

**Conseil Général de la
Haute Marne**

**ÉTUDE HYDRAULIQUE
DU FLAMBART SUR LA COMMUNE DE
BREUVANNES EN BASSIGNY**

Rapport intermédiaire phase I

Version définitive

Réf. : XX

Juillet 2008

Sommaire

1	Avant-propos	3
2	Objet de l'étude	3
3	Situation géographique	4
4	Diagnostic général du bassin versant et du cours d'eau	5
4.1	Contexte géologique	5
4.2	Caractéristiques du cours d'eau	5
4.3	Occupation du sol du bassin versant	5
5	Approche historique	6
6	Analyse hydrologique	7
6.1	Temps de concentration du bassin versant	7
6.2	Pluviométrie	8
6.3	Probabilité d'occurrence d'une crue	10
6.4	Estimation des débits de crue	11
6.4.1	Débit decennal.....	11
6.4.2	Débit centennal.....	16
6.4.3	Apports d'eau complémentaires possible.....	17
6.4.4	Synthèse des estimations de débit retenues dans le cadre de cette étude.....	19
7	Diagnostic hydraulique du secteur étudié	19
7.1	Etude hydrogéomorphologique du secteur étudié	20
7.2	Capacité hydraulique des différents ponts	20
7.3	Modélisation numérique pour les crues décennales et centennales	21
7.3.1	Résultats en terme de débits débordants au niveau des ouvrages.....	22
7.3.2	Résultats en terme de hauteur d'eau au niveau des ouvrages.....	23
7.3.3	Cartographie des zones inondables par les crues décennale et centennale.....	26
8	Conclusion	26
9	Bibliographie	28
10	Annexes	29

1 AVANT-PROPOS

Ce rapport a été rédigé à la demande du CONSEIL GENERAL DE LA HAUTE-MARNE par la société ALP'GEORISQUES – Bâtiment Magbel – Rue du Moirond – 38420 – DOMENE.

Il fait suite aux reconnaissances de terrain effectuées par Jean-Luc MICHAUX, chargé d'étude, et aux levés topographiques réalisés par la société ARTIGEO.

2 OBJET DE L'ETUDE

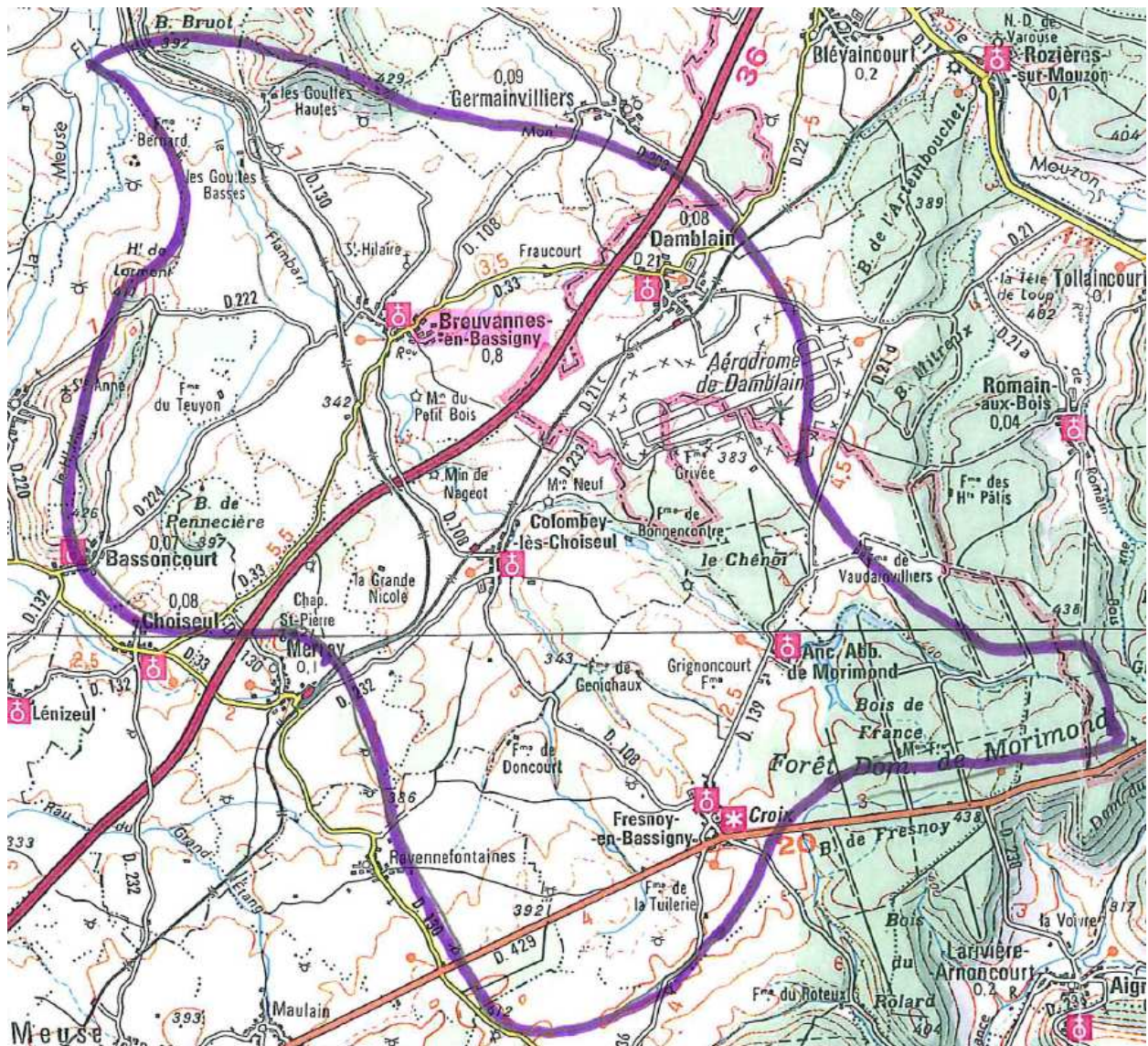
Cette étude concerne le cours d'eau du FLAMBART au niveau du bourg de BREUVANNES-EN-BASSIGNY. Le secteur étudié se situe entre la confluence du FLAMBART avec le ruisseau du FOLLOT, en amont du pont de la RD 33 et le pont de la voie ferrée, en aval du Bourg, sur un linéaire de 900 m environ.

Les principaux objectifs de cette étude sont les suivants :

- étudier l'impact de la RD 224 qui traverse le lit majeur du Flambart en terme d'inondation pour savoir si la présence de ce pont accroît l'aléa dans le bourg.
- étudier la possibilité d'effectuer un prélèvement de 7 à 14 l/s dans le Flambart, notamment en étiage.

3 SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le FLAMBART est un affluent rive droite de la MEUSE amont, dans le territoire du BASSIGNY, à cheval sur les départements de la HAUTE-MARNE et des VOSGES. Son bassin versant total est de 76,5 km² au niveau de la confluence avec la Meuse.



Au droit du secteur d'étude, les caractéristiques des différents bassins versant sont les suivantes :

	Flambart juste en amont de sa confluence avec le Follot	Follot au droit de sa confluence avec le Flambart	Flambart en aval de sa confluence avec le Follot
Superficie du bassin versant (km ²)	44	10	54
Linéaire du cours d'eau (km)	12,7	5,8	12,7
Altitude maximale du bassin versant (m)	460	400	460
Altitude minimale du bassin versant (m)	325	325	325

4 DIAGNOSTIQUE GENERAL DU BASSIN VERSANT ET DU COURS D'EAU

4.1 CONTEXTE GEOLOGIQUE

Le bassin versant du FLAMBART se situe principalement dans des terrains sédimentaires du Jurassique inférieur (Lias) composés principalement de marnes (calcaires + argiles) et d'argiles. Ces terrains sont plutôt imperméables et vont donc être favorables au ruissellement.

4.2 CARACTERISTIQUES DU COURS D'EAU

Sur le secteur étudié, entre la confluence du FOLLOT et du FLAMBART, et le pont de la voie ferrée, le lit mineur a été aménagé en un fossé profond de 2m en moyenne. Ce fossé est grossièrement rectiligne. Ce calibrage du lit mineur, qui date au moins du début du siècle, avait probablement pour objectif à l'époque de réduire le champ d'expansion des crues, afin de mettre hors d'eau des terres destinées à la pâture, à la culture, ou au développement du bâti du village de Breuvannes.

4.3 OCCUPATION DU SOL DU BASSIN VERSANT

Le bassin versant du Flambart se situe en zone rurale. Il est fortement boisé dans sa partie sommitale (bois de Morimond). Les prairies et les cultures se partagent le reste du bassin. Les terres à nue en hiver vont favoriser le ruissellement. Les villages situés en amont de Breuvannes sont Damblain, Colombey-lès-Choiseuil, Frsenoy-en-Bassigny. Deux grosses infrastructures se situent sur le bassin versant : l'autoroute A31 qui le traverse de part en part juste en amont de Breuvannes, ainsi qu'une base aérienne militaire à Damblain, qui devrait être reconvertie en plate-forme logistique.

Occupation du sol du bassin versant du Flambart en amont de Breuvannes	Superficie (km ²)	% du total
Zone Urbanisée	2,9	5%
Forêt	13,0	24%
Culture	22,7	42%
Prairie	16,2	30%
Total	53,9	100%

5 APPROCHE HISTORIQUE

L'analyse des conséquences des crues passées permet de mieux appréhender le fonctionnement du cours d'eau. Outre les données quantitatives, toujours délicates à obtenir en l'absence de dispositif de mesure, elle permet d'établir des hypothèses relatives au fonctionnement de quelques points particuliers (ouvrages, sections particulières) et des champs d'inondation.

Le cours d'eau du Flambart a déjà débordé à plusieurs reprises dans le bourg de Breuvannes. Les limites de ces crues issues de témoignages ainsi que les laisses de crues sont présentées sur la carte historique et hydrogéomorphologique en annexe.

Les dernières crues qui ont marqué les mémoires en inondant le bourg sont les suivantes :

- Noël 1980 : inondation jusqu'au pied de la mairie ;
- Décembre 1999 : crue après forte pluie sur sol gelé recouvert de neige ;
- Décembre 2001 : crue après forte pluie sur sol gelé recouvert de neige ;
- Octobre 2006 : deux fortes crues liées à des précipitations importantes et de longue durée. Celle liée aux pluies du 3/10/2006 a une période de retour supérieure à 20 ans, puisqu'elle correspond à un épisode de précipitations de période de retour 20 ans, renforcée par la présence de neige au sol et d'un sol gelé.

Remarquons que deux facteurs semblent favoriser l'apparition de fortes crues :

- la présence d'un sol gelé au moment du début des précipitations sous forme de pluie, qui accroît fortement le ruissellement, puisque l'eau qui tombe ne peut pas s'infiltrer ;
- la présence de neige au sol qui, en fondant, va libérer un stock d'eau important qui va s'ajouter aux précipitations.

Les Arrêtés de Catastrophe Naturelle pris sur la commune de Breuvannes sont les suivants :

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Inondations et coulées de boue	08/04/1983	11/04/1983	16/05/1983	18/05/1983
Inondations et coulées de boue	25/05/1983	30/05/1983	20/07/1983	26/07/1983
Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
Inondations et coulées de boue	29/12/2001	30/12/2001	26/04/2002	05/05/2002
Inondations et coulées de boue	02/10/2006	03/10/2006	01/12/2006	08/12/2006

6 ANALYSE HYDROLOGIQUE

Comme la majorité des petits cours d'eau, le Flambart est dépourvu de tout dispositif de jaugeage. L'estimation des débits instantanés de crues ne peut donc être réalisée qu'à l'aide de méthodes sommaires statistiques, pseudo-déterministes, ou par analogie avec des cours d'eau voisins jaugés. L'exploitation de ces méthodes permet d'obtenir un ordre de grandeur des débits instantanés de pointe pour la crue décennale et la crue centennale. Elles nécessitent la connaissance de diverses caractéristiques morphométriques et climatologiques des bassins versants étudiés.

Ces méthodes ne permettent que des approximations et leurs résultats doivent être exploités avec prudence. De plus, outre les informations directement nécessaires à l'utilisation de ces méthodes, il convient de considérer les bassins versants dans leur contexte afin d'apprécier la validité des résultats obtenus.

6.1 TEMPS DE CONCENTRATION DU BASSIN VERSANT

Le temps de concentration est défini par la durée nécessaire pour qu'une goutte d'eau partant du point le plus éloigné de l'exutoire du bassin versant parvienne jusqu'à celui-ci. Ce temps dépend du bassin versant, de la topographie du lit, ainsi que de l'occupation du sol. Ce dernier paramètre peut fortement influencer le ruissellement et par conséquent le temps de concentration des eaux.

Les temps de concentration des différents bassins versants ont été déterminés à partir de la formule de Turazza :

$$T_c \text{ (min)} = 60 \times 0,108 \times \frac{(SL)^{1/3}}{\sqrt{p}}$$

S : surface du bassin versant en km²

L : longueur du plus long talweg en km

p : pente moyenne du talweg en m/m

Les résultats sont les suivants :

Temps de concentration des bassins versants	Flambart juste en amont de sa confluence avec le Follot	Follot au droit de sa confluence avec le Flambart	Flambart juste en aval de sa confluence avec le Follot
Superficie du bassin versant (km ²)	44	10	54
Linéaire du cours d'eau (km)	12,7	5,8	12,7
Pente moyenne du talweg (m/m)	0,011	0,013	0,011
Dénivelée correspondante en m	135	75	135
Tc Turazza (h)	9	4	9

Rappelons cependant que le temps de concentration d'un bassin versant n'est qu'un ordre de grandeur, et « qu'une précision de 50% est presque utopique » (cf. « Technique des barrages en aménagement rural »).

6.2 PLUVIOMETRIE

Le temps de concentration du bassin versant du Flambart au droit du secteur d'étude étant de l'ordre de 9h, ce sont les pluies de longue durée qui vont être à l'origine des fortes crues, plutôt que les fortes averses de courte durée. Cette analyse est confirmée par les témoignages recueillis ainsi que par l'analyse des crues historiques qui se situent toutes durant l'automne ou l'hiver, période de précipitations de longue durée, et non pas en été, lors de fortes averses d'orage.

Nous nous bornerons donc à la recherche des paramètres indispensables à l'estimation des débits de crue du bassin versant étudié :

- les précipitations journalières centrées sur les intensités maximales,
- les précipitations journalières non centrées,

Les postes météorologiques situés autour de BREUVANNES sont les suivants : VAL-DE-MEUSE et IS-EN-BASSIGNY. Ils fournissent des cumuls de précipitations sur 24 h (source : Météo France) qui permettent d'estimer les précipitations journalières de période de retour dix ans et cent ans.

Station du Val de Meuse – Période 1958 – 2006			
Durée de retour (Années)	Hauteur estimée (mm)	Intervalle de confiance à 70% (mm)	
5	46,8	44,0	49,5
10	54,8	50,7	58,9
20	63,2	57,0	69,4
30	68,3	60,4	76,2
50	74,9	64,4	85,4
100	84,5	69,5	99,4

Station d'Is en Bassigny – Période 1992 – 2006			
Durée de retour (Années)	Hauteur estimée (mm)	Intervalle de confiance à 70% (mm)	
5	46,0	43,4	48,6
10	49,7	46,8	52,6
20	52,8	49,4	56,2
30	54,4	50,7	58,1
50	56,1	51,9	60,4
100	58,2	53,2	63,2

Station du Val de Meuse : Valeurs maximales de l'échantillon traité	
Hauteur observée (mm)	Date
75,9	11/06/1988
67,0	06/09/1999
65,2	11/11/1996
64,0	30/09/1965
63,2	03/10/2006

Station d'Is en Bassigny : Valeurs maximales de l'échantillon traité	
Hauteur observée (mm)	Date
56,0	06/09/1999
49,4	29/09/1999
47,6	11/11/1996
46,6	06/11/1997
45,0	03/10/2006

La période d'observation de la station de IS-EN-BASSIGNY est trop courte (14 ans) pour fournir des estimations de précipitations de qualité. Nous baserons donc notre analyse uniquement sur les estimations issues du poste de VAL-DE-MEUSE. D'autre part, dans le cadre de cette étude, seuls les phénomènes de période de retour 10 et 100 ans seront étudiés. Nous retiendrons donc les valeurs suivantes pour les estimations de précipitations décennale et centennale en 24 h sur la zone d'étude :

$$P_{10} = 55 \text{ mm}$$

$$P_{100} = 85 \text{ mm}$$

Correction de WEISS sur les précipitations

Les données précédentes sont des estimations de précipitations obtenues à partir d'études statistiques sur des données à heures fixes. La conséquence est une sous-estimation des pluies maximales. Afin d'obtenir une estimation des précipitations centrées sur un épisode pluvieux réel, on applique une correction appelée correction de WEISS :

$$P_{centrée} = \frac{1}{1 - \frac{1}{8L}} P$$

où,

$P_{centrée}$: Pluie centrée sur un épisode pluvieux (mm)

P : Pluie mesurée à pas de temps fixe (mm)

L : Durée de la pluie (jour)

Pour une pluie de 1 jour, nous avons donc :

$$P_{\text{centrée}} = 1.14 P$$

Nous obtenons donc les valeurs de précipitations en 24 h suivante sur la zone d'étude :

$$P_{10 \text{ centrée}} = 63 \text{ mm,}$$

$$P_{100 \text{ centrée}} = 96 \text{ mm}$$

Coefficient d'abattement spatial sur les précipitations

Les précipitations n'étant pas homogènes à l'échelle des bassin versants, un coefficient d'abattement spatial est appliqué aux estimations de précipitations. Ce coefficient dépend de la surface du bassin versant et de la durée de la pluie.

$$k = \frac{1}{1 + \frac{\sqrt{S}}{30\sqrt[3]{D}}}$$

k : Coefficient d'abattement spatial

S : Superficie du bassin versant (km²)

D : Durée de la pluie (h).

Finalement, après application de ce coefficient, nous obtenons les estimations de précipitations suivantes :

Détermination des pluies de projet	Flambart juste en amont de sa confluence avec le Follot	Follot au droit de sa confluence avec le Flambart	Flambart juste en aval de sa confluence avec le Follot	Flambart aux Gouttes Basses	Flambart à sa confluence avec la Meuse
Superficie du bassin versant (km ²)	44	10	54	70	76,5
K (coefficient d'abattement spatial)	0,93	0,96	0,92	0,91	0,91
P10 centrée avec abattement spatial (mm)	58,0	60,3	57,6	57,0	56,7
P100 centrée avec abattement spatial (mm)	89,5	92,9	88,8	87,8	87,5

6.3 PROBABILITE D'OCCURRENCE D'UNE CRUE

Le processus d'occurrence d'une crue est poissonnien. La probabilité d'observer une crue de période de retour T sur un intervalle de temps de τ années est :

$$P = 1 - \exp\left(\frac{-\tau}{T}\right)$$

Probabilité d'occurrence d'une crue		Durée de l'intervalle de temps d'observation (années)		
		1	10	100
Période de retour de la crue (années)	1	63.2%	99.99%	100.0%
	10	9.5%	63.2%	99.99%
	100	1.0%	9.5%	63.2%
	1000	0.1%	1.0%	9.5%

Ainsi, une crue centennale a une chance sur 100 de se produire ou d'être dépassée chaque année, et 63% de chance de se produire sur une période d'observation de 100 ans. Cette crue centennale correspond au phénomène que l'on verrait en moyenne 1 fois par siècle si l'on disposait d'une très longue période d'observation.

D'une manière générale, les estimations de débits portent sur le débit décennal (Q_{10}) et le débit centennal (Q_{100}).

L'événement centennal correspond bien à l'esprit de la loi sur l'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles puisqu'à l'échelle humaine, il présente un caractère exceptionnel.

De plus, indéniablement, ce temps de retour correspond à la durée considérée, par les assureurs, comme valeur actuarielle des biens.

6.4 ESTIMATION DES DEBITS DE CRUE

6.4.1 DEBIT DECENNAL

6.4.1.1 PAR ANALOGIE AVEC UN BASSIN VERSANT VOISIN

La formule de Myer permet de transposer les débits estimés pour un bassin versant à un autre bassin versant comparable de superficie connue.

$$Q_{\text{bassin2}} = Q_{\text{bassin1}} \times \left(\frac{S_{\text{bassin2}}}{S_{\text{bassin1}}} \right)^{0,8}$$

Q_{bassin1} : débit connu pour le bassin versant 1 en m^3/s

Q_{bassin2} : débit recherché pour le bassin versant 2 en m^3/s .

S_{bassin1} : superficie du bassin versant 1 en km^2 .

S_{bassin2} : superficie du bassin versant 2 en km^2 .

Le bassin versant de la Meuse possède une station hydrométrique à Goncourt, qui correspond à un bassin versant de 364 km² incluant le bassin versant du Flambart. Les estimations de débit à cette station sont les suivantes :

La Meuse à Goncourt : données hydrologiques de synthèse – période 1971 - 2008		
Fréquence	Débit journalier QJ(m³/s)	Débit instantané QIX (m³/s)
Q2	67	88
Q5	85	110
Q10	96	120
Q20	110	140
Q50	120	150
Q100	Non calculé	Non calculé

Les estimations de débit décennal pour les cours d'eau étudiés à partir de celles de la Meuse sont les suivantes :

	Flambart juste en amont de sa confluence avec le Follot	Follot au droit de sa confluence avec le Flambart	Flambart juste en aval de sa confluence avec le Follot	Flambart aux Gouttes Basses	Flambart à sa confluence avec la Meuse
Superficie du bassin versant (km ²)	44	10	54	70	76,5
Q10 (m3/s)	22	7	26	32	34

6.4.1.2 A PARTIR DE LA METHODE CRUPEDIX

Le débit décennal instantané peut être également être estimé à partir de la relation de Crupedix :

$$Q_{10} = S^{0.8} \times \left(\frac{P}{80} \right)^2 \times R$$

Q₁₀ : débit instantané de crue de fréquence décennale (m³/s)

S : superficie du bassin versant (km²)

P : pluie journalière de fréquence décennale (mm)

R : coefficient régionale.

Estimation du coefficient régional R :

Le coefficient régional R peut être calé à partir des estimations de débit décennal sur la Meuse à la station hydrométrique de Goncourt :

$$Q_{10MeuseGoncourt} = S_{Meuse}^{0.8} \times \left(\frac{P_{Meuse}}{80} \right)^2 \times R$$

Soit :

$$R = \frac{Q_{10MeuseGoncourt}}{S_{Meuse}^{0.8} \times \left(\frac{P_{Meuse}}{80} \right)^2}$$

Dans cette formule, les précipitations décennales P_{Meuse} sont calculé à partir des estimations P10 du Val de Meuse, de manière identique à celles du Flambart :

-P10 Val de Meuse = 54,8 mm

- Correction pluie centrée : $P_{10\text{centrée Val de Meuse}} = 1,14 * 54,8 = 62,5$ mm

- Abattement spatial : $k = \frac{1}{1 + \frac{\sqrt{s}}{30\sqrt[3]{D}}} = 0,82$

D'où :

$$P_{10\text{ Meuse}} = 51,2 \text{ mm}$$

Et le coefficient régional R :

$$R = 2,6$$

Débit Q10 pour les différents cours d'eau étudiés :

	Flambart juste en amont de sa confluence avec le Follot	Follot au droit de sa confluence avec le Flambart	Flambart juste en aval de sa confluence avec le Follot	Flambart aux Gouttes Basses	Flambart à sa confluence avec la Meuse
Superficie du bassin versant (km ²)	44	10	54	70	76,5
P10 centrée après abattement spatial (mm)	58	60,3	57,6	57,0	56,7
Q10 (m3/s)	28	9	33	40	42

L'intervalle $[1/2Q_{10} ; 2Q_{10}]$ représente un intervalle de confiance qui a une probabilité de plus de 90% d'encadrer la valeur vraie.

6.4.1.3 ESTIMATIONS DE DEBITS DANS LES ETUDES ANTERIEURES

Date	Titre de l'étude	Maître d'Ouvrage	Bureau d'études	Localisation de l'estimation	Superficie du Bassin versant (km ²)	Q10 (m ³ /s)
1987	Etude d'aménagement hydraulique du bassin de la Meuse	SIAH de la vallée de la Meuse	BETURE SETAME Besançon	Les Gouttes Basses	70	34
2002	Etude de restauration piscicole de la Meuse	SIAH Vallée de la Meuse	SINBIO	Les Gouttes Basses	70	34 (valeur reprise de l'étude Beture)
2008	AZI Meuse amont – Flambart (étude en cours)	DDE 52	Non Précisé			Pas d'estimation de débit sur le Flambart

6.4.1.4 COMPARAISON AUX ESTIMATIONS DE DEBITS DES DIFFERENTES STATIONS HYDROLOGIQUES DES DEPARTEMENTS DE LA HAUTE MARNE ET DES VOSGES,

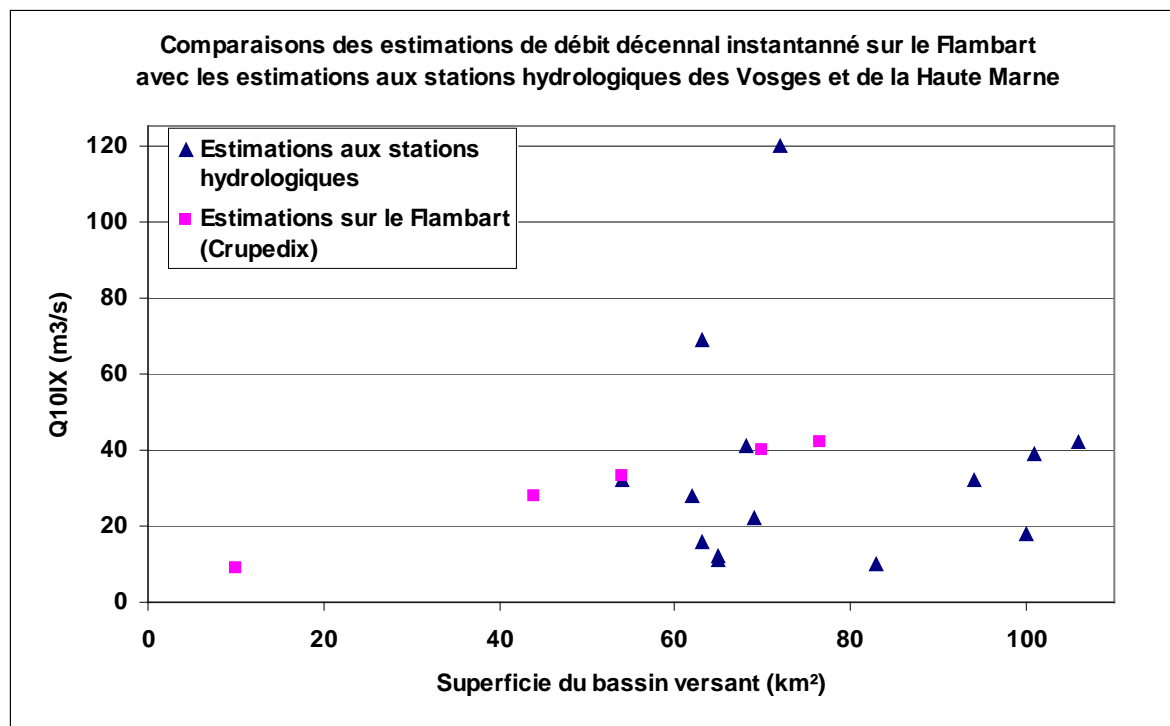
Nous avons recherché le débit décennal instantané des différentes stations hydrologiques des départements de la Haute-Marne et des Vosges, pour des bassins de taille voisine de celui du Flambart (superficie inférieure à 100 km²). Ces valeurs ont été comparées à celles estimées sur le Flambart par la méthode Crupedix (cf. tableau et graphe ci-dessous).

Il ressort de cette analyse que le Flambart est un cours d'eau avec des estimations de débit décennal plutôt importantes pour la taille de son bassin versant, mais qui restent toutefois cohérentes avec certaines estimations sur des bassins versants proches.

Département	Cours d'eau	Lieu	Superficie du bassin versant (km ²)	Q10IX (m3/s)
Haute Marne	Traire	Louvières	101	39
	Suize	Villiers-sur-Suize	83	10
	Resaigne	Coublanc	54	32
Vosges	Moselle	Fresser-sur-Mozelle	72	120
	Cleurie	Cleurie	68	41
	Neune	Lavaline devant Bruyères	94	32
	Avière	Frizon	106	42
	Colon	Xaronval	62	28
	Meurthe	Fraize	69	22
	Montagne	Sainte Hélène	100	18
	Arentelle	Saint Gorgon	63	16
	Aroffe	Aroffe	65	12
	Coney	Xertigny	65	11
	Combeauté	Val-d'Ajol	63	69
Estimations pour le Flambart (Crupedix)	Follot	Confluence Flambart	10	9
	Flambart	amont de la confluence avec le Follot	44	28
	Flambart	aval de la confluence avec le Follot	54	33
	Flambart	Gouttes Basses	70	39
	Flambart	confluence avec la Meuse	76.5	42

6.4.1.5 SYNTHÈSE DES ESTIMATIONS ET DÉFINITION DU DÉBIT DÉCENNAL DE PROJET

Nos estimations de débits, tant par la méthode Crupedix que par la formule de Myer sont cohérentes avec l'ordre de grandeur des estimations issues de la bibliographie (comparaison effectuée au niveau des gouttes basses), ainsi qu'avec l'ordre de grandeur des débits des cours d'eau jaugés des départements de la Haute-Marne et des Vosges.



Les estimations réalisées à partir de la méthode Crupedix sont légèrement plus grande que celle par la formule de Myer. Ceci pourrait s'expliquer par la forte valeur du coefficient régional R estimé à 2,6, alors qu'il est généralement inférieur à 1. Cependant, ce coefficient est calé sur des données hydrologiques qui sont une source plutôt fiable. En fait, cette valeur de R intègre le contexte particulier du bassin versant, où les crues importantes (par exemple une crue décennale) ne sont pas uniquement liées aux précipitations, mais également à la quantité de neige au sol lors des pluies et à la présence éventuelle d'un sol gelé.

Dans la suite, nous retiendrons, par sécurité, les estimations les plus fortes réalisées à partir de la formule de Crupedix.

Les estimations de débit décennal retenues sont donc les suivantes :

	Flambart juste en amont de sa confluence avec le Follot	Follot au droit de sa confluence avec le Flambart	Flambart juste en aval de sa confluence avec le Follot	Flambart aux Gouttes Basses	Flambart à sa confluence avec la Meuse
Superficie du bassin versant (km²)	44	10	54	70	76,5
Q10 (m³/s)	28	9	33	40	42

6.4.2 DEBIT CENTENNAL

La **méthode du Gradex** a été utilisée pour déterminer les débits centennaux.

Cette méthode repose sur les trois hypothèses suivantes :

- Hypothèse 1 : Les précipitations suivent une loi de distribution statistique de Gumbel qui traduit une croissance linéaire des précipitations en fonction de la durée de retour sur graphique de Gumbel :

$$P = G_p \ln T + P_0$$
, où G_p est le Gradex des pluies.
- Hypothèse 2 : Le déficit d'écoulement, différence entre le volume d'eau précipité et le volume d'eau écoulé à l'exutoire du bassin pendant un pas de temps équivalent, n'augmente plus au-delà d'une certaine valeur de pluie. De manière simplifiée, cela signifie qu'à partir d'un certain seuil, toute précipitation supplémentaire ruisselle et contribue donc directement à une hausse du débit de la rivière. En générale on considère des précipitations de période de retour 10 ans comme seuil.
- Hypothèse 3 : Quelle que soit sa durée de retour, le débit de pointe de crue se déduit du débit moyen (toujours sur un pas de même longueur), grâce à un coefficient multiplicatif moyen caractéristique du bassin, coefficient que l'on peut estimer à partir des hydrogrammes de crues réelles enregistrées sur le bassin.

En pratique, comme il n'y a pas de donnée limnimétrique, nous ferons une hypothèse sur la valeur du coefficient multiplicatif, à partir des données de la Meuse.

Avec ces trois hypothèses, le débit moyen suit également une loi de Gumbel et peut s'exprimer par la relation :

$$Q_T = Q_{10} + G_q \left[-\ln \left(-\ln \frac{T-1}{T} \right) + \ln \left(-\ln \left(\frac{10-1}{10} \right) \right) \right]$$

Avec,

Q_T : débit moyen de période de retour T

Q_{10} : débit moyen décennal

G_q : gradex des débits :

$$G_q = \frac{G_p' S}{d}$$

S : superficie du bassin versant (m²)

d : durée considérée (secondes) : en général il s'agit du temps de concentration ; ou de la durée sur laquelle sont estimée les précipitations (24h).

G_p' : gradex des précipitations corrigé (mm) :

$$G_p' = G_p * 1,14 * k$$

avec G_p : gradex des précipitations ;

k : coefficient d'abattement spatial ;

En l'absence d'information sur le débit décennal moyen, le débit décennal instantané Q_{IX10} est estimé par des méthodes empiriques, et le débit instantané Q_{IXT} s'obtient alors par la relation :

$$Q_{IXT} = Q_{IX10} + G_{IXq} \left[-\ln \left(-\ln \frac{T-1}{T} \right) + \ln \left(-\ln \left(\frac{10-1}{10} \right) \right) \right]$$

Avec,

Q_{IXT} : débit instantané de période de retour T

Q_{IX10} : débit instantané décennal

G_{IXq} : gradex des débits instantané:

$$G_{IXq} = GqR$$

avec R : rapport du débit de pointe (instantané) au débit moyen pendant la durée considérée (en général 24h). R sera supposé égal à **1,27** qui est le rapport correspondant aux estimations de débits de la Meuse à la station de Goncourt.

	Flambart juste en amont de sa confluence avec le Follot	Follot au droit de sa confluence avec le Flambart	Flambart juste en aval de sa confluence avec le Follot	Flambart aux Gouttes Basses	Flambart à sa confluence avec la Meuse
Superficie du bassin versant (km ²)	44	10	54	70	76,5
Gradex des pluies Gp	8,93	8,93	8,93	8,93	8,93
K (coefficient d'abattement spatial)	0,93	0,96	0,92	0,91	0,91
Gradex des précipitations corrigé	9,46	9,77	9,36	9,26	9,26
Gradex des débits instantanés	6,12	1,44	7,43	9,53	10,41
Q10IX (m ³ /s)	28	9	33	40	42
Q100IX (m³/s)	42	12	50	62	66
Q100IX/Q10IX	1,5	1,4	1,5	1,5	1,6

Comparaison aux estimations des études antérieures :

Aucune estimation de débit centennal n'est présente dans les différentes études fournies par le Maître d'Ouvrage et ses partenaires sur le secteur étudié.

Nous retiendrons donc nos estimations de débit centennal par la méthode du Gradex.

6.4.3 APPORTS D'EAU COMPLEMENTAIRES POSSIBLE

6.4.3.1 ETANGS DE MORIMOND

Les étangs de Morimonds sont des retenues d'eau situées en amont du FLAMBART. Leur exutoire est fermé par des vannes gérées depuis 50 ans par Monsieur BRAUEN, restaurateur. Lorsque des fortes précipitations sont annoncées, le gestionnaire ouvre les vannes par anticipation, afin d'éviter le débordement des étangs. De plus, en début d'hiver, le niveau du lac est volontairement abaissé en prévision des pluies hivernales. Ce système de gestion a relativement bien fonctionné au niveau du lac, sauf en décembre 2001 où des débordements ont affecté le restaurant, suite à de fortes pluies sur sol gelé.

Actuellement, en dehors d'un phénomène accidentel, l'ouverture des vannes en crue peut avoir un impact sur les petites crues (hausse du pic de crue ou de sa durée). Par contre, ces débits liés à l'ouverture des vannes restent faibles par rapport aux débits de crue décennal ($33 \text{ m}^3/\text{s}$) et centennal ($50 \text{ m}^3/\text{s}$) à Breuvannes. **Leur influence sera donc négligée pour les crues de projet décennale et centennale étudiées.**

6.4.3.2 AUTOROUTE A31

L'autoroute A31 traverse le bassin versant du Flambart en amont du village de BREUVANNES, sur un linéaire de 7500 m. Au total, 7 bassins de rétention des eaux pluviales gèrent les ruissellements de l'autoroute sur ce secteur. L'exutoire et la surverse éventuelle de ces bassins ce fait dans différents affluents du Flambart.

Le dimensionnement de ces bassins a été demandé à la société APRR qui gère ce tronçon d'autoroute (M. RAVEL). Il devrait permettre de connaître la capacité de stockage des différents bassins de rétention, les pluies de projet utilisées pour les dimensionner, ainsi que les débits de fuite de ces bassins.

Ces informations ne sont pas disponibles pour l'instant.

Par ailleurs, le temps de concentration des eaux de ruissellements de l'autoroute (quelques minutes à quelques dizaines de minutes) est bien inférieur au temps de concentration du bassin versant (9h). En supposant que l'on néglige l'effet des bassins de rétention, dans le cas d'une forte averse de courte durée, les ruissellements de l'autoroute auront effectivement un impact non négligeable sur la crue. Par contre, dans le cas de précipitations de longue durée, qui correspond au phénomène à l'origine des crues importantes sur le Flambart, l'effet de l'autoroute se fera sentir avant le pic de crue et ne devrait donc pas avoir d'impact sur le débit maximal de crue, compte tenu de la taille du bassin versant (54 km^2) par rapport à la superficie imperméabilisée.

Nous retiendrons dans la suite que l'autoroute a un impact sur les petites crues, mais pas sur l'intensité des fortes crues étudiées (décennale et centennale), à l'échelle du bassin versant.

6.4.3.3 PROJET DE PLATE-FORME LOGISTIQUE DE DAMBLAIN

Informations fournies par M. Malbranque du Conseil Général 88.

Sur la commune de Damblain, en amont du bassin versant, existe un projet de création d'une Zone d'Activité de 300 ha comprenant une plate-forme logistique de 202 ha, une Zone Industrielle de 60 ha, et 40 ha d'espaces naturels. Celle-ci conduirait donc à l'imperméabilisation de 262 ha. Dans le cadre de la Loi sur l'Eau, les rejets d'eau pluviale sont réglementés à 3 l/s/ha par une doctrine de la Diren Lorraine de septembre 2006. Le projet de Z.A. comprend donc un système de rétention des eaux pluviales par quatre noues de capacité de stockage de 11500, 20000, 2850 et 12800 m^3 , avec des débits de fuites dirigés à la fois vers le ruisseau de Follot ($0,6 \text{ m}^3/\text{s}$) et vers le Flambart ($0,3 \text{ m}^3/\text{s}$). Ces aménagements ont été dimensionnés pour une pluie décennale.

Il ne devrait donc pas y avoir d'impact, en terme de ruissellement par rapport à la situation avant aménagement pour une pluie décennale. **L'effet du projet en cas de crue décennale peut donc être négligé.**

Aucune information ne nous a été fournie sur le fonctionnement du système de gestion des eaux pluviales en cas de crue centennale. Par défaut, nous supposons qu'une surverse existe sur chaque extrémité de noue, qui permet de rejeter dans les cours d'eau les ruissellements excédentaires par rapport à une pluie de projet décennale. Ces ruissellements vont venir renforcer la crue. Comme dans le cas de l'autoroute, dans le cas d'une forte averse de courte durée, les ruissellements de la plate-forme auront effectivement un impact non négligeable sur la crue. Par contre, dans le cas de précipitations de longue durée, qui correspond au phénomène à l'origine des crues importantes sur le Flambart, l'effet de ces ruissellements se fera sentir avant le pic de crue et ne devrait donc pas avoir d'impact sur le débit maximal de crue, compte tenu de la taille du bassin versant (54 km²) par rapport à la superficie imperméabilisée.

Nous retiendrons donc dans la suite que, le projet de plate-forme logistique pourra avoir un impact sur les crues liées à des précipitations intense de courte durée (orages), mais pas sur l'intensité des fortes crues étudiées (décennale et centennale), à l'échelle du bassin versant, qui sont liées à des précipitations de longue durée.

6.4.4 SYNTHÈSE DES ESTIMATIONS DE DÉBIT RETENUES DANS LE CADRE DE CETTE ÉTUDE

Nous retiendrons donc dans la suite les débits de projet suivants :

	Flambart juste en amont de sa confluence avec le Follot	Follot au droit de sa confluence avec le Flambart	Flambart juste en aval de sa confluence avec le Follot	Flambart aux Gouttes Basses	Flambart à sa confluence avec la Meuse
Superficie du bassin versant (km ²)	44	10	54	70	76,5
Q10 IX (m ³ /s)	28	9	33	40	42
Q100IX (m ³ /s)	42	12	50	62	66

7 DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE DU SECTEUR ETUDIÉ

Rappelons que l'objectif de cette étude est d'étudier l'impact, en terme d'inondation de la RD 224 qui traverse le lit majeur du Flambart au droit du village de BREUVANNES. Dans ce but, nous avons réalisé une analyse à plusieurs échelles :

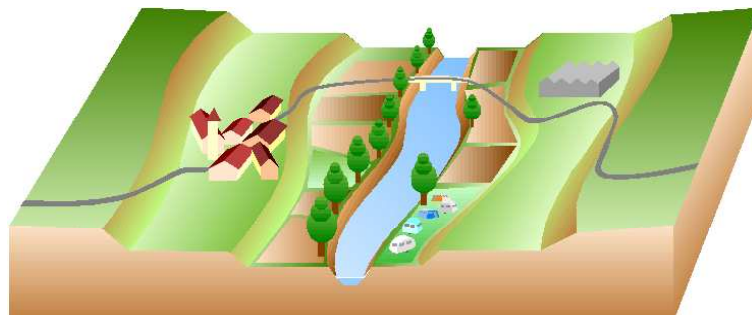
- Étude hydrogéomorphologique du secteur concerné ;
- Modélisation numérique sous le logiciel HEC-RAS en régime permanent, pour les crues décennales et centennales, sur un linéaire de 1000 m environ, au droit de Breuvannes :
 - en situation actuelle ;
 - en enlevant le pont et le remblai routier de la RD 224 ;
 - avec un dépôt de 1 m de sédiments sous les trois ponts routiers (Follot, RD 33 et RD 224).

7.1 ETUDE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE DU SECTEUR ETUDIÉ

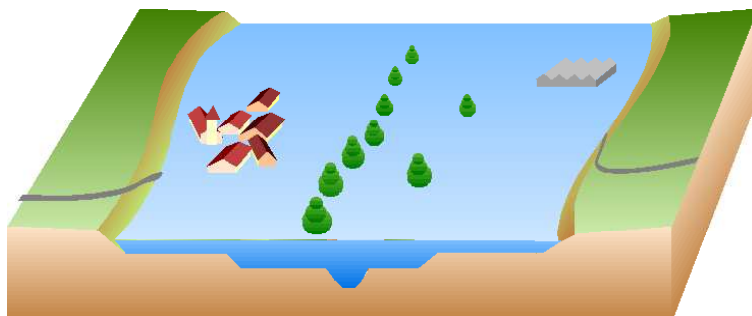
Les investigations de terrain réalisées permettent d'avoir une vision globale de l'écoulement du Flambart en crue au droit du bourg de BREUVANNE. En fait, le lit mineur du cours d'eau sur ce secteur est constitué par un chenal artificiel en terre en forme de U relativement ancien. Sa réalisation visait probablement à drainer le secteur pour développer à proximité des pâturages ou des terres agricoles.

Le lit majeur du cours d'eau est large de 200 à 250 m au droit du village. Il se compose en rive gauche de champs en herbe (pâtures), et est occupé en rive droite par une partie du bourg. Un remblai routier (route d'accès à l'ancienne gare) fait office de digue en rive droite dans la partie aval du secteur d'étude. La pente en long du lit majeur sur le secteur est faible (0,2%), et n'est donc pas favorable à un bon écoulement des eaux de crues.

D'un point de vue géomorphologique, indépendamment de l'impact éventuel des ouvrages, il est donc normal que des crues puissent affecter le bourg de Breuvanne puisque celui-ci est situé en lit majeur.



Cas 1 : écoulement en temps normal dans le lit mineur



Cas 2 : écoulement en crue dans le lit majeur

7.2 CAPACITÉ HYDRAULIQUE DES DIFFÉRENTS PONTS

La capacité hydraulique des ponts a été estimée par la formule de Manning-Strickler. Celle-ci correspond à un écoulement non en charge. Un coefficient de sécurité de 25% a été utilisé pour tenir compte de la nécessité de laisser un tirant d'air suffisant dans l'ouvrage pour faire passer les flottants (branches, etc.).

$$Q=(1-C).K_S R^{2/3} \sqrt{I}$$

C : coefficient de sécurité : 25%

Q : capacité hydraulique de l'ouvrage,
 Ks : Coefficient de Strickler ;
 S : section de l'ouvrage
 R = S/P : rayon hydraulique
 P : périmètre mouillé
 I : pente (%)

Capacité des ouvrages (Manning-Strickler) sous la RD 224							
	Diamètre (mm)	Section (m ²)	Périmètre mouillé (m)	Ks	Pente (%)	Coefficient de sécurité (%)	Capacité (m ³ /s)
Buse n°1	800	0,5	2,5	60	0,5	25%	0,5
Buse n°2	800	0,5	2,5	60	0,5	25%	0,5
Buse n°3	900	0,6	2,8	60	0,5	25%	0,7
Buse n°4	800	0,5	2,5	60	0,5	25%	0,5
Buse n°5	1500	1,8	4,7	60	0,5	25%	2,9
Pont n°3 (RD 224)		18	18,1	40	0,3	25%	29
Capacité totale sous la RD 224							35

Capacité des ponts non en charge (Manning-Strickler)								
Pont	Section (m ²)	Périmètre mouillé (m)	Ks	Pente (%)	Coefficient de sécurité (%)	Capacité(m ³ /s)	Q10 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)
Pont n°1 (Bellot)	6,3	12,9	40	0,6	25%	9	9	12
Pont n°2 (RD 33)	17,9	14,2	40	0,3	25%	34	33	50
RD 224 (ensemble des ouvrages)						35	33	50
Pont n°4 (VF)	110,1	59,8	40	0,02	0%	94	33	50

Cette première analyse met en évidence l'insuffisance hydraulique des 3 ponts routiers, en particulier en crue centennale.

7.3 MODELISATION NUMERIQUE POUR LES CRUES DECENNALES ET CENTENNALES

L'objectif de ces modélisations était double :

- étudier l'impact en terme d'inondation de la RD 224 qui traverse le lit majeur du Flambart ;
- étudier l'effet d'un dépôt de sédiment sous les ponts en terme d'inondation.

Les paramètres du modèle ainsi que les hauteurs d'eau au droit des profils sont présentés en annexe.

Cette modélisation repose sur des profils topographiques présentés sur les cartes en annexes. Au total, 16 profils ont été levés, ainsi que 5 ouvrages, présentés en annexe.

Les résultats de ces modélisations sont les suivants :

7.3.1 RESULTATS EN TERME DE DEBITS DEBORDANTS AU NIVEAU DES OUVRAGES

7.3.1.1 EN SITUATION ACTUELLE

Situation actuelle						
	Q10 (m3/s)	Q10 passant (m3/s)	Débordement en Q10 (m3/s)	Q100 (m3/s)	Q100 passant (m3/s)	Débordement en Q100 (m3/s)
Pont sur le Follot	9	9	0	12	12	0
Pont RD 33	33	33	0	50	39	11
Pont RD 224		26			29	
Buse 1500 n°1		3.1			3.3	
Buse 900 n°2		1			1.1	
Buse 800 n°3		0.9			0.9	
Buse 800 n°4		0.9			0.9	
Buse 800 n°5		0.9			0.9	
Total RD 224	33	33	0	50	36	14
Pont Voie Ferrée	33	33	0	50	50	0

Dans la configuration actuelle, les ponts de la RD 224 et de la RD 33 ont une capacité suffisante pour la crue décennale, mais pas pour la crue centennale. **Il en résulte des débordements qui peuvent affecter les deux berges.**

7.3.1.2 SANS PONT NI REMBLAI POUR LA RD 224

Situation sans pont ni remblai RD 224						
	Q10 (m3/s)	Q10 passant (m3/s)	Débordement en Q10 (m3/s)	Q100 (m3/s)	Q100 passant (m3/s)	Débordement en Q100 (m3/s)
Pont sur le Follot	9	9	0	12	12	0
Pont RD 33	33	33	0	50	39	11
Profil 4.9 (juste en amont de la position du pont de la RD 224)		32.5 dans le lit mineur	0.5		40 dans le lit mineur	10
Pont Voie Ferrée	33	33	0	50	50	0

La simulation réalisée met en évidence le fait que, **en crue centennale, des débordements peuvent affecter les berges au droit du tracé de la RD 224, même si l'on supprime le pont et le remblai (même si ces débordements sont plus limités qu'en présence du pont et du remblai).**

7.3.1.3 AVEC DES DEPOTS SOUS LES PONTS

Situation avec les 3 ponts routiers obstrués partiellement par un dépôt de 1 m de haut, et les buses par un dépôt de 0,1 m						
	Q10 (m3/s)	Q10 passant (m3/s)	Débordement en Q10 (m3/s)	Q100 (m3/s)	Q100 passant (m3/s)	Débordement en Q100 (m3/s)
Pont sur le Follot	9	4.5	4.5	12	5	7
Pont RD 33	33	23	10	50	21.5	28.5
Pont RD 224		17			18	
Buse 1500 n°1		3.9			3.6	
Buse 900 n°2		1.3			1.2	
Buse 800 n°3		1.1			0.9	
Buse 800 n°4		1.1			0.9	
Buse 800 n°5		1.1			0.9	
Total RD 224	33	25	8	50	25	25
Pont Voie Ferrée	33	33	0	50	50	0

La présence de dépôts sous les ouvrages peut amplifier fortement l'intensité des débordements en crue.

L'objectif de cette simulation complémentaire est de mettre en évidence l'impact important, en terme de débordement, de formation de dépôts sous les ouvrages. Cette simulation a été réalisée suite aux différents témoignages recueillis lors de l'enquête de terrain qui mentionnent la présence de dépôts sous les ouvrages au moment des inondations. **On rappellera donc l'importance de l'entretien des ouvrages et du curage des dépôts.**

7.3.2 RESULTATS EN TERME DE HAUTEUR D'EAU AU NIVEAU DES OUVRAGES

Au niveau de chaque profil, les hauteurs d'eau en crue ont été comparées, pour la situation actuelle et en absence du pont et du remblai de la RD 224. Ce calcul a été réalisé à la fois pour une crue décennale et pour une crue centennale (cf. tableaux ci-dessous).

Il ressort de cette analyse que la présence du remblai et du pont de la RD 224 remonte la ligne d'eau au maximum de 25 cm environ en crue décennale et de 20 cm en crue centennale. Cet effet se fait sentir sur environ 200 m linéaire en amont du pont en crue décennale, et 550 m en crue centennale.

COMPARAISON DES HAUTEURS D'EAU EN CRUE DECENNALE					
		N° Profil	Altitude de la ligne d'eau au droit des profils (m) en situation actuelle (m)	Altitude de la ligne d'eau au droit des profils (m) sans pont ni remblai de la RD 224 (m)	Différence de ligne d'eau au droit des profils (m) entre avec et sans le pont et le remblai de la RD 224
Flambart amont		8	324.21	324.21	0
		7.9	324.29	324.29	0
Follot		10	325.16	325.16	0
		9.6	324.93	324.93	0
	Pont du Follot (Z tablier = 325.0 m)	9.5	324.85	324.85	0
		9.4	324.83	324.83	0
		9	324.19	324.18	0.01
		8.9	324.29	324.29	0
		7.6	324.25	324.25	0
Flambart aval	Pont RD 33 (Z arche = 324.06 m)	7.5	324.02	324.02	0
		7.4	324.03	324.03	0
		7.35	324.04	324.03	0.01
		7	323.91	323.91	0
		6	323.85	323.84	0.01
		5	323.65	323.64	0.01
		4.95	323.52	323.31	0.21
		4.9	323.47	323.22	0.25
		4.6	323.48		
	Pont RD 24 (Z arche = 324.17 m)	4.5	323.24		
		4.4	323.15		
		4.3	323.15		
		4.25	323.14		
		4.2	322.8	322.8	0
		4	322.76	322.76	0
		3.9	322.71	322.71	0
		3	322.71	322.71	0
		2	322.64	322.64	0
	Pont voie ferrée (Z arche = 325.65 m)	1.9	322.63	322.63	0
		1.8	322.63	322.63	0
	1	322.51	322.51	0	

COMPARAISON DES HAUTEURS D'EAU EN CRUE CENTENNALE					
		N° Profil	Altitude de la ligne d'eau au droit des profils en situation actuelle (m)	Altitude de la ligne d'eau au droit des profils (m) sans pont ni remblai de la RD 224	Différence de ligne d'eau au droit des profils (m) entre avec et sans le pont et le remblai de la RD 224
Flambart amont		8	324.5	324.5	0
		7.9	324.57	324.56	0.01
Follot		10	325.22	325.22	0
		9.6	324.86	324.86	0
	Pont du Follot (Z tablier = 325.0 m)	9.5	324.64	324.63	0.01
		9.4	324.56	324.56	0
		9	324.58	324.57	0.01
		8.9	324.58	324.57	0.01
Flambart aval		7.6	324.5	324.49	0.01
	Pont RD 33 (Z arche = 324.06 m)	7.5	324.52	324.52	0
		7.4	324.21	324.19	0.02
		7.35	324.23	324.2	0.03
		7	324.05	324	0.05
		6	323.96	323.87	0.09
		5	323.92	323.81	0.11
		4.95	323.84	323.67	0.17
		4.9	323.79	323.58	0.21
		4.6	323.8		
	Pont RD 24 (Z arche = 324.17 m)	4.5	323.8		
		4.4	323.52		
		4.3	323.52		
		4.25	323.5		
		4.2	323.08	323.08	0
		4	323	323	0
		3.9	322.9	322.9	0
		3	322.91	322.91	0
		2	322.8	322.8	0
	Pont voie ferrée (Z arche = 325.65 m)	1.9	322.77	322.77	0
	1.8	322.77	322.77	0	
	1	322.64	322.64	0	

7.3.3 CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES PAR LES CRUES DECENNALE ET CENTENNALE

A partir de l'analyse de terrain et des résultats de la modélisation, nous avons tracé les limites des zones inondables par les crues décennales et centennales (cf. cartes en annexe). Les points marquants qui ressortent de cette cartographie sont les suivants :

- tout d'abord, des débordements peuvent affecter la rive droite juste en amont du pont de la RD 224. Ceux-ci vont se diriger vers le C.A.T. L'eau peut s'accumuler dans ce secteur piégée entre la topographie au Nord, la route qui fait digue au Sud, et un talus de remblai à l'Ouest. L'exutoire de ce secteur est un petit pont sous la route-digue.
- l'extension spatiale du champ d'inondation est peu différente entre les situations avec et sans le remblai et le pont de la RD 224. Ceci s'explique par le fait que les débordements occupent dans les deux cas la quasi totalité du lit majeur, la différence se traduisant principalement en terme de hauteur d'eau. De plus, les débordements qui affectent la rive droite en amont du pont de la RD 224 persistent même en absence de pont et de remblai (même si leur intensité diminue) et contribuent à l'étalement de la zone inondée.

8 CONCLUSION

Le Conseil Général de la Haute Marne nous a missionné pour étudier l'impact de la RD 224 (pont et remblai), sur le cours d'eau du Flambart, en terme d'inondation sur la commune de Breuvannes. Nos investigations de terrain conjuguées à une modélisation hydraulique conduisent aux éléments suivants :

- **Hydrologie**

- Les estimations de débit décennal et centennal sur le secteur étudié sont les suivantes :

	Flambart juste en amont de sa confluence avec le Follot	Follot au droit de sa confluence avec le Flambart	Flambart juste en aval de sa confluence avec le Follot	Flambart aux Gouttes Basses	Flambart à sa confluence avec la Meuse
Superficie du bassin versant (km ²)	44	10	54	70	76,5
Q10 IX (m ³ /s)	28	9	33	40	42
Q100IX (m ³ /s)	42	12	50	62	66

- **Impact des étangs de Morimond** : en dehors d'un phénomène accidentel, les débits générés par l'ouverture habituelle des vannes des étangs de Morimond en crue semblent être minoritaires par rapport aux débits de crue décennal (33 m³/s) et centennal (50 m³/s) à Breuvannes. Leur influence sera donc négligée pour les crues de projet décennale et centennale étudiées.

- **Influence des ruissellements de l'autoroute A31** : pour cette analyse, nous attendons des renseignements complémentaires demandés au gestionnaire de l'autoroute (APRR, M. Ravel). Les renseignements concernant les bassins de rétention demandés n'étant pas disponibles pour

l'instant, nous retiendrons en première approximation que les ruissellements de l'autoroute ont un impact sur les petites crues liées à des pluies de courte durée (orages), mais pas sur l'intensité des fortes crues étudiées (décennale et centennale) liées à des précipitations plus longues, compte tenu de la taille du bassin versant (54 km²) par rapport à la superficie imperméabilisée.

- Influence des rejets pluviaux de la future plate-forme logistique de Lamblain : un système de gestion des ruissellements de la plate-forme est prévu. Il sera dimensionné pour une pluie décennale. Ce projet n'aura donc pas d'impact majeur sur l'intensité du pic de crue du Flambart en crue décennale.

D'autre part, le projet de plate-forme logistique pourra avoir un impact sur les crues liées à des précipitations intenses de courte durée (orages) de période de retour supérieure à 10 ans, mais pas sur l'intensité des fortes crues étudiées (décennale et centennale), à l'échelle du bassin versant, qui sont liées à des précipitations de longue durée, compte tenu de la taille du bassin versant (54 km²) par rapport à la superficie imperméabilisée.

▪ Hydraulique

D'un point de vue géomorphologique, indépendamment de l'impact éventuel des ouvrages, il est normal que des crues puissent affecter le bourg de Breuvanne puisque celui-ci est situé en lit majeur.

La modélisation hydraulique réalisée met en évidence l'insuffisance hydraulique des 3 ponts routiers, en particulier en crue centennale. Il en résulte des débordements qui peuvent affecter les deux berges. En rive droite, juste en amont du pont de la RD 224, les débordements vont se diriger vers le C.A.T. L'eau peut s'accumuler dans ce secteur piégée entre la topographie au Nord, la route qui fait digue au Sud, et un talus de remblai à l'Ouest. L'exutoire de ce secteur est un petit pont sous la route-digue.

Le remblai et le pont de la RD 224 ont pour effet de remonter la ligne d'eau au maximum de 25 cm environ en crue décennale et de 20 cm en crue centennale par rapport à la situation sans pont ni remblai. Cet effet se fait sentir sur environ 200 m linéaire en amont du pont en crue décennale, et 550 m en crue centennale.

L'extension spatiale du champ d'inondation est peu différente entre les situations avec et sans le remblai et le pont de la RD 224. Ceci s'explique par le fait que les débordements occupent dans les deux cas la quasi totalité du lit majeur, la différence ne se traduisant qu'en terme de hauteur d'eau. De plus, les débordements qui affectent la rive droite en amont du pont de la RD 224 persistent même en absence de pont et de remblai (même si leur intensité diminue) et contribuent à l'étalement de la zone inondée.

Enfin, **rappelons l'importance de l'entretien des ouvrages et du curage des dépôts.** Des dépôts sous les ponts peuvent en effet être responsables partiellement de débordements importants dans le bourg, en réduisant la capacité hydraulique des ponts.

Un redimensionnement du pont de la RD 224 permettrait donc de réduire un peu l'aléa inondation en amont du pont. Cependant, celui-ci doit nécessairement s'intégrer dans une réflexion globale d'aménagement de l'écoulement du Flambart au droit du bourg de Breuvanne pour réduire efficacement le risque d'inondation.

9 BIBLIOGRAPHIE

Etude Globale de la Meuse et de ses affluents sur le bassin amont de la Meuse (Vosges et Haute-Marne), mission 1 : élaboration d'un diagnostic global du secteur d'étude, Hydratec, Asconit, EPAMA, septembre 2007 ;

Etude de restauration piscicole de la Meuse, Etat des lieux et Bilan, SIAH vallée de la Meuse, DDAF 52, Sinbio, mars 2002 ;

Etude de restauration piscicole de la Meuse, Volet ouvrages hydrauliques, SIAH vallée de la Meuse, DDAF 52, Sinbio, mars 2002 ;

Etude de restauration piscicole de la Meuse, Objectifs, propositions et programmation, SIAH vallée de la Meuse, DDAF 52, Sinbio, mars 2002 ;

10 ANNEXES

- Annexe 1 : Données topographiques ;
- Annexe 2 : Détail de la modélisation ;
- Annexe 3 : Carte d'occupation du sol du bassin versant ;
- Annexe 4 : Profil en long du Flambart et du Follot ;
- Annexe 5 : Carte hydrogéomorphologique du champ d'inondation ;
- Annexe 6 : Carte du champ d'inondation modélisé en crue décennale ;
- Annexe 7 : Carte du champ d'inondation modélisé en crue centennale ;

Annexe 1 : Données topographiques

Annexe 2 : Détail de la modélisation

Modélisation en situation actuelle

Modélisation sans le pont ni le remblai de la RD 224

Modélisation avec des dépôts sous les ponts

Annexe 3 :

Carte d'occupation du sol du bassin versant

Annexe 4 :

Profil en long du Flambart et du Follot

Annexe 5 :

Carte hydrogeomorphologique du champ d'inondation

Annexe 6 :

Carte du champ d'inondation modélisé en crue décennale

Annexe 7 :

Carte du champ d'inondation modélisé en crue centennale