



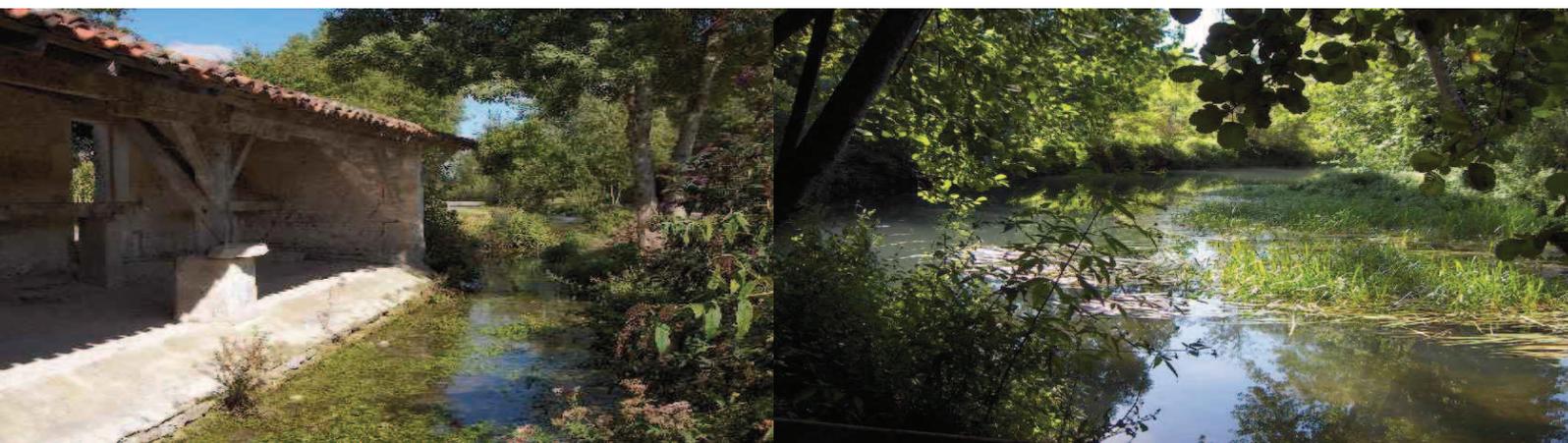
**EPTB Charente**

Institution interdépartementale pour l'aménagement  
de fleuve Charente et de ses affluents

---

ETUDE DES SITES DE RALENTISSEMENT DYNAMIQUE DES CRUES DU  
SOUS-BASSIN DE L'ANTENNE DANS LE CADRE DU PROGRAMME  
D'ACTIONS ET DE PREVENTION DES INONDATIONS DU BASSIN  
VERSANT DE LA CHARENTE

*MODELISATION ET CARACTERISATION DE SITES COMPLEMENTAIRES*



---

**RAPPORT  
PROVISoire**



67 allées Jean Jaurès 31000 Toulouse  
Tél. : 05 61 62 50 68 Fax : 05 61 62 58 65  
Email : [eaucea@eaucea.fr](mailto:eaucea@eaucea.fr)

## SOMMAIRE

<b>1 - PREAMBULE .....</b>	<b>3</b>
<b>2 - HYDROLOGIE CHARENTAISE.....</b>	<b>4</b>
2.1 Le modèle pluie débit.....	4
2.2 Crues historiques .....	4
2.3 Crue de projet.....	7
<b>3 - SITES DE SURSTOCKAGE COMPLEMENTAIRES .....</b>	<b>9</b>
3.1 Sites sur le Briou.....	10
3.2 Site sur la Saudrenne .....	15
3.3 Sites sur l'Antenne .....	18
<b>4 - DIMENSIONNEMENT DES SITES .....</b>	<b>26</b>
4.1 Le modèle hydraulique .....	26
4.2 Résultats des simulations.....	27
4.2.1 <i>Le Briou</i> .....	27
4.2.2 <i>La Saudrenne</i> .....	29
4.2.3 <i>L'Antenne</i> .....	30
4.3 Impact des ouvrages sur les autres crues .....	34
4.4 Impact des aménagements sur les secteurs inondés.....	36

## 1 - PREAMBULE

---

Dans le cadre du Plan d'action et de Prévention des Inondations (PAPI), la mise en place de sites de surstockage sur les affluents de la Charente a été préconisée. Dans ce contexte, le bassin versant de l'Antenne a été retenu comme site pilote afin d'évaluer l'impact et l'intérêt de la mise en place de sites de surstockage. Lors de sa réalisation, le PAPI avait déjà pu mettre en évidence un site sur le bassin versant de l'Antenne, le moulin de Préziers. L'EPTB a souhaité étudier ce site de ralentissement dynamique potentiel ainsi que des sites complémentaires.

Ce rapport présente les résultats de l'étude des sites de ralentissement dynamique complémentaires au moulin de Préziers. L'objectif est de pouvoir mobiliser des volumes de stockage de crue à l'aide d'aménagements dits passifs. L'enjeu étant d'apporter un appui complémentaire au dispositif du moulin de Préziers.

## 2 - HYDROLOGIE CHARENTAISE

---

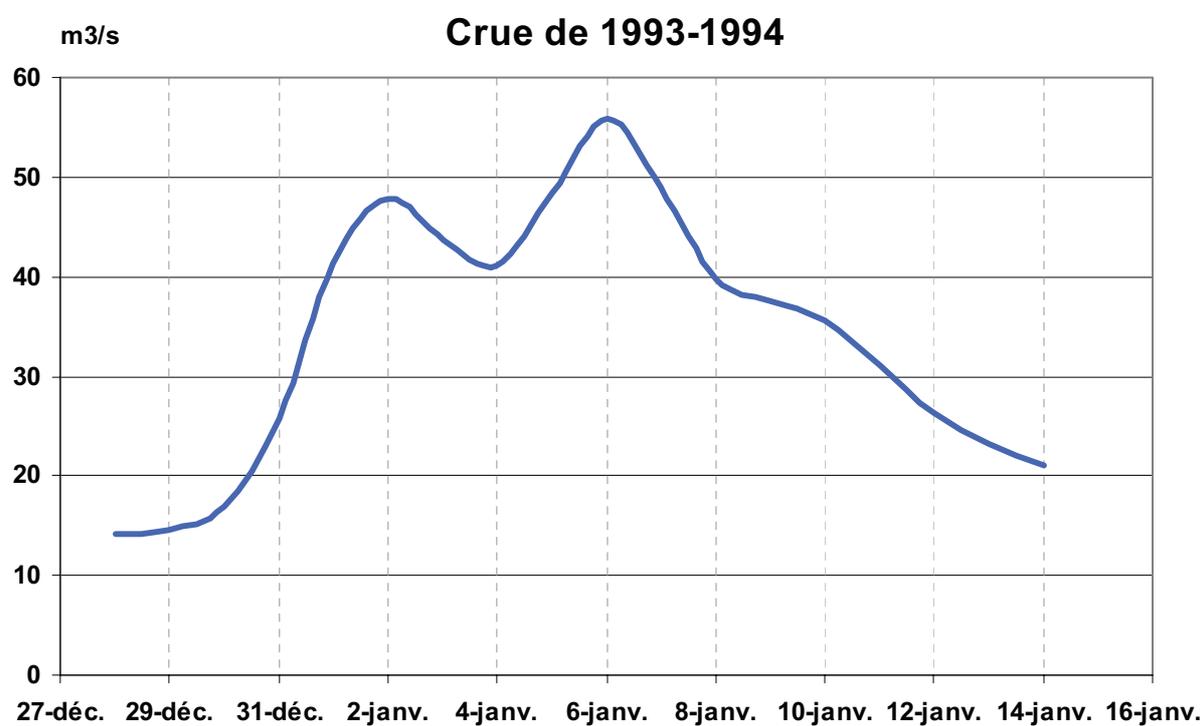
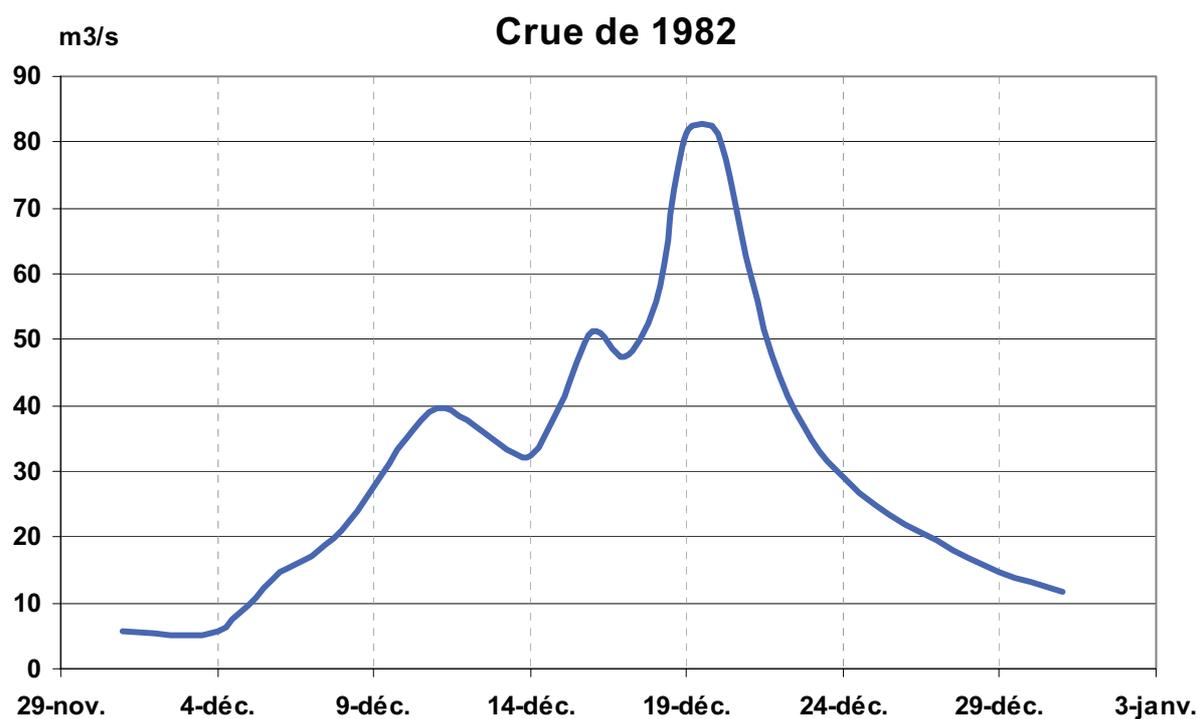
Le bassin versant de l'Antenne est situé dans la partie aval du bassin versant de la Charente et connaît comme le fleuve des crues lentes du fait des faibles pentes et de la nature géologique des terrains. Les données hydrométriques disponibles sont peu nombreuses et concernent exclusivement les périodes d'étiage enregistrées à l'ancienne station installée à Javrezac pour les années allant de 1979 à 1987. L'étude est donc basée sur des débits reconstitués à partir d'une simulation réalisée à l'aide d'un modèle pluie débit, développé par Eaucéa (CycleauPE).

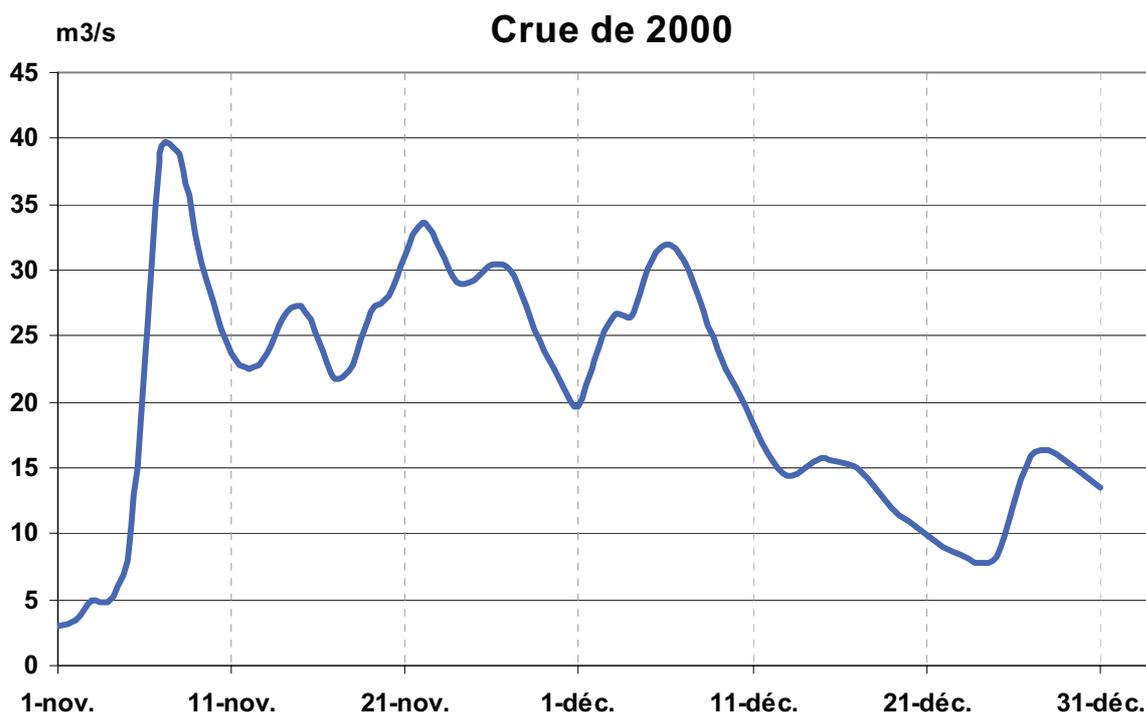
### 2.1 Le modèle pluie débit

La reconstitution des débits est réalisée à l'aide du modèle réservoir CycleauPE, le schéma conceptuel du modèle est rappelé en annexe 1. Ce modèle a été calé lors de la réalisation de l'étude hydrologique du bassin versant de l'Antenne finalisé en octobre 2007. Le calage est basé sur les quelques données hydrométriques disponibles à l'ancienne station de mesure de Javrezac ainsi que sur les données enregistrées au piézomètre de Ballans. Ce calage sur deux indicateurs hydrologiques (débit, piézométrie) permet de palier au mieux à l'absence de données de débit en crue. Les données enregistrées depuis avril 2008 à la nouvelle station hydrométrique du SPC n'étant pas disponibles au moment de la réalisation de l'étude. Les données pluviométriques utilisées pour la simulation sont issues de la station météorologique de Matha et couvrent la période 1979-2007. Cette période permet d'étudier les principales crues historiques ainsi que la caractérisation fréquentielle des événements.

### 2.2 Crues historiques

Les principales crues historiques (1982, 1993-1994, 2000) issues de la simulation sont présentées sur les graphiques suivants. Les autres crues identifiées sur la période de simulation sont présentées en annexe 2. Leur analyse doit permettre de définir les grandeurs caractéristiques des événements qui servent par la suite à optimiser le dimensionnement des ouvrages.





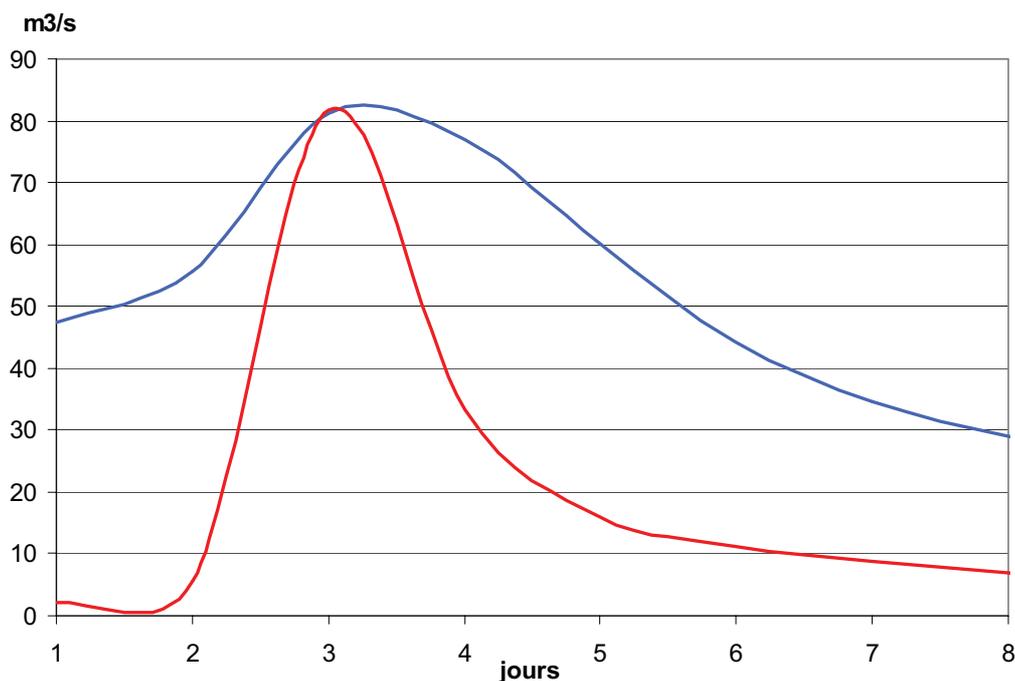
Ces trois événements de référence présentent des intensités en débit de pointe d'occurrence centennale pour la crue de 1982, plus que décennale pour la crue de 1994 et d'ordre quinquennale pour la crue de 2000.

Le tableau suivant récapitule les intensités des crues pour différentes périodes de retour.

période de retour T=	100	50	20	10	5	2
Débit en m3/s (loi de Gumbel)	83	74	61	51	41	26

L'autre grandeur caractéristique d'une crue est sa durée. Face à « l'inertie » des crues de l'Antenne et de la Charente en général, ce facteur s'avère très important. Plus une crue est longue moins il est possible d'écrêter le débit de pointe, car les volumes à stocker deviennent vite considérables.

Le graphique suivant présente, à titre d'exemple pédagogique, la crue de 1982 sur le bassin de l'Antenne et une crue de même intensité mesurée sur un affluent de l'Ardèche (crue cévenole très brusque). Dans cet exemple, si l'on considère les volumes écoulés au-delà du seuil de 70 m<sup>3</sup>/s, ils sont 5 fois plus importants dans le cas de l'Antenne.



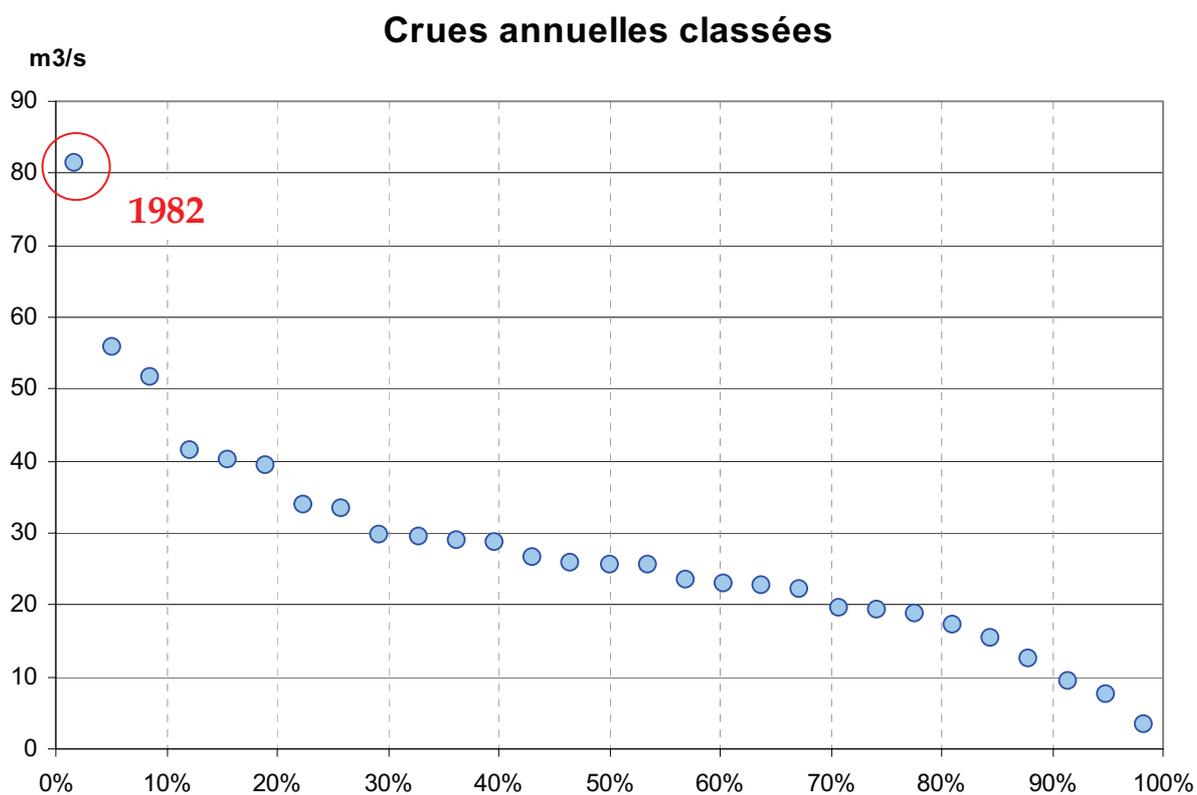
Autres indicateurs de la durée des événements, les VCX 3 et VCX 10 (débit moyen maximum sur 3 et 10 jours consécutifs). Dans le cas des trois crues de références, l'écart entre le débit maximum et le VCX 3 est très faible. Ceci témoigne des faibles vitesses de variation des débits et de la durée des événements.

	Crue de 1982	Crue de 1994	Crue de 2000
<b>Q max</b>	81.3	55.8	39.5
<b>VCX 3</b>	74.3	51.0	36.7
<b>VCX 10</b>	52.9	44.0	29.7

### 2.3 Crue de projet

L'analyse statistique des débits simulés permet de déterminer le débit de dimensionnement des futurs ouvrages en fonction de la protection souhaitée. Rappelons que les sites de surstockage sont des ouvrages passifs et qu'ils sont donc dimensionnés pour une crue de période de retour donnée.

La crue de 1982 (centennale) se distingue largement des autres crues de ces 30 dernières années et ne peut être retenue comme objectif de dimensionnement. La crue de 1994, deuxième crue plus importante de ces 30 dernières années et équivalente à une crue décennale est retenue comme objectif pour l'optimisation du dimensionnement des différents sites. Le débit de sécurité retenu est le débit centennal, ce débit est majoré pour les sites présentant des enjeux importants (inondation d'habitation).

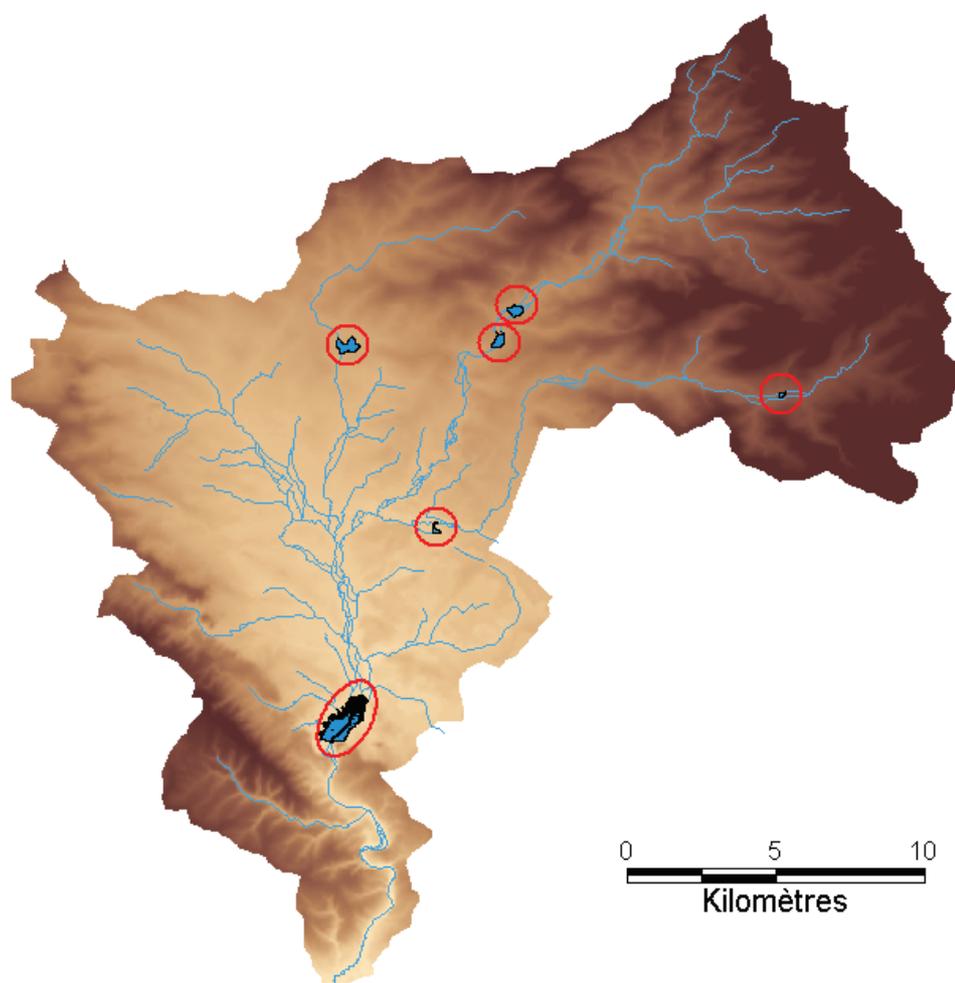


L'ensemble des crues historiques sera simulé afin d'évaluer l'impact des aménagements sur des crues d'intensité et durée variables.

### 3 - SITES DE SURSTOCKAGE COMPLEMENTAIRES

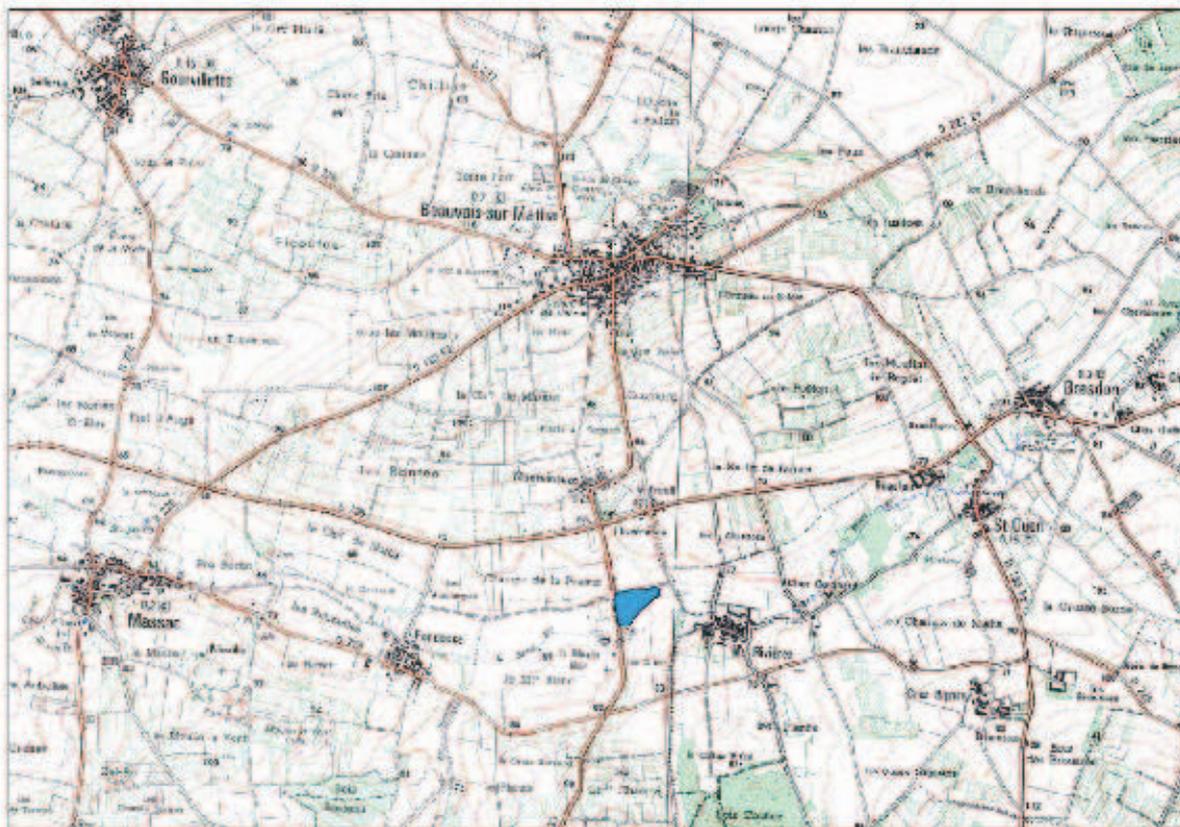
Afin d'étudier l'intégralité des sites potentiellement intéressants sur le bassin, un travail de repérage a été effectué en collaboration avec la technicienne de rivière du SYMBA. Une quinzaine de sites ont ainsi été prospectés et six sites ont été retenus. L'ensemble des sites retenus a été relevé topographiquement afin d'évaluer les volumes disponibles pour réaliser du surstockage ainsi que l'emprise foncière de la zone surinondée.

## Localisation des sites de surstockage



### 3.1 Sites sur le Briou

Le premier site est situé près du lieu dit les rivières et draine un bassin versant de 31,5 km<sup>2</sup>. La zone de surstockage potentielle est situé en contrebas du lieu du Briou et se positionne sur le talweg d'un petit ruisseau. Il permettrait de stocker de l'eau en favorisant le débordement du Briou situé plus haut topographiquement.



*Vue depuis le pont vers l'amont, le Briou coule au niveau de la haie au fond du champ.*

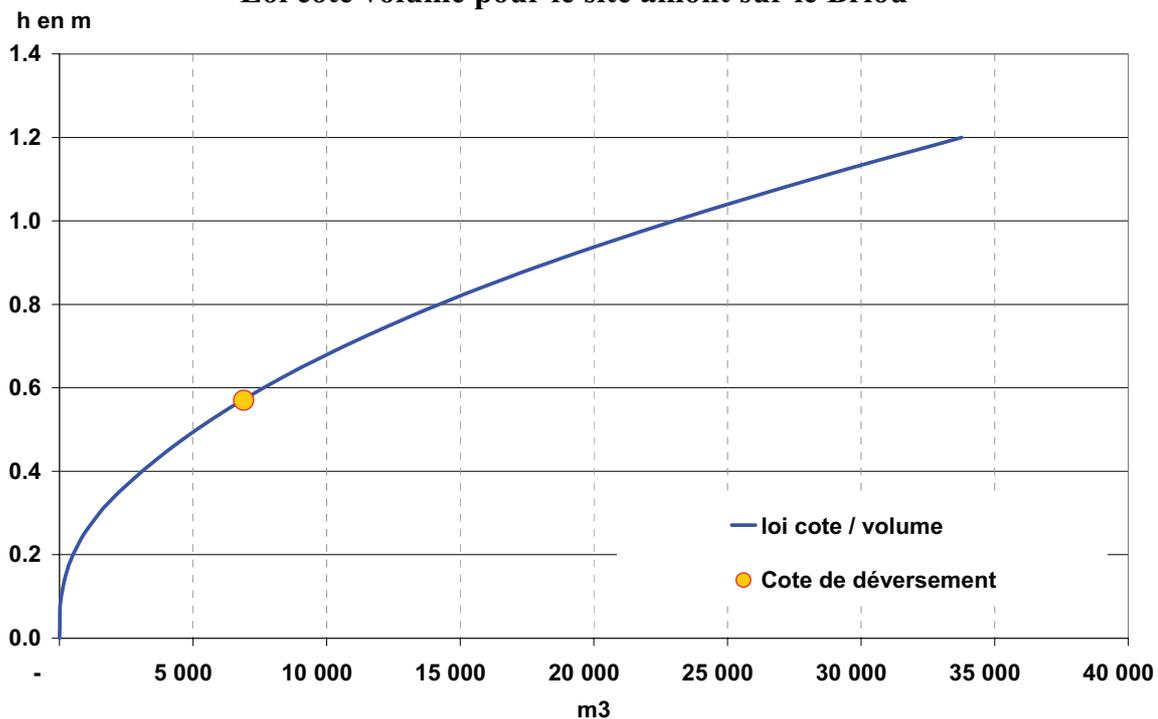
Sur ce site, la route fait office de digue. L'évacuation des eau se fait par le pont qui enjambe le ruisseau.



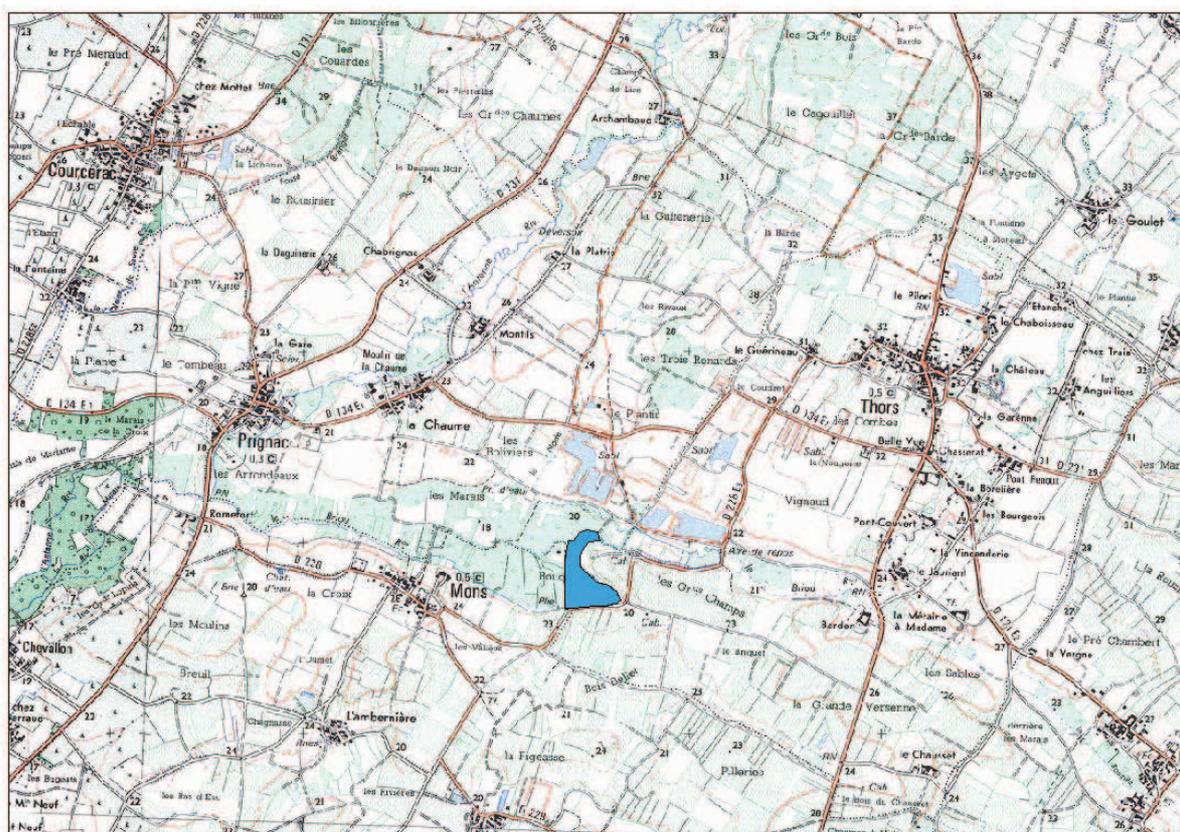
La superficie inondée serait de 2.9 ha pour un volume stocké d'environ 7000 m<sup>3</sup>.



### Loi cote volume pour le site amont sur le Briou

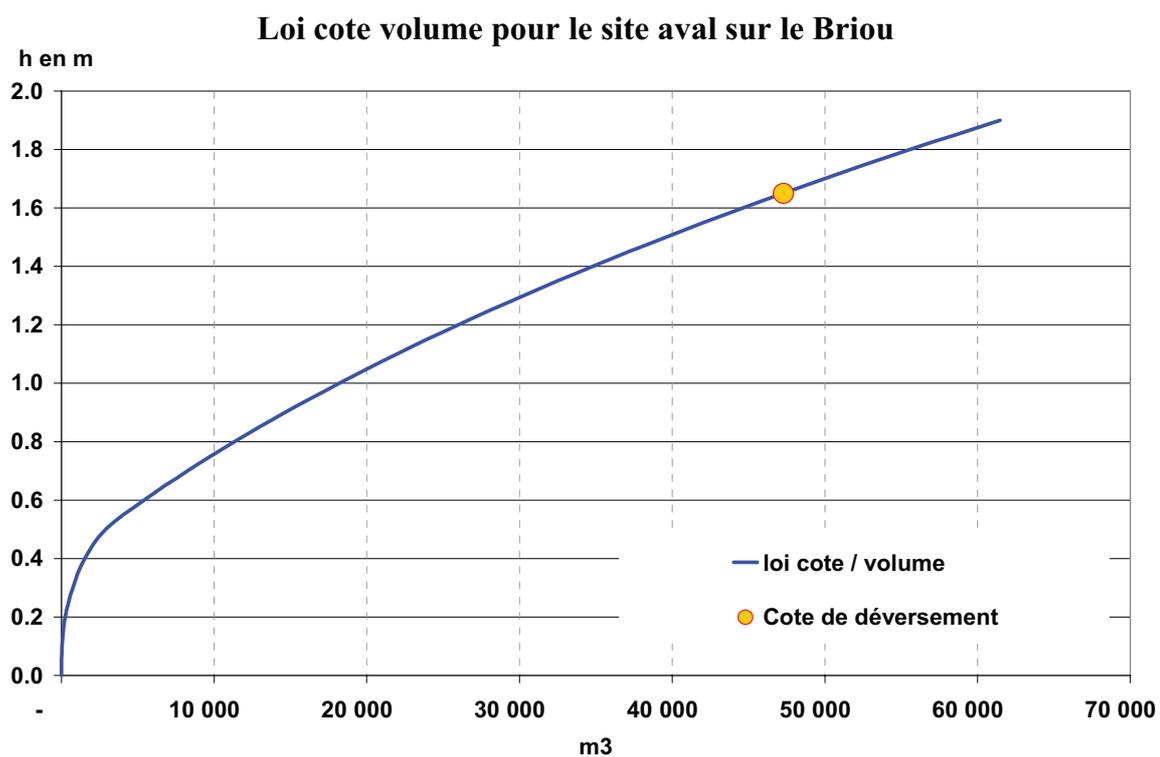


Le deuxième site identifié sur le Briou est situé près de Mons dans les marais du Briou. Son bassin versant représente une surface drainée de 68 km<sup>2</sup>. Pour pouvoir réaliser du surstockage le site demanderait à être aménagé. Le chemin de terre devra être rehaussé à la hauteur de la route soit environ 1,3 m au maximum. Cet aménagement permettrait de mobiliser un peu plus de 45 000 m<sup>3</sup> sur une superficie de 6 ha.



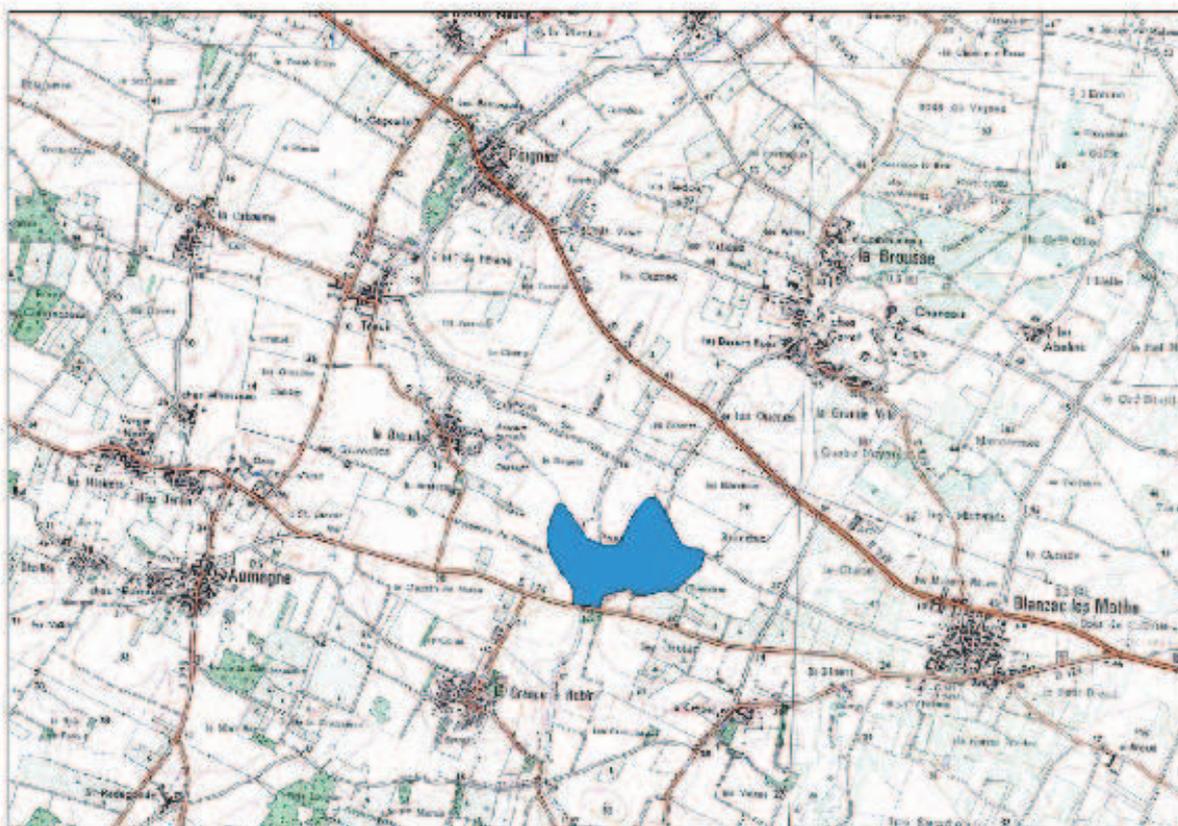


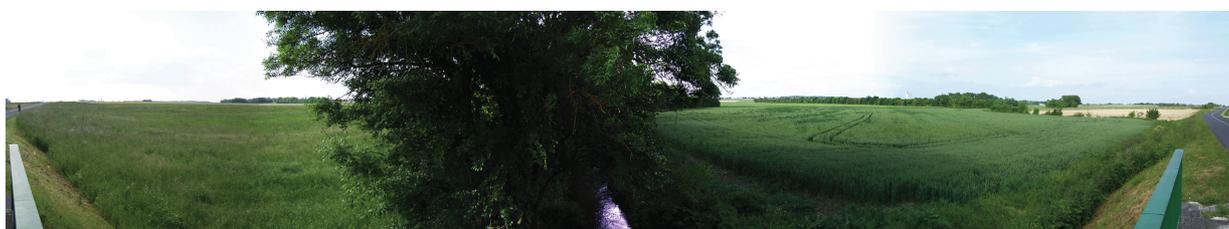
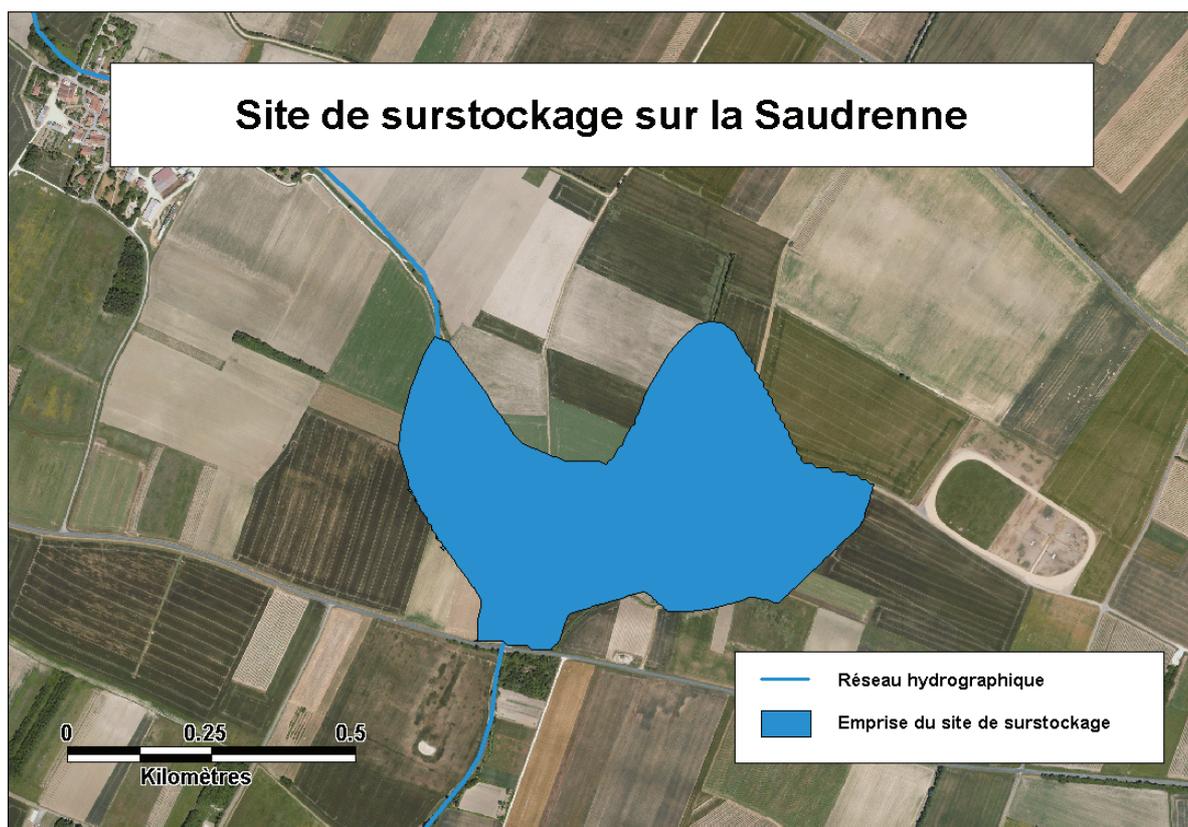
Vue vers le nord du site depuis la route.



### 3.2 Site sur la Saudrenne

Un site intéressant a été repéré sur le cours de la Saudrenne. Il utiliserait comme digue en partie aval la route entre Aumagne et Blanzac lès Matha. A cet endroit la Saudrenne draine un bassin versant de 37 km<sup>2</sup>. Le site couvre 26 ha pour un volume stocké de 100 000 m<sup>3</sup>.





*Vue depuis le pont au dessus de la Saudrenne vers le nord*

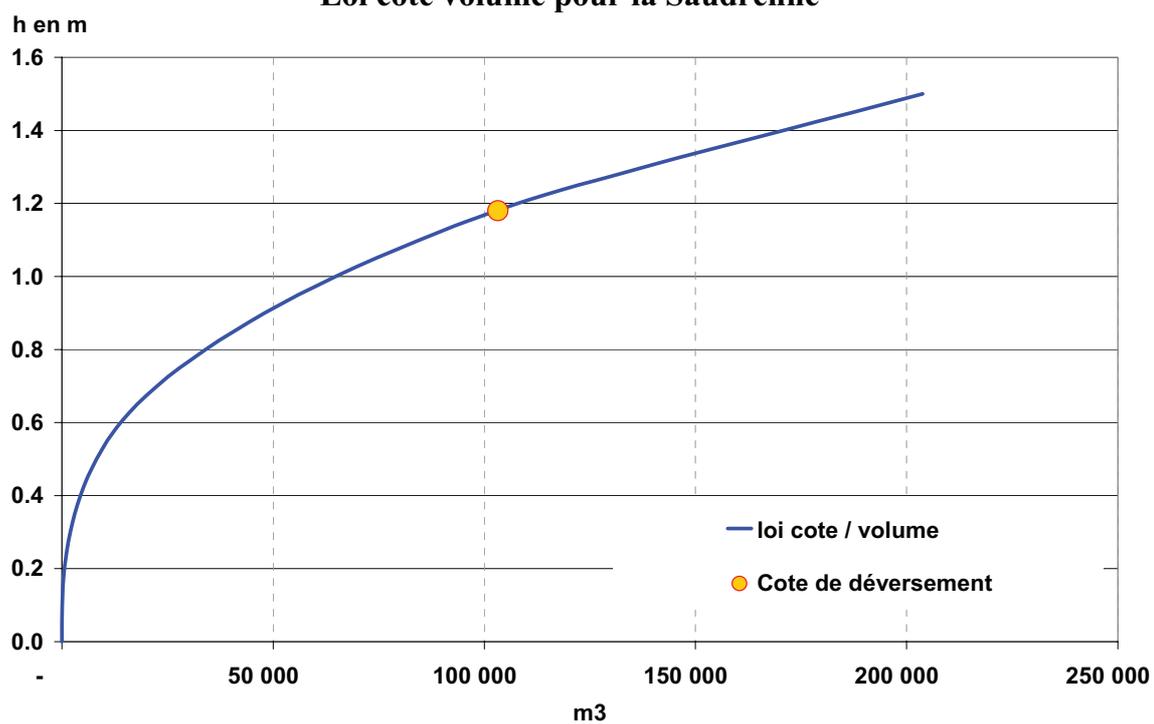


*Vue depuis la route vers le nord ouest.*



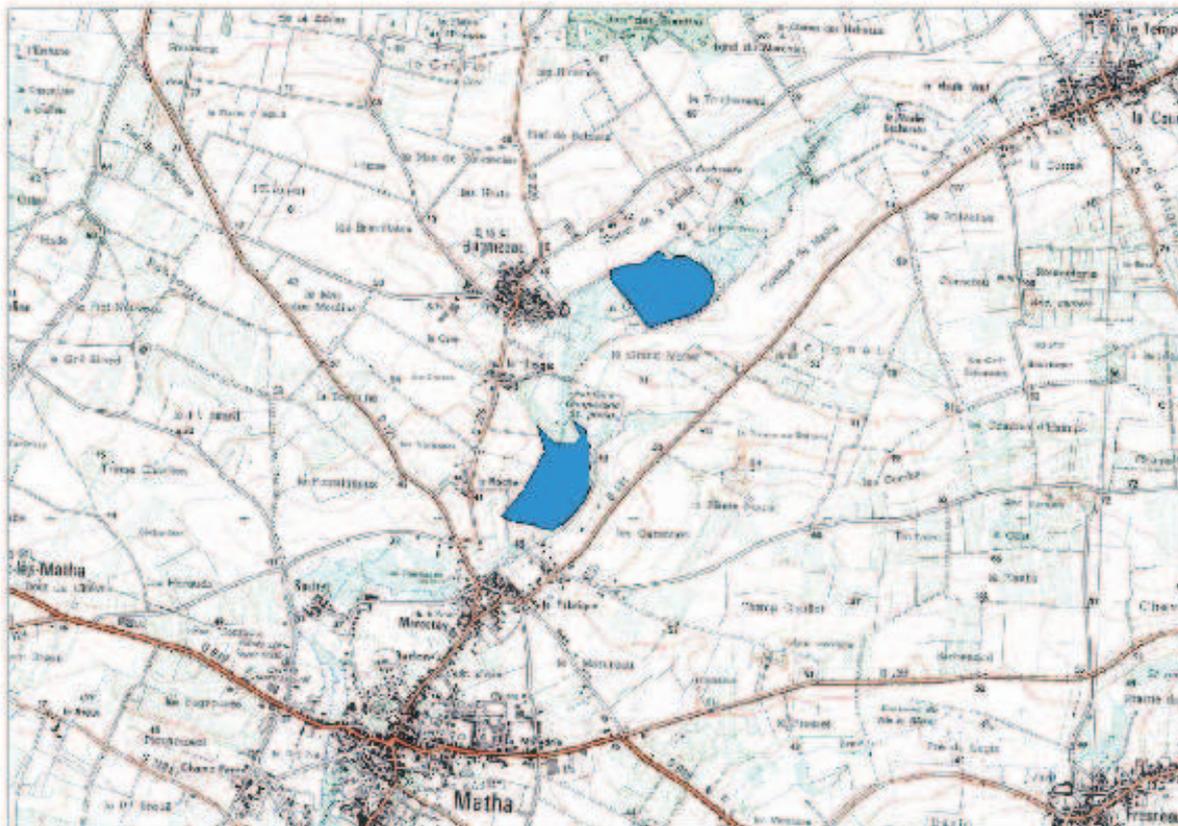
*Vue depuis la route vers le nord est.*

### Loi cote volume pour la Saudrenne



### 3.3 Sites sur l'Antenne

Sur le cours de l'Antenne, trois sites ont été identifiés deux en amont de Matha et un au niveau du marais de Saint Sulpice à l'aval. Le premier, Pont de la Prairie à proximité de Bagnizeau, avait été préalablement repéré avant l'étude. Le deuxième est situé juste en amont de Matha et utiliserait la déviation de Matha comme digue.

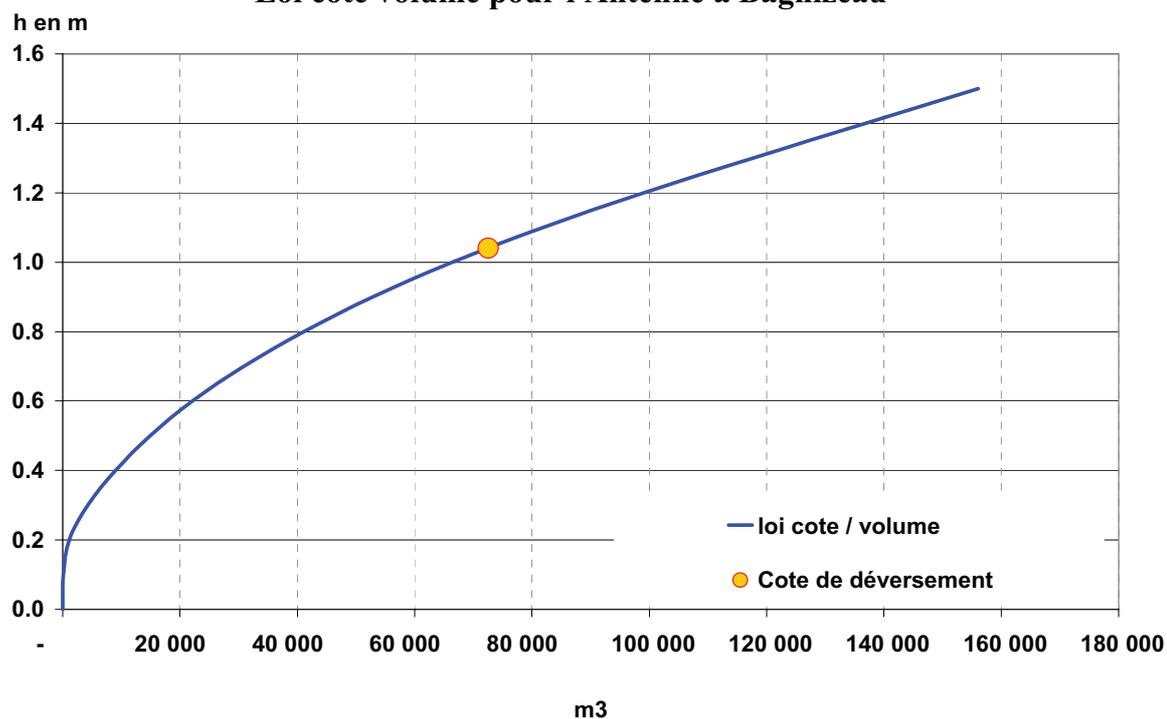


Le site Pont de la Prairie nécessiterait de rehausser le chemin de terre en partie aval afin de constituer une digue permettant de surstocker. Soit une élévation d'environ 50 cm qui amènerait le chemin à hauteur de la route à l'ouest. Aménagé, le site couvrirait 13,5 ha pour mobiliser 70 000 m<sup>3</sup> et permettrait d'intercepter 89 km<sup>2</sup> de bassin versant.

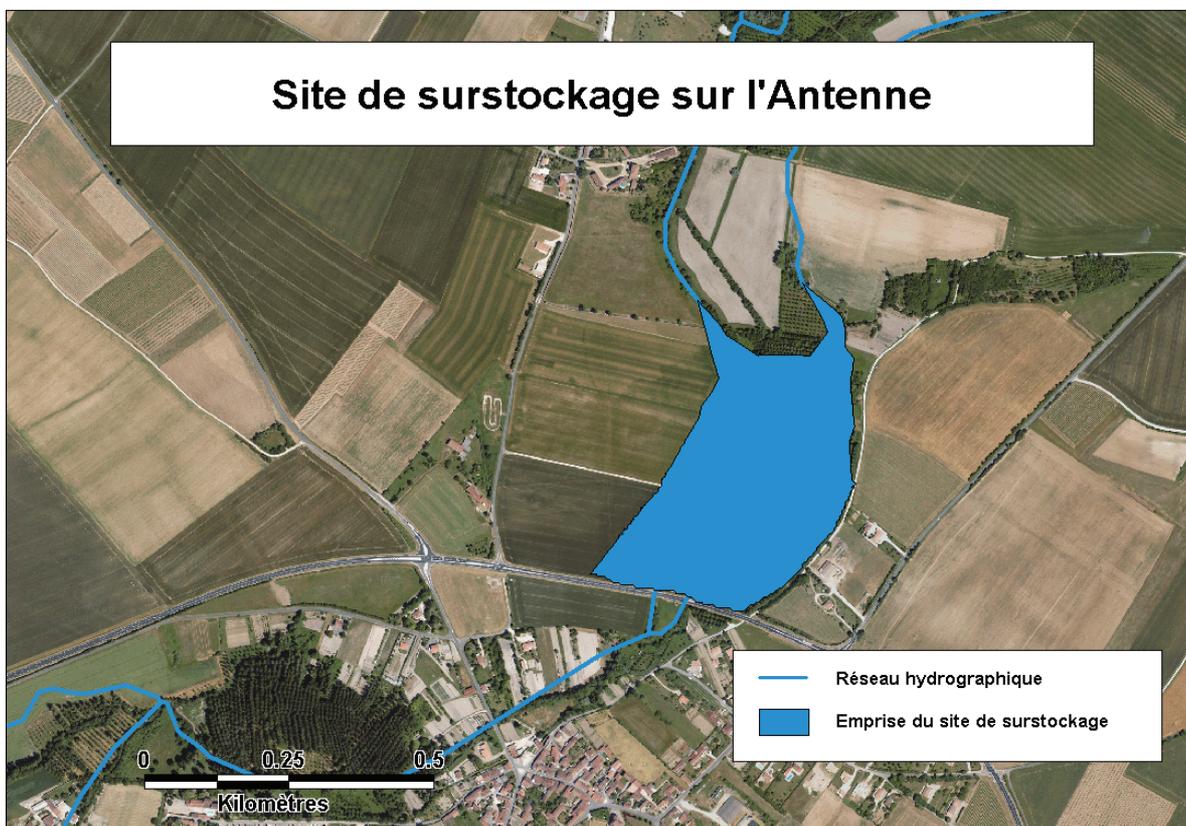


*Vue depuis le chemin de terre vers l'amont.*

### Loi cote volume pour l'Antenne à Bagnizeau



Le deuxième site sur l'Antenne est situé directement à l'aval du premier et bénéficie de la déviation de Matha en partie aval qui fait office de digue. A cet endroit le bassin versant de l'Antenne a une superficie de 95 km<sup>2</sup>. Sur ce site, 75 000 m<sup>3</sup> sont stockables sur une surface de 13,5 ha.

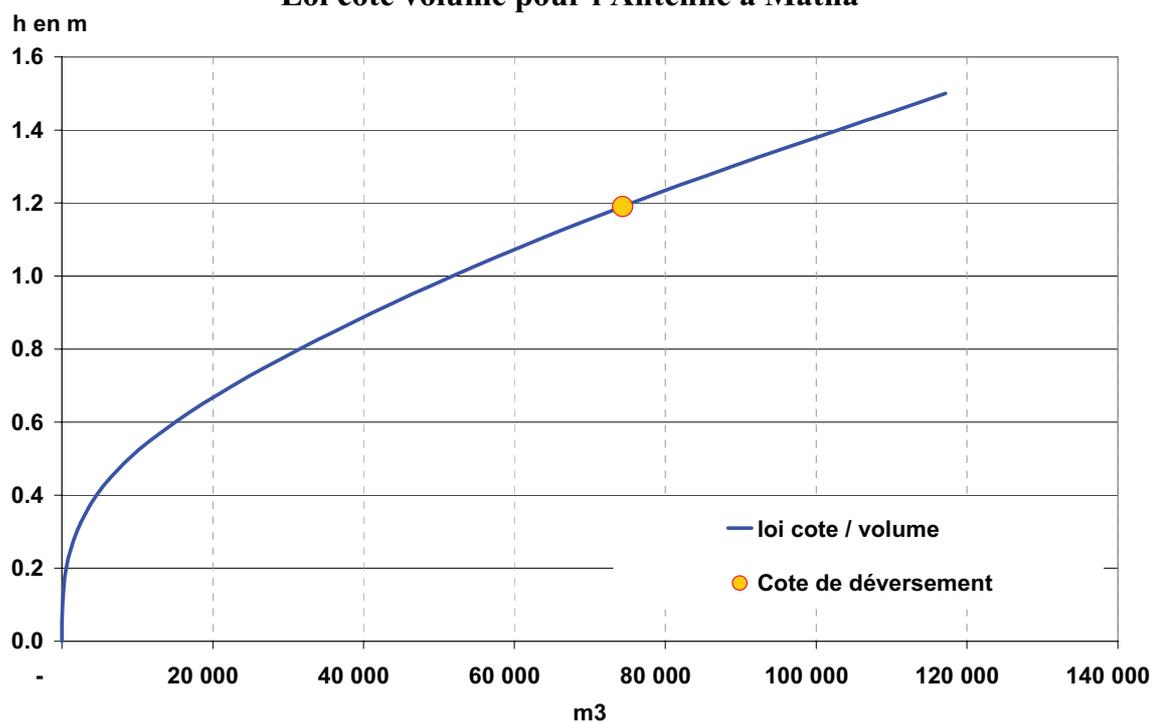


*Vue depuis la déviation vers l'amont.*

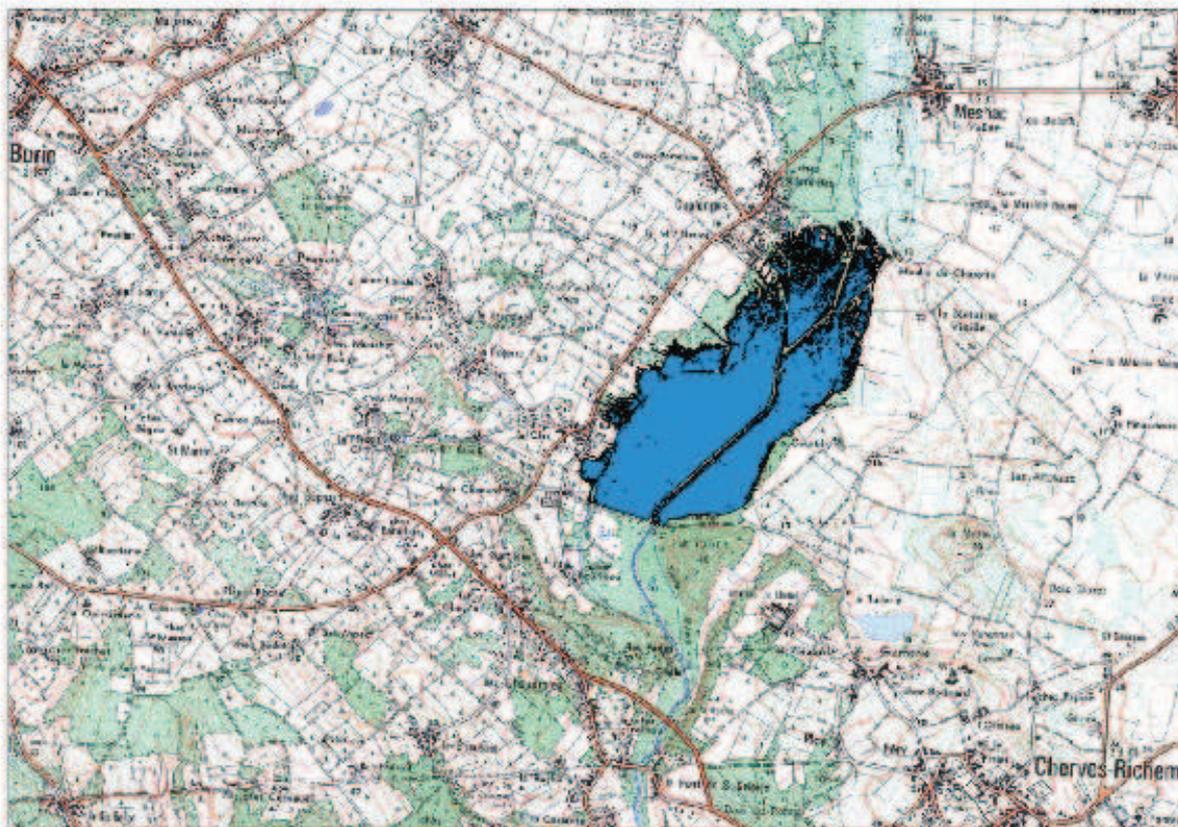


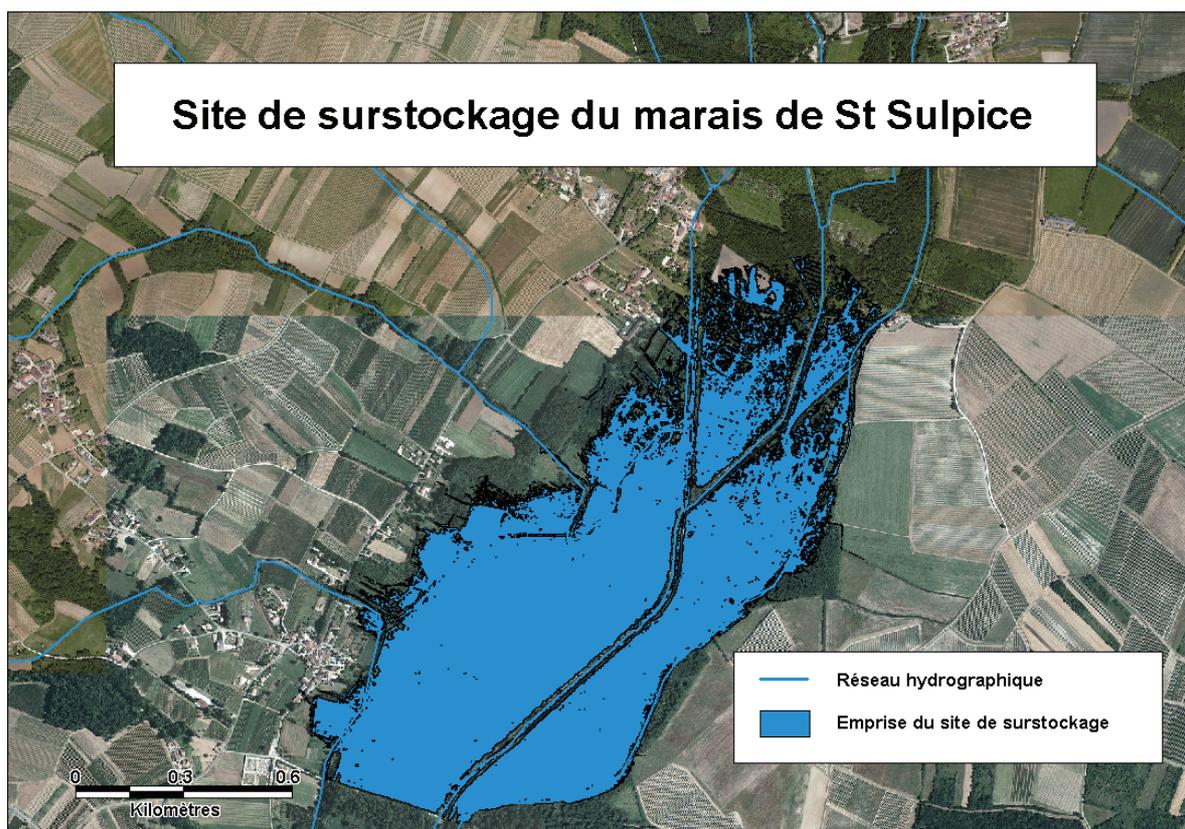
*Peupleraie formant la partie amont du site de surstockage.*

### Loi cote volume pour l'Antenne à Matha



Le marais de Saint Sulpice entièrement inondé couvre une surface d'un peu plus d'un kilomètre carré pour un volume stockable d'environ 450 000 m<sup>3</sup>. Il bénéficie en état actuel d'une ancienne voie de chemin de fer qui fait office de digue. Il est directement sous l'influence du moulin de Préziers et, en état actuel, une partie du stock est déjà mobilisée. Les modalités de gestion du Moulin de Préziers conditionneront l'équipement de ce site.

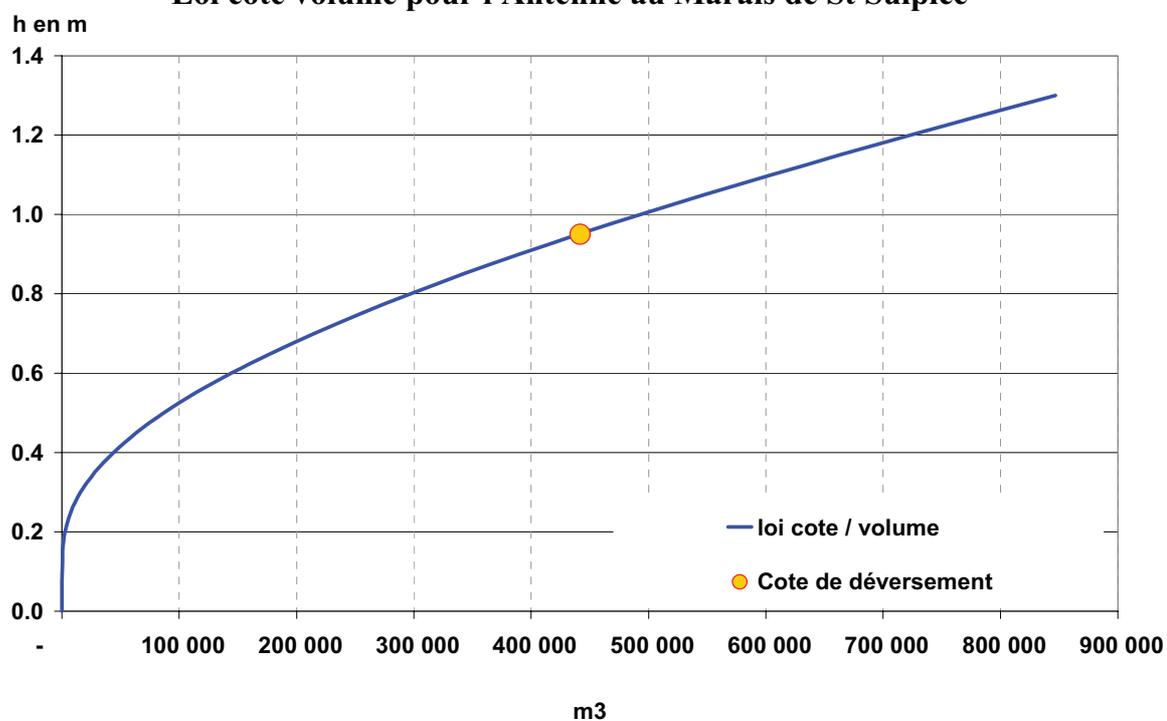






*Vue depuis le pont vers l'amont.*

### Loi cote volume pour l'Antenne au Marais de St Sulpice



## 4 - DIMENSIONNEMENT DES SITES

### 4.1 Le modèle hydraulique

L'étude hydraulique pour l'écrêtement et le déphasage des crues dans les zones de surstockage est réalisée à l'aide d'un modèle développé par Eaucéa.

Les données d'entrée sont :

- l'hydrogramme amont
- la loi cote - volume du site
- la dimension des ouvrages d'évacuation

L'hydrogramme résultant est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$Q_s = \mu \cdot S \cdot (2g)^{0.5} \cdot H^\alpha$$

Avec :

H : la charge sur l'ouvrage

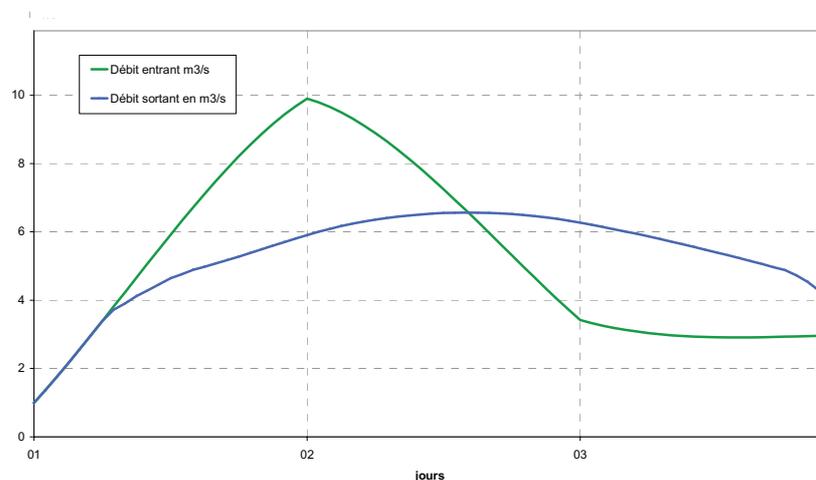
Pour l'évacuateur de fond :

- S : section de l'ouvrage
- $\mu=0,6$
- $\alpha=0,5$

Pour le seuil déversant :

- S : longueur déversante
- $\mu=0,4$
- $\alpha=1,5$

L'influence théorique de l'ouvrage sur une crue est le suivant :



L'optimisation du dimensionnement des ouvrages est réalisée pour une crue d'occurrence décennale. La crue de 1994 est retenue dans un premier temps comme crue décennale de référence.

L'optimisation du débit de fuite de l'ouvrage se fait de manière à mobiliser l'intégralité du volume de surstockage disponible sans générer de débordement sur le seuil de sécurité.

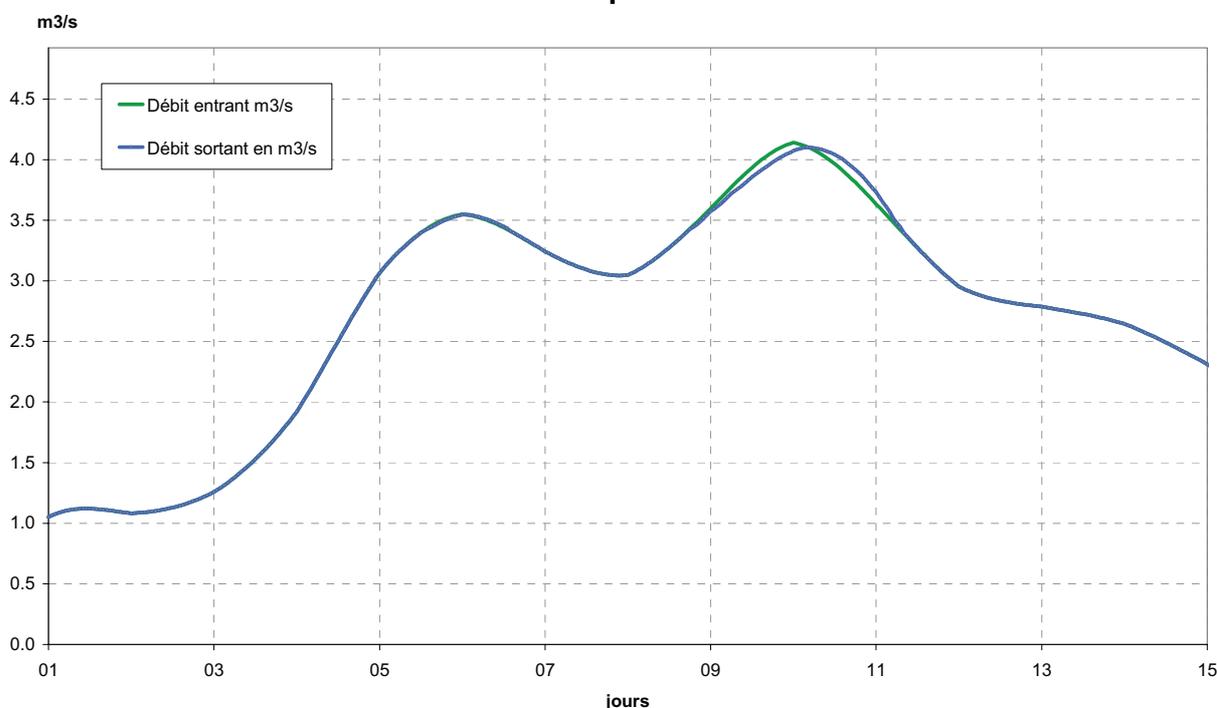
L'impact des ouvrages amont est intégré sur les hydrogrammes aval afin de dimensionner les sites en fonction de l'impact des zones de surstockage amont sur l'hydrogramme de crue.

## 4.2 Résultats des simulations

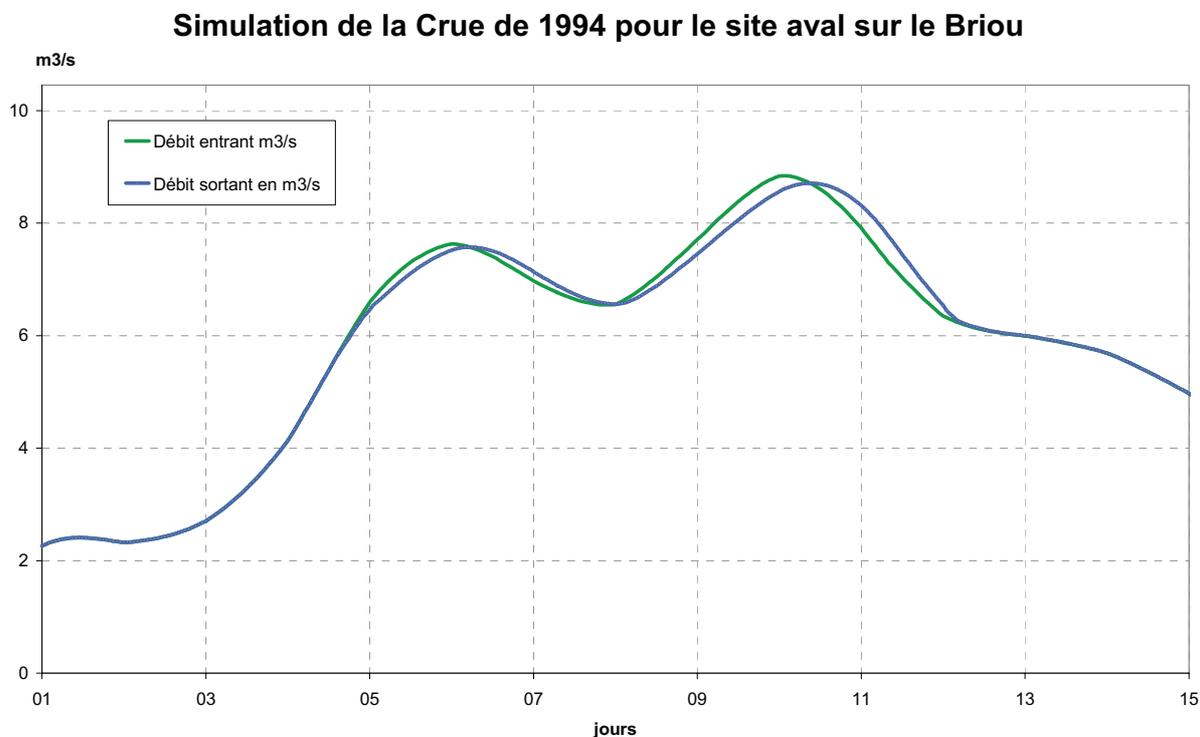
### 4.2.1 Le Briou

Le site du en amont du Briou est un site au volume restreint. Malgré des débits modestes, du fait de la taille de son bassin versant, il ne permet pas d'écarter efficacement le débit de pointe, les volumes écoulés en jeu étant trop importants par rapport au volume stockable. Le débit de début de surstockage est de 3,3 m<sup>3</sup>/s. Le déphasage induit est également limité, quelques heures seulement.

Simulation de la Crue de 1994 pour le site amont sur le Briou



L'impact du site en amont du Briou est intégré à l'hydrogramme entrant dans le site du marais du Briou. Le débit de début de surstockage est de 5,4 m<sup>3</sup>/s. Le graphique suivant présente les résultats.

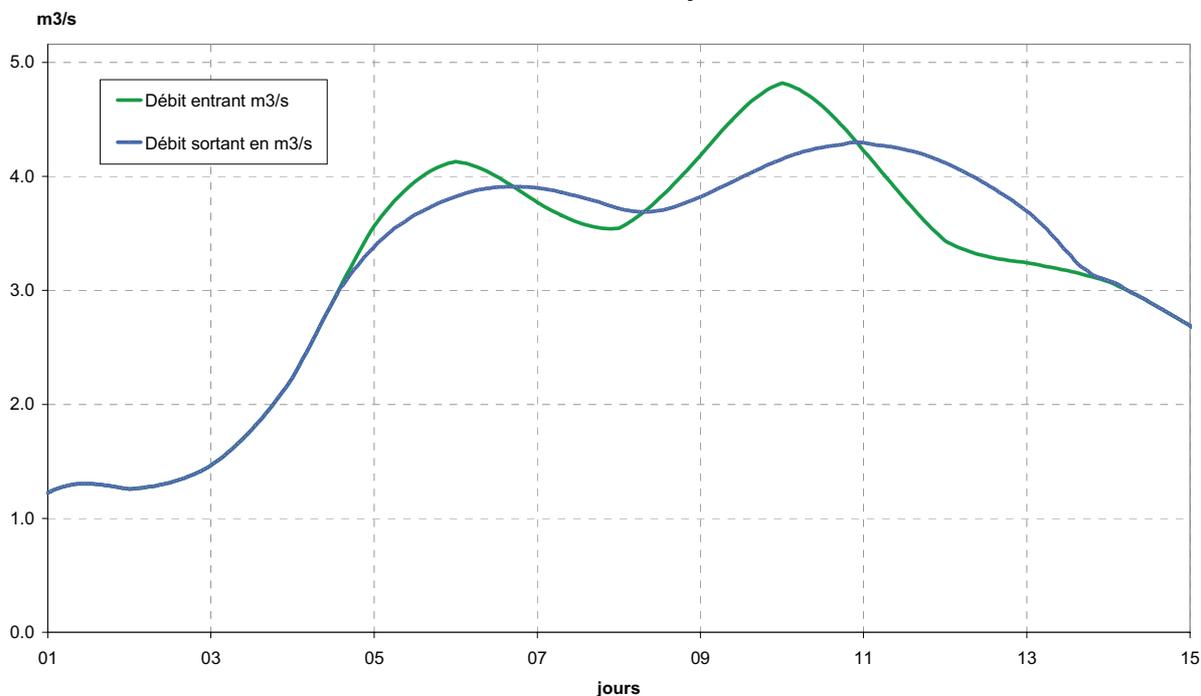


L'écèlement des débits est très peu important, inférieur à 0,5 m<sup>3</sup>/s. Le déphasage du débit de point est de 8 à 9 heures.

#### 4.2.2 La Saudrenne

Pour ce site, le débit début de surstockage est de 3 m<sup>3</sup>/s. Les résultats sont les suivants.

**Simulation de la Crue de 1994 pour la Saudrenne**

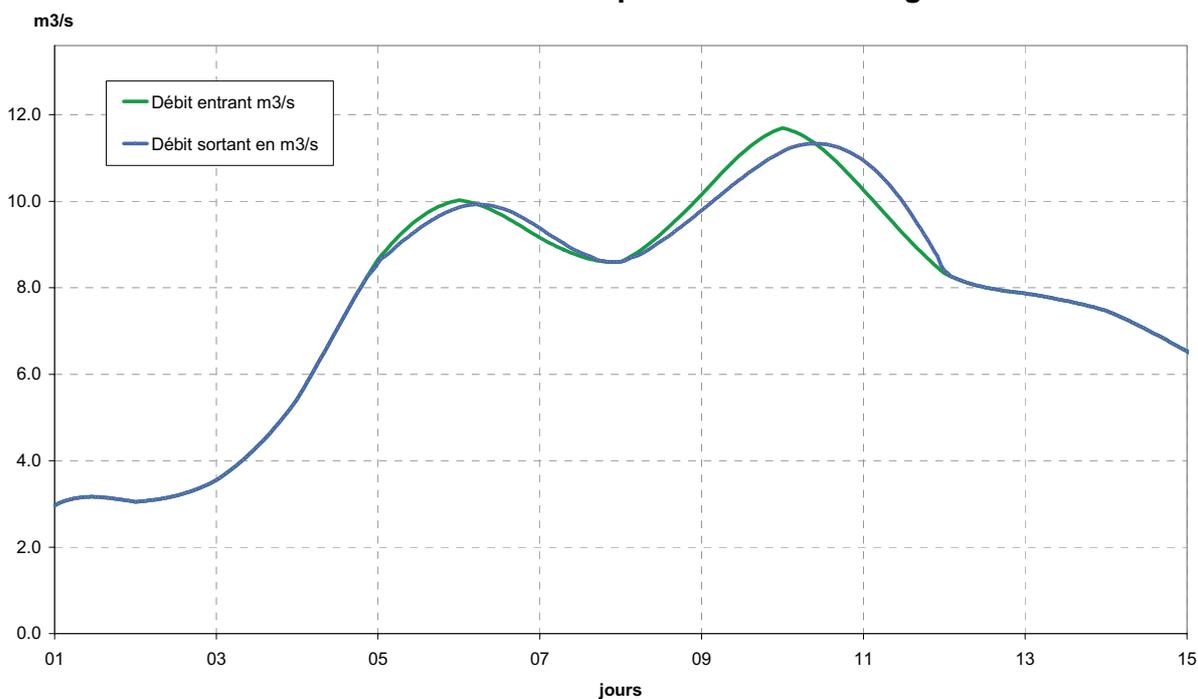


Le site situé sur la Saudrenne est assez efficace étant donné qu'il dispose d'un volume stockable important et d'un petit bassin versant drainé. Le débit écrêté est de 0,5 m<sup>3</sup>/s soit 10% du pic de crue et le déphasage induit est de 24 heures environ.

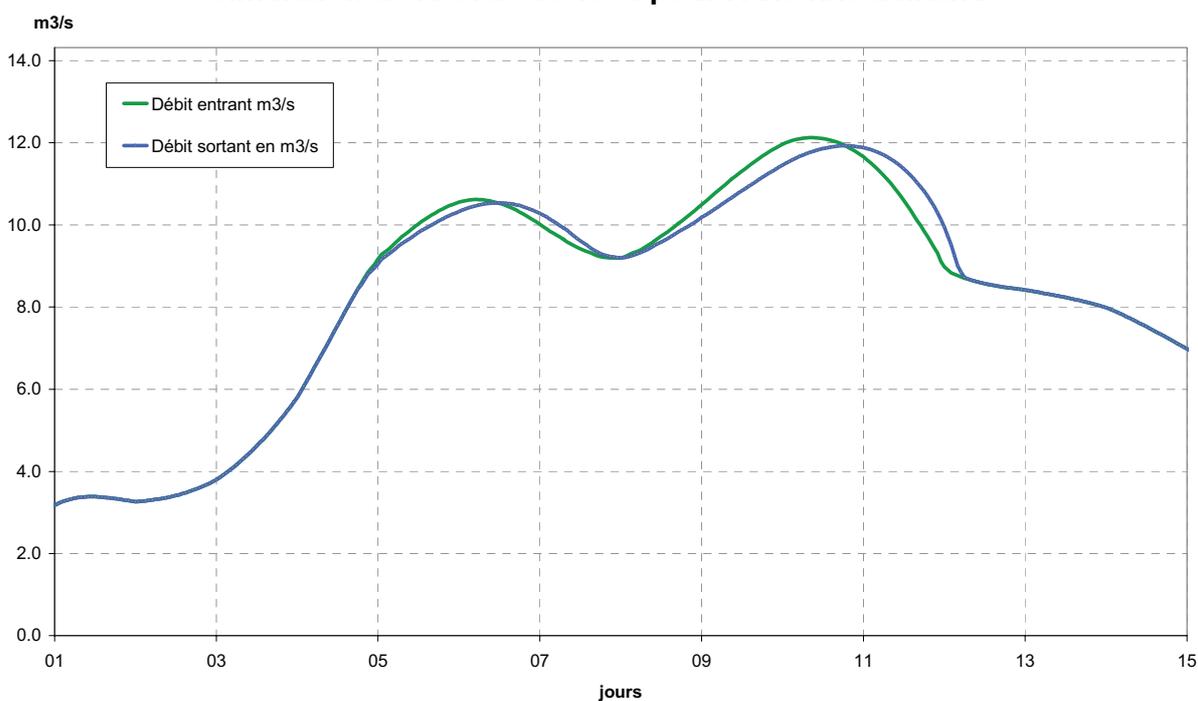
### 4.2.3 L'Antenne

Les deux sites situés sur l'Antenne amont sont quasiment de volumes équivalents et en série. Leurs débits de début de surstockage sont respectivement de l'amont vers l'aval de 8 et 8,3 m<sup>3</sup>/s. Les résultats pour chacun des sites sont les suivants.

**Simulation de la Crue de 1994 pour l'Antenne à Bagnizeau**

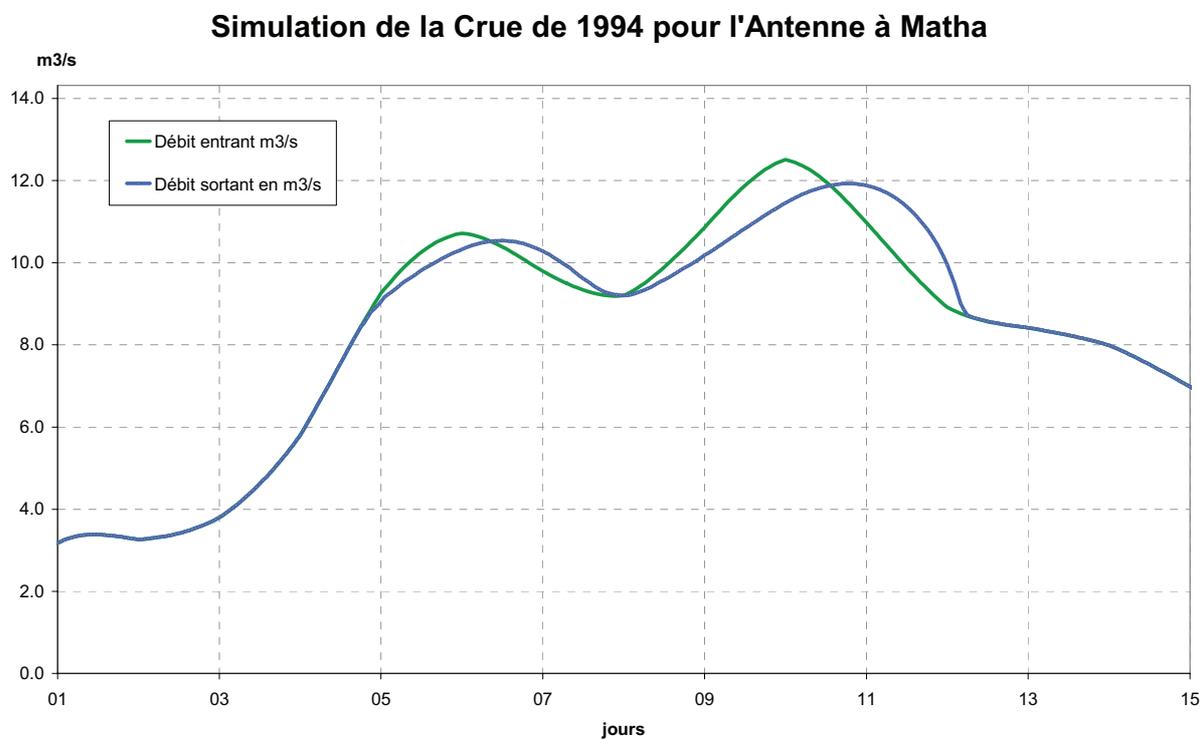


**Simulation de la Crue de 1994 pour l'Antenne à Matha**



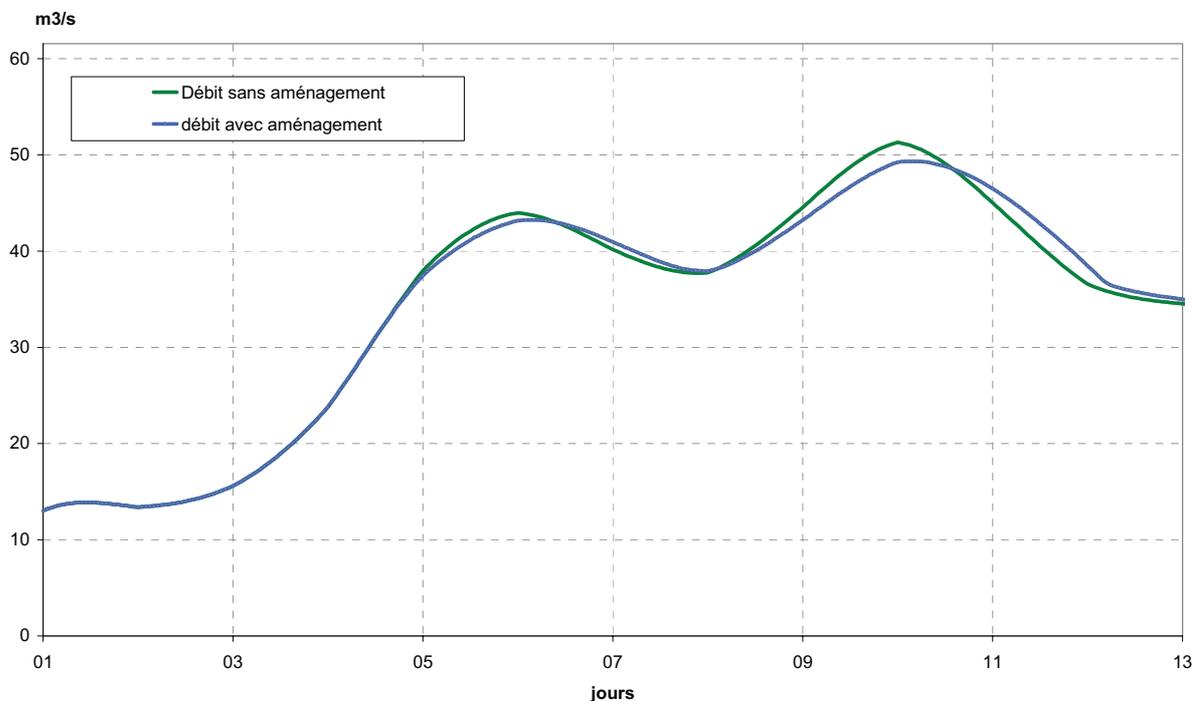
Le graphique suivant présente l'impact des deux sites sur les débits à Matha.

Le débit écrêté est seulement de 0,5 m<sup>3</sup>/s et le déphasage induit est de 24 heures environ.



Le graphique suivant présente l'impact des cinq sites de surstockage situés sur la partie amont du bassin versant sur les débits au niveau du marais de Saint-Sulpice

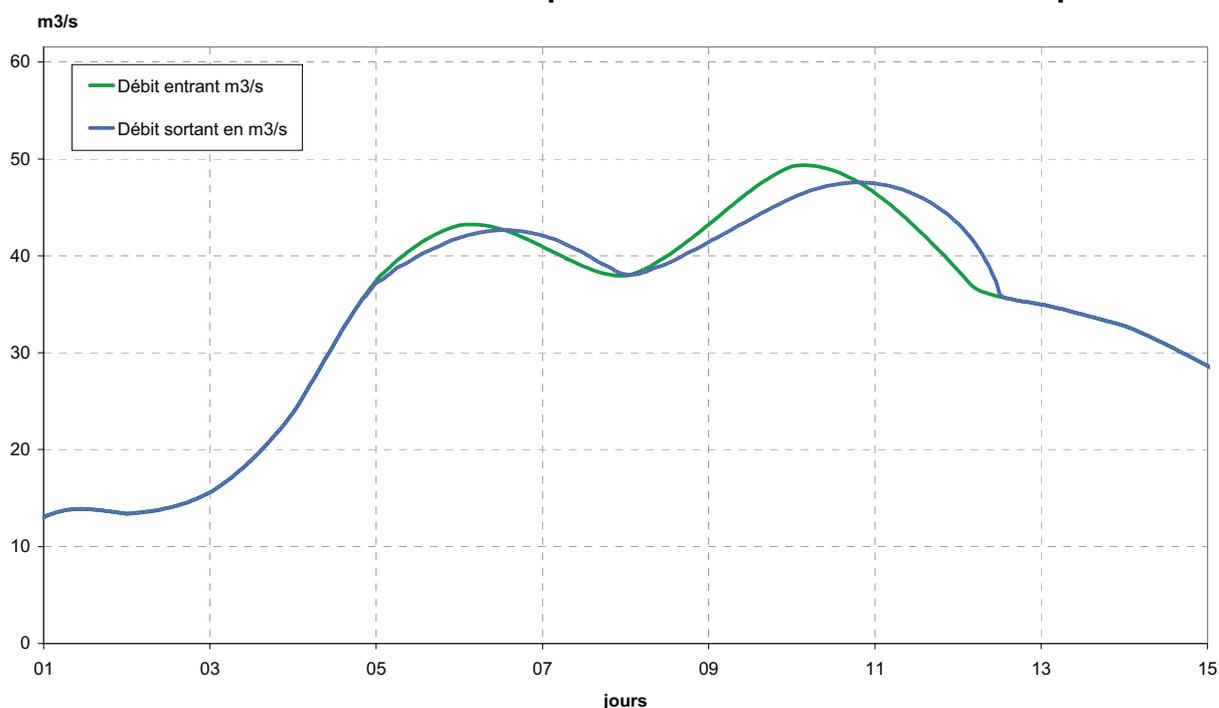
### Simulation de la Crue de 1994 pour l'Antenne au Marais de St Sulpice



L'aménagement des cinq sites sur l'amont du bassin versant permettrait d'écrêter le débit de pointe de 2 m<sup>3</sup>/s. Soit une diminution d'environ 4% du débit de pointe décennal.

Le marais de Saint Sulpice est sous influence directe du moulin de Préziers et de sa gestion. Pour le calcul suivant, cette influence n'a toutefois pas été prise en compte. Les volumes sont ainsi mobilisés sans tenir compte pour le moment d'une influence aval sur les débits de fuites.

### Simulation de la Crue de 1994 pour l'Antenne au Marais de St Sulpice



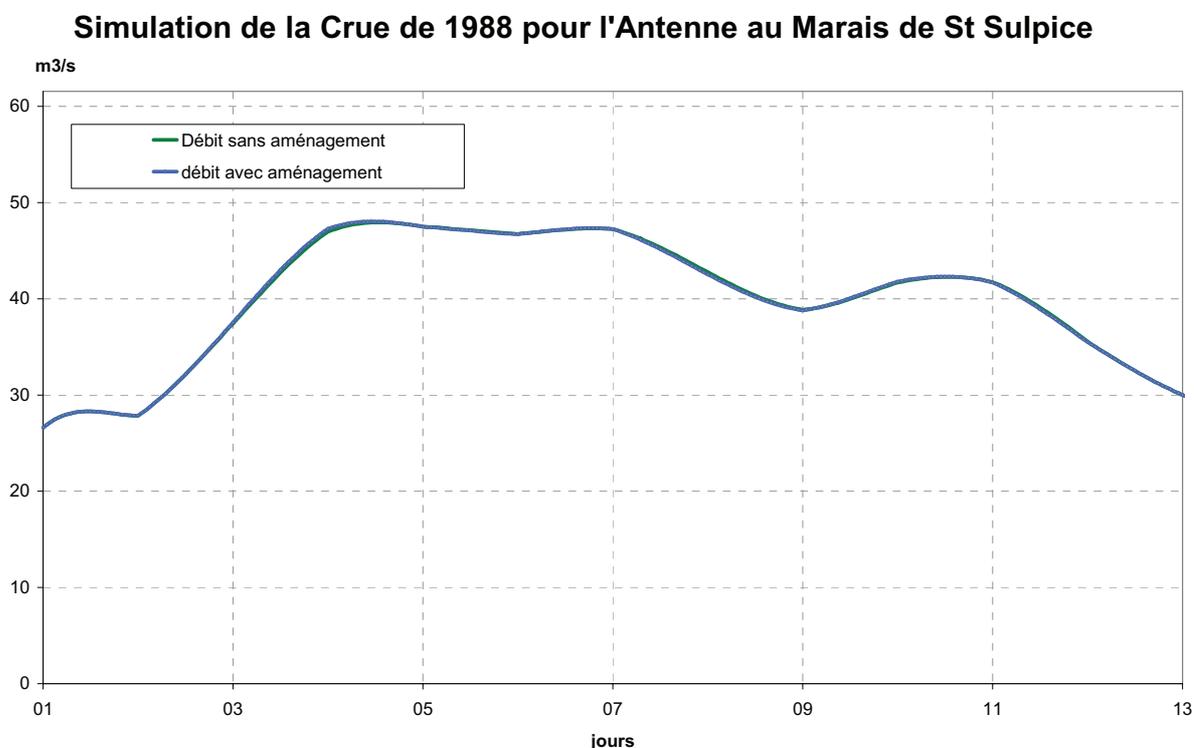
L'aménagement de tous les sites (les 5 ouvrages amont et celui de Saint-Sulpice) permettrait d'écarter de 3,7 m<sup>3</sup>/s et induirait un déphasage d'environ 24 heures. L'efficacité du système est donc limitée face à une crue d'intensité décennale. Ceci s'explique par l'inertie des crues, qui sont lentes et nécessitent par conséquent la mobilisation de volumes considérables pour pouvoir envisager une efficacité réelle. Le tableau suivant synthétise les volumes de crues écoulés en une journée et rappelle les volumes mobilisables

	Volume de surstockage	Crue de 2000	Crue de 1994	Crue de 1982
<b>Briou</b>	6 894	253 144	357 804	521 659
<b>Marais Briou</b>	47 301	544 405	769 483	1 121 865
<b>Bagnizeau</b>	72 572	714 802	1 010 330	1 473 007
<b>Matha</b>	74 360	764 579	1 080 686	1 575 582
<b>Saudrenne</b>	103 285	294 557	416 339	607 000
<b>Saint Sulpice</b>	441 947	2 814 499	3 978 124	5 799 891

### 4.3 Impact des ouvrages sur les autres crues

Parmi les crues simulées avec le modèle CycleauPE, la crue de 1988 est proche de la crue décennale de 1994. Le débit de pointe simulé pour la crue de 1988 est inférieur à celui de la crue de 1994 d'un peu moins de 4 m<sup>3</sup>/s. Elle constitue donc un cas intéressant pour simuler l'impact des ouvrages, tels qu'ils ont été dimensionnés pour la crue de 1994.

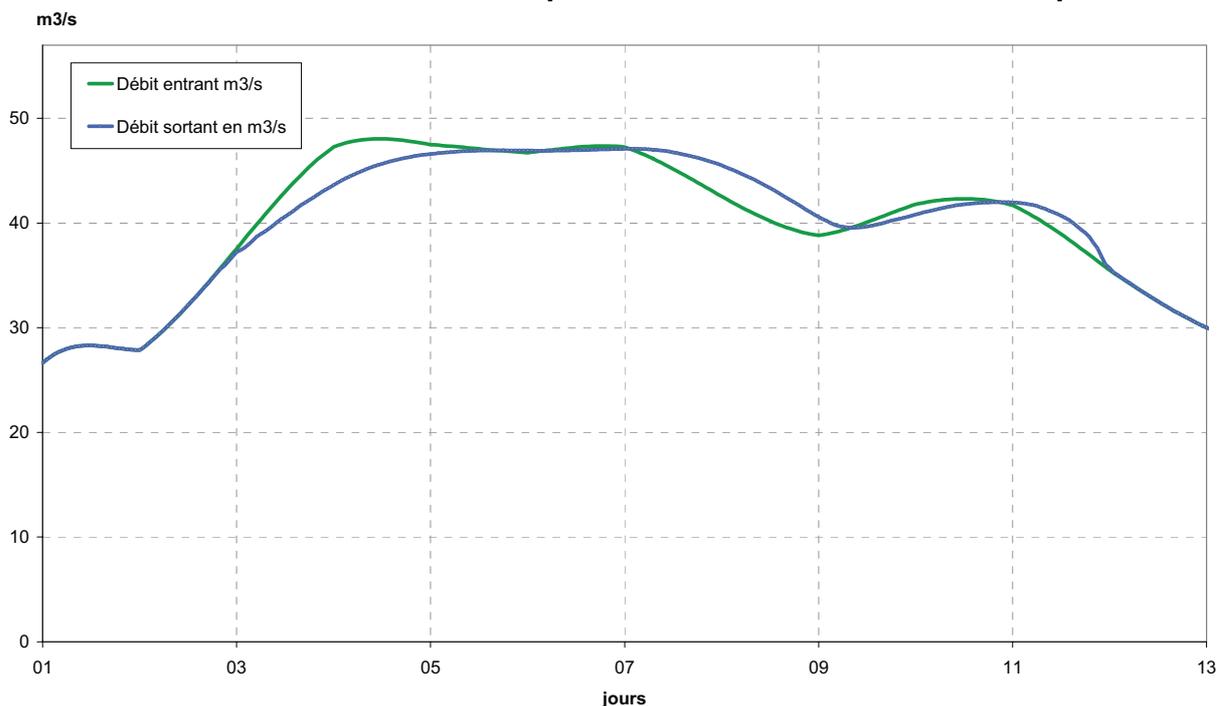
Le graphique suivant présente l'impact des cinq sites amont sur la crue de 1988 avant le marais de Saint Sulpice. Le détail pour les sites amont est fourni en annexe 3.



Le débit écrêté est quasiment nul et le déphasage également. Les ouvrages amont deviennent inefficaces sur une crue dont l'intensité est légèrement plus faible (5% seulement).

Le graphique suivant présente les résultats pour le marais de Saint Sulpice. Les hypothèses sur l'influence du moulin de Préziers, précédemment énumérées, ont été conservées.

### Simulation de la Crue de 1988 pour l'Antenne au Marais de St Sulpice



Le débit écrêté est de 0,5 m<sup>3</sup>/s et le déphasage induit est d'environ 24 heures. Le rôle écrêteur du marais est, face à cet événement, très limité.

La crue de 1988 présente un écart du débit de pointe d'environ 5% seulement par rapport à la crue de 1994. Cette très faible variation – un peu moins de 4 m<sup>3</sup>/s, entraîne une inefficacité complète du dispositif. Il en ressort que le dimensionnement réalisé pour une crue donnée devient inadapté sur une autre crue même d'intensité très proche.

#### 4.4 Impact des aménagements sur les secteurs inondés

Le volume 1 du DOCOB de la vallée de l'Antenne présente deux objectifs de gestion importants :

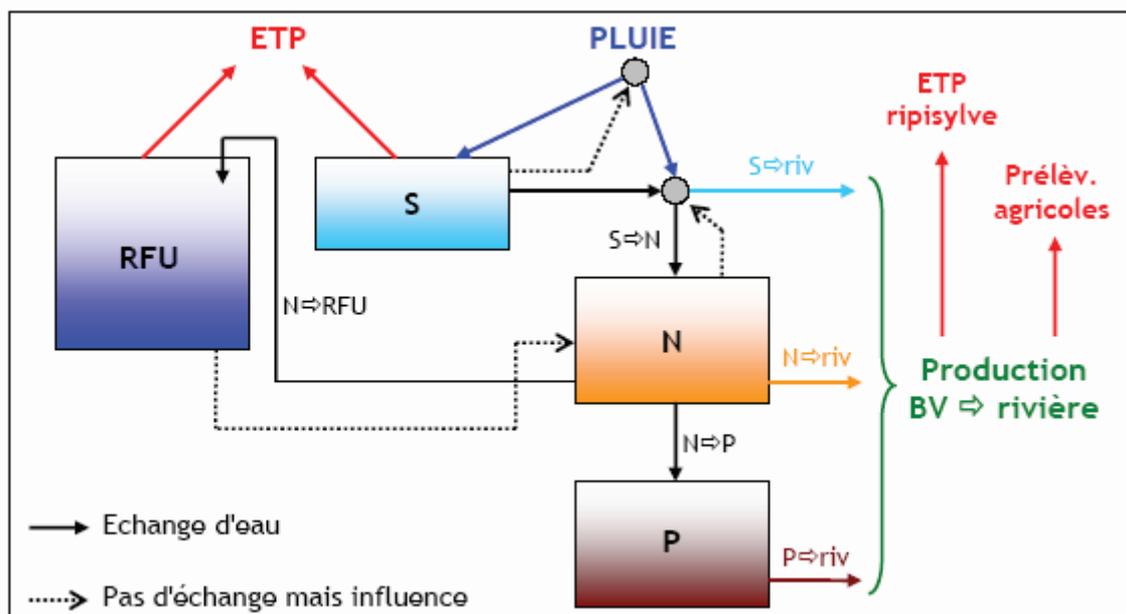
- le premier concernant l'eau au niveau du bassin versant « Organiser la rétention des eaux »
- le second concernant la gestion des boisements alluviaux « Maintenir le caractère inondable des parcelles (hiver+printemps) ».

Ces deux objectifs coïncident parfaitement avec le principe de gestion des hautes eaux à travers la mise en place de zones de surstockage. En effet, la création de zone de surinondation favorise le développement de biotopes visés par le DOCOB, tels que la mégaphorbiaie et frênaie alluviale.

Le projet de gestion des eaux en période de crue est en totale cohérence avec les objectifs Natura 2000, et est même décrit dans les fiches d'action « mettre en œuvre un protocole expérimental de gestion des hautes eaux en période de crue ». Néanmoins, le fonctionnement décrit dans le DOCOB n'est plus d'actualité et sera sans doute modifié dans son application

## Annexe 1 : Cycleaupe

Le modèle "réservoir mis en œuvre sur le bassin versant s'appuie sur la structure suivante :



Le modèle comporte 4 réservoirs :

- Le réservoir superficiel (noté S), à capacité limitée ( $S_{max}$ )
- Le réservoir non saturé (noté N), à capacité limitée ( $N_{max}$ )
- Le réservoir "humidité" (noté RFU), à capacité limitée ( $RFU_{max}$ ). Il représente le potentiel matriciel du sol.
- Le réservoir profond saturé (noté P), sans limite de capacité

Ces réservoirs et leurs fonctionnements sont représentés schématiquement sur la figure suivante :

### Modalités de fonctionnement :

La production du bassin versant vers la rivière dépend dans ce modèle des précipitations (PLUIE) et de l'évapotranspiration potentielle (ETP), qui font réagir les différents réservoirs, qui eux-mêmes se vidangent, chacun à leur rythme, dans la rivière.

1. Dans le modèle, la pluie alimente directement le sol, la zone non saturée et le ruissellement. Les proportions de ces échanges (compris entre 0 et 1 pour chaque compartiment) sont en interaction et dépendent de leur état respectif à J-1. Lorsque la pluie s'abat sur le bassin, le taux de remplissage du réservoir S (rapport  $S/S_{max}$ ) commande la part infiltrée dans S et la part qui passera directement dans N. Ainsi, un sol humide va favoriser l'alimentation de la zone non saturée. Si les apports

pluviométriques sont supérieurs à la capacité  $S_{max}$ , il y a transfert. La part évaporée vient réduire le stock de  $S$  (La pluie précède l'évaporation dans le modèle).

2. En fonction du taux de remplissage de  $N$  ( $N/N_{max}$ ), les apports à  $N$  (pluie et transfert depuis  $S$ ) vont soit ruisseler ( $S-Riv$ ), soit alimenter  $N$  ( $S-N$ ). Ainsi, un fort remplissage de  $N$  favorisera le ruissellement direct.

3. Le réservoir  $N$  commande à la fois les écoulements retardés vers le cours d'eau (ressuyage, décrue, etc...) et les apports au réservoir profond  $P$  (recharge des nappes). Cette vidange de  $N$  vers  $P$  ou la rivière est régulée par la notion de capacité au champ (potentiel matriciel du sol = capacité du sol à retenir l'eau dans l'espace interstitiel grâce aux forces de capillarité). Ce potentiel va donc avoir tendance à soit retenir l'eau dans la zone non saturée si l'humidité du sol est faible, soit la laisser s'écouler si l'humidité est élevée.

C'est à ce niveau qu'intervient le réservoir RFU, caractéristique de la capacité au champ du sol. RFU est alimenté par  $N$  et vidangée par la part de l'ETP non satisfaite par le stock du sol (lorsque  $S = 0$ ).

Les échanges depuis  $N$  vers  $P$  et  $Riv$  ( $N-Riv$  et  $N-P$ ) sont proportionnels à  $RFU/RFU_{max}$  (plus l'humidité est forte, plus la vidange est importante). A l'inverse les échanges de  $N$  vers RFU ( $N-RFU$ ) sont proportionnels à  $1-RFU/RFU_{max}$  (plus l'humidité est faible, plus le transfert vers RFU est important).

Par ailleurs, l'intensité des échanges est aussi proportionnelle au stock de  $N$ . Plus le remplissage de  $N$  est élevé, plus les transferts d'eau vers RFU,  $P$  ou  $Riv$  sont importants. Enfin, la part relative des sorties d'eau depuis  $N$  est paramétrée par  $KN-RFU$ ,  $KN-P$  et  $KN-Riv$ .

4. La vidange du réservoir profond  $P$  assure le débit de base du cours d'eau, notamment à l'étiage. Cette vidange ( $P-Riv$ ) est directement proportionnelle au remplissage de  $P$ . Elle suit la loi suivante, issue du modèle GR4']:

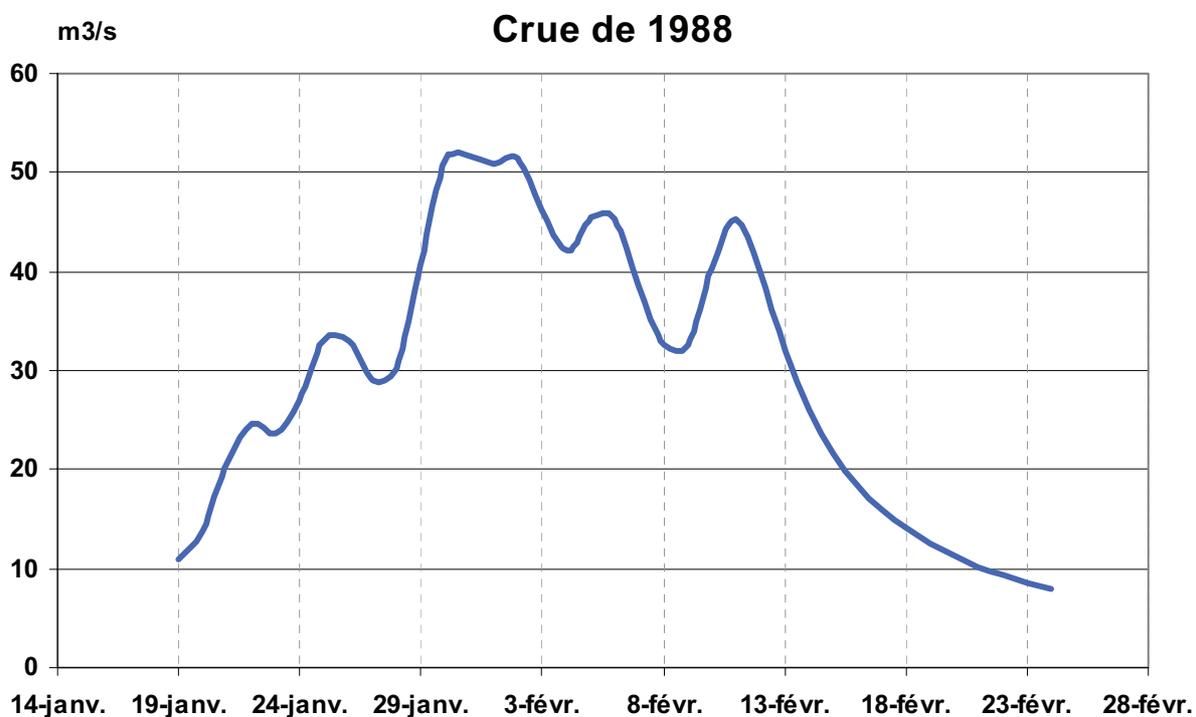
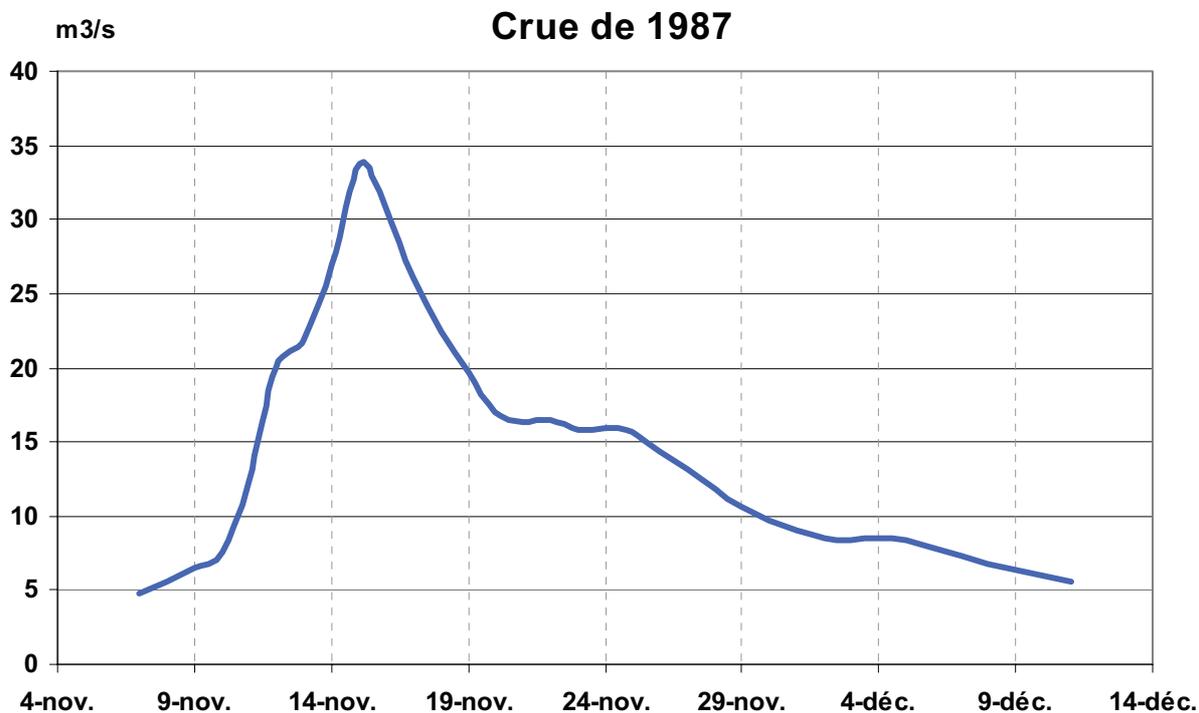
$$Q = P \left\{ 1 - \left[ 1 + \left( \frac{P}{P_{max}} \right)^4 \right]^{-\frac{1}{4}} \right\}$$

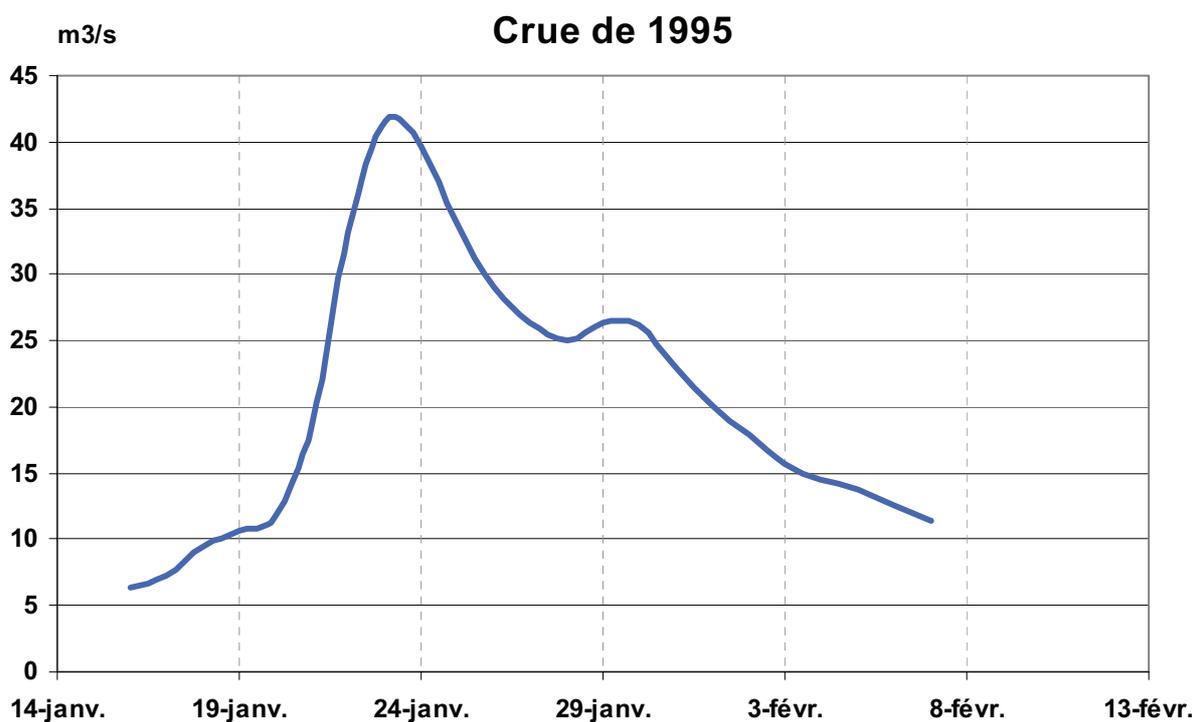
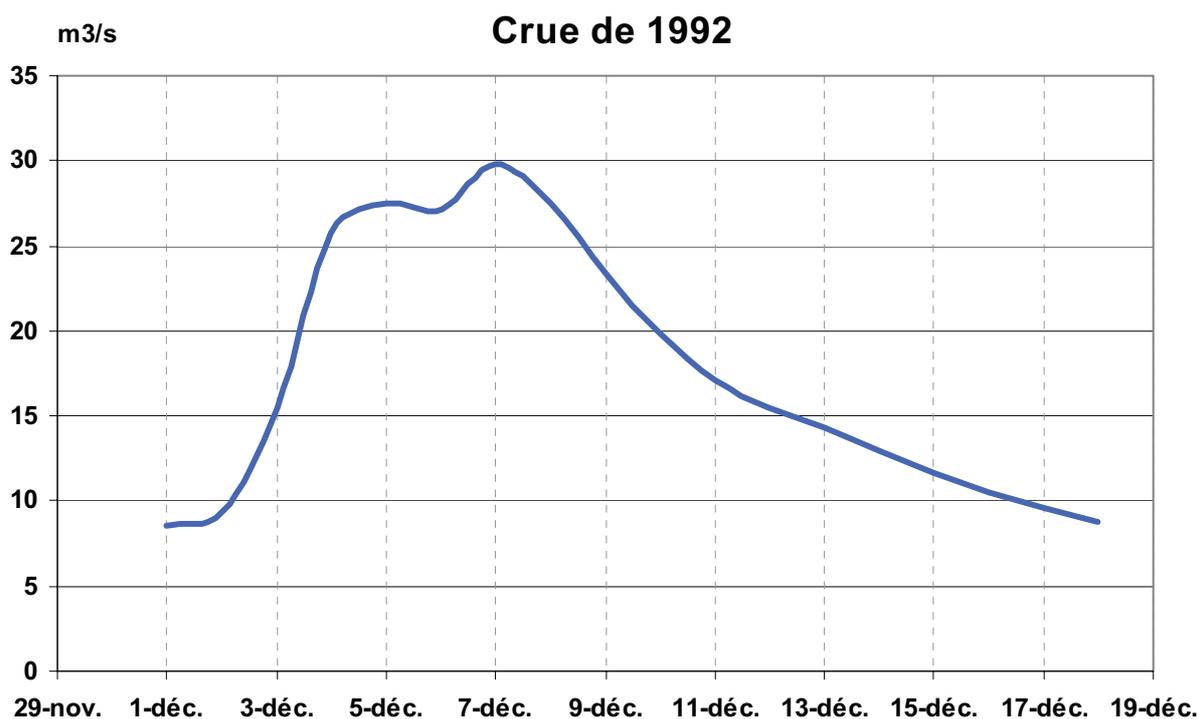
Cette modification a été apportée au modèle CycleauPE afin de mieux pouvoir simuler les périodes d'étiage. La loi précédemment utilisée ne permettait pas de retranscrire parfaitement la fin du tarissement. Dans ce contexte particulier du bassin versant de l'Antenne cette nouvelle loi permet donc de mieux retranscrire les débits observés.

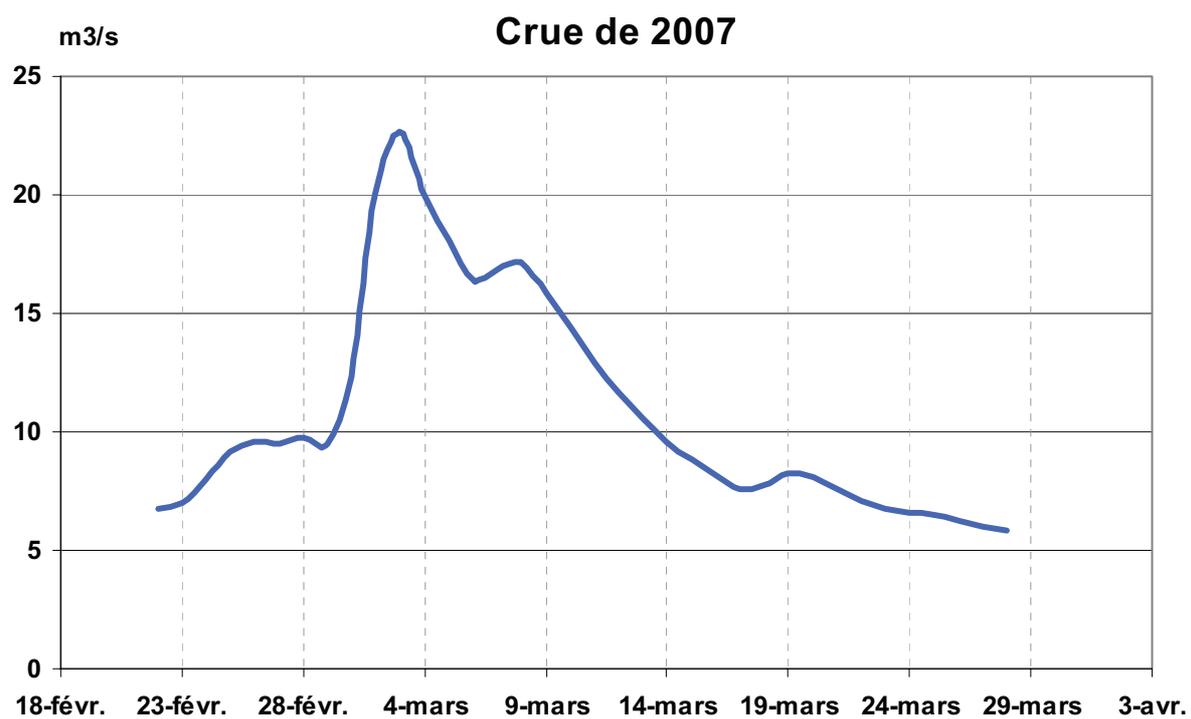
5. La production du bassin versant, apportée à la rivière, est donc l'addition des termes  $S-Riv$ ,  $N-Riv$  et  $P-Riv$ . »

Les critères de Nash et de bilan sont également utilisés avec le modèle CycleauPE afin d'évaluer la robustesse du calage.

## ANNEXE 2 : crues de l'Antenne

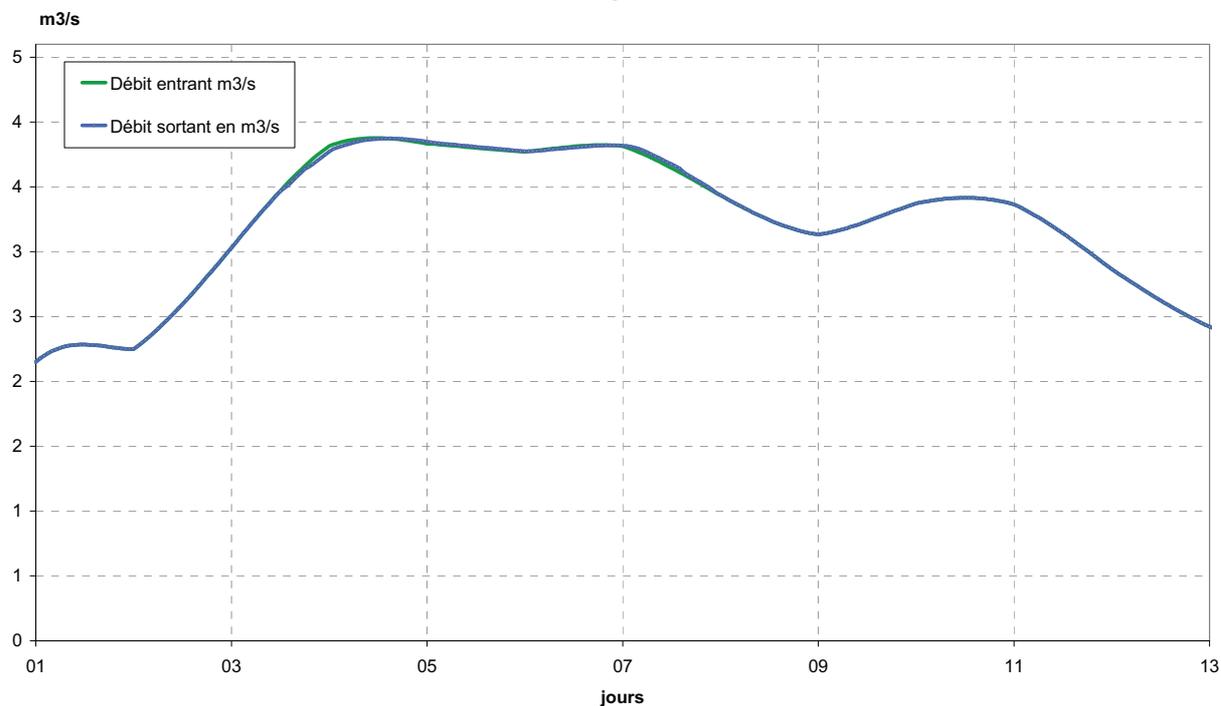




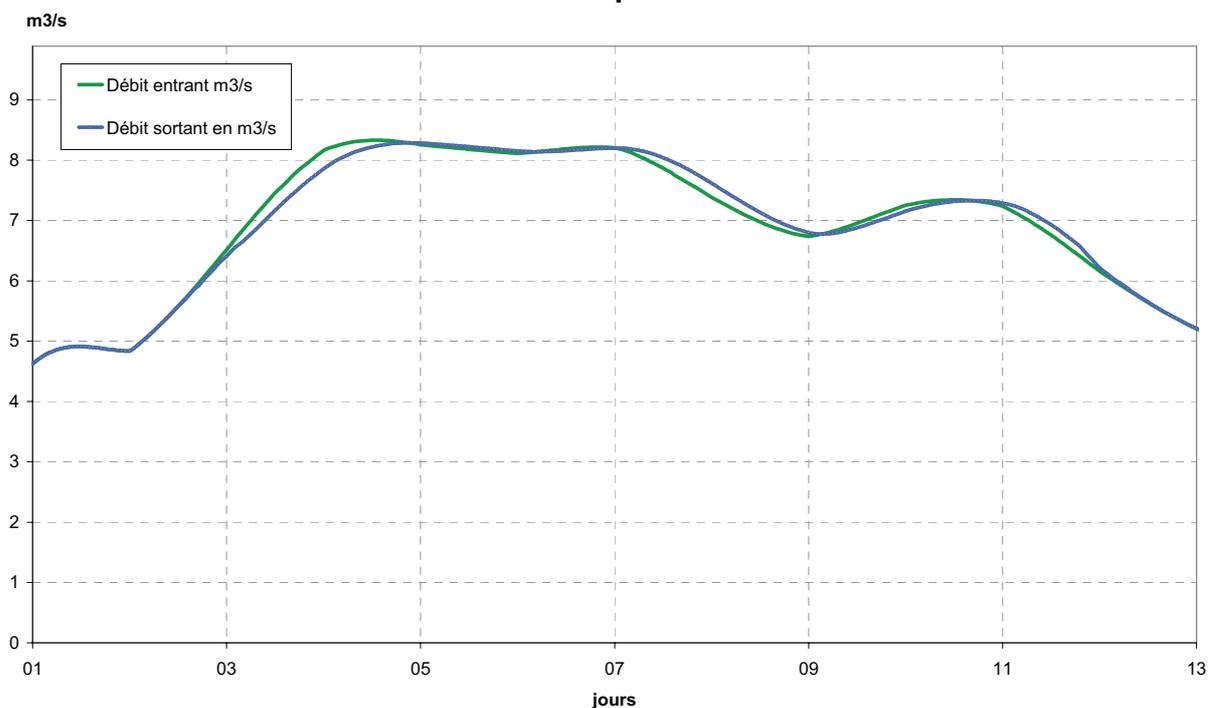


## ANNEXE 3

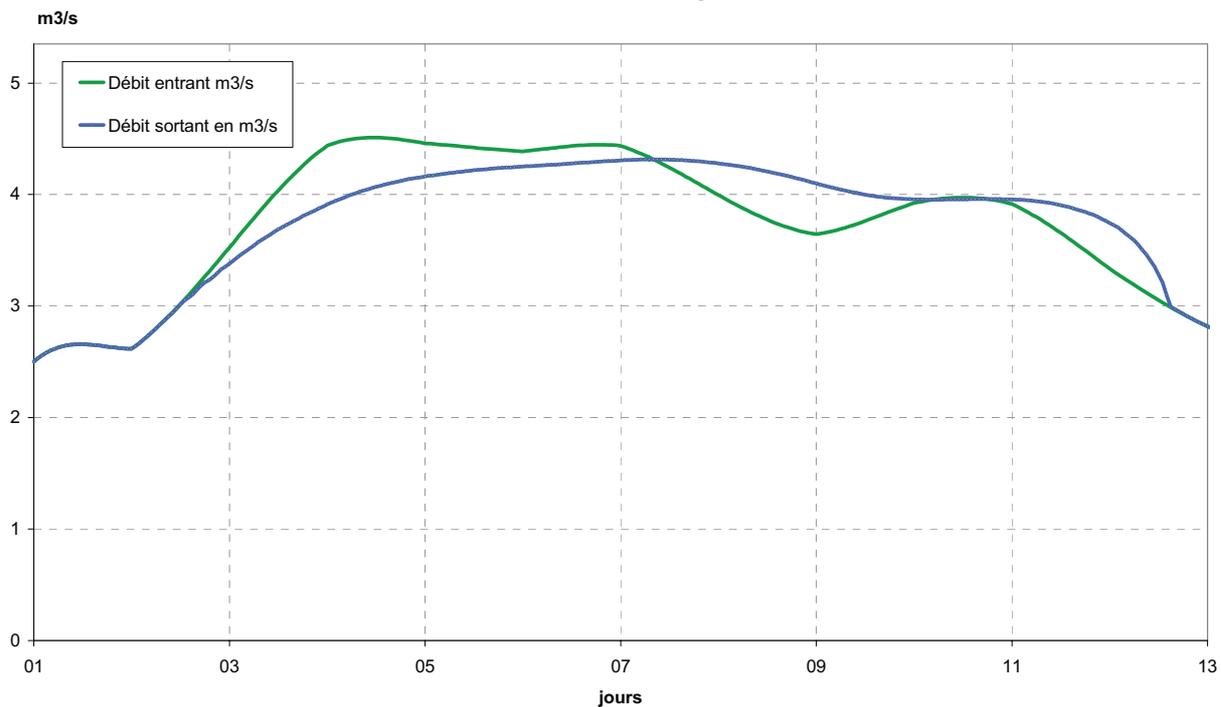
### Simulation de la Crue de 1988 pour le site amont sur le Briou



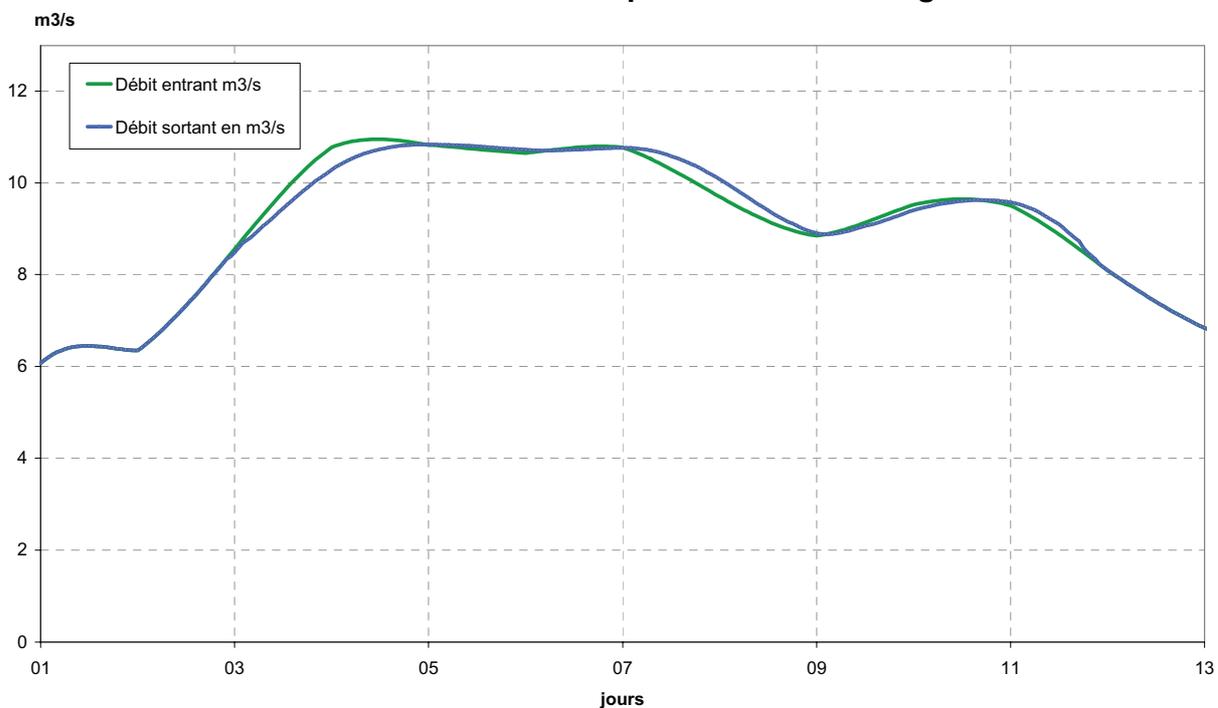
### Simulation de la Crue de 1988 pour le site aval sur le Briou



### Simulation de la Crue de 1988 pour la Saudrenne



### Simulation de la Crue de 1988 pour l'Antenne à Bagnizeau



### Simulation de la Crue de 1988 pour l'Antenne à Matha

