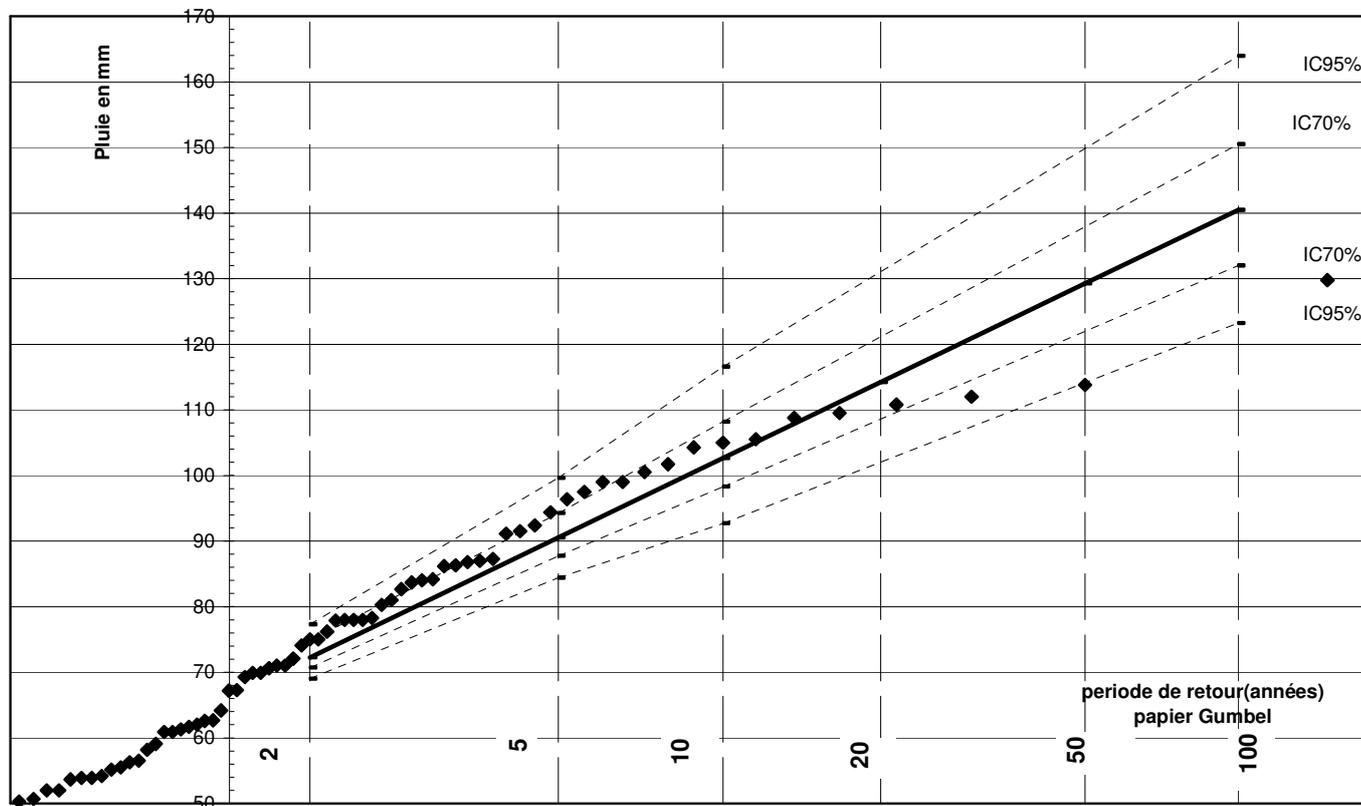
Figure 14 : Ajustements statistiques selon différentes lois pour la station Météo-France de Valmy (pluie hivernale sur 6 jours)



On en déduit donc le gradex de pluie qui correspond à la pente de la droite, il vaut donc 11 mm.

De même, l'ajustement selon une loi de Gumbel est réalisé pour la station de Clermont-en-Argonne. Il est présenté sur la figure suivante.

**Figure 15 : Ajustement de Gumbel pour la station Météo-France de Clermont (pluie hivernale sur 6 jours)**



Le gradex des pluies est donc de 16 mm pour la station de Clermont-en-Argonne.

Ainsi sur 6 jours, le gradex des pluies est de :

- 11 mm pour la station de Valmy,
- 16 mm pour la station de Clermont-en-Argonne.

Au niveau de Mouron, on prendra donc un **gradex de 13.5 mm** en tenant compte de ces deux stations qui contribuent chacune approximativement à la moitié de la pluviométrie sur le bassin versant.

### **2.3.3 Calcul du gradex et détermination des débits caractéristiques de crue**

La méthode du Gradex fait intervenir dans le calcul un certain nombre de paramètres :

- la période de retour pivot qui correspond à la période de retour où on observe une cassure dans les données, cette période de retour correspond au début de la droite du gradex (elle est de 10 ans ici),
- le temps de base des bassins versants établi à la lecture des hydrogrammes (ici : 6 jours),
- le gradex des pluies (ici : 13,5 mm),

- le coefficient de forme qui caractérise ratio entre les débits instantanés et les débits moyens sur n jours (n étant le temps de base du bassin versant donc ici 6 jours).

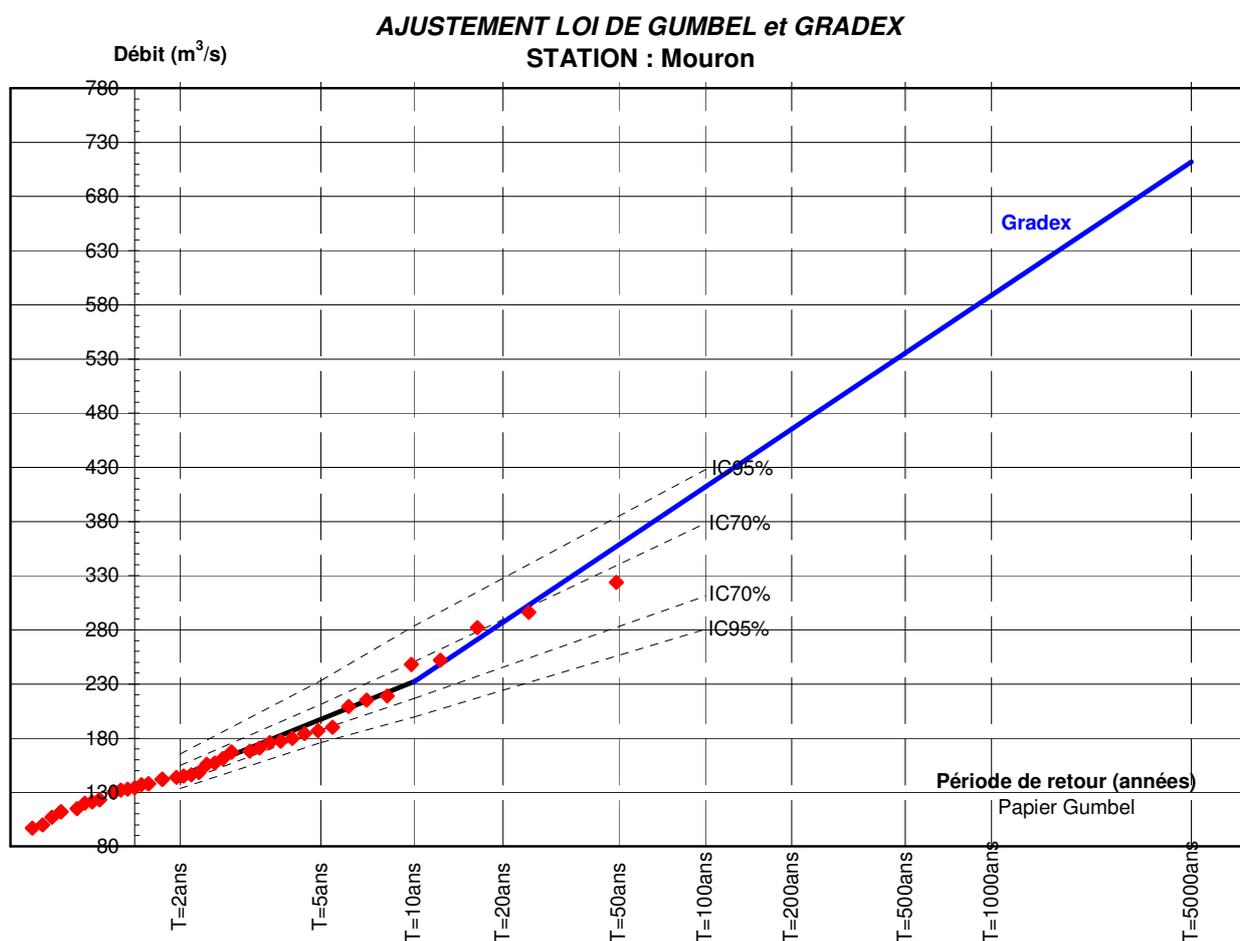
Le gradex de 6 jours exprimés en m<sup>3</sup>/s est le suivant :

Gradex pluie 6j (m<sup>3</sup>/s) = gradex pluie (m) x Surface BV (m<sup>2</sup>) / (6j x 24 x 3600) (en s)

Il vaut donc : 59,4 m<sup>3</sup>/s.

L'ajustement de Gumbel est donc repris jusqu'à la période de retour 10 ans et à partir de là c'est la droite du gradex qui permet de déterminer les valeurs caractéristiques de débit pour les périodes de retour supérieures.

**Figure 16 : Ajustement par Gumbel puis par le Gradex à la station de Mouron (Aisne)**



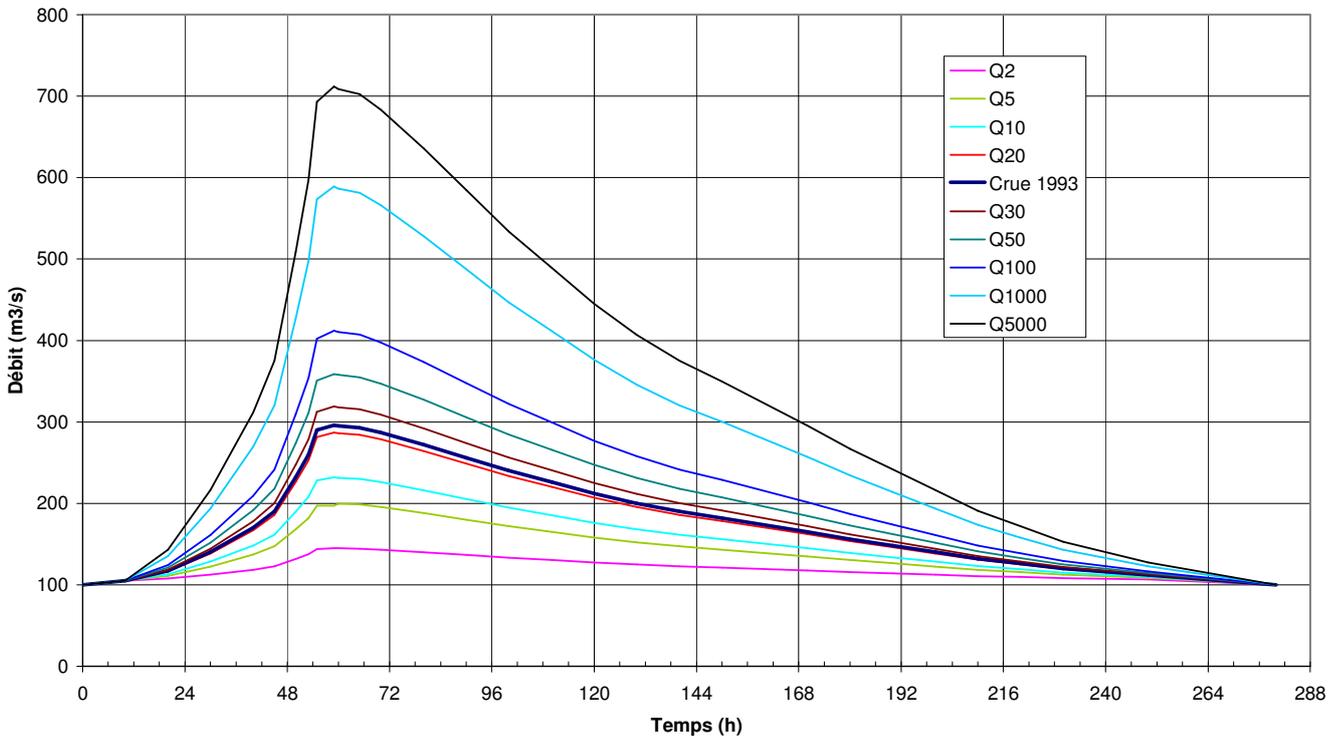
Le tableau suivant récapitule les débits caractéristiques instantanés ainsi obtenus :

Période de retour (années)	2	5	10	20	30	50	100	1000	5000
Débit inst (m <sup>3</sup> /s)	145	197	232	287	319	359	412	589	712

### 2.3.4 Elaboration des hydrogrammes synthétiques de crue

A partir de ces débits caractéristiques instantanés, on détermine les hydrogrammes synthétiques qui sont réalisés homothétiquement à partir de l'hydrogramme de la crue de décembre 1993. Ils sont présentés sur la figure suivante.

Figure 17 : Hydrogrammes synthétiques de crue sur l'Aisne à Mouron



Concernant les différents apports dans l'Aisne pour le modèle AAM, nous avons créés des hydrogrammes fictifs basés sur les hydrogrammes de la crue de décembre 1993 proportionnellement au rapport du maximum de débit de l'affluent avec le maximum de l'Aisne à Mouron.

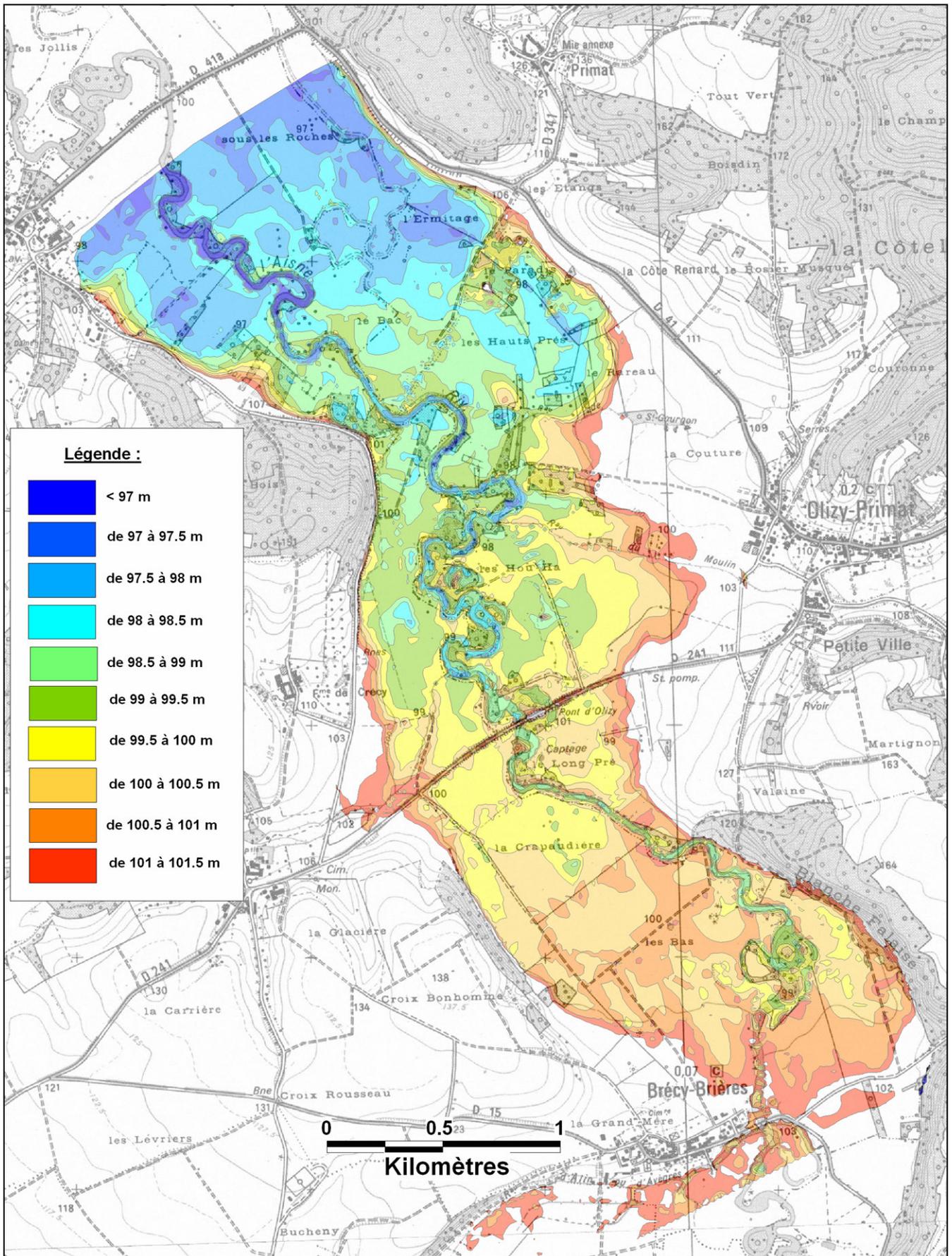
### 3 TOPOGRAPHIE AU NIVEAU DU SECTEUR D'ETUDE

Le plan photogrammétrique réalisé en 1996 permet d'avoir une bonne connaissance de la cuvette en amont de Savigny-sur-Aisne. Une analyse thématique permet de visualiser les différentes couches de terrain par pas de 0.5 m, elle est présentée sur la figure page suivante.

On peut ainsi calculer la potentialité de retenue de cette cuvette.  
Le tableau suivant en synthétise les résultats.

Cote basse (m NGF)	Cote haute (m NGF)	Surface (m <sup>2</sup> )	Surface cumulée (m <sup>2</sup> )	Volume cumulé à partir de la cote 97 (m <sup>3</sup> )
95.38	97	69 225	69 225	
97	97.5	294 019	363 244	181 622
97.5	98	639 124	1 002 368	682 806
98	98.5	559 623	1 561 992	1 463 802
98.5	99	654 482	2 216 473	2 572 039
99	99.5	714 654	2 931 128	4 037 603
99.5	100	867 679	3 798 807	5 937 006
100	100.5	992 049	4 790 856	8 332 434
100.5	101	778 035	5 568 891	11 116 879
101	101.5	504 214	6 073 105	14 153 432

Figure 18 : Topographie en amont de Savigny-sur-Aisne



#### 4 MODELISATION DE L' AISNE

Pour les besoins de l' Entente Oise-Aisne, plusieurs modèles ont été réalisés par Hydratec à l'aide du logiciel HYDRARIV.

Ainsi, pour représenter les écoulements sur l'Aisne, trois modèles existent :

- le modèle de l'Aisne amont de Mouron jusqu'à Attigny : modèle AAM,
- le modèle de l'Aisne moyenne de Givry jusqu'à Soissons : modèle AME,
- le modèle de l'Aisne aval de Soissons jusqu'à la confluence avec l'Oise : modèle AVE.

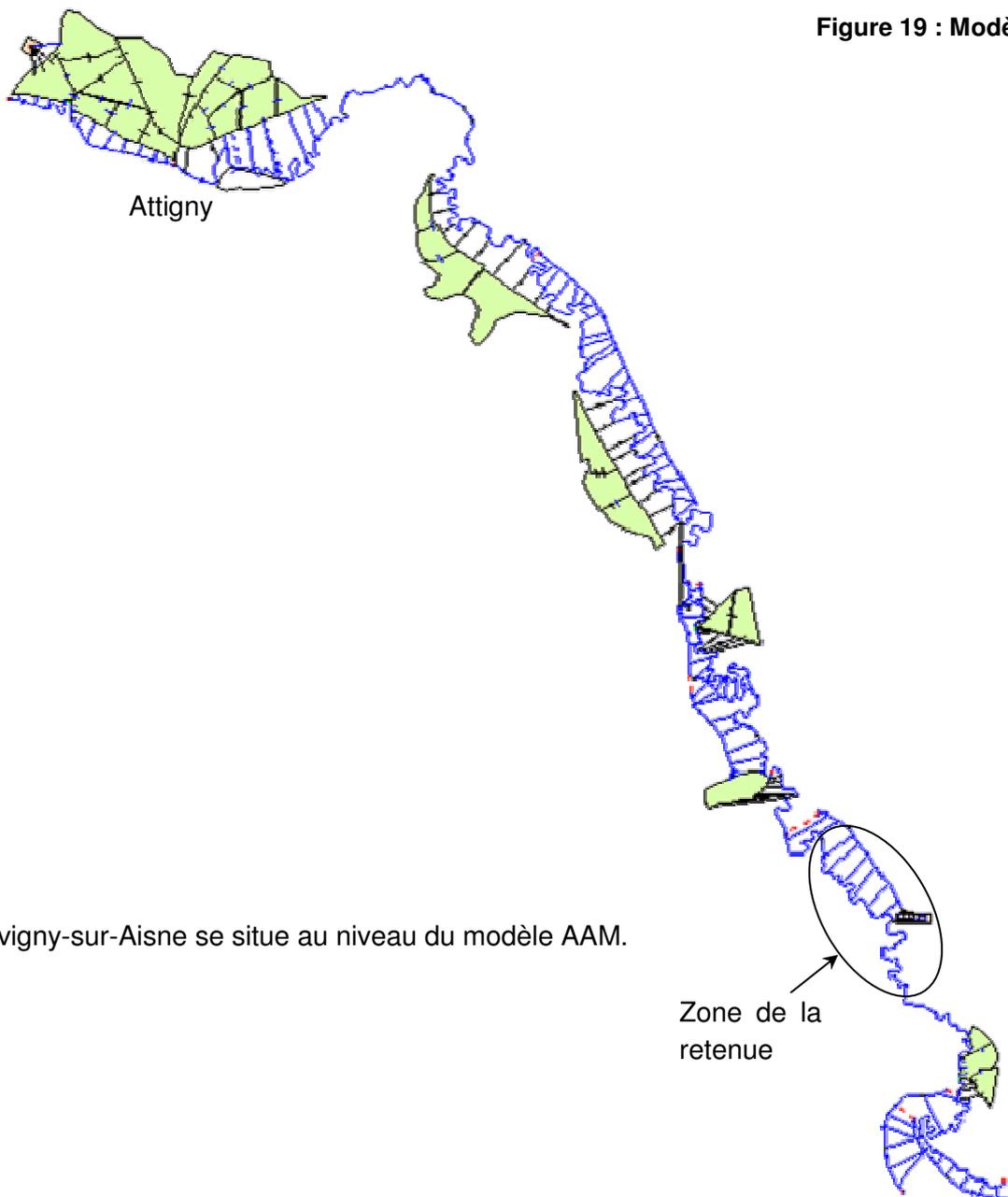
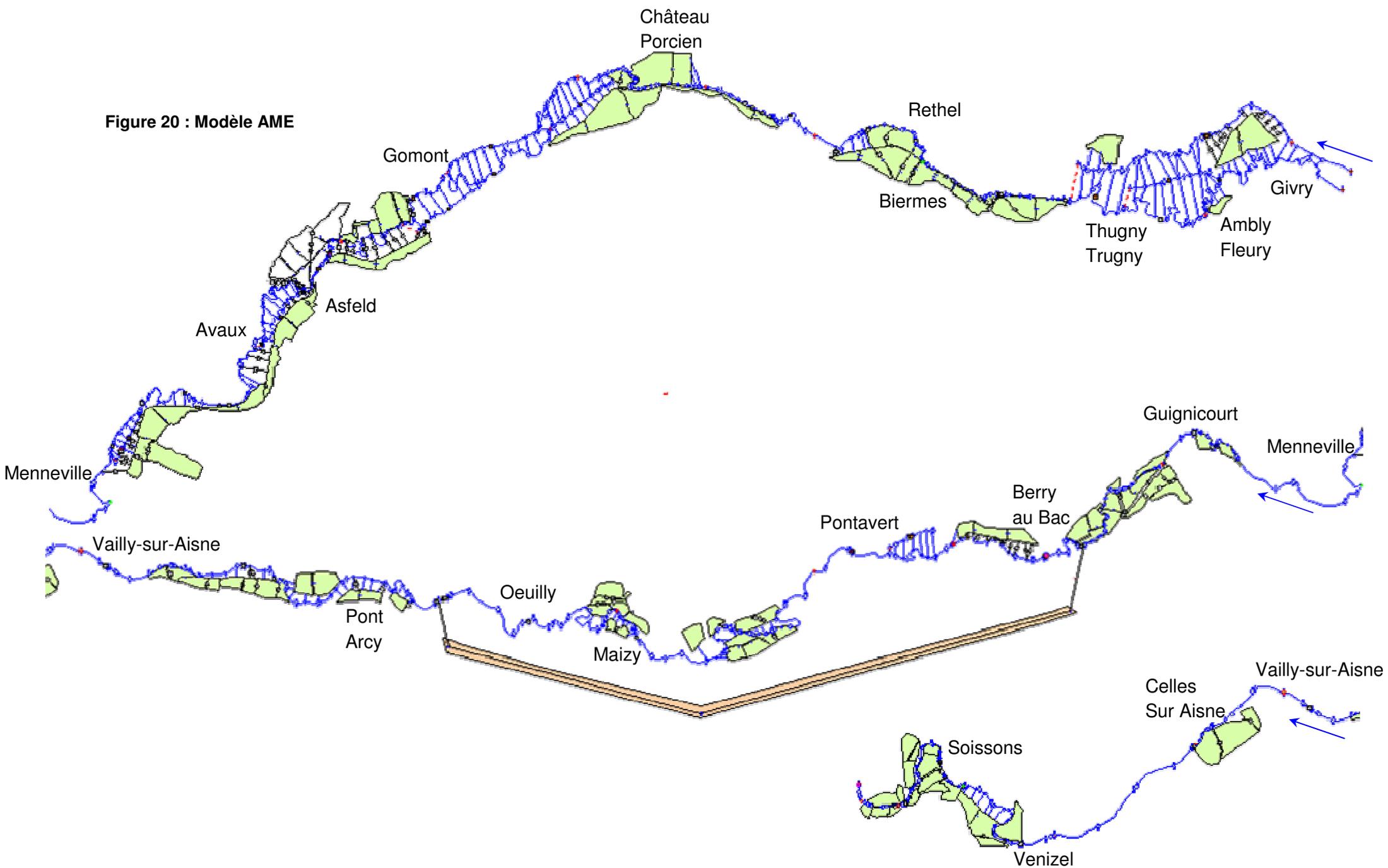


Figure 19 : Modèle AAM

Savigny-sur-Aisne se situe au niveau du modèle AAM.

Figure 20 : Modèle AME



#### 4.1 AFFINAGE DU MODELE AAM

En amont de Savigny-sur-Aisne, le modèle AAM doit être affiné afin de représenter au mieux le remplissage de la cuvette en crue.

Figure 21 : Modèle AAM initial

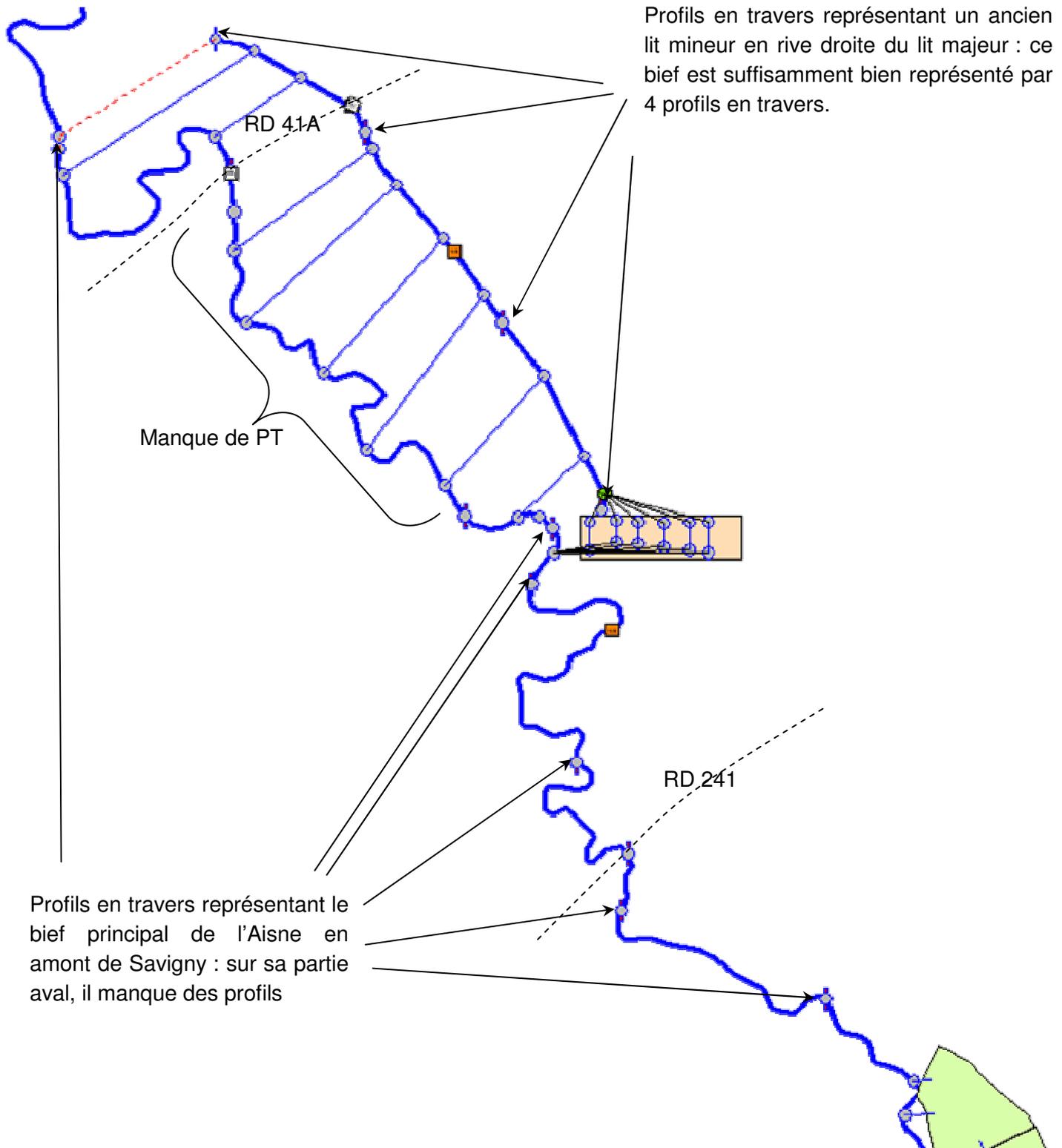


Figure 22 : Modèle AAM affiné

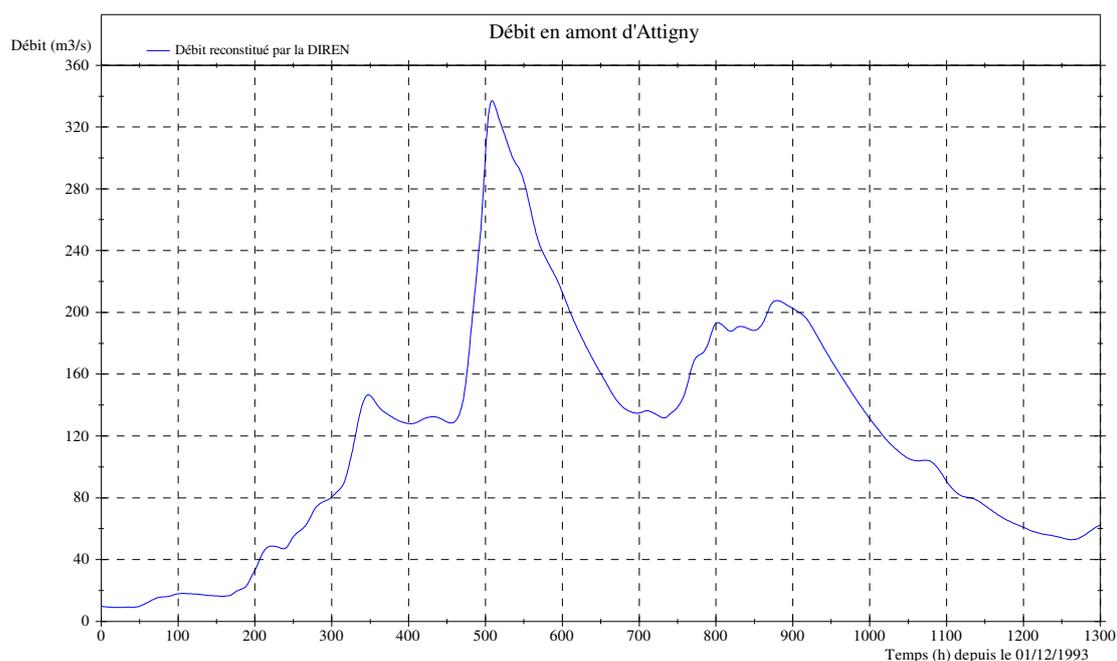
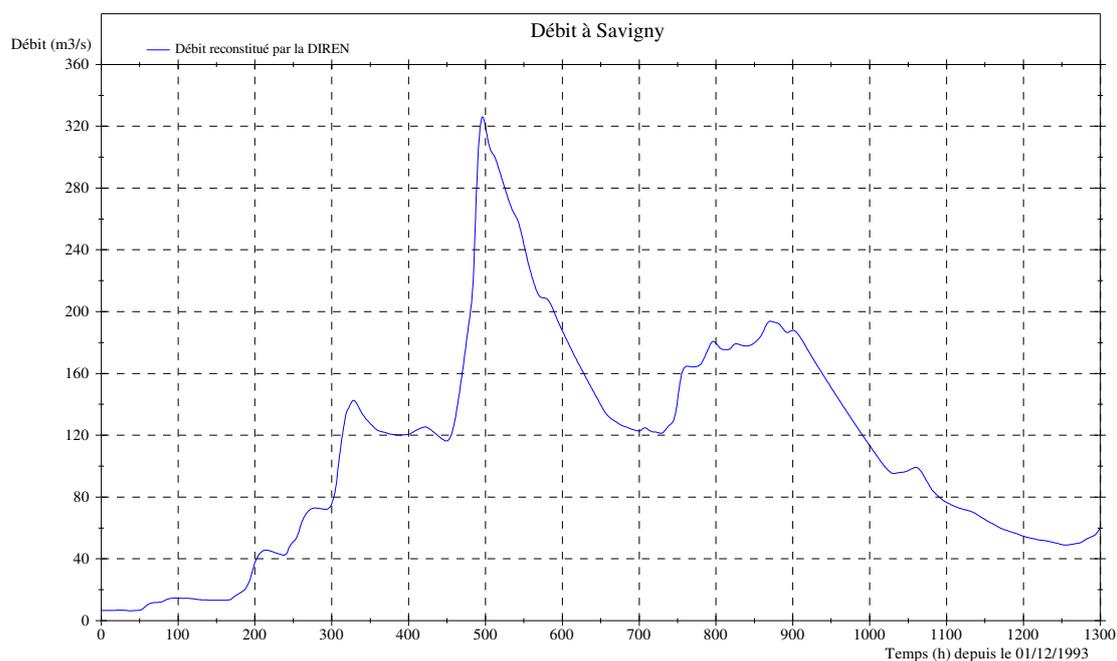


#### 4.2 SIMULATION AVEC L'HYDROLOGIE RECTIFIEE DE DECEMBRE 1993

Une simulation est faite en tenant compte de l'hydrologie rectifié par la DIREN.

La figure suivante permet de visualiser les hydrogrammes obtenus à Savigny et à Attigny avec l'hydrologie corrigée de la DIREN.

**Figure 23 : Crue de décembre 1993 – Résultats du modèle AAM avec l'hydrologie corrigée de la DIREN**

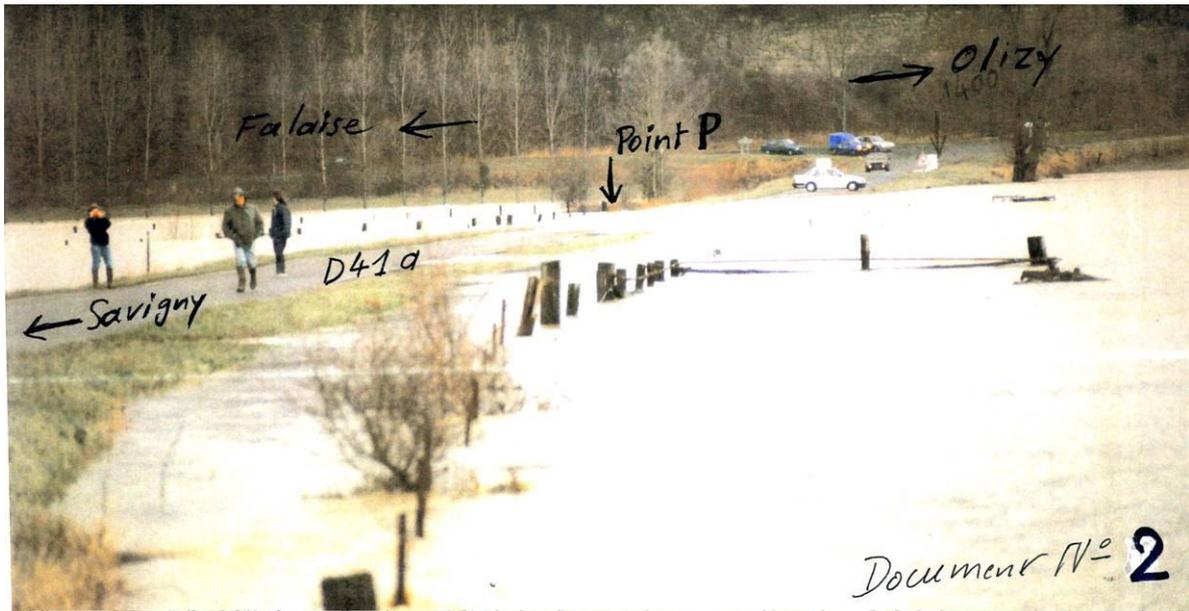


HydraRiv, scenario d93b - début simulation = 01/12/1993

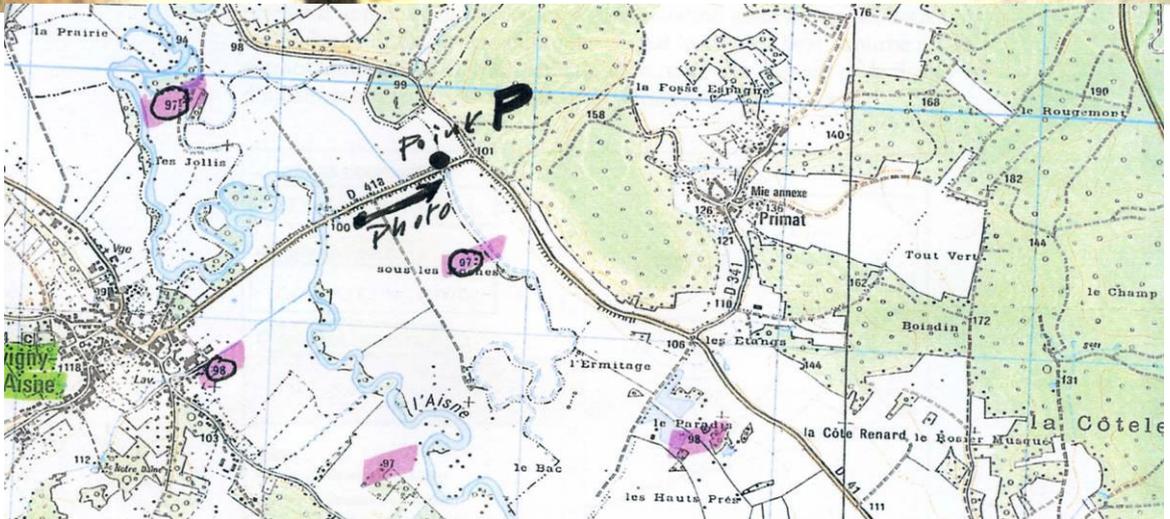
Un léger recalage a donc été nécessaire au niveau de Savigny-sur-Aisne afin de retrouver la hauteur de crue calculée initialement à partir de l'hydrologie corrigée de la DIREN.

Les coefficients de Strickler en aval ont ainsi été mis à 16 pour le lit mineur et 10 pour le lit majeur. Le coefficient de seuil de la vanne orifice permettant de modéliser le passage du bras secondaire sous la route RD 41A a été un peu réduit afin de tenir compte de l'état d'écoulement intermittent de ce bras.

Les photographies suivantes montrent l'inondation lors de la crue de décembre 1993.



Document N° 2

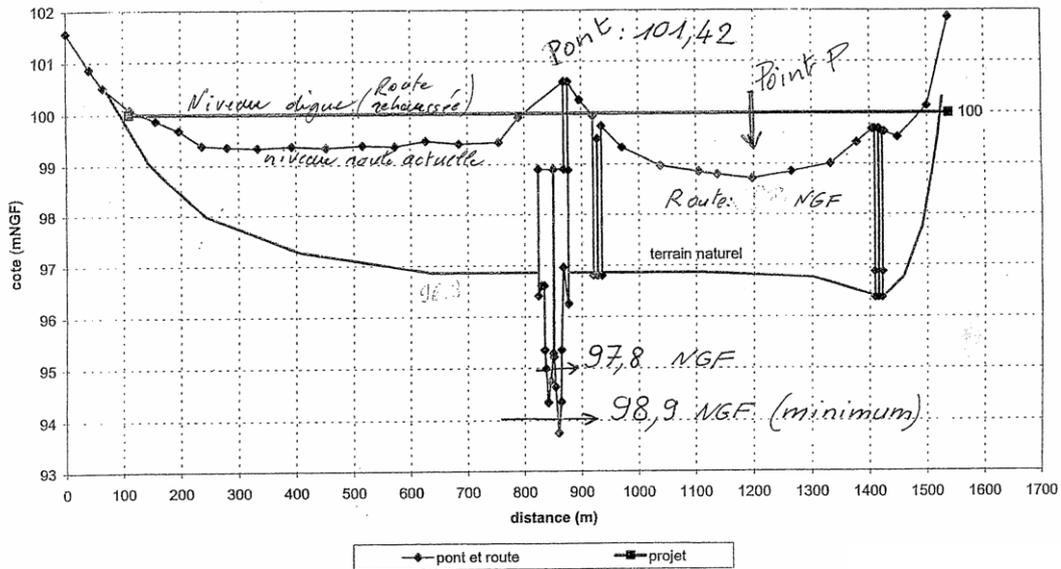


La cote maximale obtenue en amont de la route est de : 98.92 m sur le bras principal et de 98.97 m sur le bras secondaire.

Rappelons que le niveau minimum de crue au niveau du pont a été évalué à 98,9 m NGF.

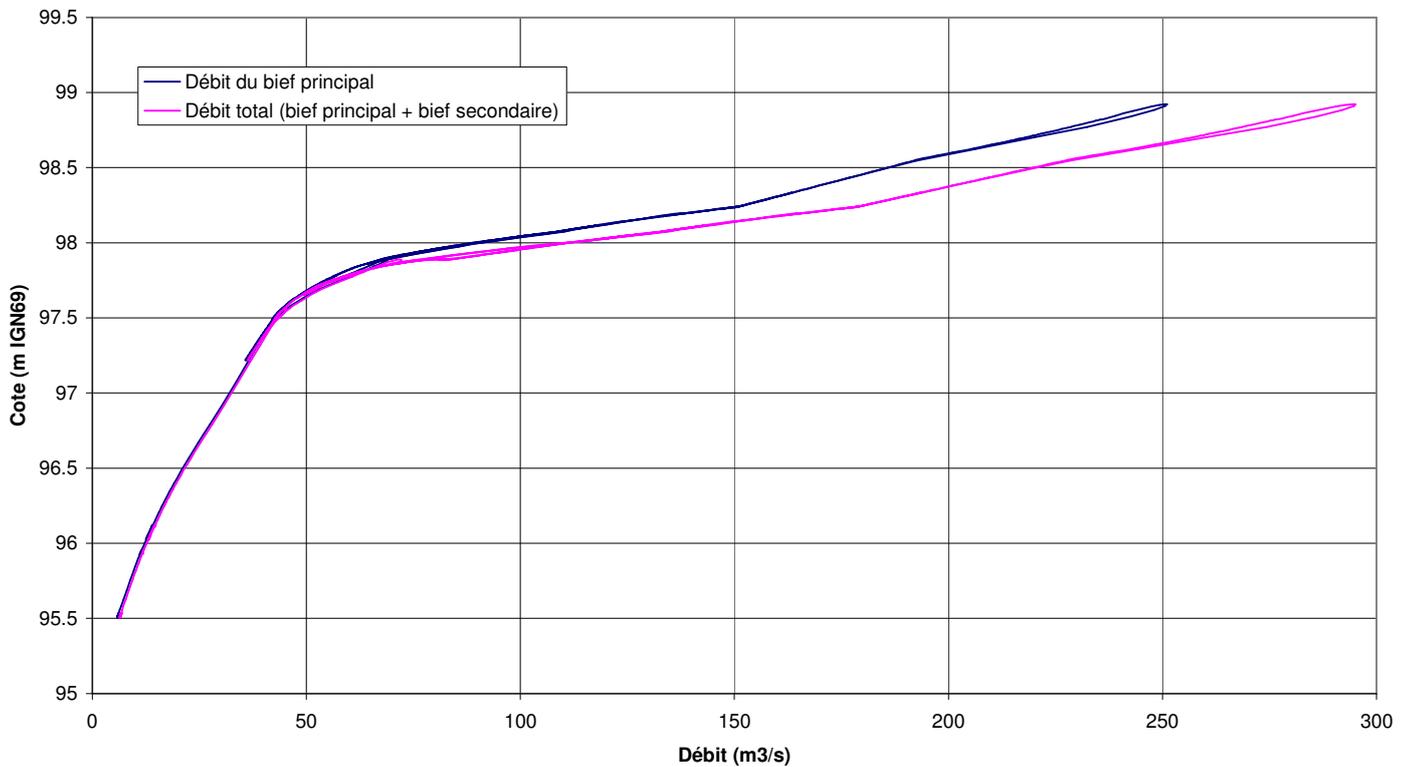
La figure suivante présente une coupe au niveau du pont de la RD41A.

**Figure 24 : Coupe au droit de la RD41A**



La courbe suivante présente la courbe de tarage calculée au niveau de la RD 41A.

**Figure 25 : Courbe de tarage au niveau de la RD41A**



### 4.3 MODIFICATION DU MODELE AAM : AAMPR2

Afin de modéliser l'ouvrage de retenue de Savigny-sur-Aisne, il faut agir sur les deux bras modélisés en mettant une régulation en débit.

L'objectif initial est de ne pas laisser passer plus de 275 m<sup>3</sup>/s (en première approche) au niveau de Savigny répartis de la façon suivante :

- 200 m<sup>3</sup>/s dans le bras principal,
- 75 m<sup>3</sup>/s dans le bras secondaire.

Deux modules de régulation en débit ont été mis en amont de la RD 41A (environ 200 m en amont) comme indiqué sur la figure page suivante.

La cote obtenue en amont immédiat de la route RD 41A est : 100.48 m.

Le volume surstocké est de l'ordre de 3.6 Mm<sup>3</sup> comme on peut le voir sur la figure suivante.

**Figure 26 : Hydrogrammes au niveau de Savigny avec et sans ouvrage pour la crue de décembre 1993**

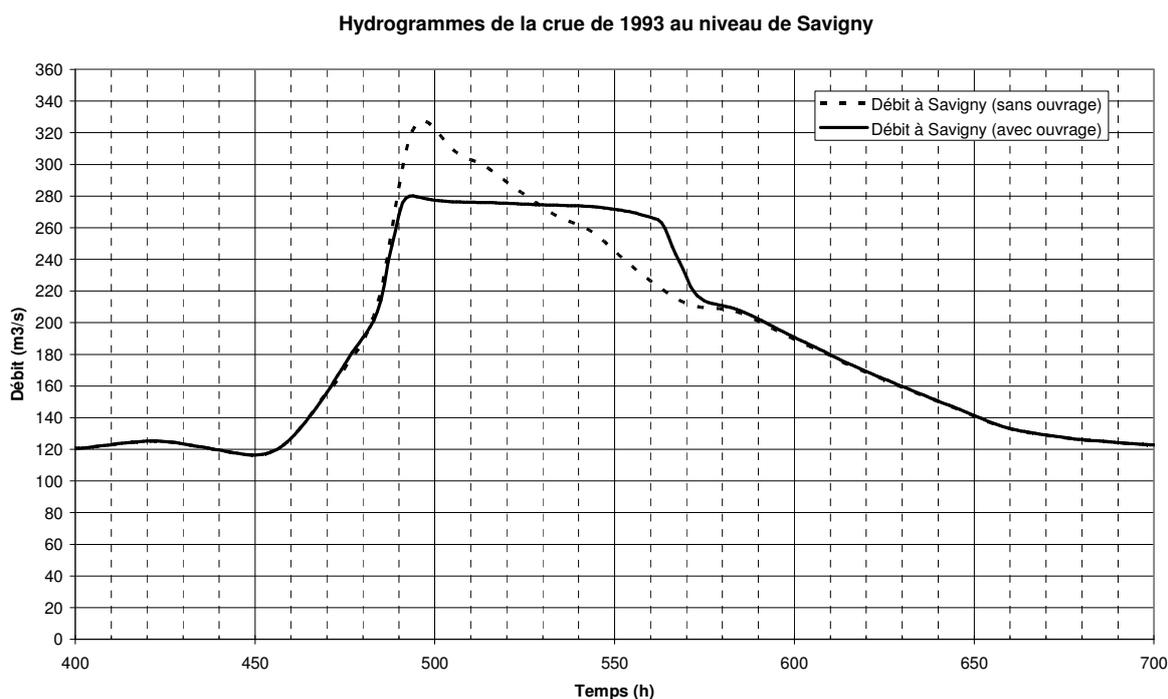


Figure 27 : Modélisation AAMPR2 avec ouvrage de Savigny

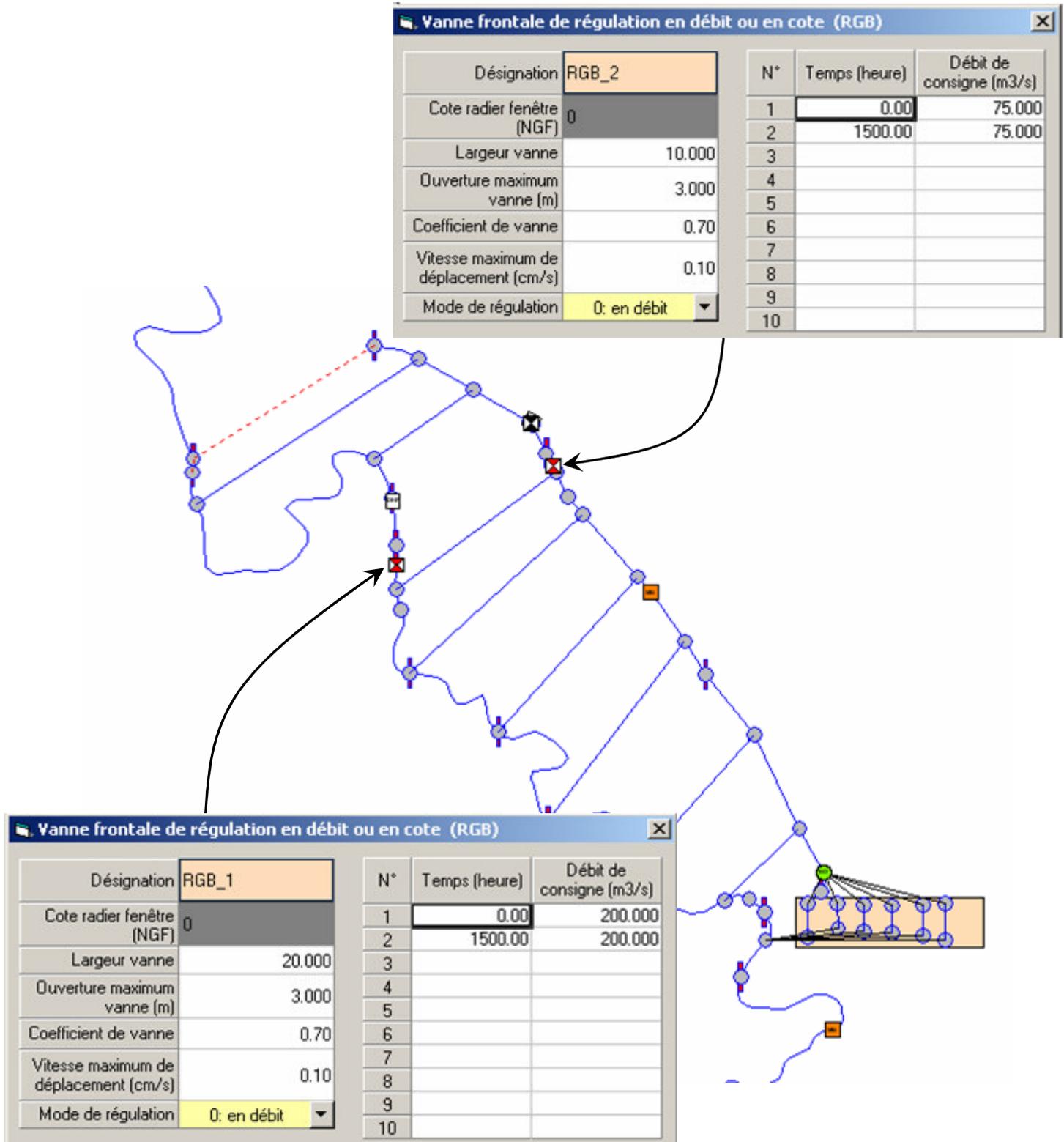
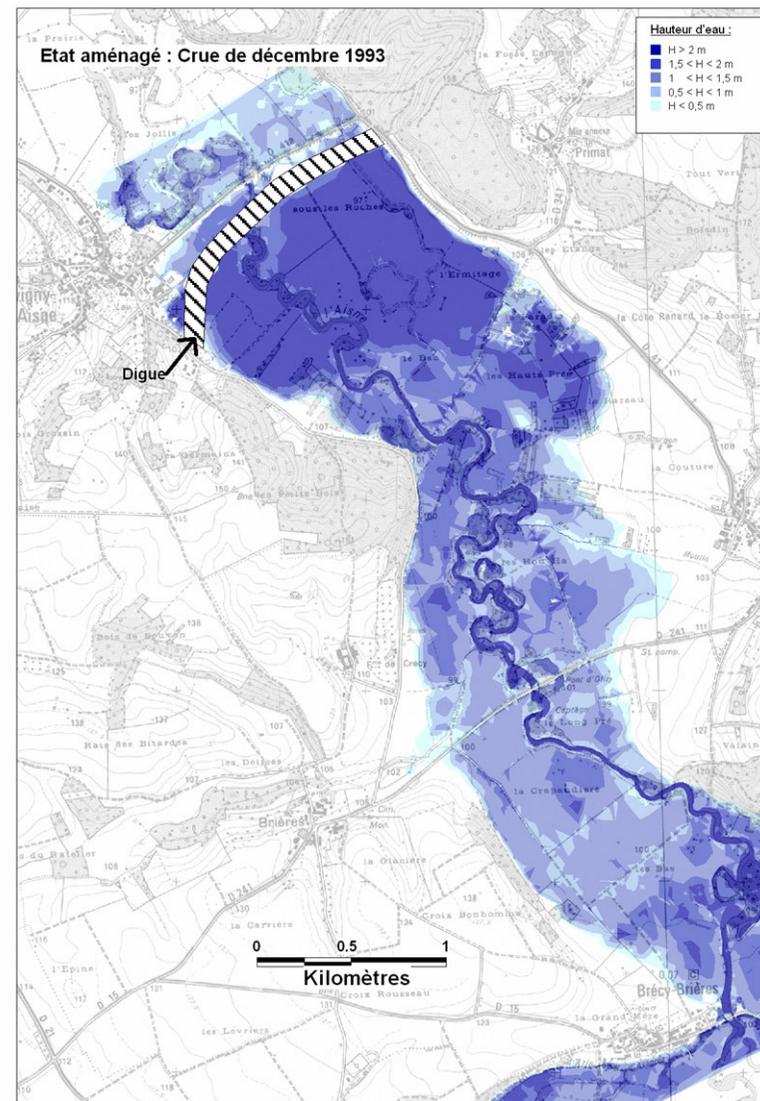
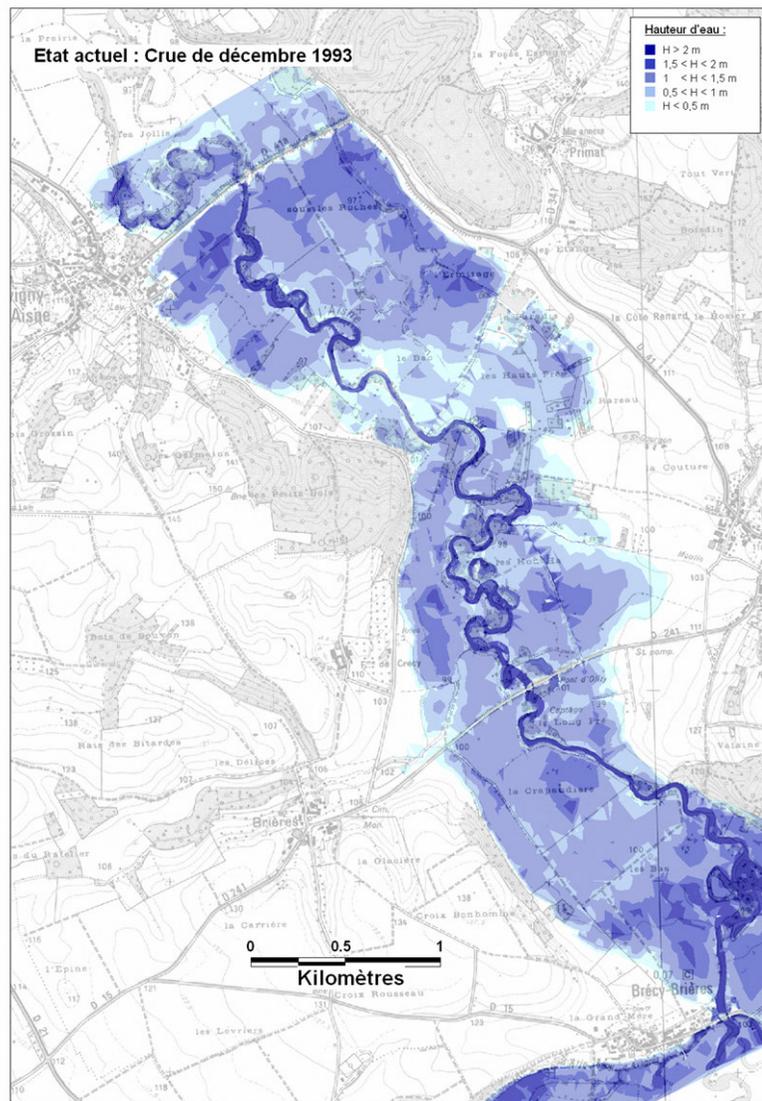


Figure 28 : Hauteurs d'eau pour la crue de décembre 1993 au niveau de Savigny dans l'état actuel et dans l'état aménagé avec la digue



#### 4.4 SIMULATIONS AVEC LE MODELE AME

Les hydrogrammes de sortie du modèle AAM sont ensuite injectés dans le modèle AME. On peut ainsi mesurer l'impact de l'aménagement de Savigny jusqu'à Soissons.

Les figures suivantes présentent :

- les hydrogrammes et les limnigrammes obtenus à Biermes, Asfeld, Berry-au-Bac, Pontavert et Soissons,
- les profils en long obtenus au niveau des deux modèles.

Le gain est assez variable, il est amplifié en amont des ouvrages présentant une perte de charge importante.

**Figure 29 : Hydrogrammes et limnigrammes sur l'Aisne entre Biermes et Soissons avec et sans ouvrage à Savigny-sur-Aisne**

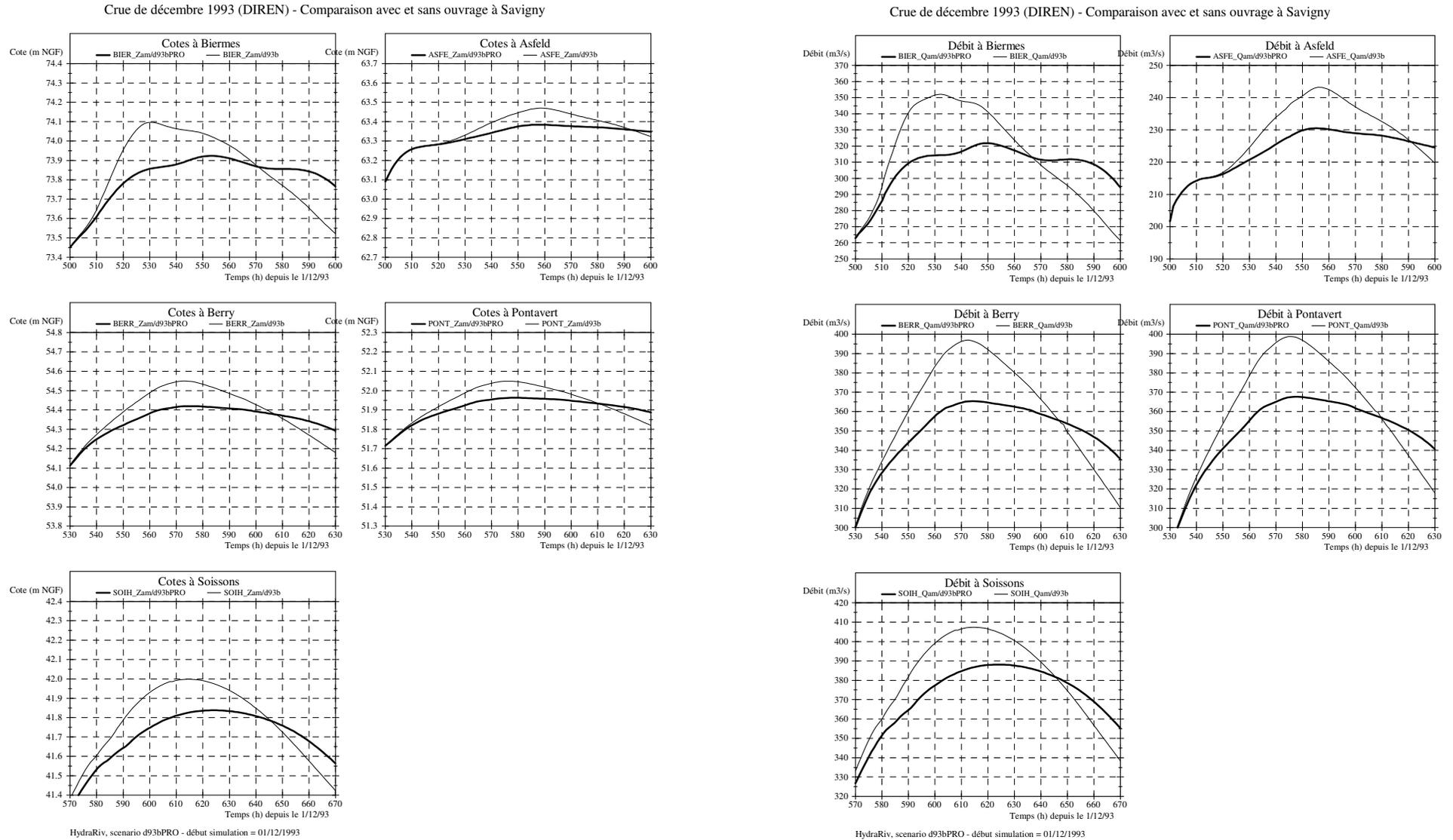


Figure 30 : Profil en long de l'Aisne entre Challerange et Attigny (crue de décembre 1993 corrigée par la DIREN)

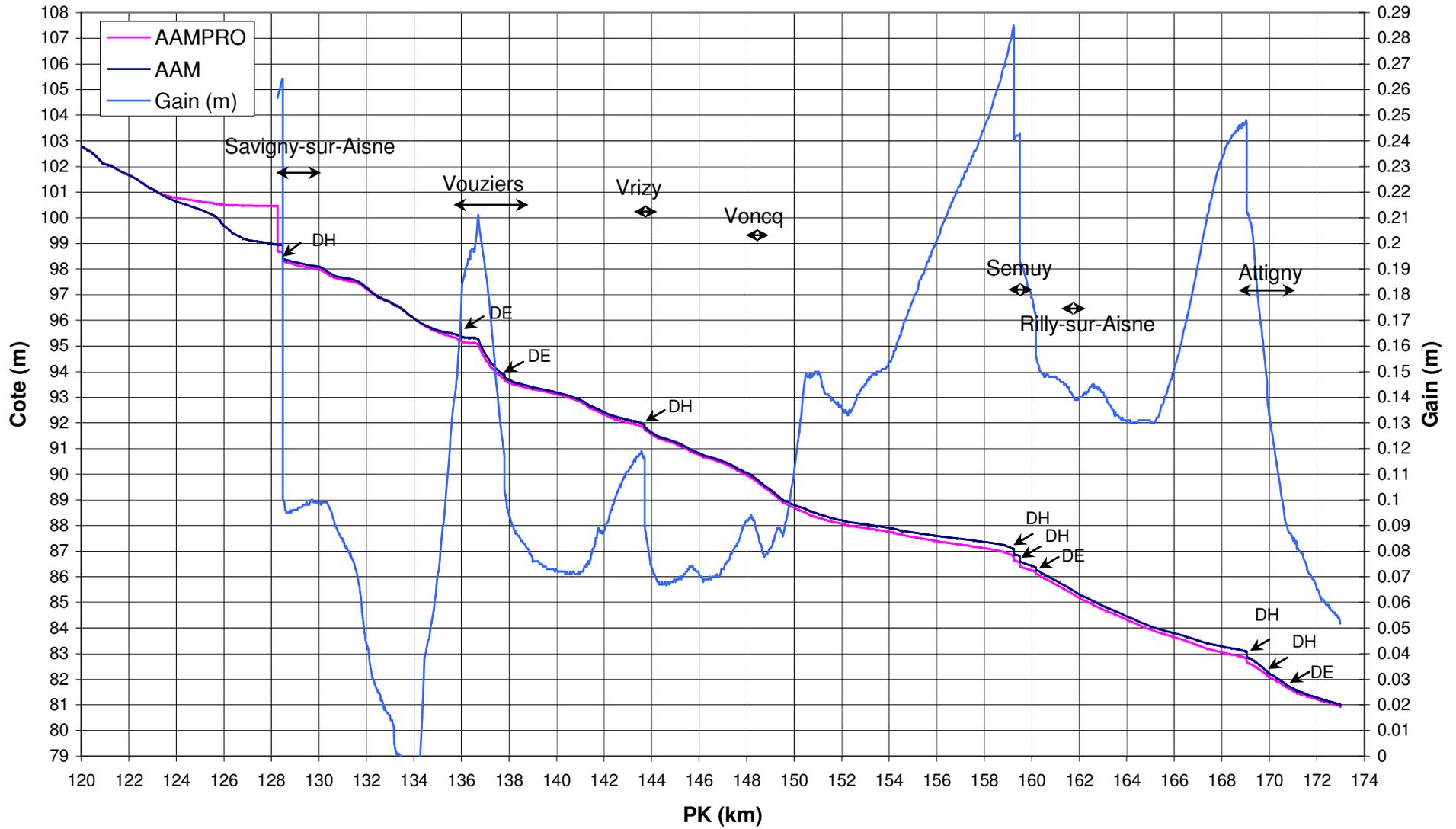


Figure 31 : Profil en long de l'Aisne entre Givry et Guignicourt (crue de décembre 1993 corrigée par la DIREN)

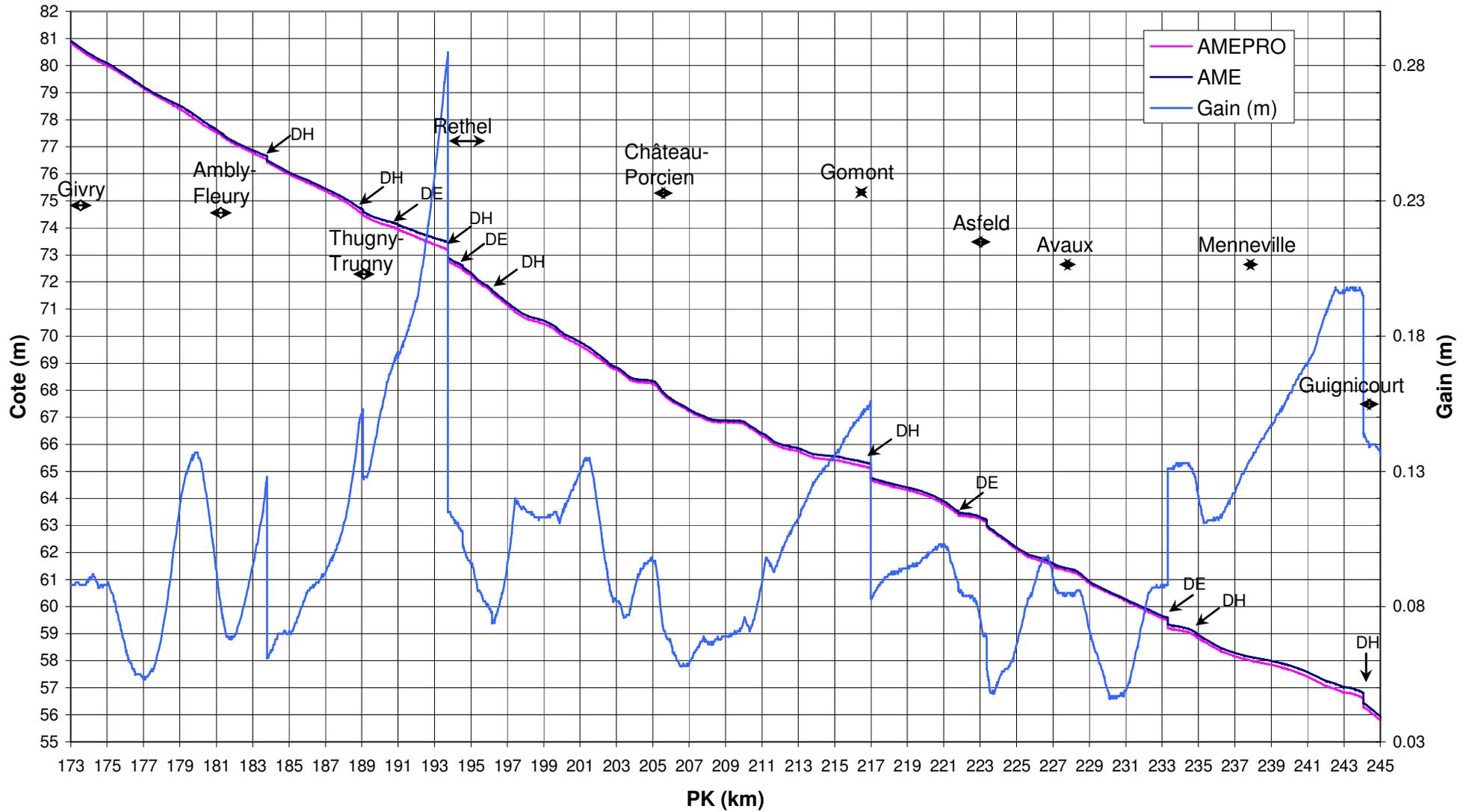
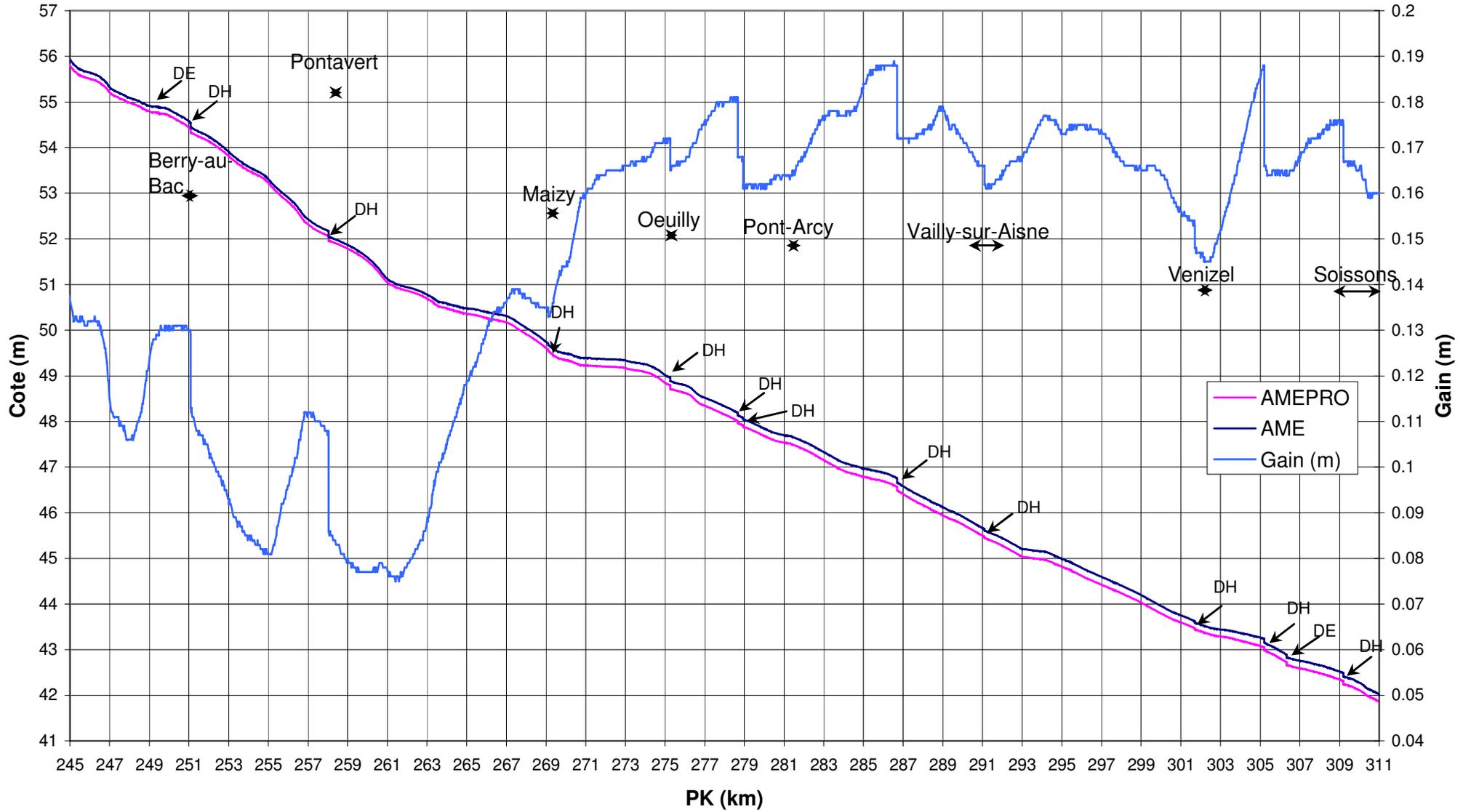


Figure 32 : Profil en long de l'Aisne entre Condé-sur-Suipe et Soissons (cruée de décembre 1993 corrigée par la DIREN)



## 4.5 SIMULATIONS POUR DES CRUES SYNTHETIQUES Q2 A Q5000

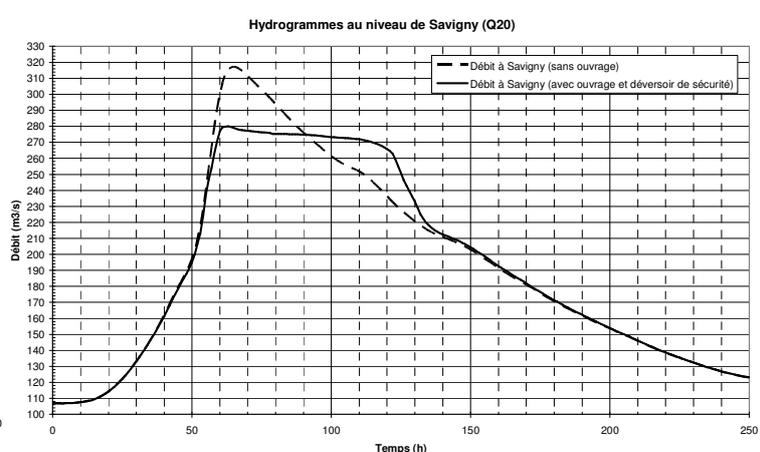
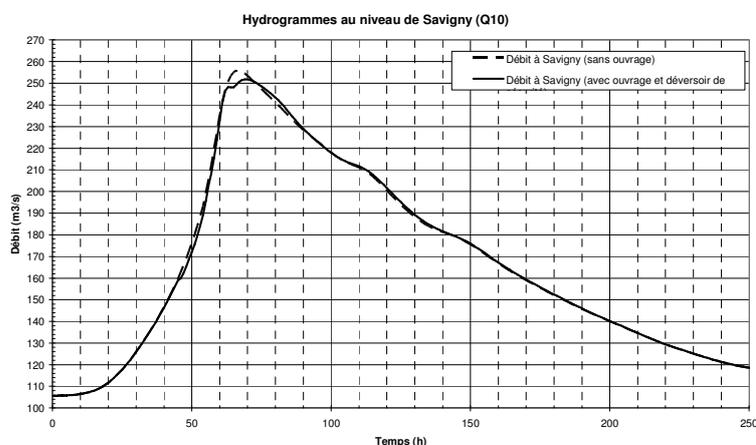
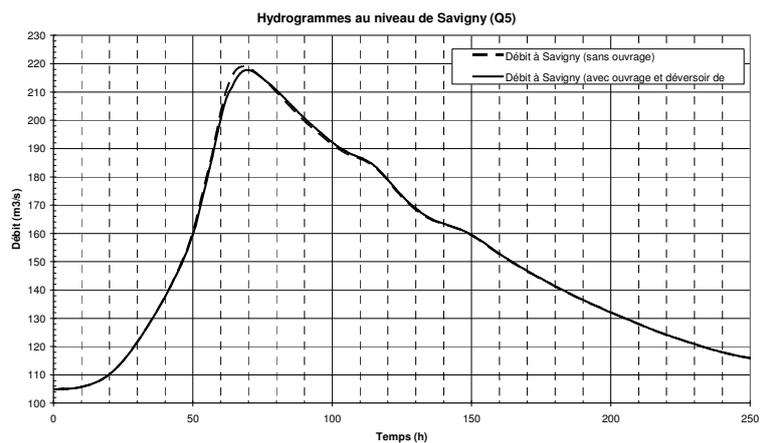
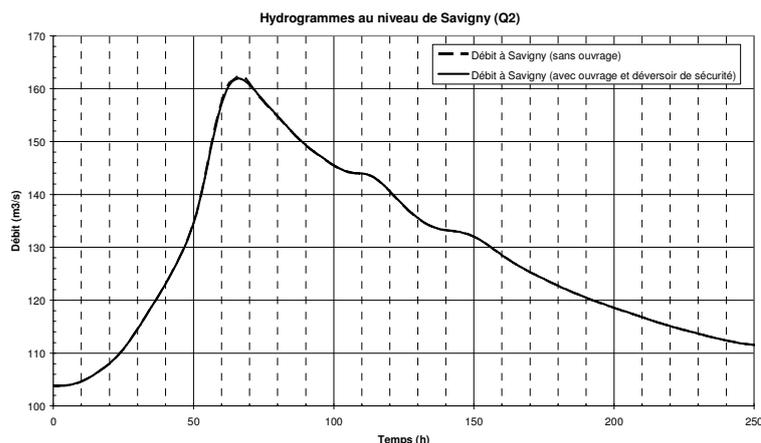
La construction de l'ouvrage à Savigny s'accompagne nécessairement d'un déversoir de sécurité.

Afin de s'assurer du bon dimensionnement de ce dernier, il apparaît souhaitable de tester une crue de période de retour 1000 ans voire 5000 ans et de s'assurer que la charge sur le déversoir soit de l'ordre du mètre au maximum.

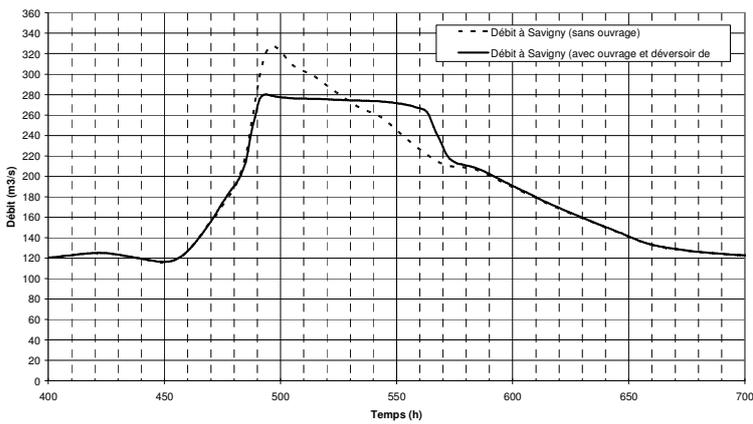
La cote du déversoir de sécurité étant prise égale à 131 m NGF, plusieurs largeurs ont été testées afin d'optimiser le fonctionnement du déversoir. C'est la largeur de 250 m qui permet d'avoir une charge acceptable de 1,1 m sur le déversoir pour la crue de période de retour 5000 ans.

Les figures suivantes donnent les hydrogrammes de crue à Savigny calculés pour différentes période de retour dans deux configurations :

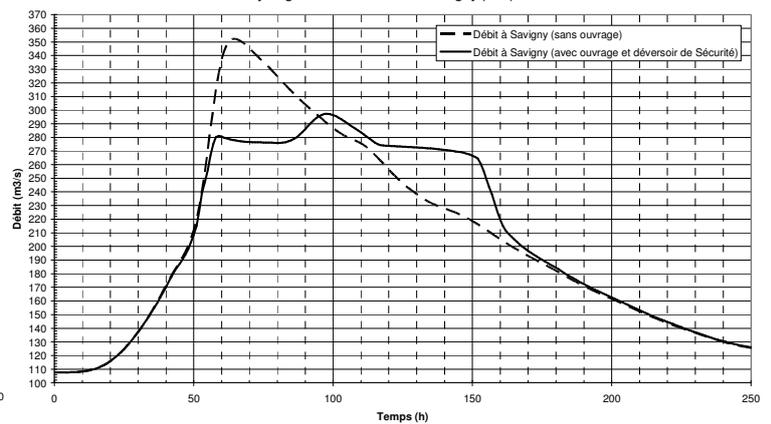
- dans l'état actuel (sans ouvrage),
- dans l'état aménagé final avec déversoir de sécurité (avec ouvrage).



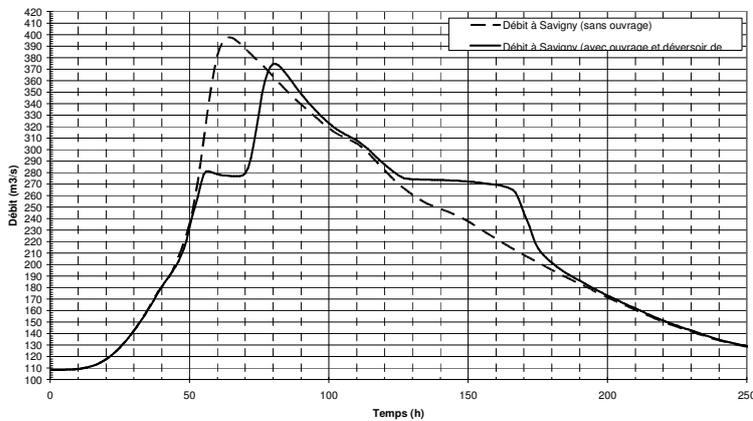
Hydrogrammes de la crue de 1993 au niveau de Savigny



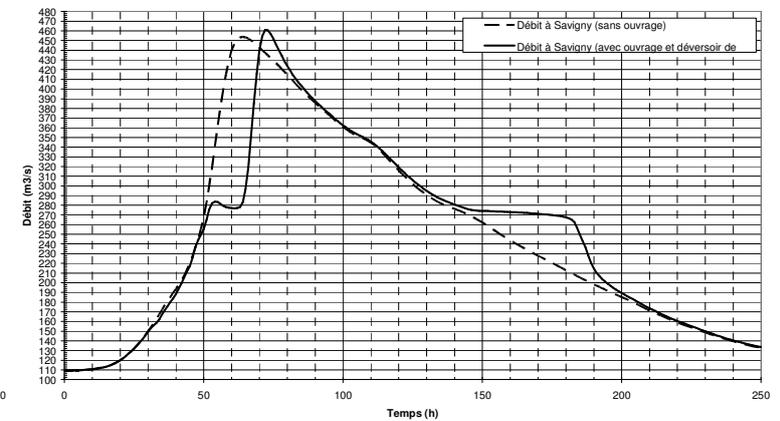
Hydrogrammes au niveau de Savigny (Q30)



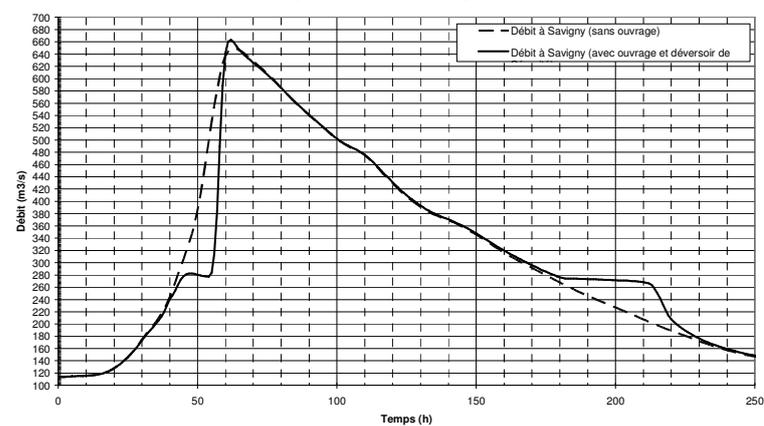
Hydrogrammes au niveau de Savigny (Q50)



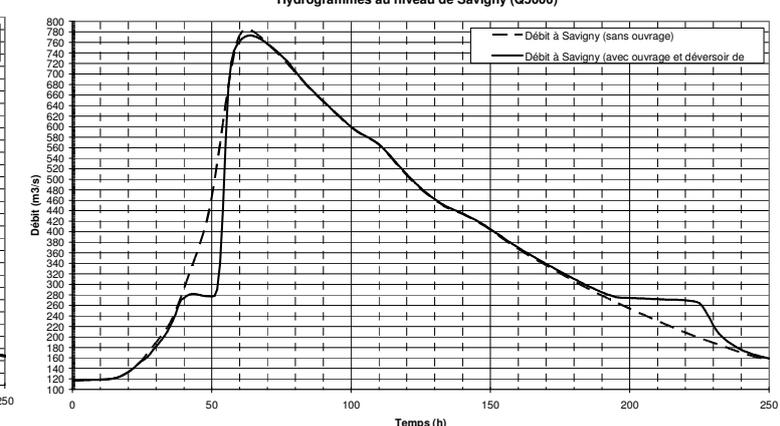
Hydrogrammes au niveau de Savigny (Q100)



Hydrogrammes au niveau de Savigny (Q1000)



Hydrogrammes au niveau de Savigny (Q5000)



Pour les crues de période de retour faible ( $Q_2$  à  $Q_{10}$ ), l'ouvrage au niveau de Savigny n'a pas d'incidence sur les écoulements. C'est à partir de la crue vingtennale que l'ouvrage entre en fonctionnement mais le déversoir de sécurité n'est pas sollicité. La crue de décembre 1993 qui se situe entre les crues de période de retour 20 ans et 30 ans est donc totalement stockée dans la retenue. A partir de la crue de période de retour 30 ans, le déversoir de sécurité est sollicité comme on l'observe sur les figures précédentes. Jusqu'à la crue de période de retour 50 ans, l'ouvrage permet d'écarter la pointe de la crue. A partir de la crue centennale l'ouvrage est transparent par rapport aux écoulements de crue.

Les figures pages suivantes présentent les cartes de zones inondables avant et après l'aménagement de Savigny-sur-Aisne.

Remarque concernant la zone inondable en aval immédiat de la digue en rive gauche :

Les zones inondables sont interpolées entre les PL1D qui sont des droites or la digue est arrondie en rive gauche, si bien que la cote prise en aval immédiat de la digue est fausse sur une petite zone.

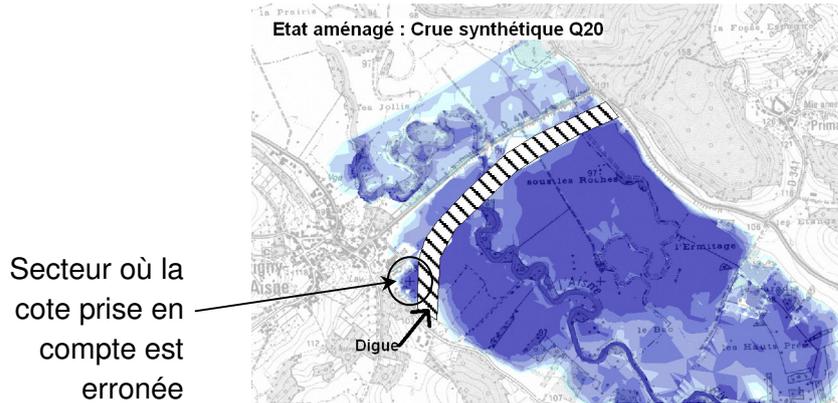


Figure 33 : Modélisations avant et après aménagement au niveau de l'ouvrage (Crué synthétique Q2)

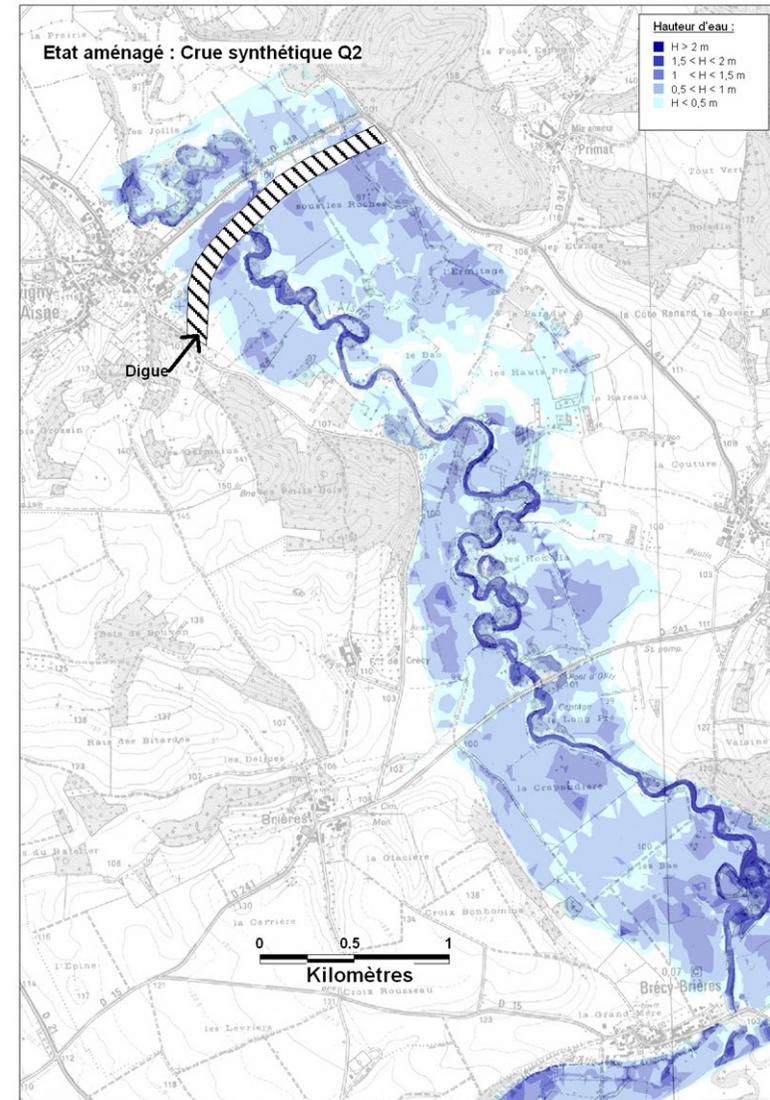
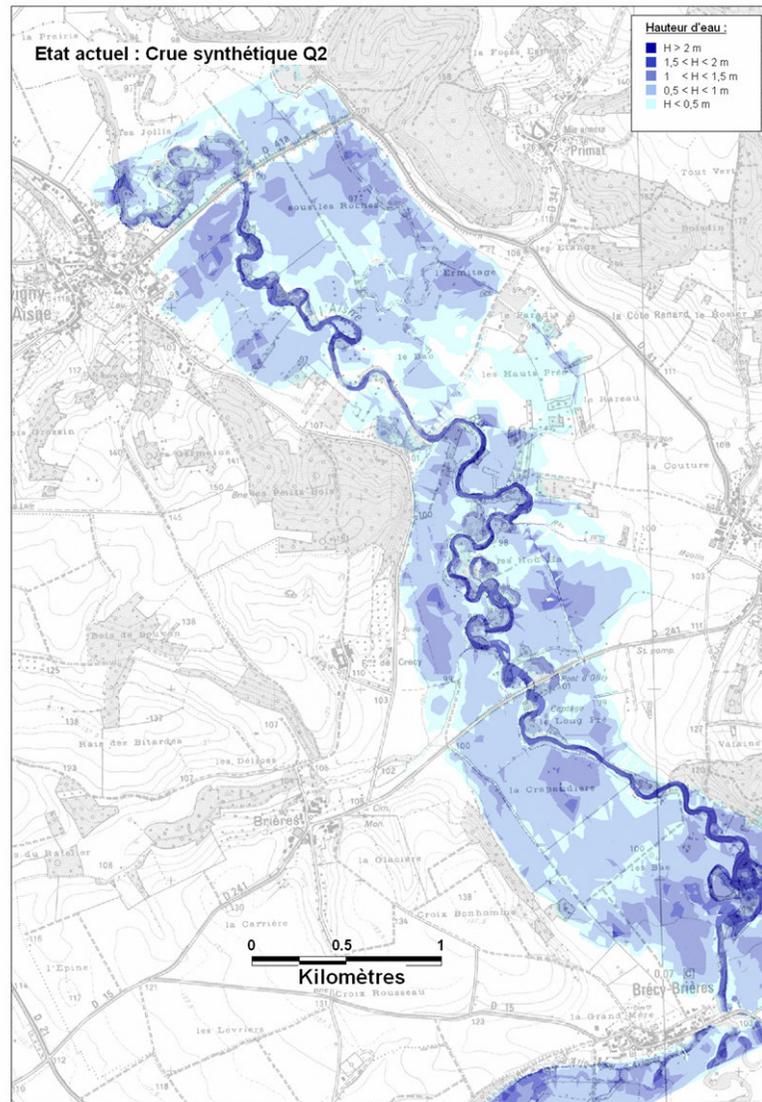


Figure 34 : Modélisations avant et après aménagement au niveau de l'ouvrage (Crue synthétique Q5)

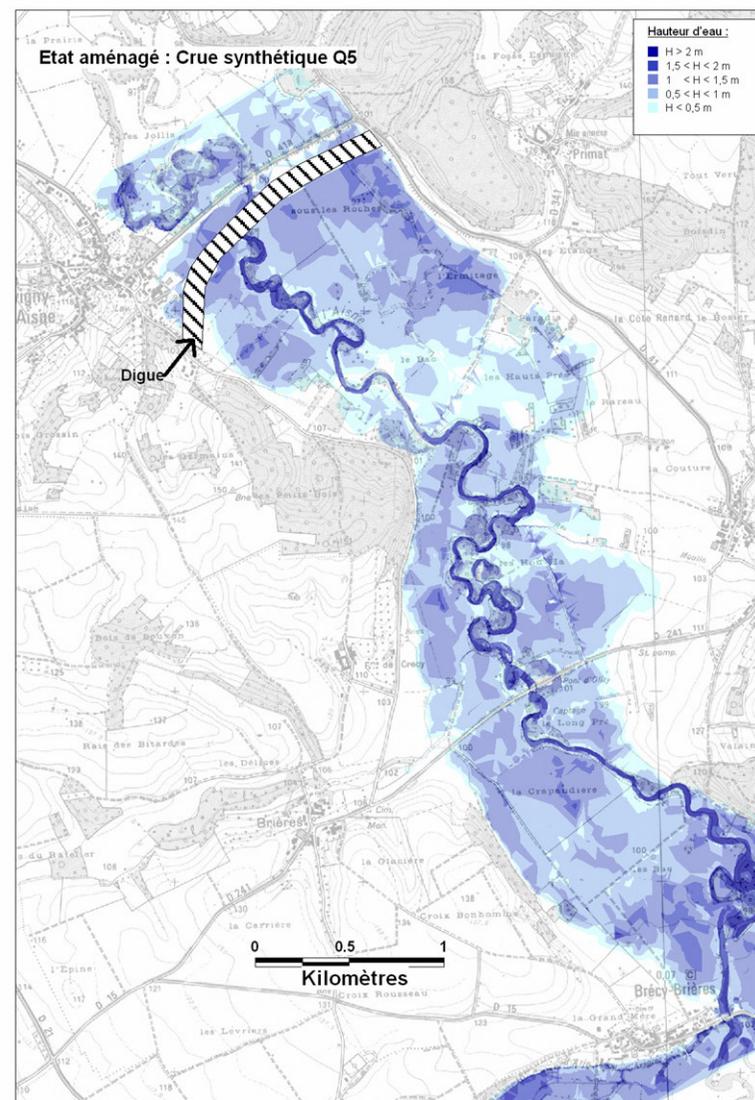
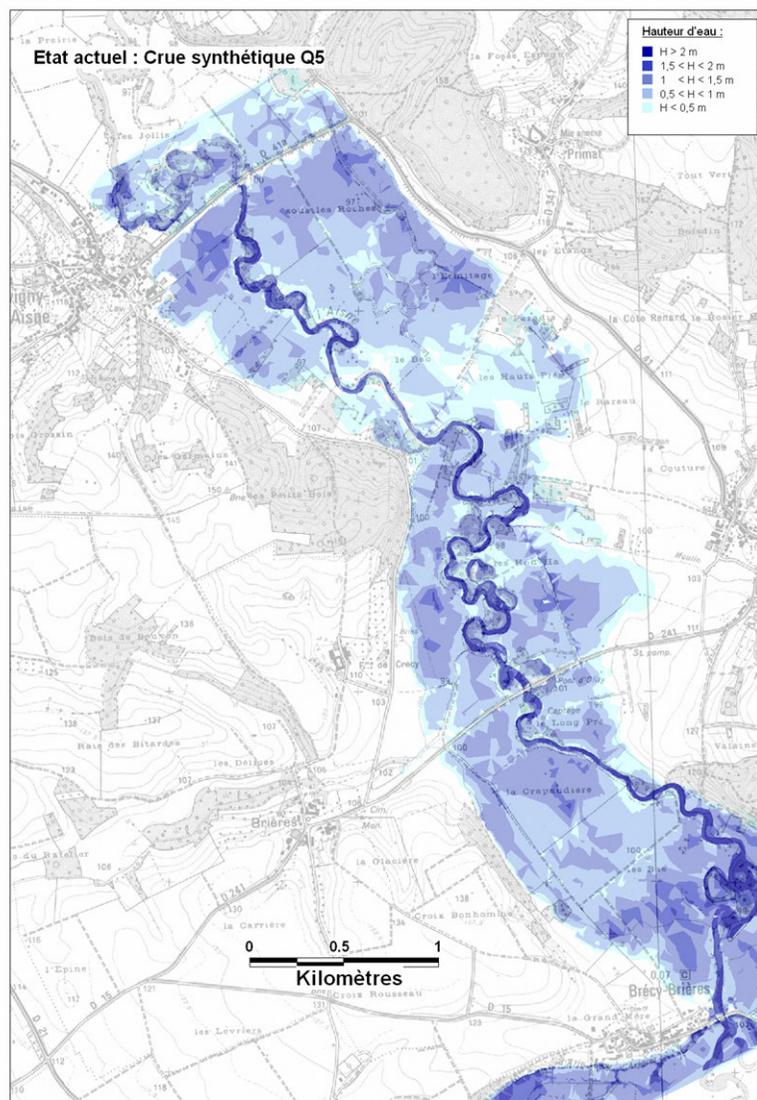


Figure 35 : Modélisations avant et après aménagement au niveau de l'ouvrage (Crue synthétique Q10)

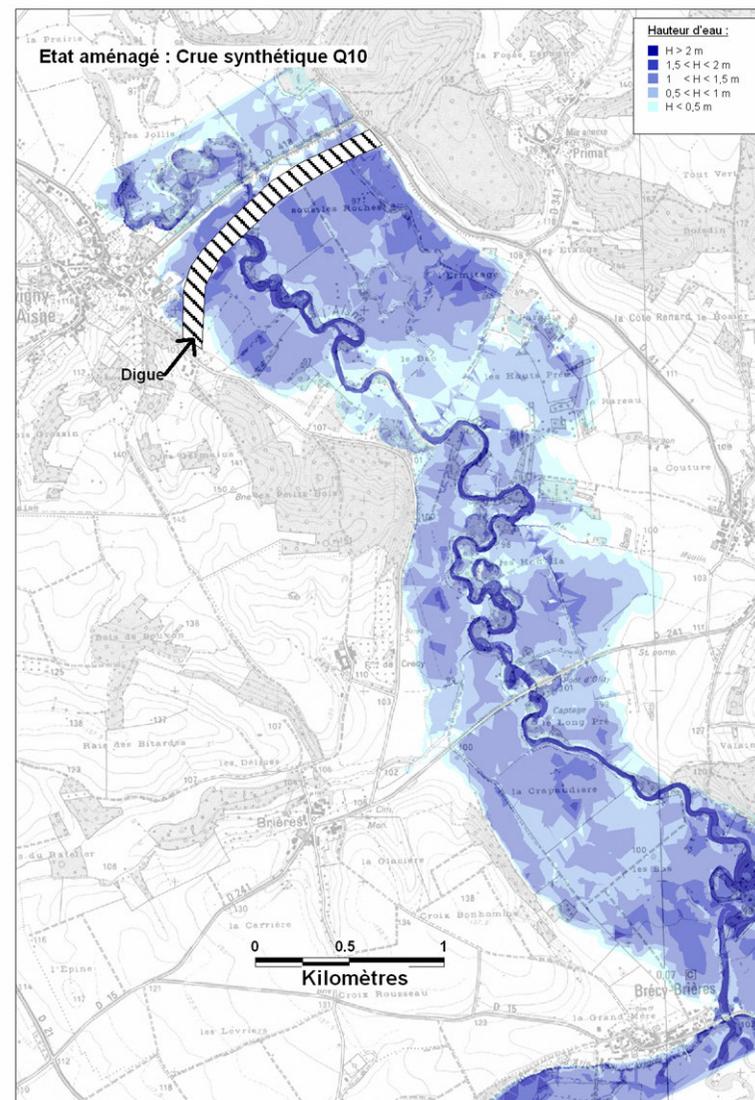
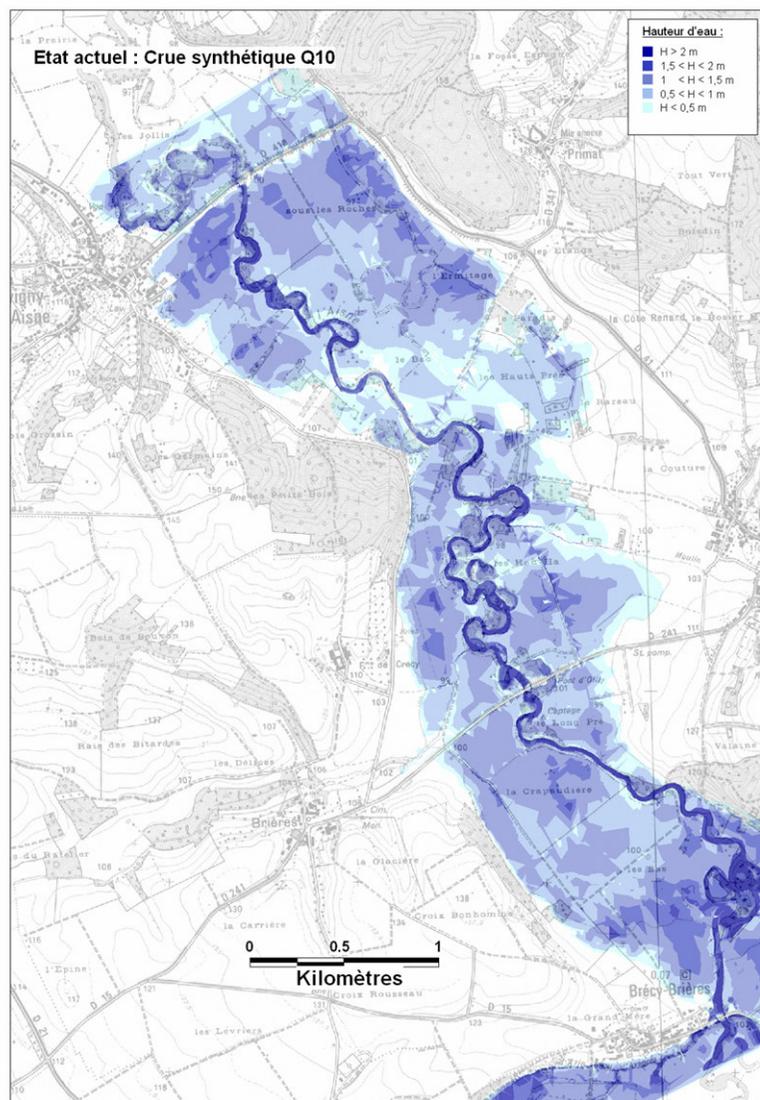


Figure 36 : Modélisations avant et après aménagement au niveau de l'ouvrage (Crue synthétique Q20)

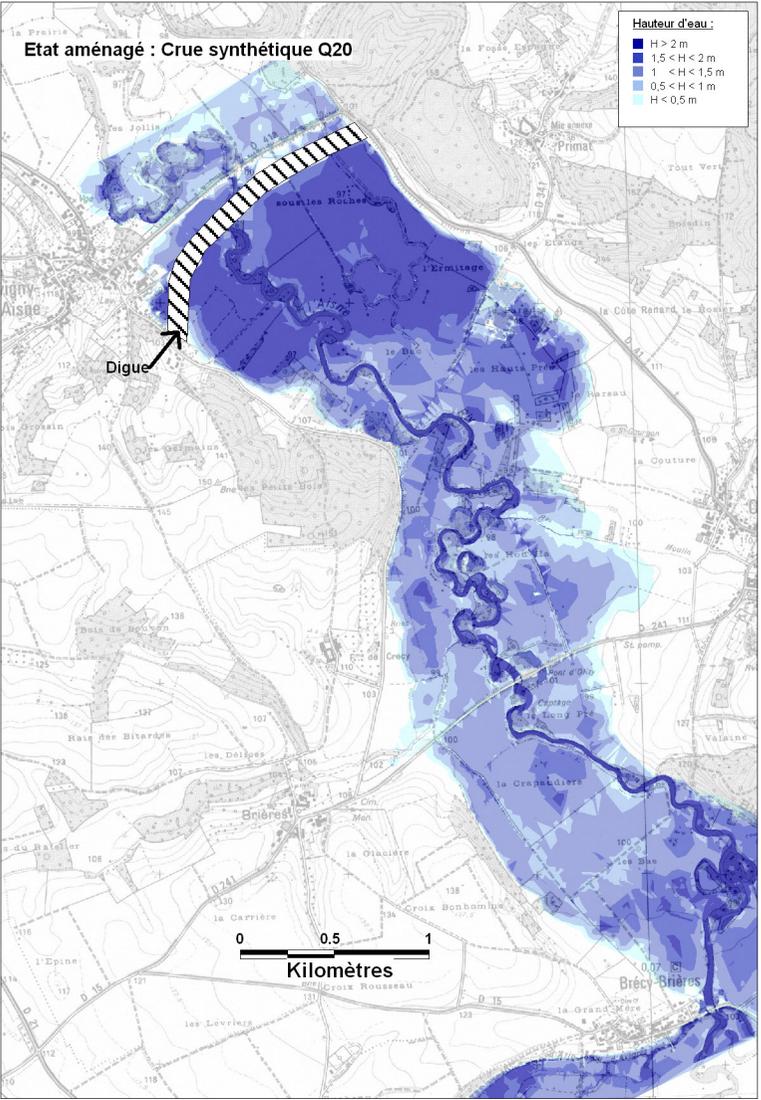
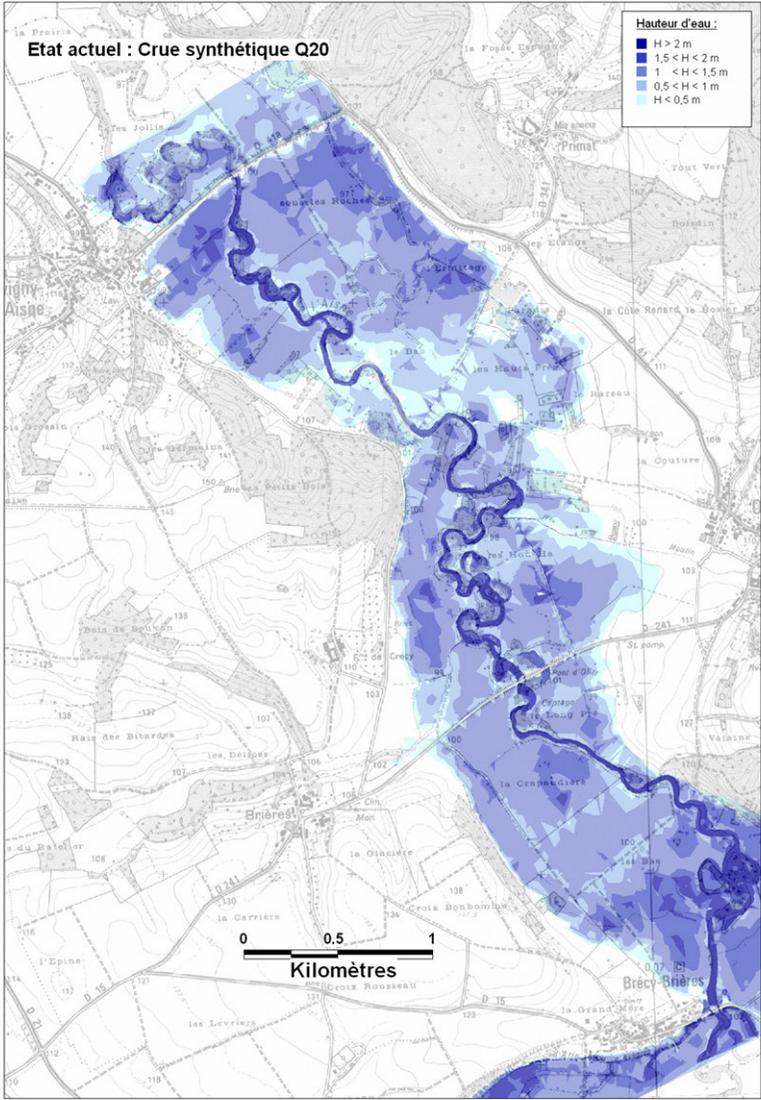


Figure 37 : Modélisations avant et après aménagement au niveau de l'ouvrage (Crue synthétique Q30)

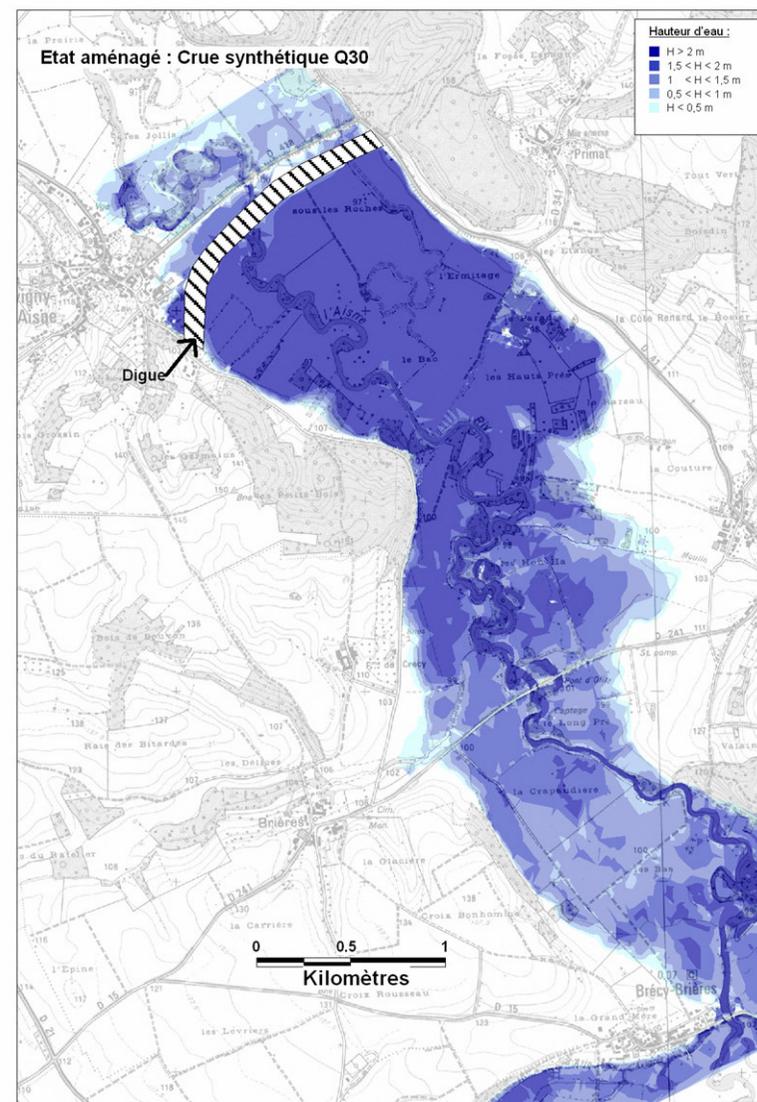
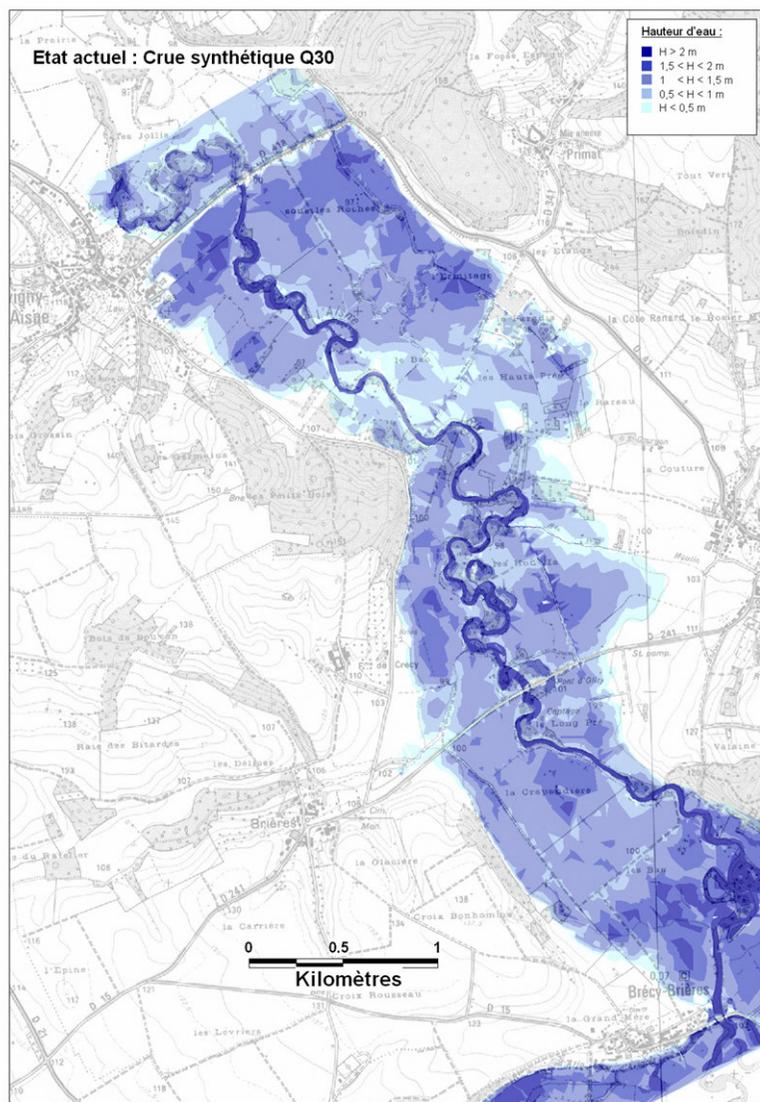


Figure 38 : Modélisations avant et après aménagement au niveau de l'ouvrage (Cruée synthétique Q50)

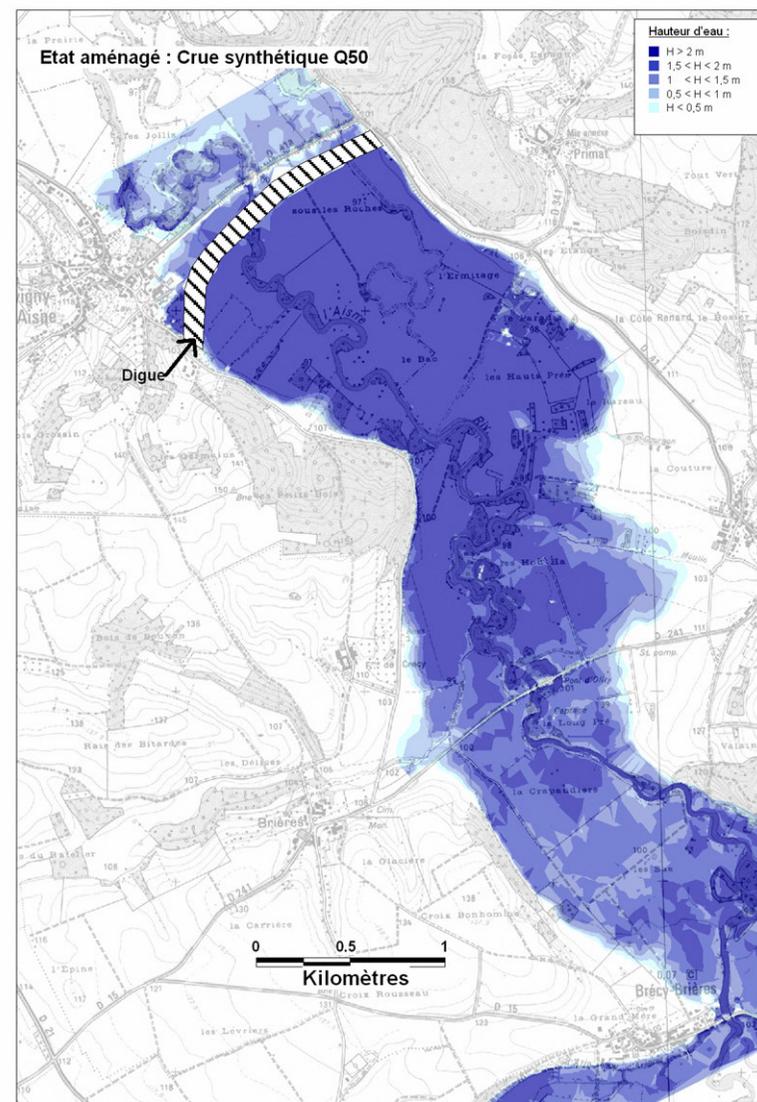
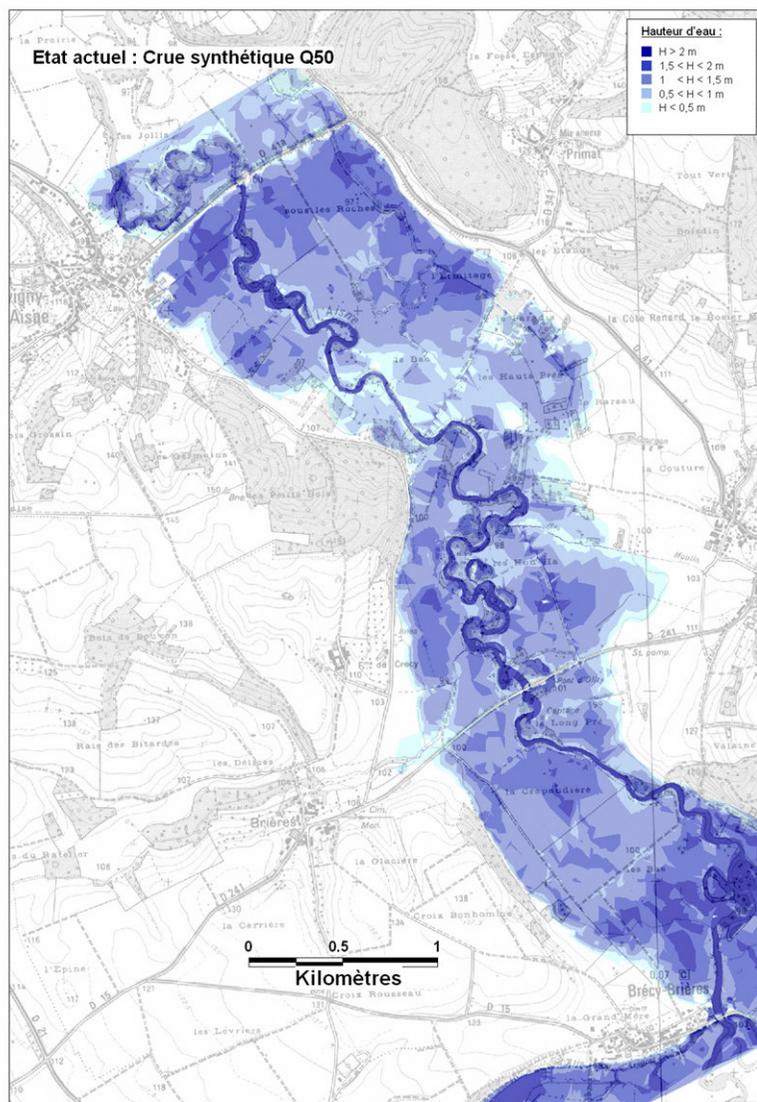


Figure 39 : Modélisations avant et après aménagement au niveau de l'ouvrage (Crue synthétique Q100)

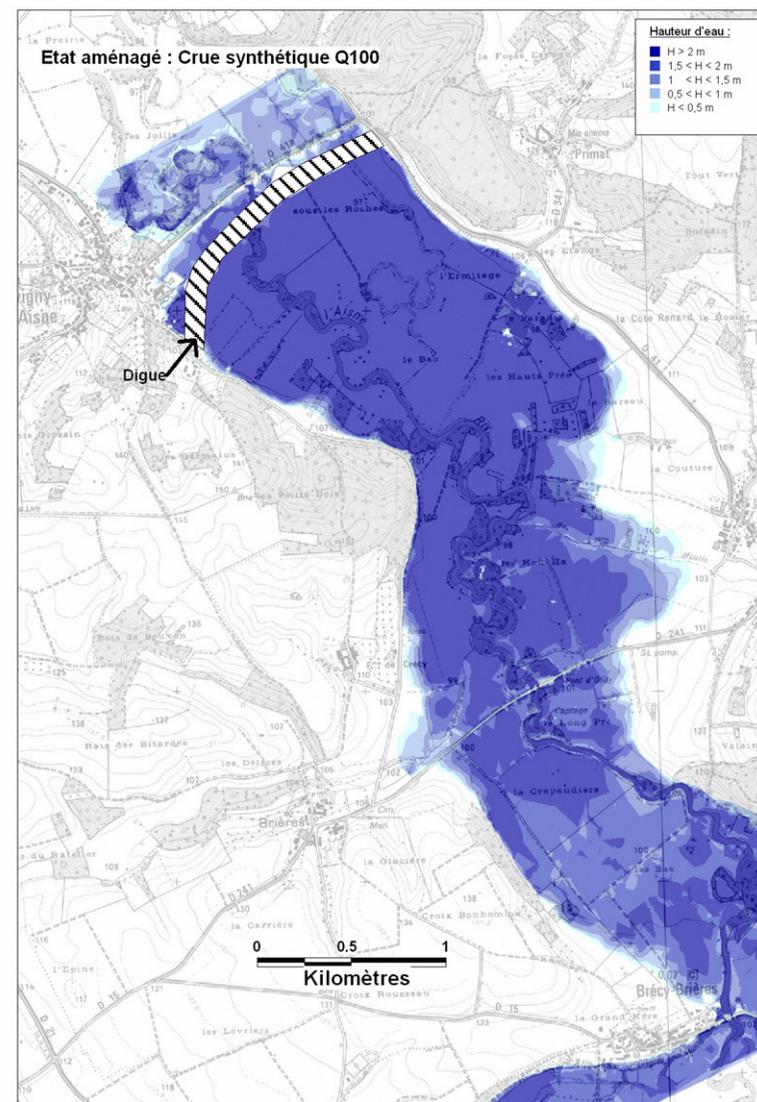
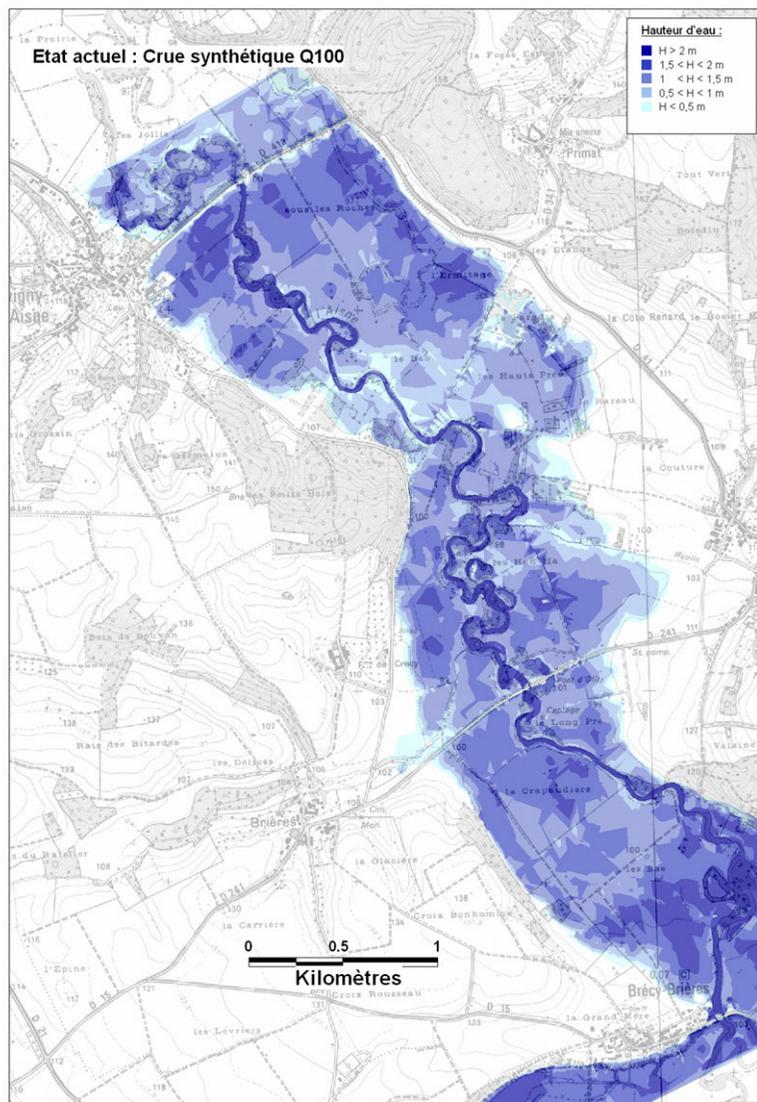


Figure 40 : Modélisations avant et après aménagement au niveau de l'ouvrage (Crue synthétique Q1000)

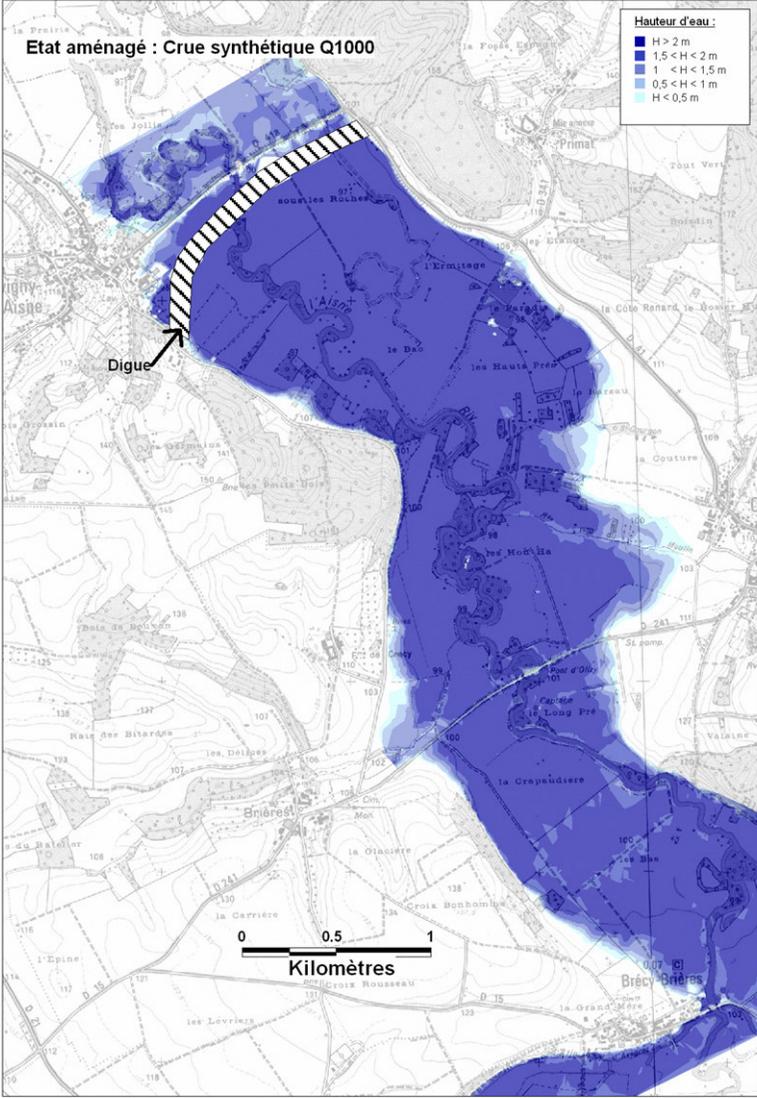
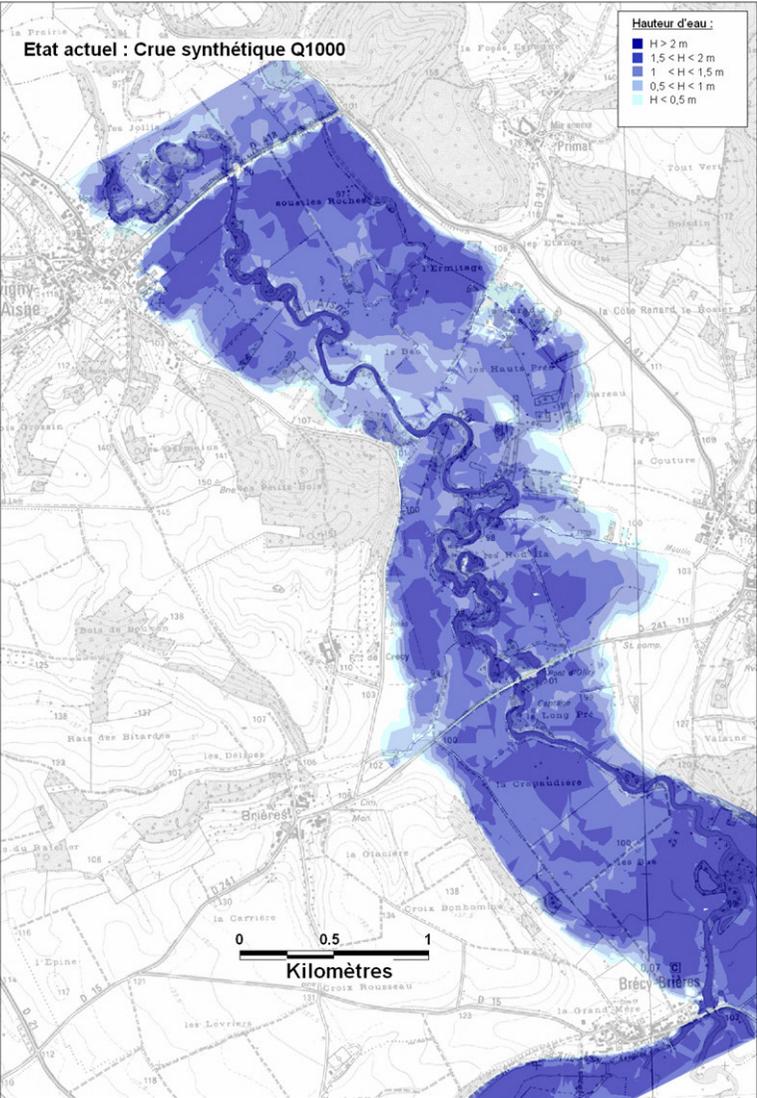
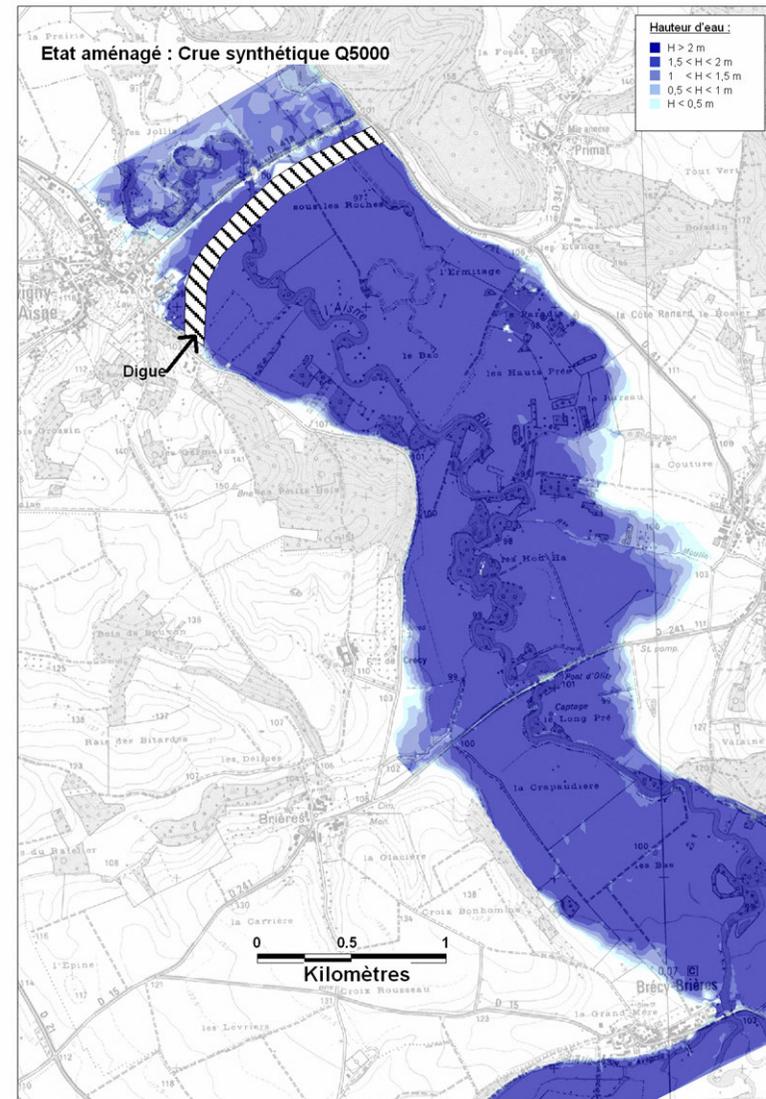
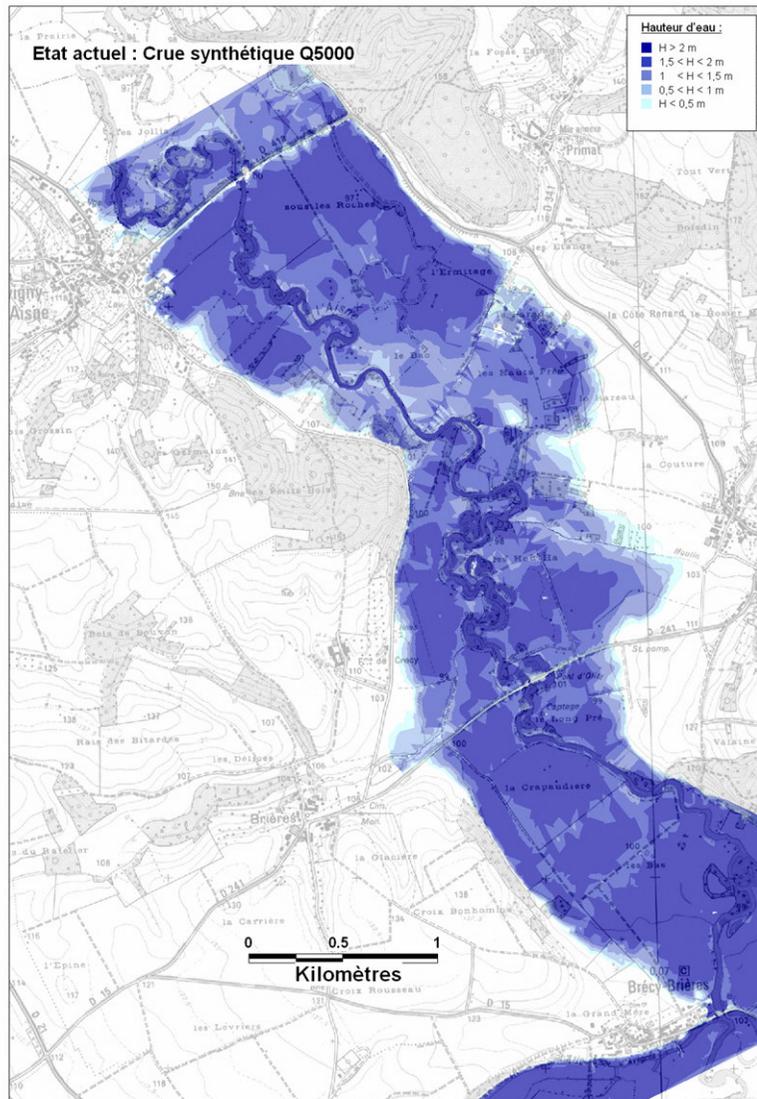
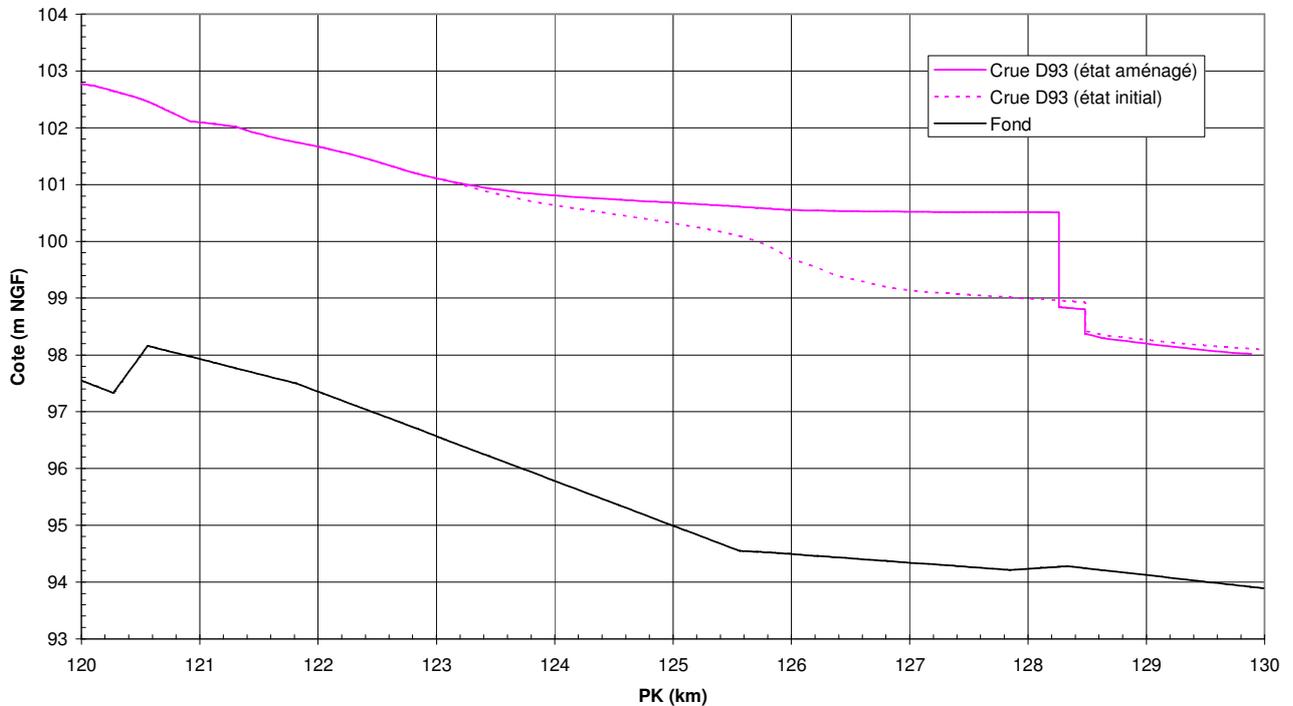


Figure 41 : Modélisations avant et après aménagement au niveau de l'ouvrage (Crue synthétique Q5000)

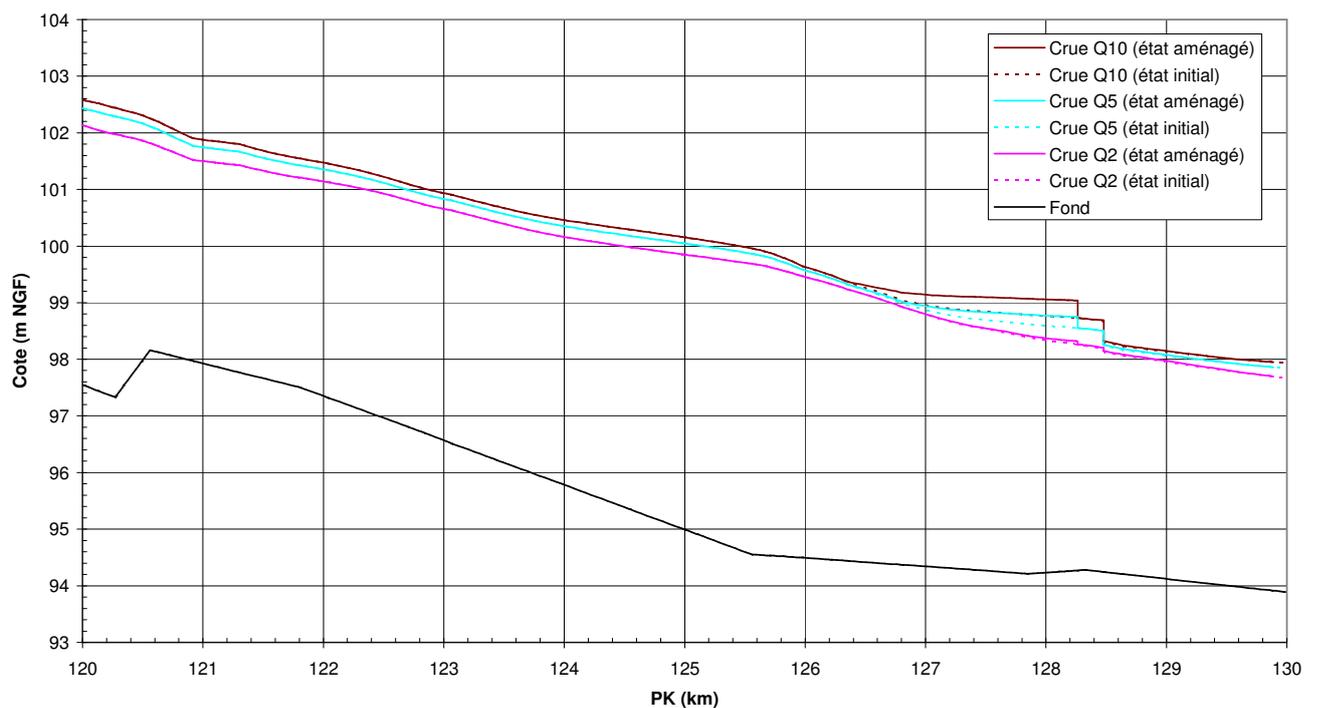


Les profils en long de ligne d'eau ont été tracés au droit et en amont de l'ouvrage afin de calculer la zone d'influence de la retenue pour les différentes crues. Ils sont présentés sur les figures suivantes.

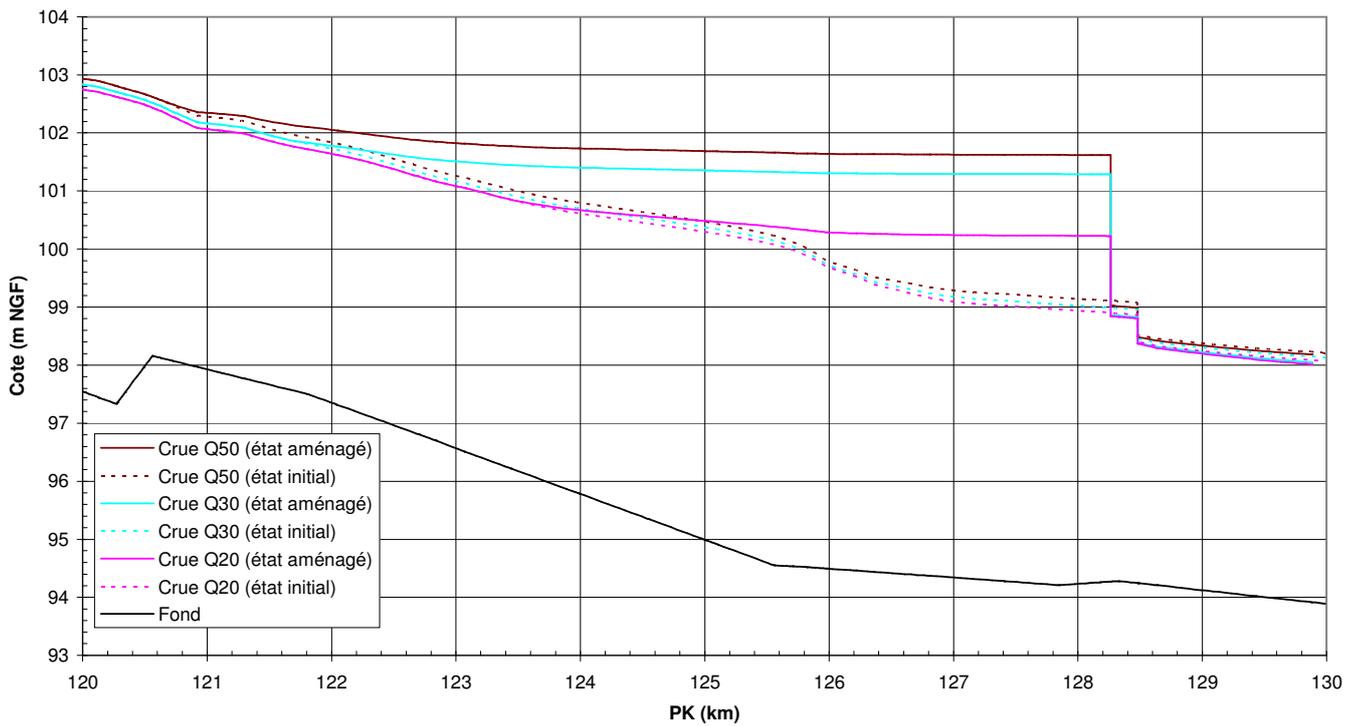
**Figure 42 : Profils en long avec et sans ouvrage de Savigny (cru de décembre 1993)**



**Figure 43 : Profils en long avec et sans ouvrage de Savigny (crues synthétiques Q2 à Q10)**



**Figure 44 : Profils en long avec et sans ouvrage de Savigny (crues synthétiques Q20 à Q50)**



**Figure 45 : Profils en long avec et sans ouvrage de Savigny (crues synthétiques Q100 à Q5000)**

