



RAPPORT



Communauté de Communes Meuse et Semoy



International Marine & Dredging Consultants

En collaboration avec



Schéma d'aménagement des cours d'eau du bassin versant français de la Semoy

Phase 2 : Etude de faisabilité d'aménagement sur des secteurs problématiques particuliers

19 Mars 2014 - version 3.0

Colophon

International Marine & Dredging Consultants

Adresse: Coveliersstraat 15, B- 2600 Anvers, Belgique

: + 32 3 270 92 95

: + 32 3 235 67 11

Email: info@imdc.be

Site Web: www.imdc.be

Identification du document

Titre	Phase 2 : Etude de faisabilité d'aménagement sur des secteurs problématiques particuliers
Projet	Schéma d'aménagement des cours d'eau du bassin versant français de la Semoy
Client	Communauté de Communes Meuse et Semoy - Département des Ardennes
Cahier des Charges n°	2012-05 cpv 712410009
Nom du document	I/RA/12101/14.094/WRY/
Ref document	RA14094_Semoy Phase2 V3.0

Révisions / Contrôle

Version	Date	Description	Auteur	Contrôle	Approuvé
1.0	18/11/2013	Version initiale	JSE/ Elodie Thiebaut-Silvestrini	WRY	BND
2.0	13/12/2013	Prise en compte des remarques du comité de pilotage	JSE/WRY Elodie Thiebaut-Silvestrini	WRY	BND
3.0	19/03/2014	Prise en compte des remarques des réunions de concertation	JSE/WRY Elodie Thiebaut-Silvestrini	WRY	BND

Liste de distribution

5	Papier	Communauté de Communes Meuse et Semoy
1	Numérique	Communauté de Communes Meuse et Semoy

Contact chez IMDC

Nom	Bernard Wéry
Numéro de téléphone	+32 2 773 78 65
Email	wry@imdc.be

Table des matières

0. RÉSUMÉ	13
1. INTRODUCTION	14
1.1 CONTEXTE DE L'ÉTUDE	14
1.2 OBJET DE L'ÉTUDE	14
1.3 DÉMARCHE DE L'ÉTUDE	14
1.4 STRUCTURE DU RAPPORT	15
2. PARTIE 1 : MODÉLISATION	16
2.1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE	16
2.1.1 <i>Caractérisation des bassins versants</i>	16
2.1.1.1 Délimitation des sous-bassins versants	16
2.1.1.2 Caractéristiques physiques	16
2.2 HYDROLOGIE	20
2.2.1 <i>Saint Jean</i>	20
2.2.1.1 Ry du Moulin	20
2.2.1.2 Modélisation hydrologique	21
2.2.1.3 Analyse statistique	24
2.2.1.4 Crues synthétiques	26
2.2.1.5 Concomitances des crues	26
2.2.2 <i>Semoy</i>	27
2.2.2.1 Limnimètres	27
2.2.2.2 Analyse statistique	32
2.3 MODÉLISATION HYDRAULIQUE	37
2.3.1 <i>Introduction</i>	37
2.3.2 <i>Modèle hydraulique du Saint-Jean</i>	38
2.3.2.1 Construction du modèle	38
2.3.2.2 Conditions limites	42
2.3.2.3 Calibration du modèle	43
2.3.3 <i>Modèle hydraulique de la Semoy</i>	44
2.3.3.1 Construction du modèle	44
2.3.3.2 Conditions limites	47
2.3.3.3 Calibration du modèle hydrodynamique	51
2.3.3.4 Etude de sensibilité des conditions limites à la confluence	59
2.3.3.5 Validation du modèle hydrodynamique	61
3. PARTIE 2 : ETUDES PARTICULIÈRES DES OUVRAGES	68
3.1.1 <i>Déversoir de la Racine à Monthermé (Semoy)</i>	69
3.1.1.1 Description du site	69
3.1.1.1 Aspects réglementaires	70
3.1.1.2 Rappel des enjeux	71

3.1.1.3	Propositions d'aménagement.....	73
3.1.1.4	Modélisation.....	76
3.1.1.5	Analyse des scénarios.....	84
3.1.2	<i>Barrage de Phades (Semoy)</i>	86
3.1.2.1	Description du site.....	86
3.1.2.2	Aspects réglementaires.....	87
3.1.2.3	Rappel des enjeux.....	87
3.1.2.4	Propositions d'aménagement.....	93
3.1.2.5	Modélisation.....	96
3.1.2.6	Analyse des scénarios.....	106
3.1.3	<i>Bras du moulin à Haulmé (Semoy)</i>	108
3.1.3.1	Description du site.....	108
3.1.3.2	Aspects réglementaires.....	108
3.1.3.3	Rappel des enjeux.....	110
3.1.3.4	Propositions d'aménagement.....	111
3.1.3.1	Modélisation.....	112
3.1.3.1	Analyse des scénarios.....	121
3.1.4	<i>Bras du moulin à Navaux (Semoy)</i>	122
3.1.4.1	Description du site.....	122
3.1.4.2	Aspects réglementaires.....	124
3.1.4.3	Rappel des enjeux.....	124
3.1.4.4	Propositions d'aménagement.....	125
3.1.4.5	Modélisation.....	126
3.1.4.6	Analyse des scénarios.....	135
3.1.5	<i>Etang de Linchamps</i>	136
3.1.5.1	Description du site.....	136
3.1.5.2	Aspects réglementaires.....	137
3.1.5.3	Rappel des enjeux.....	139
3.1.5.4	Propositions d'aménagement.....	147
3.1.5.5	Modélisation.....	152
3.1.5.6	Analyse des scénarios.....	169
3.1.6	<i>Conclusions</i>	172
ANNEXES	174

ANNEXES

ANNEXE A	PRÉSENTATION DU MODÈLE PDM	175
A.1	PRÉSENTATION DU MODÈLE PDM	176
ANNEXE B	ANALYSE STATISTIQUE DES VALEURS EXTRÊMES.....	177
B.1	DISTRIBUTION EXPONENTIELLE	178
ANNEXE C	HYDROGRAMMES DES CRUES SYNTHÉTIQUES	179
C.1	SAINT-JEAN.....	180
C.2	SEMOY.....	182
ANNEXE D	ESTIMATION DES VOLUMES TRANSITANT PAR LE LIT MAJEUR À TOURNAVAUX AVANT LES TRAVAUX DE 1996	183
D.1	LOCALISATION DES SECTIONS TÉMOINS	184
D.2	CRUE DE DÉCEMBRE 1993.....	185
D.3	CRUE DE JANVIER 1995	186
ANNEXE E	CARACTÉRISTIQUES DES OUVRAGES	187
ANNEXE F	TABLEAU DE SYNTHÈSE DE L'ÉVALUATION DES SCÉNARIOS	188
ANNEXE G	RÉFECTION DU BARRAGE DE CUGNON (B).....	189
G.1	RÉFECTION DU BARRAGE DE CUGNON.....	190
ANNEXE H	ATLAS CARTOGRAPHIQUE.....	192
ANNEXE I	ESTIMATION BUDGÉTAIRE DES OPTIONS.....	193
I.1	DÉVERSOIR DE LA RACINE	194
I.2	BARRAGE DE PHADES	196
I.3	BRAS DU MOULIN D'HAULMÉ	197
I.4	BRAS DU MOULIN DE NAVAUX.....	198
I.5	ETANG DE LINCAMPS	199
ANNEXE J	REPÈRES DE CRUE	202
ANNEXE K	RÈGLEMENT D'EAU.....	205
K.1	DÉVERSOIR DE LA RACINE	206
K.2	BARRAGE DE PHADES	207
K.3	MOULIN DE NOHAN.....	208
K.4	LINCAMPS AVAL	209
K.5	LINCAMPS LAGARD.....	210
ANNEXE L	BIBLIOGRAPHIE	211
ANNEXE M	NOTE DE FIN.....	213

Table des tableaux

TABLEAU 2-1 : INDICES DE SINUOSITÉ DE PLUSIEURS TRONÇONS SUR LA SEMOY ET LE SAINT-JEAN.....	18
TABLEAU 2-2 : COMPARAISONS DES DÉBITS CARACTÉRISTIQUES - RUISSEAU SAINT-JEAN ET RY DU MOULIN.....	21
TABLEAU 2-3 : VALEURS DE PARAMÈTRES DES MODÈLES PDM DE LA HOUILLE, DU RY DU MOULIN ET DU SAINT-JEAN.....	22
TABLEAU 2-4 : CONCOMITANCE DES CRUES DU RY DU MOULIN À VRESSE- SUR-SEMOY ET DE LA SEMOY À MEMBRE.....	27
TABLEAU 2-5 : VALEURS DE DÉBIT (M ³ /S) EN FONCTION DE LA PÉRIODE DE RETOUR.....	34
TABLEAU 2-6 : PÉRIODE DE RETOUR DES PRINCIPALES CRUES INVENTORIÉES DEPUIS 1980.....	34
TABLEAU 2-7 : CONCOMITANCE DES CRUES DE LA SEMOY À HAULMÉ ET DE LA MEUSE À LA CONFLUENCE.....	36
TABLEAU 2-8 : DÉLIMITATION ET SUPERFICIE DES SOUS-BASSINS VERSANTS DU MODÈLE DU SAINT-JEAN.....	39
TABLEAU 2-9 : DÉLIMITATION ET SUPERFICIE DES SOUS-BASSINS VERSANTS DU MODÈLE DE LA SEMOY.....	45
TABLEAU 2-10 : VALEURS DES HAUTEURS D'EAU DE LA MEUSE (M NGF IGN69) EN FONCTION DE LA PÉRIODE DE RETOUR.....	49
TABLEAU 2-11 : VALEURS MESURÉES ET MODÉLISÉES DES HAUTEURS D'EAU (M NGF IGN69) ET DES DÉBITS (M ³ /S) DES CRUES DE DÉCEMBRE 1993 ET DE JANVIER 1995.....	53
TABLEAU 2-12 : REPÈRES DE CRUE DANS LE BASSIN VERSANT DE LA SEMOY.....	56
TABLEAU 2-13 : COMPARAISON DES HAUTEURS MODÉLISÉES ET DES REPÈRES DE CRUE.....	56
TABLEAU 3-1 : CARACTÉRISTIQUES DE MIGRATION ET DE REPRODUCTION DU BROCHET (ESOX LUCIUS).....	72
TABLEAU 3-2 : CARACTÉRISTIQUES DE MIGRATION ET DE REPRODUCTION DE L'ANGUILLE (ANGUILLA ANGUILLA).....	73
TABLEAU 3-3 : ESTIMATION DES COÛTS DES TRAVAUX DES DIFFÉRENTS SCÉNARIOS POUR LE DÉVERSOIR DE LA RACINE.....	76
TABLEAU 3-4 : SITUATION DES PROFILS EN TRAVERS CHOISIS POUR L'ANALYSE DES SCÉNARIOS.....	77
TABLEAU 3-5 : HAUTEURS (M NGF) ET DÉBITS (M ³ /S) MODÉLISÉS EN PÉRIODE D'ÉTIAGE (QMNA5, MODULE, MODULE 2X) – SCÉNARIO A1.....	78
TABLEAU 3-6 : HAUTEURS (M NGF) ET DÉBITS (M ³ /S) MODÉLISÉS POUR LES CRUES SYNTHÉTIQUES - SCÉNARIO A1.....	78
TABLEAU 3-7 : HAUTEURS (M NGF) ET DÉBITS (M ³ /S) MODÉLISÉS EN PÉRIODE D'ÉTIAGE (QMNA5, MODULE, MODULE 2X) – SCÉNARIO A2.....	80
TABLEAU 3-8 : HAUTEURS (M NGF) ET DÉBITS (M ³ /S) MODÉLISÉS POUR LES CRUES SYNTHÉTIQUES- CRUES SYNTHÉTIQUES, SCÉNARIO A2.....	80
TABLEAU 3-9 : HAUTEURS (M NGF) ET DÉBITS (M ³ /S) MODÉLISÉS EN PÉRIODE D'ÉTIAGE (QMNA5, MODULE, MODULE 2X) – SCÉNARIO A3.....	81
TABLEAU 3-10 : HAUTEURS (M NGF) ET DÉBITS (M ³ /S) MODÉLISÉS POUR LES CRUES SYNTHÉTIQUES – SCÉNARIO A3.....	81
TABLEAU 3-11 : PARAMÈTRES LIMITANTS DE LA PASSE À POISSONS DE PHADES (ONEMA, 2012).....	90

TABLEAU 3-12 : CARACTÉRISTIQUES DU DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT PROPOSÉ PAR LASCAUX, 2004	92
TABLEAU 3-13 : ESTIMATION DES COÛTS DES TRAVAUX DES DIFFÉRENTS SCÉNARIOS POUR BARRAGE DE PHADES	95
TABLEAU 3-14 : SITUATION DES PROFILS EN TRAVERS TÉMOINS CHOISIS POUR L'ANALYSE DE L'INFLUENCE DES SCÉNARIOS	97
TABLEAU 3-15 : HAUTEURS (M NGF) ET DÉBITS (M ³ /S) MODÉLISÉS EN PÉRIODE D'ÉTIAGE (QMNA5, MODULE, MODULE 2X) – SCÉNARIO B1	98
TABLEAU 3-16 : HAUTEURS (M NGF) ET DÉBITS (M ³ /S) MODÉLISÉS POUR LES CRUES SYNTHÉTIQUES – SCÉNARIO B1.	98
TABLEAU 3-17 : HAUTEURS (M NGF) ET DÉBITS (M ³ /S) MODÉLISÉS EN PÉRIODE D'ÉTIAGE (QMNA5, MODULE, MODULE 2X) – SCÉNARIO B2	99
TABLEAU 3-18 : HAUTEURS (M NGF) ET DÉBITS (M ³ /S) MODÉLISÉS POUR LES CRUES SYNTHÉTIQUES – SCÉNARIO B2	99
TABLEAU 3-19 : HAUTEURS (M NGF) ET DÉBITS (M ³ /S) MODÉLISÉS EN PÉRIODE D'ÉTIAGE (QMNA5, MODULE, MODULE 2X) – SCÉNARIO B4	104
TABLEAU 3-20 : HAUTEURS (M NGF) ET DÉBITS (M ³ /S) MODÉLISÉS POUR LES CRUES SYNTHÉTIQUES DANS LES SECTIONS TÉMOINS - - SCÉNARIO B4	104
TABLEAU 3-21 : ESTIMATION DES COÛTS DES TRAVAUX DES DIFFÉRENTS SCÉNARIOS POUR LE BRAS DU MOULIN D'HAULMÉ	112
TABLEAU 3-22 : DESCRIPTION DES PROFILS EN TRAVERS TÉMOINS CHOISIS POUR L'ANALYSE DES SCÉNARIOS.....	113
TABLEAU 3-23 : HAUTEURS (M NGF) ET DÉBITS (M ³ /S) MODÉLISÉS EN PÉRIODE D'ÉTIAGE (QMNA5, MODULE ET MODULE 2X) – SCÉNARIO C1	114
TABLEAU 3-24 : HAUTEURS (M NGF) ET DÉBITS (M ³ /S) MODÉLISÉS – CRUES SYNTHÉTIQUES – SCÉNARIO C1	115
TABLEAU 3-25 : HAUTEURS (M NGF) ET DÉBITS (M ³ /S) MODÉLISÉS EN PÉRIODE D'ÉTIAGE (QMNA5, MODULE ET MODULE 2X) – SCÉNARIO C2	116
TABLEAU 3-26 : HAUTEURS (M NGF) ET DÉBITS (M ³ /S) MODÉLISÉS – CRUES SYNTHÉTIQUES – SCÉNARIO C1	117
TABLEAU 3-27 : VALEURS MODÉLISÉES DES HAUTEURS D'EAU (M NGF IGN69) ET DES DÉBITS (M ³ /S) EN PÉRIODE D'ÉTIAGE – SCÉNARIO C3.....	118
TABLEAU 3-28 : VALEURS MODÉLISÉES DES HAUTEURS D'EAU (M NGF), DES DÉBITS (M ³ /S) DES SECTIONS TÉMOINS À HAULMÉ – CRUES SYNTHÉTIQUES – SCÉNARIO C3	118
TABLEAU 3-29 : ESTIMATION DES COÛTS DES TRAVAUX DES DIFFÉRENTS SCÉNARIOS POUR LE BRAS DU MOULIN DE NAVAUX	126
TABLEAU 3-30 : SITUATION DES PROFILS EN TRAVERS TEMOINS À NAVAUX POUR L'ANALYSE DES SCÉNARIOS.....	127
TABLEAU 3-31 : RÉSULTATS DES DÉBITS (M ³ /S) ET DES HAUTEURS D'EAU MODÉLISÉS DANS LES PROFILS EN TRAVERS TÉMOINS – ÉTIAGE - SCÉNARIO D1	128
TABLEAU 3-32 : RÉSULTATS AUX PICS DE CRUE DES DÉBITS (M ³ /S) ET DES HAUTEURS D'EAU MODÉLISÉES (M NGF) DANS LES DANS LES PROFILS EN TRAVERS TÉMOINS – CRUES SYNTHÉTIQUES, SCÉNARIO D1	129
TABLEAU 3-33 : RÉSULTATS DES DÉBITS (M ³ /S) ET DES HAUTEURS D'EAU MODÉLISÉES DANS LES PROFILS EN TRAVERS TÉMOINS – ÉTIAGE - SCÉNARIO D2.....	130

TABLEAU 3-34 : RÉSULTATS DES DÉBITS (M ³ /S) ET DES HAUTEURS D'EAU MODÉLISÉES DANS LES PROFILS EN TRAVERS TÉMOINS – CRUES SYNTHÉTIQUES, SCÉNARIO D2	130
TABLEAU 3-35 : RÉSULTATS DES DÉBITS (M ³ /S) ET DES HAUTEURS D'EAU MODÉLISÉES (M NGF) DANS LES PROFILS EN TRAVERS TÉMOINS – ÉTIAGE – SCÉNARIO D3.	132
TABLEAU 3-36 : RÉSULTATS AUX PICS DE CRUE DES DÉBITS (M ³ /S) ET DES HAUTEURS D'EAU MODÉLISÉES (M NGF) DANS LES SECTIONS TÉMOINS – CRUES SYNTHÉTIQUES – SCÉNARIO D3	132
TABLEAU 3-37: PENTES MOYENNES DU SAINT-JEAN ET DE SES PRINCIPAUX AFFLUENTS.....	140
TABLEAU 3-38 : CARACTÉRISTIQUES DE MIGRATION ET DE REPRODUCTION DE LA TRUITE FARIO (SALMO TRUTTA FARIO).....	146
TABLEAU 3-39 : ESTIMATION DES COÛTS DES TRAVAUX DES DIFFÉRENTS SCÉNARIOS POUR LE SITE DE LINCAMPES	151
TABLEAU 3-40 : DESCRIPTION DES PROFILS EN TRAVERS TÉMOINS CHOISIS POUR L'ANALYSE DES SCÉNARIOS.....	153
TABLEAU 3-41 : HAUTEURS D'EAU ET DÉBITS MODÉLISÉS POUR LES CRUES SYNTHÉTIQUES, SCÉNARIO E1	157
TABLEAU 3-42 : HAUTEURS D'EAU ET DÉBITS MODÉLISÉS POUR LES CRUES SYNTHÉTIQUES, SCÉNARIO E1	157
TABLEAU 3-43 : HAUTEURS D'EAU MODÉLISÉES (M NGF) ET VOLUME CORRESPONDANT (M ³) DANS LE CASIER D'INONDATION – DÉBIT D'ÉTIAGE - SCÉNARIO E1.....	157
TABLEAU 3-44 : HAUTEURS D'EAU MODÉLISÉES (M NGF) ET VOLUME CORRESPONDANT (M ³) DANS LE CASIER D'INONDATION - SCÉNARIO E1	157
TABLEAU 3-45 : HAUTEURS D'EAU ET DÉBITS MODÉLISÉS POUR LES DÉBITS D'ÉTIAGE - SCÉNARIO E2	158
TABLEAU 3-46 : HAUTEURS D'EAU ET DÉBITS MODÉLISÉS POUR LES CRUES SYNTHÉTIQUES - SCÉNARIO E2.....	158
TABLEAU 3-47 : HAUTEURS D'EAU MODÉLISÉE (M NGF) ET VOLUME CORRESPONDANT STOCKÉ (M ³) DANS LE CASIER D'INONDATION, ÉTIAGE -SCÉNARIO E2.....	158
TABLEAU 3-48 : HAUTEURS D'EAU MODÉLISÉE (M NGF) ET VOLUME CORRESPONDANT STOCKÉ (M ³) DANS LE CASIER D'INONDATION- CRUES SYNTHÉTIQUES - SCÉNARIO E2.....	158
TABLEAU 3-49 : HAUTEURS D'EAU (M NGF) ET DÉBITS MODÉLISÉS (M ³ /S) POUR LES CRUES SYNTHÉTIQUES, SCÉNARIO E3 – VARIANTE 1	159
TABLEAU 3-50 : HAUTEURS D'EAU MODÉLISÉES (M NGF) ET VOLUME CORRESPONDANT STOCKÉ (M ³) DANS LE CASIER D'INONDATION, SCÉNARIO E3 – VARIANTE 1.....	159
TABLEAU 3-51 : HAUTEURS D'EAU ET DÉBITS MODÉLISÉS POUR LES CRUES SYNTHÉTIQUES, SCÉNARIO E3 – VARIANTE 1	160
TABLEAU 3-52 : HAUTEURS D'EAU MODÉLISÉE (M NGF) ET VOLUME CORRESPONDANT STOCKÉ (M ³) DANS LE CASIER D'INONDATION, SCÉNARIO E3- VARIANTE 1.....	160
TABLEAU 3-53 : HAUTEURS D'EAU (M NGF) ET DÉBITS MODÉLISÉS (M ³ /S) POUR LES CRUES SYNTHÉTIQUES, SCÉNARIO E3 – VARIANTE 2	160
TABLEAU 3-54 : HAUTEURS D'EAU MODÉLISÉE (M NGF) ET VOLUME CORRESPONDANT STOCKÉ (M ³) DANS LE CASIER D'INONDATION, SCÉNARIO E3 – VARIANTE 2	160
TABLEAU 3-55 : HAUTEURS D'EAU ET DÉBITS MODÉLISÉS POUR LES CRUES SYNTHÉTIQUES, SCÉNARIO E3 – VARIANTE 2	161
TABLEAU 3-56 : HAUTEURS D'EAU MODÉLISÉE (M NGF) ET VOLUME CORRESPONDANT STOCKÉ (M ³) DANS LE CASIER D'INONDATION – CRUES SYNTHÉTIQUES - SCÉNARIO E3-VARIANTE 2	161

TABLEAU 3-57 : HAUTEURS D'EAU (M NGF) ET DÉBITS MODÉLISÉS (M ³ /S) POUR LES CRUES SYNTHÉTIQUES, SCÉNARIO E3 – VARIANTE 3	161
TABLEAU 3-58 : HAUTEURS D'EAU MODÉLISÉE (M NGF) ET VOLUME CORRESPONDANT STOCKÉ (M ³) DANS LE CASIER D'INONDATION, SCÉNARIO E3 – VARIANTE 3	161
TABLEAU 3-59 : HAUTEURS D'EAU ET DÉBITS MODÉLISÉS POUR LES CRUES SYNTHÉTIQUES, SCÉNARIO E3 – VARIANTE 3	162
TABLEAU 3-60 : HAUTEURS D'EAU MODÉLISÉE (M NGF) ET VOLUME CORRESPONDANT STOCKÉ (M ³) DANS LE CASIER D'INONDATION – CRUES SYNTHÉTIQUES - SCÉNARIO E3-VARIANTE 3	162
TABLEAU 3-61 : HAUTEURS D'EAU (M NGF) ET DÉBITS MODÉLISÉS (M ³ /S) POUR LES CRUES SYNTHÉTIQUES, SCÉNARIO E3 – VARIANTE 4	164
TABLEAU 3-62 : HAUTEURS D'EAU MODÉLISÉE (M NGF) ET VOLUME CORRESPONDANT STOCKÉ (M ³) DANS LE CASIER D'INONDATION, SCÉNARIO E3 – VARIANTE 4	164
TABLEAU 3-63 : HAUTEURS D'EAU ET DÉBITS MODÉLISÉS POUR LES CRUES SYNTHÉTIQUES, SCÉNARIO E3 – VARIANTE 4	164
TABLEAU 3-64 : HAUTEURS D'EAU MODÉLISÉE (M NGF) ET VOLUME CORRESPONDANT STOCKÉ (M ³) DANS LE CASIER D'INONDATION – CRUES SYNTHÉTIQUES - SCÉNARIO E3-VARIANTE 4	164
TABLEAU 3-65 : HAUTEURS D'EAU ET DÉBITS MODÉLISÉS POUR LES DÉBITS D'ÉTIAGE - SCÉNARIO E4	165
TABLEAU 3-66 : HAUTEURS D'EAU ET DÉBITS MODÉLISÉS POUR LES CRUES SYNTHÉTIQUES, SCÉNARIO E4	165
TABLEAU 3-67 : HAUTEURS D'EAU MODÉLISÉE (M NGF) ET VOLUME CORRESPONDANT STOCKÉ (M ³) DANS LE CASIER D'INONDATION, ÉTIAGE -SCÉNARIO E4	165
TABLEAU 3-68 : HAUTEURS D'EAU MODÉLISÉE (M NGF) ET VOLUME CORRESPONDANT STOCKÉ (M ³) DANS LE CASIER D'INONDATION- CRUES SYNTHÉTIQUES - SCÉNARIO E4	165

Table des Figures

FIGURE 2-1 : PROFIL EN LONG DE LA SEMOY - PARTIE MODÉLISÉE	17
FIGURE 2-2 : PROFIL EN LONG DU RUISSEAU SAINT-JEAN	17
FIGURE 2-3: PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE LA ZONE D'ÉTUDE – BASSINS VERSANTS ET PRINCIPAUX AFFLUENTS	19
FIGURE 2-4 : BASSINS VERSANTS DU RY DU MOULIN ET DU RUISSEAU SAINT-JEAN.....	20
FIGURE 2-5 : STATION DU RY DU MOULIN – VRESSE SUR SEMOY (SPW – DGO2).....	20
FIGURE 2-6 : HISTORIQUE DE MESURES DE DÉBIT À LA STATION DU RY DU MOULIN.	21
FIGURE 2-7: EVAPOTRANSPIRATION (BLEU) ET PRÉCIPITATIONS ZONALES (ROUGE) POUR LE PDM DU SAINT-JEAN.....	22
FIGURE 2-8: RELATION ENTRE K1 ET LA SURFACE DU BASSIN VERSANT.....	23
FIGURE 2-9: CALIBRATION DU MODÈLE PDM POUR 5 CRUES SUR LE RY DU MOULIN. MESURE (BLANC) ET SIMULATION (ROUGE).....	23
FIGURE 2-10 : SÉRIE DE DONNÉES GÉNÉRÉES PAR LE MODÈLE HYDROLOGIQUE À PARTIR DES DONNÉES HISTORIQUES DE LA STATION DU RY DU MOULIN.....	24
FIGURE 2-11 : SÉRIE DE DÉBIT GÉNÉRÉE PAR LE MODÈLE HYDROLOGIQUE PDM POUR LE BASSIN AMONT DU SAINT-JEAN À HAUTEUR DE LINCHAMPS.	24
FIGURE 2-12 : DÉBITS MOYENS MENSUELS (EN M ³ /S) DU SAINT-JEAN (9 ANS)	25

FIGURE 2-13 : EVALUATION DU QMNA5 POUR LE SAINT-JEAN.....	25
FIGURE 2-14 : APERÇU DU LOGICIEL QDF-TOOL.	26
FIGURE 2-15 : HYDROGRAMMES DES CRUES DE NOVEMBRE 2010 (GAUCHE) ET DE JANVIER 2011 (DROIT) SUR LE SEMOY À MEMBRE (ROUGE) ET LE RY DU MOULIN À VRESSE-SUR-SEMOY (BLEU).	27
FIGURE 2-16 : STATION LIMNIMÉTRIQUES D'HAULMÉ (CODE B6111010 DREAL LORRAINE)	28
FIGURE 2-17 : HISTORIQUE DE MESURES DE DÉBIT À LA STATION D'HAULMÉ	29
FIGURE 2-18 : STATION LIMNIMÉTRIQUES SUR LA SEMOIS À MEMBRE (B)	30
FIGURE 2-19 : HISTORIQUE DE MESURES DE DÉBIT À LA STATION DE MEMBRE	31
FIGURE 2-20 : DÉBITS MOYENS MENSUELS (EN M ³ /S) À HAULMÉ (48 ANS).....	32
FIGURE 2-21 : COURBE DU DÉBIT MENSUEL MINIMAL DE LA SEMOY EN FONCTION DE LA PROBABILITÉ D'APPARITION.	32
FIGURE 2-22 : CALAGE D'UNE LOI DE DISTRIBUTION EXPONENTIELLE À LA SÉRIE DES VALEURS EXTRÊMES ENREGISTRÉE À HAULMÉ.	33
FIGURE 2-23 : HYDROGRAMMES DE CRUE SYNTHÉTIQUE CALCULÉS À HAULMÉ	35
FIGURE 2-24 : HYDROGRAMMES DES CRUES MESURÉES DE 2003 (GAUCHE) ET 2011 (DROIT) SUR LE LA MEUSE À MONTHERMÉ (BLEU) ET LA SEMOY À HAULMÉ (ROUGE).....	36
FIGURE 2-25 : APERÇU DU MODÈLE DU SAIN JEAN	38
FIGURE 2-26 : PROFIL EN TRAVERS DE LA SECTION ILLUSTRANT UNE UNITÉ 'ORIFICES SUR LE SAINT-JEAN.....	40
FIGURE 2-27 : EXEMPLE D'OUVRAGE MODÉLISÉ PAR UNE UNITÉ SEUIL SUR LE SAINT-JEAN.	41
FIGURE 2-28 : HYDROGRAMME DES CRUES SYNTHÉTIQUES CALCULÉS À L'ÉCHELLE DU BASSIN VERSANT DU SAINT-JEAN	43
FIGURE 2-29 : APERÇU DU MODÈLE DE LA SEMOY	44
FIGURE 2-30 : EXEMPLE D'OUVRAGE MODÉLISÉ PAR UNE UNITÉ 'ORIFICES', LE PONT DE LA RUE DE LA SEMOY NOHAN (D31).	45
FIGURE 2-31 : DÉVERSOIR DE LA RACINE (SEMOY).	46
FIGURE 2-32 : LE BARRAGE DE PHADES AVEC SES VANNES MOBILES.	46
FIGURE 2-33 : NIVEAU D'EAU MESURÉ À HAUTEUR D'AIGLEMONT ET MONTHERMÉ POUR LA CRUE DE 2011.	48
FIGURE 2-34 : AJUSTEMENT D'UNE DISTRIBUTION DE WEIBULL AUX VALEURS POT DE LA SÉRIE DES HAUTEURS D'EAU HISTORIQUES DÉFINIES À LA CONFLUENCE DE LA SEMOY AVEC LA MEUSE.	49
FIGURE 2-35 : NIVEAU D'EAU DE LA MEUSE AU NIVEAU DE LA CONFLUENCE AVEC LA SEMOY POUR DIFFÉRENTES PÉRIODES DE RETOUR.....	50
FIGURE 2-36 : CONDITION AMONT DU MODÈLE HYDRODYNAMIQUE, HYDROGRAMMES DES CRUES SYNTHÉTIQUES (Q ₅ , Q ₁₀ , Q ₂₀ , Q ₅₀ , Q ₁₀₀ , Q _{100+30%}).	51
FIGURE 2-37 : CALIBRATION DES VALEURS DES COEFFICIENTS DE RUGOSITÉ DU LIT MINEUR ET DU LIT MAJEUR, CRUE DE DÉCEMBRE 1993.	52
FIGURE 2-38 : RELATION H/T (EN HAUT) ET Q/T (EN BAS) POUR LA CRUE DE DÉCEMBRE 1993.	54
FIGURE 2-39 : RELATION H/T (EN HAUT) ET Q/T (EN BAS) POUR LA CRUE DE JANVIER 1995.	55
FIGURE 2-40 : RELATION H/T (EN HAUT) ET Q/T (EN BAS) POUR L'ÉVÈNEMENT DE JUILLET 2012.	57
FIGURE 2-41 : H/T (EN HAUT) ET Q/T (EN BAS) POUR L'ÉVÈNEMENT DE JUILLET 2011.	58

FIGURE 2-42 : LOCALISATION DE LA SECTION SEM-058 EN AVAL DE LA CENTRALE HYDRO ÉLECTRIQUE DE PHADES	59
FIGURE 2-43 : PROFIL EN LONG DE PARTIE AVAL DU MODÈLE, INFLUENCE DE LA HAUTEUR D'EAU DE LA MEUSE SUR LA HAUTEUR D'EAU DE LA SEMOY – Q ₁₀	60
FIGURE 2-44 : PROFIL EN LONG DE LA PARTIE AVAL DU MODÈLE, INFLUENCE DE LA HAUTEUR D'EAU DE LA MEUSE SUR LA HAUTEUR D'EAU DE LA SEMOY – Q ₅₀	61
FIGURE 2-45 : ENVELOPPES D'INONDATION MODÉLISÉES À THILAY ET À NAVAUX – CRUE DE DÉCEMBRE 1993 (À GAUCHE), CRUE DE JANVIER 1995 (À DROITE).	62
FIGURE 2-46 : ENVELOPPES D'INONDATIONS MODÉLISÉES À TOURNAVAUX ET HAULMÉ – CRUE DE DÉCEMBRE 1993 (À GAUCHE), CRUE DE JANVIER 1995 (À DROITE).	63
FIGURE 2-47 : ENVELOPPES D'INONDATIONS MODÉLISÉES À HAUTEUR DU BARRAGE DE PHADES (VANNES OUVERTES)– CRUE DE DÉCEMBRE 1993 (À GAUCHE), CRUE DE JANVIER 1995 (À DROITE).....	64
FIGURE 2-48 : PROFIL EN LONG DE LA SEMOY, PIC DE CRUE DE DÉCEMBRE 1993 – VANNES OUVERTES.....	65
FIGURE 2-49 : PROFIL EN LONG DE LA SEMOY, FIN DE LA CRUE DE DÉCEMBRE 1993 – VANNES OUVERTES.....	66
FIGURE 2-50 : ENVELOPPES D'INONDATIONS MODÉLISÉES À MONTHERMÉ– CRUE DE DÉCEMBRE 1993 (À DROITE), CRUE DE JANVIER 1995 (À GAUCHE).....	67
FIGURE 3-1 : PLAN DE SITUATION - DÉVERSOIR DE LA RACINE	69
FIGURE 3-2 : DÉVERSOIR DE LA RACINE - VUE D'ENSEMBLE RIVE DROITE (EN HAUT) ET DÉTAIL DE SA COMPOSITION HÉTÉROCLITE (EN BAS).....	70
FIGURE 3-3 : DÉVERSOIR DE LA RACINE - ZONE DE CONFLUENCE DE LA SEMOY AVEC LA MEUSE.....	76
FIGURE 3-4 : VUE EN AVAL DE L'OUVRAGE N°8 EN AMONT DU BRAS SECONDAIRE.....	77
FIGURE 3-5 : ECOULEMENTS MODÉLISÉS POUR LE QMNA5 (À GAUCHE) ET LE Q ₁₀₀ (À DROITE) - SCÉNARIO A1	79
FIGURE 3-6 : PROFIL EN TRAVERS DU DÉVERSOIR DE LA RACINE, SITUATION ACTUELLE (GRIS), RÉFECTION À L'IDENTIQUE (SCÉNARIO A3 EN NOIR) ET SEUIL SURBAISSÉ AVEC ÉCHANCRURE (SCÉNARIO A2 EN BLEU).	79
FIGURE 3-7 : ECOULEMENTS MODÉLISÉS POUR LE QMNA5 (À GAUCHE) ET LE Q ₁₀₀ (À DROITE)- SCÉNARIO A2.....	81
FIGURE 3-8 : ECOULEMENTS MODÉLISÉS POUR LE QMNA5 (À GAUCHE) ET LE Q ₁₀₀ (À DROITE) - SCÉNARIO A3.....	82
FIGURE 3-9 : PROFIL EN LONG DU BRAS PRINCIPAL DE LA SEMOY – QMNA5 – SCÉNARIOS A1, A2 ET A3.....	83
FIGURE 3-10 : PROFIL EN LONG DU BRAS SECONDAIRE – QMNA5 – SCÉNARIOS A1, A2 ET A3.....	83
FIGURE 3-11 : PLAN DE SITUATION - BARRAGE DE PHADES	86
FIGURE 3-12 : PLAN DU BARRAGE DE PHADES (SOURCE : SINTÉGRA).....	96
FIGURE 3-13 : BARRAGE DE PHADES, LOCALISATION DES SECTIONS TÉMOINS (LIGNES ROUGES) ET DES DIFFÉRENTS ÉQUIPEMENTS (EN JAUNE).....	97
FIGURE 3-14 : ECOULEMENTS MODÉLISÉS POUR LE QMNA5 (À GAUCHE) ET LE Q ₁₀₀ - SCÉNARIO B1	98
FIGURE 3-15 : ECOULEMENTS MODÉLISÉS POUR LE QMNA5 (À GAUCHE) ET LE Q ₁₀₀ - SCÉNARIO B2	99

FIGURE 3-16 : PRODUCTION MENSUELLE AU BARRAGE DE PHADES ET COMPARAISON AVEC LES DÉBITS MENSUELS À HAULMÉ	101
FIGURE 3-17 : VARIATION DE LA PRODUCTION MENSUELLE MOYENNE	102
FIGURE 3-18 : RELATION ENTRE LA PRODUCTION MENSUELLE AU BARRAGE DE PHADES ET LES DÉBITS MENSUELS À HAULMÉ	102
FIGURE 3-19 : ECOULEMENTS MODÉLISÉS POUR LE QMNA5 (À GAUCHE) ET LE Q ₁₀₀ - SCÉNARIO B4	104
FIGURE 3-20 : PROFIL EN LONG ET LIGNE D'EAU À L'ÉTIAGE - SCÉNARIO D'ARASEMENT (B1)	105
FIGURE 3-21 : PROFIL EN LONG ET LIGNE D'EAU À L'ÉTIAGE - SCÉNARIOS B2 ET B4	105
FIGURE 3-22 : PLAN DE SITUATION DU SITE D'HAULMÉ.....	108
FIGURE 3-23 : VUE AVAL DU MOULIN D'HAULMÉ ET DE L'ANCIENNE ROUE IMPLANTÉE DANS LA PASSE PRINCIPALE.....	110
FIGURE 3-24 : PLAN DE SITUATION DU SITE D'HAULMÉ, AVEC LES SECTIONS TÉMOINS (LIGNES ROUGES) ET LES DIFFÉRENTS OUVRAGES (EN JAUNE).....	113
FIGURE 3-25 : PROFIL EN LONG À HAUTEUR DU DÉVERSOIR D'HAULMÉ. LA LIGNE NOIRE REPRÉSENTE LA SITUATION ACTUELLE AVEC DÉVERSOIR, LA LIGNE BLEUE REPRÉSENTE LA SITUATION DU SCÉNARIO C1.....	114
FIGURE 3-26 : ECOULEMENTS MODÉLISÉS POUR LE QMNA5 (À GAUCHE) ET LE Q ₁₀₀ (À DROITE)- SCÉNARIO C1.....	115
FIGURE 3-27 : PROFIL EN TRAVERS DU DÉVERSOIR D'HAULMÉ, RÉFECTION À L'IDENTIQUE (SCÉNARIO C3 EN BLEU) ET ADAPTATION DE L'OUVRAGE (SCÉNARIO C2 EN GRIS).....	116
FIGURE 3-28 : ECOULEMENTS MODÉLISÉS POUR LE QMNA5 (À GAUCHE) ET LE Q ₁₀₀ (À DROITE) - SCÉNARIO C2.....	117
FIGURE 3-29 : ECOULEMENTS MODÉLISÉS POUR LE QMNA5 (À GAUCHE) ET LE Q ₁₀₀ (À DROITE) - SCÉNARIO C3	119
FIGURE 3-30 : PROFIL EN LONG DU BRAS DE L'ANCIEN MOULIN À HAULMÉ – QMNA5 – SCÉNARIOS C1, C2 ET C3.....	120
FIGURE 3-31 : PROFIL EN LONG DE LA SEMOY – QMNA5 – SCÉNARIOS C1, C2 ET C3.....	120
FIGURE 3-32 : PLAN DE SITUATION - MOULIN DE NAVAU.....	123
FIGURE 3-33 : DÉTAIL DU SITE DE NAVAU : A) EMBÂCLES ET ACCUMULATION DE DÉBRIS ; B) SORTIE DE L'ANCIEN DÉVERSOIR LATÉRAL ; C) TRONÇON VOUTÉ ; D) PARTIE TERMINAL DU BRAS DU MOULIN.....	123
FIGURE 3-34 : PLAN DE SITUATION DU SITE DE NAVAU, AVEC LES SECTIONS TÉMOINS (LIGNES ROUGES) ET LES DIFFÉRENTS OUVRAGES (EN JAUNE).....	127
FIGURE 3-35 : ECOULEMENTS MODÉLISÉS POUR LE QMNA5 (À GAUCHE) ET LE Q ₁₀₀ (À DROITE) – SCÉNARIO – SCÉNARIO D1 – AJOUTER CAPTURE ÉCRAN Q100.....	129
FIGURE 3-36 : ECOULEMENTS MODÉLISÉS POUR LE QMNA5 (À GAUCHE) ET LE Q ₁₀₀ (À DROITE) - SCÉNARIO D2.....	131
FIGURE 3-37 : ECOULEMENTS MODÉLISÉS POUR LE QMNA5 (À GAUCHE) ET LE Q ₁₀₀ (À DROITE) - SCÉNARIO D3.....	133
FIGURE 3-38 : PROFIL EN LONG DU BRAS PRINCIPAL DE LA SEMOY À NAVAU – QMNA5	134
FIGURE 3-39 : PROFIL EN LONG DU BRAS SECONDAIRE DE LA SEMOY À NAVAU – QMNA5.....	134
FIGURE 3-40 : PROFIL EN LONG DU BRAS DE L'ANCIEN MOULIN À NAVAU – QMNA5	135
FIGURE 3-41 : PLAN DE SITUATION ÉTANG DE LINCAMPES (ENCART : SITUATION EN EAU 2007)	137

FIGURE 3-42 : PROFIL EN LONG DU SAINT-JEAN ET LIGNE D'EAU POUR LE Q5	142
FIGURE 3-43 : PUISSANCES SPÉCIFIQUES CALCULÉES POUR DIFFÉRENTES SECTIONS DU SAINT-JEAN	142
FIGURE 3-44 : RÉPARTITION DES VITESSES SUR LE SAINT-JEAN POUR LE Q5.....	144
FIGURE 3-45 : DIAGRAMME D'HJULSTRÖM	145
FIGURE 3-46 : EXEMPLE D'AMÉNAGEMENT D'UNE CHUTE EXISTANTE	148
FIGURE 3-47 : EXEMPLE D'UNE PASSE À POISSONS DE TYPE « RIVIÈRE DE CONTOURNEMENT »	148
FIGURE 3-48 : EXEMPLE D'UN SYSTÈME DE VIDANGE FIXE AVEC MISE EN CHARGE LORS DES CRUES.....	149
FIGURE 3-49 : OUVRAGE DE VIDANGE AVEC SYSTÈME DE RÉGULATION PAR VANNE CLAPET AMOVIBLE.....	150
FIGURE 3-50 : SITUATION GÉNÉRALE DU SITE DE LINCAMPS AVEC LES SECTIONS TÉMOINS (LIGNES ROUGES) ET LES OUVRAGES (EN JAUNE).....	153
FIGURE 3-51 : PROFIL EN AMONT DU BARRAGE DE LINCAMPS	153
FIGURE 3-52 : SYSTÈME DE VIDANGE ET ANCIEN MOULIN.	154
FIGURE 3-53 : LOCALISATION DE LA ZONE À EXCAVER POUR RETROUVER UN PROFIL EN LONG NATUREL DU SAINT-JEAN.	154
FIGURE 3-54 : PROFIL EN LONG DE LA SITUATION ACTUELLE (EN NOIR) ET DU SCÉNARIO E1 (EN ROUGE).....	155
FIGURE 3-55 : EXEMPLE DU REPROFILAGE D'UN PROFIL EN TRAVERS (STJ_040).....	155
FIGURE 3-56 : COMPARAISON DES MODÈLES NUMÉRIQUES DE TERRAIN : SITUATION ACTUELLE (À GAUCHE) ET MNT ADAPTÉ DU SCÉNARIO E1 (À DROITE).....	156
FIGURE 3-57 : RELATIONS VOLUME / HAUTEUR ET SURFACE/ HAUTEUR POUR LA SITUATION ACTUELLE (EN ROUGE) ET LE SCÉNARIO E1 (EN BLEU)	156
FIGURE 3-58 : ÉVALUATION PRÉLIMINAIRE DU DÉBIT DE RÉGULATION.....	163
FIGURE 3-59 : DÉBITS SORTANT DE L'ÉTANG DE LINCAMPS POUR LA CRUE EXTRÊME	166
FIGURE 3-60 : ÉVOLUTION DES DÉBITS ENTRANT ET SORTANT – E3 VAR 3	167
FIGURE 3-61 : IDEM FIGURE 3-60, DÉTAIL DU PIC DE CRUE.....	167
FIGURE 3-62 : ÉVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU DANS L'ÉTANG DE LINCAMPS POUR LA CRUE CINQUENTENALE	168
FIGURE 3-63 : ÉTANG DE LINCAMPS - SYSTÈME DE VIDANGE AVEC RÉGULATION.....	169

0. RÉSUMÉ

L'objet de l'étude concerne l'élaboration du schéma d'aménagement hydraulique et environnemental de la Semoy et de ses affluents.

Cette deuxième phase d'étude est plus particulièrement consacrée à l'étude de faisabilité qui comprend une importante étape de modélisation hydraulique.

Elle comprend la construction des modèles sur la Semoy et sur le Saint-Jean, à partir des informations recueillies lors de la campagne topographique réalisée en première phase.

Une étude hydrologique a ensuite été menée en vue d'établir les conditions aux limites et définir les crues caractéristiques qui seront injectées dans le modèle. Les paramètres des modèles ont ensuite été estimés par calage sur des événements courants et des crues exceptionnelles.

Lorsque le modèle est apte à simuler correctement la situation existante, il est utilisé comme outil d'analyse, pour étudier les conditions d'écoulement au droit des 5 ouvrages problématiques identifiés sur ces cours d'eau.

Chaque site fait l'objet d'une série de propositions d'amélioration définies à partir de l'examen de son fonctionnement et des enjeux liés à son comportement hydraulique, aux usages, au contexte hydromorphologique et environnemental, ainsi qu'aux aspects juridiques. Chaque proposition est testée numériquement pour un large éventail de conditions hydrauliques, allant du régime d'étiage aux crues extrêmes.

A la lumière des résultats de simulation, ces propositions font ensuite l'objet d'une évaluation pluridisciplinaire permettant d'identifier celle qui répondra le mieux aux objectifs d'aménagement et qui fera l'objet d'études plus détaillées lors de la phase suivante.

1. INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Cette étude s'inscrit dans une démarche générale de revalorisation des cours d'eau et des bassins versants. Elle concerne le cours de la Semoy sur le territoire français, entre Hautes-rivières et Monthermé, ainsi que ses principaux affluents, sur un linéaire total d'environ 65 km. L'analyse traite de l'ensemble des problématiques affectant ces cours d'eau (analyse environnementale, écologique, hydraulique, sédimentaire...).

1.2 OBJET DE L'ÉTUDE

L'objet de l'étude concerne l'élaboration du schéma d'aménagement hydraulique et environnemental de la Semoy et de ses affluents. L'attention est portée sur les principaux ouvrages hydrauliques. Qu'ils soient encore fonctionnels ou au contraire, l'héritage d'un passé révolu, leur seule implantation dans le lit du cours d'eau modifie les conditions d'écoulement et peut affecter sensiblement les conditions environnementales.

Cette partie d'étude aura pour objet, d'affiner le diagnostic concernant ces ouvrages et, à la lumière des enjeux établis lors de la phase précédente, de présenter un ensemble de propositions cohérentes.

1.3 DÉMARCHE DE L'ÉTUDE

L'étude est composée de trois phases :

- Phase 1 : Actualisation du diagnostic environnemental;
- Phase 2 : Etude de faisabilité d'aménagements sur des secteurs problématiques particuliers ;
- Phase 3 : Elaboration d'un schéma global d'aménagement.

Lors de la phase 1, un diagnostic environnemental approfondi de la Semoy et de l'ensemble de ses affluents a été établi. Il a permis de dresser un bilan complet sur l'état de la rivière, d'inventorier un ensemble de pressions et d'altérations persistantes, de rencontrer les acteurs de terrain et de faire une évaluation des enjeux.

Une campagne topographique et bathymétrique, support à la phase de modélisation, a également été entreprise.

La présente phase 2 sera consacrée à la modélisation de la Semoy entre Naux et Monthermé, ainsi que celle du ruisseau Saint-Jean. Elle intégrera les 5 principaux ouvrages hydrauliques identifiés sur ces cours d'eau.

1.4 STRUCTURE DU RAPPORT

Ce rapport est composé de deux parties.

La première est relative à la modélisation générale des deux cours d'eau :

- Le rappel des principales caractéristiques des cours d'eau étudiés ;
- Une analyse hydrologique en vue de déterminer les débits caractéristiques et les hydrogrammes d'apport, à prendre en compte lors de la phase de modélisation ;
- La construction des modèles hydrauliques, leur calage et une série de simulations pour une large gamme de conditions hydrologiques différentes (crues et étiages) ;

La deuxième partie sera consacrée à l'analyse particulière des ouvrages.

Elle comprendra pour chacun d'eux :

- Le rappel de leurs principales caractéristiques : implantation, configuration générale, statut juridique, enjeux,...
- Une importante étape de modélisation hydraulique ;
- Un ensemble de propositions d'aménagement, y inclus une estimation des travaux correspondant ;
- L'analyse de leur fonctionnement pour une large gamme de conditions hydrauliques différentes à partir de simulations hydrauliques ;

Finalement, l'ensemble des résultats fera l'objet d'une analyse comparative et les scénarios les plus intéressants seront identifiés.

2. PARTIE 1 : MODÉLISATION

2.1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE

La Semoy prend sa source en Belgique à Arlon. Elle traverse la Gaume et l'Ardenne suivant une direction d'Est en Ouest. Son parcours est particulièrement sinueux et caractérisé par une très faible pente. La Semoy franchit la frontière française à Hautes-Rivières pour finalement se jeter dans la Meuse, à Monthermé.

Au niveau de la confluence, son bassin versant, représente une superficie totale de 1350 km² et son tracé un développement de 210 km.

La superficie du sous-bassin situé sur le territoire français est de 78,2 km².

Le ruisseau Saint-Jean est le principal affluent dans la zone d'étude. Sa source se situe en Belgique, sur la commune de Louette-Saint-Pierre, à une altitude de 360m.

A la confluence avec la Semoy, sur la commune de Hautes-Rivières, son bassin versant couvre une superficie d'environ 41.5 km².

2.1.1 Caractérisation des bassins versants

2.1.1.1 Délimitation des sous-bassins versants

Les différents affluents de la Semoy française sont repris à la Figure 2-3. Les principaux sont :

- Le ruisseau de la Lyre (6 km²);
- Le ruisseau de Narbruay (3,5 km²);
- Le ruisseau de Saint-Jean (40,2 km²);
- Le ruisseau du Bois Jean (9 km²);
- Le ruisseau du Houru (2.6 km²).

A l'exception du ruisseau Saint-Jean, il s'agit pour la plupart, de petits cours d'eau sauvages drainant des bassins versants fort escarpés, principalement couverts de forêts.

2.1.1.2 Caractéristiques physiques

Les deux rivières étudiées sont de nature très différente.

La Semoy s'écoule dans une large plaine et comprend de nombreux méandres. Sa pente est modérée et plusieurs îles existent sur son parcours.

Le ruisseau Saint-Jean est, par contre, un cours d'eau à forte pente logé dans une vallée très escarpée.

Les profils en long des tronçons étudiés de la Semoy et du ruisseau Saint-Jean sont repris aux figures suivantes (Figure 2-1 et Figure 2-2). Les pentes moyennes sont respectivement de 0,143 % pour la Semoy et proche de 1,08 % pour le Saint-Jean.

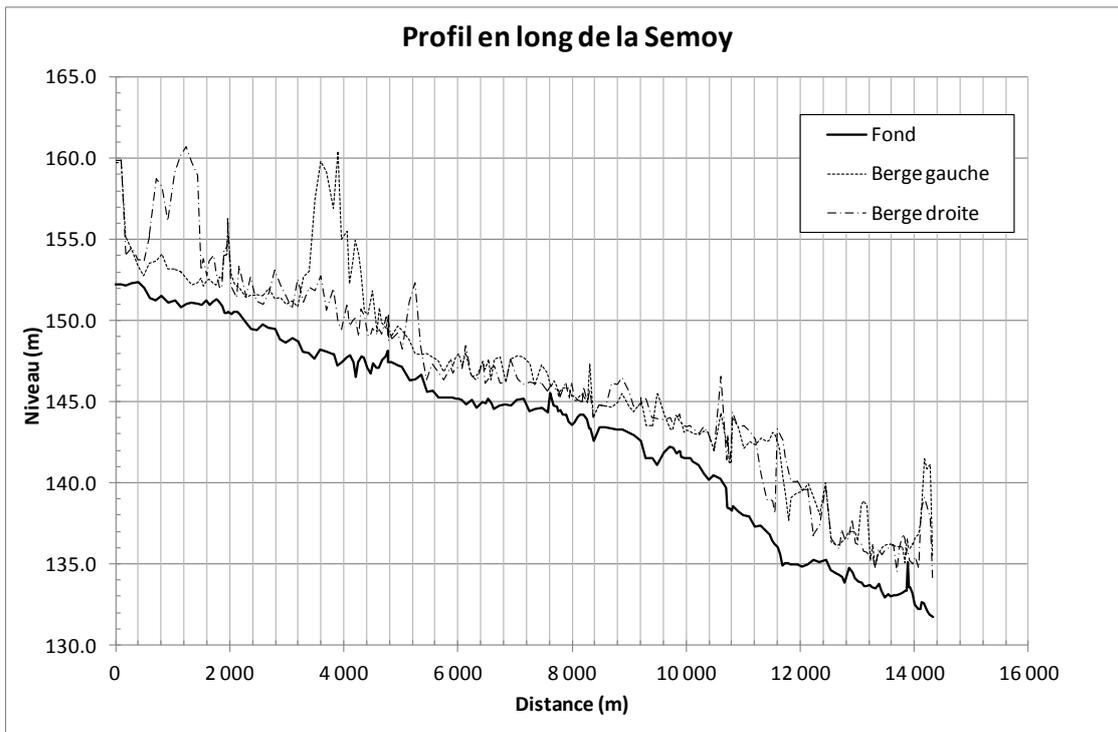


Figure 2-1 : Profil en long de la Semoy - Partie modélisée

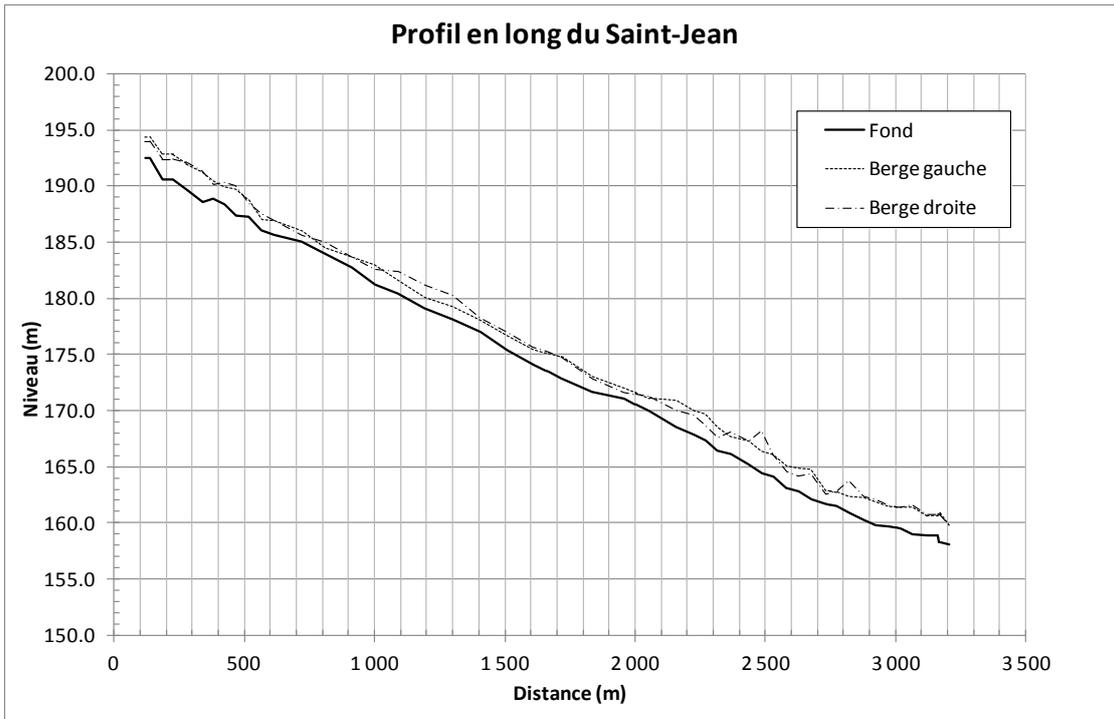


Figure 2-2 : Profil en long du ruisseau Saint-Jean

L'indice de sinuosité a été présenté pour quelques tronçons de la Semoy dans le rapport de la Phase 1. Les valeurs sont reprises ici (Tableau 2-1) en comparaison de l'indice du Saint Jean (tronçon modélisé), qui présente des valeurs moyennes proches de celle du chenal rectiligne (IS =1).

Tableau 2-1 : Indices de sinuosité de plusieurs tronçons sur la Semoy et le Saint-Jean

Localisation des tronçons sur la Semoy	Indice de sinuosité
De la frontière franco-belge au pont de Sorendal	1,14
Du pont de Sorendal à l'ancien moulin de Nohan	2,5
De Newet à Nohan	2,66
De l'ancien moulin de Nohan au pont de Thilay	2,66
Du pont de Thilay aux lots de Tournavaux	1,42
Les méandres de Tourvavaux	1,1
Ruisseau Saint-Jean (tronçon Linchamps- Hautes rivières)	1.02

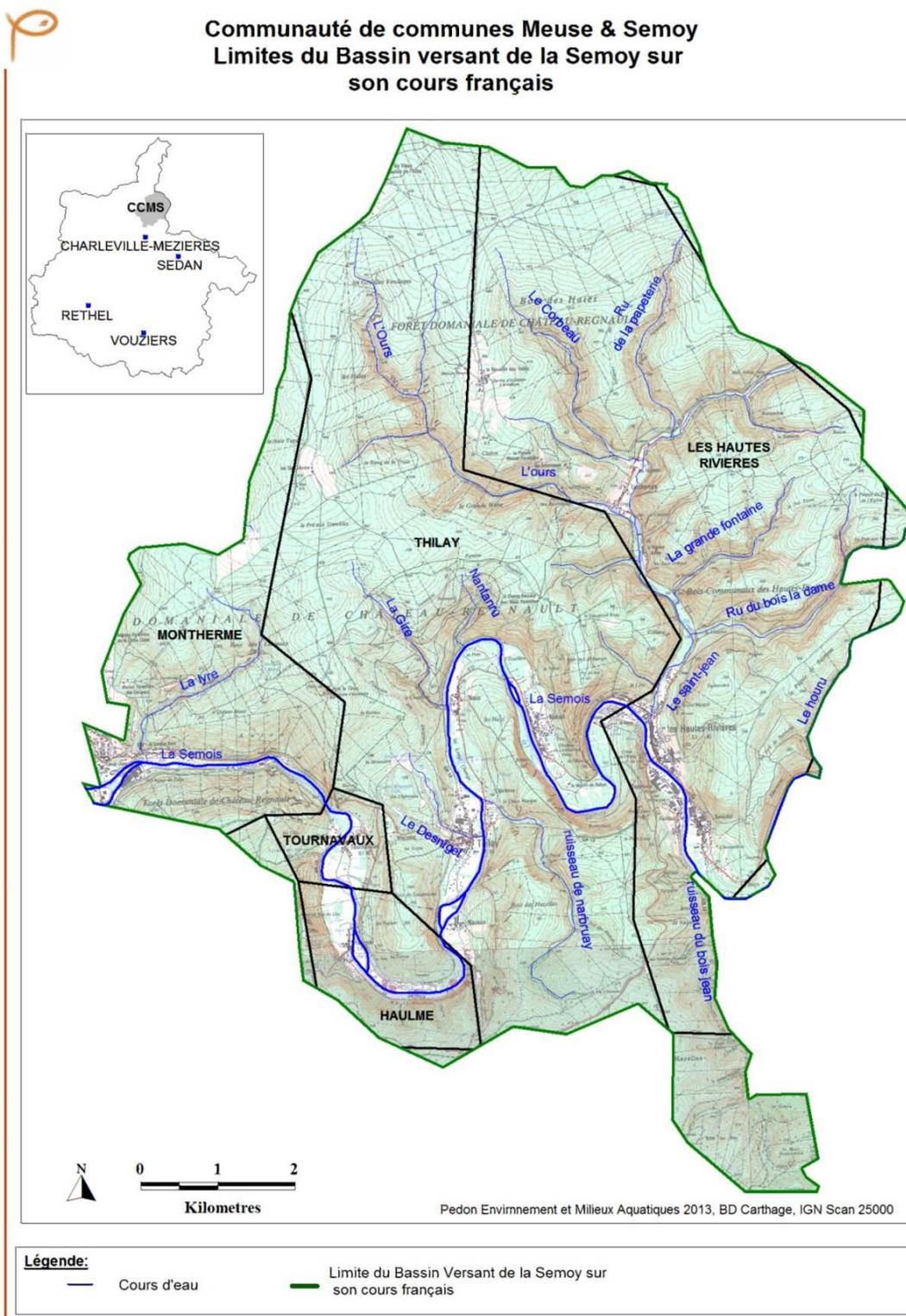


Figure 2-3: Présentation générale de la zone d'étude – Bassins versants et principaux affluents

2.2 HYDROLOGIE

2.2.1 Saint Jean

2.2.1.1 Ry du Moulin

A part la Semoy, le cahier des charges prévoit la modélisation du ruisseau Saint-Jean, son principal affluent. Or, ce cours d'eau ne dispose d'aucune station de mesures. Pour pouvoir estimer néanmoins les débits caractéristiques et déterminer les hydrogrammes d'entrée du modèle hydraulique, il est courant en hydrologie, de faire l'évaluation à partir des observations réalisées sur un bassin versant situé à proximité et au comportement hydrologique similaire.

Pour cette étude, le choix s'est porté sur le Ry du Moulin qui est un cours d'eau des Ardennes belges, dont le bassin versant jouxte celui du Saint-Jean (Figure 2-4). La station de mesure se situe à Vresse-sur-Semois (B) et est gérée par le SPW – DGO3 (Figure 2-5).

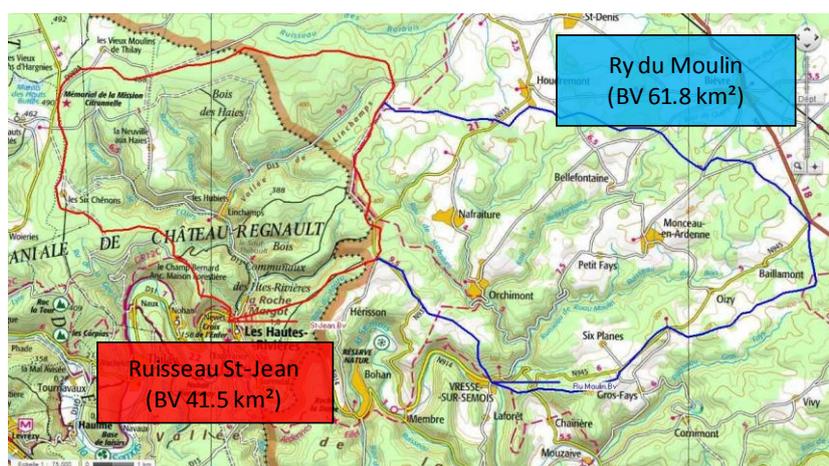


Figure 2-4 : Bassins versants du Ry du Moulin et du Ruisseau Saint-Jean



Figure 2-5 : Station du Ry du Moulin – Vresse sur Semoy (SPW – DGO2)

Les caractéristiques des deux bassins sont présentées au tableau suivant (Tableau 2-2).

Tableau 2-2 : Comparaisons des débits caractéristiques - Ruisseau Saint-Jean et Ry du Moulin

Bassin versant	Superficie (km ²)	Période	Module (m ³ /s)	Débit spécifique (m ³ /s/km ²)
Ruis Saint-Jean	41.5	1971-1990	0.820	0.0198
Ry du Moulin	61.8	2003-2012	1.153	0.0187

Les mesures de débits de la station du Ry du Moulin sont données à la Figure 2-6. La plage des données ne couvre que la période de 2004 à 2011 ce qui est très court pour une analyse statistique permettant de construire les hydrogrammes de crues synthétiques.

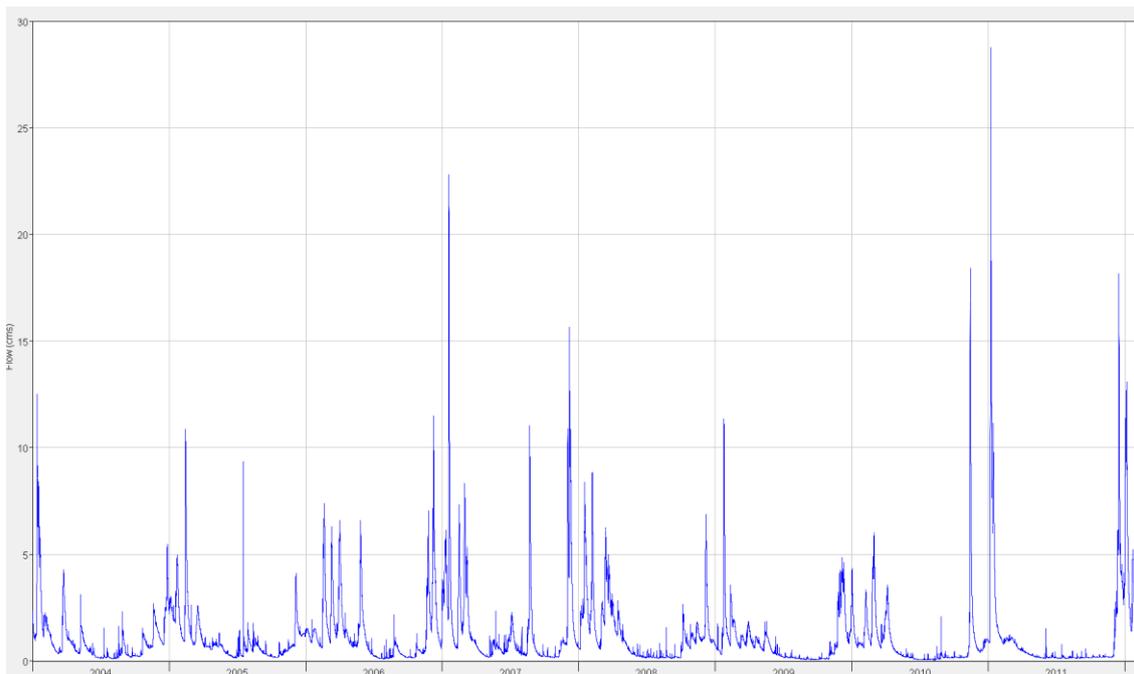


Figure 2-6 : Historique de mesures de débit à la station du Ry du Moulin.

2.2.1.2 Modélisation hydrologique

Pour calculer les événements de référence pour différentes périodes de retour, l'analyse des valeurs extrêmes doit être menée à partir d'un historique de mesures d'une durée d'au moins trente ans. Le Saint-Jean, contrairement à la Semoy, ne dispose pas de mesures de débit. L'approche utilisée consistera à générer une série de longue durée grâce au modèle hydrologique PDM et d'utiliser ces données comme données de base.

Le modèle hydrologique PDM permet d'estimer les débits d'un bassin versant quelconque à partir des données pluviométriques et d'évapotranspiration. Une description sommaire du modèle est donnée à l'Annexe A. Les paramètres du modèle sont définis en fonction de la spécificité du bassin versant. Pour le modèle PDM du Saint-Jean, les paramètres ont été ajustés à partir des valeurs provenant des modèles:

- de la Houille à Gedinne (Etude IMDC, 2012) ;
- du Ry du Moulin (dans le cadre de cette étude).

Les valeurs des paramètres PDM utilisés sont données au tableau ci-dessous.

Tableau 2-3 : Valeurs de paramètres des modèles PDM de la Houille, du Ry du Moulin et du Saint-Jean

Paramètres	Gedinne (Houille)	Vresse-sur-Semoy (Ry du Moulin)	Saint-Jean amont (Saint-Jean)
Rainfac	1	1	1
Cmin (mm)	0	0	0
Cmax (mm)	170	170	170
b	0.6	0.6	0.6
k ₁ (heure)	30	42	5
k ₂ (heure)	1	1	1
kb (hr/mm ^{m-1})	1	1	1
kg (hr/mm ^{bg-1})	700	700	700
St (mm)	8	8	8
Bg	1	1	1
Qconst (m ³ /s)	0	0	0
tdly	0	0	0
Surface (km ²)	52	61.78	20.30

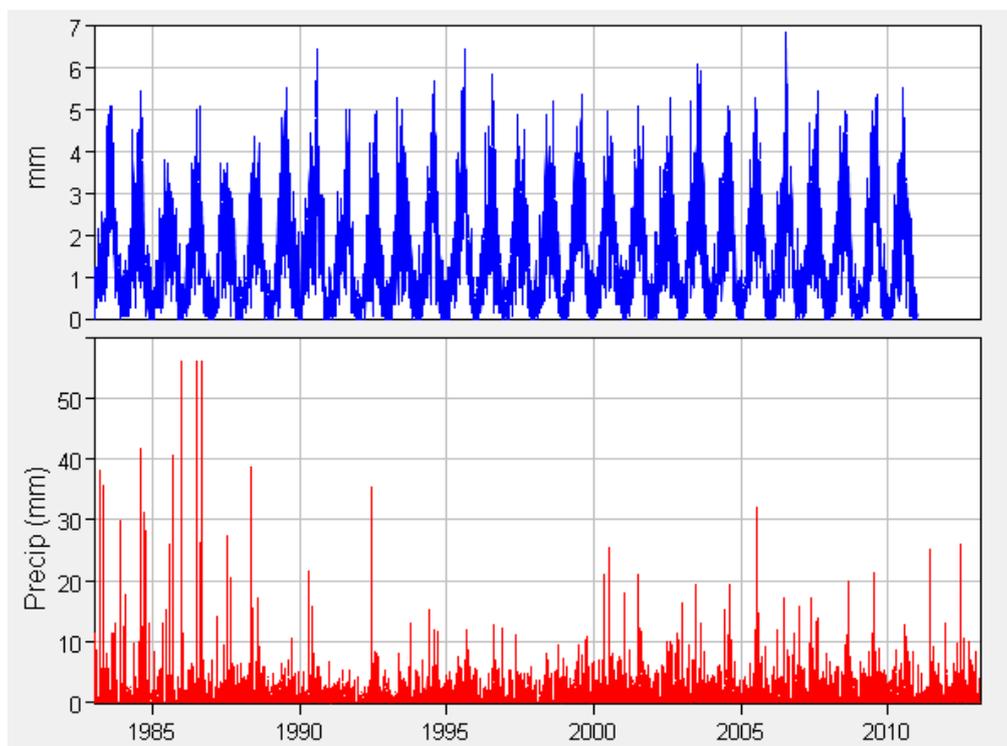


Figure 2-7: Evapotranspiration (bleu) et précipitations zonales (rouge) pour le PDM du Saint-Jean.

Le modèle PDM du Ry du moulin a été construit à partir des précipitations du bassin de la Semoy (1983-2013). Les données d'évaporation utilisées proviennent du modèle de la Houille (Figure 2-7).

Le modèle PDM du Ry du Moulin utilise les mêmes valeurs de paramètre que le modèle de la Houille à Gedinne, à l'exception de la superficie du bassin qui a été ajustée et de la valeur du paramètre k1 (coef. du temps de réponse) qui a été recalibrée.

Le résultat de la calibration du paramètre k1 est donné à la Figure 2-9.

Ce paramètre influence très fortement la forme du pic de crue et la réponse du bassin versant : un petit bassin versant aura une faible valeur de k1, ce qui se traduit par un pic de crue bref et intense.

Pour calculer les débits du Saint-Jean à partir du modèle PDM du Ry du Moulin, la superficie du bassin et le paramètre k1 sont à nouveau ajustés. La relation entre la surface du bassin et le paramètre k1 est définie à la Figure 2-8. A partir des paramètres définis pour le modèle PDM du Saint-Jean (Tableau 2-3), les données pluviométriques sont converties en série de débit à l'échelle du bassin versant du Saint-Jean. La Figure 2-11 montre la série de débits générée pour le Ry du Moulin et la Figure 2-11 celle du Ruisseau Sain-Jean à hauteur de Linchamps.

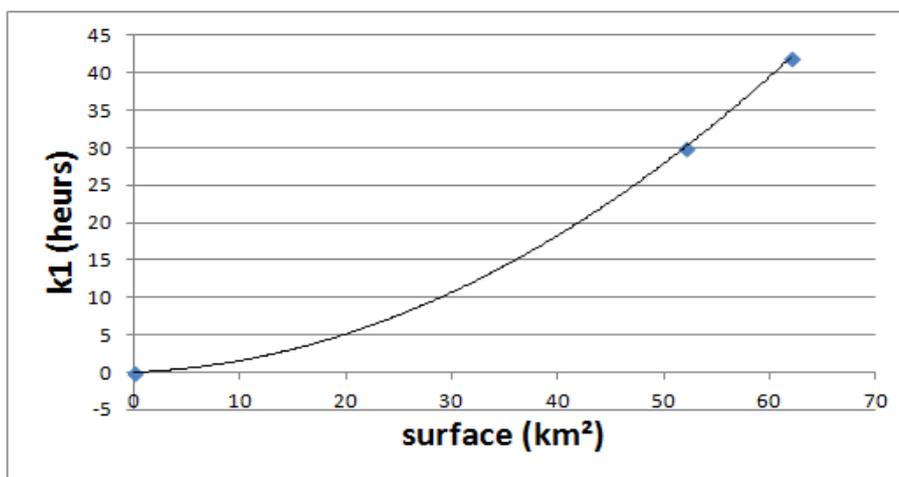


Figure 2-8: Relation entre k1 et la surface du bassin versant.

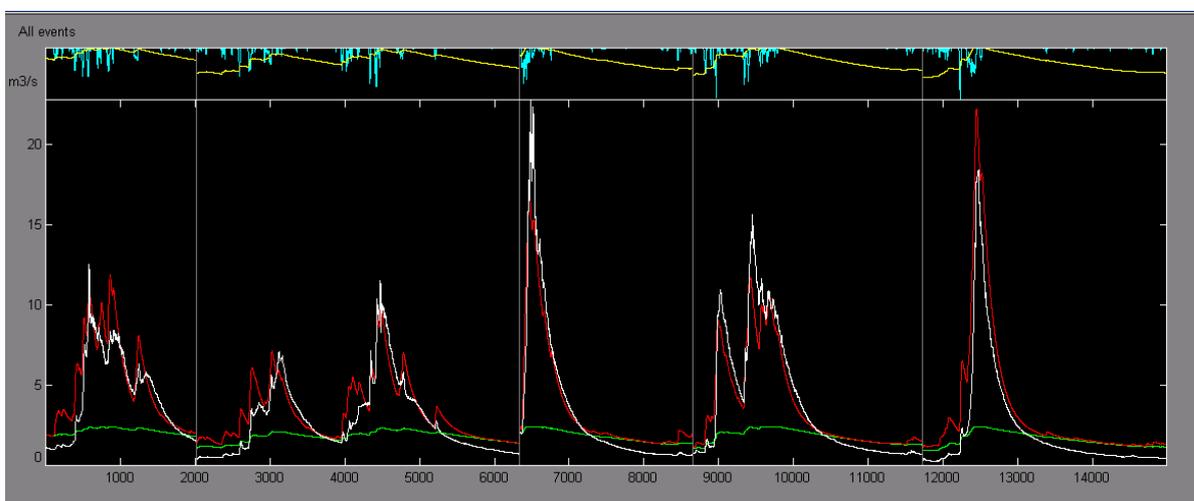


Figure 2-9: Calibration du modèle PDM pour 5 crues sur le Ry du Moulin.
Mesure (blanc) et simulation (rouge).

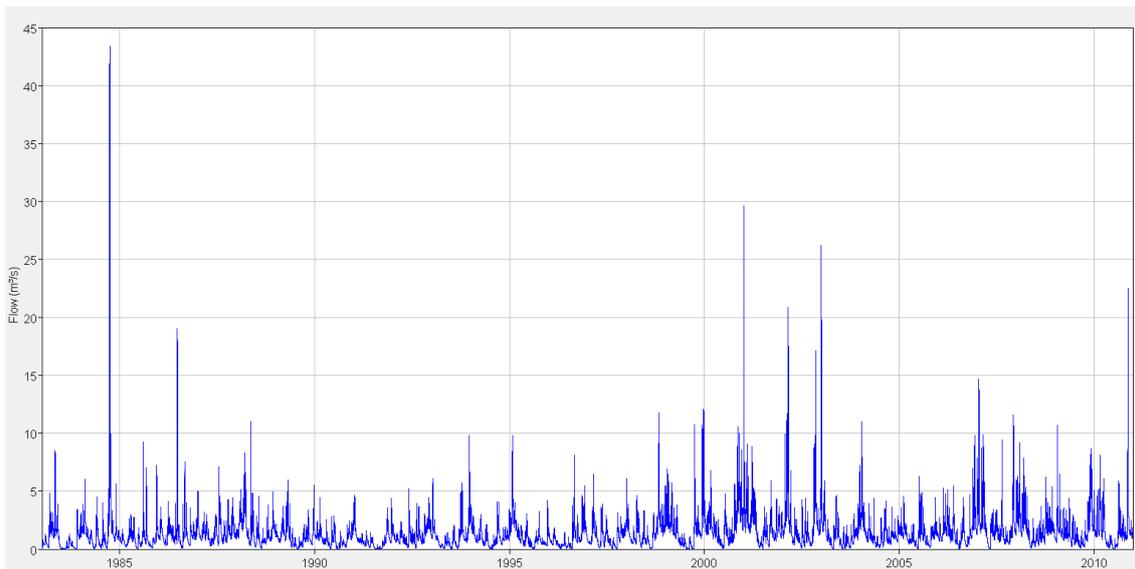


Figure 2-10 : Série de données générées par le modèle hydrologique à partir des données historiques de la station du Ry du Moulin.

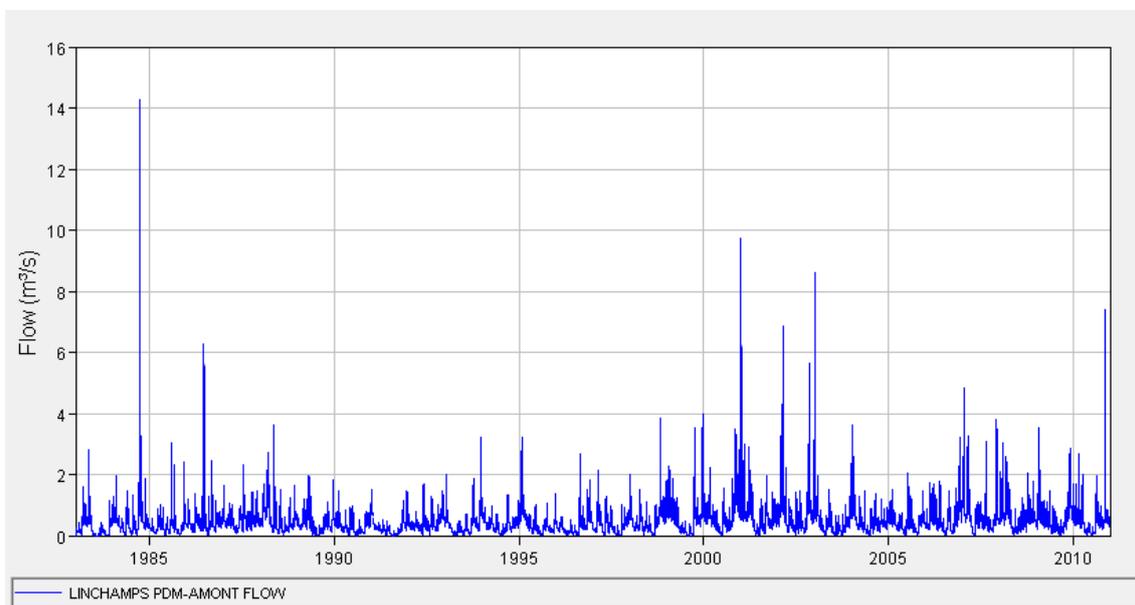


Figure 2-11 : Série de débit générée par le modèle hydrologique PDM pour le bassin amont du Saint-Jean à hauteur de Linchamps.

2.2.1.3 Analyse statistique

2.2.1.3.1 Module

En hydrologie, le module correspond au débit moyen interannuel. Il devrait être calculé sur une série suffisamment longue d'au moins 30 ans, pour ne pas être influencé par des événements exceptionnels (crues, fontes de neige, etc.).

Le régime hydrologique du Saint-Jean est comparable à celui du Ry du Moulin.

L'évolution annuelle des débits mensuels est reprise à la Figure 2-12. Le module calculé pour le Saint-Jean s'élève à 0.76 m³/s. Les crues surviennent principalement entre les mois de novembre et de mars.

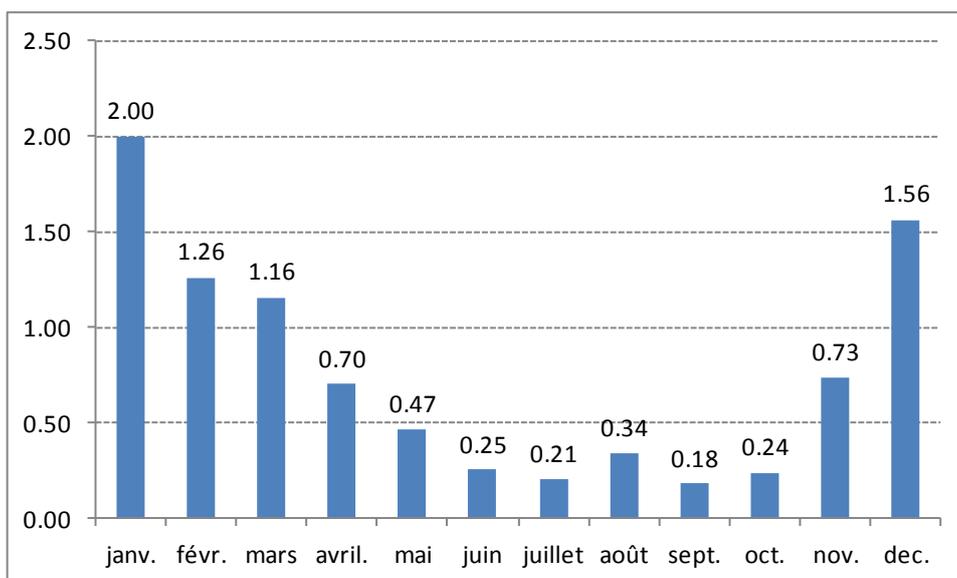


Figure 2-12 : Débits moyens mensuels (en m³/s) du Saint-Jean (9 ans)

2.2.1.3.2 QMNA5

On appelle QMNA, le débit (Q) mensuel (M) minimal (N) de chaque année civile (A). Il se calcule, pour un mois calendaire. Le QMNA 5 ans est la valeur du QMNA telle qu'elle ne se produit qu'une année sur cinq, sa définition exacte est "débit mensuel minimal ayant la probabilité 1/5 de ne pas être dépassé pour une année donnée".

La courbe des QMNA classés est reprise à la Figure 2-13. Pour le Saint-Jean la valeur du QMNA5 s'élève à 0.062 m³/s

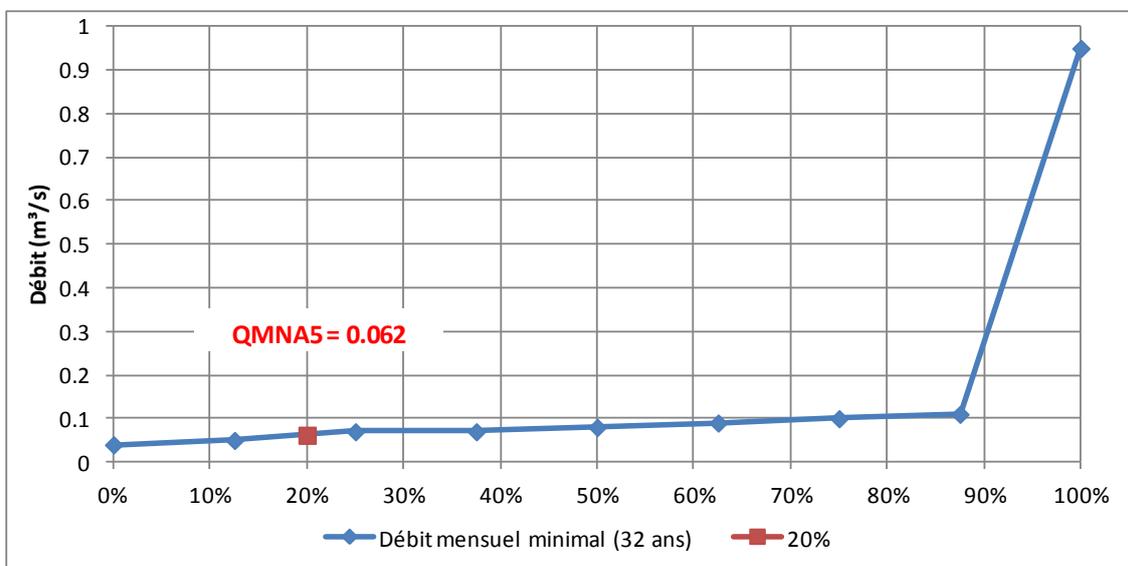


Figure 2-13 : Evaluation du QMNA5 pour le Saint-Jean.

2.2.1.3.3 Analyse des valeurs extrêmes

2.2.1.4 Crues synthétiques

Les hydrogrammes d'entrée utilisés dans le modèle hydraulique ont été évalués, par la méthode QDF.

Cette méthode permet de construire des crues synthétiques à partir des séries de données. Celles-ci peuvent provenir de mesures ou des résultats de modélisation.

IMDC a développé un logiciel spécifique sur base de cette méthode. Le logiciel permet de lire la série temporelle, d'agréger les valeurs pour différentes durées et d'évaluer la distribution des valeurs extrêmes pour chacune de ces durées. Pour terminer, le logiciel détermine les courbes QDF théoriques et les hydrogrammes synthétiques correspondant à différentes périodes de retour (Figure 2-14).

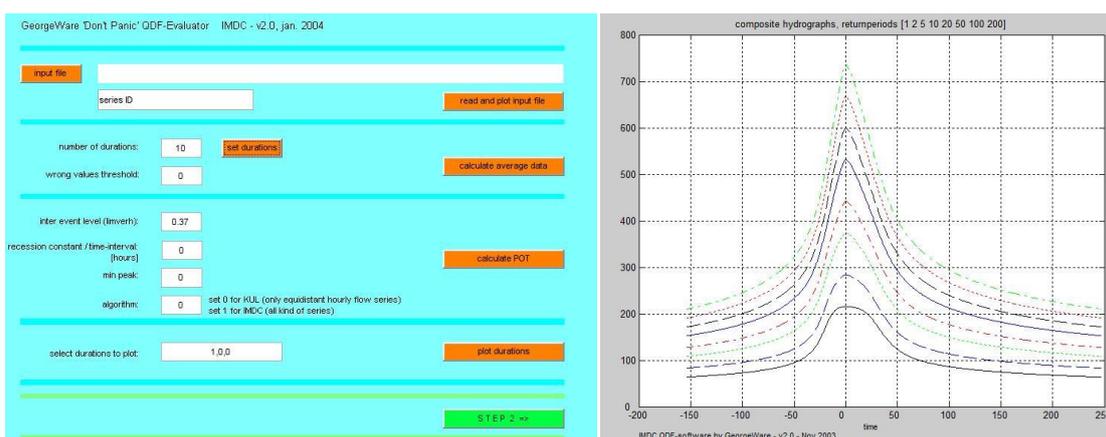


Figure 2-14 : Aperçu du logiciel QDF-tool.

2.2.1.5 Concomitances des crues

En l'absence d'observation limnimétriques sur le Saint-Jean et vu les similitudes des situations, l'analyse de la concomitance sera menée à partir des observations de la Semoy à Membre et celles du Ry du Moulin à Vresse-sur-Semoy.

Le Tableau 2-4 reprend les observations maximales de chaque crue. On peut observer que les pointes de crue du Ry du Moulin surviennent systématiquement en avance de celles de la Semoy.

La Figure 2-15 reprend les hydrogrammes pour les crues de novembre 2010 et de janvier 2011.

Tableau 2-4 : Concomitance des crues du Ry du Moulin à Vresse-sur-Semoy et de la Semoy à Membre.

Ry du Moulin		Semoy à Membre		Différence (heures)
date	débit (m³/s)	date	débit (m³/s)	
13/01/2004 10:00	8.37	14/01/2004 18:00	162.49	32
13/02/2005 14:00	7.26	14/02/2005 12:00	112.55	22
9/12/2006 00:00	7.69	9/12/2006 17:00	132.96	17
18/01/2007 22:00	15.26	20/01/2007 06:00	368.25	32
22/08/2007 20:00	7.39	23/08/2007 21:00	77.38	25
3/12/2007 08:00	7.29	4/12/2007 00:00	143.67	16
7/12/2007 18:00	10.46	8/12/2007 05:00	198.34	11
23/01/2009 23:00	7.59	24/01/2009 16:00	160.89	17
14/11/2010 06:00	12.32	15/11/2010 08:00	215.329	26
8/01/2011 01:00	19.23	8/01/2011 14:00	452.29	13
16/12/2011 12:00	12.15	18/12/2011 02:00	326.27	38
5/01/2012 19:00	8.75	7/01/2012 00:00	315.74	29
			Moyenne	23

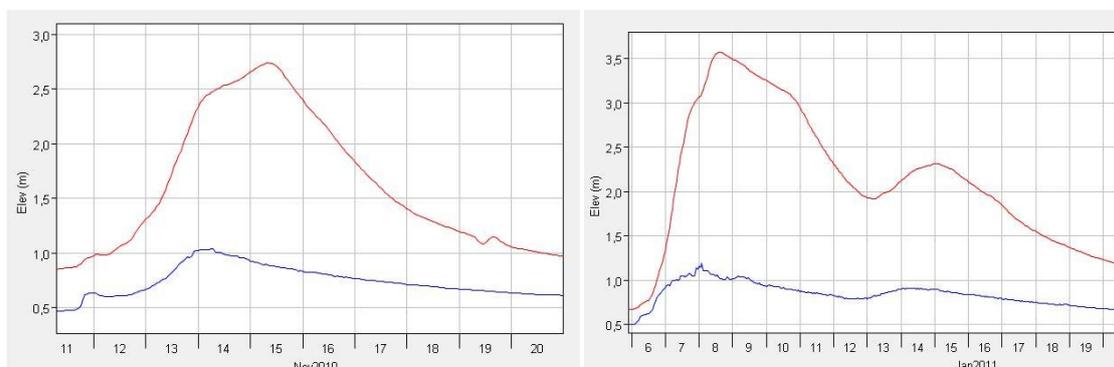


Figure 2-15 : Hydrogrammes des crues de novembre 2010 (gauche) et de janvier 2011 (droit) sur le Semoy à Membre (rouge) et le Ry du Moulin à Vresse-sur-Semoy (bleu).

2.2.2 Semoy

2.2.2.1 Limnimètres

2.2.2.1.1 Station d'Haulmé

Sur le territoire français, les débits de la Semoy ne sont mesurés qu'à la station d'Haulmé (Figure 2-16). Celle-ci se situe juste en aval du pont d'accès au village (D131). A cet endroit, la superficie du bassin versant est de 1336 km². La station a été installée en 1965, mais comme les premières années présentent de très nombreuses lacunes, l'historique n'est véritablement exploitable qu'à partir de 1980 (soit 33 années, Figure 2-17).

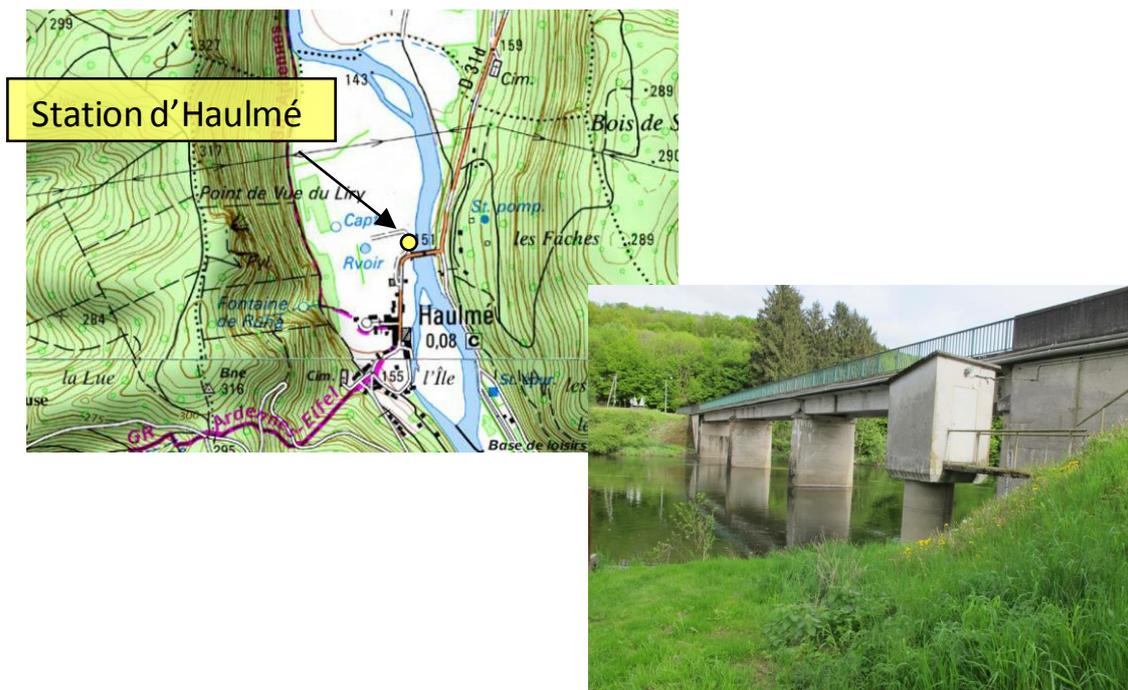


Figure 2-16 : Station limnimétriques d'Haulmé (Code B6111010 DREAL Lorraine)

Le régime de la Semoy est caractérisé par ses crues hivernales importantes (novembre à mars), occasionnant de nombreux débordements en le lit majeur, et par ses étiages sévères.

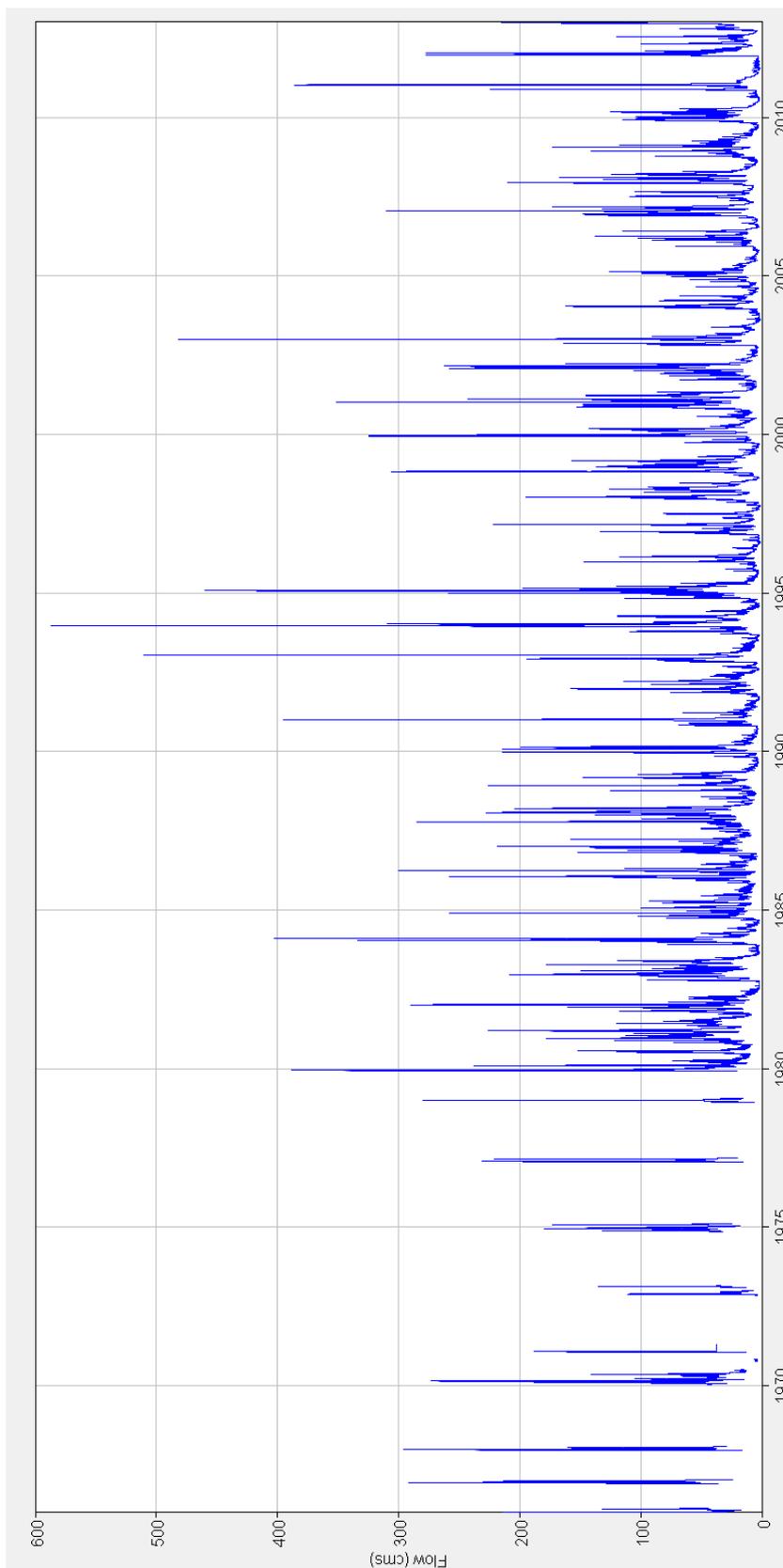


Figure 2-17 : Historique de mesures de débit à la station d'Haulmé

2.2.2.1.2 Station de Membre

Plusieurs stations limnimétriques existent sur la Semois, en territoire belge. Elles sont gérées par le SPW (Service Public de Wallonie - DGO2 ou DGO3).

La station de Membre, située juste avant la frontière est la plus représentative de la zone d'étude (Superficie BV 1226 km², soit 91.8% du BV d'Haulmé et 90.8 % du BV total à Monthermé).



Figure 2-18 : Station limnimétriques sur la Semois à Membre (B)

L'historique des valeurs journalières depuis 1968 est repris à la figure suivante (Figure 2-19).

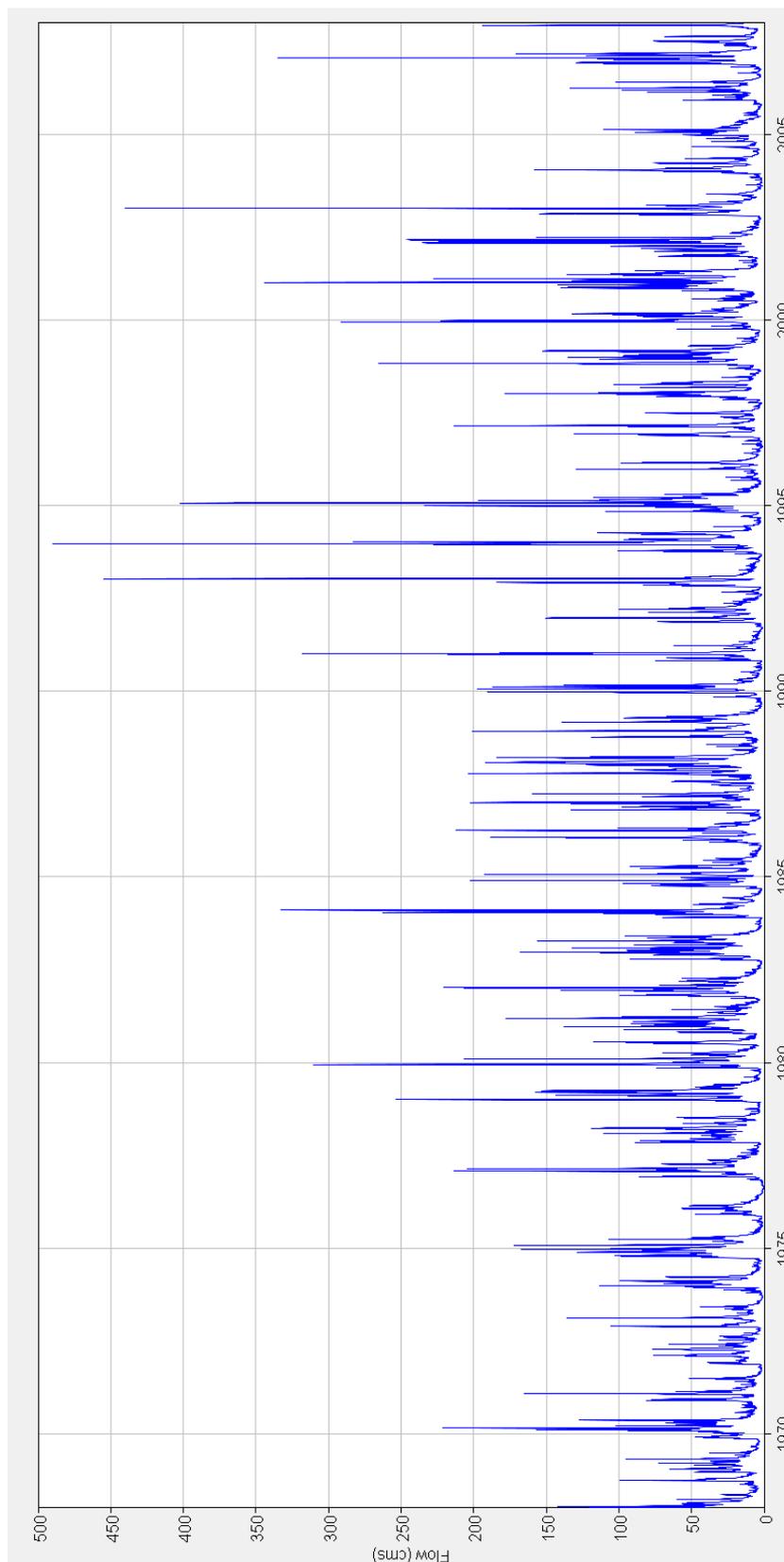


Figure 2-19 : Historique de mesures de débit à la station de Membres

2.2.2.2 Analyse statistique

2.2.2.2.1 Module

Le régime hydrologique de la Semoy présente des fluctuations saisonnières très marquées. Les hautes eaux surviennent en hiver. A partir du mois de mars, la rivière entame une lente et progressive décrue qui ne s'achève qu'aux mois d'août ou de septembre. En d'octobre, le débit ré-augmente à nouveau.

Sur la zone d'étude, les débits de la Semoy ne sont mesurés qu'à la station d'Haulmé. Le module à cette station s'élève à 29,4 m³/s. L'évolution annuelle des débits mensuels est reprise à la Figure 2-20. Les crues de la Semoy surviennent presque exclusivement entre les mois de novembre et mars.

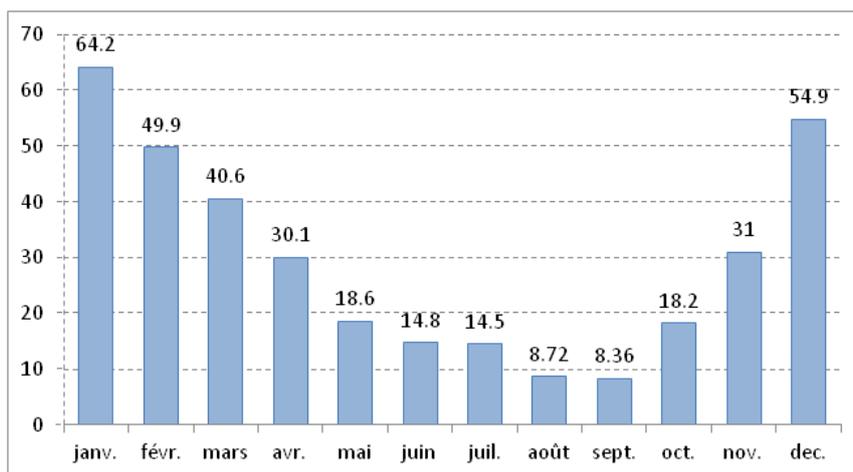


Figure 2-20 : Débits moyens mensuels (en m³/s) à Haulmé (48 ans)

2.2.2.2.2 QMNA5

Le QMNA5 de la Semoy est déterminé à partir de la Figure 2-21.

Sa valeur est égale à 3.2 m³/s.

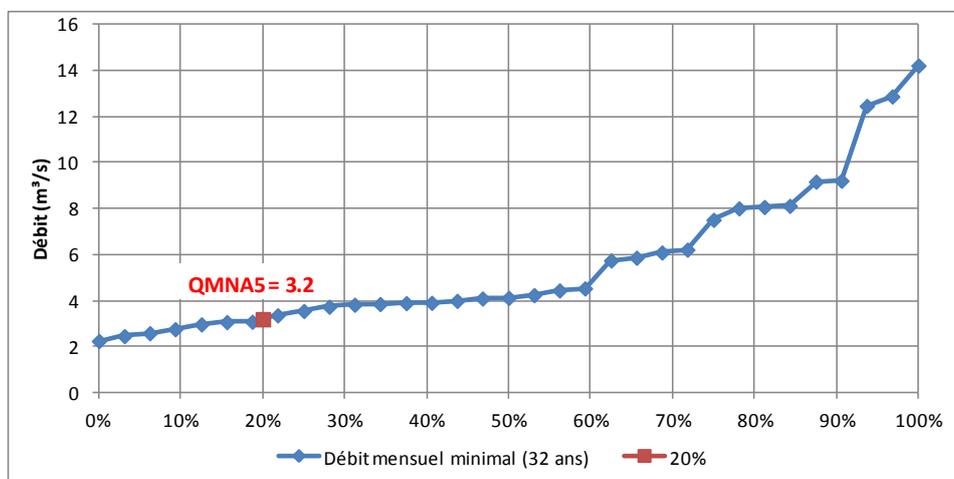


Figure 2-21 : Courbe du débit mensuel minimal de la Semoy en fonction de la probabilité d'apparition.

2.2.2.2.3 Analyse des valeurs extrêmes

Les débits caractéristiques de crue à Haulmé ont été déterminés par une analyse statistique des valeurs extrêmes. Les valeurs POT (« échantillonnage d'excès au-dessus d'un seuil élevé ») des mesures de débit du limnimètre de Haulmé ont été sélectionnées. Trois distributions différentes ont été étudiées : la loi généralisée de Pareto, la loi conditionnelle de Weibull et la loi exponentielle. L'ajustement optimal est repris à l'3.1.6Annexe B.

A la figure suivante, la ligne continue reprend la distribution estimée et les lignes pointillées l'intervalle de confiance à 95%. Les points bleus sont les valeurs POT retenues pour l'analyse.

Pour l'analyse des valeurs extrêmes à Haulmé, la loi exponentielle présente le meilleur ajustement. Celui-ci est repris à la figure suivante (Figure 2-22). Cet ajustement permet de déterminer les débits pour différentes périodes de retour (Tableau 2-5).

Exponential distribution

$$cdf : 1 - Pr(x > u + y | x > u) = 1 - exp(-\lambda(x - u)) \quad \begin{matrix} \lambda = 0.0099107 \\ u = 50.1 \\ A = 33.0026 \\ k = 167 \end{matrix}$$

$$Returnlevel : X = u + \frac{1}{\lambda} \log\left(\frac{T+k}{A}\right)$$

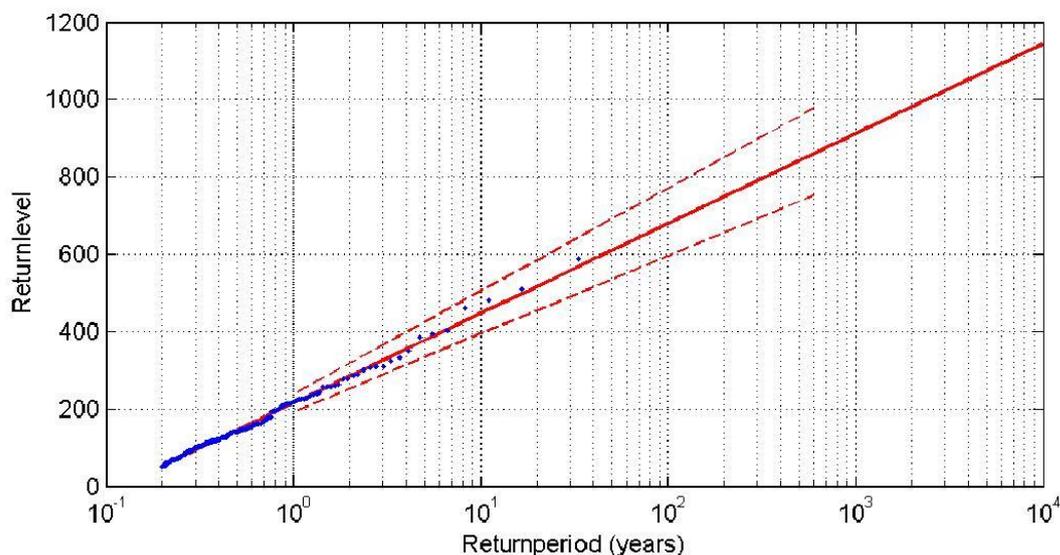


Figure 2-22 : Calage d'une loi de distribution exponentielle à la série des valeurs extrêmes enregistrée à Haulmé.

Les débits caractéristiques obtenus sont comparés à ceux fournis par la banque Hydro (Loi de Gumbel sur 32 ans). Les valeurs obtenues sont légèrement supérieures, mais restent très proches de celles de la banque Hydro.

Tableau 2-5 : valeurs de débit (m³/s) en fonction de la période de retour

Période de retour	Q distribution exponentielle	IC inférieur	IC supérieur	Q ajustement Gumbel
1	214	192	238	-
2	284	253	318	260
5	376	333	424	360
10	446	394	504	430
25	538	474	610	500
50	608	535	691	580
100	678	596	771	650
100+30%	881	760	1018	/

Les crues importantes de la Semoy ont été identifiées en phase 1. Les débits de pointe des principales crues sont repris au tableau suivant.

La distribution obtenue permet de déterminer leur période de retour.

Tableau 2-6 : Période de retour des principales crues inventoriées depuis 1980

Ordre	Date	Débits de la Semoy (m³/s)		Période de retour à Haulmé
		Haulmé	Membre	
1	21déc1993	587	554	40
2	13janv1993	510	472	19
3	03janv2003	482	476	14
4	27janv1995	460	424	11
5	08févr1984	403	344	7
6	04janv1991	395	342	6
7	08janv2011	386	452	6
8	07janv2001	351	301	4
9	18janv1984	334	281	3
10	14déc1999	324	316	3

La crue de décembre 1993, avec près de 587 m³/s, est la plus importante enregistrée à Haulmé. Elle correspond à une période de retour de 40 ans. Elle a provoqué de nombreux débordements et inondations dans la vallée et constitue la crue de référence qui sera utilisée pour la calibration du modèle hydraulique.

2.2.2.2.4 Crues synthétiques

Les hydrogrammes d'entrée des crues caractéristiques (Q_5 , Q_{10} , Q_{20} , Q_{50} , Q_{100} et $Q_{100+30\%}$) ont été évalués, par la méthode QDF. Ils sont repris à la figure suivante (Figure 2-23).

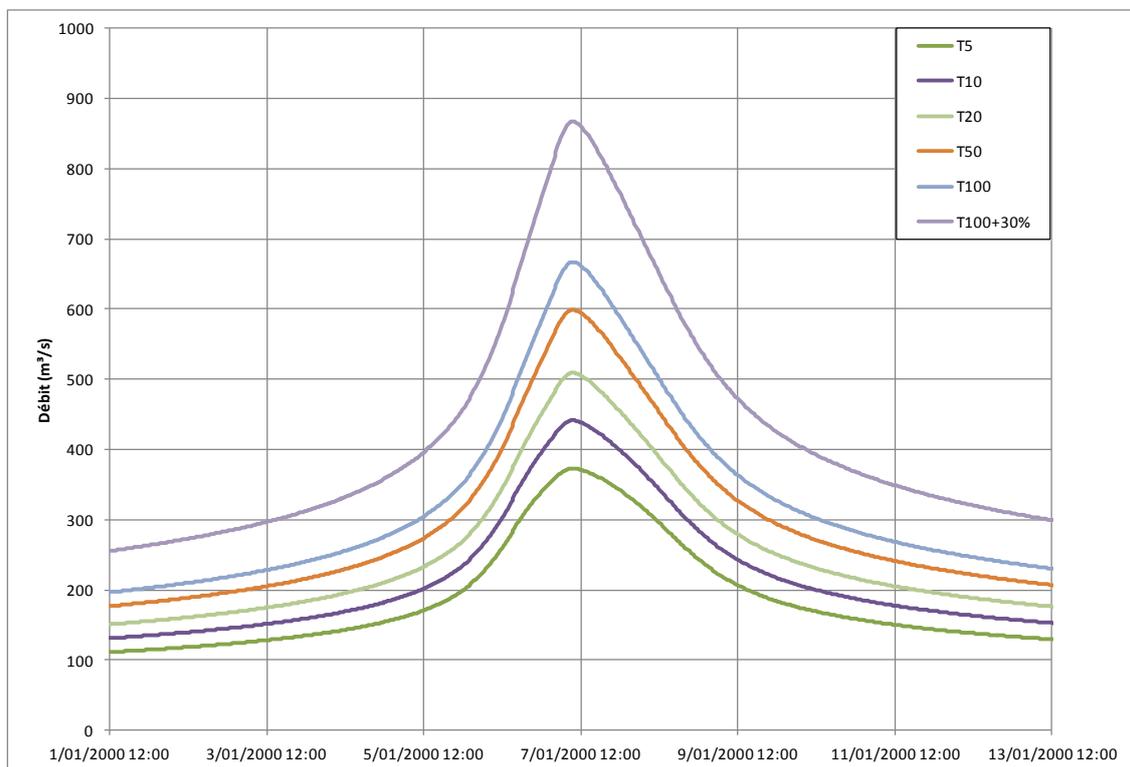


Figure 2-23 : Hydrogrammes de crue synthétique calculés à Haulmé

Sur base de l'analyse effectuée, le débit max $Q_{T100+30\%}$ correspond à une crue d'une période de retour de 650 ans.

2.2.2.2.5 Concomitance des crues

La concomitance des crues de la Meuse avec celle de la Semoy, a été examinée à partir des historiques enregistrés à Monthermé et à Haulmé (Tableau 2-7).

L'analyse des pointes de crue est cependant plus délicate et ne laisse apparaître aucune tendance très nette. La dynamique étant également plus lente, l'hypothèse d'une forte concomitance ne peut pas être écartée et cette hypothèse sera retenue pour la phase de modélisation. Il s'agit par ailleurs d'une approche sécuritaire.

Tableau 2-7 : Concomitance des crues de la Semoy à Haulmé et de la Meuse à la confluence

Semoy à Haulmé		Meuse confluence		Différence (heures)
Date	débit (m³/s)	date	hauteur (mIGN)	
3/01/2003 17:00	482	3/01/2003 20:00	135.57	-3
27/01/1995 15:00	460	30/01/1995 14:00	137.18	-71
9/01/2011 0:00	386	8/01/2011 18:00	134.90	6
7/01/2001 8:00	351	7/01/2001 8:00	135.37	0
14/12/1999 9:00	324	Pas disponible		
20/01/2007 9:00	310	20/01/2007 12:00	134.23	-3
30/10/1998 11:00	306	30/10/1998 10:00	134.54	1
18/12/2011 8:00	277	16/12/2011 13:00	134.26	43
7/01/2012 5:00	277	7/01/2012 5:00	134.35	0
28/02/2002 10:00	262	28/02/2002 8:00	135.33	2
29/01/2002 8:00	258	Pas disponible		
8/02/2001 18:00	243	Pas disponible		
14/02/2002 8:00	240	14/02/2002 3:00	134.06	5
28/12/1999 3:00	235	Pas disponible		
15/11/2010 12:00	224	14/11/2010 16:00	134.04	20
27/02/1997 6:00	222	27/02/1997 6:00	134.42	0

A titre d'exemple, les évolutions conjointes des crues de janvier 2003 et 2011 sont reprises à la Figure 2-24.

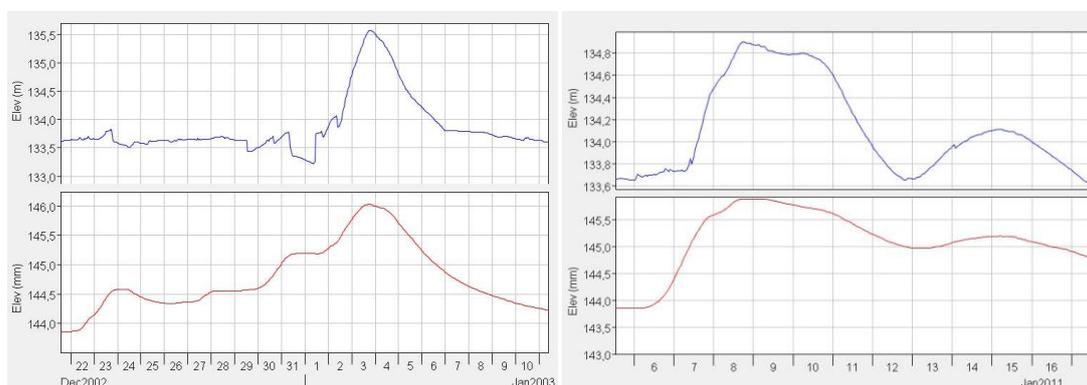


Figure 2-24 : Hydrogrammes des crues mesurées de 2003 (gauche) et 2011 (droit) sur la Meuse à Monthermé (bleu) et la Semoy à Haulmé (rouge).

2.3 MODÉLISATION HYDRAULIQUE

2.3.1 Introduction

Ce chapitre est consacré à la description des modèles hydrodynamiques de la Semoy et du Saint-Jean. Il s'agit premièrement de décrire la construction des modèles (structure, sections en travers utilisées, conceptualisation des ouvrages hydrauliques) pour ensuite, présenter les conditions aux limites et les conditions initiales des modèles.

Les modèles numériques, construits à partir des données physiques disponibles, contiennent un nombre important d'inconnues, comme par exemple les pertes de charges. Les étapes de calibration et de validation des modèles hydrodynamiques permettent de lever l'incertitude des coefficients et d'attribuer des valeurs aux paramètres des modèles afin que les résultats modélisés soient en adéquation avec les observations et les mesures.

Les calculs hydrodynamiques ont été effectués avec le programme de modélisation InfoWorks RS, version 13.5.

Le logiciel InfoWorks RS est basé sur la résolution des équations de Saint-Venant, impliquant la conservation de masse et d'énergie. Pour un certain nombre de points, la hauteur d'eau et le débit sont calculés en fonction du temps en tenant compte des conditions aux limites externes et internes. Les conditions aux limites externes sont déterminées par exemple : par une hauteur d'eau en fonction du temps, une vitesse d'écoulement en fonction du temps ou une courbe Q/H imposée aux extrémités du modèle. Les conditions limites internes du modèle comprennent la description mathématique des ouvrages d'art et des structures hydrauliques (ponts, pertuis, barrages, écluses, siphons, ...) qui ont une influence sur les conditions d'écoulement. Les équations de St-Venant sont résolues en utilisant la méthode des différences finies. La solution utilise la schématisation numérique implicite de Preissman.

Le logiciel est particulièrement bien adapté à la modélisation des grandes rivières de plaine et aux phénomènes de débordement lors des crues.

Son application pour le Saint-Jean est plus délicate, vu le caractère torrentiel du cours d'eau, la présence de nombreuses chutes et tronçons à pente forte présentant des écoulements rapides (supercritiques).

Il convient également de souligner que la modélisation particulière des conditions de basses eaux et d'étiage aurait nécessité une approche légèrement différente au niveau de la campagne bathymétrique avec une densification des profils. En effet, écartés d'au minimum 50 m, les profils actuels sont parfois trop distants les uns des autres, pour pouvoir représenter fidèlement le tracé effectif du fond du lit mineur, avec sa succession de fosses, de mouilles, de rapides et la présence de chenaux multiples.

2.3.2 Modèle hydraulique du Saint-Jean

2.3.2.1 Construction du modèle

2.3.2.1.1 Description générale de la structure du modèle

La Figure 2-25 présente le modèle hydraulique du Saint-Jean. Les profils en travers utilisés pour la modélisation, les structures hydrauliques et les nœuds à partir desquels sont imposées les conditions limites y sont représentés.

Le Saint-Jean est modélisé à partir du hameau de Linchamps au niveau de la confluence de l'Ours avec le Saint-Jean, juste en amont de l'étang de Linchamps. Le modèle s'étend ensuite jusqu'à la confluence du Saint-Jean avec la Meuse (soit un linéaire modélisé d'environ 5,1 km). Les petits seuils présents sur le cours d'eau ont été pris en compte dans le modèle.

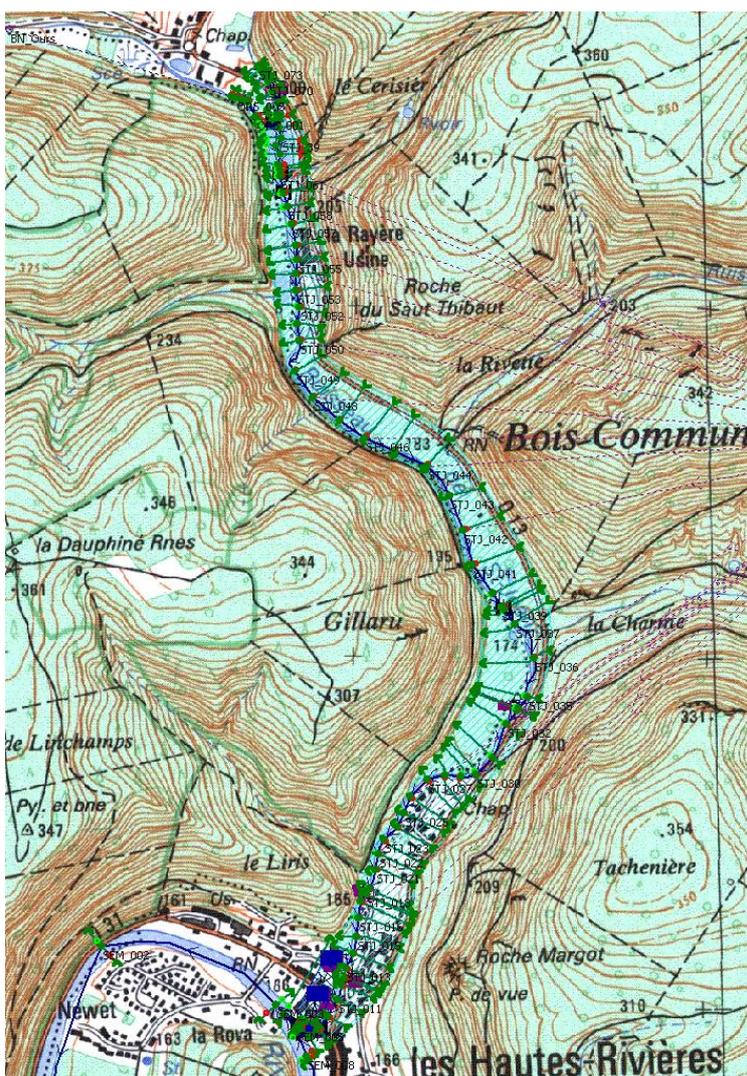


Figure 2-25 : Aperçu du modèle du Sain Jean

2.3.2.1.2 Délimitation des sous-bassins versants du Saint-Jean

La superficie totale des sous-bassins versants du modèle du Saint-Jean est de 40.77 km². Le Tableau 2-9 reprend la superficie des sous-bassins versants et le type d'apports (diffus ou ponctuel). Pour chaque sous-bassin, une unité « condition limite » ('Boundary node') est définie ce qui permet la distribution de l'hydrogramme du Saint-Jean aux différents sous-bassins, en tenant compte de leur superficie.

Tableau 2-8 : Délimitation et superficie des sous-bassins versants du modèle du Saint-Jean

Sous-bassins versants	Apport	Superficie (km ²)
Bassin du St-Jean en amont de Linchamps	ponctuel	20.2
Bassin de l'Ours en amont de Linchamps	ponctuel	10.5
Bassin de la Charmaie	ponctuel	4.0
Bassin de la Rivette	ponctuel	3.7
Bassin latéral	diffus	2.4
	Total :	40.8

Les unités « condition limite » qui caractérisent les sous-bassins et à partir desquelles sont distribués les hydrogrammes de crue à l'ensemble du réseau, sont connectés aux profils en travers de deux manières :

- Soit de manière ponctuelle – dans ce cas de figure, l'hydrogramme d'entrée est connecté à un seul profil en travers.
- soit de manière distribuée ('Lateral'), l'hydrogramme d'entrée est alors réparti proportionnellement sur plusieurs profils en travers.

Une connexion ponctuelle est utilisée pour les profils en amont et pour représenter l'apport des principaux affluents. A l'inverse, une connexion distribuée est utilisée pour simuler tous les débits d'entrée non ponctuels à l'échelle d'un bassin versant (ruissellement).

2.3.2.1.3 Profils en travers

Dans le cadre de cette étude, une campagne de mesures topographiques a été réalisée sur un linéaire de 5.5 km sur le Saint-Jean. Cette campagne topographique a permis de lever :

- 90 profils en travers du lit mineur ;
- 4 passerelles ;
- 6 ponts ;
- 1 ancien vannage (barrage de Linchamps) ;
- 6 seuils.

Les profils en travers ont été fournis au format AutoCad 3D qui peut être directement importé par le logiciel InfoWorks. Les profils en travers sont convertis en unités Infoworks et sont positionnées et orientées comme dans les levés topographiques. Les données associées aux profils sont ensuite converties comme nœuds du modèle hydraulique.

La dénomination des profils en travers est conforme aux procédures mises en place et utilisées par IMDC :

- 3 lettres majuscules qui indiquent le nom du bassin versant ;
- 5 lettres (max) pour décrire l'unité hydraulique du modèle ;
- 3 chiffres, débutant à la confluence du cours d'eau en aval, pour la numérotation des profils.

La référence des numéros des profils topographiques utilisés est reprise dans le champ "description" de chaque unité du modèle.

2.3.2.1.4 Conceptualisation des ouvrages hydrauliques

Les ouvrages hydrauliques ont été modélisés à partir des plans des ouvrages d'art et des photos qui ont été fournis dans les levés topographiques. Dans ce paragraphe les différentes structures hydrauliques seront présentées.

Passerelles, ponts et pertuis

Au total, 6 ponts et 4 passerelles ont été levés dans le bassin du Saint-Jean. Lorsque les ouvrages ont une influence sur l'écoulement de la rivière (rétrécissement du lit mineur, phénomène de refoulement), ils sont modélisés par des unités « orifice » ce qui peut impliquer un écoulement sous pression. La Figure 2-26 donne un exemple d'un pont sur le Saint-Jean modélisé par une unité orifice. Les unités « orifice » sont conceptualisées sans clapet anti-retour. Les dimensions de ces unités sont obtenues à partir des levés topographiques (surface d'écoulement, cote du radier, cote du tablier, clé de voute...).

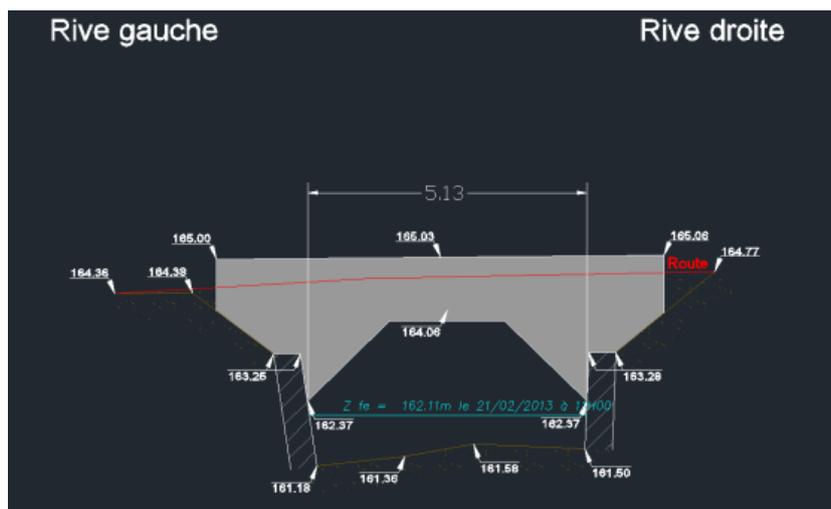


Figure 2-26 : Profil en travers de la section illustrant une unité 'orifices' sur le Saint-Jean

Déversoirs et seuils fixes

Le modèles du Saint-Jean contient 6 petits seuils qui ont été modélisés par des unités spécifiques capables de gérer plusieurs régime d'équations (seuil immergé, écoulement libre, seuil noyé).



Figure 2-27 : Exemple d'ouvrage modélisé par une unité seuil sur le Saint-Jean.

2.3.2.1.5 Conceptualisation des zones inondables

Le modèle tient compte des volumes qui s'écoulent dans le lit majeur. A partir d'un certain débit, le cours d'eau atteint son emmagasinement naturel maximum en lit mineur et les volumes supplémentaires sont évacués vers les zones inondables.

Les zones inondables peuvent être modélisées de plusieurs façons en fonction des conditions d'écoulement en temps de crue et des mécanismes de débordement et de stockage dans les zones d'expansion. Il existe 3 possibilités pour la modélisation des inondations qui peuvent être utilisées avec le logiciel Infoworks RS :

- La section transversale étendue. Ce concept est utilisé lorsque la vallée est encaissée et en l'absence de cuvettes de stockage dans la zone inondable. L'écoulement est possible sur toute la largeur du lit majeur lorsque les niveaux d'eau dépassent le niveau des berges..
- Le casier d'inondation. Ce concept est utilisé quand le bassin versant a des pentes faibles et/ou que le cours d'eau a des digues ou des merlons séparant les zones inondables du lit mineur. Ce cas se retrouve généralement dans la partie aval des bassins versants, à la hauteur des confluences importantes ou dans des zones limitées par des obstacles (rues, digues transversales). Les niveaux d'eau dans le compartiment de stockage peuvent s'écarter considérablement de ceux du cours d'eau.

- La branche parallèle. Ce concept est utilisé en parallèle de l'extension des sections de la plaine alluviale. La création d'une branche parallèle permet de modéliser les courants d'eau dans le lit majeur qui sont non-négligeables. Les branches parallèles ont un axe hydraulique propre et une rugosité correspondante au terrain. Ces zones sont généralement, également séparées du lit mineur par des digues (ou merlons).

Pour le modèle du Saint Jean, une approche combinée des sections transversales étendues et des casiers d'inondation a été adoptée.

Avec l'utilisation de sections en travers étendues, l'écoulement de l'eau dans le lit majeur est modélisé de la même manière que pour l'écoulement dans le lit mineur. La rugosité du lit majeur est cependant beaucoup plus importante. La valeur du coefficient de Manning choisie est de $0.1 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$.

Les casiers d'inondation sont définis à partir d'une relation hauteur-superficie: pour chaque niveau d'eau correspond une surface d'inondation. Les casiers d'inondation sont connectés aux profils en travers du cours d'eau par des liens et des déversoirs latéraux.

Sur base des données topographiques, les différentes parties du bassin versant ont pu être délimitée et les zones de stockage identifiées. La délimitation de ces zones correspond à la topographie du terrain (délimitation sur base de la hauteur), mais également dans certains cas avec une entité physique comme une route ou un talus. Pour chaque zone de stockage plusieurs déversoirs ont été définis : entre le cours d'eau et la zone de stockage mais également entre les différentes zones de stockage de manière à permettre un écoulement entre les zones contiguës.

Le concept d'extension des sections a été privilégié en amont du bassin. Dans la partie aval et plus urbanisée, la création des zone de stockage s'est avérée plus pertinente pour représenter les débordements à Hautes Rivières avant la confluence du Saint-Jean avec la Semoy. L'étang de Linchamps est également conceptualisé par un casier d'inondation.

2.3.2.2 Conditions limites

2.3.2.2.1 Condition aval

La condition aval du modèle du Saint-Jean est basée sur la série de mesures de la station de Haulmé. Les hauteurs et les débits de la Semoy proviennent directement des valeurs calculées pour les crues synthétiques de la Semoy (voir le paragraphe 2.3.3.2.2).

2.3.2.2.2 Condition amont

Crues synthétiques

À partir d'une série de longue durée générée par le modèle hydrologique, il est désormais possible de construire les hydrogrammes de crues synthétiques suivant la méthode QDF. Les débits : Q5, Q10, Q20, Q50, Q100, Q100+30% de la condition limite amont sont définis pour l'ensemble des sous-bassins du St-Jean. Les hydrogrammes de crues des sous-bassins sont présentés à l'3.1.6Annexe C.

Les hydrogrammes des crues synthétiques calculées à l'échelle du bassin versant du Saint-Jean sont présentés à la Figure 2-28.

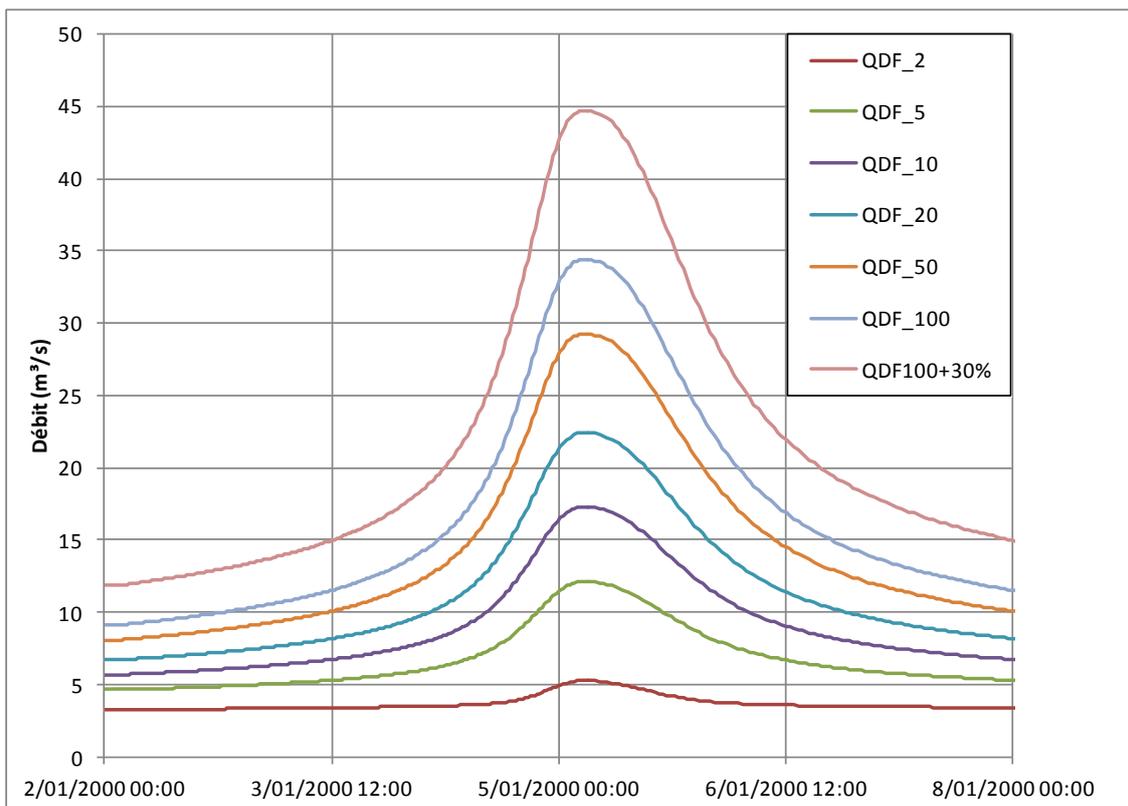


Figure 2-28 : Hydrogramme des crues synthétiques calculés à l'échelle du bassin versant du Saint-Jean

2.3.2.3 Calibration du modèle

Sur le Saint Jean il n'y a pas de mesures limnimétriques, ni des repères de crues réellement exploitables. Il n'est donc pas possible de calibrer le modèle. Cependant, le lit mineur du Saint-Jean présente une forte pente, un lit rugueux et par endroit, une végétation abondante, tandis que le lit majeur est très arboré. Par expérience et analogie avec des bassins versants présentant des caractéristiques environnementales similaires, les coefficients de rugosité du lit mineur et du lit majeur sont fixés à respectivement $0.05 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ et $0.1 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$.

Tableau 2-9 : Délimitation et superficie des sous-bassins versants du modèle de la Semoy

Sous-bassins versants	Apports	Superficie (km ²)
Bassin en amont du modèle	ponctuel	1317.1
Bassin latéral situé entre l'amont et la confluence avec Rau de Nabruay	diffus	8.3
Bassin latéral situé entre la confluence avec Rau de Nabruay et Haulmé	diffus	7.0
Apport latéral entre Haulmé et la confluence avec la Meuse	diffus	7.7
Ruisseau de la Lyre	ponctuel	5.3
Ruisseau de Nabruay	ponctuel	3.6
Total :		1349

2.3.3.1.3 Profils en travers

Les informations de terrain sont issues de la campagne topographique et bathymétrique réalisée sur les 17 km de la Semoy. Celle-ci comprend :

- 211 profils en travers de lit mineur et de lit majeur de la Semoy ;
- 9 ponts ;
- 5 barrages ou seuils.

2.3.3.1.4 Conceptualisation des ouvrages hydrauliques

Les structures hydrauliques ont été modélisées à partir des plans des ouvrages d'art et des photos issus de la campagne topographique.

Passerelles, ponts et pertuis

De manière identique à ce qui a été réalisé sur le Saint-Jean, lorsque les ouvrages ont une influence sur l'écoulement de la rivière (rétrécissement du lit mineur, phénomène de refoulement), ils sont modélisés par des unités « orifice » qui peut prendre en compte un écoulement sous pression. La Figure 2-30 en reprend un exemple. Il s'agit du pont de la Rue de la Semoy Nohan (D31). Les dimensions des unités orifices sont basées sur les relevés topographiques (surface d'écoulement, cote du radier, cote du tablier, clé de voute).

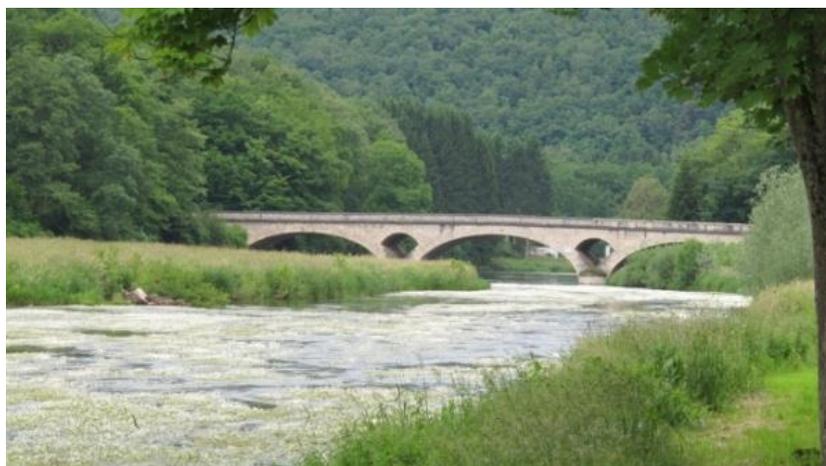


Figure 2-30 : exemple d'ouvrage modélisé par une unité 'orifices', le pont de la Rue de la Semoy Nohan (D31).

Déversoirs et seuils fixes

Le modèles de la Semoy contient 5 déversoirs /seuils conceptualisés par des unités spécifiques qui sont capables de modéliser :

- de brusques différences d'élévation du lit mineur, comme au droit des seuils (Figure 2-31);
- les débordements vers les zones d'inondations ;
- l'écoulement entre zones d'inondation.



Figure 2-31 : Déversoir de la Racine (Semoy).

Barrage et système de vannage

Pour la modélisation des ouvrages d'art avec un seuil mobile ou les ouvrages composés de vannes (Figure 2-32), le modèle IWRS permet de définir des conditions logiques qui vont régler l'ouverture des vannes ou la hauteur du seuil en fonction de certains critères.



Figure 2-32 : Le barrage de Phades avec ses vannes mobiles.

2.3.3.1.5 Conceptualisation des zones inondables

La conceptualisation des zones inondables a été abordée précédemment au paragraphe 2.3.2.1.5. Dans le cas du modèle de la Semoy une approche combinée de sections transversales étendues, de casiers d'inondation et de bras de rivière parallèle a été utilisée.

Le concept d'extension des sections a été privilégié, sauf dans 6 zones, où des casiers d'inondations ont été définis:

- la rive concave des méandres au lieu-dit l'écaillère ;
- dans la zone « Les Longs Champs » ;
- à Tournavaux ;
- à hauteur du moulin de Navaux ;
- à hauteur du moulin de Haulmé ;
- à la confluence de la Semoy avec la Meuse.

L'utilisation de bras parallèles a été justifiée pour modéliser les bras secondaires à Navaux, à Haulmé et à la confluence de la Semoy avec la Meuse. Le canal d'aménée du barrage de Phades a également été modélisé par un bras parallèle.

2.3.3.2 Conditions limites

2.3.3.2.1 Condition aval

Crués historiques

La condition limite aval est une interpolation des niveaux d'eau mesurés à Monthermé (1 km en aval de la confluence de la Semoy avec la Meuse) et à Aiglemont (19 km en amont de la confluence). La différence moyenne entre les deux niveaux d'eau mesurés est de 5.5 m, comme illustré à la Figure 2-33 pour la crue de janvier 2011. La condition aval du modèle hydraulique de la Semoy est fixée comme étant la série de Monthermé majorée de 5% (soit 27.5 cm).



Figure 2-33 : Niveau d'eau mesuré à hauteur d'Aiglemont et Monthermé pour la crue de 2011.

Pour la crue de 1993, il n'existe pas de mesures à Monthermé, ni à Aiglemont. La condition limite aval est basée sur les mesures à Chooz-île. La différence entre les niveaux d'eau à Chooz et Semoy_aval pour la crue de '95 (disponible dans les deux séries) est évaluée et additionnée à la crue de '93 mesuré à Chooz, pour obtenir la condition limite aval de la Semoy.

Crues synthétiques

La série de données historiques obtenue pour la condition limite aval de la Semoy est soumise à une analyse statistique pour obtenir des niveaux d'eau qui correspondent aux périodes de retour à analyser.

Les courbes sont déterminées en deux étapes :

- La valeur maximale d'une période de retour donnée est obtenue à partir de l'analyse des valeurs extrêmes de la série des hauteurs d'eau historiques définie à la confluence.
- La forme des courbes est déterminée à partir de celles des crues historiques les plus importantes (POT).

Les hauteurs d'eau caractéristiques de la Meuse à hauteur de la confluence avec la Semoy ont été déterminées par une analyse statistique des valeurs extrêmes. Les valeurs POT (« échantillonnage d'excès au-dessus d'un seuil élevé ») de la série historique des hauteurs sont sélectionnées. Trois types de distributions sont ensuite étudiés pour évaluer les hauteurs extrêmes: la loi généralisée de Pareto, la loi conditionnelle de Weibull et la loi exponentielle.

Pour l'analyse des valeurs extrêmes à la confluence, la loi conditionnelle de Weibull présente les meilleurs critères statistiques. L'ajustement de la loi conditionnelle de Weibull à partir des valeurs POT est présenté à la Figure 2-34.

Cond. Weibull distribution

$$cdf : 1 - Pr(x > u + y | x > u) = 1 - exp(-\lambda(x - u)^\tau)$$

$$\begin{aligned} \tau &= 0.65087 \\ \lambda &= 2.1885 \\ u &= 134.097 \\ A &= 18.0381 \\ k &= 32 \end{aligned}$$

$$Returnlevel : X = u + \left(\frac{1}{\lambda} \log\left(\frac{T+k}{A}\right)\right)^{1/\tau}$$

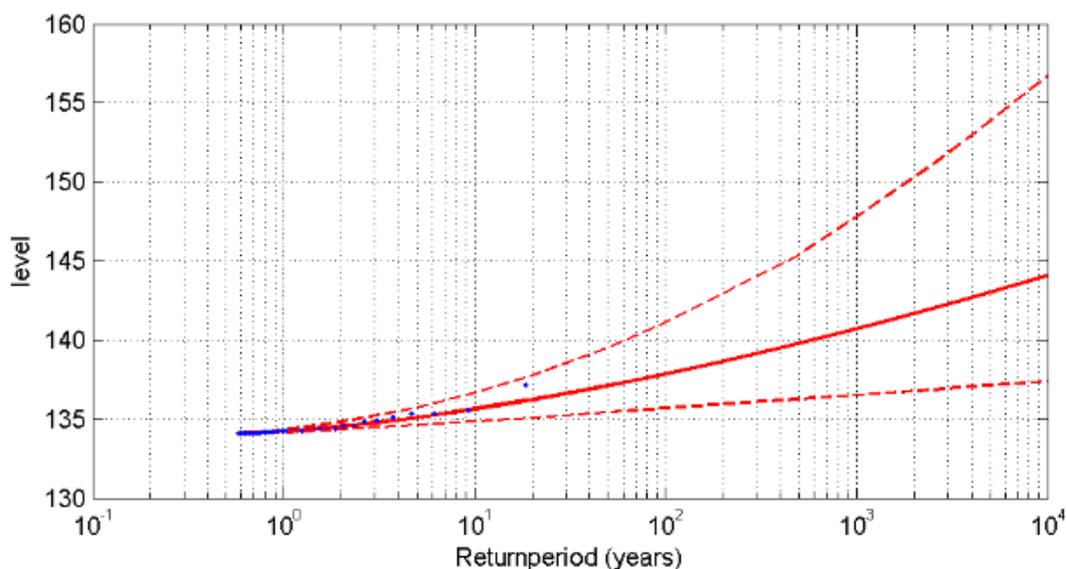


Figure 2-34 : Ajustement d'une distribution de Weibull aux valeurs POT de la série des hauteurs d'eau historiques définies à la confluence de la Semoy avec la Meuse.

Les valeurs des hauteurs d'eau en fonction de la période sont déterminées par la relation de la Figure 2-34 et sont données au Tableau 2-10. La valeur calculée pour débit $Q_{100+30\%}$ à Haulmé est égale à 867 m³/s et correspond à une période de retour d'environ 650 ans.

Tableau 2-10 : Valeurs des hauteurs d'eau de la Meuse (m NGF IGN69) en fonction de la période de retour.

Période de retour	H
5	135.09
10	135.62
20	136.22
50	137.11
100	137.85
650	140.12

A partir d'une analyse de la forme des crues, de courbe synthétique unitaire est générée qui est ensuite mise à l'échelle en fonction des périodes de retour recherchées. Les courbes

obtenues pour la condition aval en fonction des différentes périodes de retour sont présentées à la Figure 2-35.

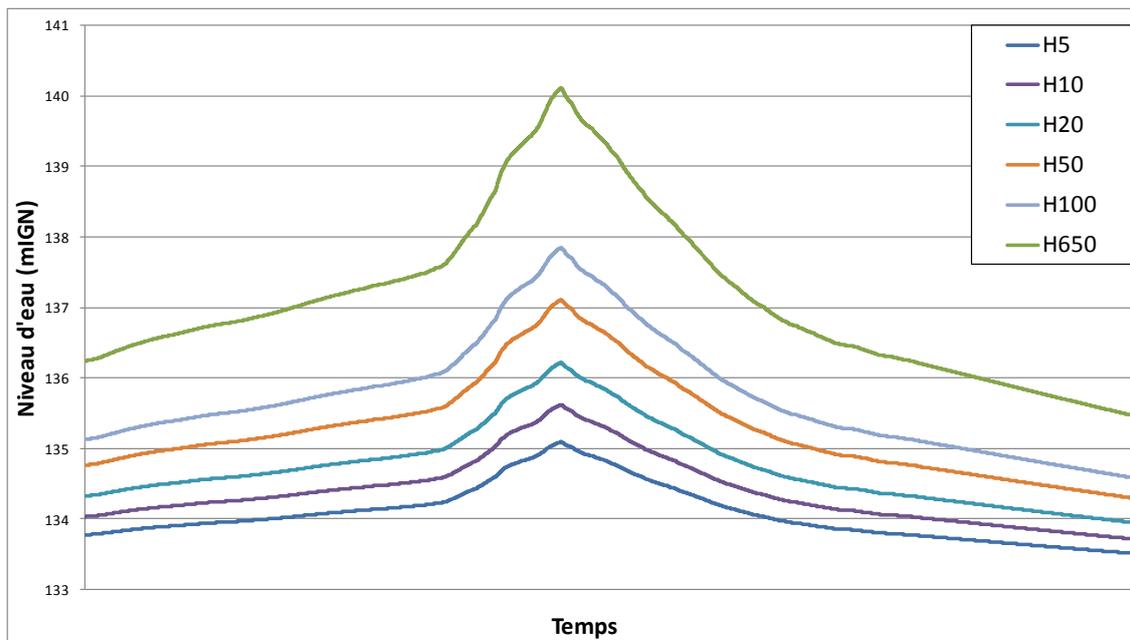


Figure 2-35 : Niveau d'eau de la Meuse au niveau de la confluence avec la Semoy pour différentes périodes de retour

Les niveaux d'eau en Meuse à la confluence seront ajustés aux crues synthétiques de la Semoy afin que les pics coïncident (hypothèse conservatrice de parfaite concomitance).

2.3.3.2.2 Condition amont

Crues historiques

Pour les crues historiques, les conditions limites en amont du modèle de la Semoy sont basées sur les débits mesurés par le limnimètre d'Haulmé. Les hydrogrammes des crues historiques sont directement injectés en amont du modèle pour les étapes de calibration et de validation. Les crues de décembre 1993 et de janvier 1995 ont été sélectionnées pour la calibration du modèle.

Crues synthétiques

Pour la modélisation des débits : Q_5 , Q_{10} , Q_{20} , Q_{50} , Q_{100} et $Q_{100+30\%}$ les conditions limites amont sont définies à partir de l'analyse QDF.

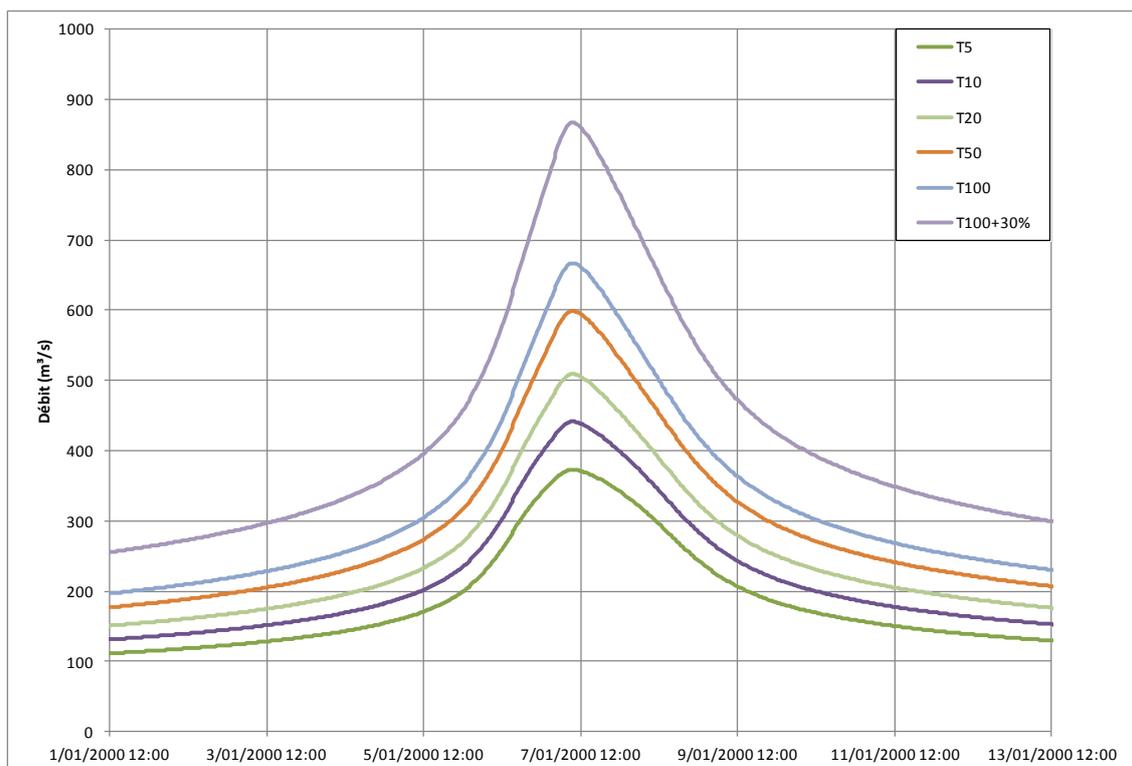


Figure 2-36 : Condition amont du modèle hydrodynamique, hydrogrammes des crues synthétiques (Q_5 , Q_{10} , Q_{20} , Q_{50} , Q_{100} , $Q_{100+30\%}$).

2.3.3.3 Calibration du modèle hydrodynamique

2.3.3.3.1 Introduction

La calibration du modèle hydraulique est une étape essentielle qui permet de lever un grand nombre d'inconnues et d'incertitudes notamment :

- les pertes de charges du lit du cours d'eau (rugosité du lit mineur et des zones de débordements) et,
- les pertes de charges liées aux structures hydrauliques (coefficients de débit des déversoirs et des structures de débordement).

La calibration du modèle hydraulique consiste à affiner les valeurs des paramètres et des coefficients de manière à ajuster les résultats du modèle aux mesures et aux observations disponibles. Les valeurs ajustées des paramètres doivent toujours être réalistes et correspondre à des grandeurs physiques.

La calibration du modèle est réalisée à partir:

- de la crue non-débordante de juillet 2012 ;
- des crues débordantes de décembre 1993 et de janvier 1995 ;
- de la période d'étiage de juillet 2011.

2.3.3.3.2 Résultats de la calibration des rugosités

La calibration des coefficients de rugosité (coefficients de Manning) est réalisée à partir des données du limnimètre d'Haulmé. Le zéro de l'échelle limnimétriques était fixé à 143 m NGF1884 à la date du 01/09/1965. Cette mesure est cependant approximative (cf. information fournie par la DREAL).

Bien que la cote du zéro de l'échelle limnimétrique n'ait pas été directement levée, les données topographiques du pont d'Haulmé réalisés en phase 1 ont permis une évaluation plus précise. Une vérification complémentaire sur le terrain a été réalisée à partir de la culée du pont. Le zéro de l'échelle limnimétriques est défini pour cette étude à la cote de 143,8 m NGF-IGN69.

Plusieurs combinaisons des valeurs des coefficients de rugosité du lit mineur et du lit majeur ont été testées et comparées aux mesures. La Figure 2-37 présente le résultat des différentes courbes QH obtenues pour la crue de décembre 1993.

Les coefficients de Manning $n = 0.027 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ pour le lit mineur et $n = 0.08 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ pour le lit majeur offrent la meilleure corrélation entre les valeurs de débit et de hauteur d'eau calculées et la relation QH de référence au limnimètre d'Haulmé.

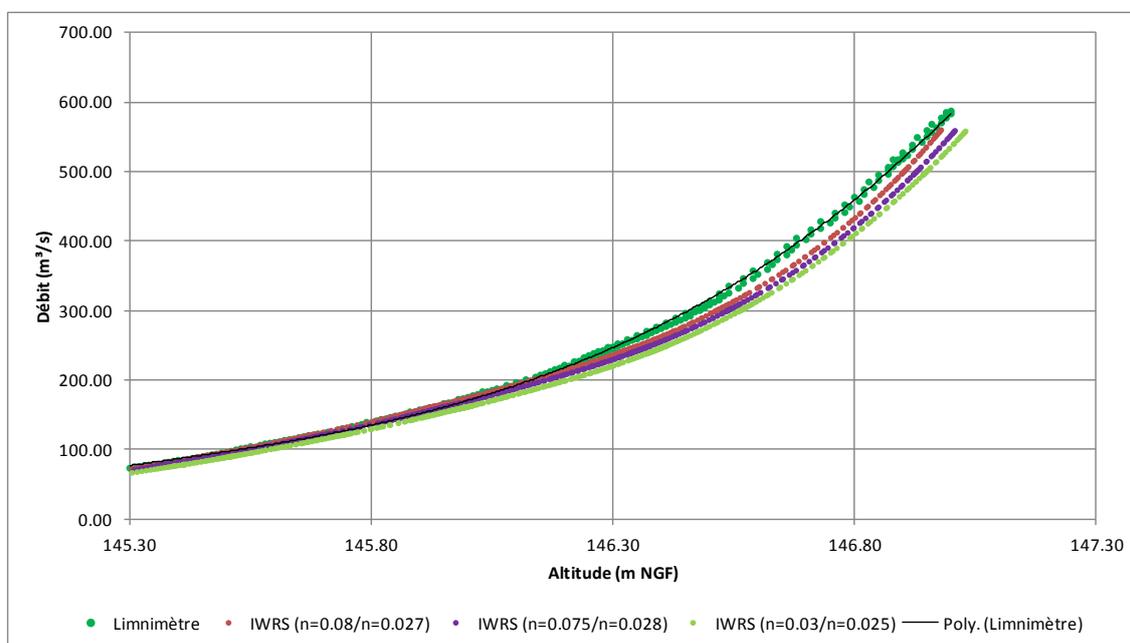


Figure 2-37 : Calibration des valeurs des coefficients de rugosité du lit mineur et du lit majeur, crue de décembre 1993.

2.3.3.3.3 Simulation des crues débordantes

La configuration hydraulique qui prévalait lors des crues débordantes sélectionnées (décembre 1993 et janvier 1995) diffère de celle de l'état actuel. En 1997, des travaux de curage et la construction de la digue de Tournavaux ont modifié localement l'écoulement et les débordements de la Semoy. Le modèle hydrodynamique, construit à partir des données topographiques actuelles, a donc été adapté afin de représenter, autant que possible, les conditions qui prévalaient avant les travaux de 1996.

Pour la calibration des crues débordantes de 1993 et de 1995, la digue de Tournavaux a été effacée et un bras de rivière parallèle a été construit en rive droite de manière à représenter plus fidèlement les écoulements en lit majeur qui ont impactés le village de Tournavaux¹. Pour les simulations des évènements débordants, les vannes du barrage de Phades sont maintenues ouvertes selon les dires de l'exploitant. L'impact de la fermeture des vannes sur les niveaux d'eau en amont du barrage a également été étudié, les résultats seront présentés au paragraphe 2.3.3.5.3

Limnimètre d'Haulmé

Les hydrogrammes d'entrée des crues historiques mesurés à Haulmé sont introduits dans le modèle hydraulique. Les résultats sont présentés sous forme de graphiques (Figure 2-38 et Figure 2-39) illustrant les relations Q/t et H/t des évènements modélisés à hauteur du limnimètre (Profil en travers numéro :SEM_100).

Les lignes en rouge représentent les résultats modélisés. Les lignes vertes en pointillées représentent les valeurs mesurées. Les écarts observés entre les hydrogrammes des crues mesurées et modélisées sont faibles ce qui montrent que le modèle reproduit fidèlement les crues historiques au limnimètre de Haulmé. Le Tableau 2-11 reprend les valeurs mesurées et modélisées du pic de crues des deux évènements. La différence entre les hauteurs est faible. On observe néanmoins une différence au niveau des débits, ce qui peut être le résultat d'un phénomène d'écrêtement en amont du limnimètre.

Tableau 2-11 : Valeurs mesurées et modélisées des hauteurs d'eau (m NGF IGN69) et des débits (m³/s) des crues de décembre 1993 et de janvier 1995.

Pic de crue	H mesuré	Q mesuré	H modélisé	Q modélisé
Décembre 1993	147.00	587.00	146.98	559.68
Janvier 1995	146.79	460.00	146.83	448.62

¹ Alp'Géorisques, PPR Inondation sur la Semoy, 1994, p.24

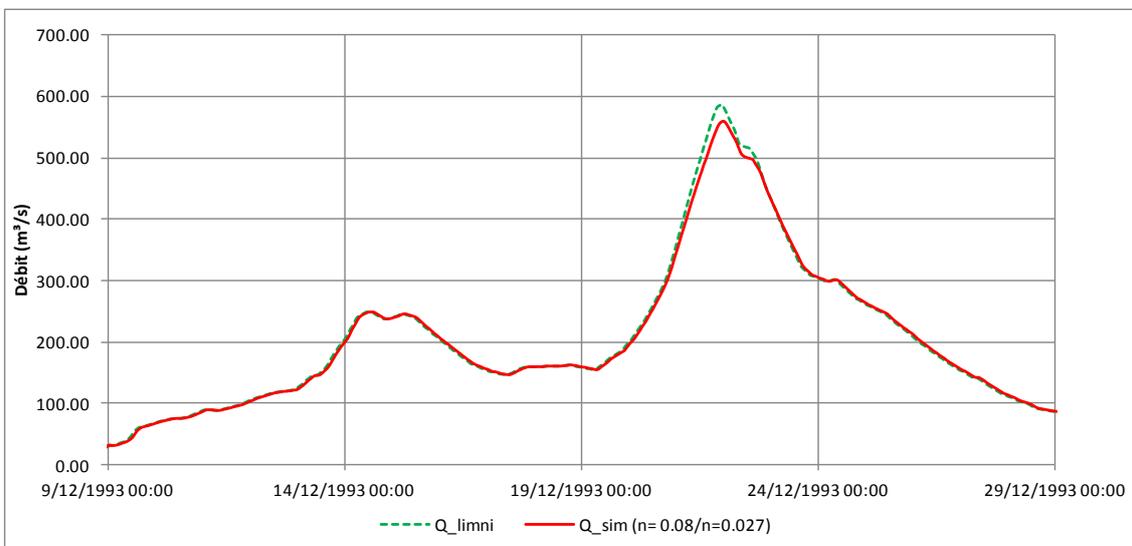
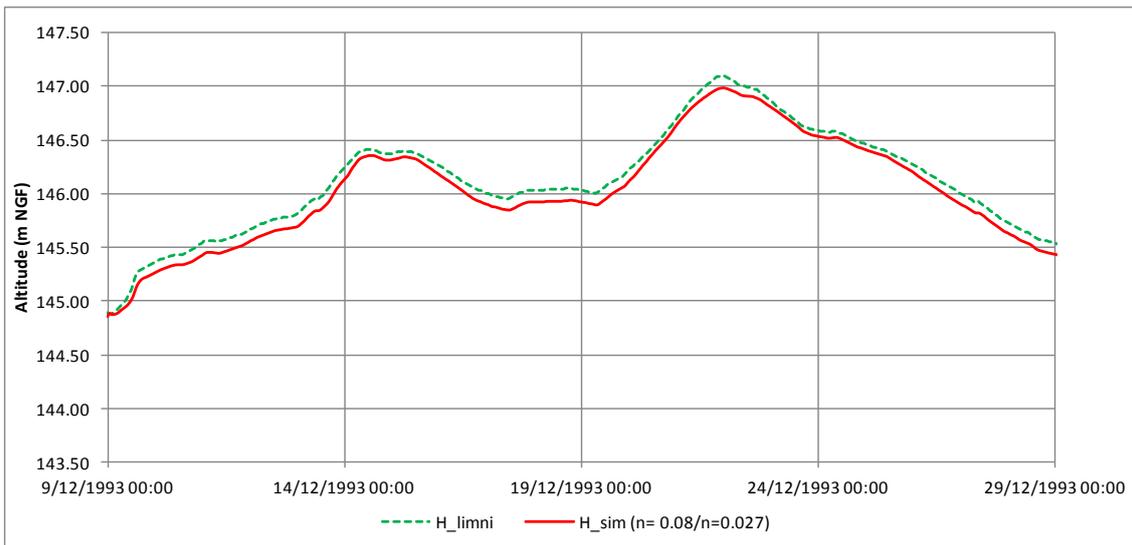


Figure 2-38 : Relation H/t (en haut) et Q/t (en bas) pour la crue de décembre 1993.

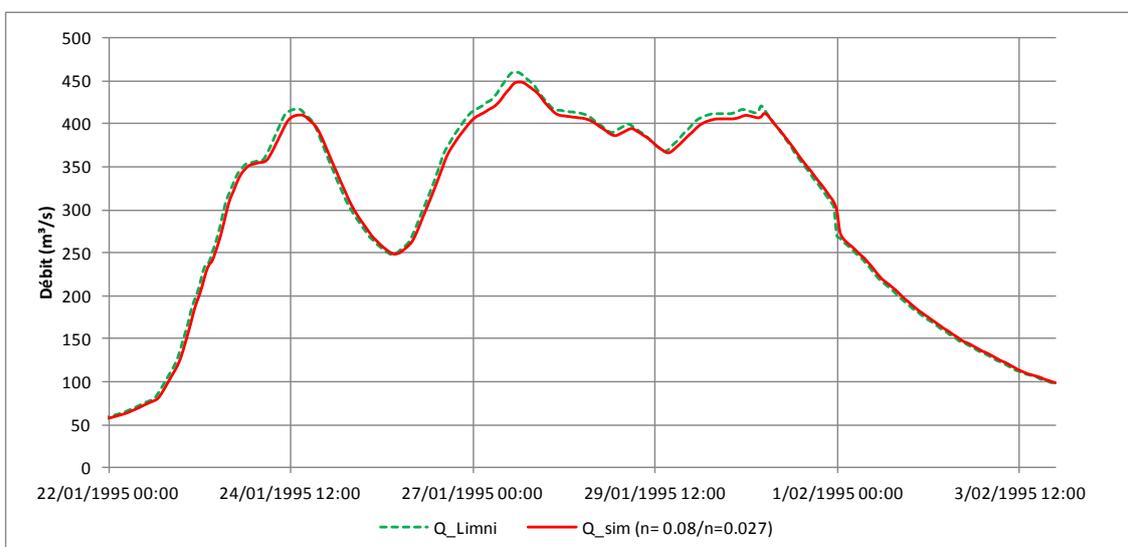
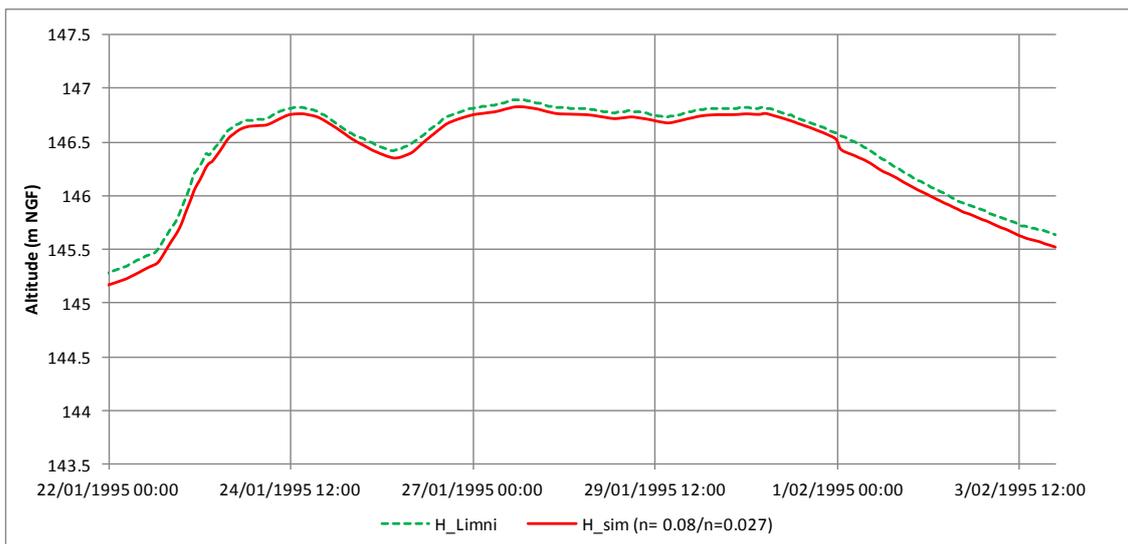


Figure 2-39 : Relation H/t (en haut) et Q/t (en bas) pour la crue de janvier 1995.

Repères de crues

Pour les crues de décembre 1993 et janvier 1995, des repères de crues sont disponibles à Thilay, Haulmé et à Tournavaux (Tableau 2-12 et 3.1.6Annexe J).

Le Tableau 2-13 montre une bonne correspondance entre les repères et les hauteurs de crues simulées.

Tableau 2-12 : Repères de crue dans le bassin versant de la Semoy

Repères	X	Y	Emplacement
4	830002	6976247	16, Place des Paquis, Thilay
5	829887	6975830	71 Rue de la couture d'en bas, Thilay
6	828505	6974984	Place de la mairie, Haulmé
7	828430	6976331	Place de la mairie, Tournavaux

Les repères sont repris à l'Annexe J. Il s'agit de ceux provenant de l'étude Hydratec.

Tableau 2-13 : Comparaison des hauteurs modélisées et des repères de crue

Repères de crue	PT	Décembre 1993			Janvier 1995		
		Relevé (m IGN)	Simulé (m IGN)	Différence (m)	Relevé (m IGN)	Simulé (m IGN)	Différence (m)
4	SEM_178	151.88	151.87	-0.01	/	151.47	/
5	SEM_166	151.2	151.22	0.02	150.77	150.82	0.05
6	SEM_107	147.93	148.01	0.08	/	/	/
7	SEM_SO_rf	146.07	146.10	0.03	/	/	/

2.3.3.3.4 Simulation pour des très faibles débits

Afin d'étudier la faisabilité des aménagements sur les secteurs problématiques particuliers de la Semoy, le modèle a été testé pour des événements de très faibles débits. Pour ces simulations, les vannes du barrage de Phades sont maintenues fermées (position normale).

- La période de juillet-août 2012 a été sélectionnée pour évaluer la réponse du modèle pour des événements non débordants de faible intensité ;
- la période de juillet 2011 a été sélectionnée pour l'évaluation en période d'étiage

Les résultats modélisés à hauteur du limnimètre d'Haulmé sont présentés aux graphiques H/t et Q/t des figures suivantes (Figure 2-40 et Figure 2-41).

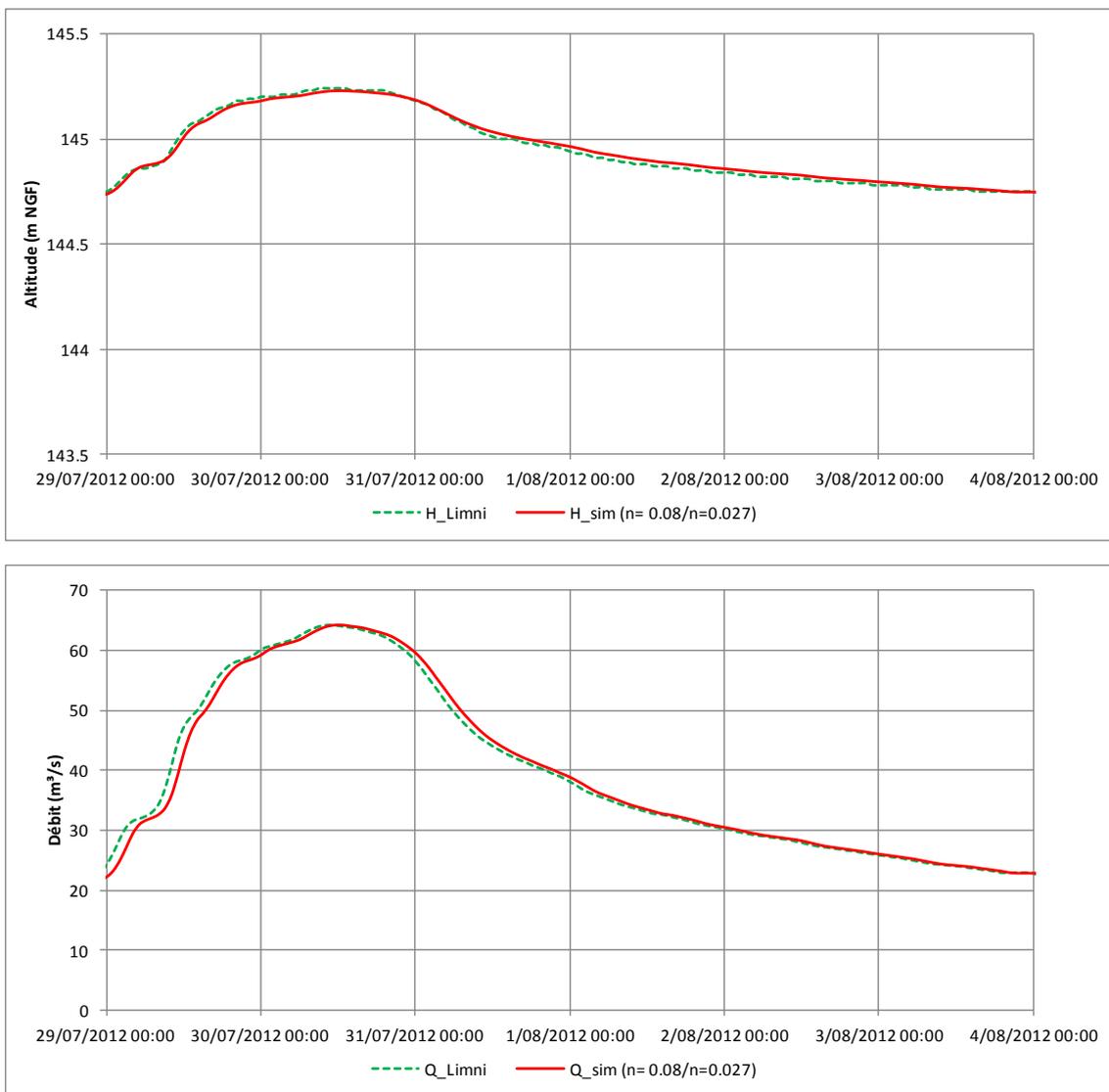


Figure 2-40 : Relation H/t (en haut) et Q/t (en bas) pour l'évènement de juillet 2012.

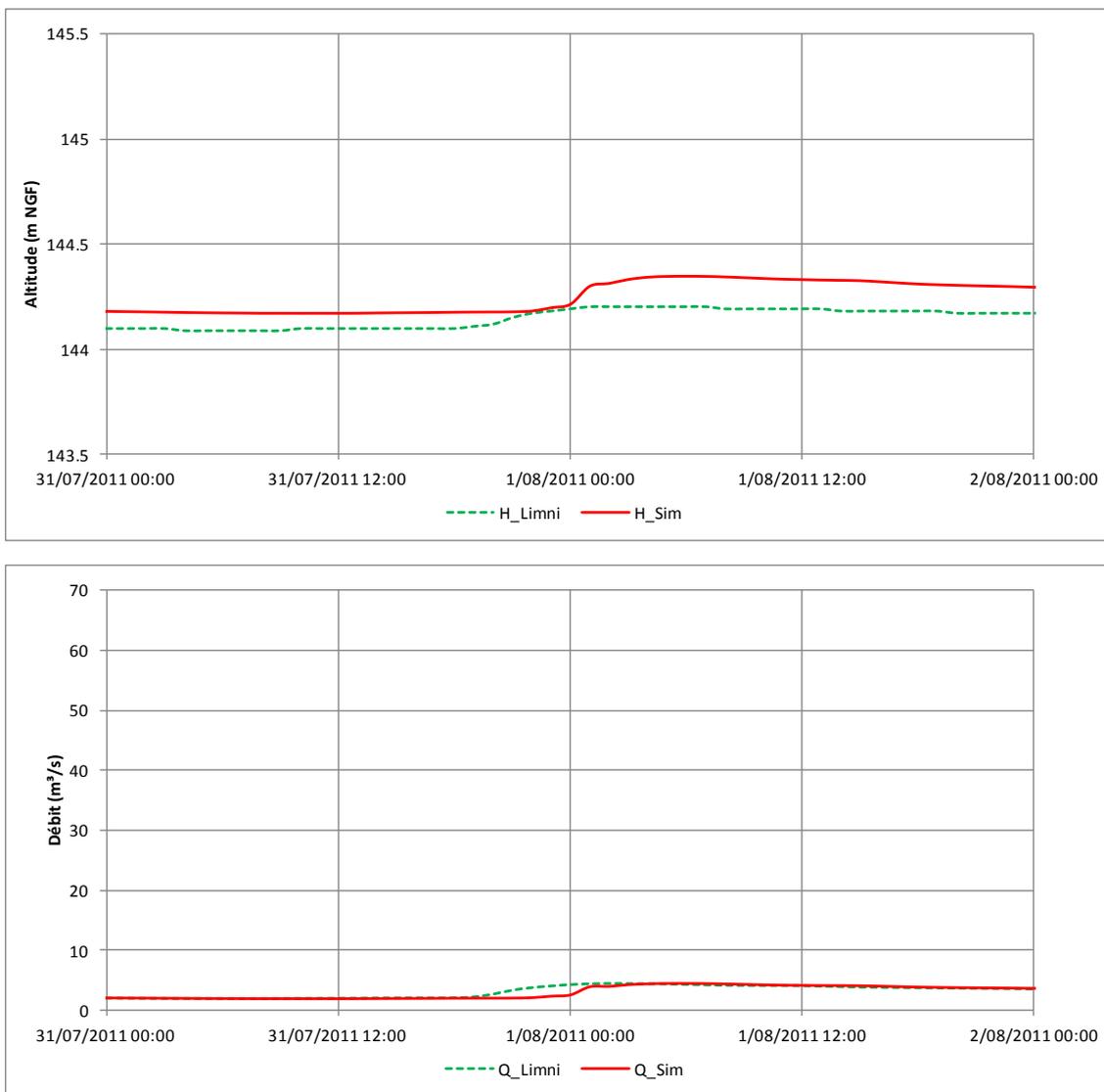


Figure 2-41 : H/t (en haut) et Q/t (en bas) pour l'évènement de juillet 2011.

L'analyse de la Figure 2-40 et de la Figure 2-41 montre que le modèle hydraulique parvient à reproduire correctement les débits d'étiage. La courbe des hauteurs d'eau modélisées, présente un léger décalage, le modèle tend à surestimer légèrement la hauteur d'eau par rapport aux mesures en débit d'étiage. Cette différence peut s'expliquer par l'espacement relativement élevé entre profils mesurés (voir 2.3.1) et l'absence de données du lit mineur directement en aval du pont d'Haulmé.

2.3.3.4 Etude de sensibilité des conditions limites à la confluence

Pour étudier l'influence de la condition aval sur les débordements de la Semoy, plusieurs simulations ont été réalisées avec le modèle calibré avec comme conditions limites amont les crues synthétiques Q_{10} et Q_{50} . Plusieurs conditions en aval équivalentes à des périodes de retour inférieures, identiques ou supérieures sont testées. Pour cette analyse, la concomitance des pics de l'hydrogramme de crue et de la hauteur de la condition aval est maintenue.

2.3.3.4.1 Q_{10}

Une crue Q_{10} occasionne déjà des débordements de la Semoy. Pour tester l'influence de la condition en aval, plusieurs simulations sont effectuées pour des conditions en aval équivalentes aux périodes de retour de 5, 10 et 20 ans. Les variations de hauteur d'eau obtenues dans la partie aval de la Semoy sont reprises à la Figure 2-43. Pour un débit Q_{10} , on observe l'influence de la condition aval jusqu'au profil Sem_058 situé en aval de la station hydroélectrique du barrage de Phades.

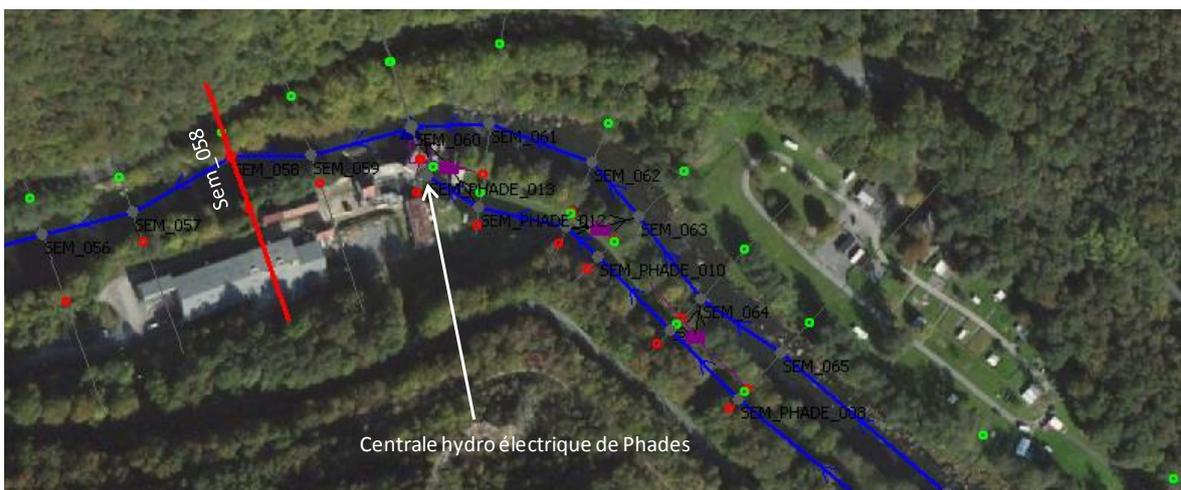


Figure 2-42 : Localisation de la section Sem-058 en aval de la centrale hydro électrique de Phades

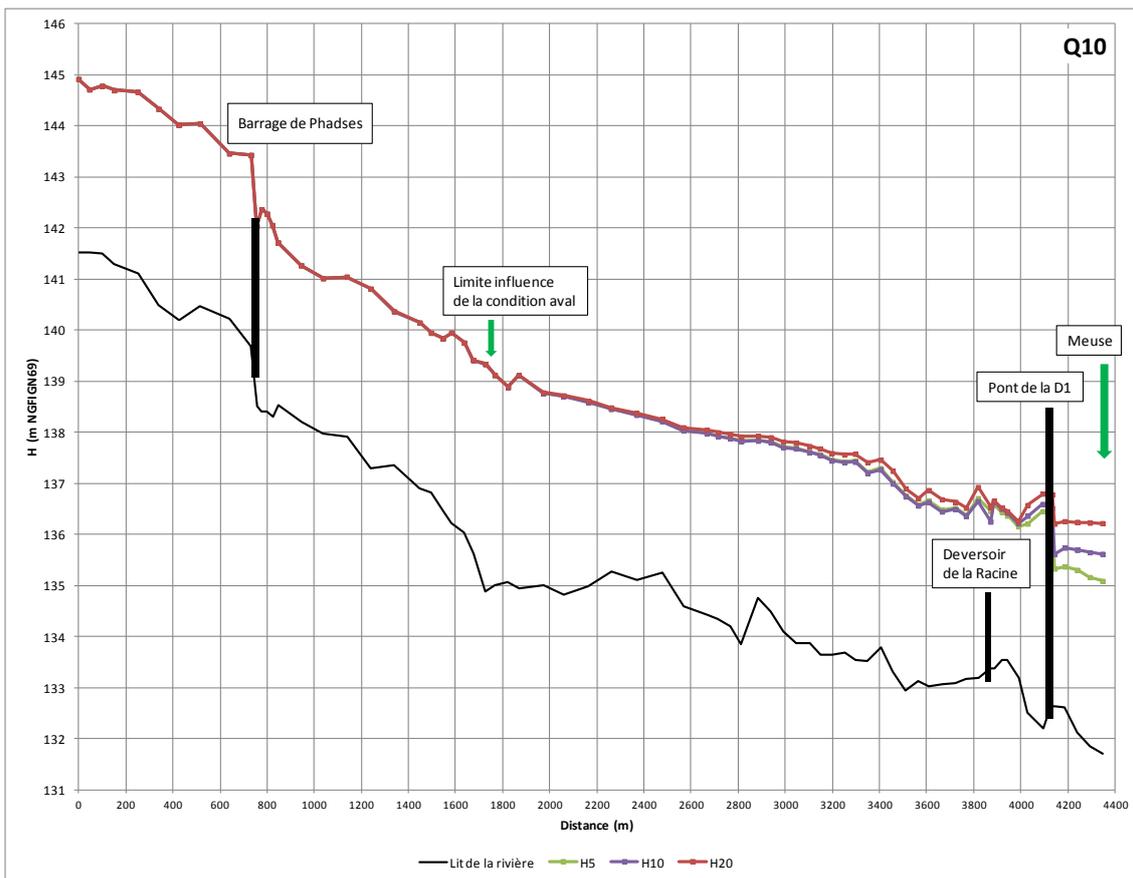


Figure 2-43 : Profil en long de partie aval du modèle, influence de la hauteur d'eau de la Meuse sur la hauteur d'eau de la Semoy – Q_{10} .

2.3.3.4.2 Q_{50}

Une crue Q_{50} est légèrement supérieure à la crue historique de décembre 1993 et occasionne par conséquent de nombreux dégâts. Pour tester l'influence de la condition en aval, plusieurs simulations sont effectuées pour des conditions en aval équivalentes aux périodes de retour de 20, 50 et 100 ans.

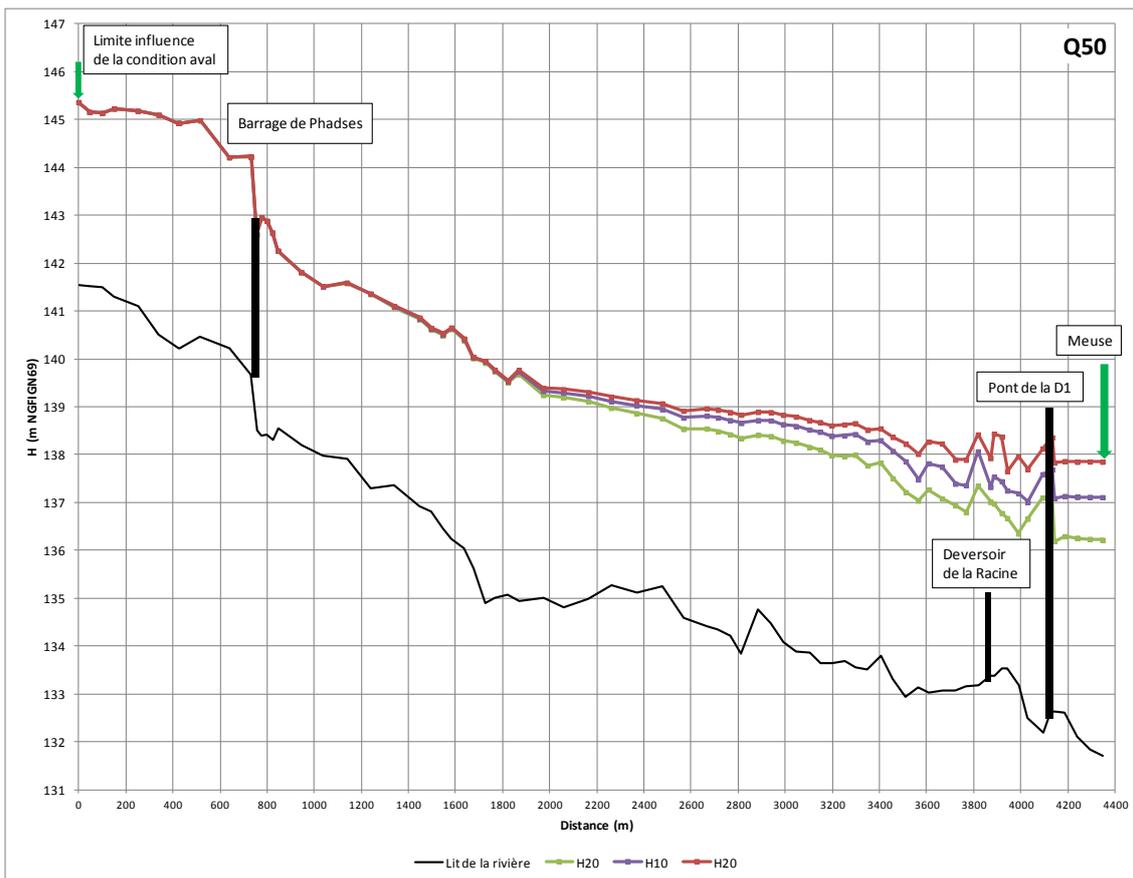


Figure 2-44 : Profil en long de la partie aval du modèle, influence de la hauteur d'eau de la Meuse sur la hauteur d'eau de la Semoy – Q_{50} .

2.3.3.5 Validation du modèle hydrodynamique

L'étape de validation consiste à vérifier si la cartographie des inondations historiques peut être reproduite avec le modèle hydraulique. Pour cette étape, les enveloppes d'inondation des crues de décembre 1993 et de janvier 1995 sont analysées.

2.3.3.5.1 Thilay et Navaux

La Figure 2-45 présentée ci-dessous montre les enveloppes des crues modélisées de décembre 1993 (à gauche) et de janvier 1995 (à droite). On observe effectivement que l'étendue des enveloppes d'inondation de la crue de 93 est plus importante à Thilay et à Navaux avec des débordements dans la Grand Rue de Navaux.

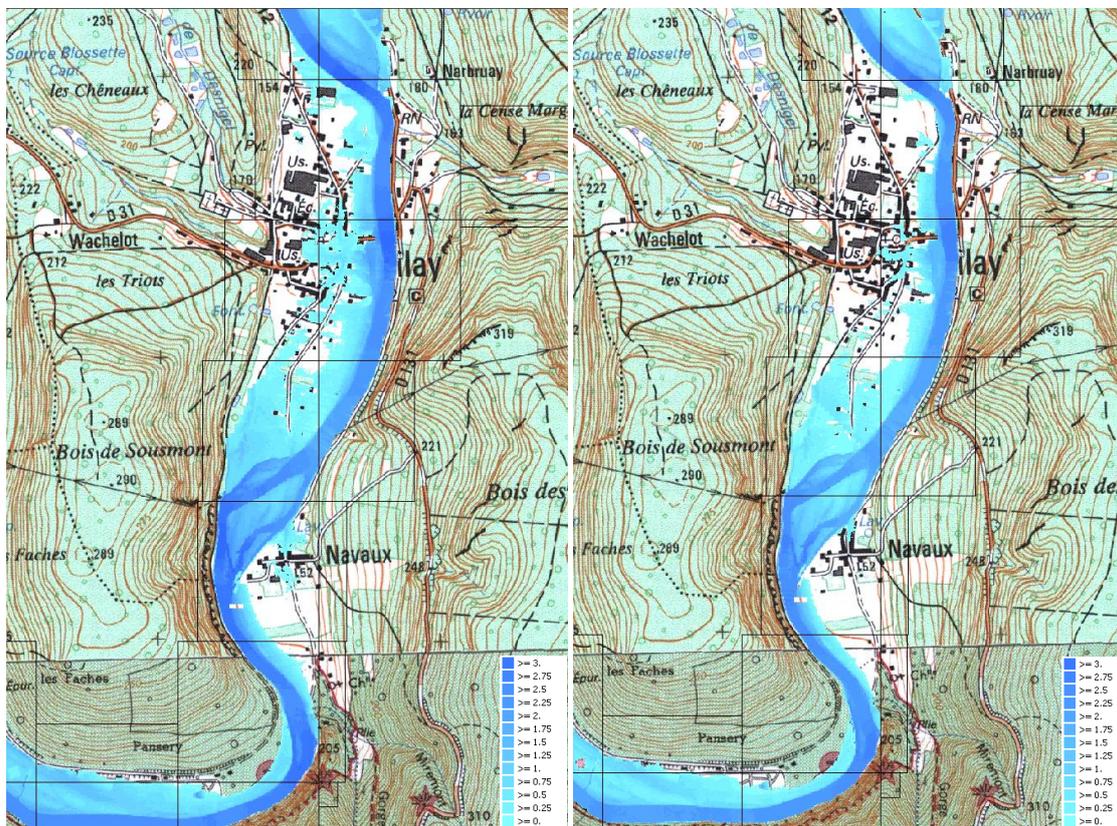


Figure 2-45 : Enveloppes d'inondation modélisées à Thilay et à Navaux –
Crue de décembre 1993 (à gauche), crue de janvier 1995 (à droite).

2.3.3.5.2 Haulmé et Tournavaux

Les enveloppes d'inondation modélisées pour les crues de décembre 1993 et de janvier 1995 sont illustrées à la Figure 2-46. L'île d'Haulmé, en amont du pont, est complètement submergée pour les deux crues. Le hameau d'Haulmé est moins impacté que celui de Tournavaux. Il apparaît cependant que l'inondation à Haulmé est principalement due au fort rétrécissement du lit majeur, causé par le pont et les remblais de la route d'accès au village. Ce rétrécissement provoque des pertes de charge importantes lorsque l'écoulement franchit le pont. Cela explique aussi la forte différence (près d'1 m) entre les repères de crue dans le village et les niveaux enregistrés à l'échelle limnimétrique située à l'aval du pont.

A Tournavaux, pour les deux crues, les débordements se produisent, en rive droite, en amont du pont. Pour la crue de décembre 1993, le modèle reproduit bien l'écoulement en lit majeur qui vient impacter le village par l'arrière.

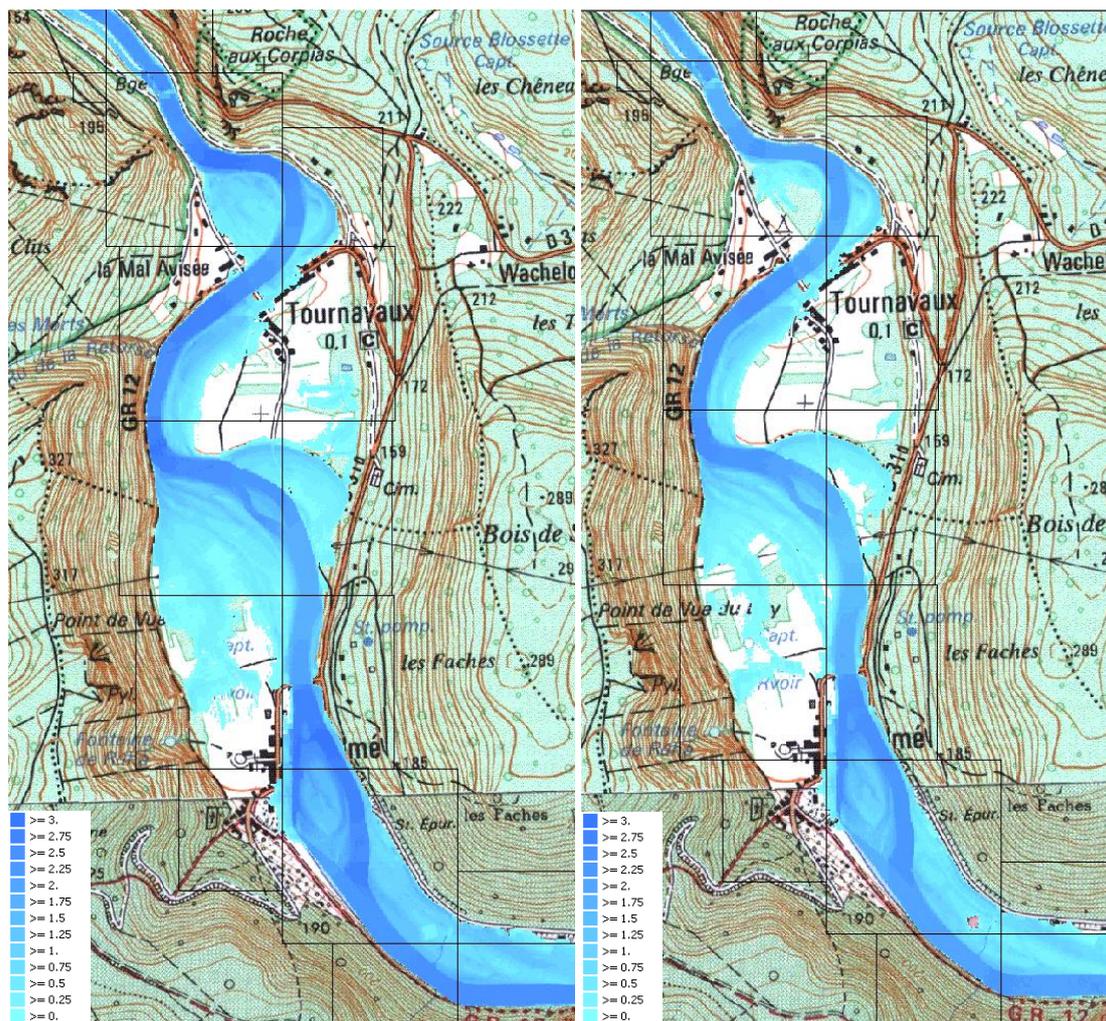


Figure 2-46 : Enveloppes d'inondations modélisées à Tournavaux et Haulmé –
Cruée de Décembre 1993 (à gauche), cruée de janvier 1995 (à droite).

L'estimation des volumes transitant par le lit majeur à Tournavaux avant les travaux de 1996, pour les crues de décembre 1993 et de janvier 1995 est donnée à l'Annexe D.

2.3.3.5.3 Barrage de Phades

Les informations transmises par la Société Icaunaise d'Electricité (SIE) concernant les inondations du barrage de Phades indiquent que pour les 2 crues (décembre 93 et janvier 95) :

- Les clapets du barrage de Phades étaient ouverts ;
- L'eau est montée plus haut que la passerelle du barrage lors de la crue de 93 (cote = 144.04 m NGF IGN69) ;
- L'eau passait au-dessus des vannes de gardes fermées et au-dessus du mur qui les soutient ;

- La Semoy a débordé en aval du barrage de Phades jusqu'au canal d'amenée ;
- Les bâtiments de l'exploitation étaient inondés par les arrivées d'eau en amont ;
- Le chemin d'accès à la centrale était inondé.

Les hauteurs d'eau modélisées directement en amont du barrage de Phades sont de 144.16 m et 143.52 m NGF pour les crues de décembre 1993 et de janvier 1995. Les enveloppes d'inondation des deux crues sont représentées à la Figure 2-47.

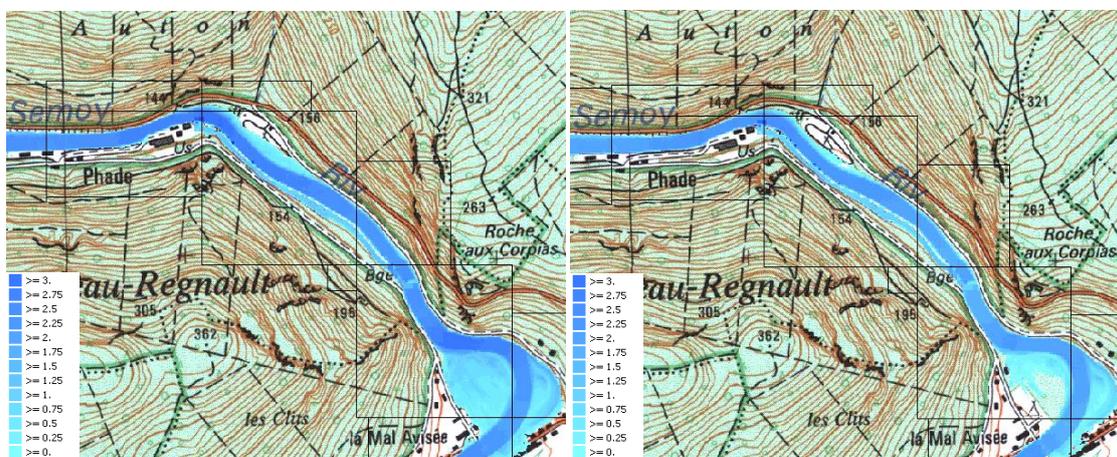


Figure 2-47 : Enveloppes d'inondations modélisées à hauteur du barrage de Phades (vannes ouvertes)– Crue de décembre 1993 (à gauche), crue de janvier 1995 (à droite).

L'influence de la position des vannes (ouvertes ou fermées) du barrage de Phades sur le tronçon amont pendant la crue de décembre 1993 est illustrée à la Figure 2-48 (pic de crue) et à la Figure 2-49 (fin de crue). Lors du pic de crue, l'impact remonte jusqu'au pont de Tournavaux. En fin de crue, il ne dépasse plus 400 m. Comme le montre la Figure 2-48, d'après le modèle, le barrage de Phades, n'a aucune à Haulmé. Par contre, la perte de charge causée par le pont, identifiée au paragraphe précédent, est bien visible sur ce profil.

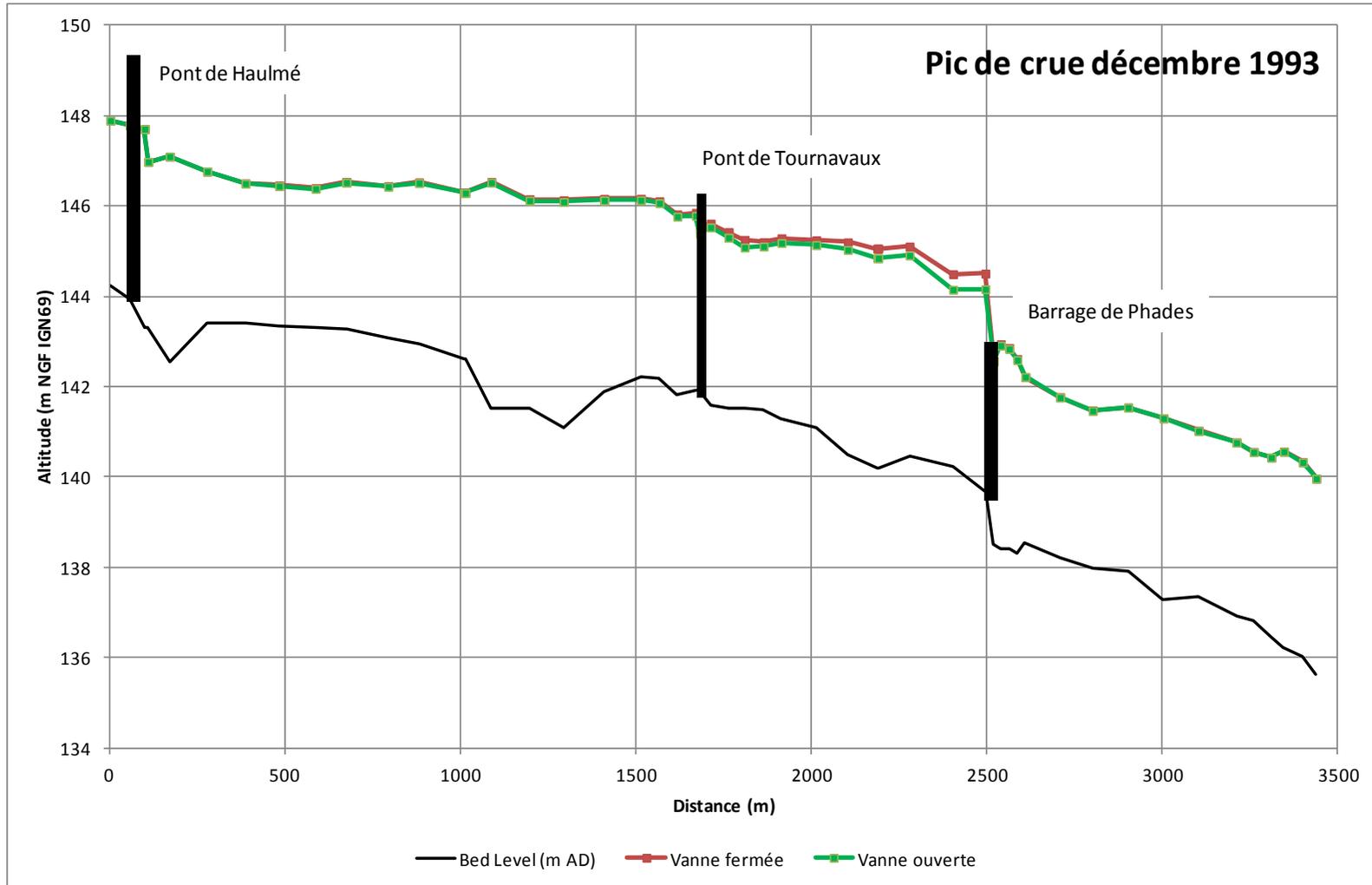


Figure 2-48 : Profil en long de la Semoy, pic de crue de décembre 1993 – vannes ouvertes

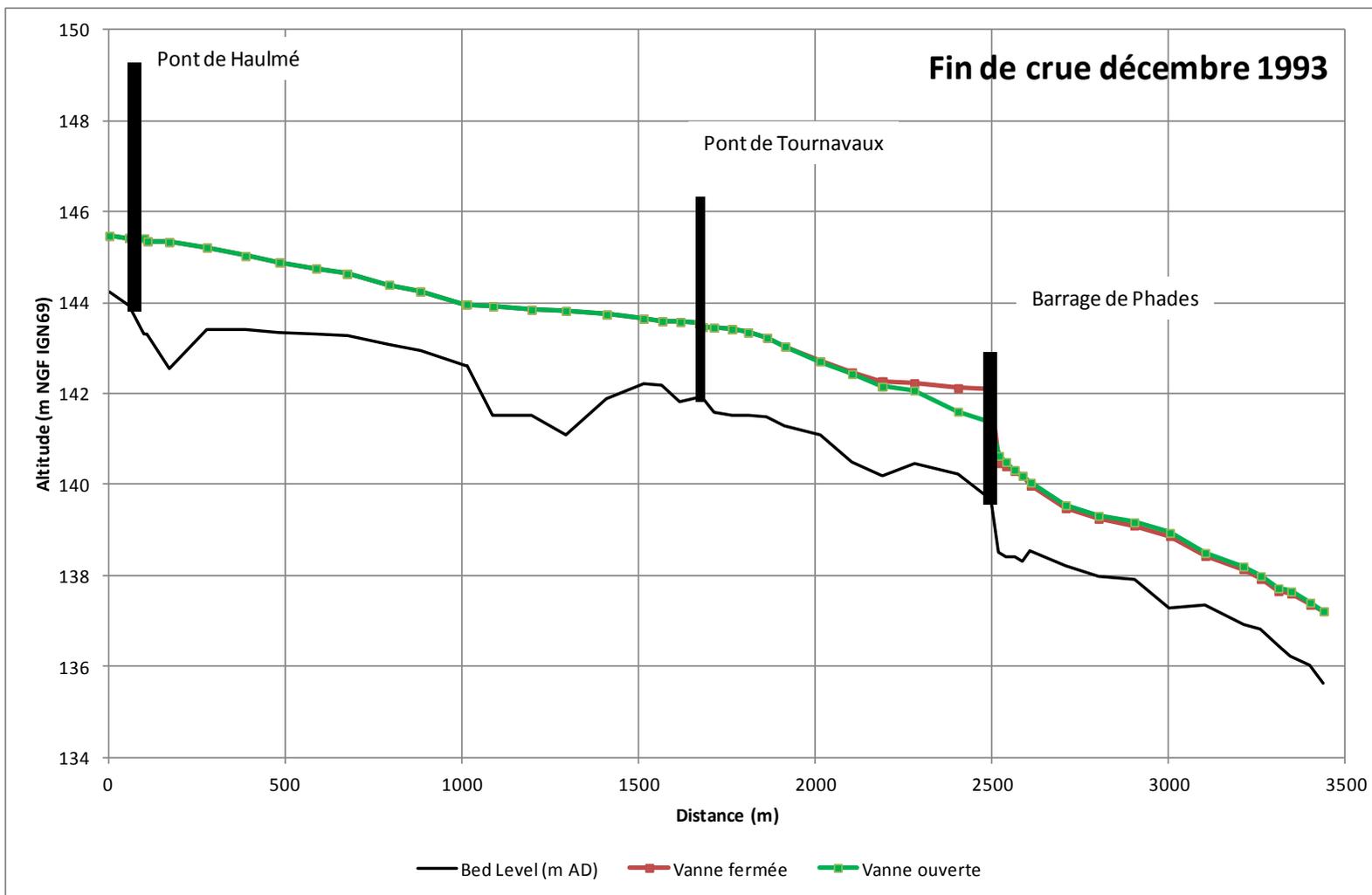


Figure 2-49 : Profil en long de la Semoy, Fin de la crue de décembre 1993 – vannes ouvertes

2.3.3.5.4 Monthermé

Les 2 crues modélisées montrent que la partie amont de l'île de Monthermé est fréquemment inondée. On observe par contre peu de différence entre l'étendue des enveloppes d'inondation pour ces 2 crues.

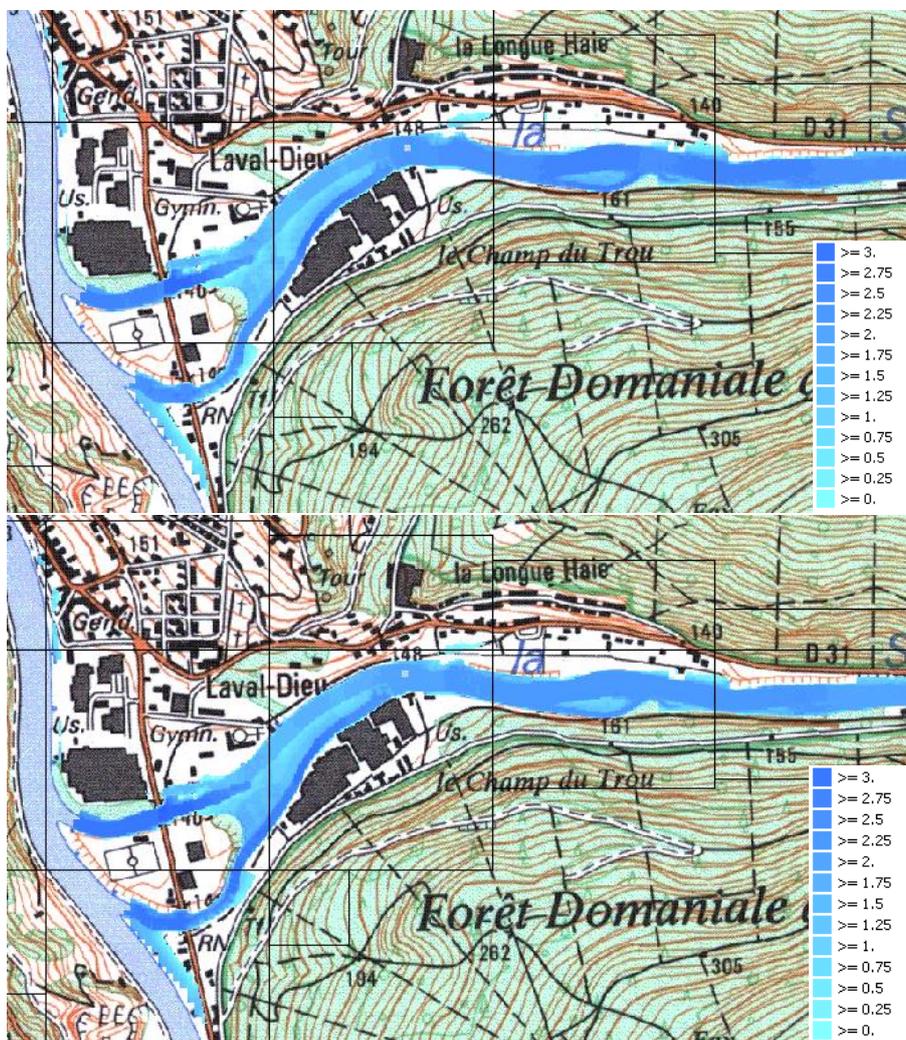


Figure 2-50 : Enveloppes d'inondations modélisées à Monthermé—
Cruée de Décembre 1993 (à droite), cruée de janvier 1995 (à gauche).

3. PARTIE 2 : ETUDES PARTICULIÈRES DES OUVRAGES

Cette deuxième partie de l'étude est consacrée à l'analyse particulière des 5 ouvrages identifiés dans le cahier des charges (Déversoir de la Racine, Barrage de Phades, bras du moulin d'Haulmé et de Navaux, étang de Linchamps).

Pour chaque ouvrage, on procédera tout d'abord à un rappel de ses caractéristiques principales, de sa fonction ou usage, de son statut juridique et du droit d'eau qui lui est accordé.

De par leur existence sur le cours d'eau, ces ouvrages peuvent induire une série de perturbations de nature très variée. Ils peuvent avoir un impact sur la nature des écoulements, à l'étiage, en crue, sur le transport sédimentaire, sur la libre circulation des poissons, ...

Ils représentent l'héritage d'un usage, dans certain cas disparu, et peuvent garder, à ce titre, une valeur patrimoniale.

L'objectif de cette étude étant de pouvoir proposer un schéma d'aménagement cohérent et bien adapté aux besoins et aspirations actuelles, ces différents enjeux ont fait l'objet d'une analyse détaillée.

Sur base de ces éléments et en suivant les impositions du cahier des charges, une série de propositions d'aménagement sera établie pour chaque site. Ces propositions seront sommairement décrites et évaluées budgétairement. Chaque proposition fera ensuite l'objet d'une modélisation hydraulique pour un ensemble de conditions hydrauliques différentes (Q_{MNA5} , module, double du module, Q_5 , Q_{10} , Q_{20} , Q_{50} , Q_{100} , $Q_{100+30\%}$).

Les résultats de ces simulations seront ensuite analysés et comparés entre eux et avec la situation actuelle.

L'atlas cartographique de l'Annexe H, reprend pour chaque ouvrage l'ensemble des simulations.

3.1.1 Déversoir de la Racine à Monthermé (Semoy)

3.1.1.1 Description du site

Ce seuil ancien, situé juste à l'amont de la confluence de la Semoy avec la Meuse a servi par le passé, d'alimentation en eaux et en force motrice aux industries et forges établies à cet endroit.

Le site de la Racine comprend trois axes d'écoulement et deux ouvrages principaux (Figure 3-1).

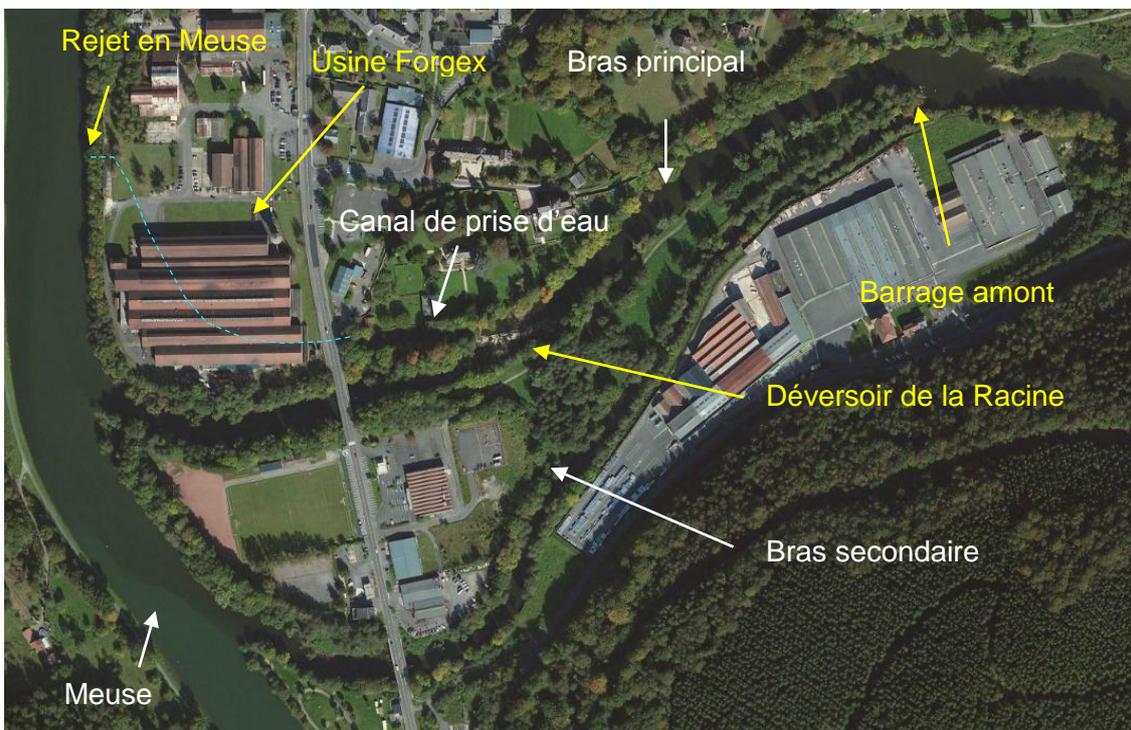


Figure 3-1 : Plan de situation - Déversoir de la Racine

Un premier vannage situé à l'amont (ancien barrage à aiguilles) assure la répartition des écoulements entre le bras principal de la Semoy et un bras secondaire, situé plus au sud. Il est actuellement géré par la société Forges qui exploite encore l'ancienne prise d'eau.

Dans le bras principal, les niveaux d'eau sont régulés par le déversoir de la Racine. Il s'agit d'un seuil fixe d'environ 90 m de long, pour une hauteur de l'ordre de 1.5 m. Le déversoir est composé d'un assemblage complexe de moellons et de pierres, de poutres en bois, de ferrailles et de parties en béton, sans doute plus récentes. Il a déjà fait l'objet de plusieurs réparations, mais reste, actuellement, fort dégradé (Figure 3-2).



Figure 3-2 : Déversoir de la racine - Vue d'ensemble rive droite (en haut) et détail de sa composition hétéroclite (en bas)

Ce déversoir avait pour fonction de maintenir un niveau d'eau élevé compatible avec la prise d'eau située plus au Nord. Le canal d'aménée est composé d'un bras rectiligne longeant l'abbaye de Laval Dieu. Il est enjambé par deux ponts (celui de la D1 et un accès secondaire à l'abbaye). L'entrée dans le site industriel est régulée par un système de vannage pourvu de grilles et de déversoirs. L'écoulement retourne ensuite en Meuse, via un tronçon vouté muni, à l'aval, d'un système déshuileur à paroi siphonide.

3.1.1.1 Aspects réglementaires

3.1.1.1.1 Statut de l'ouvrage et des droits d'eau associés

L'ouvrage figure sur la carte de Cassini dressée dans les Ardennes aux environs de l'année 1750, c'est-à-dire qu'il a été construit avant l'abolition des droits attachés aux moulins du 04/08/1789. Cette ancienne forge dispose donc d'un droit fondé en titre.

L'ouvrage est autorisé par règlement d'eau du 25/04/1842. Ce document donne les cotes de hauteurs du système hydraulique des usines de Monthermé (haut-fourneau, émoulerie, forge d'en haut, forge d'en bas, ancienne émoulerie et différents seuils) de M. Morel, maître de forges à Charleville. L'ouvrage appartenait donc à la Sté des Fonderies de Monthermé-Laval-Dieu.

L'usine métallurgique est ensuite devenue société anonyme des Hauts-Fourneaux et Forges de Villerupt-Laval-Dieu, puis Société Métallurgique de Senelle-Maubeuge, puis Lorraine-Escout, et depuis 2000, la forge SA Forges-Raguët.

En l'absence de toute information contraire, il existe une présomption de propriété liée entre la forge, le droit d'usage de l'eau et les ouvrages annexes (canal usinier, barrage à aiguille, déversoir). La commune de Monthermé semble pourtant être propriétaire du déversoir de la Racine d'après le cadastre.

3.1.1.1.2 Liste des procédures juridiques et réglementaires pour modifier les ouvrages

Les démarches nécessaires afin de modifier les ouvrages sont :

- Possibilité 1 : une déclaration d'intérêt général (DIG) afin d'utiliser des fonds publics sur des ouvrages privés sans l'accord formel des propriétaires (accord conseillé mais pas obligatoire) ;
- Possibilité 2 : pour des travaux ponctuels sur cours d'eau (comme les travaux sur les ouvrages), l'article L.211-7-1 du Code de l'Environnement permet aux collectivités d'intervenir sans DIG sous réserve d'obtenir l'accord de l'exploitant et/ou du propriétaire et de la participation financière de ceux-ci aux travaux. Dans le cadre du déversoir de la Racine, l'exploitant n'entretient pas l'ouvrage donc cette possibilité le sensibiliserait. Le propriétaire est la commune de Monthermé donc il faudrait opter pour cette possibilité. Dans l'hypothèse où l'exploitant n'aurait pas de droit d'eau, cette possibilité reste la plus avantageuse ;
- un dossier au titre de la loi sur l'Eau (DPE) ;
- une Déclaration de projet de Travaux (DT) à remplir par le maître d'ouvrage ;
- une Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (DICT) à remplir par l'exécutant ;
- un accord des propriétaires de l'ouvrage.

3.1.1.2 Rappel des enjeux

3.1.1.2.1 Usages

La société Forges utilise encore actuellement cette prise d'eau pour des usages industriels et la dilution d'effluents. C'est elle qui gère le barrage à aiguilles amont, en fonction de ses besoins.

La société Forges envisagerait cependant de modifier son circuit d'eau brute actuel ce qui pourrait s'accompagner d'une réduction des débits prélevés et des contraintes liées à l'exploitation de la prise d'eau.

3.1.1.2.2 Hydraulique

Au niveau hydraulique, le site de la Racine ne présente pas d'enjeux majeurs.

En ce qui concerne les crues, la topographie est relativement encaissée et aucune habitation, ni infrastructure importante, ne se situe en zone inondable.

A cause de la gestion de l'ouvrage amont par Forges, les deux bras et le canal usinier sont alimentés en permanence. Ces conditions risquent de changer en fonction des scénarios proposés (voir résultats des simulations ci-après au paragraphe 3.1.1.4).

3.1.1.2.3 Etude hydromorphologique et piscicole

Le déversoir de la Racine est un **obstacle à la continuité sédimentaire**. Celle-ci est partielle en raison de la détérioration de l'ouvrage. Les sédiments s'accumulent au droit de l'ouvrage et sont principalement orientés vers le canal usinier.

Le déversoir est responsable d'un élargissement de la lame d'eau.

Le déversoir, le barrage à aiguilles et le canal usinier sont des **obstacles à la continuité piscicole**. En raison de leur dégradation, la franchissabilité est partielle en période de moyennes ou hautes eaux pour les salmonidés ou les grands cyprinidés d'eau vive c'est-à-dire les espèces capables de sauter. La hauteur d'eau du déversoir représente un seuil infranchissable pour les carnassiers et notamment le brochet qui est l'espèce repère en Semoy (Tableau 3-1). La fine lame d'eau suffit à l'anguille, capable de reptation, pour franchir cet obstacle suffisamment rugueux (Tableau 3-2). Le canal usinier, quant à lui, n'est pas propice à la vie piscicole car il est couvert sur une longue distance et que la confluence avec la Meuse se fait par le biais d'une surverse au-dessus de palplanches infranchissables.

Tableau 3-1 : Caractéristiques de migration et de reproduction du brochet (*Esox lucius*)

Capacité de nage	<p>S'il peut franchir les passages busés, il est rapidement arrêté par les obstacles nécessitant un franchissement par le saut dès que les hauteurs atteignent quelques décimètres (Chancerel, 2003). Le franchissement peut être facilité par la mise en place de glissières ou par des dispositifs garantissant des écoulements lents.</p> <p>Les vitesses critiques du brochet adulte sont de 45 cm/s sur 10 min (vitesse maximale) et de 26 cm/s sur 100 min (vitesse de croisière). Les migrations sont arrêtées pour des vitesses de courant de 1,5 m/s (selon la taille des individus).</p>
Comportement migratoire	<p>La migration vers les plaines inondées pour se reproduire début plusieurs semaines avant la ponte c'est-à-dire dès janvier. Le frai peut avoir lieu de février à avril selon la température.</p> <p>Ainsi, la période de migration et de reproduction de l'espèce repère à prendre en compte pour la Semoy s'étale de janvier à avril.</p>

Tableau 3-2 : Caractéristiques de migration et de reproduction de l'anguille (*Anguilla anguilla*)

<p>Capacité de nage</p>	<p>L'anguille est capable de franchir des rampes en enrochements jointifs si elle peut trouver des zones à faible tirant d'eau, en bordure généralement et si elle peut utiliser ses capacités de reptation (Larinier <i>et al.</i>, 2006).</p> <p>Sa capacité de nage est inférieure à celle d'autres espèces. La vitesse maximale de l'anguille subadulte est de 1,14 m/s pour un individu de 60 cm à une température comprise entre 10 et 15°C (Blaxter JHS. et Dickson W., 1959 <i>in</i> Gosset <i>et al.</i>, 1992). Des chutes de faibles hauteurs peuvent être infranchissables pour l'anguille (Gosset <i>et al.</i>, 1992) si les supports sont lisses ou les vitesses d'écoulement excessives.</p> <p>Une passe fonctionnelle doit être dotée d'échancrures profondes (possibilité de passage sans saut) avec des dénivellations faibles entre les bassins (< 20 cm). La mise en place de brosses dans les parties profondes augmente la rugosité du support et favorise le franchissement.</p>
<p>Comportement migratoire</p>	<p>La migration de colonisation active (montaison) effectuée par les anguilles jaunes dure plusieurs mois. Après cette période de croissance, la dévalaison des anguilles argentées (migration de reproduction) dure également plusieurs mois (Keith <i>et al.</i>, 2011).</p> <p>L'anguille se reproduit dans la mer des Sargasses. Des pics de migration ont lieu en automne et en hiver avec l'augmentation des débits (Gosset <i>et al.</i>, 1992).</p> <p>Une passe pour ce grand migrateur doit donc être fonctionnelle toute l'année.</p>

3.1.1.3 Propositions d'aménagement

Comme mentionné plus haut, chaque aménagement fera l'objet d'une série de propositions.

Il convient cependant de signaler qu'une proposition donnée, peut encore faire l'objet de nombreuses alternatives (maintien ou non d'une partie d'ouvrage, différents systèmes de protection de berge, ...). L'objectif recherché ici n'est d'aboutir à un projet finalisé, ce qui demanderait des investigations complémentaires. L'objet de la démarche consiste :

- À définir, les caractéristiques majeurs de la proposition ;
- À identifier les impacts principaux qu'aura la proposition sur le fonctionnement de la rivière ;
- À permettre un chiffrage grossier pour une analyse comparative.

A côté des caractéristiques principales qui caractérisent une proposition, certaines options secondaires ou facultatives ayant moins d'impact seront parfois également proposées.

Pour le site de la Racine, trois propositions d'aménagement ont été retenues :

- Scénario A1 : l'effacement total,
- Scénario A2 : la reconstruction d'un seuil moins haut avec une échancrure
- Scénario A3 : la réfection à l'identique.

Ces différentes propositions sont détaillées ci-après.

3.1.1.3.1 Scénario A1 : L'effacement total

L'effacement total du seuil s'accompagnera :

- de l'arasement complet du seuil de la Racine jusqu'au niveau du profil initial de la rivière ;
- de la dépose des parties mobiles du barrage amont, l'arasement des parties fixes (béton et radier) n'est à priori pas requis;
- du dragage des sédiments piégés à l'amont du seuil ;
- de l'obturation du bras de la prise d'eau et de la réfection des berges ;

Par rapport aux autres ouvrages étudiés, le site de la Racine dispose d'un réel potentiel de mise en valeur et de nombreuses alternatives y sont envisageables. Certaines propositions sont reprises ci-après. Par ailleurs, certaines alternatives citées seront fonction d'investigations complémentaires à mener ultérieurement:

- le maintien d'une partie de la fondation du seuil actuel, ou la mise en place d'enrochement permettant de stabiliser le profil en long et éviter l'apparition d'une érosion régressive ;
- le maintien d'une ou plusieurs portions de l'ancien seuil près des rives, comme témoin patrimonial. Ces sections seront réhabilitées architecturalement, mais n'auront plus aucune fonction hydraulique. Elles pourraient être remises en valeur conjointement avec le promontoire existant (à réhabiliter également) situé en rive droite, par ailleurs accessible par l'abbaye via le pont sur la prise d'eau;
- le dragage des sédiments pourrait nécessiter une analyse préalable de leur toxicité ;
- le maintien d'une alimentation gravitaire réduite pour la société Forges doit être étudié sur base d'un levé topographique complémentaire ;

3.1.1.3.2 Scénario A2 : L'abaissement du seuil

L'objectif de cette proposition consiste à reconstruire un seuil surbaissé à l'emplacement actuel afin d'assurer une alimentation gravitaire (réduite) pour la société Forges, tout en assurant la franchissabilité piscicole et sédimentaire de l'ouvrage. A ce stade, et à cause de l'absence d'une topographie précise de la zone, les caractéristiques de cette proposition (notamment la hauteur du seuil) restent très incertaines. Pour des raisons évidentes de coûts et de limitation de l'impact environnemental, la hauteur la plus réduite possible sera recherchée.

Certains travaux seront identiques à ceux de la proposition A1. Il y a lieu de prévoir les travaux suivants :

- Vu l'état général actuel du seuil, il nous paraît délicat de maintenir certaines portions. La solution proposée implique une reconstruction du déversoir avec une échancrure aménagée pour assurer la libre circulation piscicole. L'aménagement intégrera une rampe d'enrochements ou des pré-bassins côté aval, qui sont des solutions adaptées au traitement de la chute résiduelle résultant de l'arasement partiel d'un obstacle (Larinier *et al.*, 2006).
- La dépose des parties mobiles du barrage amont, ou leur réhabilitation sera, fonction des niveaux retenus. l'arasement des parties fixes (béton et radier) n'est à priori pas requis. Pour les simulations discutées ci-après, on a maintenu les caractéristiques de gestion actuelle (parties mobiles présentes);
- Le dragage des sédiments piégés à l'amont du seuil ;
- L'aménagement de la prise d'eau peut se faire par dragage complet du chenal, l'aménagement d'un chenal plus étroit ou la pose d'une canalisation. Les besoins de la société Forges en termes de débit, d'approvisionnement sont à définir au préalable ;

Le maintien d'une section témoin énoncée ci-dessus (proposition A1), reste d'application.

3.1.1.3.3 Scénario A3 : Réfection à l'identique

La réfection à l'identique comprend la reconstruction complète du déversoir et l'ajout d'une passe à poissons qui pourrait être de nature rustique ou bétonnée. Comme mentionné ci-dessus, sur base de la seule inspection visuelle, la réhabilitation du seuil actuel ne nous semble pas être une option envisageable.

La passe à poisson de type rustique aurait une pente de 4% maximum et serait aménagée de gros blocs fixés entre des blocs plus petits regarnis de gros graviers. Pour une chute de 1,5 m, la passe ferait environ 40 m de long. Les parties mobiles du barrage à aiguilles en amont seraient à restaurer également.

En annexe (3.1.6Annexe G), nous avons repris l'exemple d'une réhabilitation similaire, celle du barrage de Cugnon sur la Semois en Belgique.

3.1.1.3.4 Evaluation des coûts

Le tableau ci-après reprend les évaluations très préliminaires des coûts des travaux. Elles sont basées sur des données, parfois sommaires, et sur certaines hypothèses non vérifiables à ce stade de l'étude. C'est pourquoi, elles doivent être considérées avec beaucoup de réserves. Elles ont pour objet de pouvoir fixer les ordres de grandeur et permettre d'établir des comparaisons entre les différents scénarios.

Ces évaluations ont été réalisées, soit sur base d'un métré approximatif, soit à partir du coût de réalisations ou parties de réalisation similaires.

Elles seront bien évidemment à affiner lors des étapes ultérieures.

Pour chaque scénario, une estimation haute et une estimation basse sont fournies. Le détail est présenté à 3.1.6Annexe I .

Tableau 3-3 : Estimation des coûts des travaux des différents scénarios pour le déversoir de la Racine

	Estimation couts des travaux en € (HTVA)	
	Basse	Haute
Scénario A1 : Effacement total	120 000	150 000
Scénario A2 : Abaissement du seuil	120 000	180 000
Scénario A3 : Réfection à l'identique	500 000	750 000

La réfection à l'identique en y intégrant une passe à poissons ou une rivière de contournement est, de loin, le scénario le plus couteux.

3.1.1.4 Modélisation

La Figure 3-3 reprend la configuration du site avec les profils en travers témoins (lignes rouges) et les ouvrages (en jaune).

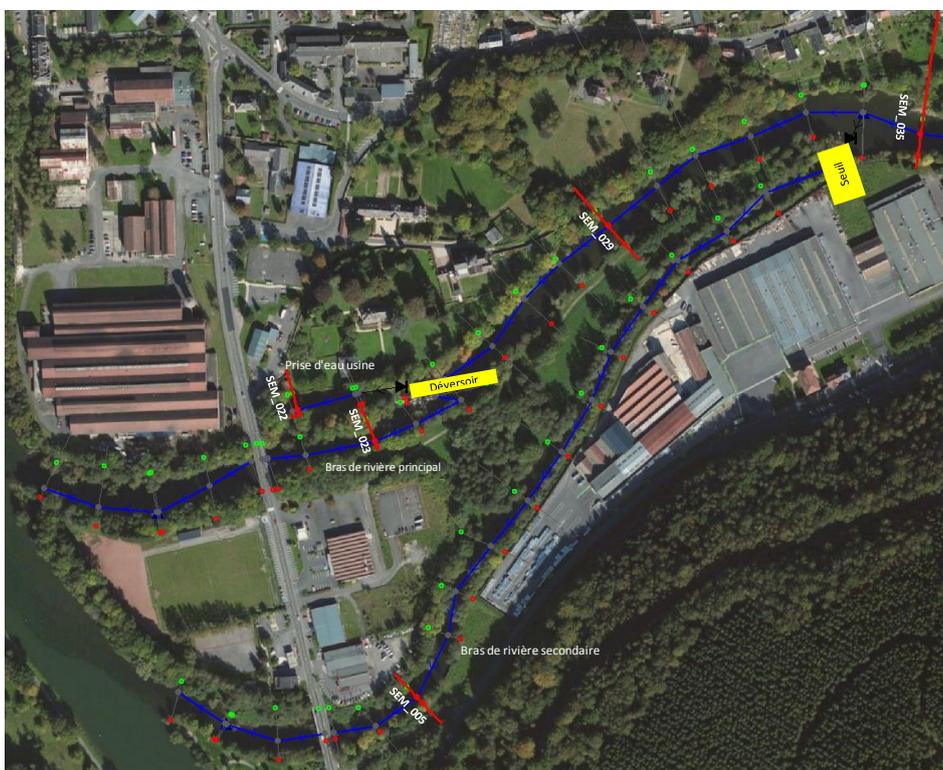


Figure 3-3 : Déversoir de la Racine - Zone de confluence de la Semoy avec la Meuse.

La description des profils en travers témoins choisis pour l'analyse de l'influence des scénarios est également donnée au tableau suivant :

Tableau 3-4 : Situation des profils en travers choisis pour l'analyse des scénarios

PT	Situation
Sem_005	à proximité de l'embouchure du bras secondaire, en amont du pont de la D1
Sem_022	Situé dans le canal d'amenée de l'usine Forges en aval du déversoir de la Racine
Sem_023	à proximité de l'embouchure du bras principal, en amont du pont de la D1
Sem_029	Situé en amont du déversoir de la Racine dans le bras principal de la Semoy
Sem_035	Section en amont du seuil et de la déflueuse

Trois scénarios sont analysés pour le déversoir de la Racine :

- L'effacement total de l'ouvrage – scénario A1
- Modélisation d'un déversoir surbaissé avec une échancrure – scénario A2
- Réfection à l'identique – scénario A3

Le déversoir de la Racine est conceptualisé par une « unité seuil » dans le modèle. La géométrie du déversoir provient des données topographiques réalisées lors de la phase 1. Le canal d'amenée de l'usine Forges est modélisé par un petit bras parallèle relié à la Semoy depuis l'amont du déversoir de la Racine. Les débits prélevés par l'usine Forges et les dimensions de l'ouvrage de prélèvement ne sont pas connus. Pour cette raison, il a été décidé de ne pas modéliser de débit de prélèvement de l'usine Forges.

Plus en amont, au point de déflueuse à hauteur de l'ouvrage N°8 (barrage à aiguille, voir Figure 3-4 ci-dessous), le bras secondaire est modélisé par un bras de rivière parallèle jusqu'à la confluence avec la Meuse. Des casiers d'inondations entre les deux bras permettent de modéliser le stockage temporaire en cas de débordement au-dessus des berges.

La gestion de l'ouvrage N°8 n'est pas connue. La situation présentée à la Figure 3-4 qui correspond à environ à 1/5 de l'obturation de l'écoulement est choisie pour l'analyse des scénarios A2 et A3. Pour ces scénarios, aucun embâcle n'est considéré, le seuil du radier de l'ouvrage est fixé à la cote 133.8 m NGF.



Figure 3-4 : Vue en aval de l'ouvrage N°8 en amont du bras secondaire

3.1.1.4.1 Scénario A1 – Effacement total des ouvrages

Pour ce scénario, le déversoir de la Racine et l'ouvrage N°8 en amont du bras secondaire ont été totalement effacés. La rivière retrouve un profil naturel ce qui permet une continuité écologique. Les résultats des hauteurs d'eau (m NGF) et des débits modélisés (m³/s) pour les périodes d'étiage (Tableau 3-5) et pour les crues synthétiques (Tableau 3-6) sont donnés ci-dessous au niveau des profils en travers témoins.

Tableau 3-5 : Hauteurs (m NGF) et débits (m³/s) modélisés en période d'étiage (QMNA5, Module, Module 2X) – Scénario A1

PT	QMNA5		Module		Module 2X	
	H	Q	H	Q	H	Q
Sem_005	132.79	0.03	133.42	2.96	133.67	14.61
Sem_022	133.58	-	134.20	-	134.50	-
Sem_023	133.29	3.20	133.84	26.46	134.13	44.20
Sem_029	133.74	3.28	134.45	26.46	134.75	44.20
Sem_035	134.21	3.21	134.70	29.39	135.04	58.81

Tableau 3-6 : Hauteurs (m NGF) et débits (m³/s) modélisés pour les crues synthétiques - Scénario A1

PT	Q5		Q10		Q20		Q50		Q100		Q100+30%	
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
Sem_005	135.43	118.94	135.79	123.04	136.33	118.98	137.21	137.02	137.95	153.65	140.12	674.25
Sem_022	136.35	-	136.58	-	136.81	-	137.53	-	138.07	-	140.78	-
Sem_023	135.89	216.94	136.29	235.27	136.61	261.44	137.06	359.42	137.73	407.42	141.54	524.59
Sem_029	136.41	244.05	136.59	293.62	136.79	342.21	137.43	399.13	138.07	437.73	141.23	647.54
Sem_035	136.92	373.19	137.18	441.05	137.42	509.28	137.87	598.88	138.38	666.96	141.32	820.54

La Figure 3-5 montre les bras de rivières qui sont alimentés pour le QMNA5 et le débit centennal. En période de très fort étiage (QMNA5), on observe une discontinuité dans le bras secondaire. Pour la crue Q₁₀₀, on observe des débordements de la Semoy dans le parc de l'abbaye et au niveau de l'entreprise située en rive gauche.

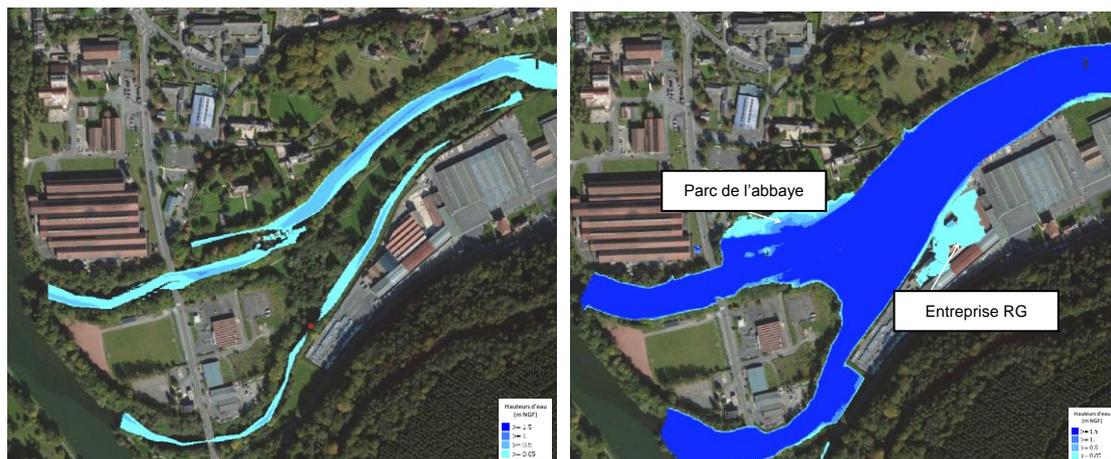


Figure 3-5 : Ecoulements modélisés pour le QMNA5 (à gauche) et le Q₁₀₀ (à droite) - Scénario A1

3.1.1.4.2 Scénario A2 –Déversoir surbaissé avec échancrure

L'objectif du scénario A2 est de modéliser une situation avec un seuil surbaissé qui permettrait d'une part, l'alimentation de l'usine Forges et d'autre part de limiter les obstacles à la libre circulation des poissons et des sédiments. La Figure 3-6 reprend la géométrie des profils en travers du déversoir de la Racine en fonction des scénarios analysés.

La géométrie du seuil surbaissé est représentée en bleu clair à la figure suivante. La cote la plus basse du seuil est fixée à 133.5 M NGF. L'échancrure du seuil est dimensionnée pour contenir approximativement le débit QMNA5.

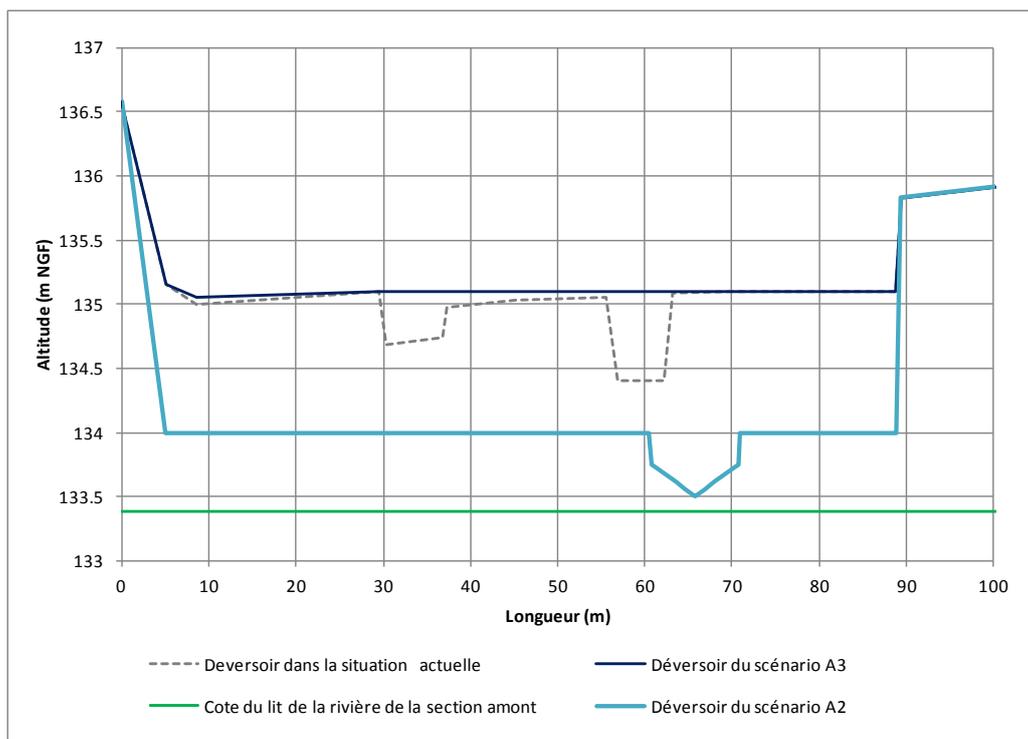


Figure 3-6 : Profil en travers du déversoir de la Racine, situation actuelle (gris), réfection à l'identique (Scénario A3 en noir) et seuil surbaissé avec échancrure (scénario A2 en bleu).

Les résultats des hauteurs d'eau (m NGF) et des débits modélisés (m³/s) pour les périodes d'étiage et pour les crues synthétiques sont donnés aux tableaux ci-dessous pour les profils en travers témoins.

Tableau 3-7 : Hauteurs (m NGF) et débits (m³/s) modélisés en période d'étiage (QMNA5, Module, Module 2X) – Scénario A2

PT	QMNA5		Module		Module 2X	
	H	Q	H	Q	H	Q
Sem_005	132.79	0.03	133.47	4.11	133.60	11.91
Sem_022	134.12	-	134.49	-	134.64	-
Sem_023	133.29	3.17	133.82	25.33	134.17	46.90
Sem_029	134.13	3.17	134.67	25.33	135.02	46.90
Sem_035	134.18	3.20	134.80	29.43	135.17	58.82

Tableau 3-8 : Hauteurs (m NGF) et débits (m³/s) modélisés pour les crues synthétiques- crues synthétiques, Scénario A2.

PT	Q5		Q10		Q20		Q50		Q100		Q100+30%	
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
Sem_005	135.36	107.43	135.76	107.18	136.32	110.53	137.19	114.68	137.93	115.16	140.12	632.75
Sem_022	136.23	-	136.44	-	136.70	-	137.52	-	137.96	-	140.10	-
Sem_023	136.04	238.51	136.34	269.63	136.59	298.62	137.01	456.63	137.64	575.80	141.75	750.36
Sem_029	136.51	298.14	136.59	356.18	136.84	411.87	137.23	403.75	137.90	451.35	141.38	755.71
Sem_035	137.05	373.17	137.30	441.14	137.57	509.35	137.74	598.92	138.25	667.26	141.42	860.44

La Figure 3-8 représente l'écoulement et les débordements des débits QMNA5 et Q₁₀₀ en amont de la confluence de la Semoy avec la Meuse. La situation est comparable à celle de l'effacement. Pour le QMNA5, il n'y a plus d'écoulement dans le bras secondaire. Pour un débit centennal, on observe les mêmes zones de débordement qu'au cas précédent.

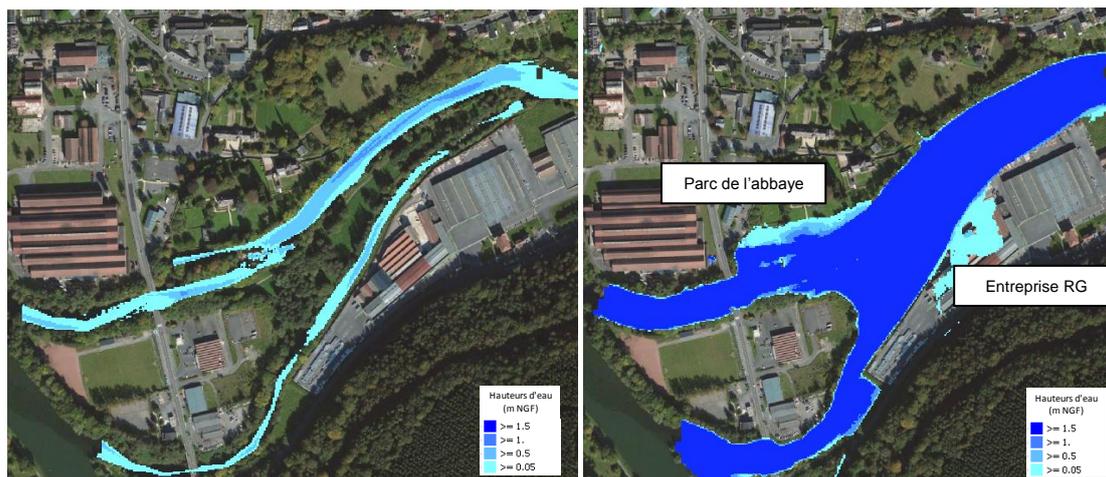


Figure 3-7 : Ecoulements modélisés pour le QMNA5 (à gauche) et le Q₁₀₀ (à droite)-
Scénario A2

3.1.1.4.3 Scénario A3 – Réfection à l'identique

Pour ce scénario, le déversoir de la Racine est modélisé à l'identique à partir des données topographiques. La géométrie du déversoir de la racine est reprise à la Figure 3-6 (en noir). Les résultats des hauteurs d'eau (m NGF) et des débits modélisés (m³/s) pour les périodes d'étiage et pour les crues synthétiques sont donnés aux tableaux ci-dessous pour les profils en travers témoins.

Tableau 3-9 : Hauteurs (m NGF) et débits (m³/s) modélisés en période d'étiage
(QMNA5, Module, Module 2X) – Scénario A3

PT	QMNA5		Module		Module 2X	
	H	Q	H	Q	H	Q
Sem_005	133.14	3.22	133.68	15.10	133.83	20.85
Sem_022	134.74	-	135.31	-	135.48	-
Sem_023	132.50	0.00	133.56	14.46	133.92	37.97
Sem_029	134.73	0.00	135.31	14.46	135.53	37.97
Sem_035	134.74	3.21	135.32	29.43	135.56	58.69

Tableau 3-10 : Hauteurs (m NGF) et débits (m³/s) modélisés pour les crues synthétiques –
Scénario A3

PT	Q ₅		Q ₁₀		Q ₂₀		Q ₅₀		Q ₁₀₀		Q _{100+30%}	
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
Sem_005	135.37	109.44	135.76	110.18	136.32	112.26	137.19	115.99	137.93	121.07	140.12	632.13
Sem_022	136.28	-	136.47	-	136.73	-	137.52	-	137.97		140.23	-
Sem_023	135.89	238.80	136.25	267.71	136.58	305.42	137.01	453.39	137.66	548.96	141.69	721.27
Sem_029	136.55	301.28	136.61	356.27	136.87	412.95	137.24	403.21	137.93	444.89	141.11	631.92
Sem_035	137.08	373.18	137.31	441.05	137.58	510.18	137.74	598.91	138.26	667.01	141.2	830.66

La Figure 3-8 représente l'écoulement et les débordements des débits QMNA5 et Q₁₀₀ en amont de la confluence de la Semoy avec la Meuse. Pour le QMNA5, il n'y a plus d'écoulement sur le déversoir de la Racine. L'écoulement s'effectue totalement dans le bras secondaire. Pour un débit centennal on observe des débordements comme précédemment.

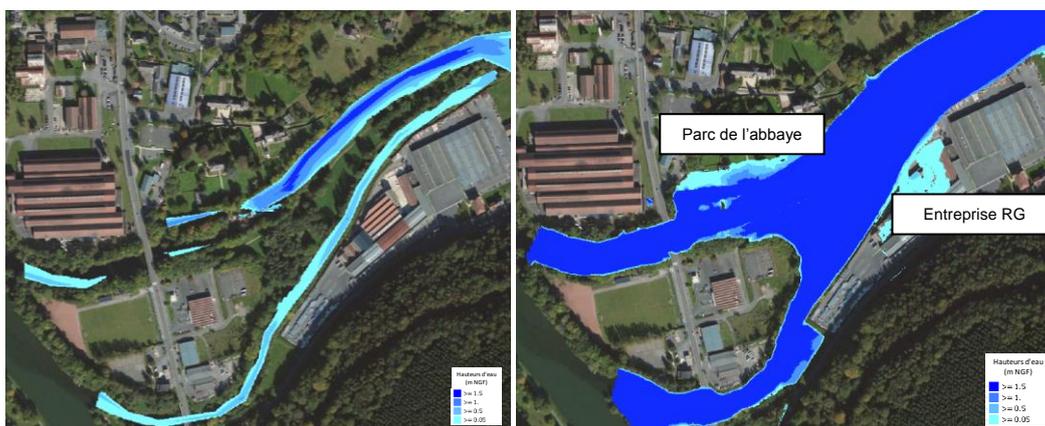


Figure 3-8 : Ecoulements modélisés pour le QMNA5 (à gauche) et le Q₁₀₀ (à droite) - Scénario A3

3.1.1.4.4 Analyse des résultats

Étiage

QMNA5 :

- Scénario A1 : l'arasement du déversoir de la Racine a pour effet d'abaisser la ligne d'eau dans les sections en amont. Le bras de rivière secondaire ne serait plus alimenter en permanence et pour le QMNA5, l'écoulement se fait totalement par le bras principal.
- Scénario A2 : grâce à la surbaisse du déversoir de la Racine, 99% de l'écoulement d'étiage passe dans le bras principal de la Semoy. L'échancrure prévue dans le déversoir permet d'assurer la continuité écologique. Par contre, le débit qui alimente le bras secondaire est très réduit (0.03 m³/s), ce qui a juste pour effet de maintenir une faible hauteur d'eau dans le bras secondaire. Le niveau d'eau maintenu dans la section en amont du déversoir est de 134.13 m NGF.
- Scénario A3 : à l'étiage, avec les hypothèses adoptées pour le barrage amont (mais qui pourraient être modifiées) il n'y aurait plus d'écoulement en aval du déversoir de la Racine. La totalité du débit s'écoule par le bras secondaire. Le déversoir de la Racine maintient une ligne d'eau à 134.73 m NGF) jusqu'en amont de la déflue, au niveau de la section sem_035.

Les profils en long du bras principal et du bras secondaire pour le débit QMNA5 sont présentés dans les Figure 3-9 et Figure 3-10.

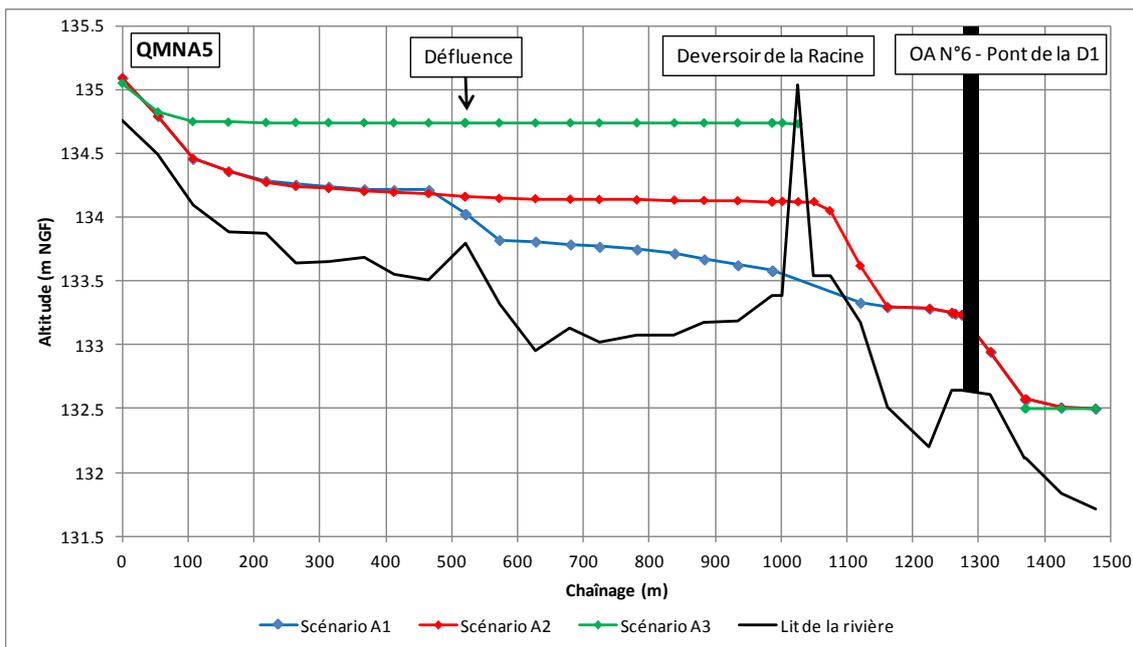


Figure 3-9 : Profil en long du bras principal de la Semoy – QMNA5 – scénarios A1, A2 et A3

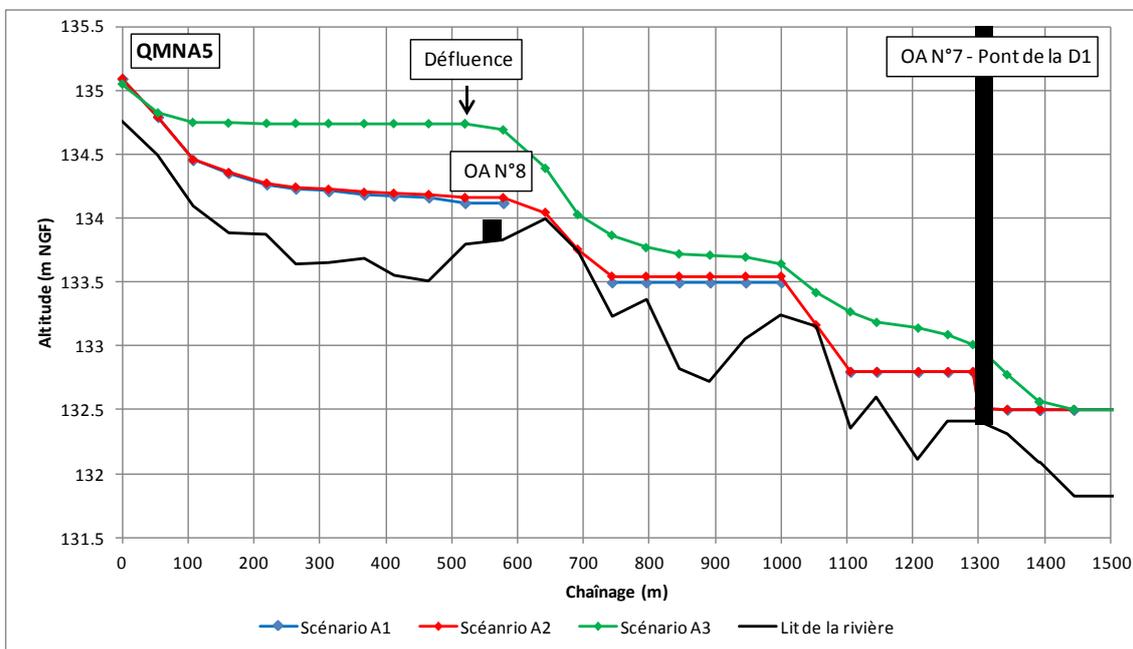


Figure 3-10 : Profil en long du bras secondaire – QMNA5 – scénarios A1, A2 et A3

Module et double module :

- Scénario1 : l'arasement des ouvrages a pour conséquence de maintenir une ligne d'eau plus basse dans les sections amont. Toutefois, l'effacement de l'ouvrage N°8 favorise un meilleur écoulement vers le bras secondaire bien que l'écoulement préférentiel ait lieu dans le bras principal.

- Scénario A2 : La surbaisse du déversoir et l'échancrure favorise l'écoulement par le déversoir de la Racine. La cote de la ligne d'eau maintenue en amont du déversoir permet également d'alimenter le bras secondaire (débits modélisés = 4.11 et 11.91 m³/s pour le module et le double module).
- Scénario A3 : on observe un écoulement par le déversoir de la Racine (hauteur d'eau en amont du déversoir de la Racine = 135.3 m NGF). L'écoulement préférentiel se fait dans le bras secondaire (15.1 m³/s contre 14.46 m³/s pour le bras principal de la Semoy). Pour le double module, la majorité de débit passe par le déversoir de la Racine

Crue

En crue les niveaux observés à l'amont (sem_035) sont peu différents. Dans l'analyse des valeurs de hauteurs et de débits, il convient d'être attentif au fait qu'elles sont influencées par la condition aval (Meuse) et par la dynamique de vidange des différents casiers. Cette dynamique peut être différente en fonction des scénarios. Il convient également de signaler qu'il s'agit de valeurs maximales qui peuvent survenir à des moments légèrement différents lors de l'événement.

Les valeurs de débit modélisées au Tableau 3-10, montre que le scénario A1 permet d'avoir les débits les plus importants dans le bras secondaire (sem_005), vient ensuite le scénario A3 et puis le scénario A2. Ce comportement, à priori contre nature, provient des hypothèses adoptées (effacement ou non) pour le barrage amont.

Synthèse

Les trois scénarios sont comparables en période de crue. Aucun écrêtement significatif lié à la présence des ouvrages n'est observé sur le tronçon. La condition aval est à vérifier, car elle semble induire des sur-débits pour la crue extrême.

C'est en période d'étiage, par contre, que l'on observe des impacts les plus marqués.

La réfection à l'identique du déversoir de la Racine (scénario A3) favorise l'écoulement par le bras secondaire. A l'inverse, l'arasement du seuil (scénario A1) et le scénario A2 privilégient le bras principal et l'assèchement du bras secondaire pour le QMNA5.

La cote de déversoir, choisie pour le scénario A2 (134 m NGF) et le dimensionnement de l'échancrure sont tels qu'à l'étiage ils influencent la ligne d'eau sur le tronçon entre le déversoir et la déflueuse du bras secondaire. Un calage plus fin, basé sur une topographie plus précise, est nécessaire pour affiner le design de cette solution.

3.1.1.5 Analyse des scénarios

Un tableau récapitulatif présentant les avantages et les inconvénients de chaque scénario en termes de lutte contre les inondations, de fonctionnalité écologique et hydromorphologique du cours d'eau ainsi que des usages est disponible en Annexe F. Un système de cotation tenant également compte du coût des scénarii permet la comparaison des solutions (Annexe F).

Il est constaté que **l'effacement total** permettrait la restauration complète de la continuité piscicole et sédimentaire mais entraînerait la perte de l'alimentation en eau du canal usinier passant sous les bâtiments de la SA Forges-Ragué ainsi que la perte d'un ouvrage patrimonial. L'usine pourrait être soutenue pour la construction d'un bassin de rétention où elle pourrait rejeter les eaux pluviales, sanitaires et industrielles et pomper les hydrocarbures. Une petite partie d'un déversoir pourrait être conservée pour la mémoire collective.

L'amélioration des conditions hydrauliques en période de crue, doit encore être vérifiée, même si les enjeux restent assez modérés.

En ce qui concerne le **scénario intermédiaire** de création d'une échancrure dans le déversoir, la continuité piscicole serait restaurée à la dévalaison ainsi qu'à la montaison durant une partie de l'année grâce à la rampe d'enrochement. Un passage limité des sédiments serait assuré au niveau de l'échancrure, mais le risque de comblement du canal usinier persisterait. Son niveau d'eau serait également modifié. Ce scénario pourrait permettre la conservation d'une alimentation gravitaire dans le canal usinier (à vérifier). La conservation d'éléments à caractère patrimonial de part et d'autre du déversoir pourrait également être envisagée. La restauration des parties mobiles du barrage à aiguilles n'a pas été envisagée.

Le scénario de **réfection à l'identique** devrait s'accompagner d'une restauration de la continuité piscicole en tout temps. En ce qui concerne le choix de la passe, un type rustique nécessite moins d'entretien qu'un type à bassins successifs bétonnés qui, quant à lui, doit être vidangé régulièrement pour assurer son entretien. L'aspect naturel de la passe rustique permettrait une meilleure intégration paysagère à proximité de l'ouvrage patrimonial. Il est à noter néanmoins que toute passe représente un ralentissement à la migration par rapport au scénario d'effacement. Le passage des sédiments serait limité à ce qui peut circuler dans la passe à poissons ou par déverse lors des crues. Les usages industriels et patrimoniaux seraient conservés. La restauration des parties mobiles du barrage à aiguilles devrait être accompagnée de mesures de gestion qui peuvent représenter une contrainte.

L'effacement total avec maintien d'un ou deux tronçons de l'ouvrage existant pour la mémoire collective et accord de la SA Forges-Raguet semble être le scénario le plus favorable. La solution du scénario intermédiaire est maintenue car elle rencontre l'approbation des élus.

3.1.2 Barrage de Phades (Semoy)

3.1.2.1 Description du site

Le barrage de Phades est le seul ouvrage étudié encore réellement en fonction. Il sert d'alimentation à l'usine hydroélectrique, gérée depuis 1986, par la société Icaunaise d'Electricité.

La figure suivante reprend le plan de situation du barrage.

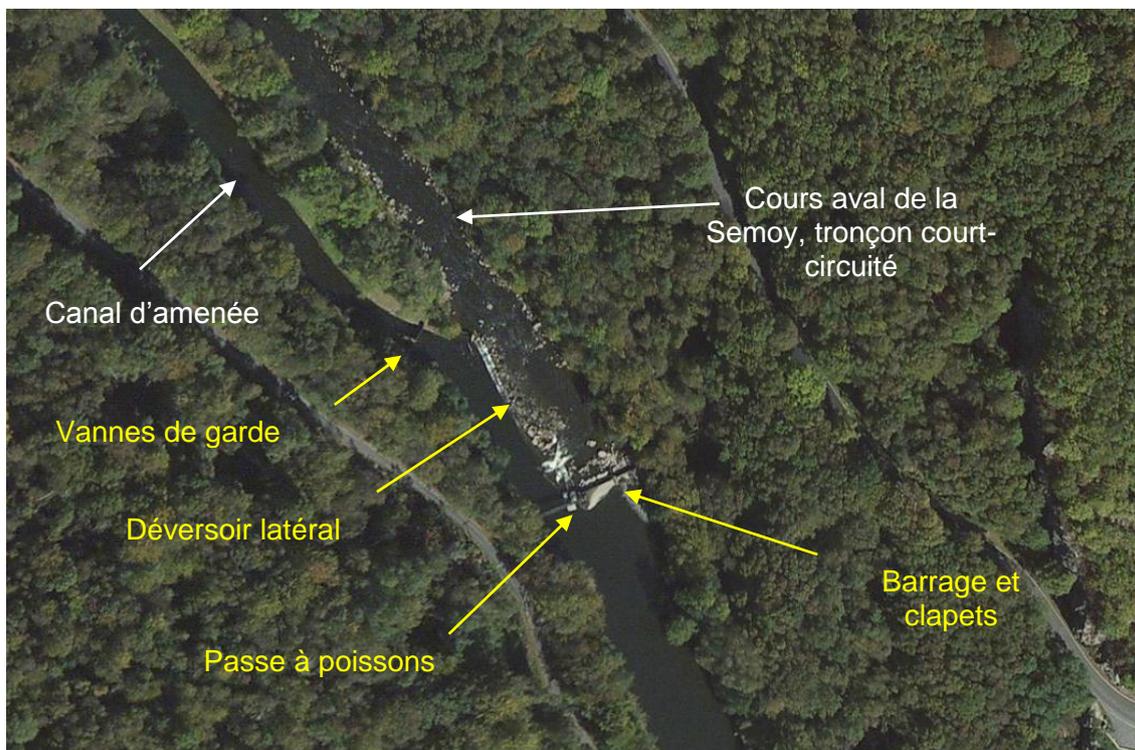


Figure 3-11 : Plan de situation - Barrage de Phades

Les caractéristiques de l'aménagement sont rappelées ci-après

- d'un barrage mobile comprenant deux passes équipées de vannes-clapets ;
- d'une passe à poisson au centre ;
- d'un canal d'amenée situé en rive gauche d'une longueur totale de près de 800 m, pourvu dans sa partie amont d'un déversoir latéral et de deux vannes de fermeture actionnées manuellement ;
- d'une usine hydroélectrique comprenant 3 turbines (2 turbines Francis +1 turbine Kaplan), un déversoir et deux dégrilleurs automatiques.

La production d'électricité est obtenue à partir :

- d'une chute nette d'une hauteur d'environ 4,80 m et
- d'un débit maximal turbinable de 10.8 m³/s ;

La PMB (Puissance Maximale Brute) attachée au droit d'eau de 1984 serait passée de 424 KW à 509 kW en 2011 (par application de la loi POPE de 2005).

La production annuelle moyenne est de l'ordre de 2 300 Mwh/an.

3.1.2.2 Aspects réglementaires

3.1.2.2.1 Statut de l'ouvrage et des droits d'eau associés

L'ouvrage est autorisé par le règlement d'eau du 24/03/1840. Ce document autorise le remplacement de la prise d'eau alimentant le canal de dérivation de l'usine par une autre. Les dimensions de la prise d'eau, du canal de dérivation, des hauteurs de chute, de la digue, du chemin de halage, etc. se trouvent dans ce document. Le canal est construit en 1843. L'ouvrage appartenait donc à MM Lagard frères.

L'usine de Phades est créée en 1834 par les frères Auguste et François Lagard, propriétaires des usines de Linchamps et fabricants de clous à Charleville. Elle appartient depuis 1986 à la Société Icaunaise d'Electricité.

3.1.2.2.2 Liste des procédures juridiques et réglementaires pour modifier les ouvrages

Les démarches administratives nécessaires afin de modifier les ouvrages sont :

- Possibilité 1 : une déclaration d'intérêt général (DIG) afin d'utiliser des fonds publics sur des ouvrages privés sans l'accord formel des propriétaires (accord conseillé mais pas obligatoire) ;
- Possibilité 2 : pour des travaux ponctuels sur cours d'eau (comme les travaux sur les ouvrages), l'article L.211-7-1 du Code de l'Environnement permet aux collectivités d'intervenir sans DIG sous réserve d'obtenir l'accord de l'exploitant et/ou du propriétaire et de la participation financière de ceux-ci aux travaux. Dans le cadre du barrage de Phades, le caractère irrégulier mis en évidence depuis plusieurs années de la structure devrait inciter à opter pour cette possibilité. Les mesures de gestion mises en œuvre doivent, par ailleurs, concerner le propriétaire et sa pleine collaboration est indispensable à une amélioration de la situation ;
- un dossier au titre de la loi sur l'Eau (DPE) ;
- une Déclaration de projet de Travaux (DT) à remplir par le maître d'ouvrage ;
- une Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (DICT) à remplir par l'exécutant ;

3.1.2.3 Rappel des enjeux

3.1.2.3.1 Usages

Comme mentionné précédemment, l'usine est encore en activité ce qui a une incidence direct sur les conditions hydrauliques et environnementales du tronçon.

3.1.2.3.2 Hydraulique

Le barrage a une incidence forte sur les conditions hydrauliques du cours d'eau.

Les impacts majeurs sont :

- Un rehaussement permanent de la ligne d'eau à l'amont de l'ouvrage. Celui-ci est particulièrement néfaste lors des crues et peut provoquer l'aggravation des inondations dans la plaine de Tournavaux (voir 2.3.3.5.3).
- Le prélèvement d'un débit lorsque l'usine fonctionne. Ce débit qui emprunte le canal d'amenée est soustrait du cours normal de la rivière sur une longueur d'environ 800 m. En période d'étiage, si la réglementation du débit réservé n'est pas respectée, les conditions d'écoulement dans le lit principal peuvent devenir très défavorables.

Les simulations proposées ci-après compléteront l'analyse de ces impacts.

3.1.2.3.3 Etude hydromorphologique et piscicole

Au niveau de l'usine, la continuité sédimentaire et piscicole est préservée dans la Semoy.

Au niveau de la confluence entre le trop plein du bras d'alimentation et la Semoy, le seuil présente une hauteur incompatible avec le principe de continuité écologique.

Au niveau du barrage, l'ouvrage est infranchissable pour les poissons comme le brochet (Tableau 3-1) mais franchissable pour les anguilles capables de reptation sur la surface rugueuse du déversoir en fonction des débits (Tableau 3-2). La continuité sédimentaire est possible lorsque les clapets sont ouverts en période de crue. Il n'y a pas de constatation de colmatage, d'encombrement ou de comblement au niveau du site.

Etude de franchissabilité de la passe à poissons

La passe à poissons et à canoës du barrage de Phades a été construite suite à l'installation des clapets automatiques. Simple glissière en 1989, la passe a été équipée en 1994 de ralentisseurs suite à un courrier de la DDAF préconisant une passe « rustique » (Lascaux, 2004).

Elle est en bon état mais présente une faible attractivité notamment en raison de ses dimensions et du calage inapproprié. Actuellement, cette passe ne peut être empruntée par les kayakistes qui utilisent plutôt la brèche du déversoir pour circuler. En outre, plusieurs rochers bloquent la zone aval et modifient les flux de courant. En 2004, Lascaux a observé des migrateurs aux abords de l'actuelle passe ce qui confirme son bon emplacement.

La passe a été testée par les agents de l'ONEMA le 5 juin 2012. Ils ont mesuré ses différents paramètres (longueur, largeur, nombre de ralentisseurs, types de ralentisseurs, espacement,...) et les ont testés à l'aide du logiciel CASSIOPEE développé par l'ONEMA. L'étude conclut que le dimensionnement de la passe et le calage sont non-conformes aux préconisations du guide technique et du logiciel CASSIOPEE pour ce qui est de la longueur de la volée, du type de ralentisseur, de la vitesse débitante et de la charge sur ralentisseur. En outre, il est constaté l'absence de fosse d'appel en aval de l'ouvrage (ONEMA, 2012).

Les paramètres limitants sont précisés dans le

Tableau 3-11

Tableau 3-11 : Paramètres limitants de la passe à poissons de Phades (ONEMA, 2012)

Données	Problèmes
L'espèce cible prise en compte est la truite fario (<i>Salmo trutta fario</i>) (TRF)	Espèce non adaptée car non prise en compte du brochet (<i>Esox Lucius</i>) (BRO)
Longueur de volées	Volées trop longues
Type de ralentisseur (demi-rondins lisses)	Type de ralentisseur non adapté même pour la truite fario (ralentisseurs sur actifs pour TRF)
Nombre de ralentisseurs	Trop important
Espacement entre les ralentisseurs	Trop important
Vitesse débitante	Vitesse débitante trop importante (même pour TRF)

La passe à poissons de Phades, non fonctionnelle, doit être reconstruite et adaptée aux poissons migrateurs du secteur (ONEMA, 2012). La Semoy est dominée par un peuplement de cyprins rhéophiles avec la présence de migrateurs en faible effectif comme le brochet (*Esox lucius*) et l'anguille (*Anguilla anguilla*). La truite de rivière (*Salmo trutta fario*) est présente, mais elle doit son maintien dans la Semoy aux empoisonnements ou aux populations des affluents (Lascaux, 2004). La passe devrait donc être calée sur l'espèce la plus sélective en matière de critère de dimensionnement (dimensions des bassins, énergie dissipée) : le brochet. A noter qu'une passe calée pour le brochet permettrait aussi le franchissement par d'autres migrateurs comme les salmonidés.

Les migrations du brochet ont lieu de fin janvier à avril, et la passe doit rester fonctionnelle durant cette période. Les jours de dépassement de ce débit, la passe peut rester en fonctionnement, l'attractivité sera diminuée, mais cela n'a pas d'influence majeure sur la montaison du brochet (Lascaux, 2004).

Dans l'éventualité de conserver le barrage en l'état (avec échancrure dans le déversoir), la passe la plus adaptée serait une passe à bassins à jets de surface avec échancrures profondes et présentant un dénivelé de 20 centimètres entre les bassins soit 7 bassins.

D'après Lascaux, 2004 :

- L'énergie dissipée ne doit pas dépasser 150 watts/m³ ;
- La hauteur de chute doit être inférieure ou égale à 0,2 m ;
- La largeur de l'échancrure verticale l'ordre de 0,3 m.

L'orifice noyé sera nécessaire pour favoriser le passage des anguilles ; des galets seront incrustés dans le fond des bassins pour augmenter la rugosité du fond et offrir d'avantage de zone de repos aux poissons.

La passe sera constituée d'amont en aval par :

- Une sortie latérale de 50 cm de large, sur 70 cm de haut dont le seuil est calé à la cote 140,7 m (IGN69) ;
- A l'aval, un premier bassin tampon coudé. La cloison amont est de 30 cm d'épaisseur) ;
- A l'aval, 7 bassins assurant la montaison : longueur 2,25 m ; largeur 1,2 m ;
- A l'aval, une entrée constituée d'une échancrure de 60 cm de large dont le seuil est calé à 139,45 m (IGN69).

Les échancrures dans chaque bassin seront équipées de rainures pour poser des nasses servant à piéger les poissons pour vérifier l'efficacité de l'ouvrage. Pour vidanger entièrement la passe à poissons, un batardeau sera mis en place.

L'ouvrage sera équipé d'une glissière à canoë-kayak et qui permettra aussi la dévalaison. A cet effet, la chute de la glissière sera fixée à 35 cm (139,8 m - IGN69) par rapport à la cote à l'étiage, une fosse de réception située 50 cm de la chute devra être creusée. Ce décalage favorise les tentatives de franchissement des poissons par la passe à bassin plutôt que par la glissière à canoës. Pour les canoës, il est également possible de creuser une échancrure dans le déversoir de l'ouvrage de Phades (4,2 m de large sur 0,5 m de haut pour assurer un débit réservé de 3,5 m³/s).

Par rapport aux débits, avec de telles caractéristiques, la passe devrait être fonctionnelle entre l'étiage et 60 m³/s soit deux fois le module interannuel.

Par rapport aux niveaux d'eau, en amont, l'action des clapets automatiques permet un maintien de la ligne au niveau nominal de 141,25 m (IGN69), cette cote ne peut être dépassée qu'en période crue décennale. Le niveau d'exploitation minimum est inférieur à 141,00 m (IGN69). Le niveau aval minimum à l'étiage est de 139,45 m (IGN69), mais il a généralement lieu pendant la période estivale (peu de migration). Une cote aval supérieure à 139,45 (IGN69) réduit la hauteur de la dernière chute et donc assure une meilleure capacité de franchissement de cette dernière. A l'étiage la dénivellation à franchir est de 1,80 m. La passe reste donc fonctionnelle toute l'année, sauf quand le débit dépasse le débit de crue décennale ($Q_{10} = 410 \text{ m}^3/\text{s}$ au barrage de Phades).

Afin de réduire les besoins d'entretien de la passe, le choix d'une sortie latérale avec une grille de protection permet de limiter l'intrusion de corps dérivant dans la passe. La grille de protection sera constituée de trois barreaux métalliques espacés de 15 cm. D'une longueur de 40 cm, ils seront disposés à 20 cm de part et d'autres de la ligne d'eau (cote nominale 141,25 IGN69). De plus, le premier bassin de la passe sera un bassin tampon, il permet de réduire la sédimentation dans les bassins de franchissement suivants.

La nécessité de prévoir un aménagement particulier pour la dévalaison, au niveau de la centrale en amont des dégrilleurs, doit également faire l'objet d'un examen.

Tableau 3-12 : Caractéristiques du dispositif de franchissement proposé par Lascaux, 2004

**CARACTERISTIQUES DE LA PASSE A POISSONS
BASSINS SUCCESSIFS ET ECHANCRURES LATERALES**

Site	PHADES
Destinataire	Contrat de rivière Semoy
Rivière	Semoy
Date de calcul	01/07/04
Référence	
Espèces cibles	Brochet et anguille

Altitudes et nombres de bassins	Niveau amont	m (IGN69)	141,25	Chute entre bassins	m	0,214	
	Niveau aval	m (IGN69)	139,45		Hauteur de la dernière chute	m	0,3
	Module interannuel	m ³ /s	30,3		Nombre de chute	-	8
	Débit réservé	m ³ /s	3,03		Nombre de bassins	-	7
	Hauteur de chute totale	m	1,8				

Ecoulement entre les bassins	Débit de fonctionnement	m ³ /s	0,2	Hauteur de l'échancrure	m	0,58
	Echancrure				Débit de l'échancrure	m ³ /s
	Largeur	m	0,3	Débit orifice noyé	m ³ /s	0,028
	Coefficient d'écoulement		0,65			
	Orifice noyé					
Surface	m ²	0,02				
Coefficient d'écoulement	-	0,7				

Dimensions des bassins	Puissance dissipée maximale	Watts/m ³	150	Profondeur d'eau maximale	m	1,24
	Largeur des bassins	m	1,2		Profondeur d'eau minimale	m
	Profondeur moyenne des bassins	m	1,2 (+0,3 hors d'eau)	Puissance dissipée réelle	Watts/m ³	133
	Longueur des bassins	m	2,25			
	Épaisseur des cloisons	m	0,15			
	Volume d'un bassin	m ³	3,2			

Échancrure verticale aval	Hauteur de l'échancrure	m	0,58	Largeur de l'échancrure	m	0,6
	Coefficient d'écoulement	-	0,4		Débit transité	m ³ /s

Déversoir - passe à canoës	Largeur du déversoir	m	1,2	Débit du déversoir	m ³ /s	0,4
	Hauteur du déversoir	m	0,33			
	Coefficient d'écoulement	-	0,4			

Echancrure débit d'appoint	Largeur de l'échancrure	m	4,2	Débit du déversoir	m ³ /s	2,9
	Hauteur de l'échancrure	m	0,5			

Passe +déversoir +échancrure	Débit total	m ³ /s	3,5
-------------------------------------	-------------	-------------------	-----

Il aurait également pu être envisagé de réaliser une **rivière de contournement** en rive droite du barrage à clapet. Ce dispositif assurerait à la fois le franchissement des poissons migrateurs et constituerait un parcours pour les canoës. Cependant, la faible pente (1 à 2 %) de ce type de dispositifs implique qu'ils soient très longs (Larinier *et al.*, 2006). En outre, les rivières de contournement ne peuvent s'adapter à des variations du niveau amont notables sans dispositifs spéciaux qui peuvent induire localement des chutes ou des mises en vitesse infranchissables par les poissons (Gosset *et al.*, 1992). Il est donc conseillé d'installer dans tous les cas une passe classique contournant le dispositif de régulation (Gosset *et al.*, 1992). En plus, il est nécessaire de faire transiter dans ce type d'ouvrage une fraction notable du débit total du cours d'eau ce qui entrerait en conflit avec le maintien d'une activité hydroélectrique. Le travail d'ajustement du concepteur et de suivi est plus conséquent sur ce type d'ouvrage.

Dans la rivière de contournement, il n'y a pas vraiment de lame d'eau, les écoulements sont plutôt en cascade. La truite a donc la possibilité de progresser de bloc en bloc à condition que la hauteur des blocs n'induisse pas localement des chutes infranchissables (Larinier *et al.*, 2006). Pour les petits individus, le cheminement entre des blocs de grosses tailles avec des chutes locales importantes est très aléatoire. La dimension moyenne des blocs (sortes de menhir placés verticalement) doit donc être réduite autant que la stabilité de l'ouvrage le permet.

L'hydraulique des passes naturelles se révèle bien plus difficile à caractériser que celle des passes classiques étant donné la variabilité du mode d'organisation, des formes et des dimensions des blocs (Larinier *et al.*, 2006). Leur mise en œuvre est d'une précision toute relative nécessitant un retour d'expérience et des réglages réguliers (consolidation, affinage, modification) avant que l'ouvrage soit tout à fait fonctionnel.

Dans un contexte tel que celui du barrage de Phades, avec une passe qui a déjà été modifiée et qui, en 2012, n'est pas encore conforme selon l'ONEMA, PEMA s'oriente vers une passe à bassins pour laquelle la probabilité de résultats à court terme est plus forte.

3.1.2.4 Propositions d'aménagement

D'après le cahier des charges, 4 scénarios sont à prévoir pour le site du barrage de Phades. Comme il sera expliqué plus loin, et en accord avec le COPIL, le deuxième scénario intermédiaire (scénario B3) a été remplacé par une analyse complémentaire du fonctionnement du barrage et un inventaire de propositions fonctionnelles visant à améliorer la situation sans envisager pour autant l'adaptation structurelle de l'aménagement.

Les scénarios retenus pour le site de Phades concernent donc

- Scénario B1 : l'effacement total ;
- Scénario B2 : l'adaptation du seuil ;
- Scénario B3 : une analyse complémentaire et un inventaire de mesures fonctionnelles ;
- Scénario B4 : la réfection à l'identique.

Ces différentes propositions sont reprises plus en détail ci-après.

3.1.2.4.1 Scénario B1 : L'effacement total de l'ouvrage

L'effacement total concerne les tâches principales suivantes :

- L'arasement complet du barrage : vannes clapets, mur latéraux sur les berges, piles en lit mineur, déversoir latéral, ainsi que l'enlèvement de l'ensemble des dispositifs annexes.
- L'obturation de l'entrée du bras usinier et la mise en place d'une protection des berges de la zone correspondante.

Il s'agit bien évidemment d'une option très forte, qui nécessitera également de chercher des solutions en ce qui concerne le devenir de l'usine et du canal d'amenée.

3.1.2.4.2 Scénario B2 : maintien de l'ouvrage avec amélioration de la situation en crue

Ce scénario repose sur la constatation que, mis à part le respect des réglementations en matière de débit réservé et de libre circulation piscicole, l'enjeu prédominant concerne le rabaissement de la ligne d'eau lors des crues majeures.

L'ouvrage actuel dispose d'une zone »batardée » à l'extrémité du déversoir latéral, à proximité de l'entrée du bras usinier. Adapter ce dispositif pour augmenter la capacité hydraulique de l'ouvrage peut constituer une piste intéressante qui ne nécessite aucune intervention lourde risquant d'affecter l'intégrité de l'ouvrage ou en modifier la stabilité.

Le scénario 3 propose l'enlèvement de ce batardeau et l'analyse de la situation lors des crues.

3.1.2.4.3 Scénario B3 : Inventaire de mesures fonctionnelles

Comme mentionné ci-avant, il s'agit de dresser un inventaire de mesures fonctionnelles et organisationnelles en vue d'améliorer le fonctionnement de l'ouvrage ou sa perception par les riverains et les acteurs locaux.

3.1.2.4.4 Scénario B4 : Réfection à l'identique

Le scénario 4 correspond à la situation actuelle. Il requiert néanmoins la révision du design de la passe à poissons pour la rendre fonctionnelle et conforme au souhait du gestionnaire du cours d'eau.

La réfection éventuelle de l'ouvrage, en partie ou dans sa totalité, n'est pas envisagée ici, car elle est du ressort de l'exploitant propriétaire.

3.1.2.4.5 Evaluation des coûts

Le tableau ci-après reprend les évaluations des coûts des travaux pour le barrage de Phades (voir détails Annexe I).

Les réserves émises ci-avant au paragraphe § 3.1.1.3.4 restent d'application.

Tableau 3-13 : Estimation des coûts des travaux des différents scénarios pour Barrage de Phades

	Estimation des coûts des travaux en € (HTVA)	
	Basse	Haute
Scénario B1 : Effacement total	130 000	160 000
Scénario B2 : Abaissement du seuil	120 000	175 000
Scénario B3 : Mesures fonctionnelles	Non chiffrées à ce stade	
Scénario B4 : Réfection à l'identique	110 000	140 000

Les réfections éventuelles de l'ouvrage (déversoir et autres éléments de génie civil, ...) incombant au propriétaire n'ont pas été chiffrées ici.

L'arasement complet est certainement l'option la plus chère, compte tenu également que les montants présentés ne concernent que les travaux sur le barrage proprement dit et pas ceux au niveau de l'usine ou du canal d'amenée. Ils ne comprennent pas non plus, le rachat de l'actuel du droit d'exploitation, ni les études juridiques et réglementaires que ce scénario pourraient nécessiter.

Ces montants sont également très incertains, compte-tenu de la connaissance imparfaite de l'ouvrage (par ex fondations) et des éventuelles possibilités de réemploi de certains matériaux.

Pour le scénario 4, le montant sera principalement consacré à la reconstruction/réhabilitation de la passe à poissons.

Les mesures fonctionnelles (Scénario 3) n'ont pas été chiffrées à ce stade. Les montants relatifs à la réfection de la passe à poissons seront à rajouter.

3.1.2.5 Modélisation

Le barrage de Phades alimente un bras de dérivation qui dessert l'usine hydroélectrique. Le barrage est constitué de 2 vannes mobiles et d'une passe à poissons comme illustré à la Figure 3-12.

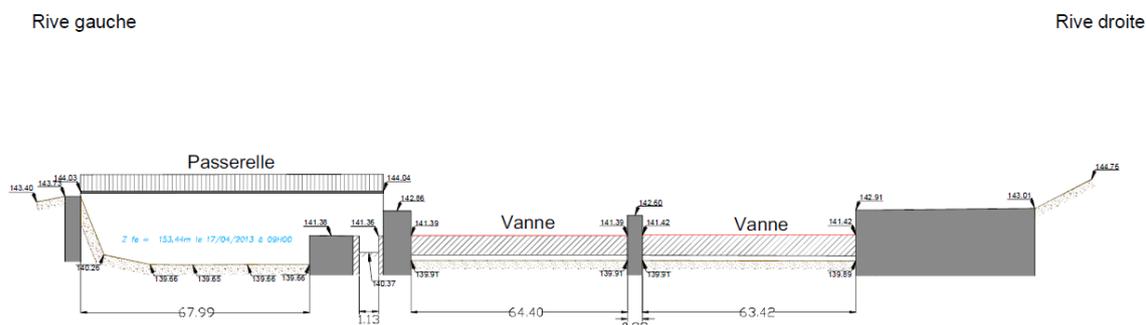


Figure 3-12 : Plan du barrage de Phades (source : Sintégra)

Le barrage de Phades est conceptualisé à partir de plusieurs éléments dans le modèle. Les cotes de berges, la bathymétrie et le profil du profil en travers en amont du barrage proviennent directement du levé topographique. Les vannes du barrage sont conceptualisées par des unités qui reprennent les dimensions réelles et qui permettent de contrôler l'ouverture et la fermeture des vannes. Le déversoir latéral a été modélisé par une succession de petits déversoirs latéraux connectés aux sections en amont du canal d'amenée et en aval des vannes. Les vannes du canal d'amenée en fin du déversoir latéral ont été modélisées par une unité orifice qui permet de limiter le débit d'entrée dans le canal. La vanne latérale maintenue fermée à l'extrémité du déversoir latéral est modélisée comme un déversoir latéral supplémentaire. Pour la modélisation des débits d'étiage (QMNA5, module et double module), les vannes principales du barrage sont maintenues fermées. A l'inverse, en période de crue, ces vannes sont maintenues ouvertes.

La situation de l'ouvrage et l'emplacement des profils en travers choisis pour l'analyse des scénarios sont donnés à la Figure 3-13 et au Tableau 3-14.



Figure 3-13 : Barrage de Phades, localisation des sections témoins (lignes rouges) et des différents équipements (en jaune).

Tableau 3-14 : Situation des profils en travers témoins choisis pour l'analyse de l'influence des scénarios

PT	Situation
Sem_070	Section dans le bras principal en aval du barrage et du déversoir latéral
Sem_072	Section située directement en amont des vannes du barrage
Phade_006	Section située dans le canal d'amenée à l'usine hydroélectrique

3.1.2.5.1 Scénario B1 – Effacement total

Pour le scénario B1, les vannes du barrage, la passe à poissons et le déversoir latéral sont supprimés. Le canal d'amenée à la centrale hydroélectrique est également effacé : les profils en travers de la Semoy situés en aval du barrage ont été étendus à l'ensemble du lit majeur. Ces sections étendues intègrent la topographie du LIDAR à l'endroit du canal et non plus la bathymétrie mesurée. Les résultats des hauteurs d'eau (m NGF) pour les périodes d'étiage et pour les crues synthétiques sont donnés ci-dessous pour les profils en travers témoins.

Comme pour ce scénario, seul subsiste le bras principal, aucune répartition des débits n'est envisagée

Tableau 3-15 : Hauteurs (m NGF) et débits (m³/s) modélisés en période d'étiage (QMNA5, Module, Module 2X) – scénario B1

PT	QMNA5 = 3.2	Module = 29.4	Module 2X = 58.8
	H	H	H
Sem_068	138.22	138.69	139.00
Sem_070	140.09	140.58	140.81
Sem_072 !	140.08	140.59	140.81

Tableau 3-16 : Hauteurs (m NGF) et débits (m³/s) modélisés pour les crues synthétiques – scénario B1.

PT	Q ₅ = 373.2	Q ₁₀ = 441.1	Q ₂₀ = 509.2	Q ₅₀ = 598.7	Q ₁₀₀ = 666.41	Q _{100+30%} = 862.7
	H	H	H	H	H	H
Sem_068	140.83	141.13	141.30	141.59	141.84	142.51
Sem_070	141.15	140.40	141.62	141.92	142.16	141.80
Sem_072 !	142.22	142.45	141.66	141.92	143.116	143.66

La Figure 3-14 montre l'écoulement modélisé dans la Semoy avec l'arasement total du barrage de Phades pour le débit QMNA5 et le débit centennal. Pour le QMNA5, il n'y a plus d'interruption de l'écoulement. Pour la crue centennale, l'enveloppe d'inondation s'étend dans le lit majeur jusqu'aux limites actuelles du canal d'amenée. Le camping en aval du barrage est fortement impacté par la crue centennale. L'impact à l'amont est cependant non négligeable (voir ci-après), car ce scénario permet un réel abaissement du profil hydraulique en période de crue.

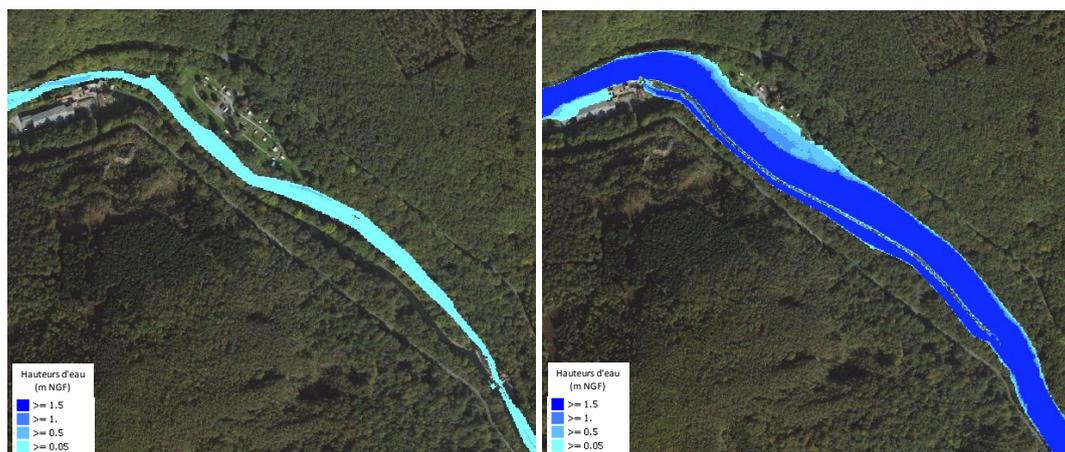


Figure 3-14 : Ecoulements modélisés pour le QMNA5 (à gauche) et le Q₁₀₀ - Scénario B1

3.1.2.5.2 Scénario B2 – Maintien de l'ouvrage + utilisation de la vanne en fin de déversoir latéral

Les ouvrages du barrage de Phades sont maintenus, mais contrairement à la situation actuelle, la vanne en fin de déversoir latéral est ouverte pour améliorer les conditions d'écoulement en cas de crue. Les résultats des hauteurs d'eau (m NGF) et des débits modélisés (m³/s) pour les périodes d'étiage et pour les crues synthétiques sont donnés ci-dessous pour les profils en travers témoins.

Il est également supposé le respect des débits réglementaires pour les basses eaux.

Tableau 3-17 : Hauteurs (m NGF) et débits (m³/s) modélisés en période d'étiage (QMNA5, Module, Module 2X) – Scénario B2

PT	QMNA5		Module		Module 2X	
	H	Q	H	Q	H	Q
Sem_070	138.6	3.2	138.9	18.6	139.2	40.0
Sem_072 !	140.8	3.2	141.7	29.4	142.0	58.8
Sem_Phade_006	-	0	-	10.8	-	10.8

Tableau 3-18 : Hauteurs (m NGF) et débits (m³/s) modélisés pour les crues synthétiques – Scénario B2

PT	Q ₅		Q ₁₀		Q ₂₀		Q ₅₀		Q ₁₀₀		Q _{100+30%}	
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
Sem_070	141.01	326.29	141.26	385.02	141.49	445.14	141.81	524.24	142.03	584.15	142.66	757.22
Sem_072 !	143.09	373.19	143.43	441.12	143.77	509.33	144.22	598.66	144.54	666.32	145.42	862.31
Sem_Phade_006	142.67	34.41	142.73	39.58	142.77	43.52	142.82	47.89	142.85	50.84	142.92	58.29

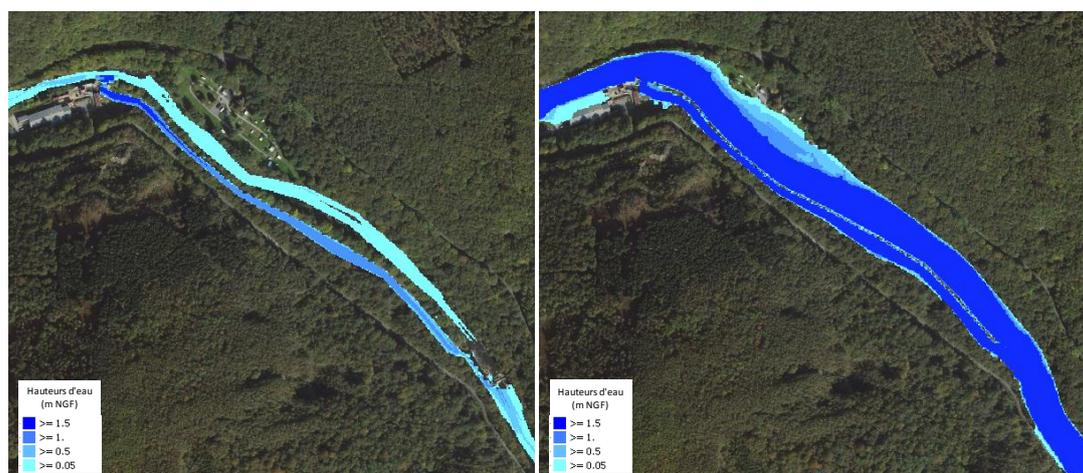


Figure 3-15 : Ecoulements modélisés pour le QMNA5 (à gauche) et le Q₁₀₀ - Scénario B2

Les conditions hydrauliques (niveaux et débits) ne sont pas influencées sensiblement suite à l'ouverture de cette vanne.

3.1.2.5.3 Scénario B3 – Etude de mesures compensatoires

Ce paragraphe est consacré à l'analyse du fonctionnement du barrage de Phades et à un inventaire de propositions en vue d'améliorer son fonctionnement.

Il y a manifestement eu, par le passé, un manque de communication entre l'exploitant d'une part et les riverains et les pouvoirs publics, d'autre part. Cette situation est en partie responsable de la mauvaise perception actuelle et d'une certaine radicalisation des positions. Il n'est donc pas inutile de faire une analyse sereine du fonctionnement de l'ouvrage à partir des informations qui nous ont été transmises (et qu'on peut supposer correctes).

Fonctionnement du barrage

L'exploitant a été sollicité pour fournir des informations quant à la gestion hydraulique du barrage. Les principaux éléments sont repris ci-après.

- Les clapets automatiques ont été mis en place en 1989. Ils sont normalement commandés par un flotteur qui impose leur abaissement en fonction du niveau amont (abaissement lorsque la lame d'eau sur le clapet atteint 20 cm, débit de l'ordre de 26 m³/s). Une sécurité assure également l'abaissement automatique des clapets en cas de panne de l'alimentation électrique. Le dispositif de détection aurait été vandalisé en 2012 et serait en cours de réfection.

Un technicien de maintenance habitant sur place assure le contrôle journalier et la manœuvre manuelle des clapets lorsque l'automatisme n'est pas fonctionnel.

- Lors d'une crue exceptionnelle, la cote d'eau amont continue de monter même avec les clapets abaissés. Le technicien ferme alors manuellement les vannes de garde présentes en tête du canal d'amenée pour protéger la centrale des inondations. En 1993 (janvier et décembre) et 1995, les clapets étaient abaissés.

L'analyse vanne ouverte et vanne fermée a été menée précédemment (§ 2.3.3.5.3). Nous avons repris ici une simulation dynamique en respectant la consigne d'exploitation

A ce stade, peu d'information ont été fournies en ce qui concerne la gestion lors des basses eaux. Il s'agit cependant d'un élément important de la gestion, car il est soumis à des intérêts opposés entre l'optimisation de la production et les contraintes environnementales et réglementaires à respecter.

L'analyse ci-après se base uniquement les données d'exploitation.

La production annuelle moyenne sur les 12 dernières années (2001-2012) s'élève à 2 285 095 Kwh/an. Cela équivaut à une unité de production de 260 Kw fonctionnant en continu.

En fait, la production varie en permanence et fluctue en fonction des conditions hydrauliques et des contraintes d'exploitation (débits, niveaux d'eau, caractéristiques des turbines, réglage des clapets, périodes d'entretien, ...). Sur base des valeurs annoncées, la production effective serait de l'ordre de 50 %, par rapport à la puissance installée ce qui constitue un résultat normal pour ce type d'équipement.

Les valeurs mensuelles de production sont reprises à la Figure 3-16, en relation avec les débits mensuels moyens à Haulmé.

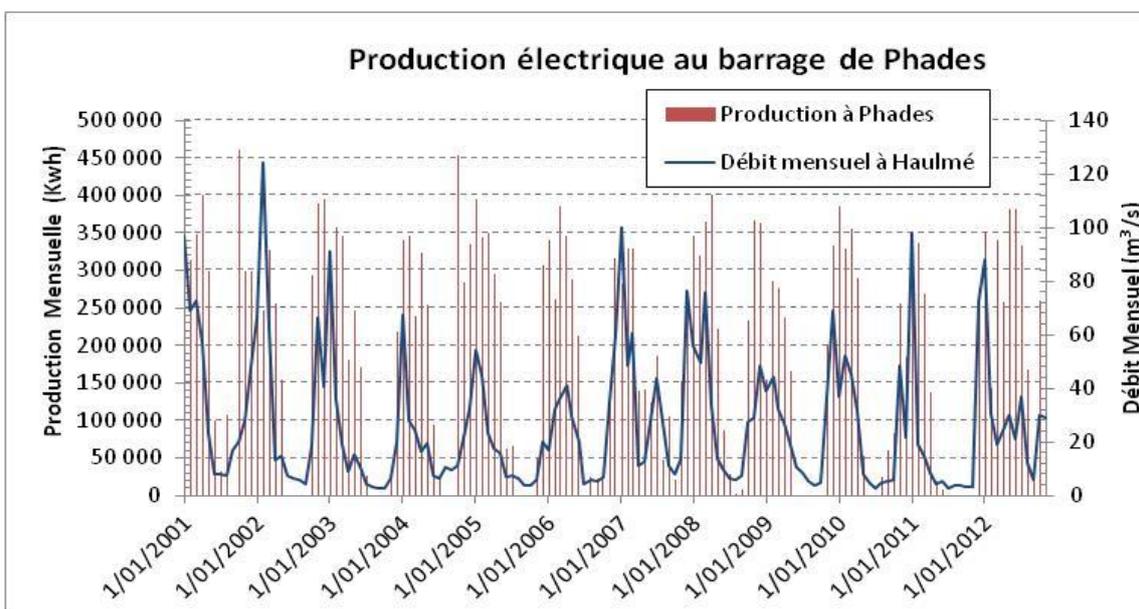


Figure 3-16 : Production mensuelle au barrage de Phades et comparaison avec les débits mensuels à Haulmé

Cette figure montre clairement que la production varie fortement d'un mois à l'autre en fonction des conditions hydrauliques. En basse eau, cette adaptation peut être réalisée par réglage des machines et en jouant sur le nombre et le type de machine en fonctionnement.

La Figure 3-17 reprend l'évolution lors d'une année moyenne.

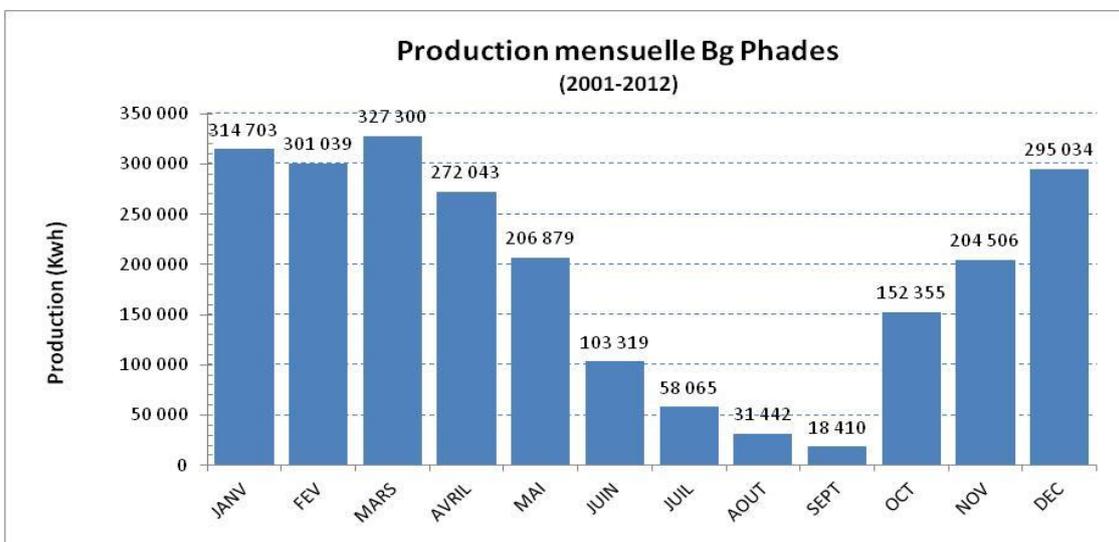


Figure 3-17 : Variation de la production mensuelle moyenne

Il apparaît que durant presque une moitié de l'année, entre mai et novembre, l'exploitant est obligé de réduire sa production par manque d'eau. En principe, afin de maintenir le débit réservé réglementaire (égal à 10% du module), une réduction de production devrait être systématiquement observée dès que le débit instantané passe sous les 13.45 (10.8 + 2.65) m³/s.

La figure ci-après (Figure 3-18) reprend la relation entre la production et le débit mensuel. Sur base de cette figure, le déclin de la production semble correspondre à un débit mensuel de l'ordre de 20 m³/s.

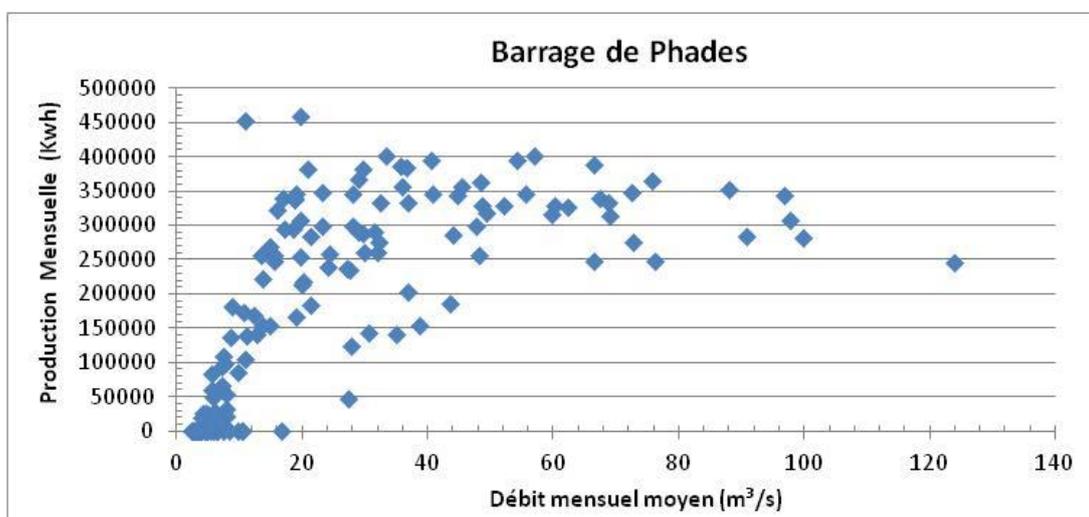


Figure 3-18 : Relation entre la production mensuelle au barrage de Phades et les débits mensuels à Haulmé

On remarquera aussi, la forte dispersion des valeurs causées par l'incidence d'autres paramètres (pannes, entretiens, ...) et la baisse de production pour les périodes de très fortes crues (fermeture du canal d'amenée).

On peut cependant s'interroger quant au respect du débit turbiné lorsque la production mensuelle atteint et dépasse les 400 Mwh par mois.

Durant les mois d'été, le maintien du débit réservé impose parfois d'interrompre complètement la production. Sur les 12 années analysées, au total, la production a été interrompue durant 26 mois complets.

Ces chiffres mensuels ne permettent cependant pas de vérifier si les impositions réglementaires sont respectées au jour le jour. Une analyse rigoureuse nécessiterait également une meilleure connaissance des règles d'exploitation (débit de mise en route et d'arrêt des machines, période d'entretien, ...) et des caractéristiques des machines.

Mesures fonctionnelles

Nous avons repris ci-après, une série de mesures envisageables pour améliorer la gestion ou son suivi.

- fonctionnement des clapets : Il convient d'apporter la garantie que les clapets fonctionnent correctement et s'abaissent bien en période de crue. Cette garantie pourrait être apportée par : l'examen détaillé de l'équipement par un organisme indépendant, les résultats de tests certifiés, la diffusion de l'historique des manœuvres par l'exploitant, ...
- le barrage de Phades reste un ouvrage hydrauliquement complexe. Une campagne de mesure hydraulique pourrait être menée pour vérifier ou adapter la relation H-Q, qui ne peut être qu'imparfaitement approchée par les formules hydrauliques classiques. Cette campagne devrait être menée pour une large gamme de débits et pour différents modes de fonctionnement (débit turbiné, position des clapets, ...). L'analyse porterait sur la répartition des écoulements et le contrôle des niveaux en plusieurs points du profil en long à l'amont de l'ouvrage. Il conviendrait également d'extrapoler les résultats aux plus hautes eaux.
- Le débit d'étiage : le respect du débit réservé doit être garanti. Celui-ci peut-être contrôlé si l'on dispose de toutes les informations requises : mesures de niveau d'eau, position des clapets, courbe HQ fiable et vérifiée. Une mesure alternative envisageable, mais sans doute plus lourde, consiste à mettre en place une section de mesure dans le tronçon court-circuité de la Semoy et d'y réaliser le suivi des mesures.
- Lorsque l'usine est à l'arrêt par manque d'eau (en moyenne 2 mois par an), il pourrait être suggéré d'abaisser complètement les clapets. Cela améliorerait certainement la continuité piscicole et limiterait le réchauffement du plan d'eau à l'amont durant ces périodes d'étiage. La remise du vannage en position haute et de la reprise de l'exploitation seraient conditionnés par l'augmentation débits à Haulmé. Cette manipulation des clapets et le suivi qu'elle requiert constituent cependant des contraintes d'exploitation supplémentaires.

- Diffusion de l'information : L'opacité dans la gestion de l'ouvrage a souvent été perçue négativement par les riverains et les pouvoirs publics. Une mise en ligne en temps réel des informations (niveaux et position des vannes) et des consignes d'exploitation constitue une piste intéressante pour améliorer le ressenti. Elle nécessite cependant la collaboration totale de l'exploitant. A défaut, il est envisageable de procéder à des simulations de contrôle afin de vérifier la gestion et surtout le respect de la réglementation.

3.1.2.5.4 Scénario B4 – Réfection à l'identique

Dans ce scénario, le barrage est dans son état actuel. Les résultats des hauteurs d'eau (m NGF) et des débits modélisés (m^3/s) pour les périodes d'étiage et pour les crues synthétiques sont donnés ci-dessous pour les profils en travers témoins.

Tableau 3-19 : Hauteurs (m NGF) et débits (m^3/s) modélisés en période d'étiage (QMNA5, Module, Module 2X) – Scénario B4

PT	QMNA5		Module		Module 2X	
	H	Q	H	Q	H	Q
Sem_070	138.6	3.2	138.9	18.6	139.2	40.0
Sem_072 !	141.3	3.2	141.7	29.4	142.0	58.8
Sem_Phade_006	-	0	-	10.8	-	10.8

Tableau 3-20 : Hauteurs (m NGF) et débits (m^3/s) modélisés pour les crues synthétiques dans les sections témoins -- Scénario B4

PT	Q ₅		Q ₁₀		Q ₂₀		Q ₅₀		Q ₁₀₀		Q _{100+30%}	
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
Sem_070	141.01	326.08	141.26	384.28	141.49	443.35	141.81	522.45	142.04	582.33	142.67	755.60
Sem_072 !	143.11	373.19	143.45	441.06	143.77	509.27	144.21	598.64	144.54	666.31	145.44	865.81
Phade_006	142.67	34.53	142.74	39.93	142.78	44.27	142.83	48.53	142.86	51.42	142.93	58.81

La Figure 3-19 montre l'écoulement modélisé au barrage de Phades pour le débit QMNA5 et le débit centennal. Pour la crue Q_{100} le barrage de Phades est totalement submergé, le camping situé en aval sur la rive droite est fortement impacté.

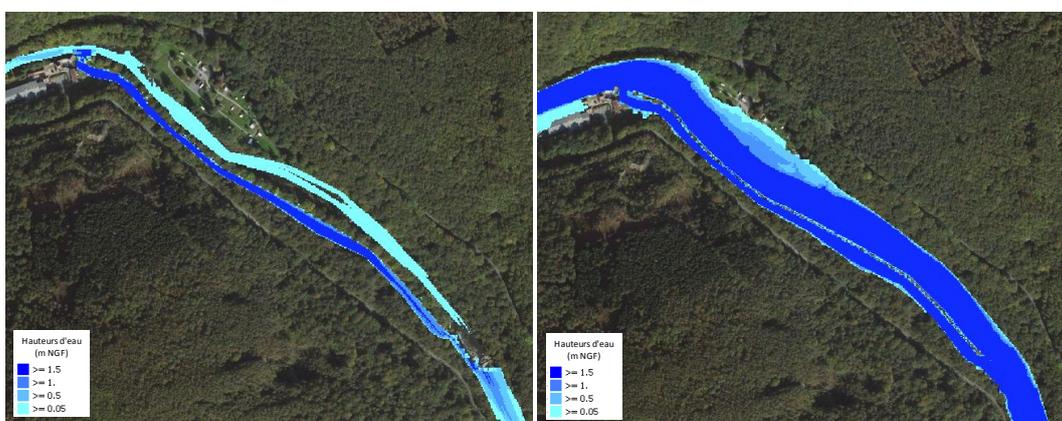


Figure 3-19 : Ecoulements modélisés pour le QMNA5 (à gauche) et le Q_{100} - scénario B4

3.1.2.5.5 Analyse des résultats

Étiage

QMNA5 :

- Scénario B1 : la valeur du débit modélisés dans les 3 profils en travers témoins est identique ce qui montre qu'il n'y a plus d'obstacles. La continuité écologique est restaurée. Le profil en long est repris à la Figure 3-20.
- Les scénarios B2 et B4 n'ont pas d'impact au niveau des conditions d'étiage. Seul le respect de la réglementation entre en ligne de compte. Le profil en long est repris à la Figure 3-21. L'influence du barrage se fait ressentir sur 428 m en amont.
- Des mesures fonctionnelles peu coûteuses et simples à mettre en œuvre devraient déjà améliorer sensiblement la situation à l'étiage.

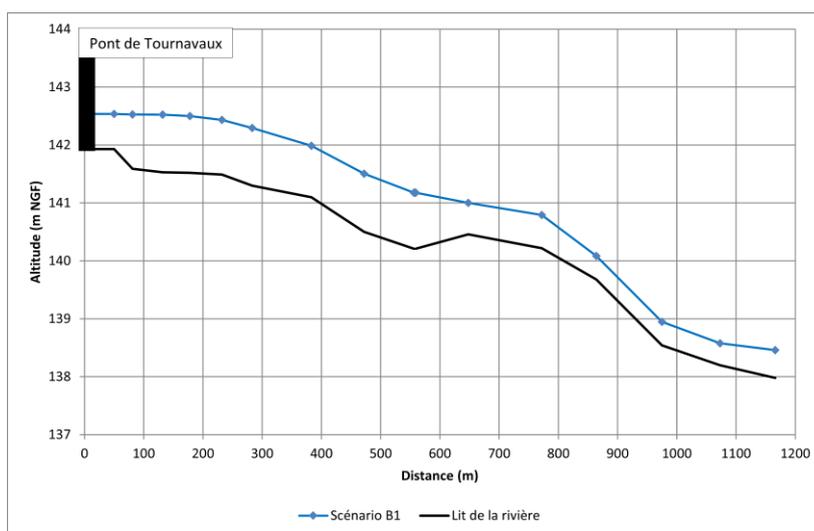


Figure 3-20 : Profil en long et ligne d'eau à l'étiage - Scénario d'arasement (B1)

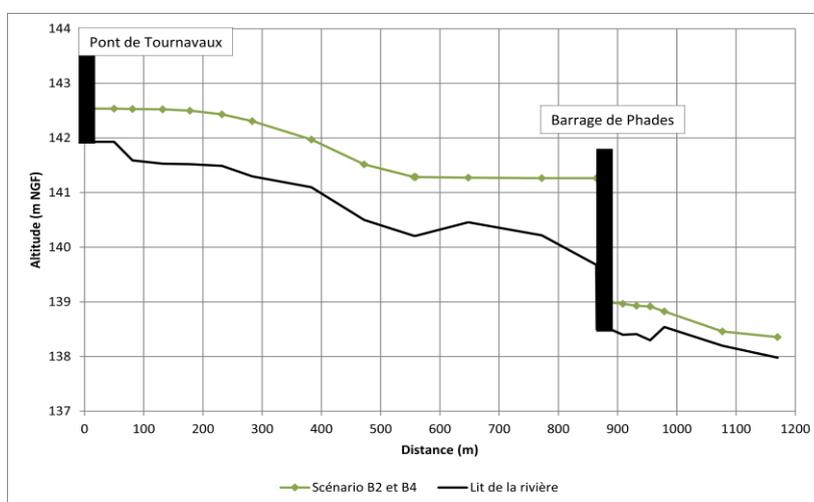


Figure 3-21: Profil en long et ligne d'eau à l'étiage - Scénarios B2 et B4

Module et double module:

- Scénario B1 : idem QMNA5
- Cette gamme de débit correspond à la plage effective d'exploitation de la centrale. Les scénarios B2 et B4 sont peu différents.

Crue

- Scénario B1 : l'arasement de l'ouvrage induit une sensible baisse des niveaux d'eau dans la section amont (entre scénarios B1 et B4). Les valeurs sont comprises entre 0.9 m et 1.4 m, en fonction des crues. Cette influence se propage vers l'amont. Pour la crue de période de retour cinquentennale, un abaissement de 15 cm serait encore observable à Tournavaux.
- Scénario B2 : Aucune amélioration sensible n'est observée sur les résultats par rapport au scénario B4. La vanne supplémentaire ne semble donc pas être une option intéressante pour abaisser les niveaux amont. La complexité hydraulique de l'aménagement est peut-être en partie responsable du manque de sensibilité du modèle
- Scénario B3 : Ces mesures concernent principalement les conditions d'étiage.
- Scénario B4 : Dans la situation de référence (scénario B4), on observe des différences de débits modélisés entre la valeur à l'entrée du canal d'amenée et celle calculée dans la section Phade_006. Pour ce scénario, la hauteur d'eau en amont du canal d'amenée dépasse la hauteur de la berge RD du canal, ce qui provoque un écrêtement des débits du canal par un déversement vers la Semoy.

Synthèse

L'arasement total de l'ouvrage permet une réduction très sensible des niveaux amont lors des crues de référence. C'est la conséquence de la suppression de tous les obstacles (mur latéraux, piles, déversoir latéral).

La solution B2, n'entraîne pas l'amélioration escomptée et ne présenterait pas de réel intérêt.

Les mesures fonctionnelles concernent principalement les conditions d'étiage.

Le scénario B4 correspond à la situation actuelle.

3.1.2.6 Analyse des scénarios

Un tableau récapitulatif présentant les avantages et les inconvénients de chaque scénario en termes de lutte contre les inondations, de fonctionnalité écologique et hydromorphologique du cours d'eau ainsi que des usages est disponible en Annexe F. Un système de cotation tenant également compte du coût des scénarii permet la comparaison des solutions (en Annexe F).

Il est constaté que **l'effacement total** permettrait la restauration totale de la continuité piscicole et sédimentaire mais entraînerait la perte de l'usage de l'eau pour la Société Icaunaise d'Electricité. Il s'agit d'une option lourde, notamment au point de vue des coûts, qui nécessite aussi de prendre position vis-à-vis des autres parties de l'aménagement (canal d'amenée, usine, ...).

Pour l'application immédiate de ce scénario, le rachat du droit d'eau à la Société Icaunaise d'Electricité doit être envisagé. La procédure administrative risque d'être longue et donc relativement coûteuse.

Ce scénario s'accompagne d'une amélioration très sensible des conditions d'écoulement lors des crues, ainsi qu'en période d'étiage, avec la disparition des problèmes liés au respect du débit réservé.

L'usage du canoë de loisir serait amélioré, par contre, le site qui semble avoir quelques intérêts au niveau sportif disparaîtrait forcément avec l'arasement de l'ouvrage.

En ce qui concerne le **premier scénario intermédiaire** d'amélioration des conditions en période de crue, la continuité piscicole serait restaurée à la dévalaison ainsi qu'à la montaison grâce à la réfection de la passe à poisson. Cependant, toute passe représente un ralentissement à la migration par rapport au scénario d'effacement. Un passage limité des sédiments serait assuré dans la passe à poissons ou lorsque les clapets sont ouverts.

La vanne supplémentaire n'a apparemment qu'un intérêt très limité. L'usage hydroélectrique serait conservé, mais la gestion, serait encore plus contraignante avec la mise en place de la vanne supplémentaire. La situation vis-à-vis de la pratique du canoë serait inchangée.

Les mesures opérationnelles du **second scénario intermédiaire** peuvent avoir un intérêt réel sur le transit piscicole et sédimentaire. L'usage hydroélectrique serait conservé et soumis à des contrôles réguliers vérifiant la stricte application de la réglementation. Cela impliquerait aussi la mise à disposition régulière d'agents de la police de l'eau. Il n'y aurait pas de contraintes supplémentaires pour la pratique du canoë.

Les coûts seraient limités, puisque les mesures sont avant tout organisationnelles. Ce scénario requiert néanmoins la collaboration volontaire de l'exploitant.

Le scénario de **réfection à l'identique** est un scénario de référence incluant la restauration de la continuité piscicole en tout temps (ralentie par rapport à l'effacement total). Un passage limité des sédiments serait assuré au niveau de la passe ou lorsque les clapets sont ouverts, mais pas au niveau du déversoir.

Il est supposé que les coûts relatifs à la passe à poissons (seuls envisagés) dans ce scénario devraient être à charge de l'exploitant.

Ce scénario n'apporte pas d'autre amélioration.

En conclusion, l'arasement est la solution la plus favorable qui améliore sensiblement les conditions hydrauliques (crue et étiage) et environnementales. Elle est cependant très lourde à mettre en œuvre et impose l'arrêt de l'exploitation.

Le scénario B2 qui est une opération légère, n'apporte pas un gain sensible lors des crues. Réduire les niveaux amont, semble devoir nécessiter une adaptation profonde du dispositif actuel.

La piste des mesures fonctionnelles est à privilégier, si l'arasement de l'ouvrage ne constitue pas une option réaliste

3.1.3 Bras du moulin à Haulmé (Semoy)

3.1.3.1 Description du site

Le seuil situé en amont du village d'Haulmé avait pour fonction de détourner les eaux vers le moulin implanté sur le bras secondaire. Il s'agit d'un ouvrage implanté en biais dans le lit mineur. Il comprend actuellement une brèche en rive gauche. C'est à cet endroit que l'ouvrage est le plus important (hauteur de 1.20 m par rapport au fond). En rive droite sa profondeur n'atteint plus qu'une quarantaine de centimètres. La crête du déversoir n'est pas horizontale, mais légèrement pentée vers la rive droite.

Le plan de situation au niveau du moulin d'Haulmé est repris à la Figure 3-22.

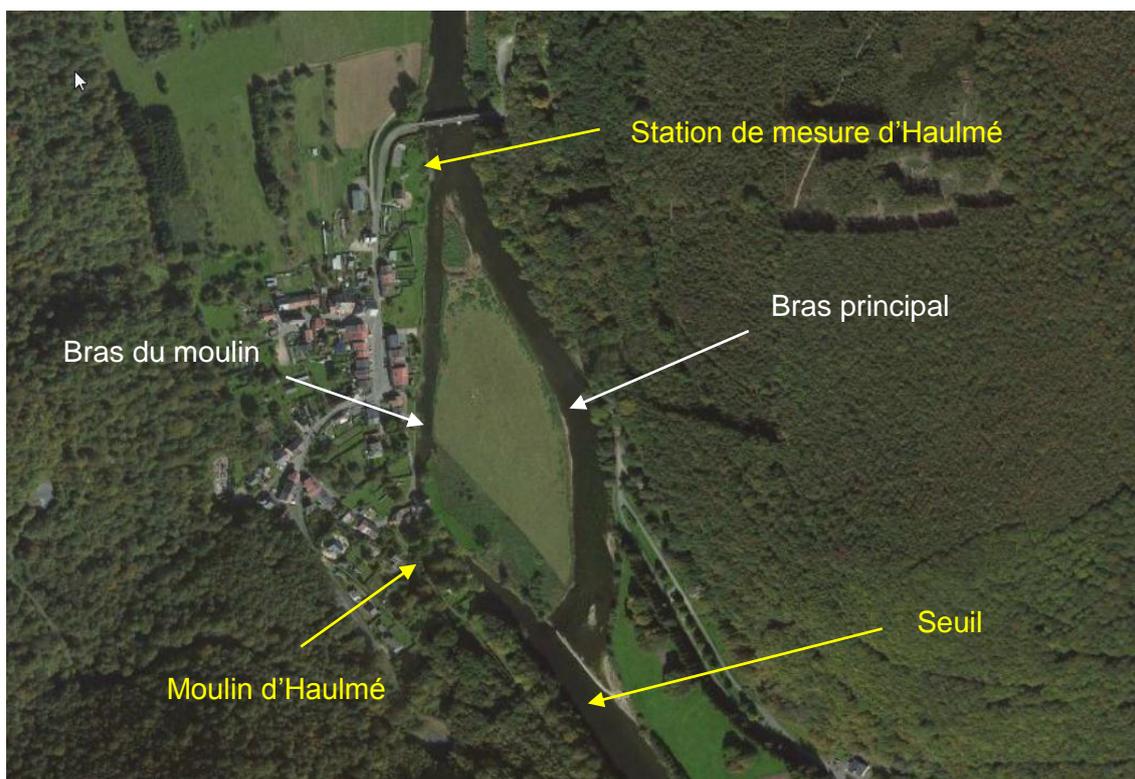


Figure 3-22 : Plan de situation du site d'Haulmé.

3.1.3.2 Aspects réglementaires

3.1.3.2.1 Statut de l'ouvrage et des droits d'eau associés

L'ouvrage figure sur la carte de Cassini dressée dans les Ardennes aux environs de l'année 1750 c'est-à-dire qu'il a été construit avant l'abolition des droits attachés aux moulins du 04/08/1789. Cet ancien moulin dispose d'un droit fondé en titreⁱⁱⁱ. Or, seul le changement d'affectation des ouvrages principaux permettant de faire fonctionner le moulin ou leur ruine est une raison de perte de ce droit. Ainsi, le caractère ébréché du seuil n'est pas une indication suffisante pour indiquer la perte du droit d'eau. En effet, si les éléments essentiels (canal d'aménée ou de fuite, seuil, moulin, turbine, etc.) peuvent être remis en marche avec quelques travaux de débouchage, de débroussaillage, d'enrochement complémentaire ou de petite consolidation, le droit d'eau n'est pas considéré comme perdu (C.C. Garnier, 2010).

Aucune trace du règlement d'eauⁱⁱ n'a été retrouvée aux archives départementales.

Monsieur Renard est le propriétaire du moulin et l'utilise comme habitation secondaire.

3.1.3.2.2 Liste des procédures juridiques et réglementaires pour modifier les ouvrages

Les démarches administratives nécessaires afin de modifier les ouvrages sont :

- Possibilité 1 : une déclaration d'intérêt général (DIG) afin d'utiliser des fonds publics sur des ouvrages privés sans l'accord formel des propriétaires (accord conseillé mais pas obligatoire). Cette possibilité permet de modifier ou de supprimer un ouvrage avec droit fondé en titreⁱ. Compte-tenu du droit fondé en titre de l'ouvrage cette possibilité semble la plus adaptée ;
- Possibilité 2 : pour des travaux ponctuels sur cours d'eau (comme les travaux sur les ouvrages), l'article L.211-7-1 du Code de l'Environnement permet aux collectivités d'intervenir sans DIG sous réserve d'obtenir l'accord de l'exploitant et/ou du propriétaire et de la participation financière de ceux-ci aux travaux ;
- un dossier au titre de la loi sur l'Eau (DPE) ;
- une Déclaration de projet de Travaux (DT) à remplir par le maître d'ouvrage ;
- une Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (DICT) à remplir par l'exécutant ;

Dans l'hypothèse d'une remise en exploitation de l'ouvrage, une information préalable du préfet est nécessaire. Celui-ci peut émettre toutes les prescriptions nécessaires pour la protection des intérêts de la gestion équilibrée de l'eau.

De plus, en application de l'article L.214-17 du Code de l'Environnement, il est obligatoire pour les ouvrages (même fondés en titre) d'assurer un transport de sédiments suffisant et une circulation des poissons migrateurs. Cette dernière doit être effective dans les cinq ans qui suivent les arrêtés de classement (arrêté du 28/12/2012 pour le bassin Rhin-Meuse).

Le débit minimal biologique (1/10^{ème} du module garantissant la permanence de la vie, la circulation et la reproduction des espèces aquatiques) doit être respecté, que l'ouvrage soit réhabilité ou non.

3.1.3.3 Rappel des enjeux

3.1.3.3.1 Usages

Le moulin n'est plus en fonction. Le bâtiment, toujours habité, a été construit sur le bras usinier (secondaire). Le Moulin disposait de deux passes, dont la principale est munie d'une roue à axe verticale encore visible. Un vannage de régulation existe également sur le deuxième pertuis.



Figure 3-23 : Vue aval du moulin d'Haulmé et de l'ancienne roue implantée dans la passe principale

3.1.3.3.2 Hydrauliques

A l'étiage le seuil influence la répartition des écoulements entre le lit majeur et le bras du moulin.

Lors des mois d'été, les débits transitant par le moulin diminuent ce qui affecterait l'entraînement des effluents.

Le seuil pourrait être responsable d'une aggravation des niveaux lors des crues importantes.

Les conditions hydrauliques seront examinées plus en détail, ci-après, sur base des simulations.

3.1.3.3.3 Etude hydromorphologique et piscicole

Le déversoir du moulin d'Haulmé est un **obstacle partiel à la continuité sédimentaire**. Celle-ci est partielle en raison de la brèche de l'ouvrage et de la variation des débits. Les sédiments s'accumulent au droit de l'ouvrage et sont principalement orientés vers le bief du moulin qui longe la commune. Ceci entraîne un exhaussement du fond du lit du bief susceptible d'augmenter les débordements en période de crue (Hydratec, 2001). Le lit est en plus étranglé au niveau du moulin. Une accumulation d'embâcles est constatée au niveau de la brèche.

Le déversoir est responsable d'un élargissement du lit mineur en amont, dans la zone de retenue. Des points d'érosion au niveau des berges notamment en aval rive droite peuvent être liés à ce déséquilibre.

Le déversoir et les seuils du bief sous le moulin sont des **obstacles temporaires à la continuité piscicole**. En raison de la dégradation du déversoir, la franchissabilité est possible la majeure partie de l'année pour l'ensemble des espèces. L'espèce repère au niveau de ce site est le brochet dont les capacités de nage et le comportement de migration sont présentés dans le Tableau 3-1.

3.1.3.4 Propositions d'aménagement

Parmi les scénarios proposés, deux scénarios sont consacrés à des situations extrêmes (effacement total et réfection à l'identique). Un autre scénario propose une solution intermédiaire. Tous les scénarios intègrent le rétablissement de la continuité écologique et font l'objet d'un chiffrage. Un tableau récapitulatif est disponible 3.1.6Annexe F.

3.1.3.4.1 Scénario C1 : L'effacement total de l'ouvrage

Dans le scénario **d'effacement total** du seuil, il est prévu la réhabilitation la plus naturelle possible après destruction du seuil et notamment le talutage des berges et la protection de celles-ci par des techniques végétales. Le niveau d'eau du bief baisserait, or, il perçoit les rejets d'eaux pluviales de la commune d'Haulmé. Il faudrait donc prolonger le tuyau de collecte des eaux pluviales, par exemple, vers la phragmitaie en bordure de Semoy, un peu plus en aval. Il s'agit de la solution la moins chère.

3.1.3.4.2 Scénario C2 : Adaptation de l'ouvrage

Ce **scénario intermédiaire** visera à améliorer la situation de l'écoulement principalement lors des basses eaux. Il prévoit la création d'une brèche franchissable par les poissons (moins de 20 cm de haut ou pourvue d'une rampe en enrochement) au niveau du déversoir. Le reste de l'ouvrage sera maintenu et réhabilité. L'adaptation du réseau d'eau pluviale de la commune devra éventuellement être envisagée.

3.1.3.4.3 Scénario C3 : Réfection à l'identique

La **réfection à l'identique** prévoit à minima le comblement de la brèche existante du déversoir et la création d'une rampe d'enrochement (gros blocs fixés entre des petits blocs et dont les interstices sont comblés de granulats) pour assurer la continuité écologique.

3.1.3.4.4 Evaluation des coûts

Le tableau ci-après reprend les évaluations des coûts des travaux pour le site d'Haulmé (voir détails Annexe I).

Les réserves émises ci-avant au paragraphe § 3.1.1.3.4 restent d'application.

Tableau 3-21 : Estimation des coûts des travaux des différents scénarios pour le bras du Moulin d'Haulmé

	Estimation des coûts des travaux en € (HTVA)	
	Basse	Haute
Scénario C1 : Effacement total	48 000	58 000
Scénario C2 : Adaptation de l'ouvrage	25 000	34 000
Scénario C3 : Réfection à l'identique	34 000	46 000

Il a été supposé ici que le seuil est encore dans un état acceptable, qui permet sa réfection et n'impose pas sa reconstruction totale, pour les scénarios 2 et 3.

L'effacement constitue certainement l'option la moins chère. En ce qui concerne les deux autres, le supplément du scénario 3, est lié à la plus grande hauteur de la rampe d'enrochement qui sera nécessaire de construire pour rétablir la franchissabilité piscicole.

Les éventuels travaux de reprise de l'assainissement ne sont pas repris.

Le coût d'aménagement du site reste modéré, quel que soit le scénario retenu.

3.1.3.1 Modélisation

Ce site concerne les ouvrages associés au moulin d'Haulmé : seuil sur la Semoy et bras de dérivation. La commune estime que le bras de dérivation est responsable d'une aggravation des inondations.

La situation des ouvrages associés à l'ancien moulin d'Haulmé est donnée à la Figure 3-22 : Plan de situation du site d'Haulmé. Figure 3-24. Le déversoir est conceptualisé par une unité déversoir construite à partir des données topographiques. L'ancien moulin d'Haulmé est modélisé par une unité orifice qui permet de modéliser les pertes de charges dues au rétrécissement et éventuellement un écoulement sous pression. Le bras de l'ancien moulin est modélisé comme un bras de rivière parallèle séparé du bras principal par l'île d'Haulmé qui est modélisée par un casier d'inondation. Lors des débordements des 2 bras de rivières, les volumes d'inondation sont donc écrêtés vers l'île d'Haulmé. Les volumes écrêtés sont ensuite restitués plus en aval, avant la confluence des deux bras.

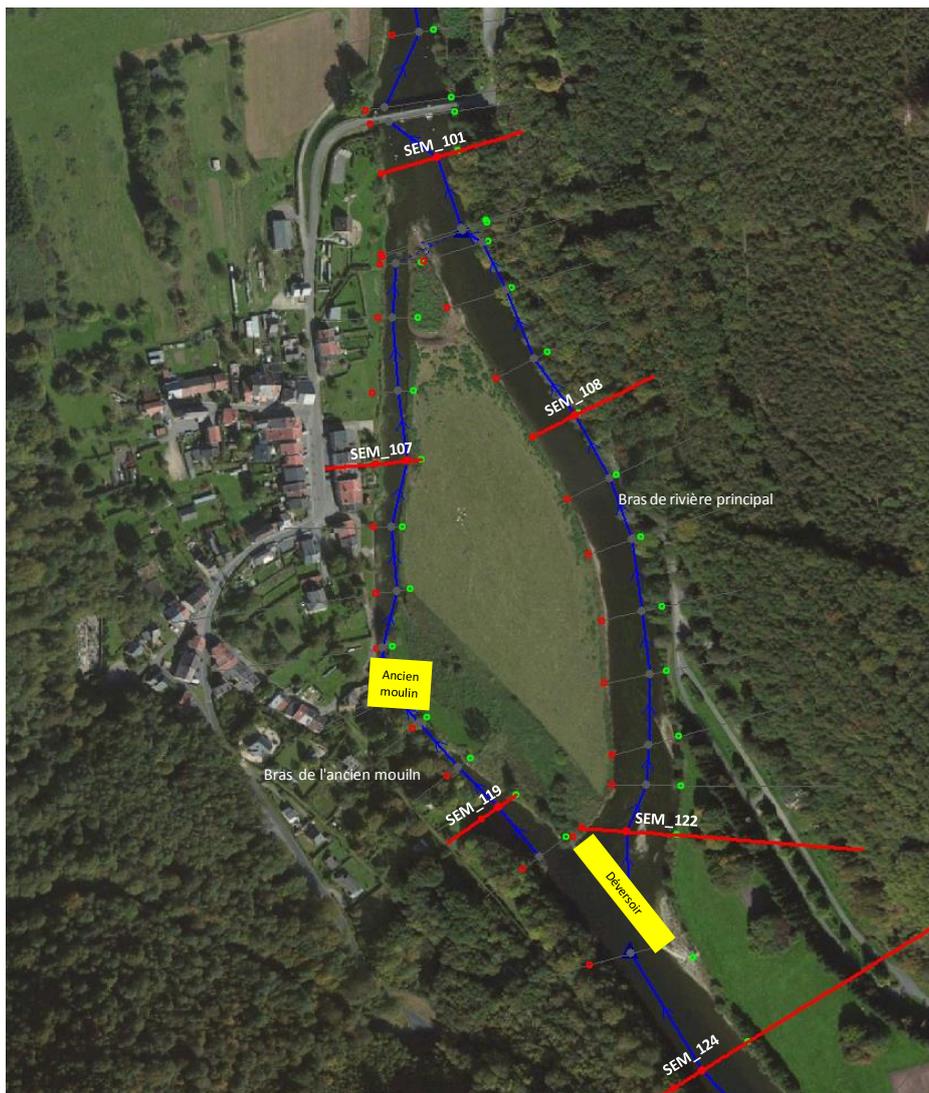


Figure 3-24 : Plan de situation du site d'Haulmé, avec les sections témoins (lignes rouges) et les différents ouvrages (en jaune).

La description des profils en travers témoins choisies pour permettre la comparaison des scénarios sont données dans le tableau suivant :

Tableau 3-22 : Description des profils en travers témoins choisis pour l'analyse des scénarios

PT	Description
Sem_101	Section en aval de la confluence du bras de l'ancien moulin avec la Semoy
Sem_107	Section en aval du bras de l'ancien moulin
Sem_108	Section en aval du bras principal de la Semoy
Sem_119	Section en amont du bras de l'ancien moulin
Sem_122	Section en amont du bras principal de la Semoy
Sem_124	Section de la Semoy en amont du déversoir de Haulmé

3.1.3.1.1 Scénario C1 – Effacement total

Pour ce scénario, le déversoir de Haulmé a été supprimé. Les profils en travers immédiatement en amont et en aval du déversoir ont été légèrement surcreusés de manière à reconstituer un profil le plus naturel possible entre les sections (Figure 3-25).

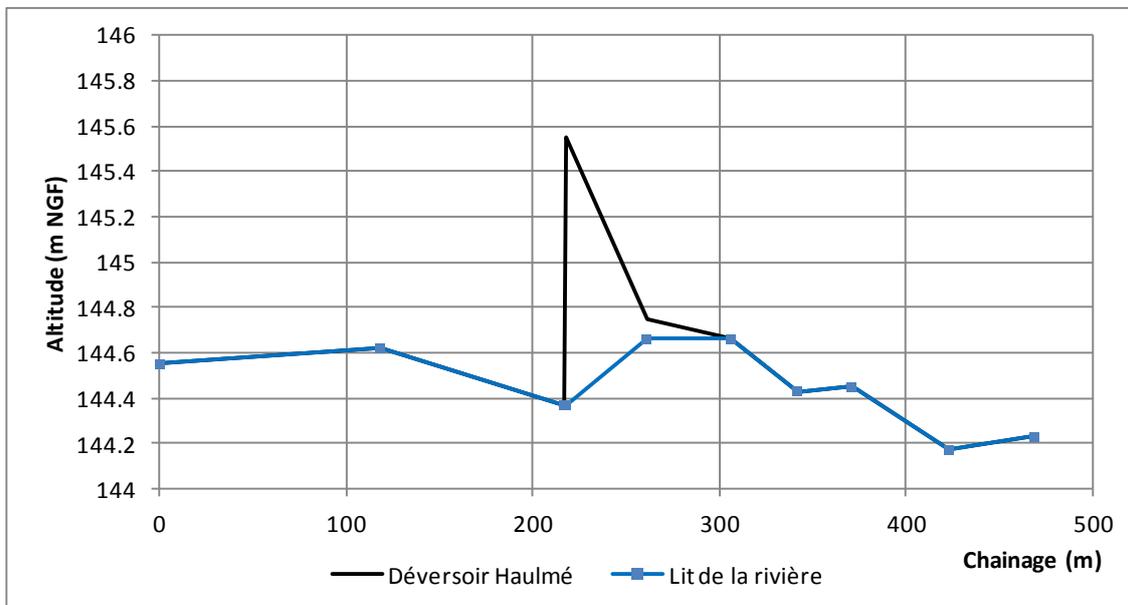


Figure 3-25 : Profil en long à hauteur du déversoir d'Haulmé. La ligne noire représente la situation actuelle avec déversoir, la ligne bleue représente la situation du scénario C1.

Les résultats de hauteurs et de débits modélisés dans les profils en travers choisis pour l'analyse du scénario sont présentés aux tableaux ci-dessous.

Tableau 3-23 : Hauteurs (m NGF) et débits (m^3/s) modélisés en période d'étiage (QMNA5, Module et Module 2X) – Scénario C1

PT	QMNA5		Module		Module 2X	
	H	Q	H	Q	H	Q
Sem_101 (aval)	144.30	3.20	144.87	29.43	145.23	58.81
Sem_107 (bras sec.)	144.67	0.0	144.92	0.06	145.40	4.70
Sem_108 (bras princ.)	144.65	3.20	145.15	29.36	145.43	42.69
Sem_119 (bras sec.)	145.00	0.0	145.43	0.06	145.68	4.43
Sem_122 (bras princ.)	144.91	3.19	145.38	29.36	145.65	54.38
Sem_124 (amont)	145.05	3.20	145.58	29.30	145.89	58.81

Tableau 3-24 : Hauteurs (m NGF) et débits (m³/s) modélisés – crues synthétiques – Scénario C1

PT	Q ₅		Q ₁₀		Q ₂₀		Q ₅₀		Q ₁₀₀		Q _{100+30%}	
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
Sem_101 (aval)	147.16	370.25	147.38	431.33	147.58	491.81	147.82	569.68	147.99	627.99	148.48	794.39
Sem_107 (bras sec.)	147.34	28.84	147.58	31.97	147.81	37.16	148.07	40.61	148.26	43.37	148.76	53.22
Sem_108 (bras princ.)	147.46	136.01	147.72	155.76	147.94	181.60	148.22	216.69	148.42	245.31	148.93	346.06
Sem_119 (bras sec.)	147.32	78.68	147.56	93.66	147.76	106.62	148.03	122.37	148.21	133.26	148.71	163.57
Sem_122 (bras princ.)	147.55	208.62	147.82	221.51	148.05	237.98	148.34	264.95	148.55	287.74	149.11	359.22
Sem_124 (amont)	147.62	373.25	147.85	441.12	148.06	509.35	148.33	598.81	148.53	666.65	149.07	866.58

La Figure 3-26 montre l'écoulement modélisé dans la Semoy avec l'arasement total du déversoir d'Haulmé pour le débit QMNA5 et le débit centennal. Pour le QMNA5, il n'y a plus d'écoulement dans le bras secondaire. Pour la crue centennale, l'enveloppe d'inondation s'étend dans le lit majeur, l'île d'Haulmé est complètement submergée et l'on observe des débordements importants rive gauche au niveau de l'ancien moulin.

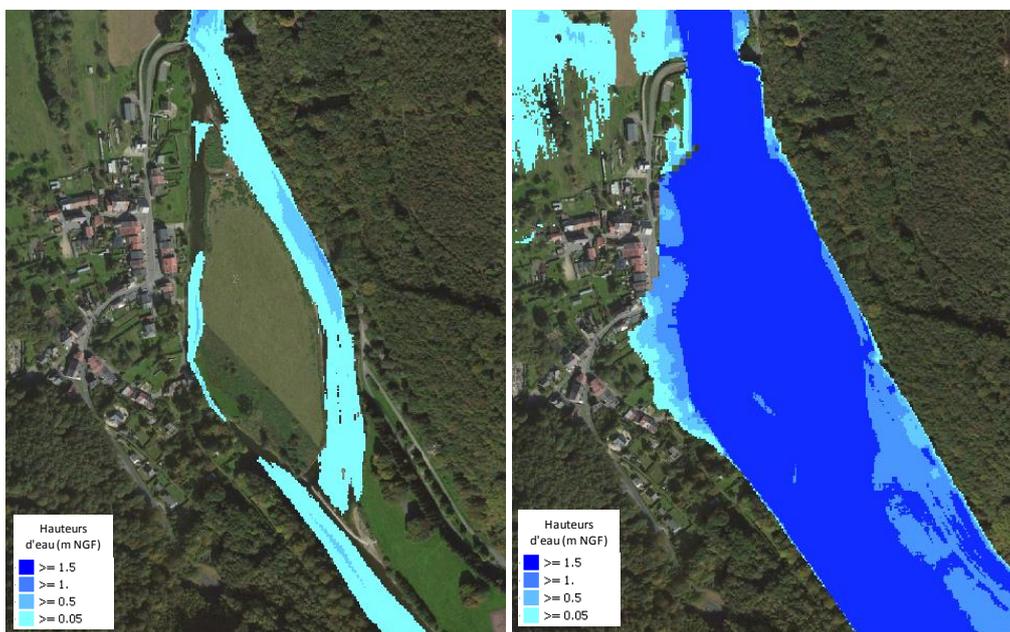


Figure 3-26 : Ecoulements modélisés pour le QMNA5 (à gauche) et le Q₁₀₀ (à droite)- Scénario C1

3.1.3.1.2 Scénario C2 – Adaptation de l'ouvrage

Ce scénario reprend les ouvrages de la situation initiale (C3). Toutefois, le déversoir d'Haulmé est adapté pour permettre une amélioration de l'écoulement dans le bras principal pendant l'étiage. La géométrie du déversoir a été modifiée (Figure 3-27), une échancrure est prévue pour assurer la continuité écologique. La cote de l'échancrure a été fixée à 144.90 m NGF.

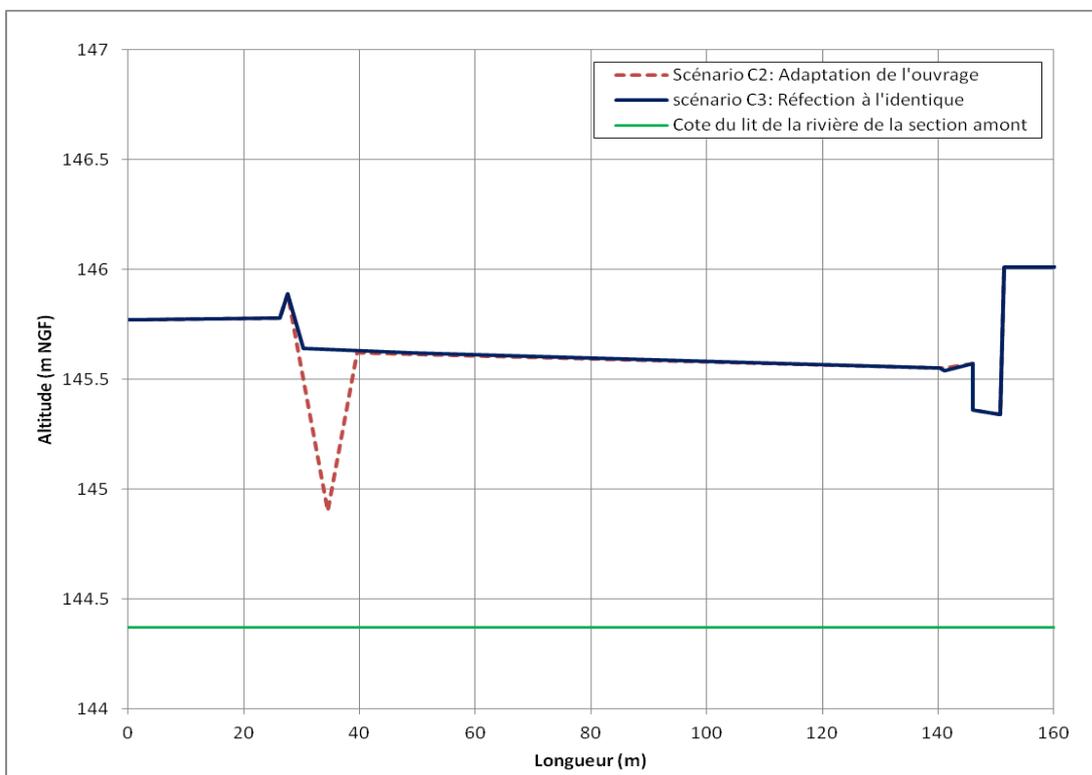


Figure 3-27 : Profil en travers du déversoir d'Haulmé, réfection à l'identique (Scénario C3 en bleu) et adaptation de l'ouvrage (scénario C2 en gris).

Les résultats des hauteurs d'eau (m NGF) et des débits modélisés (m^3/s) pour les périodes d'étiage et pour les crues synthétiques sont donnés ci-dessous pour les profils en travers témoins.

Tableau 3-25 : Hauteurs (m NGF) et débits (m^3/s) modélisés en période d'étiage (QMNA5, Module et Module 2X) – Scénario C2

PT	QMNA5		Module		Module 2X	
	H	Q	H	Q	H	Q
Sem_101 (aval)	144.31	3.20	144.87	29.41	145.23	58.81
Sem_107 (bras sec.)	144.67	0.01	145.3	1.65	145.42	4.94
Sem_108 (bras princ.)	144.65	3.18	144.97	27.75	145.42	41.87
Sem_119 (bras sec.)	145.01	0.0	145.56	1.65	145.78	6.43
Sem_122 (bras princ.)	144.91	3.19	145.36	27.75	145.64	52.38
Sem_124 (amont)	145.05	3.19	145.65	29.41	145.94	58.81

Tableau 3-26 : Hauteurs (m NGF) et débits (m³/s) modélisés – crues synthétiques – scénario C1

PT	Q ₅		Q ₁₀		Q ₂₀		Q ₅₀		Q ₁₀₀		Q _{100+30%}	
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
Sem_101 (aval)	147.16	370.13	147.37	431.28	147.57	491.40	147.82	569.17	148.99	627.34	148.48	793.54
Sem_107 (bras sec.)	147.36	36.30	147.59	39.45	147.82	42.32	148.08	45.58	148.27	48.44	148.78	58.35
Sem_108 (bras princ.)	147.46	119.76	147.72	139.72	147.95	163.26	148.23	196.46	148.43	223.27	148.95	317.67
Sem_119 (bras sec.)	147.32	97.54	147.55	112.64	147.76	126.85	148.02	144.81	148.21	157.79	148.71	194.97
Sem_122 (bras princ.)	147.54	175.61	147.81	182.37	148.05	193.52	148.34	211.88	148.55	227.80	149.11	277.14
Sem_124 (amont)	147.64	373.23	147.86	441.17	148.07	509.36	148.34	598.83	148.53	666.61	149.06	866.66

La Figure 3-26 montre l'écoulement modélisé dans la Semoy avec le déversoir modifié à Haulmé pour le débit QMNA5 et le débit centennal. Pour le QMNA5, il n'y a toujours pas d'écoulement dans le bras secondaire. Pour la crue centennale, l'enveloppe d'inondation reste inchangée par rapport au scénario C1.

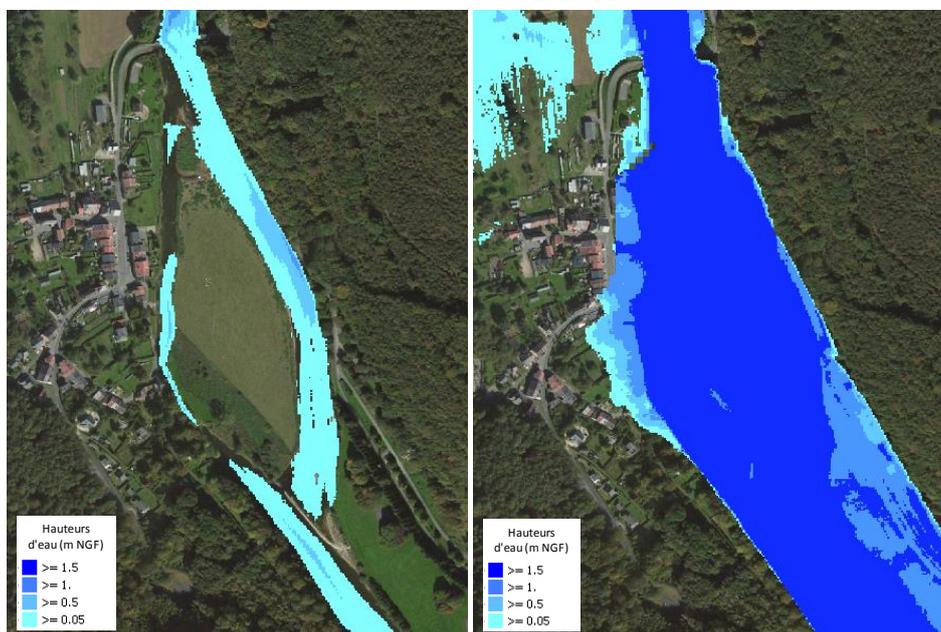


Figure 3-28 : Ecoulements modélisés pour le QMNA5 (à gauche) et le Q₁₀₀ (à droite) - Scénario C2

3.1.3.1.3 Scénario C3 – Réfection à l'identique

Dans ce scénario, le déversoir d'Haulmé est reconstruit à l'identique (cf. Figure 3-27). La cote du déversoir est maintenue à 145.5 m NGF. La brèche actuelle est colmatée, par contre la « passe à kayaks » située en rive droite est conservée (145;3 m NGF). Les résultats des hauteurs d'eau (m NGF) et des débits modélisés (m³/s) pour les périodes d'étiage et pour les crues synthétiques sont donnés aux tableaux ci-dessous pour les profils en travers témoins.

Tableau 3-27 : Valeurs modélisées des hauteurs d'eau (m NGF IGN69) et des débits (m³/s) en période d'étiage – scénario C3

PT	QMNA5		Module		Module 2X	
	H	Q	H	Q	H	Q
Sem_101	144.30	3.20	144.87	29.41	145.23	58.81
Sem_107	144.88	1.50	145.31	5.69	145.44	6.85
Sem_108	144.57	1.69	145.08	22.18	145.42	40.72
Sem_119	145.59	1.52	145.78	7.23	145.91	10.38
Sem_122	144.86	1.69	145.27	22.18	145.62	48.43
Sem_124	145.60	3.20	145.83	29.30	146.03	58.81

Tableau 3-28 : Valeurs modélisées des hauteurs d'eau (m NGF), des débits (m³/s) des sections témoins à Haulmé – crues synthétiques – scénario C3

PT	Q ₅		Q ₁₀		Q ₂₀		Q ₅₀		Q ₁₀₀		Q _{100+30%}	
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
Sem_101	147.16	370.81	147.38	432.38	147.58	492.92	147.58	570.87	147.99	629.34	148.49	798.93
Sem_107	147.32	35.87	147.55	39.11	147.76	41.76	148.04	42.63	148.23	43.92	148.74	53.26
Sem_108	147.41	134.43	147.66	157.27	147.88	183.31	148.16	220.33	148.35	249.07	148.89	337.90
Sem_119	147.28	96.26	147.51	111.69	147.71	126.35	147.97	144.39	148.15	157.49	148.67	194.76
Sem_122	147.52	179.12	147.79	185.84	148.02	196.96	148.32	214.24	148.52	230.38	149.09	280.45
Sem_124	147.63	373.28	147.84	441.15	148.05	509.39	148.31	598.82	148.51	666.63	149.05	866.58

La Figure 3-29 représente les parties submergées de la Semoy pour les débits QMNA5 et Q₁₀₀. Pour le QMNA5, le débit se partage de manière équilibrée entre les deux bras. Pour le débit centennal, les surfaces inondées sont dans l'ensemble identiques à celles des deux scénarios précédents.

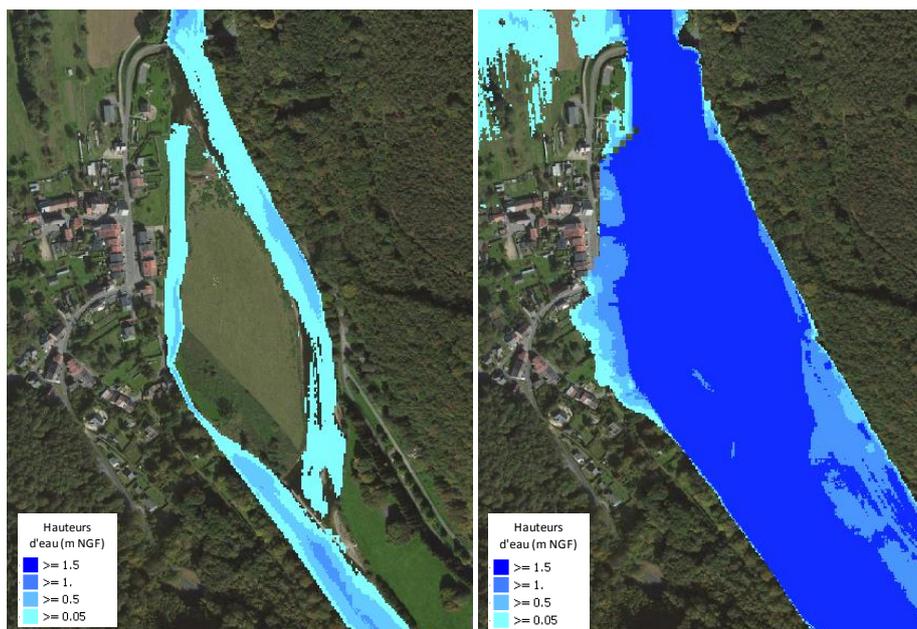


Figure 3-29 : Ecoulements modélisés pour le QMNA5 (à gauche) et le Q_{100} (à droite) - scénario C3

3.1.3.1.4 Analyse des résultats

Étiage

QMNA5 :

- Scénario C1 : Le bras de l'ancien moulin n'est plus du tout alimenté
La hauteur d'eau modélisé en amont (Sem-124) de la défluence est de 145.1 m NGF. La totalité du débit s'écoule par le bras principal.
- Scénario C2 : Les résultats de modélisations pour ce scénario sont proches de ceux obtenus pour le scénario C1. L'échancrure envisagée est encore trop profonde pour permettre le maintien de niveaux d'eau élevé compatibles avec l'alimentation du bras du moulin. A la Figure 3-30, on constate néanmoins qu'un très léger reprofilage de ce bras avec un enlèvement localisé de sédiments permettrait une amélioration sensible de la situation.
- Scénario C3 : La réfection du seuil à l'identique (obturation de la brèche existante) est le seul scénario qui assure un écoulement par le moulin en période d'étiage.

Les profils en long des hauteurs d'eau, dans le bras secondaire et dans le bras principal, pour les trois scénarios, sont repris aux figures ci-dessous.

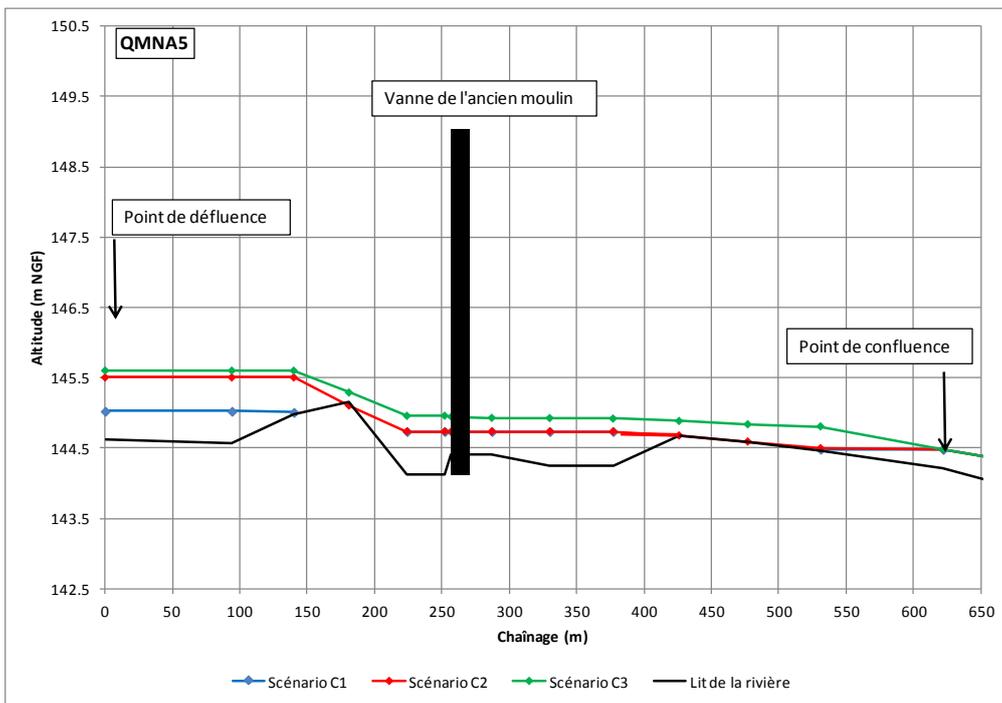


Figure 3-30 : Profil en long du bras de l'ancien moulin à Haulmé – QMNA5 – scénarios C1, C2 et C3

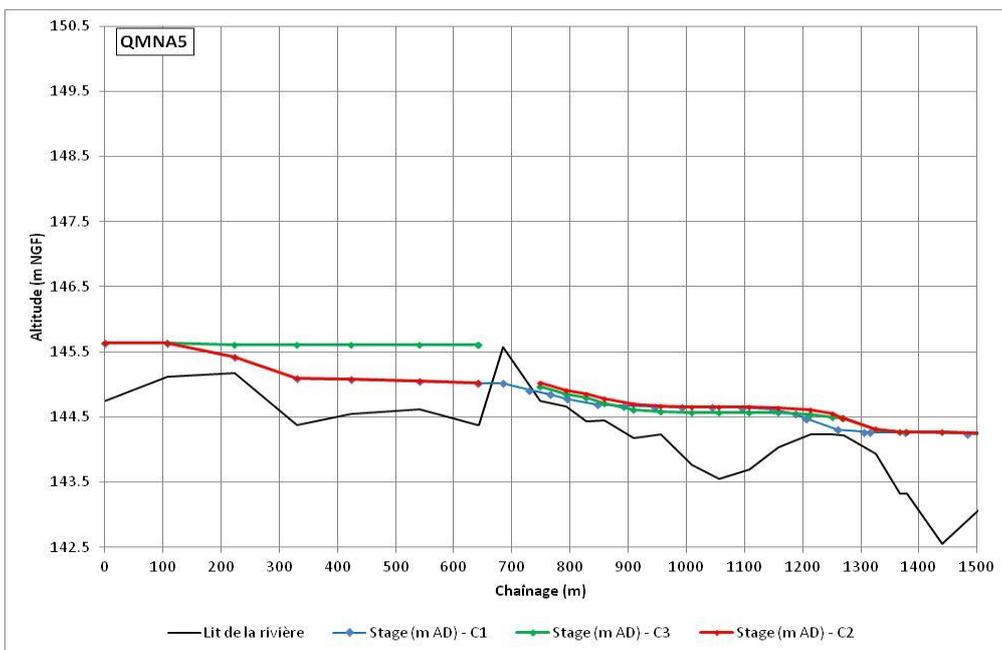


Figure 3-31 : Profil en long de la Semoy – QMNA5 – scénarios C1, C2 et C3

Module et double module :

- Scénario C1 : Pour le simple module, le bras de l'ancien moulin n'est que très faiblement alimenté (0.1 m³/s). L'écoulement principal se fait par la Semoy. Lorsque le débit augmente, l'écoulement qui transite par le bras secondaire augmente également. Il atteint plus de 4 m³/s pour le double module.
- Scénario C2 : C'est pour cette gamme de débit que la différence est la plus marquée par rapport au scénario C1, avec un écoulement croissant dans le bras du moulin (respectivement 6.4 et 9.4 m³/s).
- Scénario C3 : Avec le scénario C3, les hauteurs amont sont en augmentation et le débit envoyé vers Haulmé également. Pour le double module, la différence de hauteur dans la section amont (SEM_124) n'est plus que d'environ 10 cm.

Les débordements sur l'île sont fonction des scénarios. Avec le scénario C1 le débordement surviendrait pour le double module et proviendrait du bras principal de la Semoy. Pour le scénario C2, le débordement apparaîtrait pour du côté du moulin pour un débit correspondant au module.

Crue

Les trois scénarios ne présentent que peu de différences en ce qui concerne les crues. Il n'y a en particulier aucune augmentation perceptible des niveaux d'eau, ni en amont du seuil, ni au droit du village d'Haulmé.

3.1.3.1.5 Synthèse

Les résultats des scénarios C1 et C2 montrent que le bras de l'ancien moulin n'est plus alimenté pour le débit QMNA5, mais que pour C2, un léger surcreusement du profil pourrait contribuer à rétablir l'écoulement en période d'étiage.

En ce qui concerne les crues majeures, le seuil n'a pratiquement pas d'impact.

3.1.3.1 Analyse des scénarios

Un tableau récapitulatif présentant les avantages et les inconvénients de chaque scénario en termes de lutte contre les inondations, de fonctionnalité écologique et hydromorphologique du cours d'eau ainsi que des usages est disponible à l'Annexe F. Un système de cotation tenant également compte du coût des scénarii permet la comparaison des solutions.

Il est constaté que **l'effacement total** permettrait la restauration totale de la continuité piscicole et sédimentaire mais nécessiterait la modification du réseau d'eau pluviale de la commune car le bras secondaire ne serait plus alimenté à l'étiage. Il n'y aurait plus de contraintes pour la pratique du canoë.

En ce qui concerne le **scénario intermédiaire**, la création d'une échancrure dans le seuil permet d'assurer la continuité piscicole dans la Semoy. En période de migration et de reproduction du brochet (février-avril), la circulation piscicole serait donc possible. Un passage limité des sédiments serait assuré en moyenne et hautes eaux. Ce scénario (avec un léger reprofilage du profil en long en amont du moulin) permet la conservation d'une circulation dans le bief du moulin. Il n'y aurait plus de contraintes pour la pratique du canoë.

Le scénario de **réfection à l'identique** avec restauration de la continuité piscicole en tout temps grâce à la rampe d'enrochement posera davantage de problèmes au niveau sédimentaire. Le passage des sédiments serait limité à ce qui peut circuler dans la rampe d'enrochement ou par déverse lors des crues. Il n'y aurait plus de contraintes pour la pratique du canoë.

L'effacement total semble être le scénario à privilégier.

Il apparaît néanmoins que son maintien avec création d'une échancrure est également une option intéressante afin de maintenir un écoulement dans le bras à l'étiage.

L'alimentation de la zone humide en aval par les eaux pluviales serait un plus.

3.1.4 Bras du moulin à Navaux (Semoy)

3.1.4.1 Description du site

Au droit du moulin de Navaux, la Semoy se divise en trois bras d'écoulement : le bras principal au Nord, un bras secondaire au centre et le bras du moulin, ancien chenal usinier, au Sud. (Figure 3-32)

Deux seuils de faible hauteur assuraient la répartition des débits et l'alimentation du bras du moulin.

Aujourd'hui, le moulin a disparu et le canal d'amenée est fortement encombré de sédiments et d'embâcles dans sa partie aval (Figure 3-33). Un ancien déversoir était implanté à proximité du moulin. Il avait probablement pour fonction de protéger l'ouvrage des crues et de renvoyer les eaux excédentaires vers le bras secondaire. Il devait être muni de batardeaux permettant la régulation du niveau. Ceux-ci ont à présent disparu, si bien que l'eau qui entre dans le canal d'amenée retrouve le bras secondaire prématurément après un virage à angle droit. Ce changement de direction très marqué a pour incidence qu'une partie importante des débris et des sédiments poursuit son chemin en ligne droite et se retrouve piégé dans la partie aval du bras usinier. La présence de deux tronçons voutés (ponceaux ou restes de l'ancien moulin) contribue à aggraver encore ce phénomène de piégeage.

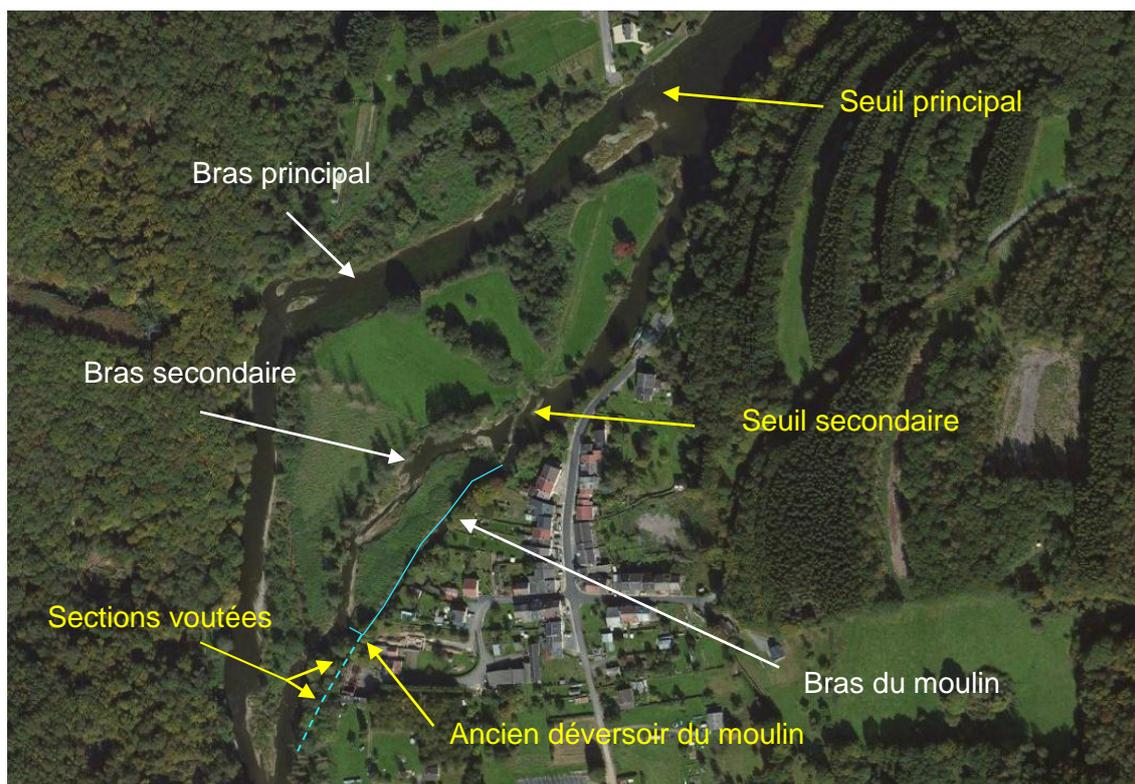


Figure 3-32 : Plan de situation - Moulin de Navaux



Figure 3-33 : Détail du site de Navaux : a) Embâcles et accumulation de débris ; b) Sortie de l'ancien déversoir latéral ; c) Tronçon vouté ; d) Partie terminal du bras du moulin

3.1.4.2 Aspects réglementaires

3.1.4.2.1 Statut de l'ouvrage et des droits d'eau associés

Seul un moulin à vent figure sur la carte de Cassini dressée dans les Ardennes aux environs de l'année 1750 c'est-à-dire qu'il a été construit avant l'abolition des droits attachés aux moulins du 04/08/1789. Aucun moulin à eau n'est relevé sur les cartes de l'époque.

D'autre part, aucune trace de règlement d'eauⁱⁱ n'a été retrouvée aux archives départementales concernant le moulin de Navaux.

Dans tous les cas, compte tenu de l'état de ruine des ouvrages, le droit d'eau qui était affecté au moulin est tombé de lui-même.

La Mairie n'a pas identifié le propriétaire de la parcelle sur laquelle sont situées les ruines du moulin.

3.1.4.2.2 Liste des procédures juridiques et réglementaires pour modifier les ouvrages

Les démarches administratives nécessaires afin de modifier les ouvrages sont :

- Possibilité 1 : une déclaration d'intérêt général (DIG) afin d'utiliser des fonds publics sur des ouvrages privés sans l'accord formel des propriétaires (accord conseillé mais pas obligatoire). Dans le cadre du moulin de Navaux, le propriétaire n'étant pas clairement identifié et l'ouvrage étant en ruine, cette possibilité est la plus appropriée ;
- Possibilité 2 : pour des travaux ponctuels sur cours d'eau (comme les travaux sur les ouvrages), l'article L.211-7-1 du Code de l'Environnement permet aux collectivités d'intervenir sans DIG sous réserve d'obtenir l'accord de l'exploitant et/ou du propriétaire et de la participation financière de ceux-ci aux travaux ;
- un dossier au titre de la loi sur l'Eau (DPE) ;
- une Déclaration de projet de Travaux (DT) à remplir par le maître d'ouvrage ;
- une Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (DICT) à remplir par l'exécutant ;

En application de l'article L.214-17 du Code de l'Environnement, il est obligatoire pour les ouvrages d'assurer un transport de sédiments suffisant et une circulation des poissons migrateurs. Cette dernière doit être effective dans les cinq ans qui suivent les arrêtés de classement (arrêté du 28/12/2012 pour le bassin Rhin-Meuse). Le débit minimal biologique (1/10^{ème} du module garantissant la permanence de la vie, la circulation et la reproduction des espèces aquatiques) doit être respecté, que l'ouvrage soit réhabilité ou non.

3.1.4.3 Rappel des enjeux

3.1.4.3.1 Usages

Le moulin n'existe plus (Voir ci-avant).

3.1.4.3.2 Hydraulique

La situation actuelle entraîne un piégeage important des embâcles et, à ce titre, devrait être améliorée.

Nous ne disposons pas de beaucoup d'information en ce qui concerne le fonctionnement hydraulique réellement observé sur le train. Les simulations présentées ci-après permettront de mieux apprécier les conditions d'écoulement.

3.1.4.3.3 Etude hydromorphologique et piscicole

Le déversoir de l'ancien moulin de Navaux permet la **continuité sédimentaire**, la majeure partie de l'année compte tenu de sa dégradation et du fait qu'il est peu élevé. Par contre, une accumulation d'embâcles est constatée dans le bief du moulin en raison du comblement et du faible débit d'eau passant dans ce bief. Il existe un passage privilégié des écoulements par le déversoir latéral et le court chenal qui le suit. L'entrée de ce passage est également obstruée d'embâcles.

Le déversoir est franchissable pour toutes les espèces piscicoles la majeure partie de l'année et notamment en période de migration du brochet (Tableau 3-1).

3.1.4.4 Propositions d'aménagement

3.1.4.4.1 Scénario D1 : L'effacement total de l'ouvrage

L'effacement total concerne les tâches suivantes :

- L'arasement complet des deux seuils ;
- La réhabilitation du bras usinier (enlèvement des embâcles, des sédiments et de la végétation de la partie aval, remise en état du batardeau du déversoir et réfection des maçonneries du canal.

La proposition considère le maintien des tronçons voutés, car ils peuvent encore présenter :

- Un intérêt pour accéder à la partie médiane (entretien futur) ;
- Une certaine valeur patrimoniale.

Ce maintien devra cependant être confirmé à la lumière des résultats d'une étude détaillée de leur état et de leur stabilité.

Bien que la remise d'un écoulement permanent dans le bras du moulin devrait déjà améliorer sensiblement le problème des embâcles, l'entrée du canal pourrait faire l'objet d'aménagements particuliers supplémentaires pour rediriger les corps flottants vers le bras secondaire. Il pourrait s'agir de la mise en place de poteaux (métalliques, en béton ou en bois) solidement ancrés au niveau de la jonction amont ou du terrassement d'un déflecteur à cet endroit.

3.1.4.4.2 Scénario D2 : Réhabilitation du bras du Moulin

Ce scénario est identique au scénario D1, mis à part le maintien des deux seuils.

3.1.4.4.3 Scénario D3 : Réfection à l'identique

Le scénario 3 correspond à la situation actuelle. Elle servira de référence pour l'appréciation des autres options.

Il convient cependant de signaler que la modélisation du tronçon du moulin fortement encombré de débris est basée sur des hypothèses simplificatrices qu'il est impossible de vérifier sans avoir recours à des investigations complémentaires.

3.1.4.4.4 Evaluation des coûts

Le tableau ci-après reprend les évaluations des coûts des travaux pour le site de Navaux (voir détails Annexe I).

Les réserves émises ci-avant au paragraphe § 3.1.1.3.4 restent d'application.

Tableau 3-29 : Estimation des coûts des travaux des différents scénarios pour le bras du Moulin de Navaux

	Estimation des coûts des travaux en € (HTVA)	
	Basse	Haute
Scénario D1 : Effacement total	44 000	53 000
Scénario D2 : Adaptation de l'ouvrage	38 000	52 000
Scénario D3 : Réfection à l'identique	20 000	27 000

Les scénarios D2 et D3 prévoient la construction de deux rampes.

Le scénario D3 sera le moins cher, mais ne résout aucun des problèmes d'écoulement que le site connaît actuellement.

3.1.4.5 Modélisation

Ce site concerne les ouvrages associés à l'ancien moulin situé à Navaux: seuils sur la Semoy, bras de dérivation, canal d'amenée au moulin.

La Figure 3-34 permet de localiser les ouvrages et les profils en travers témoins choisis pour l'analyse des scénarios. La situation de ces profils en travers témoins est également donnée au Tableau 3-30.

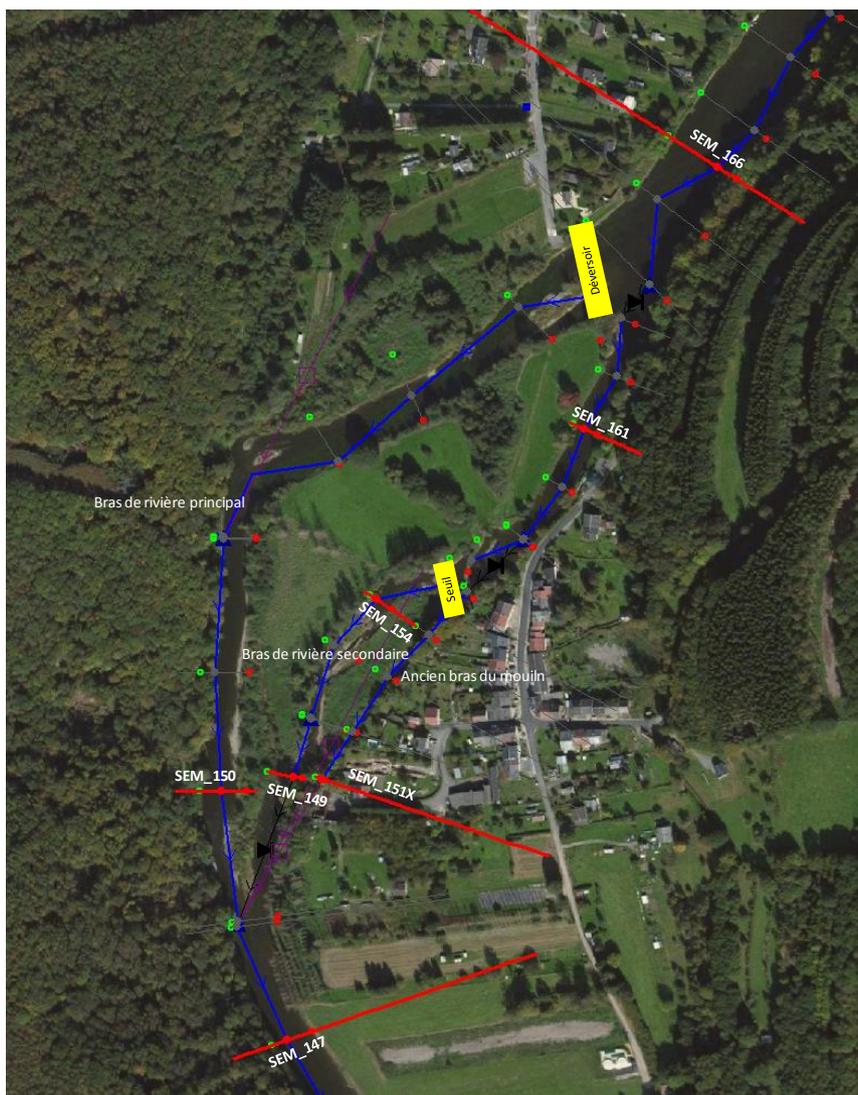


Figure 3-34 : Plan de situation du site de Navaux, avec les sections témoins (lignes rouges) et les différents ouvrages (en jaune)

Tableau 3-30 : Situation des profils en travers témoins à Navaux pour l'analyse des scénarios

PT	Localisation
SEM_147	Aval de Navaux
SEM_149	Confluence du bras secondaire avec la Semoy
SEM_150	Bras de rivière principal
SEM_151X	Confluence Ancien bras du Moulin avec la Semoy
SEM_154	Bras de rivière secondaire
SEM_161	Amont bras secondaire et ancien bras du moulin
SEM_166	Amont de Navaux

Le déversoir et le seuil de Navaux ont été modélisés avec des unités seuils. La géométrie des seuils modélisés correspond aux levés topographiques réalisés lors de la phase 1.

Le bras secondaire et le bras de l'ancien moulin sont modélisés par des bras de rivières parallèles connectés entre eux par des déversoirs latéraux et des casiers d'inondation.

3.1.4.5.1 Scénario D1 – Effacement total

Pour ce scénario, le déversoir et le seuil de Navaux ont été supprimés. Les profils directement en amont et en aval des ouvrages ont été légèrement surcreusés afin de recréer une pente naturelle entre ces sections. La partie aval du bras de l'ancien moulin a été réhabilitée pour améliorer les conditions d'écoulement. Elle est modélisée sans embâcles et sans rétrécissement. La cote du déversoir latéral en aval du bras de l'ancien moulin a été rehaussée par rapport à la situation existante afin de limiter les débordements du bras de l'ancien moulin vers le bras secondaire.

Les résultats des hauteurs d'eau (m NGF) et des débits modélisés (m³/s) pour les périodes d'étiage et pour les crues synthétiques sont donnés aux tableaux ci-dessous pour les profils en travers témoins.

Tableau 3-31 : Résultats des débits (m³/s) et des hauteurs d'eau modélisés dans les profils en travers témoins – étiage - Scénario D1

PT	QMNA5		Module		Module 2X	
	H	Q	H	Q	H	Q
SEM_147(aval)	146.47	3.2	147.01	29.41	147.37	58.8
SEM_149 (bras sec)	146.68	0.49	147.1	5.87	147.51	12.42
SEM_150 (bras princ)	146.84	2.68	147.23	23.24	147.55	43.08
SEM_151X (bras Moulin)	147.36	0.01	147.44	0.29	147.78	2.95
SEM_154 (bras sec)	147.14	0.05	147.57	5.87	147.81	12.42
SEM_161 bras sec)	147.85	0.52	148.28	6.17	148.53	15.37
SEM_166 (amont)	147.92	3.2	148.4	29.4	148.7	58.8

Tableau 3-32 : Résultats aux pics de crue des débits (m^3/s) et des hauteurs d'eau modélisées (m NGF) dans les dans les profils en travers témoins – crues synthétiques, scénario D1

PT	Q5		Q10		Q20		Q50		Q100		Q100+30%	
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
SEM_147(aval)	149.35	373.33	149.65	441.29	149.90	509.51	150.19	598.98	150.40	667.06	151.08	866.75
SEM_149 (bras sec)	149.75	98.51	150.07	117.26	150.36	135.73	150.69	158.98	150.92	172.29	151.61	221.19
SEM_150 (bras princ)	149.50	254.83	149.76	300.06	149.98	344.81	150.22	403.67	150.39	449.94	150.75	593.22
SEM_151X (bras Moulin)	149.76	19.11	150.07	23.04	150.37	27.98	150.73	35.27	151.03	43.70	151.79	51.15
SEM_154 (bras sec)	149.79	115.34	150.10	149.37	150.39	176.77	150.74	207.39	151.00	212.07	151.68	232.25
SEM_161 (bras sec)	149.73	123.3	150.06	146.93	150.38	164.36	150.76	182.99	151.04	195.48	151.80	236.13
SEM_166 (amont)	150.22	373.34	150.38	441.33	150.66	509.02	150.95	599.02	151.19	667.24	151.86	866.86

La Figure 3-35 montre les bras de rivières alimentés par le débit QMNA5 et le débit centennal. En période d'étiage on observe l'assèchement de la partie aval du bras du moulin et une forte réduction des écoulements au niveau du bras secondaire. Pour la crue Q₁₀₀, on observe d'importants débordements en rive droite et dans le Grande Rue de Navaux.

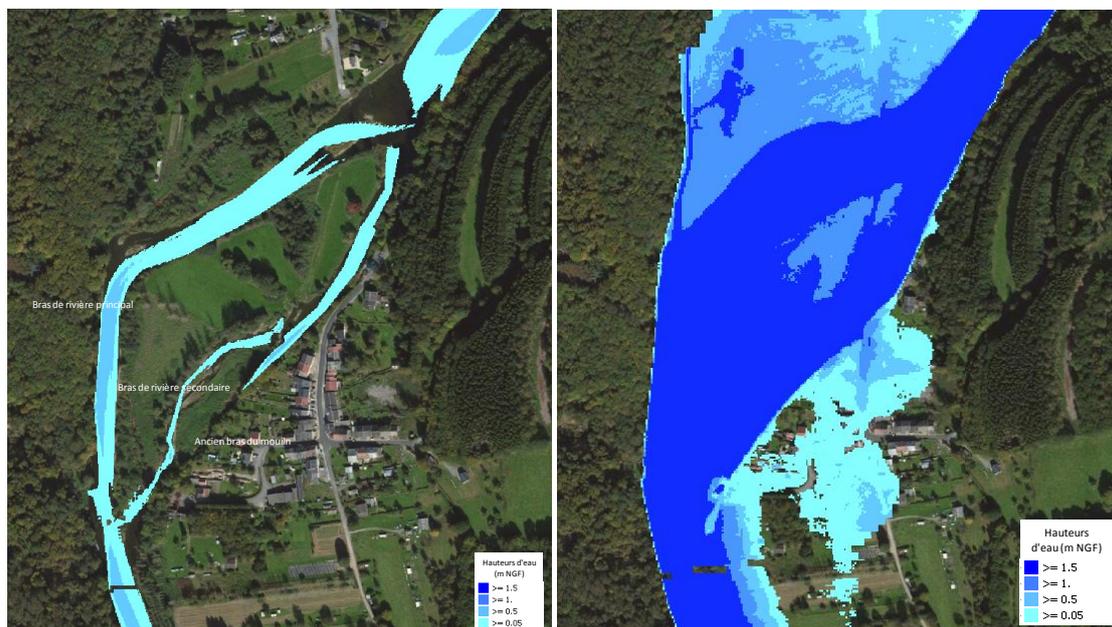


Figure 3-35 : Ecoulements modélisés pour le QMNA5 (à gauche) et le Q₁₀₀ (à droite) – scénario – scénario D1 – Ajouter capture écran Q100

3.1.4.5.2 Scénario D2 – Réhabilitation du bras de l'ancien Moulin

Pour ce scénario, le déversoir et le seuil de Navaux sont maintenus dans leur configuration actuelle. Le bras du moulin est réhabilité comme en D1 (suppression des sédiments et embâcles, obturation du déversoir latéral).

Les résultats des hauteurs d'eau (m NGF) et des débits modélisés (m³/s) pour les périodes d'étiage et pour les crues synthétiques sont donnés, ci-dessous.

Tableau 3-33 : Résultats des débits (m³/s) et des hauteurs d'eau modélisées dans les profils en travers témoins – étiage - Scénario D2

PT	QMNA5		Module		Module 2X	
	H	Q	H	Q	H	Q
SEM_147(aval)	146.47	3.2	147.01	29.4	147.37	58.8
SEM_149 (bras sec)	146.66	0.2	147.1	6.15	147.52	14.47
SEM_150 (bras princ)	146.81	1.71	147.2	19.28	147.54	36.67
SEM_151X (bras Moulin)	147.59	1.29	147.87	3.97	148.08	6.5
SEM_154 (bras sec)	147.05	0.2	147.58	6.15	147.87	14.47
SEM_161 bras sec)	148.19	1.49	148.5	10.12	148.75	21.08
SEM_166 (amont)	148.23	3.2	148.64	29.4	148.94	58.8

Tableau 3-34 : Résultats des débits (m³/s) et des hauteurs d'eau modélisées dans les profils en travers témoins – Crues synthétiques, scénario D2

PT	Q5		Q10		Q20		Q50		Q100		Q100+30%	
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
SEM_147(aval)	149.35	373.27	149.65	441.20	149.89	509.45	150.19	598.89	150.39	666.76	151.08	866.63
SEM_149 (bras sec)	149.78	107.08	150.09	125.16	150.38	145.08	150.71	165.48	150.94	179.65	151.61	224.75
SEM_150 (bras princ)	149.51	242.73	149.77	288.08	149.99	331.31	150.24	392.32	150.41	438.67	150.74	595.87
SEM_151X (bras moulin)	149.81	22.48	150.13	26.92	150.43	31.95	150.80	39.95	151.09	47.28	151.75	50.29
SEM_154 (bras sec)	149.88	93.86	150.20	117.39	150.49	143.43	150.82	162.64	151.03	178.33	151.66	221.86
SEM_161 (bras sec)	149.76	168.70	150.05	186.47	150.34	209.00	150.72	232.99	150.98	249.99	151.71	306.05
SEM_166 (amont)	150.51	373.31	150.78	441.29	151.01	509.51	151.29	598.99	151.48	666.82	152.02	877.38

La Figure 3-36 montre les bras de rivières qui sont alimentés pour le débit QMNA5 et le débit centennal.

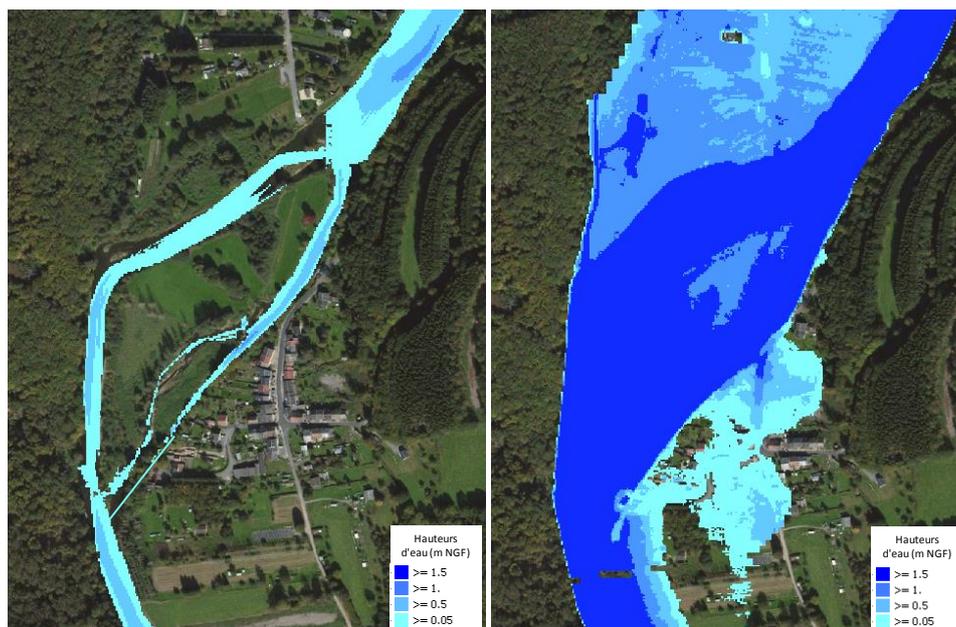


Figure 3-36 : Ecoulements modélisés pour le QMNA5 (à gauche) et le Q₁₀₀ (à droite) - Scénario D2

Le maintien des seuils a pour conséquence d'augmenter d'1 m³/s le débit envoyé vers le bras secondaire (section Sem_161) par rapport au scénario d'effacement (D1). La plus grosse partie du débit est ensuite reprise par le bras du moulin, le bras secondaire étant pratiquement asséché (reste 0.2 m³/s).

En ce qui concerne les crues, le maintien des seuils a pour effet de relever la ligne d'eau à l'amont. Ce rehaussement est d'environ 0,4m, mais diminue pour les plus grosses crues.

3.1.4.5.3 Scénario D3 – Réfection à l'identique

Pour le scénario D3, les seuils ont été maintenus, mais le déversoir latéral est ouvert et l'écoulement du bras du moulin rejoint le bras secondaire prématurément en amont de la section SEM_149.

Les résultats des hauteurs d'eau (m NGF) et des débits modélisés (m³/s) pour les périodes d'étiage et pour les crues synthétiques sont donnés ci-dessous pour les profils en travers témoins.

Tableau 3-35 : Résultats des débits (m^3/s) et des hauteurs d'eau modélisées (m NGF) dans les profils en travers témoins – étiage – scénario D3.

PT	QMNA5		Module		Module 2X	
	H	Q	H	Q	H	Q
SEM_147(aval)	146.47	3.20	147	29.40	147.37	58.81
SEM_149 (bras sec)	146.71	0.80	147.12	8.20	147.54	17.97
SEM_150 (bras princ)	146.81	1.64	147.2	19.23	147.53	37.60
SEM_151X (bras Moulin)	147.68	0.75	147.96	1.91	148.19	3.07
SEM_154 (bras sec)	147.02	0.15	147.57	6.15	147.87	14.20
SEM_161 bras sec)	148.19	1.56	148.49	10.13	148.75	21.15
SEM_166 (amont)	148.22	3.20	148.64	29.40	148.94	58.89

Tableau 3-36 : Résultats aux pics de crue des débits (m^3/s) et des hauteurs d'eau modélisées (m NGF) dans les sections témoins – crues synthétiques – scénario D3

PT	Q5		Q10		Q20		Q50		Q100		Q100+30%	
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
SEM_147(aval)	149.35	373.28	149.65	441.21	149.89	509.46	150.19	598.92	150.40	666.71	151.08	866.71
SEM_149 (bras sec)	149.82	118.62	150.15	140.97	150.50	164.89	150.79	191.21	151.01	204.32	151.67	251.30
SEM_150 (bras princ)	149.51	246.53	149.76	291.66	149.99	335.44	150.23	398.11	150.38	453.14	150.68	615.68
SEM_151X (bras Moulin)	150.03	7.13	150.37	7.53	150.69	8.01	151.06	8.66	151.23	8.65	151.78	8.47
SEM_154 (bras sec)	149.89	101.37	150.21	127.09	150.50	152.63	150.83	166.52	151.05	181.13	151.68	213.97
SEM_161 (bras sec)	149.78	167.6	150.06	186.97	150.35	209.07	150.73	233.36	151.01	251.22	151.73	302.80
SEM_166 (amont)	150.51	373.31	150.78	441.25	151.02	509.51	151.30	599.01	151.50	666.80	152.04	866.85

La Figure 3-37 montre les bras de rivières qui sont alimentés pour le débit QMNA5 et le débit centennal.

En période d'étiage on observe un faible écoulement dans le bras de l'ancien moulin (0.76 m^3/s).

Pour les crues, les résultats sont pratiquement identiques à ceux du scénario précédent.

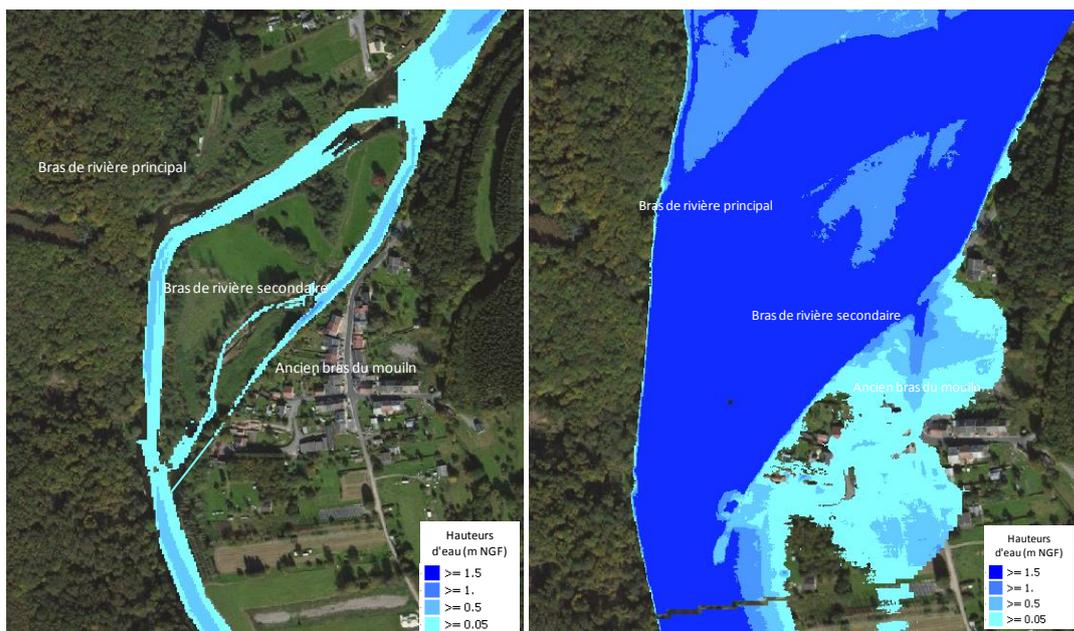


Figure 3-37 : Ecoulements modélisés pour le QMNA5 (à gauche) et le Q_{100} (à droite) - Scénario D3

3.1.4.5.4 Analyse des résultats

QMNA5 :

- Scénario D1 : Avec l'arasement du déversoir et du seuil de Navaux, le débit modélisé dans bras de l'ancien moulin (Sem_151X) devient extrêmement faible ($0.01 \text{ m}^3/\text{s}$) à l'étiage. Les écoulements se répartissent entre les deux bras naturels de la rivière, avec une dominance pour le bras principal.
- Scénario D2 : Si on maintient les seuils, on augmentera l'écoulement du bras du moulin. Le bras secondaire ne sera par contre presque plus alimenté.
- Scénario D3 : La situation actuelle du scénario D3, se traduit par un écoulement plus faible dans la partie aval du bras du moulin (partiellement obstrué) et le rassemblement des écoulements dans la partie aval du bras secondaire. Ce scénario reste fortement dépendant des hypothèses prises en ce qui concerne les le rôle des obstructions.

Les profils en long des bras de rivières à Navaux, pour la crue QMNA5 sont donnés dans les figures ci-dessous.

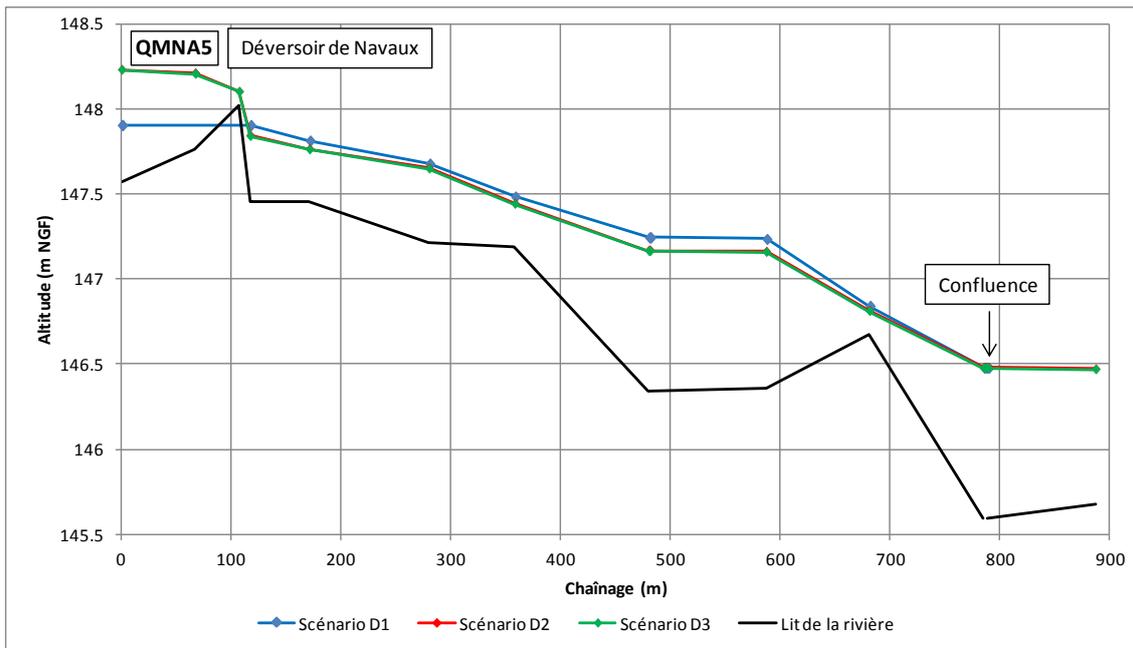


Figure 3-38 : Profil en long du bras principal de la Semoy à Navaux – QMNA5

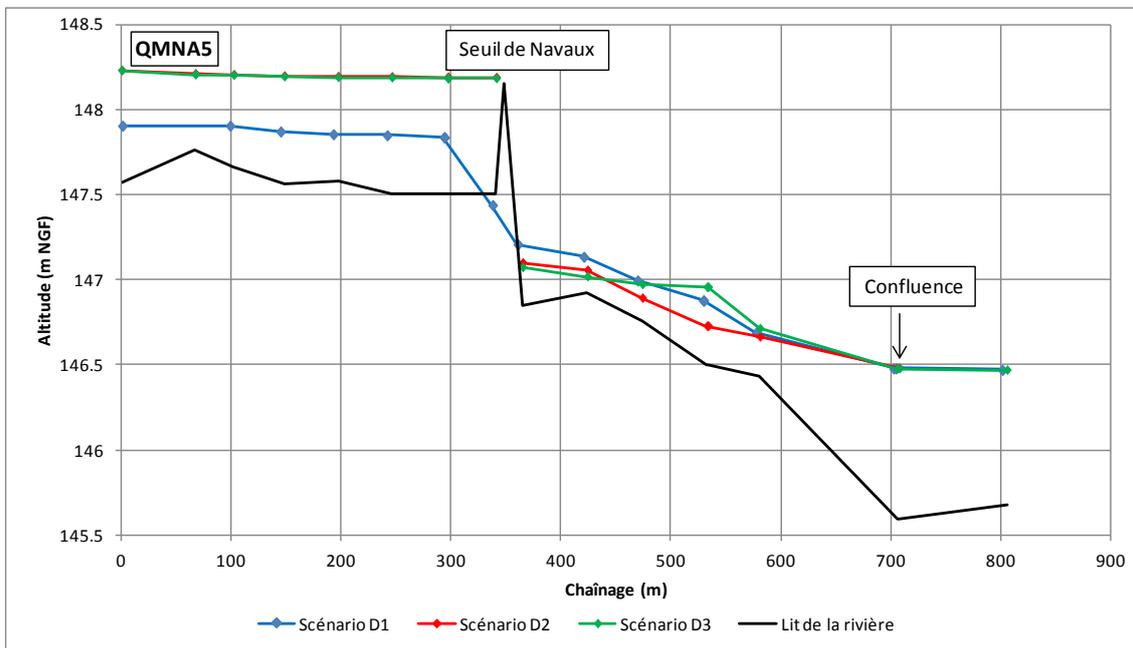


Figure 3-39 : Profil en long du bras secondaire de la Semoy à Navaux – QMNA5

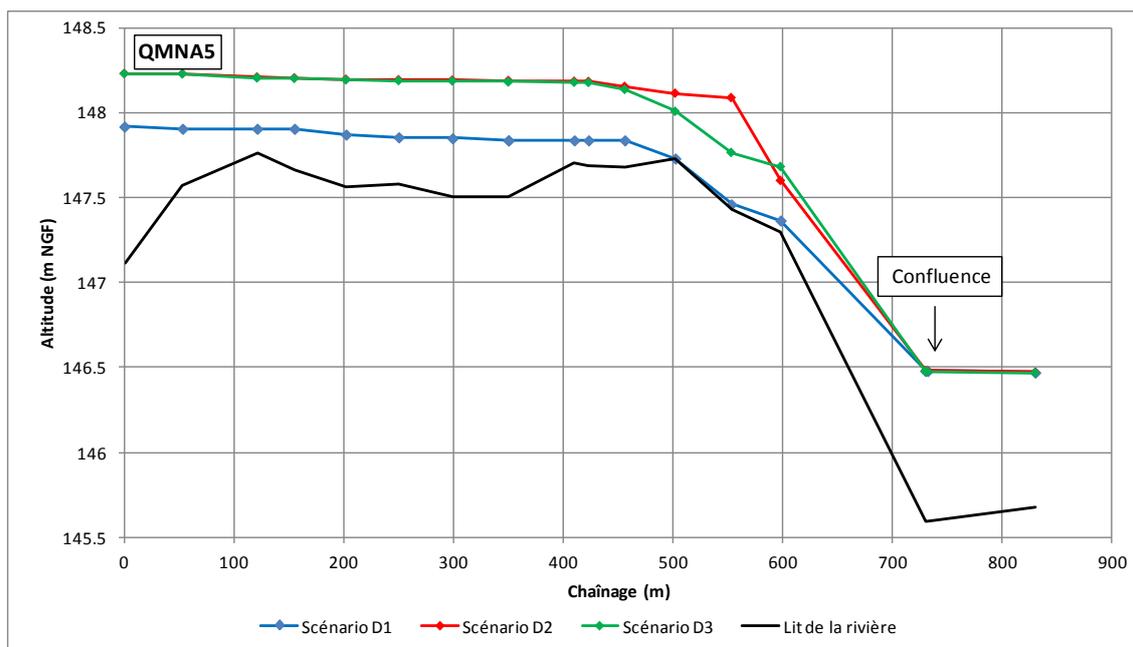


Figure 3-40 : Profil en long du bras de l'ancien moulin à Navaux – QMNA5

Module et double module :

- Scénario D1 : Le débit dans le bras du moulin ne commencera vraiment à augmenter que pour le double module, qui constitue déjà une situation de crue. Il reste très faible ($0.3 \text{ m}^3/\text{s}$) lorsque l'écoulement de la Semoy correspond au module. Le bras principal reste celui par lequel transite la majeure partie du débit.
- Scénario D2 : Le bras secondaire est logiquement plus alimenté avec ce scénario. Le débit dans le bras du moulin atteint $6.5 \text{ m}^3/\text{s}$, soit environ 10 %, lorsque le débit de la Semoy correspond au double module.
- Scénario D3 : la seule différence par rapport au scénario D2, concerne la reprise des écoulements du bras moulin, dans le bras secondaire.

Crue :

- Les scénarios D2 et D3 sont équivalents lors des crues. Le scénario d'arasement (D1) permet un abaissement de la ligne d'eau en amont (SEM_166) compris entre 30 et 40 cm jusqu'à la crue centennale. Cette valeur diminue ensuite 10 cm pour les crues extrêmes ($Q_{100+30\%}$).

3.1.4.6 Analyse des scénarios

Un tableau récapitulatif présentant les avantages et les inconvénients de chaque scénario en termes de lutte contre les inondations, de fonctionnalité écologique et hydromorphologique du cours d'eau ainsi que des usages est disponible à Annexe F. Un système de cotation tenant également compte du coût des scénarii permet la comparaison des solutions.

Il est constaté que **l'effacement total** permettrait la restauration complète de la continuité piscicole et sédimentaire mais nécessiterait la modification de l'exutoire du déversoir d'orage de la STEP de la commune (aucune information sur cette contrainte n'est disponible à ce stade). Il n'y aurait plus de contraintes pour la pratique du canoë.

La réhabilitation du bras du moulin permet de maximiser la capacité d'écoulement. Elle entraîne cependant des coûts supplémentaires et des contraintes d'entretien.

L'arasement des seuils est fort probablement plus profitable que le maintien du bras, en ce qui concerne l'amélioration des écoulements lors des crues. Ce maintien doit donc être évalué en fonction de la volonté de conserver ce témoin de l'activité passée.

En ce qui concerne le **scénario intermédiaire**, la continuité piscicole serait restaurée au moyen de deux rampes d'enrochement. Un passage limité des sédiments serait assuré en moyenne et hautes eaux par les rampes ou par déverse lors des crues. Les seuils n'étant pas très haut, cet impact reste modéré. Il n'y aurait plus de contraintes pour la pratique du canoë et le site serait mis en valeur.

Le scénario de « **réfection à l'identique** » est plus ici un scénario de référence.

La restauration de la continuité piscicole en tout temps serait assurée grâce à la création de rampes d'enrochement. Le passage des sédiments serait limité à ce qui peut circuler dans les rampes d'enrochement ou par déverse lors des crues. Il n'y aurait plus de contraintes pour la pratique du canoë.

Le coût de réalisation sera principalement lié à la création de la rampe d'enrochement et à l'élimination des embâcles. Ce scénario ne comprend aucune amélioration (écoulement, embâcles) par rapport à la situation actuelle et l'on peut même craindre des détériorations futures inévitables (par ex. suite à l'effondrement des voutes). Les frais d'entretien seront fonction de la volonté de maintenir un site fonctionnel.

L'effacement total semble être le scénario le plus favorable. Le maintien ou non de l'ancien chenal du moulin reste ouvert.

3.1.5 Etang de Linchamps

3.1.5.1 Description du site

L'étang de Linchamps est situé à l'aval du village, à la confluence du ruisseau de l'Ours et du Saint-Jean. Cet ancien barrage n'est plus en eau depuis quelques années et actuellement, les vannes sont ouvertes en permanence. Cet aménagement a été construit pour fournir la force motrice et plus tard, l'électricité aux moulins et industries qui se sont développés à cet endroit.

L'ouvrage de vidange est composé de cinq ouvertures. Les trois ouvertures en rive gauche peuvent être munies de batardeaux pour régler les débits et niveau d'eau. Les deux en rive droite sont fixes et servent de déversoir de crue.

Il existe une chute à l'aval immédiat du système de vidange et une deuxième quelques dizaines de mètres plus loin. Cette dernière a pour fonction de permettre l'alimentation en eau des autres petits étangs présents sur le site.

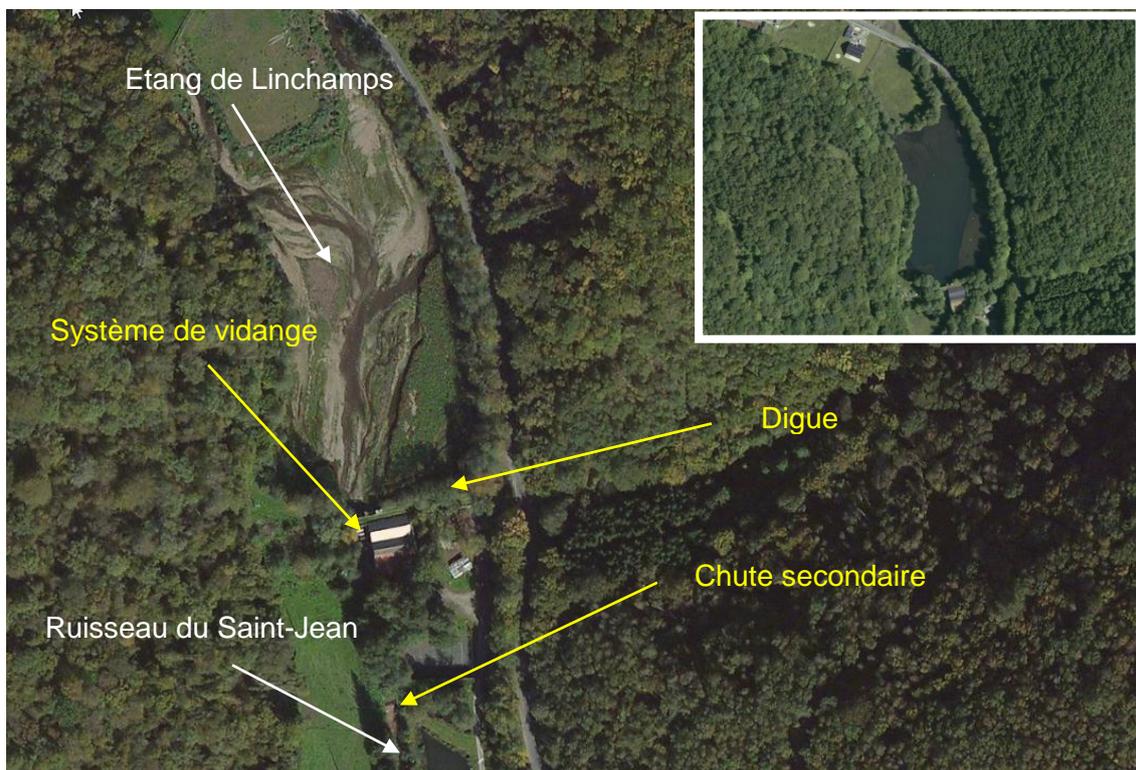


Figure 3-41 : Plan de situation Etang de Linchamps (Encart : Situation en eau 2007)

Une quantité importante de sédiments a été piégée dans l'étang, lorsque celui-ci était en eau. Depuis la mise à sec, le ruisseau s'est recreusé un lit mineur sur cette accumulation. Le développement d'un lit en tresses est par ailleurs visible sur le terrain.

Ce nouveau tracé est caractérisé par une réduction sensible de la pente du profil en long par rapport aux biefs amont et aval. Cette réduction permet au phénomène de dépôt de se poursuivre actuellement, mais à un rythme réduit par rapport à la situation avec un étang en eau.

Pour le reste du Saint-Jean, on rappellera qu'il s'agit d'un cours d'eau de première catégorie piscicole, principal affluent de la Semoy sur sa partie française.

La succession d'ouvrages sur le Saint-Jean est schématisée et cartographiée à Annexe E. L'ouvrage de vidange de l'étang de Linchamps y est également décrit.

3.1.5.2 Aspects réglementaires

3.1.5.2.1 Barrage des anciennes forges de Linchamps

M. Laguard établit sans autorisation un moulin à farine à Linchamps en 1826. Le mécanisme du moulin est adapté à l'arbre qui fait mouvoir la roue d'un brocard à crasse situé sur la digue

de l'étang. Le 7 septembre 1890, une ordonnance du roi régule la situation en autorisant M. Laguard à conserver le moulin. D'après ces informations, il n'y a pas de droit fondé en titreⁱⁱⁱ (les notes de fin sont rassemblées à l'Annexe M) car le moulin a été construit après l'abolition des droits attachés aux moulins du 04/08/1789.

Par la suite, les anciennes forges de Linchamps deviennent une usine d'estampage qui est ensuite transformée en une entreprise de galvanisation et de location de force motrice pour tourneurs, dépendante de la société Stévenin-Nolleaux des Hautes-Rivières. L'usine est alors équipée d'une turbine fonctionnant à l'aide d'une conduite en charge alimentée par le plan d'eau de Linchamps.

Aujourd'hui, le site n'est plus en activité et a été acheté en 2013 par Monsieur Manquillet qui utilise les bâtiments pour stocker du matériel. La force hydraulique n'est plus utilisée pour l'alimentation en électricité des bâtiments.

3.1.5.2.2 Plans d'eau en aval

En aval, d'autres moulins utilisaient l'eau du Saint-Jean lors de l'établissement du moulin de Linchamps, comme le moulin de la Rayère. Leurs déversoirs sont autorisés par ordonnance du roi du 26/05/1824.

Les plans d'eau appartiennent également à Monsieur Manquillet qui souhaite les maintenir pour l'agrément.

3.1.5.2.3 Piège à sédiments

Lors des crues de 1993 et 1995, la zone de confluence entre le Saint-Jean et la Semoy a été fortement inondée. Des formations d'atterrissements ont été constatées sur cette zone, ayant pu influencer les niveaux d'eau. Pour résoudre ce problème de dépôt, la DDAF choisi de réaliser un piège à sédiments sur la partie aval du ruisseau à partir des plans détaillés de SAFE datant de 1996 (Paul, 2006). Aucun dossier d'autorisation relatif au décret n°93-743 du 29/03/1993 alors en vigueur ni aucun document d'incidence n'ont été établis lors de la création de l'ouvrage en 1998 (Paul, 2006).

Ces terrains sont situés sur le domaine communal.

3.1.5.2.4 Liste des procédures juridiques et réglementaires pour modifier les ouvrages

Les démarches administratives nécessaires afin de modifier les ouvrages sont :

- Possibilité 1 : une déclaration d'intérêt général (DIG)^{iv} afin d'utiliser des fonds publics sur des ouvrages privés sans l'accord formel des propriétaires (accord conseillé mais pas obligatoire). Dans le cadre du ruisseau St-Jean, cette possibilité semble la plus appropriée compte-tenu de l'effet sur la problématique inondation. PEMA conseille néanmoins d'avoir systématiquement recours à l'obtention de l'accord des propriétaires ;
- Possibilité 2 : pour des travaux ponctuels sur cours d'eau (comme les travaux sur les ouvrages), l'article L.211-7-1 du Code de l'Environnement permet aux collectivités d'intervenir sans DIG sous réserve d'obtenir l'accord de l'exploitant et/ou du propriétaire et de la participation financière de ceux-ci aux travaux. Dans le cadre du St-Jean, le désintérêt des propriétaires ralentirait la procédure ;
- un dossier au titre de la nomenclature loi sur l'Eau (DPE)^y ;
- une Déclaration de projet de Travaux (DT)^{vi} à remplir par le maître d'ouvrage ;
- une Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (DICT) à remplir par l'exécutant ;

L'acquisition foncière de l'étang de Linchamps par la commune de Hautes-Rivières ou par la Communauté de Communes Meuse Semoy serait un plus qui assurerait la stabilité des mesures de gestion.

Une étude de dimensionnement de passe à poissons doit se baser sur une topographie précise.

Sur base des informations disponibles (à confirmer), il s'agit d'un ouvrage de Classe D et ne nécessiterait donc pas une étude de danger.

Le ruisseau de Saint-Jean ainsi que ses affluents sont classés au 1° de l'article L214-17 du code de l'environnement, ce qui signifie qu'aucun nouvel obstacle à la continuité écologique ne peut y être installé.

3.1.5.3 Rappel des enjeux

3.1.5.3.1 Usages

Voir ci-avant.

3.1.5.3.2 Hydraulique

L'incidence de l'étang de Linchamps sur les crues et sur le transport sédimentaire dépendra très fort de la manière dont sa gestion sera envisagée. Interviendront dans cette analyse :

- Le volume de stockage (relation hauteur volume, avec ou sans dragage de sédiment) ;
- Le niveau d'eau initial ;
- Les débits et les volumes des crues ;
- Les caractéristiques hydrauliques de l'ouvrage de vidange (nombre et dimensions des passes ouvertes à l'écoulement, courbes Hauteur-Débit,...)

La discussion sera menée ci-après sur base des résultats de simulation.

3.1.5.3.3 Etude hydromorphologique et piscicole

Hydromorphologique et transport sédimentaire

Comme mentionné précédemment le ruisseau Saint Jean est le principal affluent de la Semoy sur le territoire français. Son profil en long présente une pente moyenne élevée et supérieure à 1.1 % pour le tronçon entre Linchamps et Hautes-Rivières.

Les biefs amont et les affluents ont des valeurs encore bien supérieures (Tableau 3-37).

Tableau 3-37: Pentes moyennes du Saint-Jean et de ses principaux affluents

Cours d'eau	Pente moyenne
Ruisseau Saint-Jean tronçon entre Linchamps et Hautes-Rivières	1,1%
La Charme	5,3%
La Rivette	6,7%
Ruisseau de l'Ours	4,5%
Le Bertembas	6,9%
Ruisseau du corbeau	6,0%
Ruisseau de la papeterie	6,6%

Tous ces cours d'eau ont donc un pouvoir érosif important et sont capables, lors des crues de mobiliser une quantité importante de sédiments.

Des atterrissements ont effectivement été observés lors des crues de 1993 et 1995, au niveau de Hautes-Rivières. Il a été suspecté que ces apports massifs aient aggravé l'impact des inondations dans la localité. A l'issue de ces événements, des mesures préventives ont été prises pour limiter les débordements. Les principales concernent :

- La création du piège à sédiment en amont de la commune (1200 m) ;
- Le réaménagement de la confluence avec la Semoy (aménagement du « Faru », bras secondaire débouchant tangentiellement dans la Semoy)

Evaluation qualitative

La puissance d'une rivière est une mesure de son pouvoir érosif.

Elle est fonction des conditions hydrologiques et de la morphologie du cours d'eau (pente, forme de la vallée, style fluvial...). Sa variabilité est donc à la fois spatiale et temporelle.

La puissance d'un cours d'eau (Ω) se calcule à partir du produit du débit (Q) par la pente de la ligne d'énergie (J) :

$$\Omega = \gamma QJ \text{ (en watt/m)}$$

On l'exprime habituellement sous forme de puissance spécifique (ω) en rapportant la valeur à la largeur du cours d'eau (l).

$$\omega = \Omega / l \text{ (en watt/m}^2\text{)}$$

Avec :

- γ est le poids volumique de l'eau (9810 N/m³),
- Q le débit (m³/s),
- J la pente de la ligne d'énergie (en m/m) et
- l la largeur du lit pour le débit considéré (m)

Ces grandeurs peuvent être calculées pour n'importe quel débit, mais il est d'usage de le faire pour le débit des crues morphogènes ou de plein bord, qui ont généralement une période de retour de l'ordre de 2 ans. On peut en effet montrer que ce sont ces crues qui globalement transportent le plus de sédiments (les crues plus faibles ayant un pouvoir érosif moindre et les plus fortes véhiculent des quantités moindres dû à leur faible fréquence et au fait que les débordements en lit majeur génèrent moins de sédiment).

L'évaluation de la puissance du Saint-Jean a été menée pour différentes sections du tronçon modélisé.

Pour le Saint-Jean, le débit pris en compte est celui de la crue quinquennale, car cette crue correspond effectivement au début des débordements (Figure 3-42).

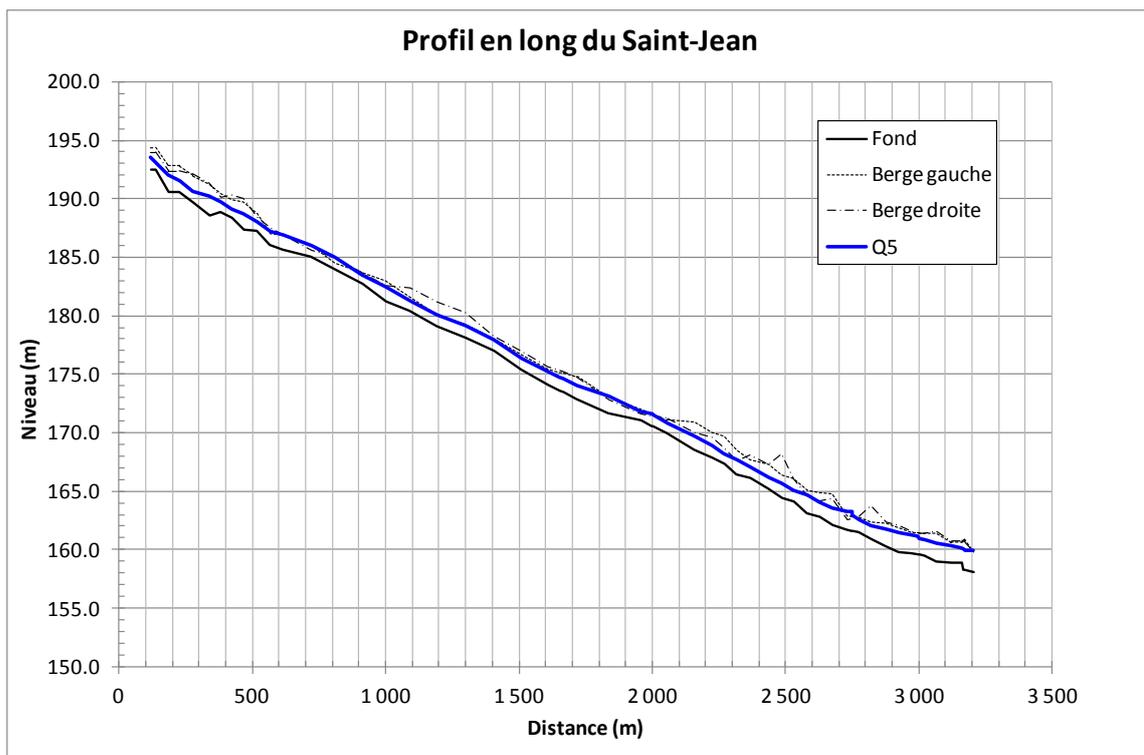


Figure 3-42 : Profil en long du Saint-Jean et ligne d'eau pour le Q5

Les valeurs obtenues sont reprises à la Figure 3-43. Sur la plus grande partie du tracé, elles se situent entre 100 et 150 Watt/m², ce qui confirme le pouvoir érosif du ruisseau et la faculté qu'il aura à revenir rapidement à un état d'équilibre et à une géométrie naturelle après une perturbation (caractéristique des rivières ayant une puissance spécifique supérieure à 35 Watt/m², Malavoi 2007).

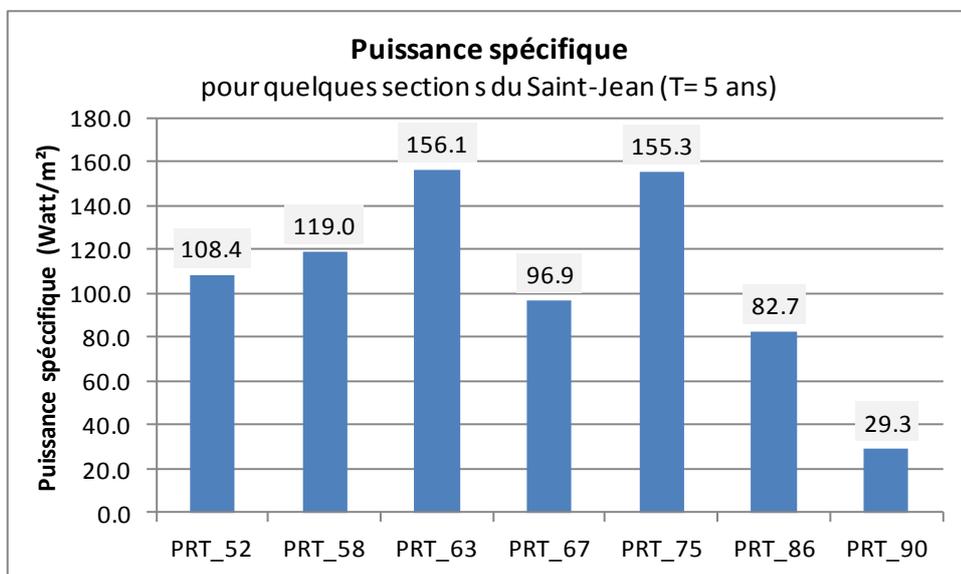


Figure 3-43 : Puissances spécifiques calculées pour différentes sections du Saint-Jean

On remarquera également que ces valeurs chutent au niveau de la confluence avec la Semoy ($\omega = 29.3 \text{ m}^3/\text{s}$ au PRT 90).

La valeur moindre du PRT 67 correspond à la zone du piège à sédiments.

Les mêmes constatations peuvent être tirées de l'analyse des vitesses moyennes calculées par le modèle.

Celles-ci ont été réparties en classe et reportées sur le profil en long en respectant un code de couleurs. Les points de la figure représentent les valeurs obtenues par le modèle au droit des sections, les lignes qui relient ces points sont codifiées sur base de la même grille, en fonction de la vitesse moyenne du tronçon (moyenne des sections amont et aval).

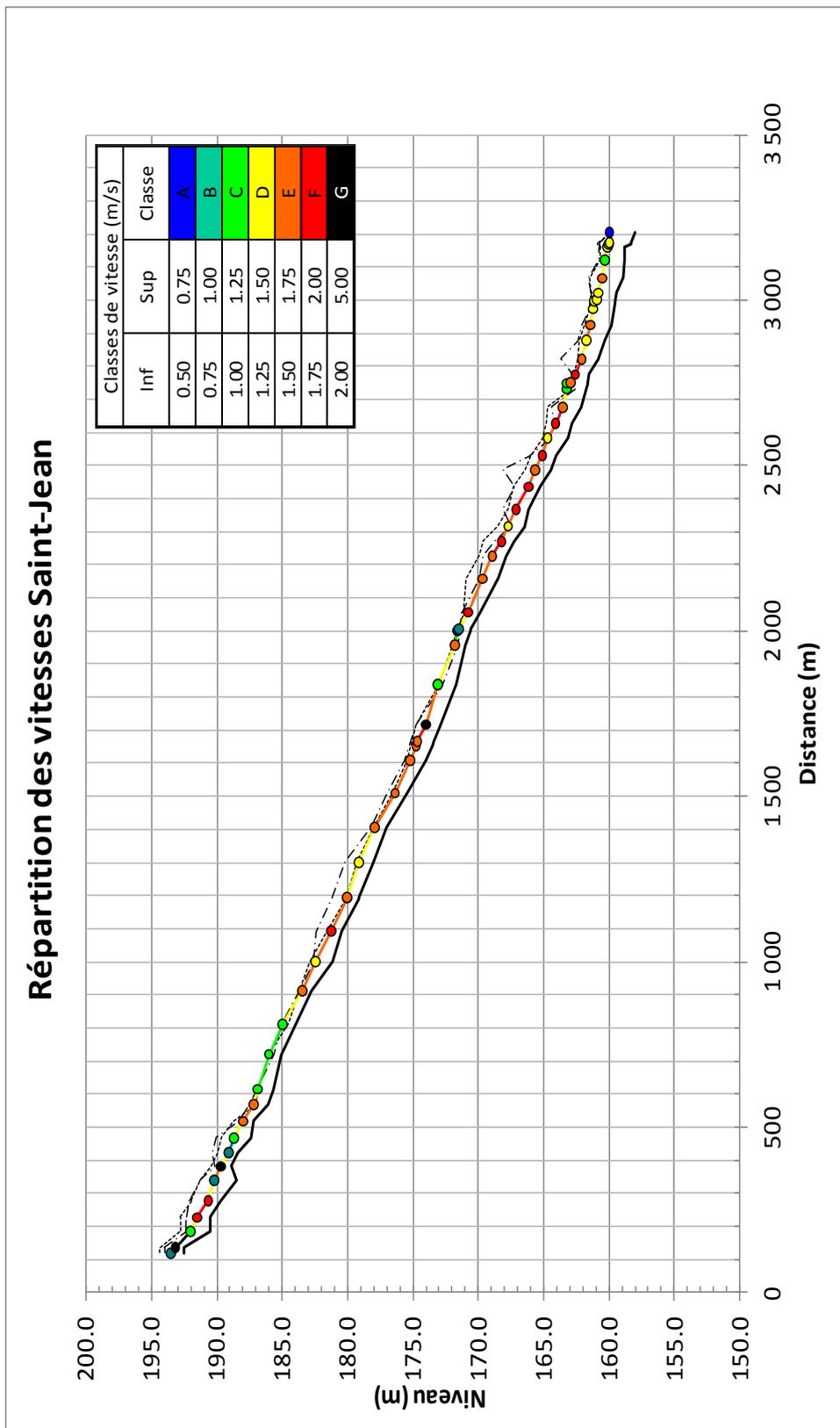


Figure 3-44 : Répartition des vitesses sur le Saint-Jean pour le Q5

Si l'on considère, sur base du diagramme d'Hjulström (Figure 3-45), que pour le matériau en place (cailloux grossiers, dimension de l'ordre de 50 mm), les vitesses d'érosion et de dépôt sont de l'ordre du mètre par seconde, on peut clairement distinguer sur le profil en long de la Figure 3-44, les tronçons présentant un risque d'érosion, de ceux où le processus de sédimentation dominera.

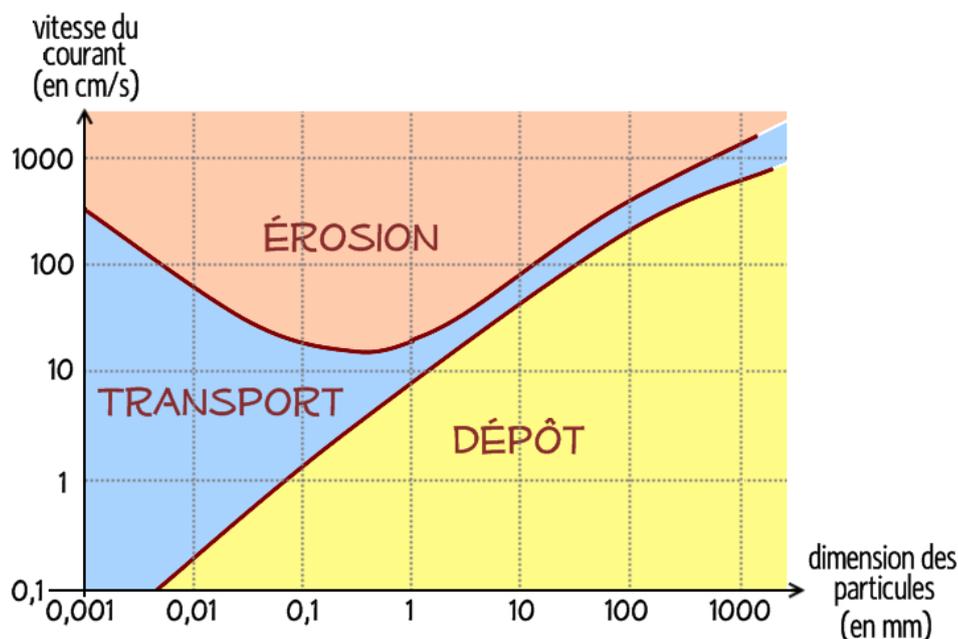


Figure 3-45 : Diagramme d'Hjulström

Sur base de cette analyse, le profil en long du ruisseau Saint-Jean entre Linchamps et la confluence avec la Semoy peut être divisé en trois zones principales :

- Avant la cumulée 800 m, les vitesses sont fort variables et on observe une alternance de section à forte vitesse et des zones plus lentes. Les zones de dépôt (étang de Linchamps et à l'amont du seuil aval) alternent avec des sections au pouvoir érosif plus important (couleurs rouge et noire). Le fond du ruisseau est lui aussi irrégulier avec la présence de plusieurs contre-pentes (notamment en amont des seuils) ;
- La partie médiane (tronçon entre les cumulées 800 m et 2800 m) est plus homogène et montre des vitesses régulières et globalement assez soutenues (couleurs orangée et rouge). Un léger ralentissement est également observable au niveau du piège à sédiments (cumulées 1800-2000) ;
- Pour la fin du tracé, on observe que la pente moyenne du profil en long s'adoucit. Les vitesses diminuent progressivement et redeviennent faibles au niveau de la confluence. Cette réduction des vitesses peut également s'expliquer par le maintien de niveaux d'eau élevés (condition aval de la Semoy) et la division des écoulements dans les deux bras formant la confluence.

La zone impactée par ce ralentissement s'étend sur environ 200 à 300 m à l'amont de la confluence, ce qui correspond bien aux tronçons où se produit la majeure partie des dépôts de sédiments.

En conclusion, il apparaît logique d'observer une sédimentation au niveau du tronçon terminal du Saint-Jean puisque plusieurs facteurs contribuent à ce phénomène. L'adoucissement de la pente et les niveaux d'eau de la Semoy sont des contraintes imposées qu'il est impossible de modifier. Il pourrait être envisageable d'adapter le recalibrage des bras exutoires, mais une modélisation plus fine (2D ?), basée sur des données topographiques plus précises, serait requise et même dans ces conditions, il n'est pas assuré que des résultats vraiment relevants puissent être obtenus.

C'est pourquoi au niveau de Hautes-Rivières, la principale proposition concerne la réalisation d'un suivi régulier. Cette approche et ses implications seront développées plus en détails en Phase 3.

Continuité piscicole

En ce qui concerne la **continuité piscicole**, la majorité des ouvrages n'est pas franchissable par la truite de rivière (*Salmo trutta fario*), qui est l'espèce repère du Saint-Jean (Tableau 3-38) ou par l'anguille (*Anguilla anguilla*) qui ne peut franchir le radier pas suffisamment rugueux (Tableau 3-2).

Il existe un important enjeu de rétablissement de la continuité piscicole sur le Saint-Jean et ses affluents. En effet, ils comptent des zones de **frayères** importantes pour les salmonidés, notamment pour la truite. A plus long terme, le Saint-Jean pourrait accueillir des saumons atlantiques (*Salmo salar*) réintroduits pour le moment sur la Haute Semois par le projet Saumon 2000.

Tableau 3-38 : Caractéristiques de migration et de reproduction de la truite fario (*Salmo trutta fario*)

<p>Capacité de nage</p>	<p>La vitesse maximale de nage^{vii} pour la truite varie de 3 m/s à 4 m/s. Cette vitesse pouvant varier selon la température de l'eau et selon la taille des individus.</p> <p>La vitesse de croisière^{viii} varie de 0,6 m/s à 1,3 m/s en fonction de la taille des individus.</p> <p>Les critères hydrauliques à respecter dans un ouvrage de franchissement destiné à la truite sont (Larinier <i>et al.</i>, 2006) : une vitesse maximale dans les jets de 2 m/s, une hauteur d'eau minimale de 30 cm, une puissance dissipée maximale comprise entre 500 et 600 W/m³.</p>
<p>Comportement migratoire</p>	<p>Durant 26 mois, Ovidio <i>et al.</i> (1998) ont étudié par radiopistage les migrations de truites dans l'Aisne (Ardennes belges).</p> <p>Dans cette région, les migrations vers l'amont (maximum observé de 25 kilomètres) ont principalement lieu en octobre et pendant la première quinzaine de novembre. Ces migrations sont déclenchées par des variations combinées du niveau d'eau et de la température (gamme de 10°C à 14°C).</p> <p>Le frai a lieu de la deuxième quinzaine de novembre à la fin décembre, dans le cours principal (largeur maximale : 10 m) ou dans de petits affluents.</p> <p>Ainsi, la période de migration et de reproduction de l'espèce repère à prendre en compte pour le Saint-Jean et ses affluents s'étale de fin septembre à décembre.</p>

3.1.5.4 Propositions d'aménagement

Parmi les scénarios proposés, deux scénarios sont consacrés à des situations extrêmes (effacement total et réfection à l'identique) concernant le seuil. Deux autres scénarii proposent une solution intermédiaire. Tous les scénarios intégreront le rétablissement de la continuité écologique et feront l'objet d'un chiffrage.

3.1.5.4.1 Scénario E1 : L'effacement total de l'ouvrage

L'effacement total consiste en la suppression complète de l'ouvrage de vidange de l'étang de Linchamps, notamment le radier de l'ancien vannage, afin que le Saint-Jean retrouve son lit naturel. Le seuil en aval serait supprimé également (seuil d'alimentation de l'étang de la Rayère). Les seuils du piège à sédiments devront être adaptés. La digue serait conservée car son arasement nécessiterait la destruction des bâtiments qui lui sont adossés.

L'amont de l'ouvrage de vidange étant largement engravé, la suppression de l'ouvrage remobiliserait une grande quantité de sédiments.

Différentes hypothèses concernant la reformation du lit du Saint-Jean dans les dépôts sédimentaires peuvent être envisagées : incision naturelle - comme cela a été constaté lorsque les vannes se sont ouvertes en 2000 ou en 2005 pour sa vidange (Cf. illustrations à l'Annexe E) - ou un reprofilage du lit accompagné d'un terrassement plus ou moins lourd.

Pour simplifier la simulation, nous avons envisagé, dans un premier temps, le retour au profil initial de la vallée. Il s'agit d'une solution extrême, forcément peu réaliste, au vu de la quantité de sédiments qu'il faudra excaver. Elle sera utilisée comme comparaison par rapport aux autres scénarios.

Un tracé plus réaliste du ruisseau sera envisagé en phase ultérieure, si cette option est retenue. Il est évident que la remise en mouvement des sédiments devra être étudiée soigneusement afin d'éviter toute conséquence défavorable à l'aval (Hautes-Rivières).

Pour le chiffrage de ce scénario, le reprofilage du lit et des protections de berge ont été prévus. Pour ne pas évacuer de grande quantité de sédiments, ceux-ci seront laissés dans la cuvette de l'étang.

3.1.5.4.2 Scénario E2 : Maintien de l'ouvrage actuel

Le **premier scénario intermédiaire** a pour principe le maintien de l'ouvrage de vidange dans son état actuel, c'est-à-dire avec les vannes ouvertes.

Une passe à poissons sera à aménager. Deux options sont envisageables. Celle d'une rivière de contournement et celle de la reconstruction de la passe existante. Des exemples de tels ouvrages sont donnés aux figures suivantes (Figure 3-47 et Figure 3-46).

En ce qui concerne la rivière de contournement, compte-tenu de la hauteur de chute (de l'ordre de 2.50 m environ), elle serait relativement courte (pente jusqu'à 5 % pour une rivière de contournement dimensionnée pour la truite donc un ouvrage qui mesurerait une trentaine de mètres de long.

Le seuil aval serait enlevé, le profil rectifié et le système d'alimentation des autres petits étangs modifié.

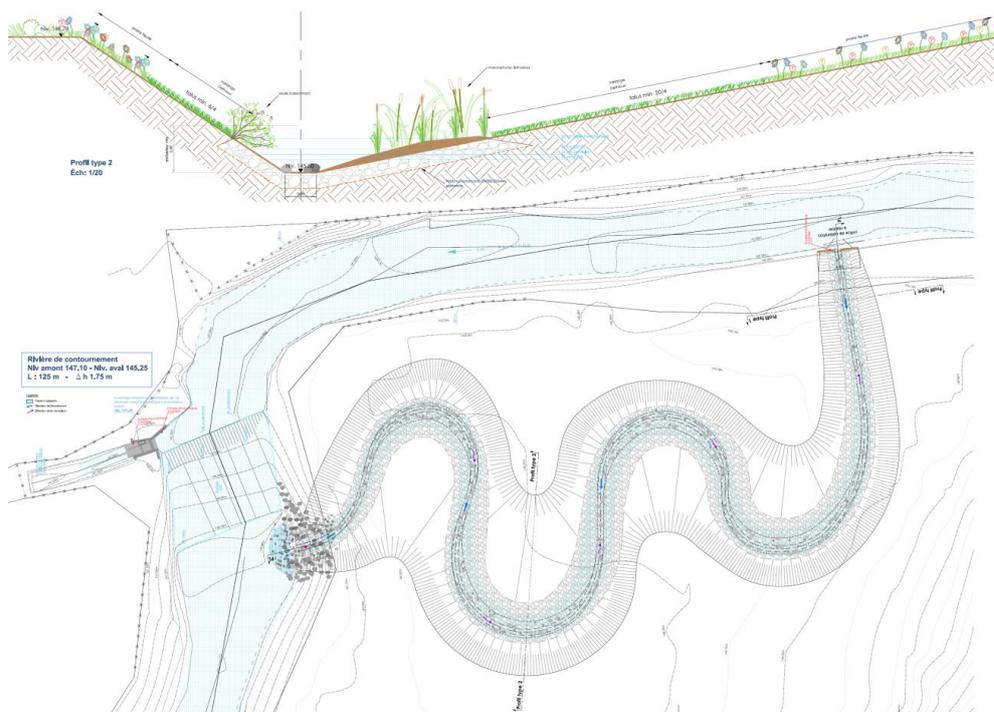


Figure 3-47 : Exemple d'une passe à poissons de type « rivière de contournement »

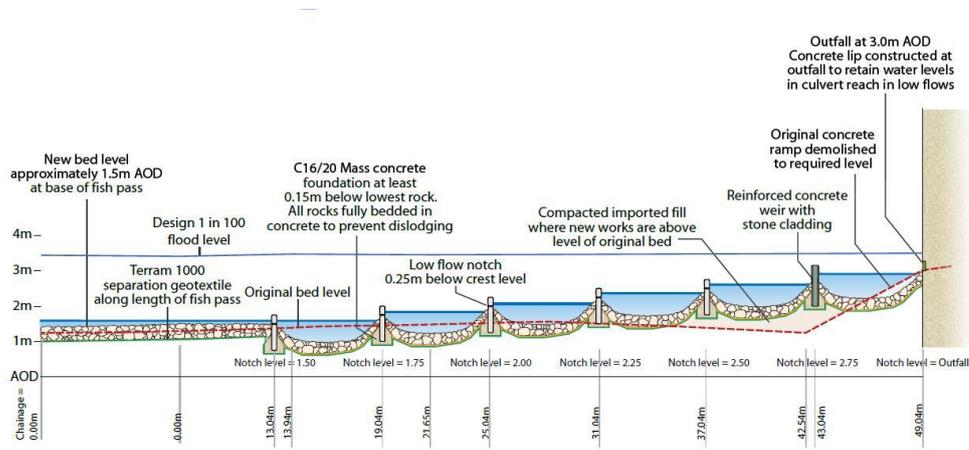
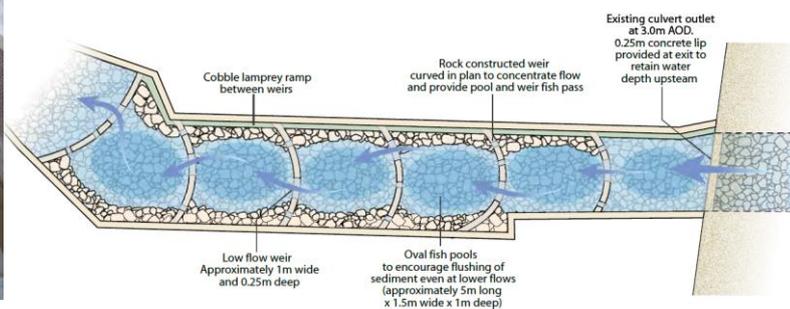
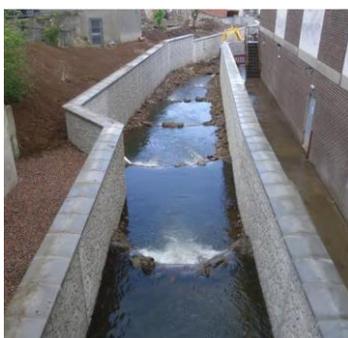


Figure 3-46 : Exemple d'aménagement d'une chute existante

3.1.5.4.3 Scénario E3 : Adaptation de l'ouvrage pour optimiser l'écrêtement des crues

Le **second scénario intermédiaire** implique d'adapter l'ouvrage de vidange pour favoriser un écrêtement des crues dans la zone du plan d'eau et ainsi essayer de réduire les inondations au niveau de Hautes-Rivières.

La recherche d'une solution performante a conduit à envisager plusieurs alternatives.

- La première, consiste à utiliser l'ouvrage existant en obturant une (variante 1) ou deux passes (variante 2). Cette solution présente les avantages de la simplicité et du moindre coût puisque l'ouvrage existant n'est pas modifié en profondeur. Une passe à poissons sera à envisager pour rétablir la continuité piscicole. La rampe rugueuse est privilégiée par rapport à la rivière de contournement, car elle est davantage compatible avec le marnage important qui sera réalisé dans l'étang. Elle devra être adaptée à la modification du système de vidange.
- La deuxième solution (variante 3), consiste à renouveler entièrement l'ouvrage et à le remplacer par un système de vidange qui se mettra en charge pour les crues importantes. Un exemple d'un tel ouvrage est repris à la Figure 3-48. Compte-tenu des nouvelles contraintes que subira l'ouvrage, le maintien de la structure existante et son adaptation ne semblent pas être des options réalistes et l'hypothèse d'un renouvellement complet a finalement été retenue. Cette solution permet d'envisager l'implantation du nouvel ouvrage au niveau du lit naturel du cours d'eau et ainsi supprimer la chute actuelle qui reste pénalisante d'un point de vue environnemental. La passe à poissons n'est dès lors plus nécessaire. Par contre, un reprofilage du cours d'eau dans les dépôts sédimentaires de l'étang sera à envisager. Ce reprofilage modifiera légèrement la courbe de stockage de la retenue, mais ce gain reste marginal.



Figure 3-48 : Exemple d'un système de vidange fixe avec mise en charge lors des crues

La solution la plus performante, pour limiter les crues, consiste à équiper l'ouvrage d'un système de régulation de type vanne levante ou vanne clapet. Ce dispositif permet de contrôler finement le débit de sortie. Sa régulation sera déterminée en fonction du débit aval et du volume de stockage disponible dans la retenue. Plus encore que pour la solution précédente, il s'agira d'un ouvrage entièrement neuf, implanté au niveau du lit naturel. La Figure 3-49 présente un exemple de ce type.



Figure 3-49 : Ouvrage de vidange avec système de régulation par vanne clapet amovible

Le dimensionnement de ces ouvrages est une opération qui peut être laborieuse.

Pour la première variante, une, puis deux passes, ont été obturées sur l'ouvrage existant.

Pour les deux autres variantes, le prédimensionnement à viser à obtenir un ouvrage efficace pour la crue cinquentennale. C'est en effet pour les crues de cette importance (période de retour comprise entre 20 et 50 ans) que les premiers débordements surviennent au niveau de Hautes-Rivières.

Pour l'ouvrage de type ajustage, la dimension de l'ouverture a été déterminée par essais-erreurs de manière à utiliser tout le volume de stockage (niveau max dans l'étang à la cote 199.0m) lors de la crue cinquentennale.

Pour l'ouvrage avec clapet, une estimation préliminaire du débit régulé peut être établie, sans modélisation, sur base de l'analyse de l'hydrogramme de crue et de la courbe Hauteur-Volume de l'étang. La modélisation réalisée ensuite, a permis de confirmer les valeurs obtenues.

Les valeurs issues de ces prédimensionnements seront présentées ci-après.

3.1.5.4.4 Scénario E4 : Réfection à l'identique

La réfection à l'identique, avec un étang en eau, est également un scénario peu réaliste et non souhaitable, d'un point de vue sécuritaire et vis-à-vis de l'impact environnemental. Il est envisagé ici pour mémoire et afin de permettre la comparaison des autres options par rapport à la situation qui a prévalu sur le site durant de nombreuses années.

Il nécessite la création d'une longue passe à poissons ou d'une très longue rivière artificielle. Les systèmes d'alimentation des étangs en aval seraient également à modifier.

Il convient de rappeler, que tous les scénarios qui impliquent un stockage important dans l'étang nécessiteront le contrôle préalable de l'état des digues et des ouvrages maintenus, ainsi que la garantie qu'ils sont aptes à résister à ces nouvelles sollicitations. La mise en évidence de défauts majeurs ou de travaux de réhabilitation prohibitifs remettrait en question la faisabilité de ces variantes.

3.1.5.4.5 Evaluation des coûts

Le tableau ci-après reprend les évaluations des coûts des travaux pour l'étang de Linchamps (voir aussi les détails à l'Annexe I).

Les réserves émises ci-avant au paragraphe § 3.1.1.3.4 restent d'application. Comme pour le barrage de Phades, beaucoup d'incertitude affecte ces chiffres du fait de la connaissance très imparfaite de l'ouvrage et du nombre, ainsi que de la diversité, des possibilités d'aménagement.

Tableau 3-39 : Estimation des coûts des travaux des différents scénarios pour le site de Linchamps

	Estimation des coûts des travaux en € (HTVA)	
	Basse	Haute
Scénario E1 : Effacement total	120 000	180 000
Scénario E2 : Situation actuelle + Pap	110 000	170 000
Scénario E3 :		
Variante 1 et 2 Ouvrage existant + Papt	160 000	250 000
Variante 3 Nouvel ouvrage -ajutage	700 000	1 050 000
Variante 4 Nouvel Ouvrage - régulation	1 400 000	2 100 000
Scénario E4 : Etang en eau	140 000	210 000

Ce site nécessitera des études complémentaires plus lourdes que celles qui seront requises pour les autres aménagements.

Il s'agira notamment de réaliser:

- une campagne topographique de détail ;
- un diagnostic précis concernant l'état de l'ouvrage (digue et ouvrages de génie civil). En particulier, le scénario E3, impliquera de vérifier par des études complémentaires que l'ouvrage actuel et/ou les digues sont aptes à résister aux nouvelles contraintes que des mises en eau répétées occasionneront ;
- une étude de transport sédimentaire et l'évaluation du risque d'entraînement en fonction des choix retenus.

La variante 4 du scénario E3 est certainement l'option la plus onéreuse. Non seulement, l'ouvrage avec sa vanne amovible et son système de régulation devrait dépasser le million d'Euro, mais elle nécessitera également des dispositifs annexes et une logistique plus conséquente. Devront être prévus :

- L'installation d'une station limnimétrique en temps réel (hauteur et débit), y inclus sa calibration ;
- La mise en place d'un dispositif de communication et de régulation, assurant le contrôle des mouvements du clapet en fonction du débit observé;
- Un raccordement électrique sur le site (vanne) et au niveau de la station de mesure ;
- Un service compétent prenant en charge la gestion, le contrôle et l'entretien de l'ensemble du dispositif mis en place (télécommunication et appareils électromécaniques).

3.1.5.5 Modélisation

Le site de l'étang de Linchamps avec la localisation des ouvrages et des sections de contrôle est repris à la Figure 3-50.

Comme il n'y a pas d'écoulement sous pression, l'ouvrage est modélisé par un seuil. L'ouvrage de vidange est repris à la Figure 3-51.

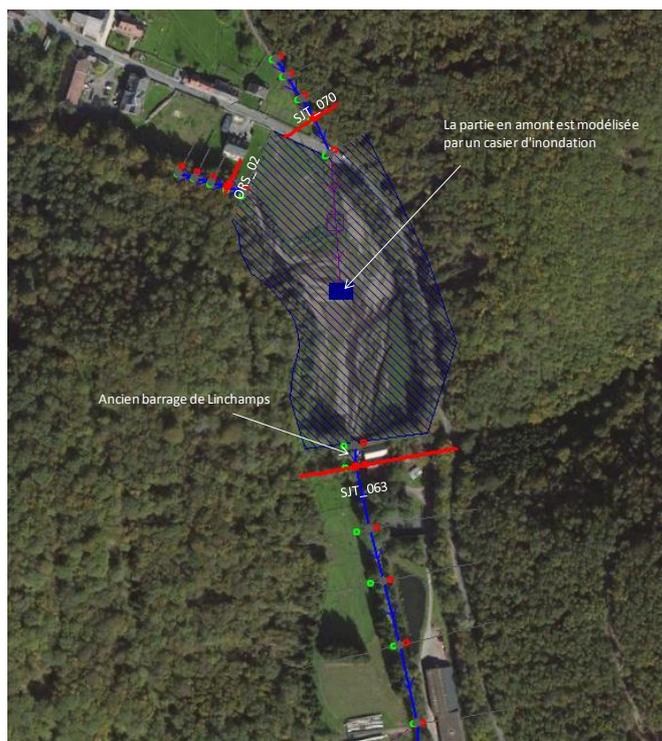


Figure 3-50 : Situation générale du site de Linchamps avec les sections témoins (lignes rouges) et les ouvrages (en jaune)

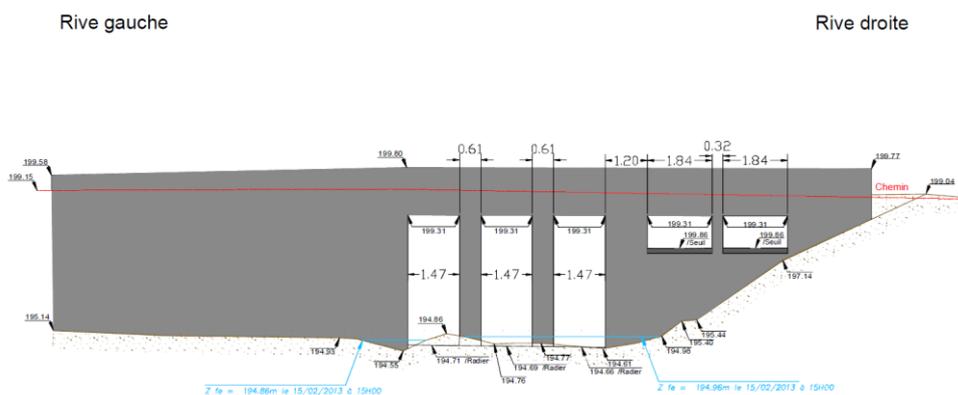


Figure 3-51 : Profil en amont du barrage de Linchamps

La description des profils en travers témoins choisis pour la comparaison des scénarios est donnée au tableau suivant :

Tableau 3-40 : Description des profils en travers témoins choisis pour l'analyse des scénarios

PT	Description
ORS_003 (riv. Ours)	Section au niveau de ruisseau de l'Ours
STJ_063 (aval St-Jean)	Section en aval de l'étang
STJ_070 (amont)	Section en amont de l'étang

3.1.5.5.1 Scénario E1 – Effacement total

L'objectif du scénario E1 est la réhabilitation la plus naturelle possible du site. Pour ce scénario, on envisage l'arasement de l'ouvrage de vidange et un déblaiement total des sédiments pour restaurer la pente naturelle du Saint-Jean. L'arasement de l'ouvrage de vidange consiste à supprimer le déversoir de l'ancien barrage. Le rétrécissement dû à la bâtisse de l'ancien moulin est conservé (Figure 3-52). Le seuil juste en aval du barrage de Linchamps (seuil N°1 du levé topographique) est également supprimé dans le cadre du scénario E1.



Figure 3-52 : Système de vidange et ancien moulin.

La zone excavée (option pour la simulation) est présentée à la Figure 3-53.



Figure 3-53 : Localisation de la zone à excaver pour retrouver un profil en long naturel du Saint-Jean.

La Figure 3-54 représente un profil en long en amont et en aval du barrage. La situation actuelle est représentée en noir avec le radier et la chute au niveau du système de vidange (cote = 194.7 m NGF). Le profil originel du ruisseau est évalué (pointillé rouge) en considérant le maintien d'une pente uniforme. A partir de ce profil, les sections en amont et en aval du barrage sont ajustées à la nouvelle cote du TN. La Figure 3-55 montre un exemple de reprofilage du profil en travers STJ_040 (en rouge) par rapport au profil actuel (situation actuelle représentée en noir). L'interpolation des profils en travers ajustés à la pente naturelle du Saint-Jean permet de modifier le Lidar de manière à tenir compte du déblaiement total des sédiments. La Figure 3-56 montre la comparaison du Lidar original (situation actuelle) avec le Modèle numérique de terrain adapté au scénario E1.

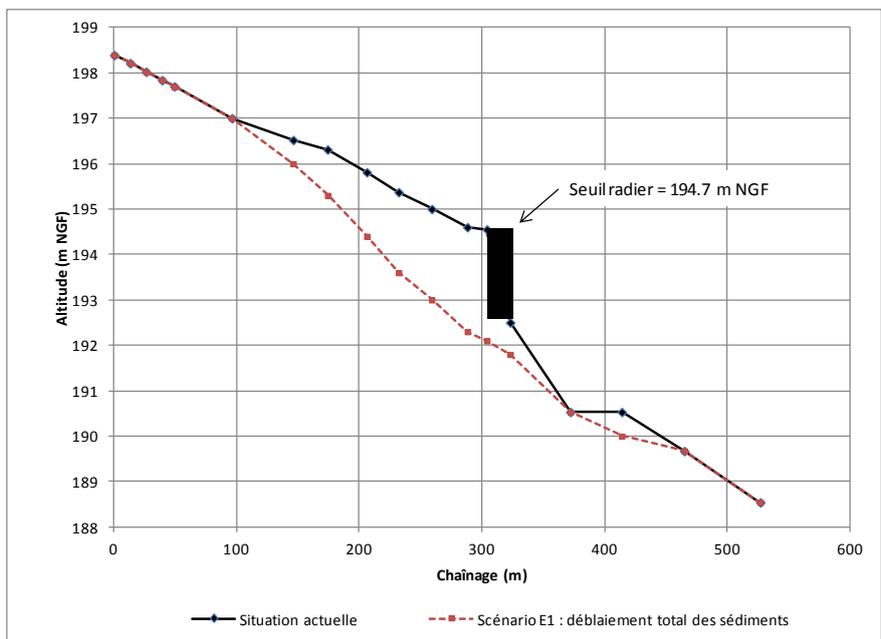


Figure 3-54 : Profil en long de la situation actuelle (en noir) et du scénario E1 (en rouge)

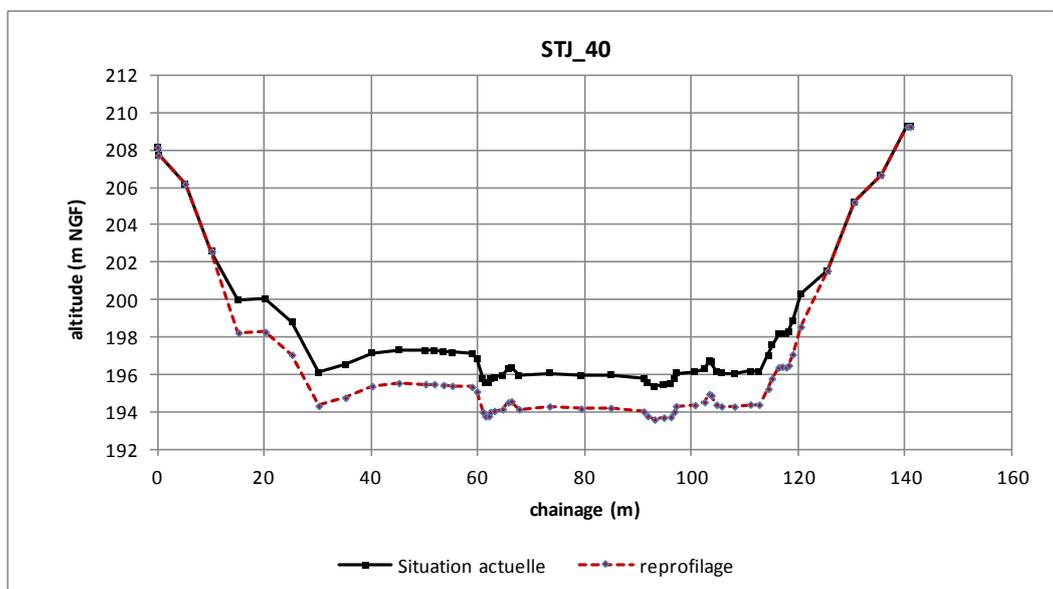


Figure 3-55 : Exemple du reprofilage d'un profil en travers (STJ_040).

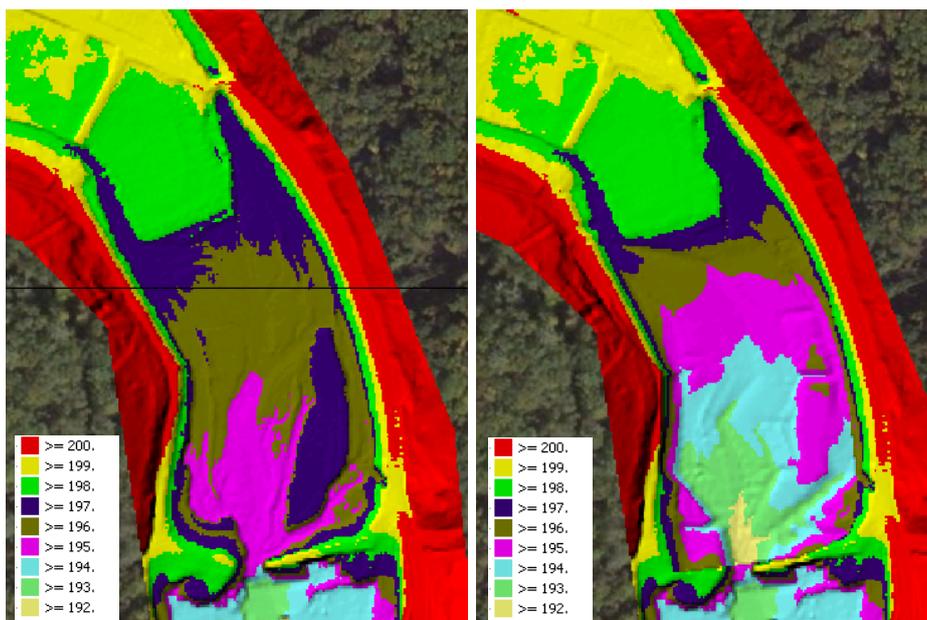


Figure 3-56 : Comparaison des modèles numériques de terrain :
Situation actuelle (à gauche) et MNT adapté du scénario E1 (à droite).

L'estimation du volume de stockage d'eau à partir du Lidar (situation actuelle) et du Lidar modifié (Scénario E1) en amont de l'emplacement de l'ancien barrage de Linchamps, est donnée à la Figure 3-57. Le volume d'excavation nécessaire est estimé à environ 5582 m³ (à partir de la cote de référence du Lidar = 195.1 m NGF).

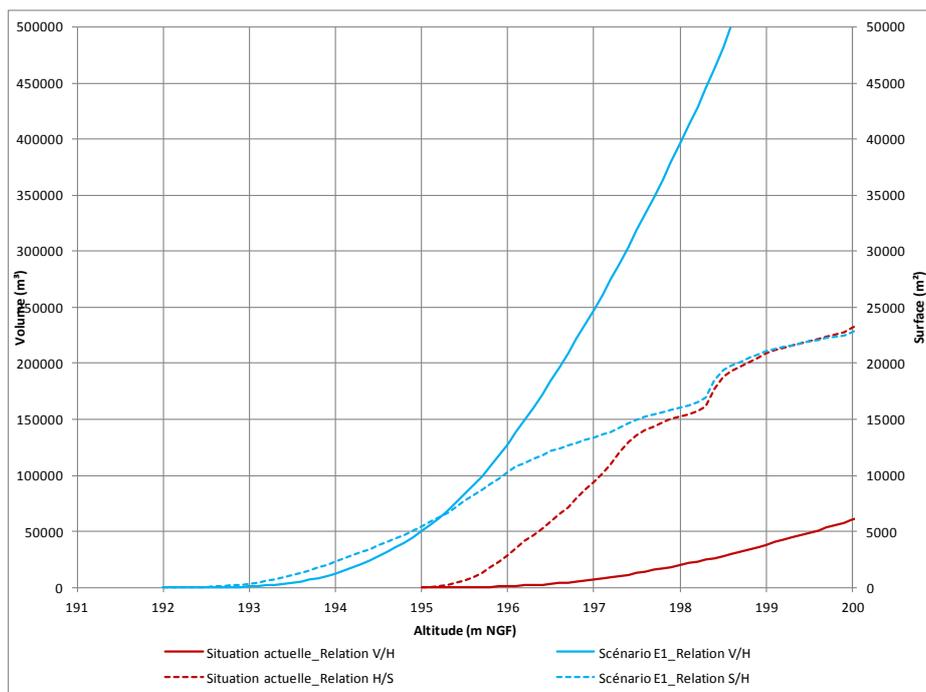


Figure 3-57 : Relations Volume / hauteur et Surface/ hauteur
pour la situation actuelle (en rouge) et le scénario E1 (en bleu)

Les résultats modélisés aux profils en travers de référence pour l'étiage et les crues synthétiques sont donnés aux tableaux ci-dessous.

Tableau 3-41 : Hauteurs d'eau et débits modélisés pour les crues synthétiques, Scénario E1

PT	QMNA5		Module		Module 2X	
	Q	H	Q	H	Q	H
ORS_003 (riv. Ours)	0.06	197.95	0.20	198.02	0.40	198.09
STJ_061 (aval)	0.12	191.88	0.58	191.98	1.16	192.03
STJ_070 (amont)	0.06	198.03	0.38	198.16	0.76	198.25

Tableau 3-42 : Hauteurs d'eau et débits modélisés pour les crues synthétiques, Scénario E1

PT	Q5		Q10		Q20		Q50		Q100		Q100+30%	
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
ORS_003 (riv. Ours)	198.46	3.13	198.58	4.46	198.68	5.79	198.80	7.55	198.87	8.88	199.04	11.54
STJ_061 (aval)	192.42	9.15	192.54	13.04	192.66	16.93	192.79	22.07	192.87	25.96	193.02	33.74
STJ_070 (amont)	199.09	6.0	199.42	8.6	199.62	11.1	199.74	14.5	199.80	17.1	199.88	22.2

Avec la relation hauteur / volume de la Figure 3-57 (courbe bleue), il est possible de déterminer à tout moment, le volume d'eau stocké dans l'étang. Les résultats sont repris aux tableaux ci-dessous pour l'étiage et les crues synthétiques.

Tableau 3-43 : Hauteurs d'eau modélisées (m NGF) et volume correspondant (m³) dans le casier d'inondation – débit d'étiage - Scénario E1

Casier d'inondation	QMNA5		Module		Module 2X	
	H	V	H	V	H	V
Étang de Linchamps	192.2	0.01	192.3	0.2	192.3	0.3

Tableau 3-44 : Hauteurs d'eau modélisées (m NGF) et volume correspondant (m³) dans le casier d'inondation - Scénario E1

Casier d'inondation	Q5		Q10		Q20		Q50		Q100		Q100+30%	
	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V
Étang de Linchamps	192.8	39.1	192.9	59.9	193.0	87.6	193.2	175.4	193.3	240.5	193.5	419.9

Avec ce scénario, la capacité hydraulique de l'écoulement à la sortie de l'étang est relativement grande (déterminée sur base de la première section aval), de sorte qu'il n'y a jamais un stockage important. C'est certainement vrai à l'étiage. Mais cela se vérifie aussi pour la crue extrême (seulement 420 m³ stocké au maximum, avec un niveau d'eau qui reste faible).

3.1.5.5.2 Scénario E2 – Maintien du seuil actuel

Pour ce scénario, l'ouvrage actuel du barrage de Linchamps est maintenu dans sa configuration actuelle, le seuil en aval (seuil N°1) est supprimé. Les résultats modélisés dans les profils en travers témoins et l'étang de Linchamps pour l'étiage et les crues synthétiques sont donnés aux tableaux ci-dessous.

Tableau 3-45 : Hauteurs d'eau et débits modélisés pour les débits d'étiage - Scénario E2

PT	QMNA5		Module		Module 2X	
	Q	H	Q	H	Q	H
ORS_003 (riv. Ours)	0.06	197.95	0.20	198.02	0.40	198.09
STJ_061 (aval)	0.12	192.55	0.58	192.66	1.16	192.71
STJ_070 (amont St-Jean)	0.06	198.03	0.38	198.16	0.76	198.25

Tableau 3-46 : Hauteurs d'eau et débits modélisés pour les crues synthétiques - Scénario E2

PT	Q5		Q10		Q20		Q50		Q100		Q100+30%	
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
ORS_003 (riv. Ours)	198.46	3.13	198.58	4.46	198.68	5.79	198.80	7.55	198.87	8.88	199.04	11.54
STJ_061 (aval)	193.17	9.15	193.17	13.04	193.25	16.92	193.37	22.06	193.45	25.96	193.59	33.74
STJ_070 (amont St-Jean)	199.09	6.02	199.42	8.57	199.62	11.14	199.74	14.52	199.79	17.08	198.88	22.20

Tableau 3-47 : Hauteurs d'eau modélisée (m NGF) et volume correspondant stocké (m³) dans le casier d'inondation, étiage - Scénario E2

PT	QMNA5		Module		Module 2X	
	H	V	H	V	H	V
Étang de Linchamps	194.9	0	194.9	0	195.0	0

Tableau 3-48 : Hauteurs d'eau modélisée (m NGF) et volume correspondant stocké (m³) dans le casier d'inondation- crues synthétiques - Scénario E2

PT	Q5		Q10		Q20		Q50		Q100		Q100+30%	
	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V
Étang de Linchamps	196.03	906.1	196.38	2543.9	196.7	4406.1	197.08	7882.1	197.36	11337.3	197.77	16924

La situation du scénario E2 est comparable à celle du scénario E1, si ce n'est un stockage plus important (17 000 m³) pour la crue extrême et des niveaux d'eau plus élevés (niveau du seuil plus haut + débit de sortie moindre).

3.1.5.5.3 Scénario E3 – Adaptation de l'ouvrage de vidange

L'objectif du scénario E3 est d'adapter l'ouvrage de vidange pour favoriser un écrêtement éventuel dans la zone du plan d'eau. Comme spécifié ci-avant, 4 variantes ont été envisagées.

Pour les variantes 1 et 2, l'ouvrage de vidange est conceptualisé par un orifice pour permettre de modéliser l'écoulement sous pression. Le radier de l'ouvrage de vidange est maintenu à la cote de 194.69 m NGF.

- Variante 1 : surface de l'orifice = 13.28 m² qui correspond à la section de passage de deux pertuis de l'ouvrage actuel ;
- Variante 2 : surface de l'orifice = 6.64 m² qui correspond à 1 pertuis.

Pour la variante 3, le prédimensionnement de l'ouvrage a conduit à envisager une ouverture rectangulaire de 2.20 m de large sur 1.25 m de haut.

Enfin, pour la variante 4, une vanne mobile de 5.6 m de large a été envisagée.

Les résultats de modélisation sont présentés ci-après.

Pour être complet, signalons encore que la possibilité d'augmenter sensiblement le stockage de l'étang par dragage des sédiments n'a pas été investiguée, compte-tenu du fort impact environnemental négatif que cela provoquerait.

Variante 1

Les résultats pour la variante 1 sont donnés ci-après.

Tableau 3-49 : Hauteurs d'eau (m NGF) et débits modélisés (m³/s) pour les crues synthétiques, Scénario E3 – Variante 1

PT	QMNA5		Module		Module 2X	
	Q	H	Q	H	Q	H
ORS_003 (riv.Ours)	0.06	197.95	0.19	198.02	0.39	198.08
STJ_061 (aval)	0.12	192.74	0.58	192.84	1.15	192.92
STJ_070 (amont St-Jean)	0.06	198.02	0.38	198.16	0.76	198.25

Tableau 3-50 : Hauteurs d'eau modélisées (m NGF) et volume correspondant stocké (m³) dans le casier d'inondation, Scénario E3 – Variante 1

PT	QMNA5		Module		Module 2X	
	H	V	H	V	H	V
Étang de Linchamps	194.9	0	194.9	0	195.0	0

Tableau 3-51 : Hauteurs d'eau et débits modélisés pour les crues synthétiques, Scénario E3 – Variante 1

PT	Q5		Q10		Q20		Q50		Q100		Q100+30%	
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
ORS_003 (riv.Ours)	198.46	3.1	198.58	4.5	198.68	5.8	198.79	7.6	198.87	8.9	199.03	11.5
STJ_061 (aval)	193.54	9.14	193.68	13.03	193.82	16.92	193.82	21.95	194.00	25.95	194.21	33.74
STJ_070 (amont St-Jean)	199.09	6.02	199.42	8.57	199.62	11.14	199.74	14.51	199.80	17.08	199.88	22.20

Tableau 3-52 : Hauteurs d'eau modélisée (m NGF) et volume correspondant stocké (m³) dans le casier d'inondation, Scénario E3- Variante 1

PT	Q5		Q10		Q20		Q50		Q100		Q100+30%	
	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V
Étang de Linchamps	196.2	1608	196.6	3721	196.9	5994	197.4	11337	197.7	15467	198.1	21458

Avec ce scénario, le niveau d'eau de la crue extrême atteint 198,1 m dans l'étang. Cela correspond à un volume stocké d'environ 21 500 m³. Par contre, on n'observe aucun écrêtement.

Variante 2

Les résultats pour la variante 2 sont donnés ci-après.

Tableau 3-53 : hauteurs d'eau (m NGF) et débits modélisés (m³/s) pour les crues synthétiques, Scénario E3 – Variante 2

PT	QMNA5		Module		Module 2X	
	Q	H	Q	H	Q	H
ORS_003 (riv. Ours)	0.06	197.9	0.20	198.02	0.40	198.09
STJ_061 (aval)	0.12	192.7	0.58	192.84	1.16	192.93
STJ_070 (amont St-Jean)	0.06	198.0	0.38	198.16	0.76	198.25

Tableau 3-54 : Hauteurs d'eau modélisée (m NGF) et volume correspondant stocké (m³) dans le casier d'inondation, Scénario E3 – Variante 2

PT	QMNA5		Module		Module 2X	
	H	V	H	V	H	V
Étang de Linchamps	194.9	0	195.0	0	195	0

Tableau 3-55 : Hauteurs d'eau et débits modélisés pour les crues synthétiques, Scénario E3 – Variante 2

PT	Q5		Q10		Q20		Q50		Q100		Q100+30%	
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
ORS_003 (riv.Ours)	198.46	3.1	198.58	4.5	198.68	5.8	198.80	7.5	198.87	8.9	199.21	11.5
STJ_061 (aval)	193.54	9.14	193.69	12.21	193.85	14.24	194.06	16.60	194.15	25.95	194.31	33.75
STJ_070 (amont St-Jean)	199.09	6.0	199.42	8.6	199.62	11.1	199.74	14.5	199.80	17.1	199.88	22.2

Tableau 3-56 : Hauteurs d'eau modélisée (m NGF) et volume correspondant stocké (m³) dans le casier d'inondation – crues synthétiques - Scénario E3-Variante 2

PT	Q5		Q10		Q20		Q50		Q100		Q100+30%	
	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V
Étang de Linchamps	197.11	7882	197	14046	197.93	18411	198.28	23017	198.51	28125	198.94	36002

Comme pour le scénario E3 variante 1, la réduction de section du système de vidange, provoque une augmentation supplémentaire des niveaux d'eau dans l'étang. Le niveau d'eau maximal de la crue extrême atteint presque à présent le niveau supérieur de la digue.

Par contre, le débit de vidange reste inchangé. Une partie du débit transitera par le déversoir de sécurité dès que le niveau atteint la cote 197,35 m NGF. Par contre, la somme de ces débits restera identique aux débits d'apport.

Variante 3

Les résultats pour la variante 3 sont repris aux tableaux ci-après.

Tableau 3-57 : hauteurs d'eau (m NGF) et débits modélisés (m³/s) pour les crues synthétiques, Scénario E3 – Variante 3

PT	QMNA5		Module		Module 2X	
	Q	H	Q	H	Q	H
ORS_003 (riv. Ours)	0.06	198.13	0.20	198.20	0.39	198.26
STJ_061 (aval)	0.12	191.17	0.58	191.20	1.15	191.26
STJ_070 (amont St-Jean)	0.06	198.17	0.38	198.32	0.76	198.40

Tableau 3-58 : Hauteurs d'eau modélisée (m NGF) et volume correspondant stocké (m³) dans le casier d'inondation, Scénario E3 – Variante 3

PT	QMNA5		Module		Module 2X	
	H	V	H	V	H	V
Étang de Linchamps	193.15	2.47	193.33	7.17	193.50	25.22

Tableau 3-59 : Hauteurs d'eau et débits modélisés pour les crues synthétiques, Scénario E3 – Variante 3

PT	Q5		Q10		Q20		Q50		Q100		Q100+30%	
	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H
ORS_003 (riv.Ours)	3.13	198.63	4.46	198.75	5.79	198.85	7.55	199.18	8.88	199.54	11.54	199.92
STJ_061 (aval)	9.15	191.99	13.04	192.21	16.87	192.37	21.16	192.56	26.16	192.69	33.74	192.82
STJ_070 (amont St-Jean)	6.02	199.14	8.58	199.45	11.14	199.65	14.52	199.78	17.07	199.87	22.20	200.03

Tableau 3-60 : Hauteurs d'eau modélisée (m NGF) et volume correspondant stocké (m³) dans le casier d'inondation – crues synthétiques - Scénario E3-Variante 3

PT	Q5		Q10		Q20		Q50		Q100		Q100+30%	
	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V
Étang de Linchamps	195.71	1615.63	195.84	1829.11	197.05	8635.17	199.05	37075.0	199.52	50544.82	199.91	59491.22

Le dimensionnement a été mené sur base de la crue cinquantennale. Les résultats seront discutés plus en détail ci-après.

Variante 4

Comme mentionné ci-avant, la variante 4 correspond à une solution relativement lourde qui nécessitera la mise en place d'une infrastructure adaptée.

De nombreuses options seront à préciser lors des étapes ultérieures de dimensionnement et d'optimisation, afin de déterminer :

- Le type d'ouvrage : vanne clapet, vanne levante, ... ;
- Le mode de régulation : Asservissement en fonction du débit aval,
- Les règles de gestion pour la vidange et pour son fonctionnement lorsque la retenue sera remplie (crués de période de retour supérieures à 50 ans) ;

Une évaluation préliminaire peut être menée sur base de la seule analyse de l'hydrogramme de la crue (T=50 ans, Figure 3-58).

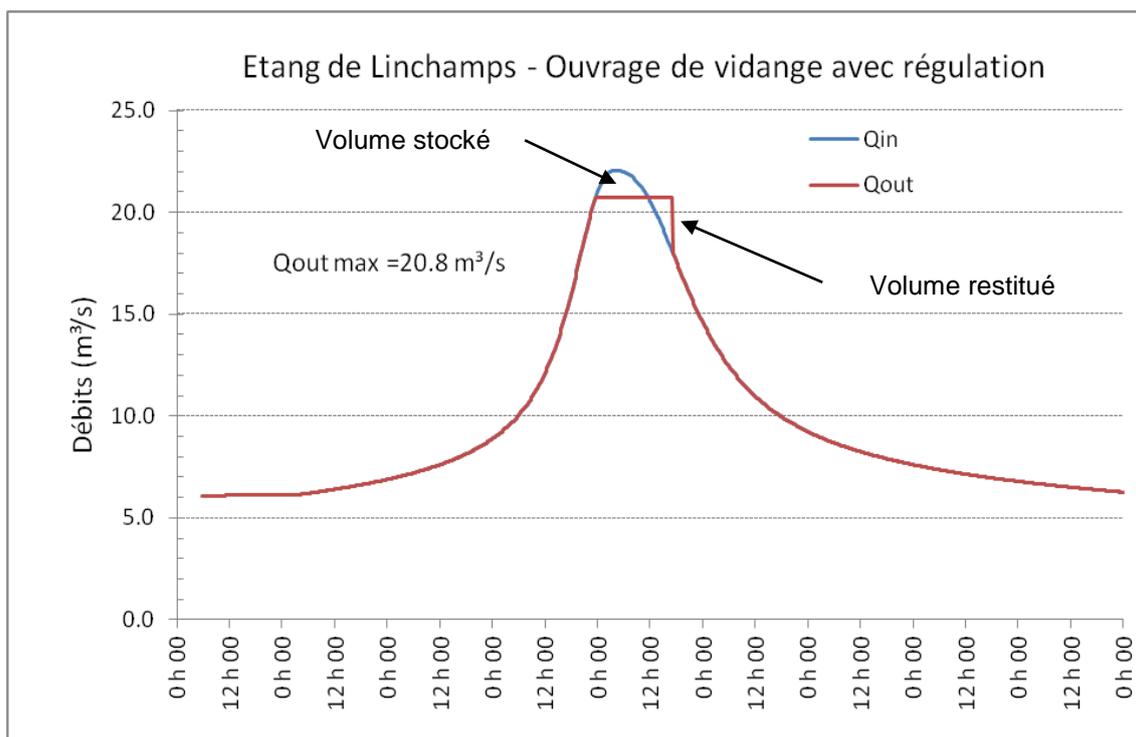


Figure 3-58 : Evaluation préliminaire du débit de régulation

Le débit sortant maximal (Q_{out} max) a été évalué par essais-erreurs de manière à ce que, pour cette crue, les 38 500 m³ de stockage disponibles soient utilisés. Les volumes stocké et, ensuite, restitué correspondent aux surfaces comprises entre les deux courbes.

Pour la vidange, l'hypothèse (simplificatrice) retenue a été de maintenir le débit maximum le plus longtemps possible pour réduire le temps de vidange. Cette hypothèse se traduit par une brusque variation du débit lorsque le clapet revient en position. Elle pourra être adaptée par la suite.

Afin de conforter cette première évaluation, des règles d'exploitation similaires ont été introduites dans le modèle. Les résultats sont présentés aux tableaux ci-après.

Tableau 3-61 : Hauteurs d'eau (m NGF) et débits modélisés (m³/s) pour les crues synthétiques, Scénario E3 – Variante 4

PT	QMNA5		Module		Module 2X	
	Q	H	Q	H	Q	H
ORS_003 (riv. Ours)	0.06	198.13	0.20	198.20	0.39	198.26
STJ_061 (aval)	0.12	191.17	0.58	191.20	1.15	191.26
STJ_070 (amont St-Jean)	0.06	198.17	0.38	198.32	0.76	198.40

Tableau 3-62 : Hauteurs d'eau modélisée (m NGF) et volume correspondant stocké (m³) dans le casier d'inondation, Scénario E3 – Variante 4

PT	QMNA5		Module		Module 2X	
	H	V	H	V	H	V
Étang de Linchamps	193.15	2.47	193.33	7.17	193.50	25.22

Tableau 3-63 : Hauteurs d'eau et débits modélisés pour les crues synthétiques, Scénario E3 – Variante 4

PT	Q5		Q10		Q20		Q50		Q100		Q100+30%	
	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H
ORS_003 (riv.Ours)	3.13	198.63	4.46	198.75	5.79	198.85	7.55	199.00	8.86	199.73	11.54	199.97
STJ_061 (aval)	9.15	191.99	13.04	192.21	16.93	192.38	21.19	192.54	26.25	192.69	33.75	192.83
STJ_070 (amont St-Jean)	6.02	199.14	8.58	199.45	11.14	199.65	14.52	199.78	17.24	199.91	22.2	200.05

Tableau 3-64 : Hauteurs d'eau modélisée (m NGF) et volume correspondant stocké (m³) dans le casier d'inondation – crues synthétiques - Scénario E3-Variante 4

PT	Q5		Q10		Q20		Q50		Q100		Q100+30%	
	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V
Étang de Linchamps	194.07	170.52	194.35	309.46	194.59	432.23	198.91	23192.00	199.73	54983.00	199.96	59491.00

Les résultats seront discutés plus en détail ci-après.

3.1.5.5.4 Scénario E4 – Réfection à l'identique

Le scénario E4 correspond à l'étang en eau. Les trois vannes sont batardées jusqu'au niveau des deux déversoirs de crue (cote 197.35 m NGF). Le débit évacué par ce système à 5 passes augmente rapidement ce qui limitera le marnage du plan d'eau.

Tableau 3-65 : Hauteurs d'eau et débits modélisés pour les débits d'étiage - Scénario E4

PT	QMNA5		Module		Module 2X	
	Q	H	Q	H	Q	H
ORS_003 (riv. Ours)	0.06	197.95	0.19	198.02	0.39	198.08
STJ_061 (aval)	0.12	192.73	0.57	192.84	1.15	192.92
STJ_070 (amont St-Jean)	0.06	198.02	0.38	198.16	0.76	198.25

Tableau 3-66 : Hauteurs d'eau et débits modélisés pour les crues synthétiques, Scénario E4

PT	Q5		Q10		Q20		Q50		Q100		Q100+30%	
	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
ORS_003 (riv. Ours)	198.58	3.13	198.85	4.46	199.14	5.79	199.45	7.55	199.65	8.88	199.92	11.54
STJ_061 (aval)	193.54	9.13	193.68	13.02	193.82	16.91	193.99	22.06	194.06	25.94	194.20	33.73
STJ_070 (amont St-Jean)	199.09	6.02	199.42	8.57	199.63	11.14	199.75	14.52	199.85	17.07	199.97	22.20

Tableau 3-67 : Hauteurs d'eau modélisée (m NGF) et volume correspondant stocké (m³) dans le casier d'inondation, étiage - Scénario E4

Casier d'inondation	QMNA5		Module		Module 2X	
	H	V	H	V	H	V
Étang de Linchamps	197.4	11337.3	197.5	12664.4	197.6	14046.3

Tableau 3-68 : Hauteurs d'eau modélisée (m NGF) et volume correspondant stocké (m³) dans le casier d'inondation- crues synthétiques - Scénario E4

Casier d'inondation	Q5		Q10		Q20	
	H	V	H	V	H	V
Étang de Linchamps	198.5	28125.3	198.8	33972.6	199.1	40178.1
	Q50		Q100		Q100+30%	
	199.4	46621.8	199.6	51021.1	199.9	57757.1

On constate également que pour ce scénario il n'y a pas d'écrêtement. On remarquera aussi que pour la crue extrême, le niveau de débordement du barrage est atteint

Rappelons qu'il s'agit de la situation correspondant à un étang en eau. Ce qui ne pourrait être envisagé qu'après un examen minutieux de l'état de l'ouvrage.

3.1.5.5.5 Analyse des résultats de simulation

L'analyse du site de Linchamps ne doit être faite que sur base des crues, car pour l'étiage et pour les modules, le stockage est minime et comme il s'agit de débits constants, aucun écrêtement ne se produit.

La figure ci-après (Figure 3-59) reprend la comparaison des débits sortant pour la crue centennale des scénarios E1, E2, E3 var1, E3 var2 et E4.

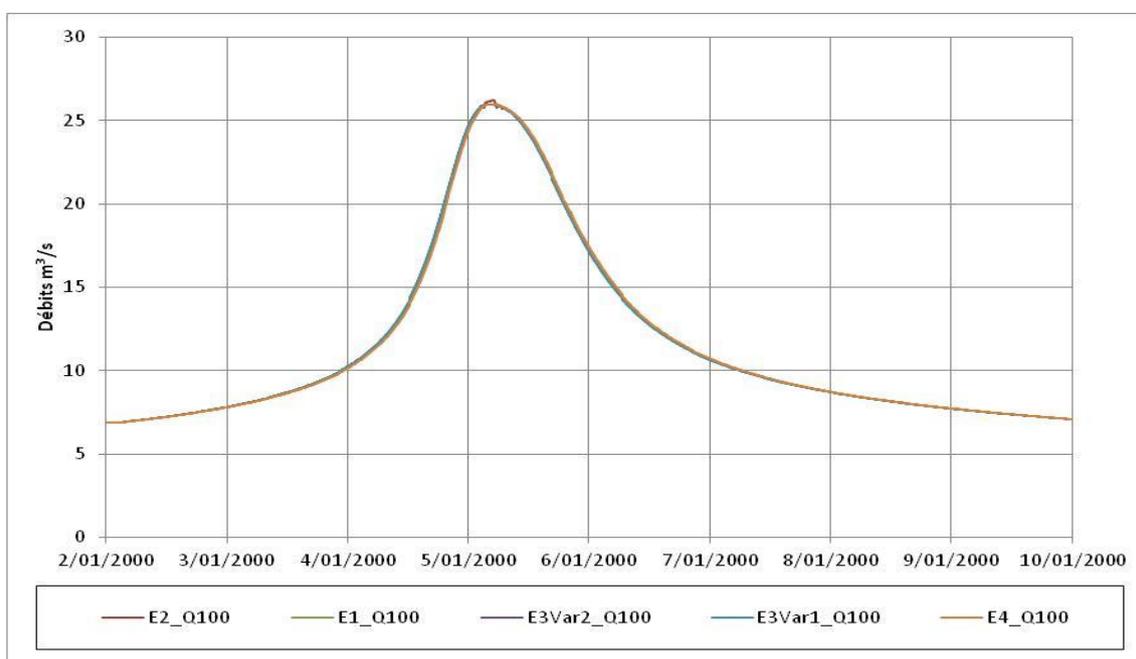


Figure 3-59 : Débits sortant de l'étang de Linchamps pour la crue extrême

On peut constater que tous ces scénarios sont équivalents et aboutissent à des hydrogrammes identiques ne présentant aucun écrêtement significatif.

Ce résultat s'explique

- D'une part, de la très grande différence entre le volume des crues considérées et celui du stockage disponible. La crue de la Figure 3-59 correspond à un volume écoulé d'environ 8,5 millions de m³, alors que la retenue, dans son état actuel, ne permet de stocker qu'un volume avoisinant les 40 000 m³.
- D'autre part, les systèmes de vidange envisagés dans ces scénarios sont de simples seuils, une petite modification de hauteur d'eau dans l'étang se traduit rapidement par une très sensible variation de débit.

Les seuls systèmes de vidange permettant d'obtenir une réduction perceptible des débits sont ceux des scénarios E3 var 3 et E3 var 4.

Les figures ci-après reprennent les hydrogrammes entrant et sortant pour la crue cinquennale (scénario E3 var3).

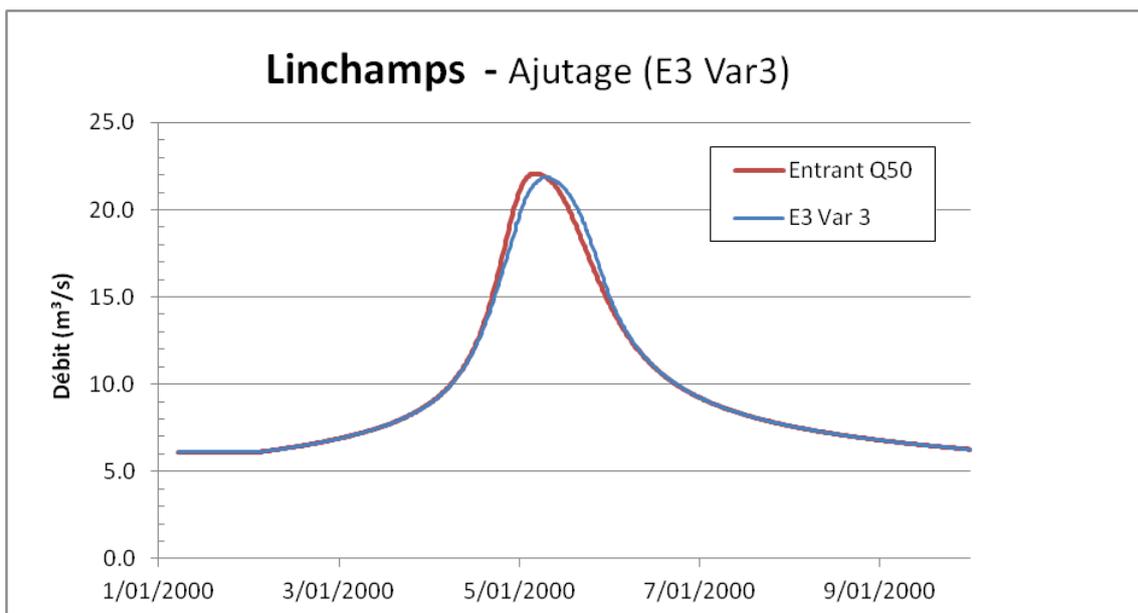


Figure 3-60 : Evolution des débits entrant et sortant – E3 var 3

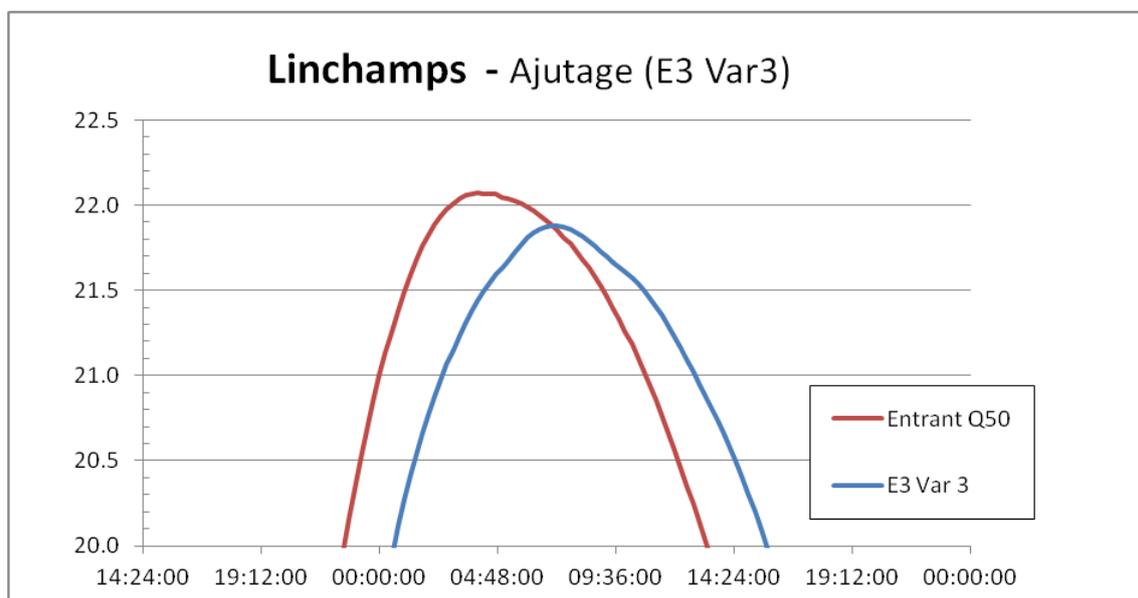


Figure 3-61 : Idem Figure 3-60, détail du pic de crue

Avec la variante 3, la réduction du débit sortant par rapport au débit entrant commence à être perceptible. Cette réduction reste cependant très limitée puisqu'elle ne s'élève qu'à environ $0.15 \text{ m}^3/\text{s}$ ($22.07 \text{ m}^3/\text{s} - 21.88 \text{ m}^3/\text{s}$).

Compte tenu du volume de stockage disponible et de la hauteur actuelle des digues, un écrêtement plus important ne peut obtenu. En effet, comme le montre la Figure 3-62, le niveau d'eau maximum atteint la cote de 199,00 m NGF, ce qui correspond au début du fonctionnement du déversoir.

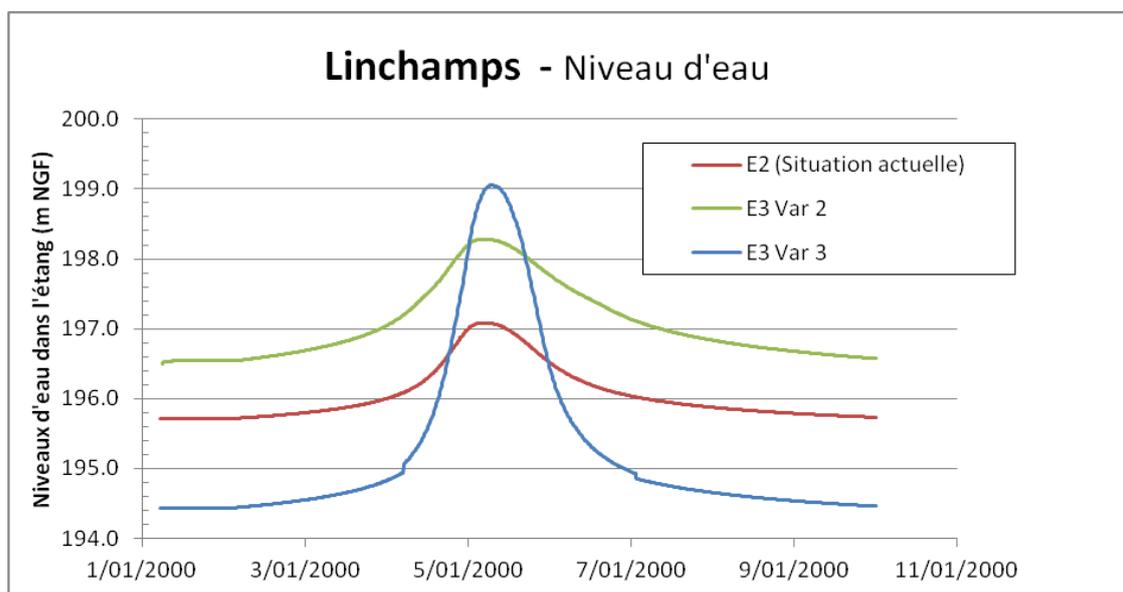


Figure 3-62 : Evolution des niveaux d'eau dans l'étang de Linchamps pour la crue cinquentennale

On remarque aussi que le marnage est maximal pour cette variante 3 (plus de 4m). Rappelons que ce scénario, à la différence des deux autres représentés, suppose l'approfondissement du lit du Saint-Jean et le retour au profil naturel du cours d'eau.

Les résultats obtenus avec le scénario E3 var4, pour les crues cinquentennale et centennale sont présentés à la figure suivante (Figure 3-63).

Les oscillations observées sont dues aux hypothèses adoptées pour l'asservissement de la vanne (vitesse d'ajustement).

On constate que pour la crue cinquentennale, le débit maximal sortant s'élève cette fois à 21,15 m³/s, ce qui est, compte-tenu des oscillations, comparable aux 20,8 m³/s obtenus par la méthode simplifiée.

Il est par ailleurs aussi intéressant de constater que l'effet bénéfique de la retenue s'annule complètement pour la crue centennale, car le clapet arrivé en bout de course ne peut continuer à réduire le débit. La valeur supérieure du débit de sortie, par rapport au débit entrant est également un artefact du mode de régulation.

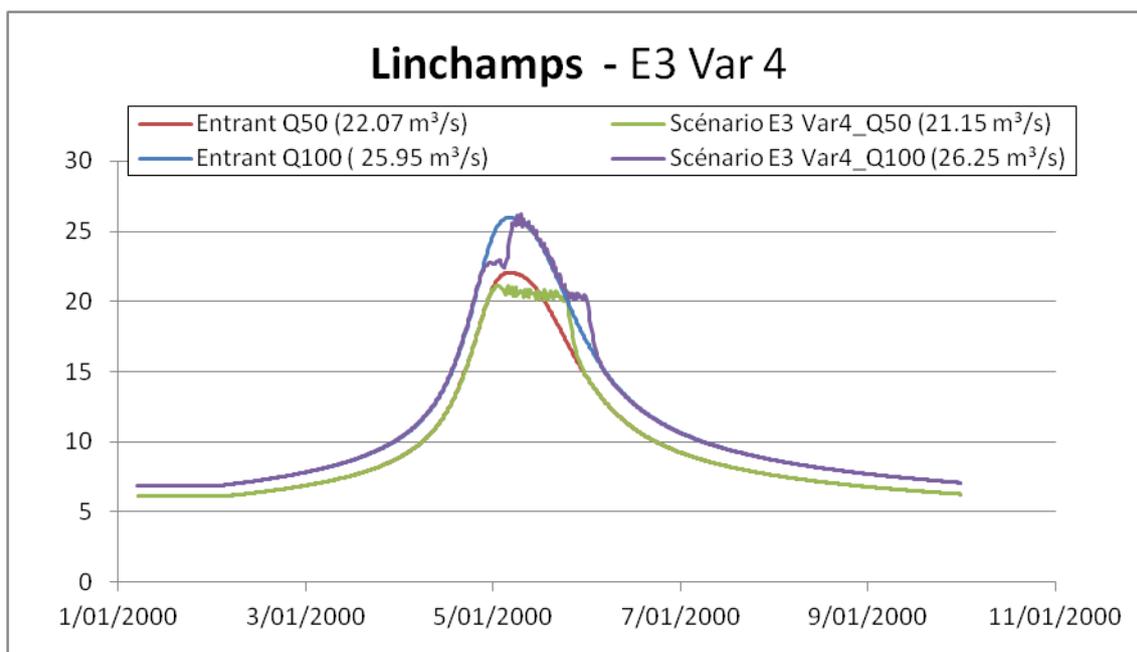


Figure 3-63 : Etang de Linchamps - Système de vidange avec régulation

Concernant cette solution, les conclusions suivantes peuvent être avancées :

Il s'agit certainement de la solution la plus performante pour la crue ciblée (Q50). L'écrêtement obtenu atteint un mètre cube par seconde, ce qui reste assez limité compte-tenu de l'effort qui devrait être consenti (ouvrage complexe, régulation,...) ;

A moins d'envisager un mode de régulation encore plus sophistiqué (faisant intervenir les mesures de pluie ou des modèles de prévision), l'ouvrage ne commencerait à réagir que pour des crues importantes présentant des débits supérieurs à 20.8 m³/s. Ce faible taux d'utilisation sera difficile à justifier.

Comme démontré, l'ouvrage n'est performant que pour une crue bien ciblée. Il n'agit pas pour des crues de moindre importance et devient inefficace lorsque sa limite de fonctionnement est dépassée.

3.1.5.6 Analyse des scénarios

Un tableau récapitulatif présentant les avantages et les inconvénients de chaque scénario en termes de lutte contre les inondations, de fonctionnalité écologique et hydromorphologique du cours d'eau ainsi que des usages est disponible à l'Annexe F. Un système de notation tenant également compte du coût des scénarios permet la comparaison des solutions.

L'effacement total permet la restauration complète de la continuité piscicole avec accès aux frayères, ainsi que le rétablissement de la continuité sédimentaire. Le risque d'une remise en mouvement d'une grande quantité de sédiments sera à prendre en compte. Il nécessitera des investigations complémentaires et le choix d'une solution adéquate en ce qui concerne le reprofilage du cours d'eau dans le matelas sédimentaire. Cette solution, exempte de contraintes de gestion, permet l'installation naturelle d'une zone humide au niveau de l'ancien étang, mais représente la perte définitive de l'usage de l'eau pour les usines.

Ce scénario nécessitera également la construction d'une passerelle afin de pouvoir accéder sur la parcelle en rive droite.

Au niveau hydraulique, il en résulte une perte du rôle écrêteur joué par l'ancien barrage et un risque d'une remobilisation des sédiments.

Un léger piégeage des sédiments surviendra lors des débordements, mais celui-ci sera inférieur que pour les autres scénarios.

La possibilité de contenir l'érosion régressive qui risque de se développer dans la zone de l'ancienne retenue devra faire l'objet d'une attention particulière et être suivie de près après réalisation. La mise en place d'un radier, au niveau de l'ancien ouvrage pour contenir ce phénomène pourrait être envisagée.

Point de vue coûts, il s'agit d'une option nettement moins onéreuse que celle qui recherche l'écrêtement des crues.

Signalons enfin, que malgré l'absence de résultats probants en ce qui concerne le laminage des crues, cette solution peut *éventuellement* être envisagée comme provisoire et constituer la première étape d'une remise en valeur du site.

Pour les **solutions intermédiaires** (E2 et E3), en termes de continuité piscicole et sédimentaire elles diffèrent en fonction de la nécessité, ou non, de renouveler l'ouvrage de vidange existant.

Dans le premier cas, une passe à poisson devra être implantée et le transit sédimentaire sera partiellement perturbé. Un certain piégeage, plus important que pour le scénario 1, pourrait être recherché. Celui-ci sera dû, à la réduction de la pente du profil en long, par rapport à ce scénario, et à la diminution importante des vitesses dans le plan d'eau.

Pour les options impliquant le renouvellement de l'ouvrage et le reprofilage du Saint-Jean, la solution s'apparente à celle du scénario E1.

Au niveau hydraulique, pour les crues étudiées, aucun écrêtement vraiment significatif n'a pu être démontré.

Même pour le scénario E3 var 4 impliquant la réalisation d'un nouvel ouvrage relativement coûteux l'effet positif reste mince et les coûts disproportionnés.

Le surcreusement dans les sédiments afin d'augmenter la capacité de stockage n'a pas été investigué, car il s'agit d'une solution ayant un fort impact environnemental.

En fonction des nouvelles caractéristiques éventuellement retenues, les phénomènes de stockage et de dépôts dans le Saint-Jean évolueront au fil du temps vers un nouvel état d'équilibre. Un comblement progressif de la cuvette de l'étang se produira, ce qui provoquera une lente diminution des capacités de stockage et des effets qui y sont liés (sédimentation, écrêtement de certaines crues,...).

Comme mentionné précédemment, un diagnostic rigoureux des ouvrages (digues et éventuellement ouvrage de vidange) devra être réalisé pour les scénarios favorisant le stockage dans l'étang, afin de vérifier leur stabilité et leur aptitude à résister aux contraintes.

En ce qui concerne la **réfection à l'identique** avec l'étang en eau, la continuité piscicole serait rétablie grâce à la mise en service d'une passe à poissons, mais celle-ci reste un ralentissement à la migration et nécessite un entretien.

En ce qui concerne le choix du type de passe, un type rustique serait long (pente de 5 à 6 % max) mais bien adapté aux espèces présentes. Le processus de dissipation de l'énergie bien réparti au sein d'enrochements régulièrement répartis (passe rustique), ce qui permet d'obtenir des zones à vitesses limitées en bordures afin de permettre le passage des anguilles.

Il est souvent nécessaire d'installer en amont d'une rivière de contournement un ouvrage (vanne, clapet, etc.) permettant la régulation des débits dans la passe (Larinier *et al.*, 2006).

Le transit sédimentaire sera fortement perturbé. Le passage des sédiments serait limité à ce qui peut circuler dans la passe à poissons ou lors de l'ouverture des vannes en période de crue. Les phénomènes d'érosion risquent de reprendre dans la partie aval du cours d'eau.

L'usage industriel pourrait être conservé mais la gestion des vannages représenterait une contrainte pour l'exploitant et une responsabilité face au danger.

Il est à noter que le scénario d'effacement total obtient une note pénalisante en raison de la perte définitive des usages potentiels, mais que l'actuel propriétaire n'utilise pas l'énergie hydroélectrique.

Compte tenu des avantages et inconvénients des différentes solutions proposées, et notamment des obligations réglementaires de continuité sédimentaire sur le Saint-Jean et du très faible effet de laminage obtenu, la solution préconisée par le BE est celle de l'arasement (scénario E1).

Des mesures d'accompagnement seront proposées en phase 3, en ce qui concerne le suivi hydraulique et sédimentaire notamment au niveau de la commune de Hautes-rivières.

En ce qui concerne le piège à sédiments existant, les études antérieures (Paul, 2006) ont montré que son efficacité restait limitée et peu bénéfique par rapport aux problèmes d'entretien et d'impact environnemental qu'il génère. Le bureau d'étude rejoint la position que Pédon avait formulée en 2006 et qui consistait à faciliter le franchissement piscicole, mais ne plus procéder aux curages répétés qui ont un impact négatif sur l'environnement.

3.1.6 Conclusions

La première partie du rapport a été consacrée au développement du modèle et à la définition des conditions aux limites.

Son calage a été effectué avec succès pour une large gamme de conditions hydrauliques différentes, allant de l'étiage, aux crues majeures enregistrées à la station d'Haulmé.

Malgré les bons résultats obtenus, on soulignera que le modèle utilisé est principalement dédié à l'analyse du comportement des grandes rivières de plaine et aux simulations de leurs écoulements et des débordements qui surviennent lors des crues. Pour affiner les résultats lors des étiages, il conviendrait de disposer et d'utiliser des levés topographiques et bathymétriques plus denses, décrivant mieux les conditions réelles.

Quatre ouvrages sur la Semoy (déversoir de la Racine, barrage de Phades, bras du moulin d'Haulmé et de Navaux) et un sur le Saint-Jean (étang de Linchamps) ont identifiés comme constituant des entraves au développement équilibré de ces rivières.

Dans la deuxième partie du rapport, ces ouvrages ont fait l'objet d'un examen multidisciplinaire complet. Leurs caractéristiques principales (géométriques, réglementaires, liées à l'usage et à leur fonction) et l'ensemble des enjeux (hydrauliques, hydromorphologiques et sédimentaires, piscicoles et environnementaux,...) ont été soigneusement analysés.

Cet examen a abouti à la définition d'une série de propositions d'aménagement, converties en autant de scénarios. Pour chacun d'eux, le modèle hydraulique a été adapté et de nombreuses simulations ont été effectuées afin de pouvoir identifier les impacts de chaque proposition et pouvoir évaluer les conséquences sur le comportement de la rivière.

Les résultats ont ensuite été comparés entre eux, pour finalement aboutir à l'identification de la proposition la plus pertinente.

La synthèse de cette analyse est reprise pour chaque ouvrage ci-après :

Déversoir de la Racine : Au vu de l'état très dégradé de l'ouvrage, l'arasement semble être la proposition la plus adaptée. Elle aboutira fort probablement à la perte de l'usage de la prise d'eau par la société Forgex. Une concertation a été entreprise en phase 3 pour préciser les besoins. Le maintien d'une partie significative de l'ouvrage, comme témoin patrimonial, a été demandé par les élus et des propositions en ce sens seront développées en phase 3;

Barrage de Phades : le modèle a permis d'affiner l'appréciation de son influence lors des crues et il est confirmé qu'il présente un impact non négligeable. Son effacement est certainement la solution idéale, mais elle est financièrement compliquée et difficile à mettre en œuvre.

Les simulations ont également montré qu'il ne semblait pas aisé d'adapter sommairement la géométrie de l'ouvrage afin d'améliorer la situation. Une intervention lourde, et coûteuse, est donc nécessaire pour continuer dans cette voie.

Par contre, il est apparu que de nombreuses améliorations dans la gestion sont possibles et qu'elles permettraient une nette amélioration. Elles n'entraîneraient que peu de frais. Elles nécessitent cependant une parfaite collaboration et transparence avec l'exploitant.

La passe à poissons est, dans tous les cas, à réhabiliter.

Bras du Moulin d'Haulmé : Pour ce site, l'arasement du seuil est conseillé. Le problème de l'entraînement des effluents d'eau pluviale au niveau du bras du moulin devra trouver une solution indépendante. Signalons cependant, que l'adaptation du seuil constitue une alternative également envisageable permettant le maintien d'un site plus fonctionnel.

Bras du moulin de Navaux : Ici aussi l'arasement est préconisé. Le maintien ou non d'un écoulement dans le bras du moulin reste à trancher. Cela n'aurait que peu d'incidence sur les crues, mais cela permettrait de maintenir la mémoire du site et une certaine fonctionnalité. Des adaptations sont possibles et nécessaires pour solutionner le problème des embâcles.

Etang de Linchamps : Pour le Saint Jean à Linchamps, la possibilité d'y réaliser un écrêtement significatif, favorable à la limitation des inondations à l'aval n'a pu être démontré, même en ayant recours à des systèmes sophistiqués.

Le maintien en eau ne semble pas être une proposition intéressante, non plus.

Toutes les options qui favorisent un stockage important nécessiteront, de plus, d'importantes études complémentaires et un diagnostic rigoureux des ouvrages existants.

Compte-tenu des avantages et inconvénients évoqués, la solution de l'arasement apparaît comme la plus favorable.

ANNEXES

Annexe A Présentation du modèle PDM

A.1 Présentation du modèle PDM

Le logiciel Infoworks, utilisé pour la modélisation hydraulique peut être couplé à un modèle hydrologique, le modèle PDM, capable de générer les débits à la sortie d'un bassin versant quelconque, à partir des séries chronologiques continues de pluie et d'évaporation.

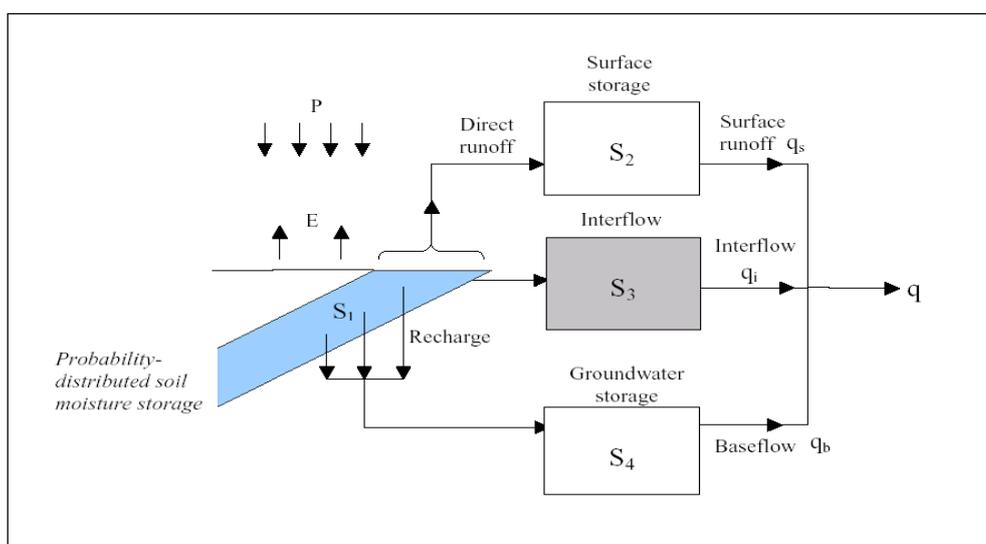
Il s'agit d'un modèle conceptuel non distribué. Cela signifie que la description des processus physiques de la transformation pluie-débit est basée sur une série de principes réels, mais simplifiés.

Ces processus sont globalisés sur l'ensemble de la superficie du bassin versant. Les relations et les paramètres utilisés sont validés pour l'intégralité du bassin ou du sous-bassin considéré. Les valeurs des paramètres peuvent être interprétées comme des valeurs moyennes et sont obtenues par calages (elles ne peuvent être mesurées directement).

La caractéristique la plus remarquable du modèle est l'utilisation d'une fonction de distribution pour représenter la capacité de stockage du sol (*soil moisture storage capacity*) en tout point du bassin versant. Cela permet de tenir en compte de la croissance dynamique des zones contribuant au ruissellement superficiel, sans que la localisation de ces zones soit explicitement nécessaire (*variable source area concept*).

Le débit à l'exutoire est composé du ruissellement de surface (transfert rapide) et d'un apport hypodermique lent. Les routages sont simulés par différentes fonctions de transfert, linéaires ou non-linéaires, entre réservoirs successifs dont les paramètres peuvent eux aussi être l'objet de calibration.

Le principe général de la modélisation est repris à la figure suivante.



Représentation schématique du fonctionnement du modèle hydrologique PDM

Le modèle est constitué de trois réservoirs interconnectés, qui représentent des processus physiques, réels du bassin versant : le stockage de surface, la zone non-saturée intermédiaire et le sous-sol. A chaque pas de temps, les fonctions de stockage et de transfert de ces différents réservoirs sont réévaluées et le débit à l'exutoire est finalement calculé en sommant les débits provenant de chacun d'eux (q_s , q_i et q_b).

Annexe B Analyse statistique des valeurs extrêmes

B.1 Distribution exponentielle

Exponential distribution

$$cdf: 1 - Pr(x > u + y | x > u) = 1 - exp(-\lambda(x - u))$$

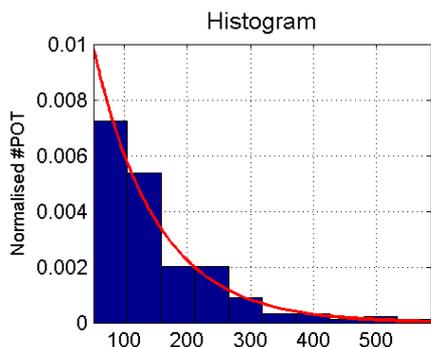
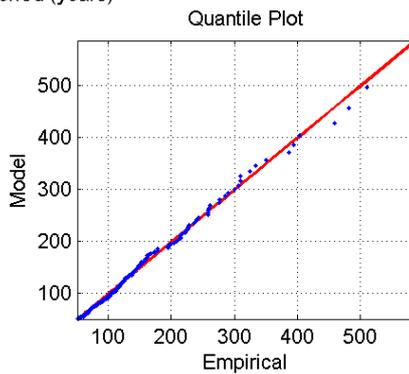
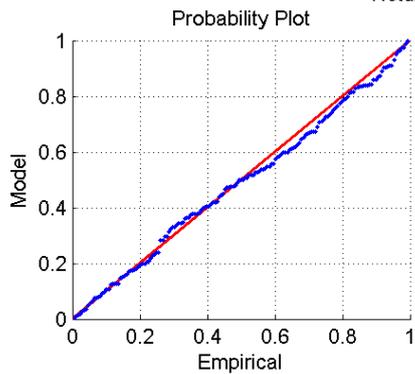
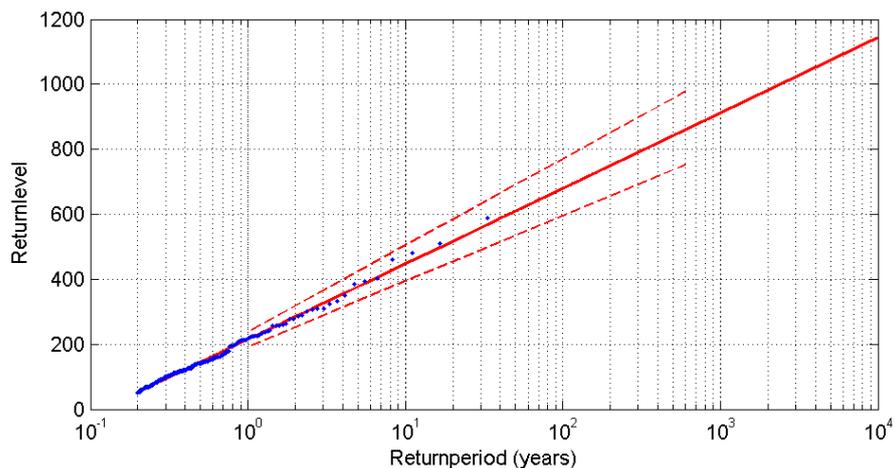
$$\lambda = 0.0099107$$

$$u = 50.1$$

$$A = 33.0026$$

$$k = 167$$

$$Returnlevel: X = u + \frac{1}{\lambda} \log\left(\frac{T+1}{A}\right)$$

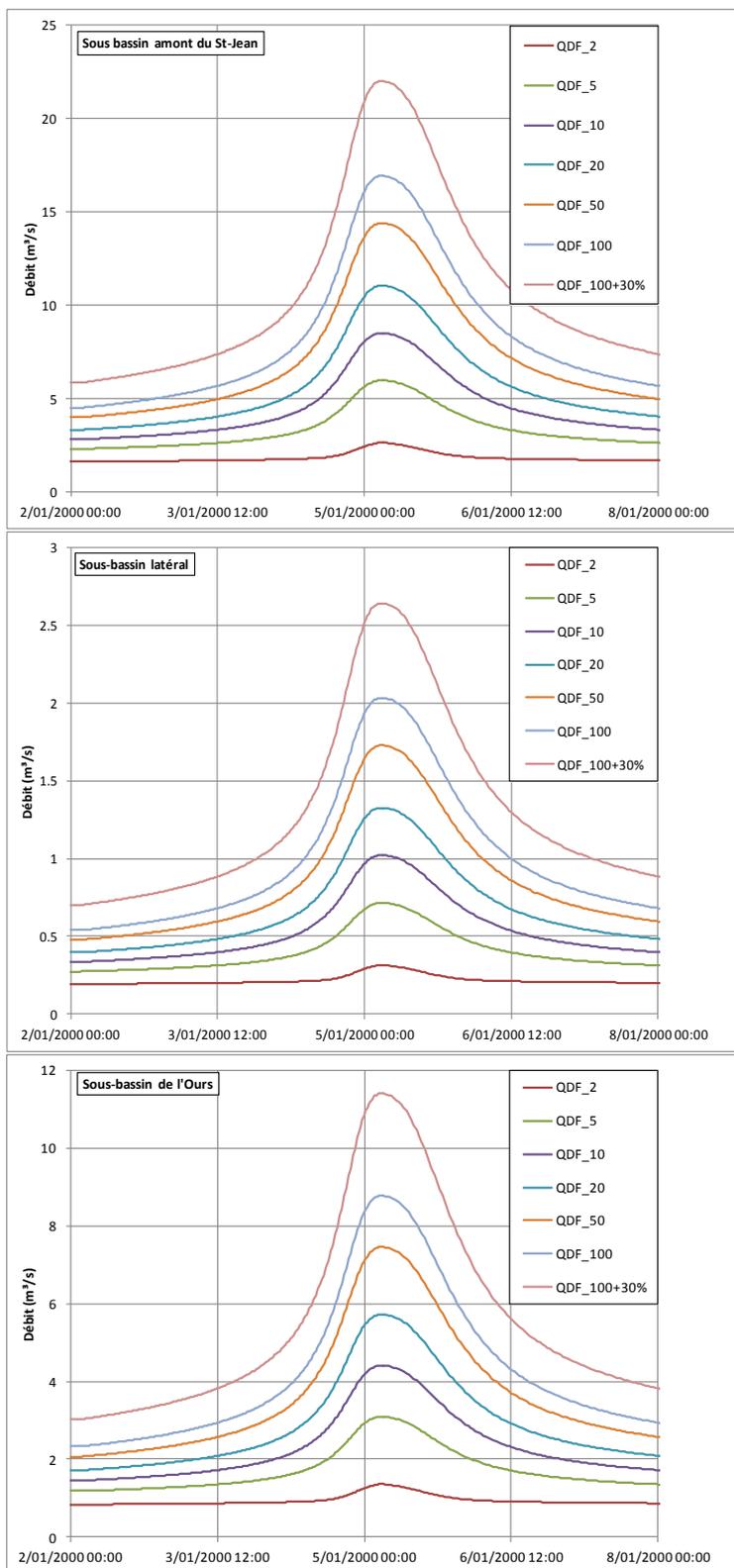


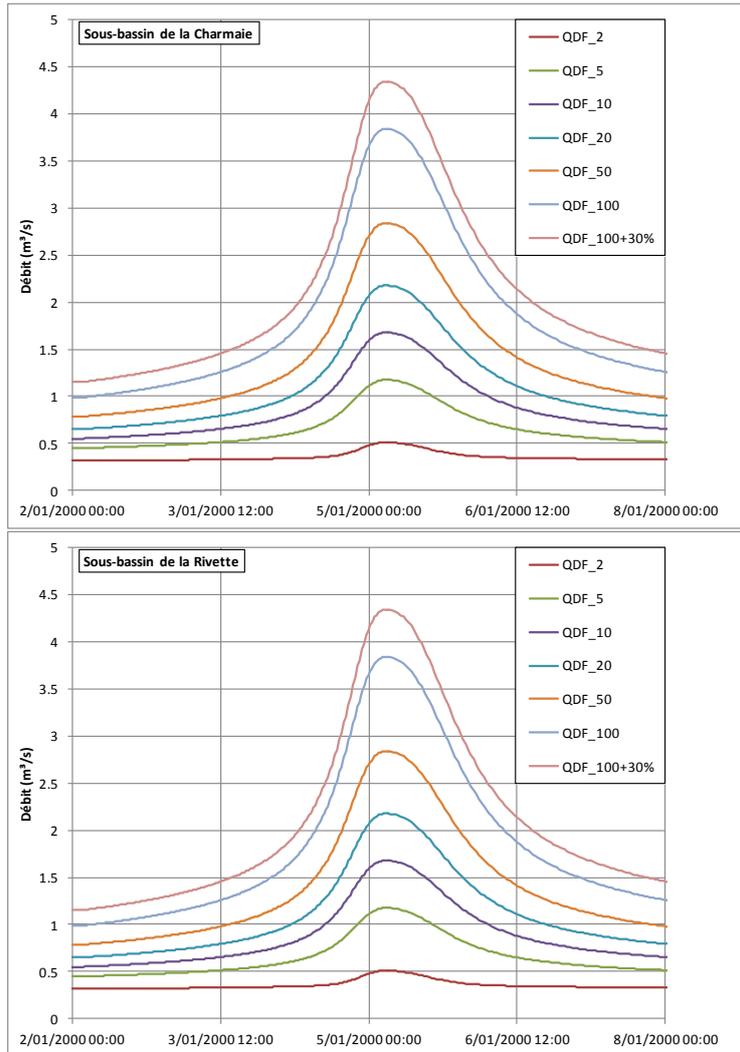
T	X	UPCI	LOCI
1.00e+000	2.14e+002	2.38e+002	1.92e+002
2.00e+000	2.84e+002	3.18e+002	2.53e+002
5.00e+000	3.76e+002	4.24e+002	3.33e+002
1.00e+001	4.46e+002	5.04e+002	3.94e+002
2.50e+001	5.38e+002	6.10e+002	4.74e+002
5.00e+001	6.08e+002	6.91e+002	5.35e+002
1.00e+002	6.78e+002	7.71e+002	5.96e+002
2.00e+002	7.48e+002	8.51e+002	6.56e+002
3.00e+002	7.89e+002	8.98e+002	6.92e+002
4.00e+002	8.18e+002	9.31e+002	7.17e+002
5.00e+002	8.41e+002	9.57e+002	7.38e+002
6.00e+002	8.59e+002	9.78e+002	7.52e+002

© IMDC-WL

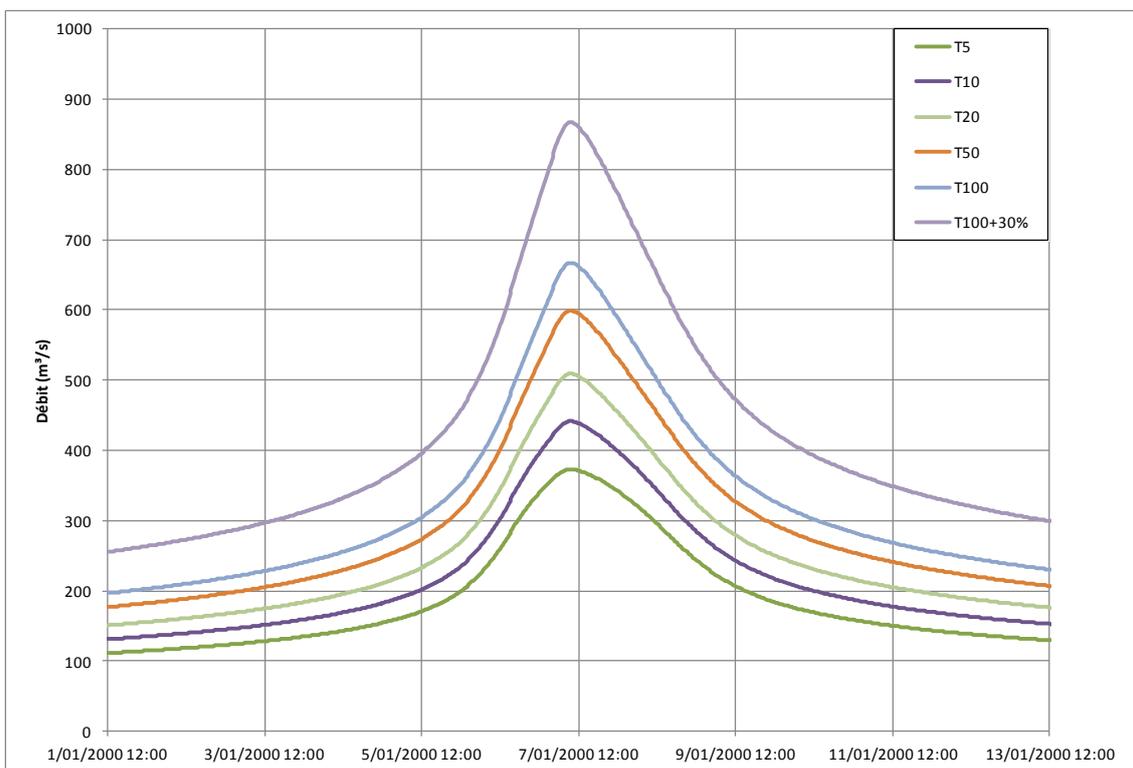
Annexe C Hydrogrammes des crues synthétiques

C.1 Saint-Jean





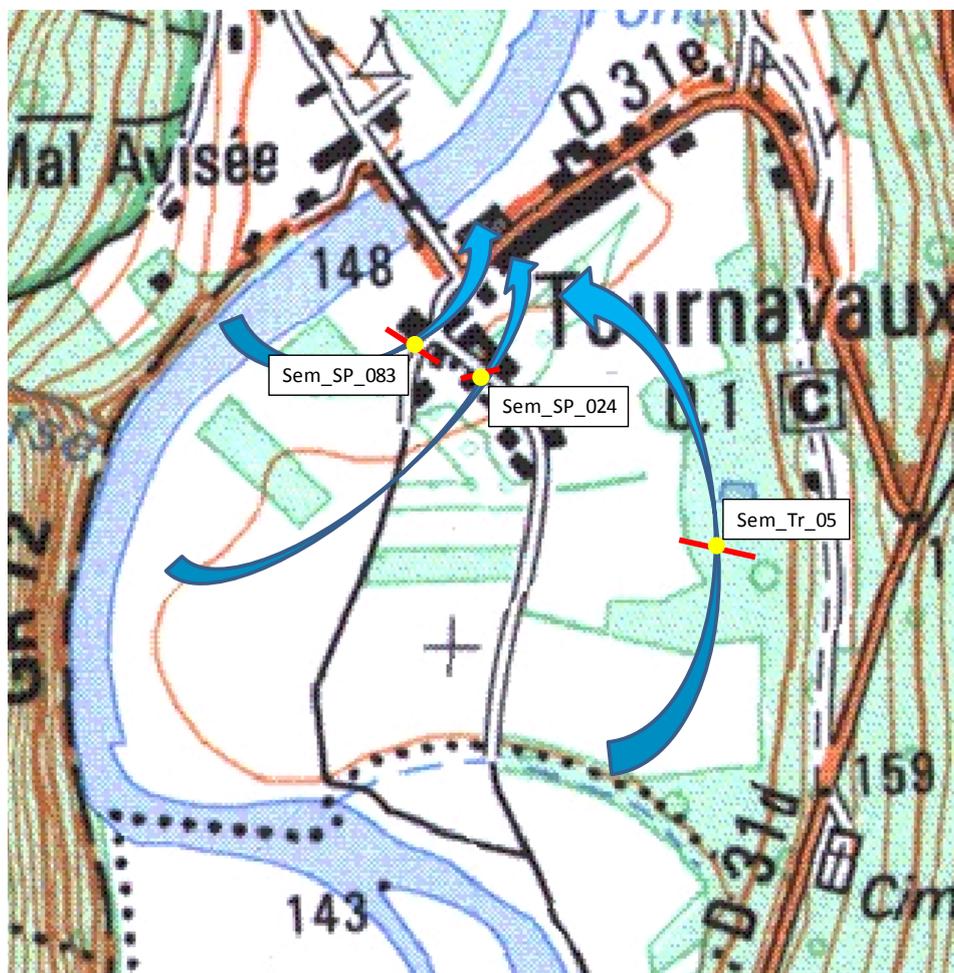
C.2 Semoy



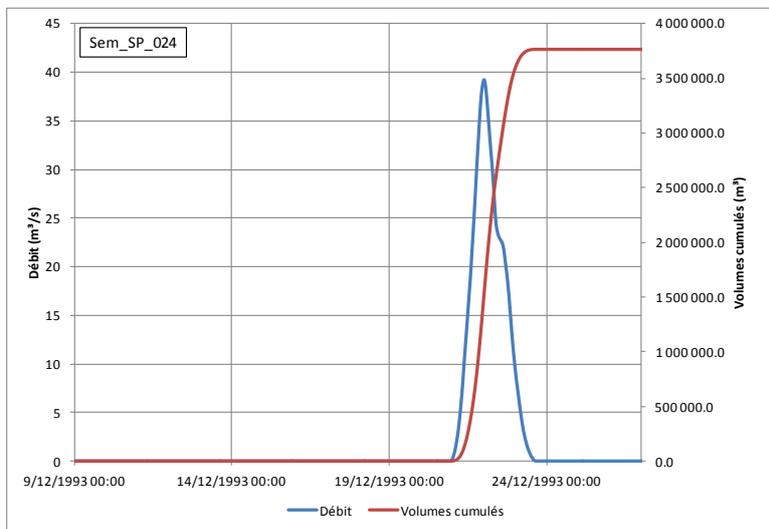
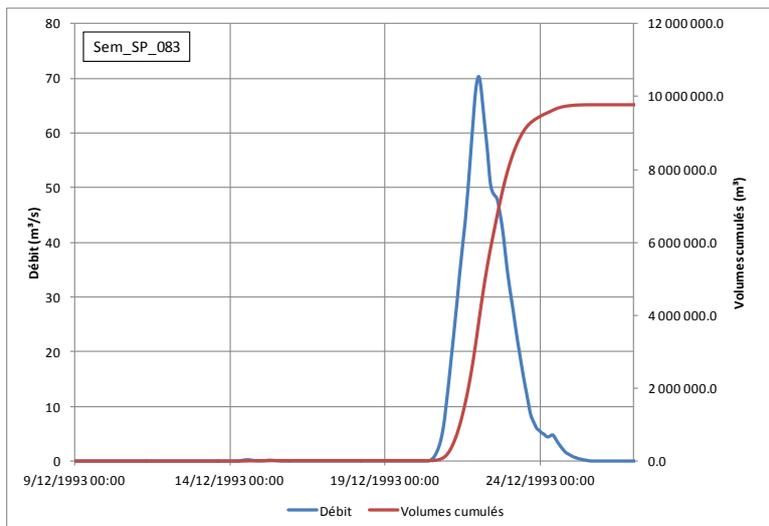
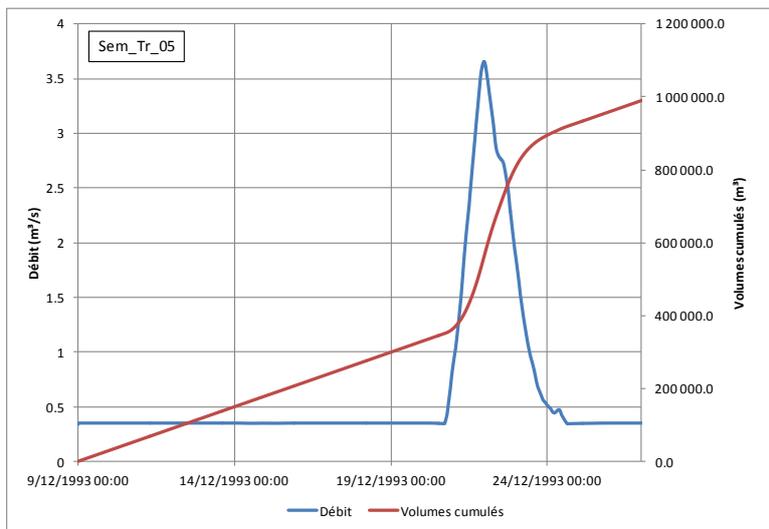
Annexe D Estimation des volumes transitant par le lit majeur à Tournavaux avant les travaux de 1996

D.1 Localisation des sections témoins

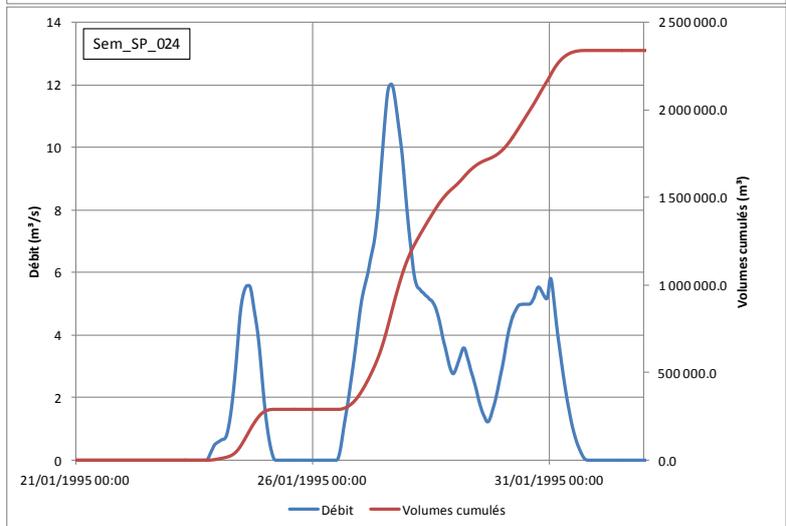
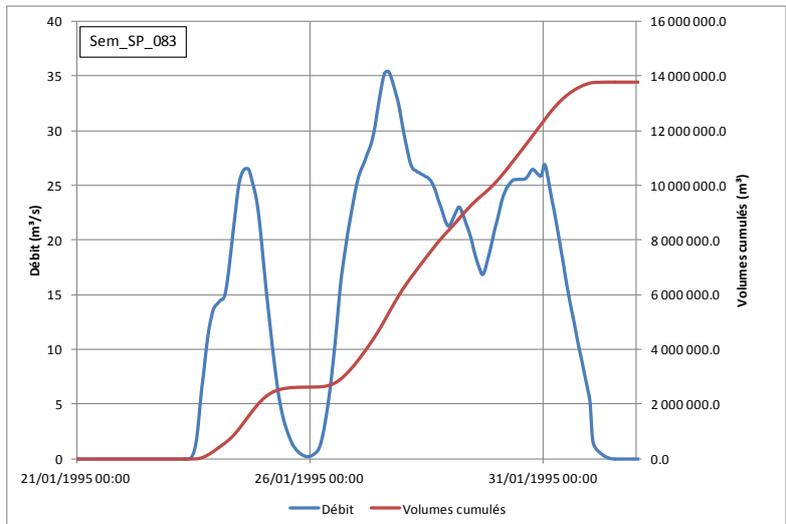
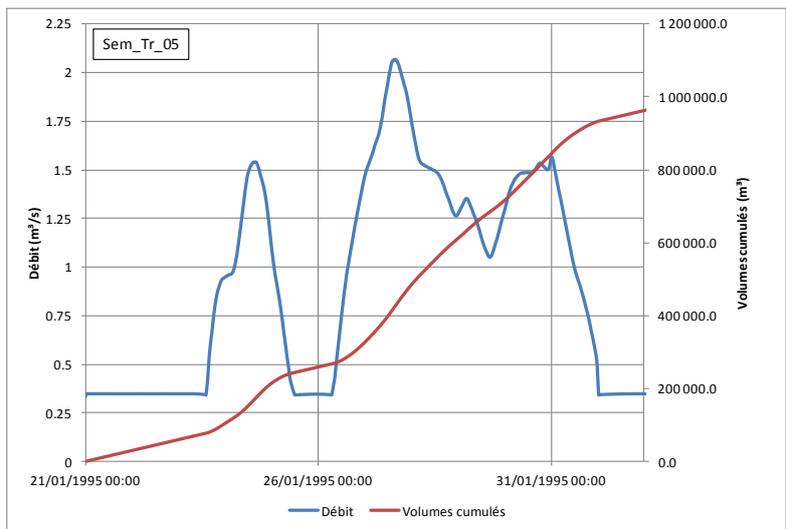
Trois sections sont choisies pour évaluer les volumes transitant dans le lit majeur et qui ont impacté Tournavaux lors des crues de décembre 1993 et de janvier 1995. La section Sem_Tr_05 permet d'évaluer les volumes de crue dans le lit majeur avant la construction de la digue de Tournavaux. Les sections SEM_SP_083 et SEM_SP_024 permettent de déterminer les volumes débordants en amont du pont.



D.2 Crue de Décembre 1993



D.3 Crue de Janvier 1995

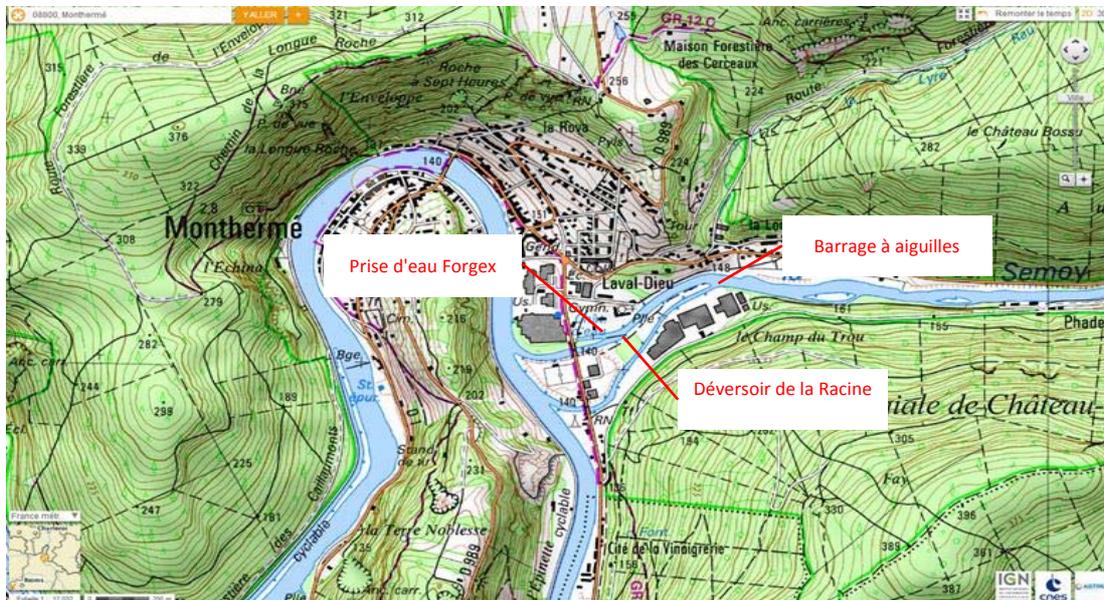


Annexe E Caractéristiques des ouvrages

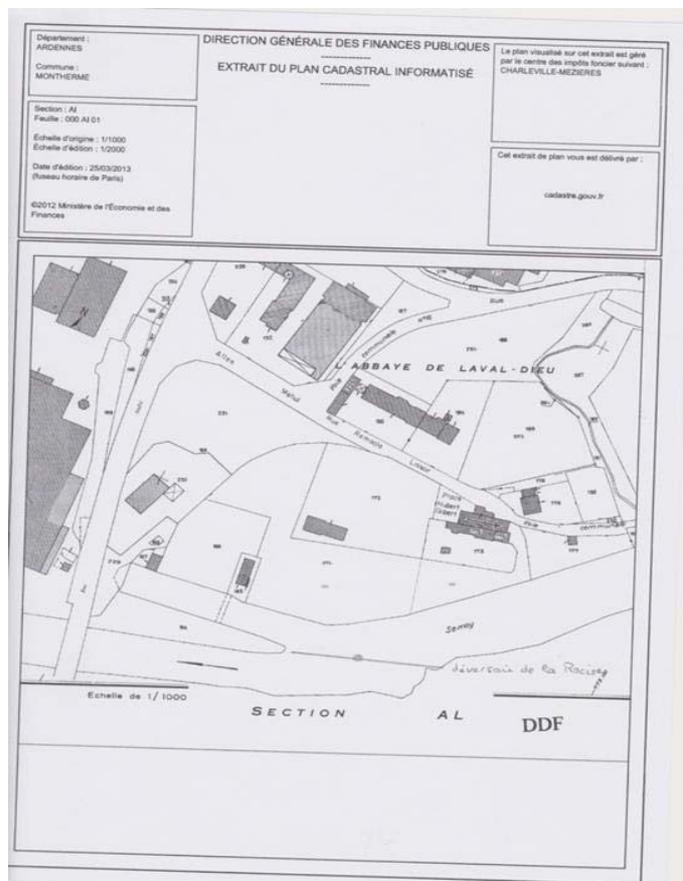
EXTRAITS CARTOGRAPHIQUES (1/2)

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6-0100
OUVRAGE : Déversoir de la Racine
COMMUNE : Monthermé

DATE : 18/09/2013
AUTEUR : Elodie Thiébaud (PEMA)



Géoportail - scan25



Cadastre.gov.fr - Extrait du plan cadastral informatisé

EXTRAITS CARTOGRAPHIQUES (2/2)

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6-0100
OUVRAGE : Déversoir de la Racine
COMMUNE : 44584

DATE : 18/09/2013
AUTEUR : Elodie Thiébaud (PEMA)



Géoportail - Carte de Cassini (XVIIIème siècle)



Géoportail - Carte d'état major (1820-1866)

FICHE CONTINUITÉ PISCICOLE

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6--0100
OUVRAGE : Déversoir de la Racine
COMMUNE : Monthermé
N° ROE : 44584

DATE : 20/03/2013
HEURE : 10:00
OPERATEURS : Audrey Delong (PEMA)
 Bernard Wéry (IMDC)

COORDONNÉES GPS (LAMBERT 93)

Latitude (Y) : 825408,52N
 Longitude (X) : 697718,25E
 Altitude (m) : -

DONNÉES ADMINISTRATIVES

Propriétaire de l'ouvrage : **Mairie de Monthermé**
 Gestionnaire de l'ouvrage : **Mairie de Monthermé**

DONNÉES RÉGLEMENTAIRES

Présence sur la carte de Cassini : Oui	Ancienne forge.
Ouvrage réglementé : Oui	Règlement d'eau du 25/04/1842.
Usage actuel visible ou supposé : Oui	Règle le niveau d'eau alimentant le bief pour l'usine Raguet.
Intérêt patrimonial : Oui	-
Commentaires : -	-

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES ET CONSTITUTION DE L'OUVRAGE

Seuil : -	
Vannages (ouvrage de décharge) : -	
Déversoir : L = 87m	
Autre élément associé : Barrage	Barrage à aiguilles, 450m en amont, distinguant deux bras de la Semoy.
Autre élément associé : Canal	Passage sous la D1 puis sous l'usine.
Commentaires : -	

ÉTAT GÉNÉRAL DE L'OUVRAGE

Seuil : -	-
Vannages (ouvrage de décharge) : -	-
Déversoir : Mauvais état	Brèche en rive gauche.
Autre élément associé : Mauvais état	Barrage
Commentaires : -	

CONTINUITÉ PISCICOLE - INCIDENCE SUR LE FRANCHISSEMENT PISCICOLE

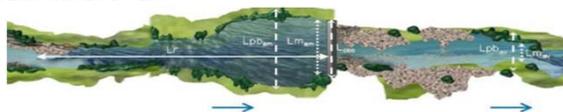
Salmonidés : Franchissable	Moyennes ou hautes eaux.
Ombres et cyprinidés d'eau vive : Franchissable	Moyennes ou hautes eaux.
Carnassiers : Non franchissable	-
Anguilles : Franchissable	-
Toutes espèces holobiotiques : Non franchissable	-
Commentaires : -	-
Ouvrage de franchissement : Absence	-
Commentaires : -	-

CONTINUITÉ SÉDIMENTAIRE - INCIDENCE SUR LE TRANSPORT SOLIDE

Continuité sédimentaire : Présence	Partielle car ouvrage détérioré.
Granulométrie : -	-
Comblement : Oui	Sédiments dirigés vers le canal usinier.
Commentaires : -	

CARACTÉRISTIQUES DU LIT

Lr (m) : **>1000,0**
 Lpb amont (m) : **34,0**
 Lmoy amont (m) : **32,0**
 Lobs (m) : **87,0**
 Lpb aval (m) : **25,0**
 Lmoy aval (m) : **26,0**
 Commentaires : **Longue zone de remous (jusqu'à plus de 1 km en amont).**



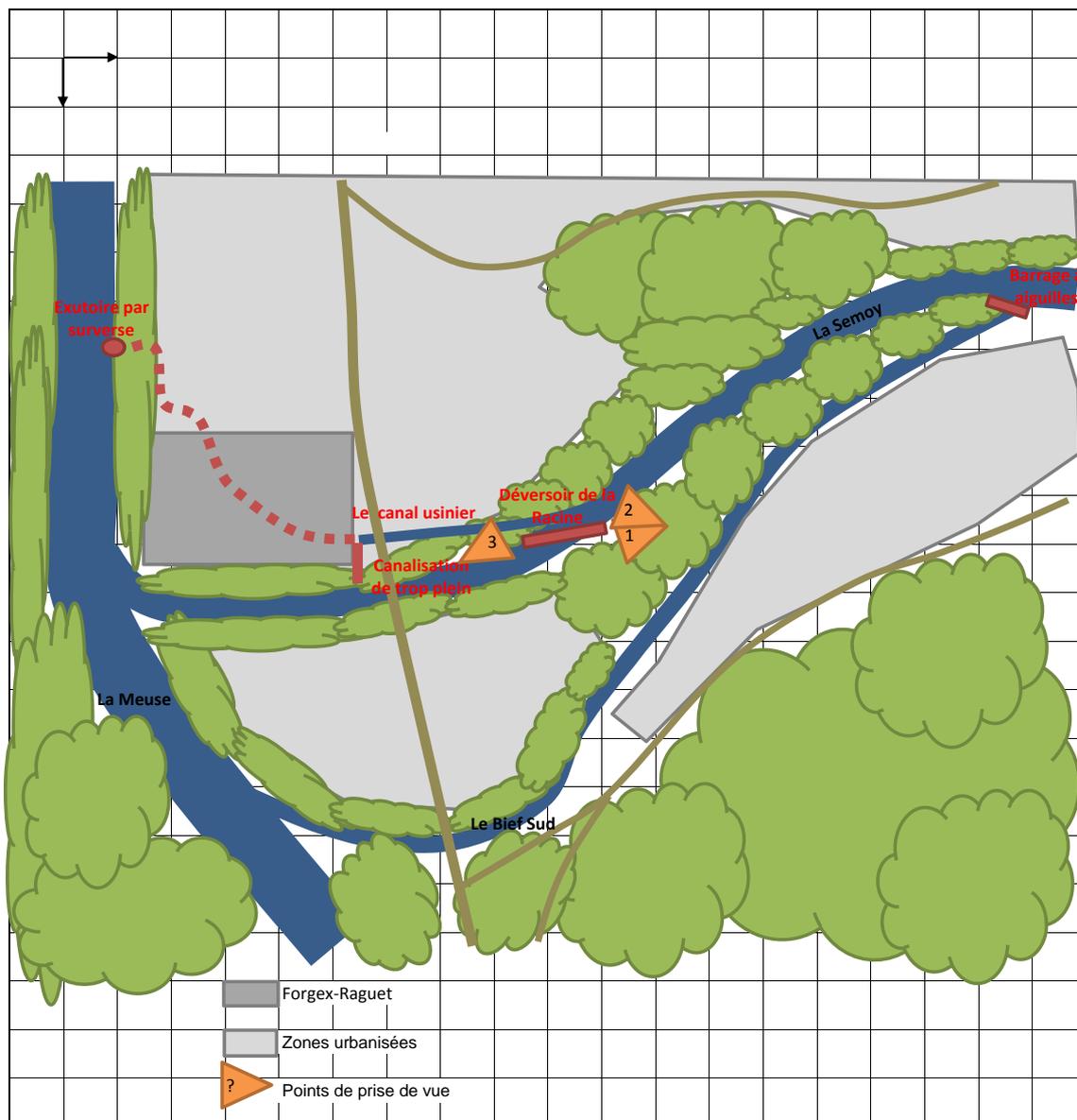
CARACTÉRISTIQUES DES BERGES

Ripisylve : Arborée (> 5 m)	-
Age de la ripisylve : Vieillissante	-
Erosion : Oui	Etat moyen des berges.
Effondrements : Non	-
Aide en cas d'arasement : Oui	Ripisylve + berges à accompagner.
Accessibilité du chantier : -	-
Commentaires : Présence de renouée du Japon.	

SCHEMA DES OUVRAGES

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6-0100
OUVRAGE : Déversoir de la Racine
COMMUNE : Monthermé
N° ROE : 44584

DATE : 20/03/2013
HEURE : 10:00
OPERATEURS : Audrey Delong (PEMA)
 Bernard Wéry (IMDC)



Commentaires :

Au niveau de Monthermé, la Semoy est divisée en trois bras : le bras Sud se distingue du bras médian par le barrage à aiguilles puis le bras Nord se distingue du bras médian au niveau du déversoir de la Racine.

Le bras Nord a été canalisé, recouvert d'une voûte puis enfoui sous les remblais lors de la surélévation du site pour la construction des bâtiments des Fonderies de Monthermé-Laval-Dieu.

L'usine métallurgique de la Sté des Fonderies de Monthermé-Laval-Dieu, puis Sté anonyme des Hauts-Fourneaux et Forges de Villerupt-Laval-Dieu, puis Sté Métallurgique de Senelle-Maubeuge, puis Lorraine-Escaut, est depuis 2000 la forge SA Forges-Raguet. Le règlement d'eau de 1842 donne les cotes de hauteurs du système hydraulique des usines de Monthermé (haut-fourneau, émoulerie, forge d'en haut, forge d'en bas, ancienne émoulerie et différents seuils) de M. Morel, maître de forges à Charleville. La force motrice de ces usines est fournie par des roues hydrauliques alimentées par la Semoy.

Depuis 1979, avant de pénétrer dans les bâtiments, le canal usinier alimente la station de pompage du château d'eau présent sur le site. A sa sortie, le canal est équipé d'une chicane permettant de piéger les hydrocarbures et les déchets flottants avec rejet en Meuse. Ils sont récupérés par pompage au niveau d'un regard une fois par an en août.

Le déversoir de la Racine et la chicane au niveau de l'exutoire régulent le niveau d'eau du canal usinier. Une canalisation (débit réglable à l'aide d'une vanne guillotine) permet de rejeter le trop-plein dans le bras médian de la Semoy. L'usine a besoin d'une hauteur d'eau suffisante pour que les crépines de la stations de pompage des hydrocarbures soient immergées (contrôle quotidien).



PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE 1/3

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6-0100
OUVRAGE : Déversoir de la Racine
COMMUNE : Monthermé
N° ROE : 44584

DATE : 2013 + 2007
SOURCES : PEMA et IMDC, 2013
Camino, 2007
Dubost et Pedon, 2000



1 - Vue de l'aval du déversoir depuis la rive gauche (mars 2013)



2 - Vue de l'amont du déversoir depuis la rive gauche (mars 2013)



3 - Vue de l'aval du déversoir depuis la rive droite (juin 2007)



3 - Vue de l'aval du déversoir depuis la rive droite (mars 2000)



Vues du merlon de pierres constituant le déversoir de la Racine à l'étiage
(Association de protection du Patrimoine de Monthermé)



PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE 2/3

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6--0100
OUVRAGE : Barrage à aiguilles
COMMUNE : Monthermé
N° ROE : 44584

DATE : 2013
SOURCES : PEMA et IMDC, 2013



Vue du barrage à aiguilles depuis l'amont (mars 2013)



Vue du barrage à aiguilles depuis l'aval (mars 2013)

Le barrage à aiguilles est réglé deux fois par an (hiver / été) par l'usine (SA Forges-Raguét). Il permet de répartir les eaux entre le bras Sud de la Semoy et le bras médian.

Au centre du site Forges (entreprise Raguét) se trouve un bâtiment isolé, l'ancienne chaufferie, actuellement bâtiment des compresseurs qui accueillait deux turbines hydrauliques en complément de la centrale qui fournissait de l'électricité sur place.

Lors de la visite de l'usine en août 2013, il a été confirmé à PEMA que le réseau d'eau de l'usine avait pour exutoire le canal usinier conformément à la convention d'occupation temporaire du domaine public fluvial n°41151100078 du 14/09/2011 et concernant les prises et rejet d'eau des ouvrages hydrauliques.

Les eaux pluviales et sanitaires de l'usine ainsi que l'égoût industriel principal ont pour exutoire le canal usinier qui conflue avec la Meuse aux pK 58.975, 59.1910 et 59.040 respectivement.



PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE 3/3

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6--0100
OUVRAGE : Canal usinier
COMMUNE : Monthermé
N° ROE : 44584

DATE : 02/08/2013
SOURCES : PEMA et IMDC, 2013



Passage du canal d'aménée sous la route D1



Grilles de l'usine sur le canal d'aménée



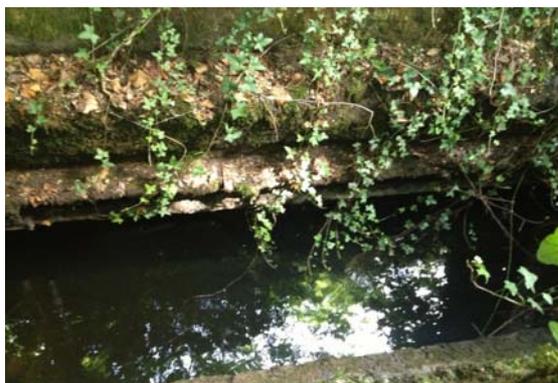
Vannages et passerelle à l'entrée de l'usine



Tunnel du canal sous l'usine



Surverse du canal au dessus de palplanches métalliques avant de confluer avec la Meuse

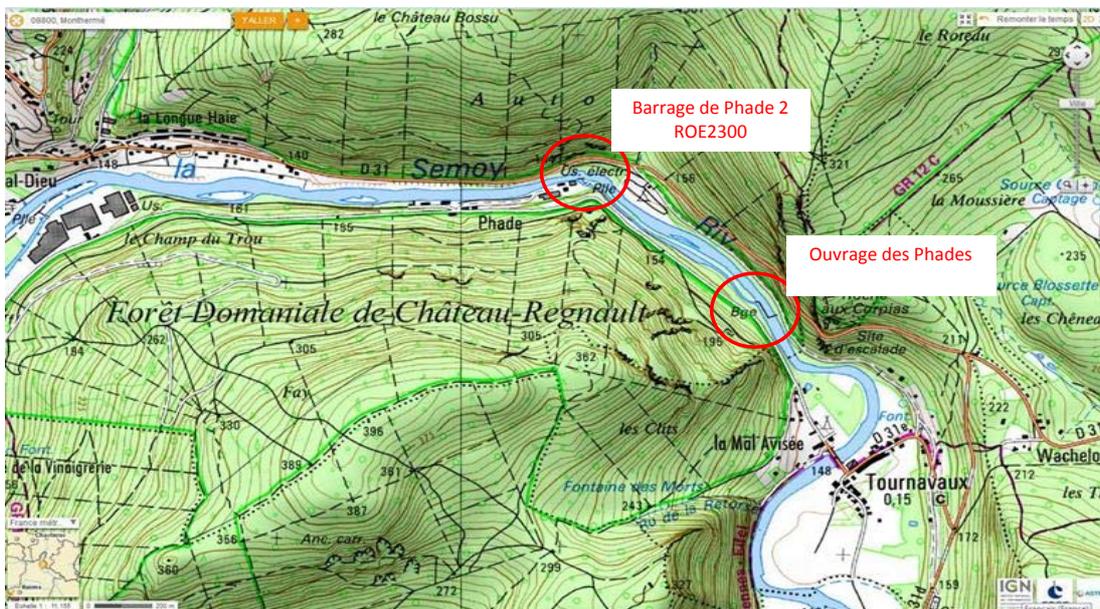


Regard au niveau du canal usinier en sortie des bâtiments

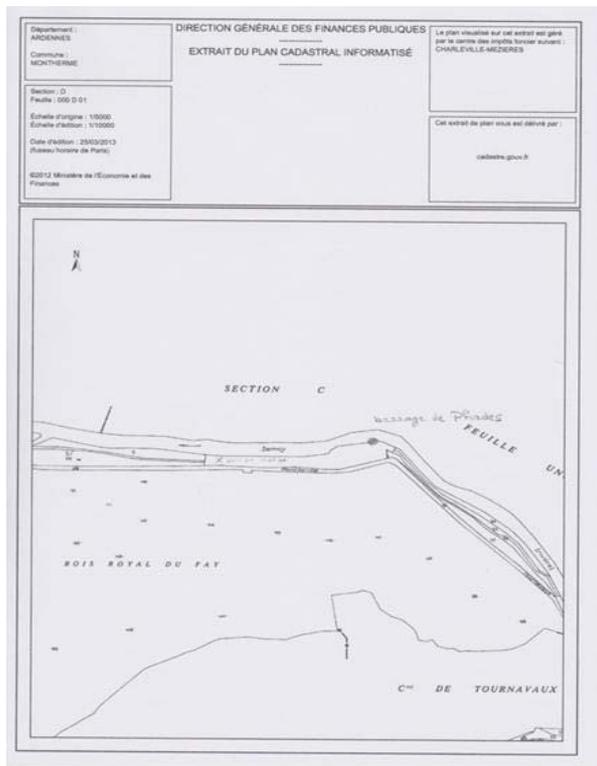
EXTRAITS CARTOGRAPHIQUES

COURS D'EAU : La Semoy
 CODE HYDRO : B6-0100
 OUVRAGE : Barrage et ouvrage de Phades
 COMMUNE : Monthermé

DATE : 18/09/2013
 AUTEUR : Elodie Thiébaud (PEMA)



Géoportail - scan25



Cadastre.gouv.fr - Extrait du plan cadastral informatisé

Le barrage de Phades est composé de deux ouvrages majeurs référencés dans le ROE :

- l'ouvrage des Phades (ROE47842), en amont, appelé barrage sur la carte IGN, permet la séparation du bief d'alimentation de l'usine et de la Semoy. Il s'agit du secteur où se trouve le déversoir, la passerelle, la passe à poissons. Ce seuil en rivière est équipé de clapets basculants d'après le ROE ;
- le barrage de Phade 2 (ROE2300), en aval, est appelé usine électrique sur la carte IGN. Ce seuil en rivière est équipé de vannes levantes d'après le ROE ;

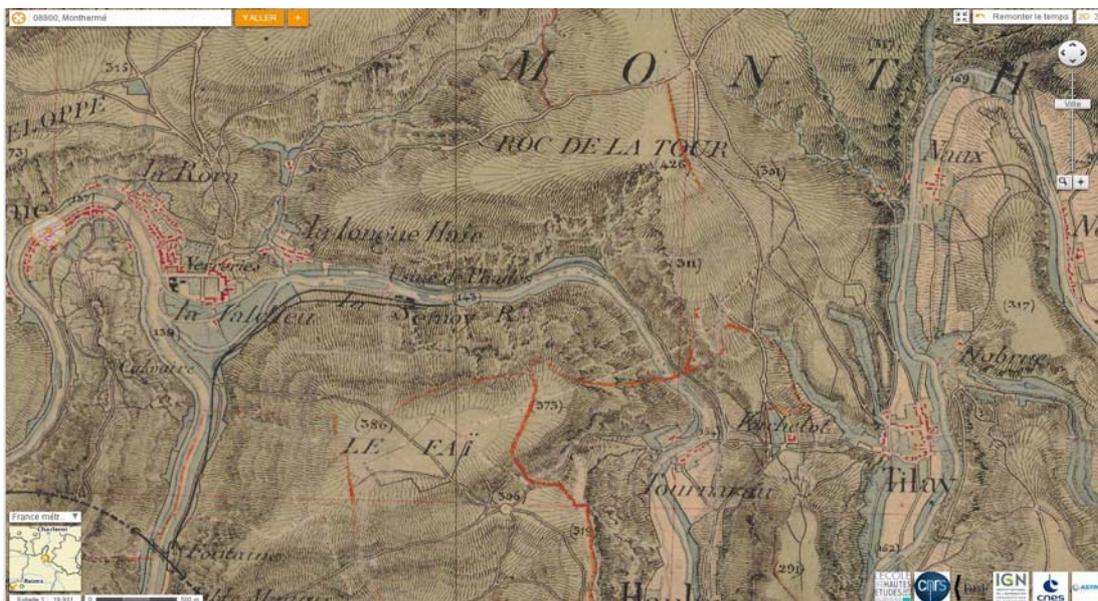
EXTRAITS CARTOGRAPHIQUES

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6-0100
OUVRAGE : Barrage et ouvrage de Phades
COMMUNE : Monthermé

DATE : 18/09/2013
AUTEUR : Elodie Thiébaud (PEMA)



Géoportail - Carte de Cassini (XVIIIème siècle)



Géoportail - Carte d'état major (1820-1866)

FICHE CONTINUE PISCICOLE

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6--0100
OUVRAGE : Barrage de Phade 2
COMMUNE : Monthermé
N° ROE : 2300

DATE : 20/03/2013
HEURE :
OPERATEURS : Audrey Delong (PEMA)
 Bernard Wéry (IMDC)

COORDONNEES GPS (LAMBERT 93)

Latitude (Y) : 827462,45N
 Longitude (X) : 6977466,3E
 Altitude (m) : -

DONNEES ADMINISTRATIVES

Propriétaire de l'ouvrage : Société Icaunaise d'Electricité depuis 1986.
 Gestionnaire de l'ouvrage : Moniseur Demory

DONNEES REGLEMENTAIRES

Présence sur la carte de Cassini : Non -
 Ouvrage réglementé : Oui Réglement d'eau du 24/03/1840.
 Usage actuel visible ou supposé : Oui Hydroélectricité
 Intérêt patrimonial : Non -
 Commentaires : -

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES ET CONSTITUTION DE L'OUVRAGE

Seuil : Ouvrage des Phades localisé 850m en amont équipé de clapets basculants.
 Vannages (ouvrage de décharge) : Vannes levantes manuelles, submergées en cas de crues.
 Déversoir : Trop plein du canal de dérivation.
 Autre élément associé : Dégrilleurs Deux dégrilleurs automatiques ; grilles écartées de 5cm.
 Autre élément associé : Turbines Trois turbines ; machine hydraulique Hensen P4 qui développe 450kW.
 Commentaires : -

ETAT GENERAL DE L'OUVRAGE

Seuil : - Cf. fiche ouvrage des Phades
 Vannages (ouvrage de décharge) : -
 Déversoir : -
 Autre élément associé : -
 Commentaires : -

CONTINUE PISCICOLE - INCIDENCE SUR LE FRANCHISSEMENT PISCICOLE

Salmonidés : Non franchissable Vers le bras d'alimentation. La Semoy reste franchissable.
 Ombres et cyprinidés d'eau vive : Non franchissable Vers le bras d'alimentation. La Semoy reste franchissable.
 Carnassiers : Non franchissable Vers le bras d'alimentation. La Semoy reste franchissable.
 Anguilles : Non franchissable Vers le bras d'alimentation. La Semoy reste franchissable.
 Toutes espèces holobiotiques : Non franchissable Vers le bras d'alimentation. La Semoy reste franchissable.
 Commentaires : Le passage vers le bras n'est pas possible mais les poissons sont plutôt dirigés vers la Semoy.
 Ouvrage de franchissement : Absence -
 Commentaires : Cf. fiche de l'ouvrage des Phades (PAP en amont).

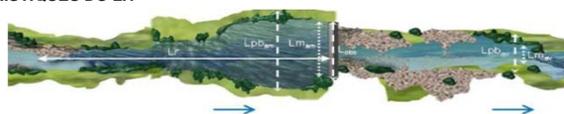
CONTINUE SEDIMENTAIRE - INCIDENCE SUR LE TRANSPORT SOLIDE

Continuité sédimentaire : Absence Vers le bras. Continuité préservée vers la Semoy.
 Granulométrie : -
 Comblement : Oui Dans le bras d'alimentation.
 Commentaires : -

CARACTERISTIQUES DU LIT

Lr (m) : 800,0
 Lpb amont (m) : 20,0
 Lmoy amont (m) : 10,0
 Lobs (m) : 10,0
 Lpb aval (m) : 30,0
 Lmoy aval (m) : 25,0
 Commentaires : -

(canal)



(Semoy)

CARACTERISTIQUES DES BERGES

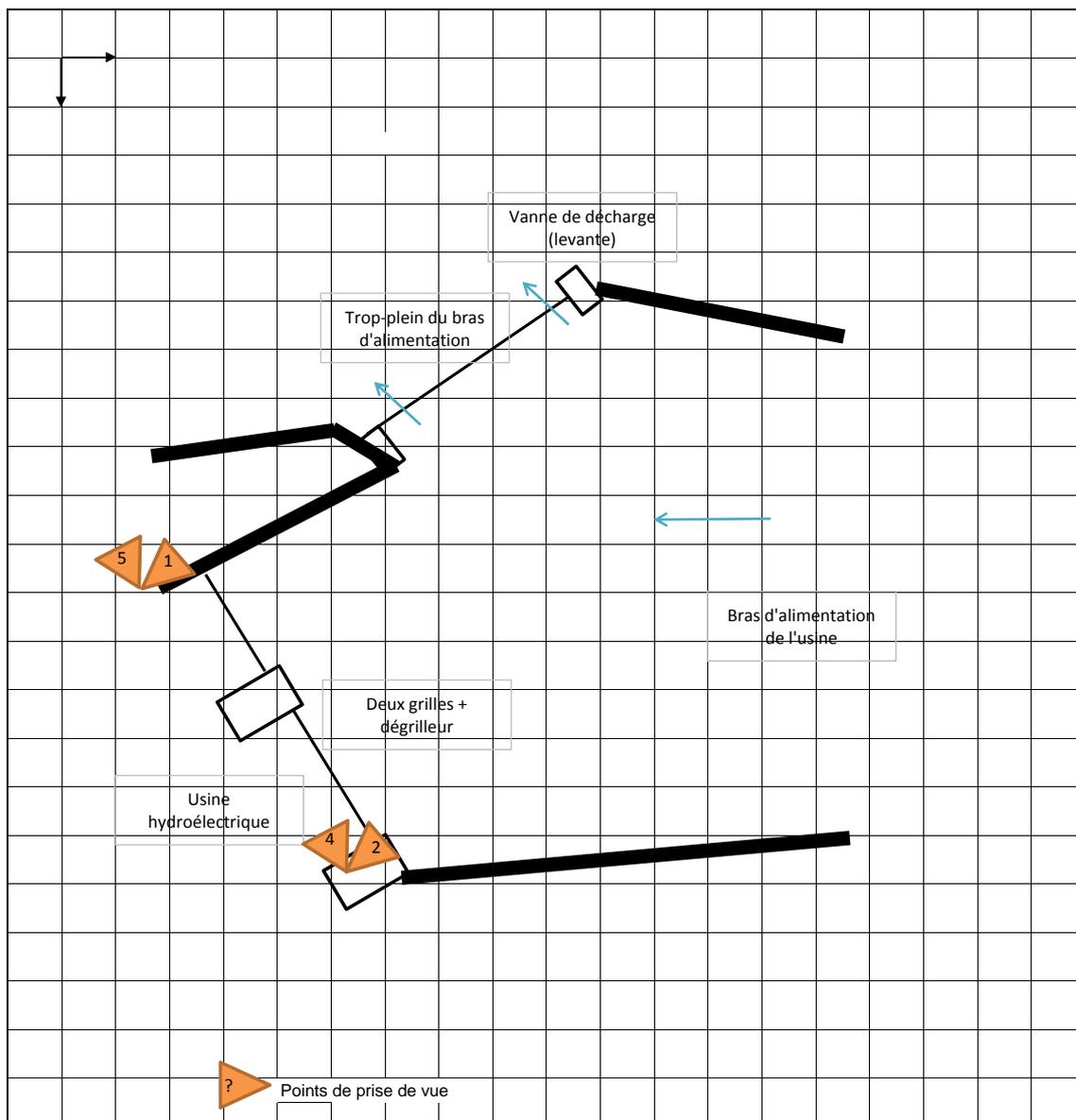
Ripisylve : Arborée (> 5 m) -
 Age de la ripisylve : Intermédiaire -
 Erosion : Non Berges du bras d'alimentation bloquées.
 Effondrements : Non -
 Aide en cas d'arasement : Non -
 Accessibilité du chantier : Facile -
 Commentaires : -



SCHEMA DES OUVRAGES

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6-0100
OUVRAGE : Barrage de Phade 2
COMMUNE : Monthermé
N° ROE : 2300

DATE : 20/03/2013
HEURE :
OPERATEURS : Audrey Delong (PEMA)
Bernard Wéry (IMDC)



Commentaires :

L'usine de Phades est créée en 1834 par les frères Auguste et François Lagard, propriétaires des usines de Linchamps et fabricants de clous à Charleville. Elle comportait un laminoir, qui était entraîné par une roue hydraulique tout d'abord puis par trois autres.

Le projet de règlement d'eau de 1839 autorise le remplacement de la prise d'eau alimentant le canal de dérivation de l'usine de MM Lagard frères par une autre. Les dimensions de la prise d'eau, du canal de dérivation, des hauteurs de chute, de la digue, du chemin de halage, etc. se trouve dans ce document. Ces informations sont reprises dans le règlement d'eau du 24 mars 1840.

Le canal est construit en 1843 ; il alimente, par des galeries souterraines, les quatre roues motrices de l'usine de Phades.

(Source : <http://www.cr-champagne-ardenne.fr/patrimoineindustriel08/IA08000288.html>)

Le niveau d'eau du canal est régulé par l'ouvrage de Phades décrit dans les pages suivantes de la présente fiche.

En 2013, les trois turbines alimentent une machine hydraulique Hensen P4 qui développe 450kW.



PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6-0100
OUVRAGE : Barrage de Phade 2
COMMUNE : Monthermé
N° ROE : 2300

DATE : 20/03/2013
SOURCES : PEMA et IMDC (2013)



1 - Vanne de décharge (levante) et trop-plein du canal de dérivation



2 - Vue du canal de dérivation depuis l'usine



3 - Vue de la sortie des turbines (canal de restitution)



4 - Vue du dégrilleur



5 - Vue de la Semoy au droit de l'usine



FICHE CONTINUITE PISCICOLE

COURS D'EAU : **La Semoy**
CODE HYDRO : **B6--0100**
OUVRAGE : **Ouvrage des Phades**
COMMUNE : **Monthermé**
N° ROE : **47842**

DATE : **20/03/2013**
HEURE :
OPERATEURS : **Audrey Delong (PEMA)**
Bernard Wéry (IMDC)

COORDONNEES GPS (LAMBERT 93)

Latitude (Y) : **828162,78N**
Longitude (X) : **6976950,25E**
Altitude (m) : -

DONNEES ADMINISTRATIVES

Propriétaire de l'ouvrage : **Société Icaunaise d'Electricité depuis 1986.**
Gestionnaire de l'ouvrage : **Moniseur Demory**

DONNEES REGLEMENTAIRES

Présence sur la carte de Cassini : **Non** -
Ouvrage réglementé : **Oui** Règlement d'eau du 24/03/1840.
Usage actuel visible ou supposé : **Oui** Hydroélectricité
Intérêt patrimonial : **Non** -
Commentaires : **Cours d'eau classé en liste 2 de l'article L.214-17 du Code de l'Environnement.**

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES ET CONSTITUTION DE L'OUVRAGE

Seuil : **Barrage de Phade localisé 850m en aval équipé de vannes levantes.**
Vannages (ouvrage de décharge) : **Deux séries de clapets basculants automatiques en rive droite (L = 12,88m + 12,68m ; Z radier = 140,01mNGF ; Z vanne = 141,52mNGF).**
Déversoir : **Béton ; échancrure pour kayak et débit d'attrait pour PAP (L = 68m ; Z = 141,4mNGF) ; htr chute = 1,62m.**
Autre élément associé : **Passerelle** L = 13,6m
Autre élément associé : **Portes d'alimentation** En amont du bras d'alimentation, fermées manuellement en période de crues.
Commentaires : **Le bras (800m) alimente une usine hydroélectrique (barrage de Phade) en aval.**

ETAT GENERAL DE L'OUVRAGE

Seuil : - Cf. fiche barrage de Phade
Vannages (ouvrage de décharge) : **Mauvais état** Les clapets ne sont pas basculés lors des crues.
Déversoir : **Etat moyen** Echancrure pour kayak bloquée par deux rochers.
Autre élément associé : **Bon état** Passerelle
Autre élément associé : **Bon état** Portes d'alimentation

CONTINUITE PISCICOLE - INCIDENCE SUR LE FRANCHISSEMENT PISCICOLE

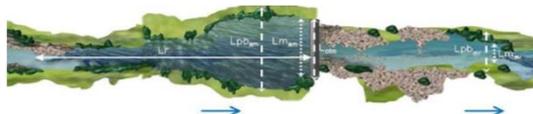
Salmonidés : **Non franchissable** TRF = espèce cible.
Ombres et cyprinidés d'eau vive : **Non franchissable** -
Carnassiers : **Non franchissable** -
Anguilles : **Franchissable** -
Toutes espèces holobiotiques : **Non franchissable** -
Ouvrage de franchissement : **Présence Non fonctionnel** Passe à poissons à ralentisseurs, mixte canoés/poissons.
Commentaires : **Simple glissière en 1989, équipée de ralentisseurs en 1994, bon état, faible attractivité, dimensions et calage limitants. Un rocher bloque la sortie pour les kayaks.**

CONTINUITE SEDIMENTAIRE - INCIDENCE SUR LE TRANSPORT SOLIDE

Continuité sédimentaire : **Présence** Si clapets ouverts en période de crue.
Granulométrie : - Toutes classes présentes
Comblement : **Non** Colmatage, encombrement, comblement faibles à nuls.
Commentaires : -

CARACTERISTIQUES DU LIT

Lr (m) : **Plusieurs centaines de mètres**
Lpb amont (m) : **37,0**
Lmoy amont (m) : **35,0**
Lobs (m) : **40,0**
Lpb aval (m) : **25,0**
Lmoy aval (m) : **20,0**
Commentaires : **Plusieurs kilomètres sans eau à l'étiage lorsque tout le débit passe par le bras d'alimentation de l'usine.**



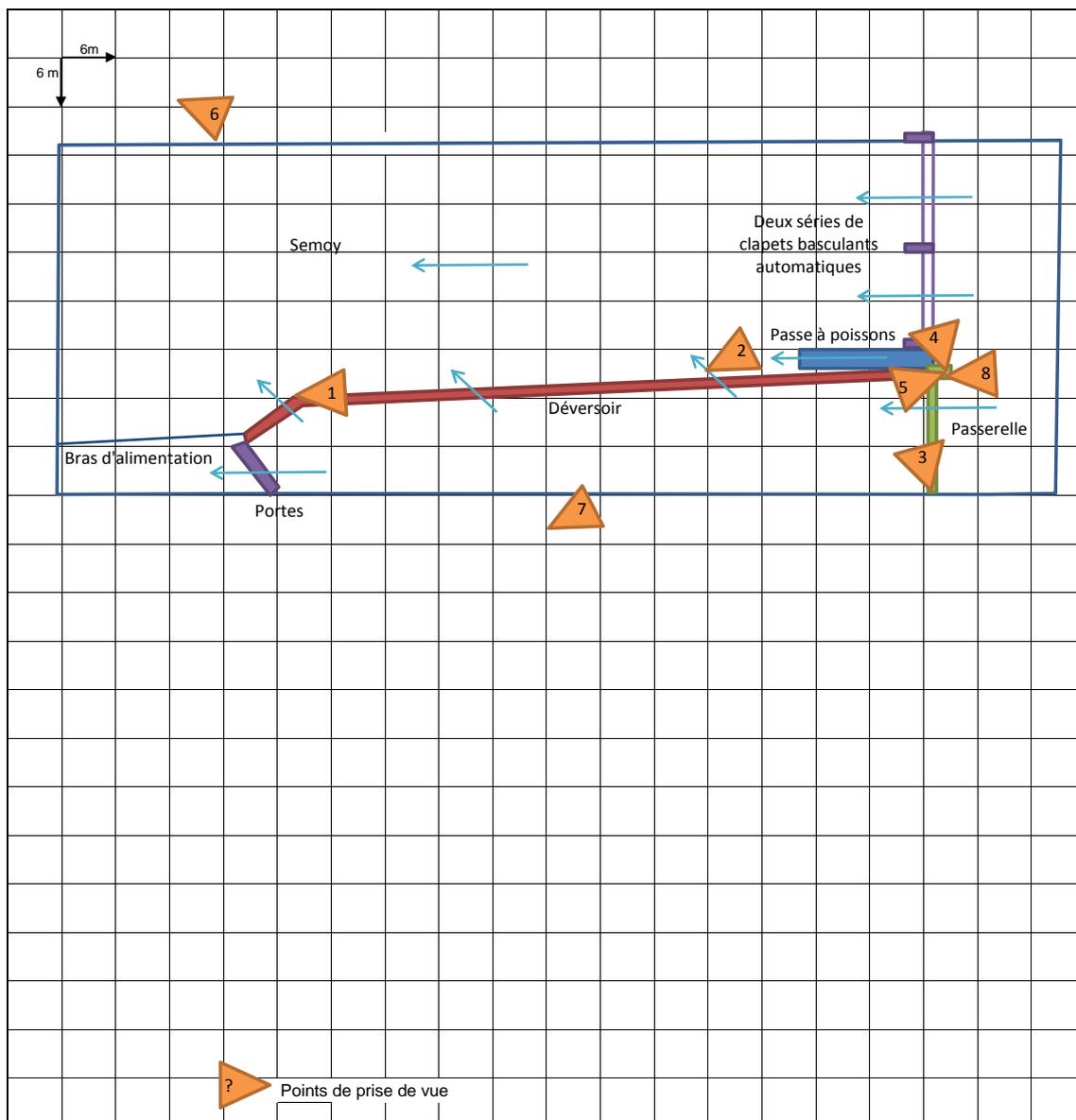
CARACTERISTIQUES DES BERGES

Ripisylve : **Arborée (> 5 m)** -
Age de la ripisylve : **Intermédiaire** -
Erosion : **Oui** Etat moyen des berges
Effondrements : **Non** -
Aide en cas d'arasement : **Non** Ni pour ripisylve, ni pour berges.
Accessibilité du chantier : -

SCHEMA DES OUVRAGES

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6-0100
OUVRAGE : Ouvrage des Phades
COMMUNE : Monthermé
N° ROE : 47842

DATE : 20/03/2013
HEURE :
OPERATEURS : Audrey Delong (PEMA)
 Bernard Wéry (IMDC)



Commentaires :

L'ouvrage des Phades (ROE47842), en amont, appelé barrage sur la carte IGN, permet la séparation du bief d'alimentation de l'usine et de la Semoy. Ce seuil en rivière est équipé de deux séries de clapets basculants qui ne sont pas manœuvrés durant les crues.

La passe à poissons, diagnostiquée en juin 2012 par l'ONEMA (SD08), est en bon état mais dispose d'une faible attractivité pour l'espèce cible (la truite de rivière). Elle a été construite en 1994. Il s'agit d'un modèle à ralentisseurs atypiques et non-conformes (demi-buche droite posée au fond du radier incliné). Les valeurs limitantes sont celles de la fosse d'appel (0,3m + 0,2m de profondeur), de la volée (12m) et du débit (2m/s). Le dimensionnement de la passe et son calage sont non-conformes aux préconisations du guide technique et du logiciel CASSIOPEE. Il est demandé que la passe soit reconstruite et adaptée aux migrateurs du secteur.

L'ouvrage serait responsable de l'augmentation des niveaux d'eau sur la commune de Tournavaux. Une surélévation lors des crues (clapets du barrage fermés), sensible sur 900m est démontrée par Hydratec (2001).



PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE 1/2

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6-0100
OUVRAGE : Ouvrage des Phades
COMMUNE : Monthermé
N° ROE : 47842

DATE : 2000 + 2004 + 2013
SOURCES : PEMA et IMDC (2013)
Lascaux, 2004
Dubost et Pedon, 2000



1 - Vue de la passe à poissons depuis l'aval (2004)



2 - Vue de la passe à poissons et de l'ouvrage de décharge depuis le déversoir (2004)



3 - Vue de la passe à poissons et de l'aval de l'ouvrage de décharge depuis la passerelle (mars 2013)



3 - Vue de la passe à poissons et de l'aval de l'ouvrage de décharge depuis la passerelle (janvier 2000)



4 - Vue de l'aval de l'ouvrage de décharge depuis la passerelle (mars 2013)



PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE 2/2

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6-0100
OUVRAGE : Ouvrage des Phades
COMMUNE : Monthermé
N° ROE : 47842

DATE : 2000 + 2002 + 2007
SOURCES : PEMA et IMDC (2013)
Camino, 2007
Boudrique, 2002
Dubost et Pedon, 2000



5 - Vue d'ensemble du secteur aval depuis passerelle (mars 2013)



5 - Vue d'ensemble du secteur aval depuis passerelle (juin, 2007)



6 - Vue de la passe à poissons depuis l'aval (mars 2000)



7 - Vue de la passe à poissons et de l'aval de l'ouvrage de décharge lors d'une crue de retour 2 ans (février 2002)

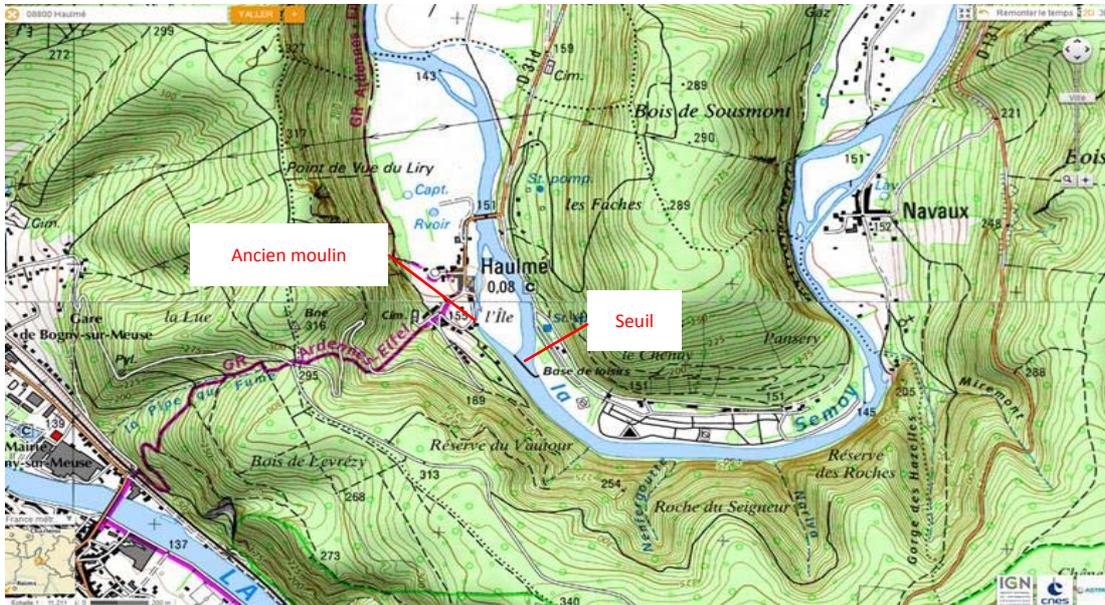


8 - Vue d'ensemble du secteur amont depuis passerelle (juin, 2007)

EXTRAITS CARTOGRAPHIQUES (1/2)

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6-0100
OUVRAGE : Moulin de Haulmé
COMMUNE : Haulmé

DATE : 18/09/2013
AUTEUR : Elodie Thiébaud (PEMA)



Géoportail - scan25



Cadastre.gouv.fr - Extrait du plan cadastral informatisé

EXTRAITS CARTOGRAPHIQUES (2/2)

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6-0100
OUVRAGE : Moulin de Haulmé
COMMUNE : Haulmé

DATE : 18/09/2013
AUTEUR : Elodie Thiébaud (PEMA)



Géoportail - Carte de Cassini (XVIIIème siècle)



Géoportail - Carte d'état major (1820-1866)

FICHE CONTINUE PISCICOLE

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6--0100
OUVRAGE : Moulin de Haulmé
COMMUNE : Haulmé
N° ROE : 47843

DATE : 19/03/2013
HEURE : 13:15
OPERATEURS : Audrey Delong (PEMA)
 Bernard Wéry (IMDC)

COORDONNEES GPS (LAMBERT 93)

Latitude (Y) : 828694,52N
 Longitude (X) : 6974685,44E
 Altitude (m) : 150

DONNEES ADMINISTRATIVES

Propriétaire de l'ouvrage : -
 Gestionnaire de l'ouvrage : -

DONNEES REGLEMENTAIRES

Présence sur la carte de Cassini : Oui	Ancien moulin.
Ouvrage réglementé : -	Aucun élément n'a été retrouvé aux archives départementales.
Usage actuel visible ou supposé : Non	Le moulin n'a plus de roue.
Intérêt patrimonial : Oui	-
Commentaires : -	-

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES ET CONSTITUTION DE L'OUVRAGE

Seuil : Quelques dénivellés sous le moulin.
 Vannages (ouvrage de décharge) : Vanne guillotine faite de planches de bois à manœuvre manuelle au niveau du moulin.
 Déversoir : Merlon de pierre de près de 115m de long.
 Autre élément associé : -
 Autre élément associé : -
 Commentaires : -

ETAT GENERAL DE L'OUVRAGE

Seuil : Bon état	-
Vannages (ouvrage de décharge) : Etat moyen	-
Déversoir : Etat moyen	Brèches.
Autre élément associé : -	-
Commentaires : -	-

CONTINUE PISCICOLE - INCIDENCE SUR LE FRANCHISSEMENT PISCICOLE

Salmonidés : Franchissable	-
Ombres et cyprinidés d'eau vive : Franchissable	-
Carnassiers : Franchissable	-
Anguilles : Franchissable	-
Toutes espèces holobiotiques : Franchissable	-
Commentaires : La brèche permet le passage des poissons la majeure partie de l'année.	-
Ouvrage de franchissement : Absence	-
Commentaires : -	-

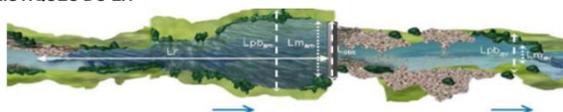
CONTINUE SEDIMENTAIRE - INCIDENCE SUR LE TRANSPORT SOLIDE

Continuité sédimentaire : Absence	Possible partiellement par la brèche pour les particules fines.
Granulométrie : -	Toutes classes présentes.
Comblement : -	-
Commentaires : Accumulation d'embâcles au niveau du point de plus fort débit limitant la continuité. Exhaussement du fond du bief du moulin. Retrecissement du lit au niveau du moulin. Augmentation des inondations au gué.	-

CARACTERISTIQUES DU LIT

Lr (m) : -
 Lpb amont (m) : **130,0**
 Lmoy amont (m) : **55,0**
 Lobs (m) : **115,0**
 Lpb aval (m) : **410,0**
 Lmoy aval (m) : **50,0**
 Commentaires : **Elargissement du lit mineur en amont du déversoir, dans la zone de retenue.**

Plaine d'inonda°.



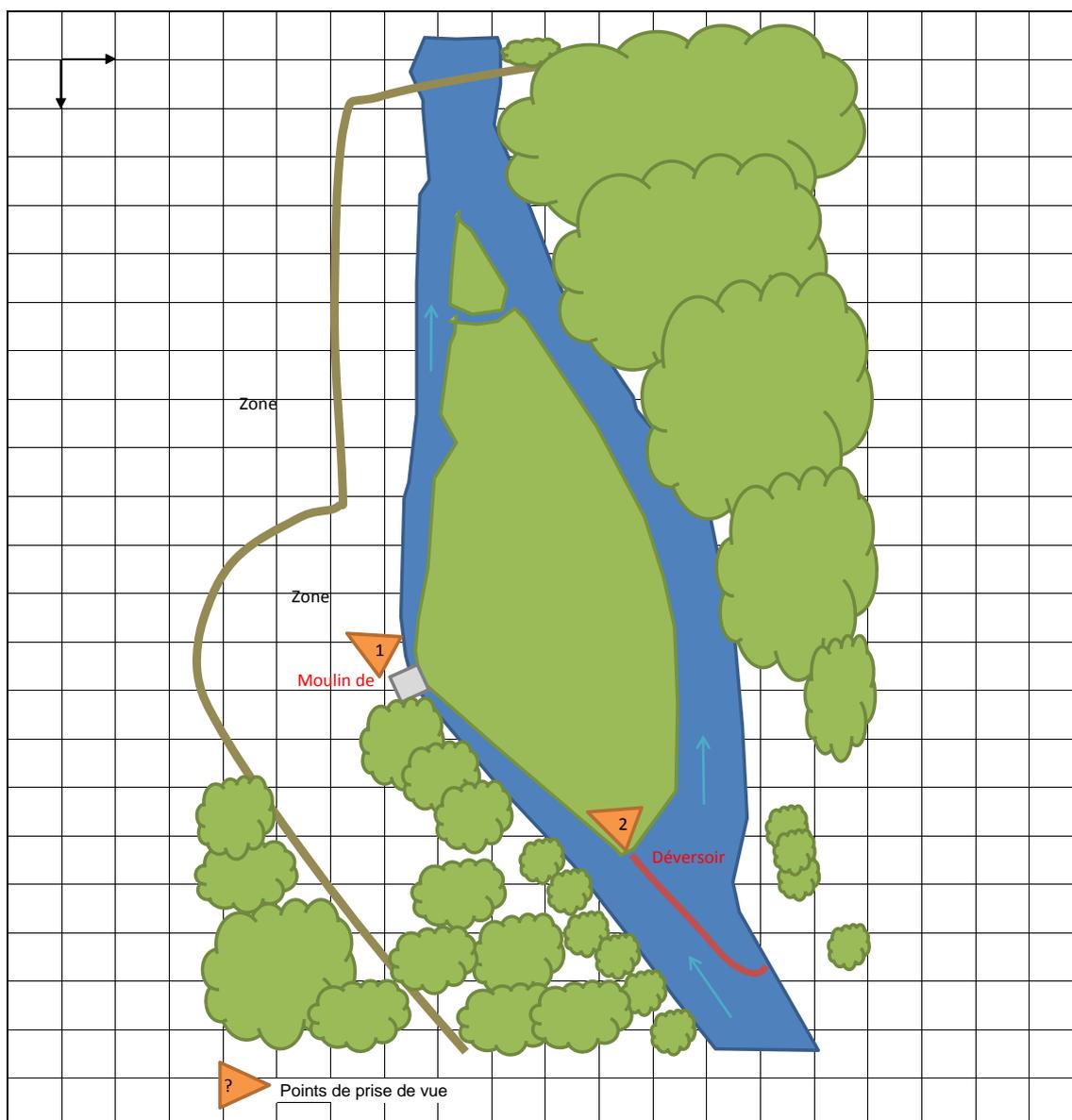
CARACTERISTIQUES DES BERGES

Ripisylve : Absence	Arbres épars en RD, ripisylve équilibrée en RG.
Age de la ripisylve : -	-
Erosion : Oui	Elargissement du lit mineur en amont, zone d'érosion en aval RD.
Effondrements : Non	-
Aide en cas d'arasement : -	-
Accessibilité du chantier : -	-

SCHEMA DES OUVRAGES

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6-0100
OUVRAGE : Moulin de Haulmé
COMMUNE : Haulmé
N° ROE : 47843

DATE : 19/03/2013
HEURE : 13:15
OPERATEURS : Audrey Delong (PEMA)
Bernard Wéry (IMDC)



Commentaires :

L'ancien moulin d'Haulmé est alimenté par un bief dont le niveau est régulé par un déversoir ébréché. La largeur du bief est irrégulière et présente un rétrécissement au niveau du moulin. Le transport solide est majoritairement dirigé vers le bief qui présente un réhaussement du fond du lit favorisant l'augmentation des niveaux d'eau en période de crue (Hydratec, 2001). Sur les photographies aériennes, des dépôts de sédiments sont également observés en amont du déversoir en rive droite. En outre, le bief est l'exutoire du réseau d'eaux pluviales de la commune d'Haulmé.



PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6-0100
OUVRAGE : Moulin de Haulmé
COMMUNE : Haulmé
N° ROE : 47843

DATE : 19/03/2013
SOURCES : PEMA et IMDC (2013)



1 - Vue du déversoir depuis l'île (mars 2013)



2 - Vue de l'ancien moulin depuis l'aval (mars 2013)



Vue des embâcles au bout du déversoir (mars 2013)



Vue des engrenages du moulin de Haulmé (mars 2013)



Vue des vannages de décharge du moulin (mars 2013)

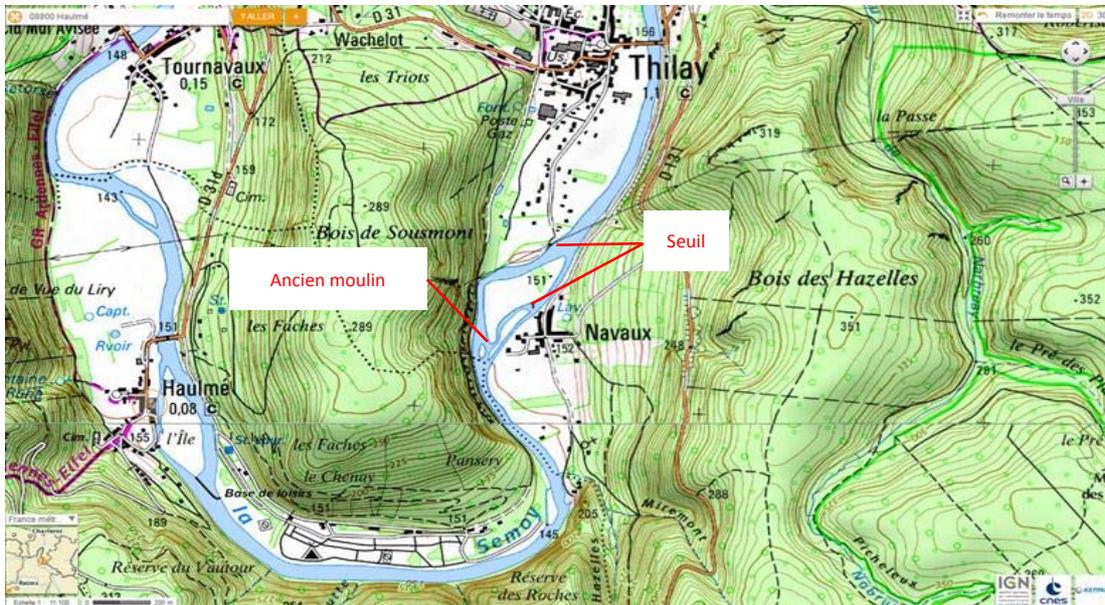


Vue de l'emplacement de l'ancienne roue horizontale du moulin de Haulmé (mars 2013)

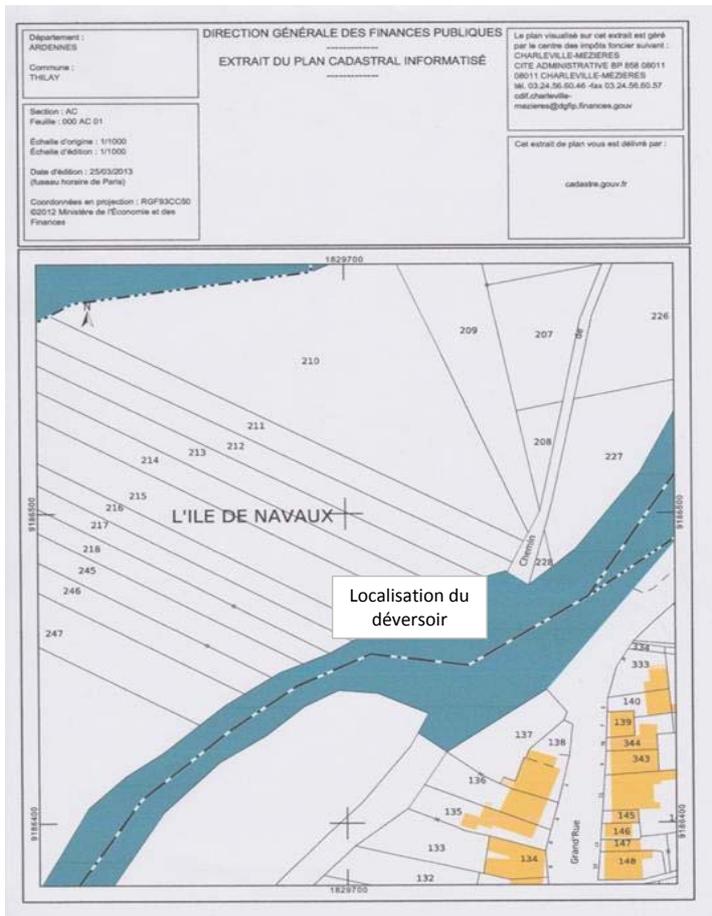
EXTRAITS CARTOGRAPHIQUES (1/2)

COURS D'EAU : La Semoy
 CODE HYDRO : B6-0100
 OUVRAGE : Moulin de Navaux
 COMMUNE : Navaux

DATE : 18/09/2013
 AUTEUR : Elodie Thiébaud (PEMA)



Géoportail - scan25



Cadastre.gov.fr - Extrait du plan cadastral informatisé

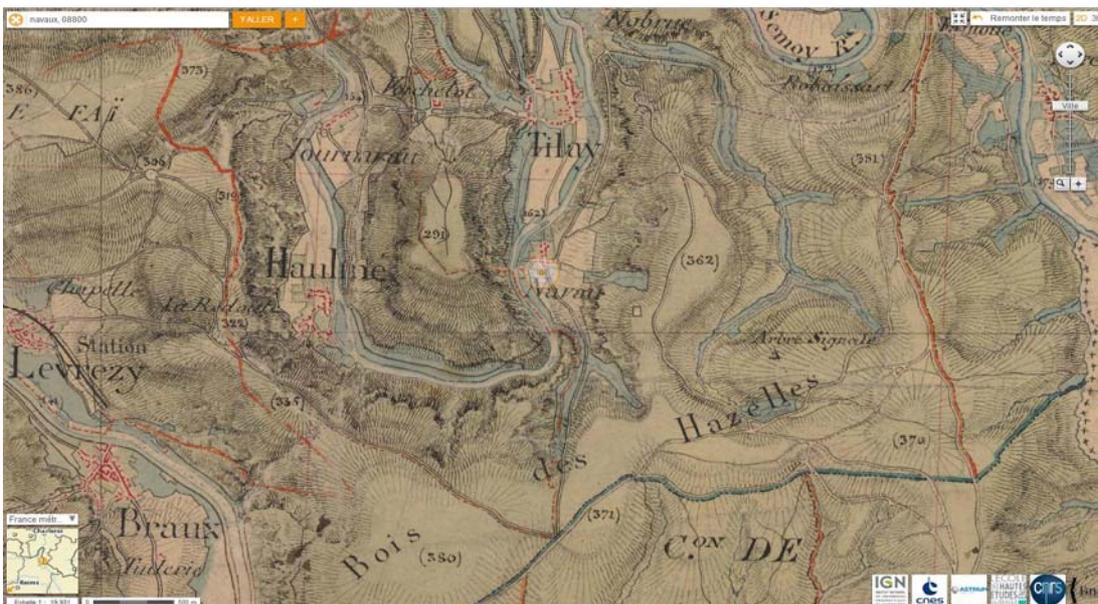
EXTRAITS CARTOGRAPHIQUES (2/2)

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6-0100
OUVRAGE : Moulin de Navaux
COMMUNE : Navaux

DATE : 18/09/2013
AUTEUR : Elodie Thiébaud (PEMA)



Géoportail - Carte de Cassini (XVIIIème siècle)



Géoportail - Carte d'état major (1820-1866)

FICHE CONTINUE PISCICOLE

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6--0100
OUVRAGE : Moulin de Navaux
COMMUNE : Navaux
N° ROE : 2871

DATE : 20/03/2013
HEURE :
OPERATEURS : Audrey Delong (PEMA)
 Bernard Wéry (IMDC)

COORDONNEES GPS (LAMBERT 93)

Latitude (Y) : 825408,52N
 Longitude (X) : 697718,25E
 Altitude (m) : 150

DONNEES ADMINISTRATIVES

Propriétaire de l'ouvrage : -
 Gestionnaire de l'ouvrage : -

DONNEES REGLEMENTAIRES

Présence sur la carte de Cassini : **Oui** Pictogramme de moulin à vent en pierre A VERIFIER.
 Ouvrage réglementé : -
 Usage actuel visible ou supposé : **Non**
 Intérêt patrimonial : **Non**
 Commentaires : -

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES ET CONSTITUTION DE L'OUVRAGE

Seuil : **Merlon de pierre.**
 Vannages (ouvrage de décharge) : **Disparus.**
 Déversoir : -
 Autre élément associé : -
 Autre élément associé : -
 Commentaires : -

ETAT GENERAL DE L'OUVRAGE

Seuil : **Mauvais état**
 Vannages (ouvrage de décharge) : **Mauvais état**
 Déversoir : **Mauvais état**
 Autre élément associé : -
 Commentaires : **Ouvrage en ruine. Visible uniquement à l'étiage.**

CONTINUE PISCICOLE - INCIDENCE SUR LE FRANCHISSEMENT PISCICOLE

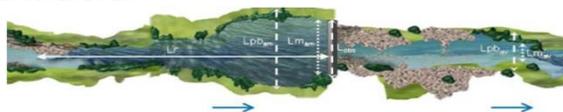
Salmonidés : **Franchissable**
 Ombres et cyprinidés d'eau vive : **Franchissable**
 Carnassiers : **Franchissable**
 Anguilles : **Franchissable**
 Toutes espèces holobiotiques : **Franchissable**
 Commentaires : **Les embâcles limitent la franchissabilité localement mais les nombreux bras assurent la continuité.**
 Ouvrage de franchissement : **Absence**
 Commentaires : -

CONTINUE SEDIMENTAIRE - INCIDENCE SUR LE TRANSPORT SOLIDE

Continuité sédimentaire : **Présence** Limitée par les embâcles.
 Granulométrie : - Toutes classes présentes.
 Comblement : **Oui** Embâcles et colmatage.
 Commentaires : -

CARACTERISTIQUES DU LIT

Lr (m) : -
 Lpb amont (m) : -
 Lmoy amont (m) : -
 Lobs (m) : -
 Lpb aval (m) : -
 Lmoy aval (m) : -
 Commentaires : **Valeurs non représentatives car nombreux bras.**



CARACTERISTIQUES DES BERGES

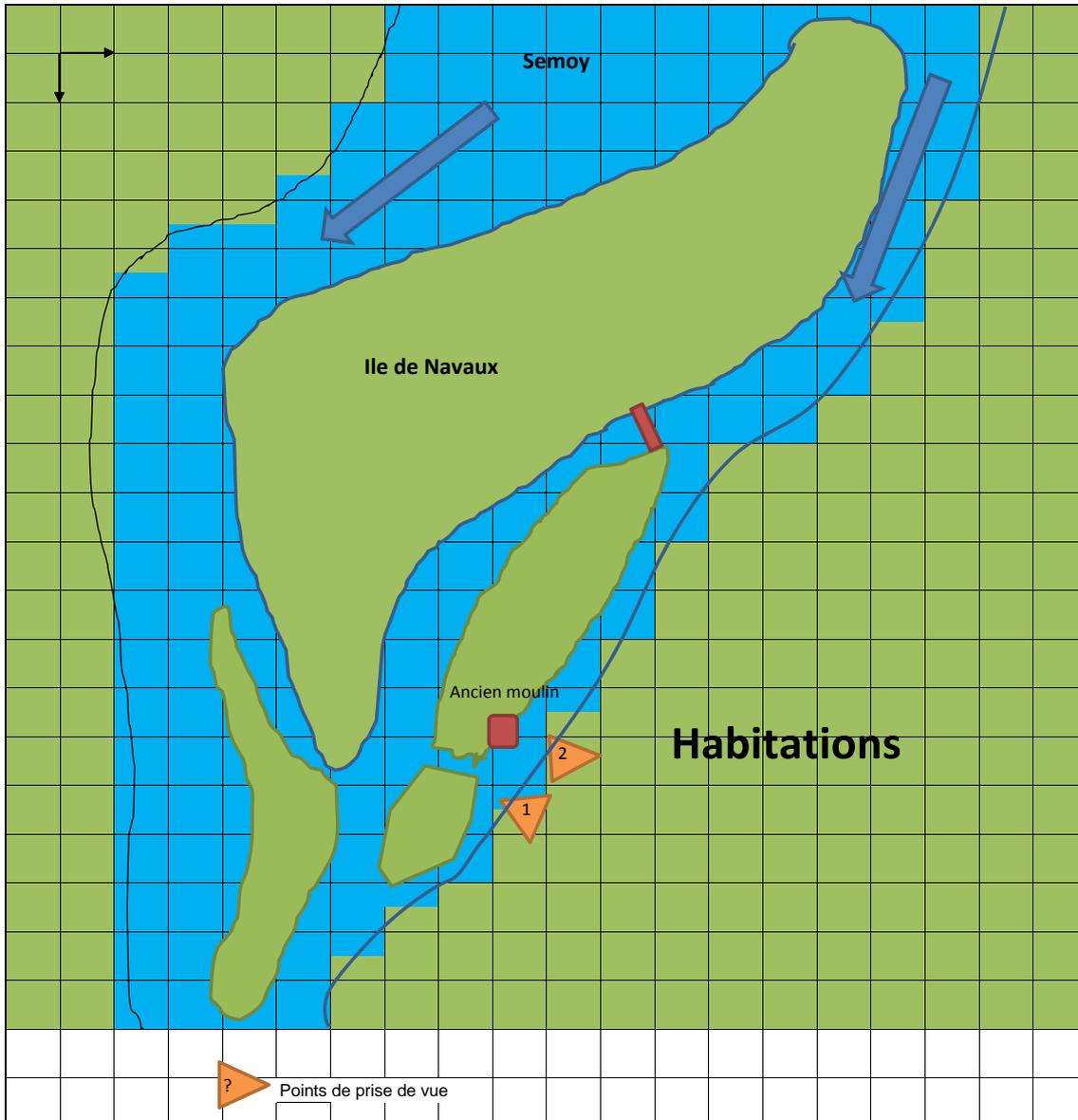
Ripisylve : **Arborée (> 5 m)**
 Age de la ripisylve : **Intermédiaire**
 Erosion : -
 Effondrements : **Non**
 Aide en cas d'arasement : **Oui**
 Accessibilité du chantier : **Moyen**
 Commentaires : -



SCHEMA DES OUVRAGES

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6-0100
OUVRAGE : Moulin de Navaux
COMMUNE : Navaux
N° ROE : 2871

DATE : 20/03/2013
HEURE :
OPERATEURS : Audrey Delong (PEMA)
Bernard Wéry (IMDC)



Commentaires :

D'après le bulletin municipal n°23 de la commune de Thilay (2005), le moulin existait déjà à la Révolution. Une usine est fondée dans l'ancien moulin en 1855 qui fut remplacée par une scierie puis par une boulonnerie vers 1867. Le bâtiment est en ruine, il reste une voûte et quelques murs.

Le bras de décharge est l'exutoire du bassin d'orage de la commune. En effet, au-delà des crues trentennales, la STEP ne fonctionne plus, il y a donc une surverse du réseau domestique vers le bras de décharge.



PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6-0100
OUVRAGE : Moulin de Navaux
COMMUNE : Navaux
N° ROE : 2871

DATE : 20/03/2013
SOURCES : PEMA et IMDC (2013)



1 - Vue de l'accumulation d'embâcles

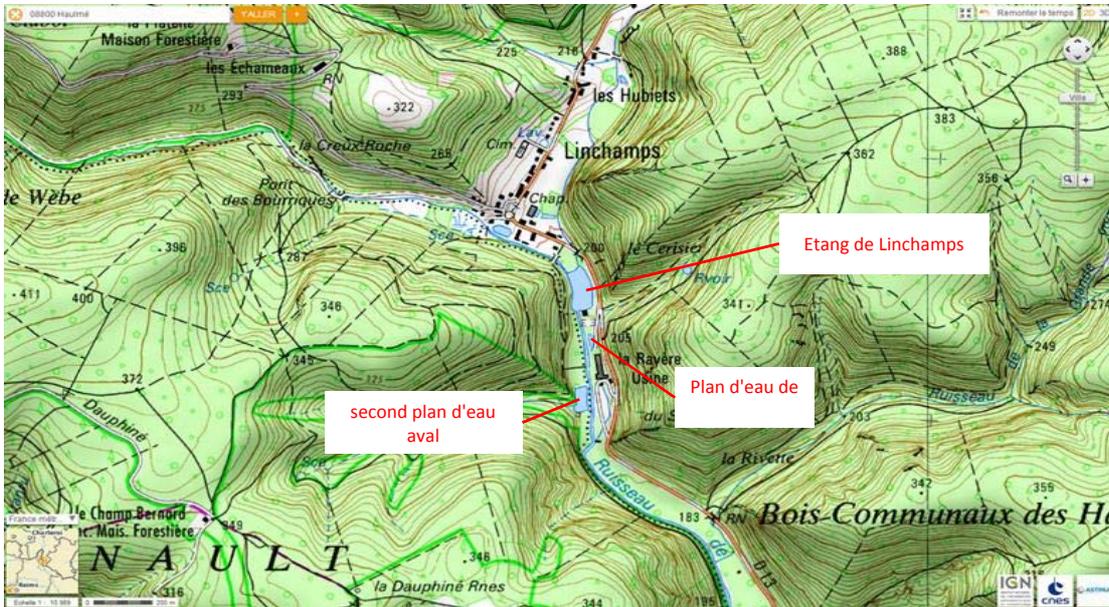


2 - Vue de l'amont du bras d'alimentation du moulin

EXTRAITS CARTOGRAPHIQUES (1/2)

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6-0100
OUVRAGE : Etang de Linchamps
COMMUNE : Hautes-Rivières

DATE : 18/09/2013
AUTEUR : Elodie Thiébaud (PEMA)



Géoportail - scan25



Cadastre.gouv.fr - Extrait du plan cadastral informatisé



Depoix de Linchamps, 1830

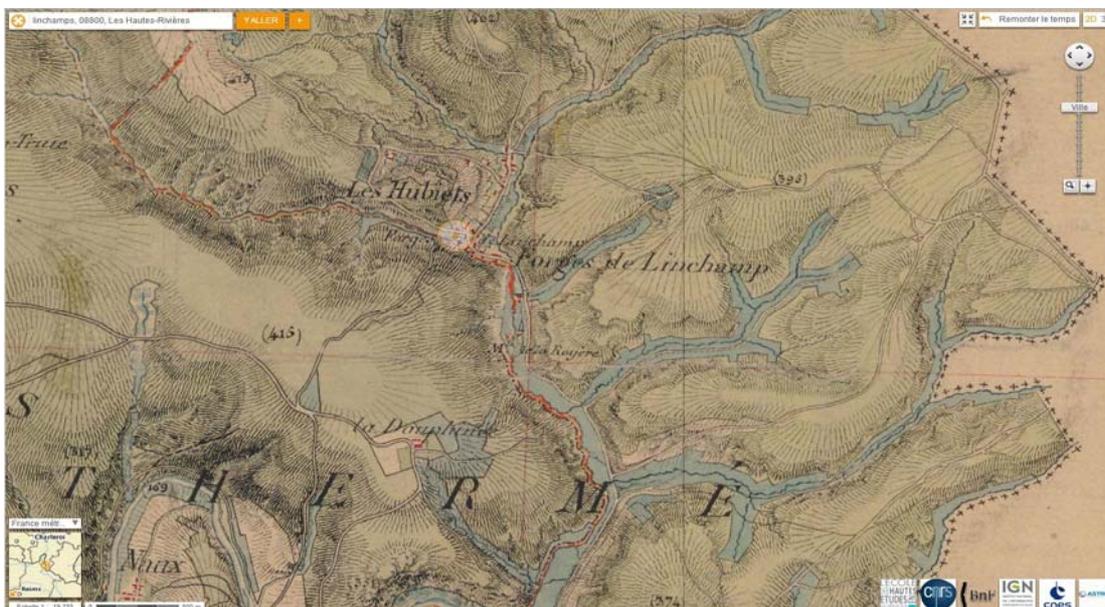
EXTRAITS CARTOGRAPHIQUES (2/2)

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6-0100
OUVRAGE : Etang de Linchamps
COMMUNE : Hautes-Rivières

DATE : 18/09/2013
AUTEUR : Elodie Thiébaud (PEMA)



Géoportail - Carte de Cassini (XVIIIème siècle)



Géoportail - Carte d'état major (1820-1866)

FICHE CONTINUE PISCICOLE

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6--0100
OUVRAGE : Etang de Linchamps
COMMUNE : Hautes-Rivières
N° ROE : 44584

DATE : 19/03/2013
HEURE : 15:00
OPERATEURS : Audrey Delong (PEMA)
 Bernard Wéry (IMDC)

COORDONNEES GPS (LAMBERT 93)

Latitude (Y) : 825408,52N
 Longitude (X) : 697718,25E
 Altitude (m) : 205

DONNEES ADMINISTRATIVES

Propriétaire de l'ouvrage : **M Manquillet depuis 2013**
 Gestionnaire de l'ouvrage : **M Manquillet depuis 2013**

DONNEES REGLEMENTAIRES

Présence sur la carte de Cassini : **Non** Mais présence sur cartes de Depoix (1830). Pas de droit fondé en titre.
 Ouvrage réglementé : **Oui** Ordonnance du roi du 07/09/1890.
 Usage actuel visible ou supposé : **Non** Toutes vannes ouvertes. Turbine inactive.
 Intérêt patrimonial : **Oui** -
 Commentaires : **D'après le SRICA, les forges sont datées de la fin du XVIIème ou du XIXème siècle.**

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES ET CONSTITUTION DE L'OUVRAGE

Seuil : **Plusieurs seuils en escalier de faible pente en rive gauche.**
 Vannages (ouvrage de décharge) : **Vannage ouvert en permanence depuis 2013.**
 Déversoir : **Escalier de forte pente fait de plusieurs seuils en rive droite.**
 Autre élément associé : **Passerelle** Utilisée par le propriétaire pour accéder en rive droite.
 Autre élément associé : **Turbines** Non utilisées.
 Commentaires : **Ouvrages en béton.**

ETAT GENERAL DE L'OUVRAGE

Seuil : **Etat moyen** -
 Vannages (ouvrage de décharge) : **Etat moyen** -
 Déversoir : **Etat moyen** -
 Autre élément associé : **Etat moyen** Passerelle
 Commentaires : **Colonisation par les mousses.**

CONTINUE PISCICOLE - INCIDENCE SUR LE FRANCHISSEMENT PISCICOLE

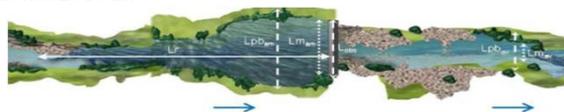
Salmonidés : **Non franchissable** Longueur, hauteur de chute et vitesses de courant pénalisantes.
 Ombres et cyprinidés d'eau vive : **Non franchissable** -
 Carnassiers : **Non franchissable** -
 Anguilles : **Franchissable** Radier béton relativement rugueux.
 Toutes espèces holobiotiques : **Non franchissable** -
 Commentaires : **L'objectif premier doit être de rétablir la continuité (enjeu fort pour accès aux frayères).**
 Ouvrage de franchissement : **Absence** -
 Commentaires : **Présence d'obstacles déjà en aval (seuils de la prise d'eau pour le plan d'eau de la Rayère).**

CONTINUE SEDIMENTAIRE - INCIDENCE SUR LE TRANSPORT SOLIDE

Continuité sédimentaire : **Absence** Le barrage fait office de piège à sédiments.
 Granulométrie : **Galets** -
 Comblement : **Oui** -
 Commentaires : **Objectif premier : rétablissement de la continuité.**

CARACTERISTIQUES DU LIT

Lr (m) : 160,0
 Lpb amont (m) : 10,0
 Lmoy amont (m) : 10,0
 Lobs (m) : 10,0
 Lpb aval (m) : 10,0
 Lmoy aval (m) : 5,0



Commentaires : **Plusieurs lits creusés dans l'ancien étang de Linchamps.**

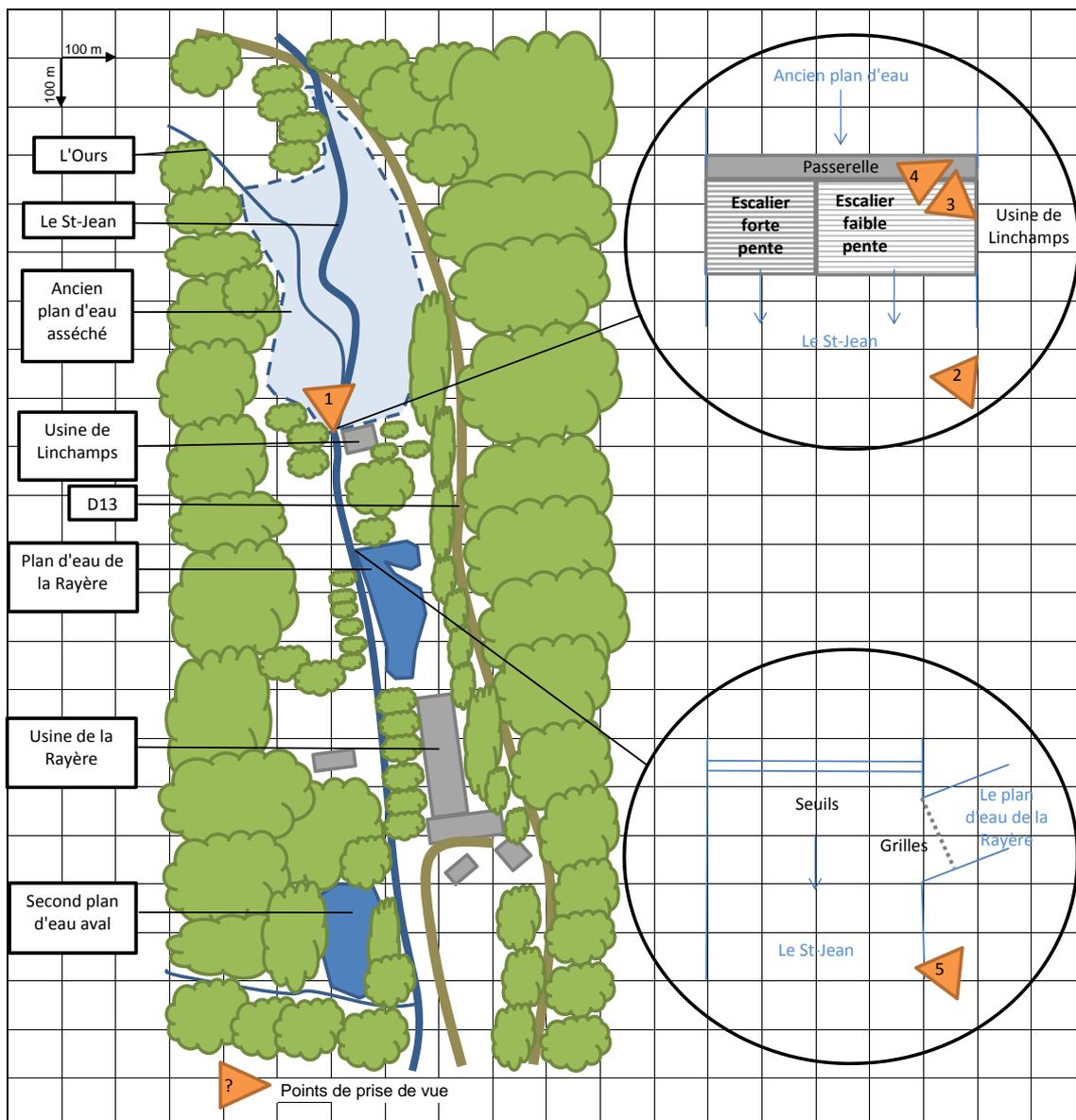
CARACTERISTIQUES DES BERGES

Ripisylve : **Arborée (> 5 m)** -
 Age de la ripisylve : **Intermédiaire** -
 Erosion : **Oui** Creusement du lit dans les alluvions.
 Effondrements : **Oui** Creusement du lit dans les alluvions.
 Aide en cas d'arasement : **Oui** -
 Accessibilité du chantier : **Facile** -
 Commentaires : **La passerelle utilisée par le propriétaire est à préserver.**

SCHEMA DES OUVRAGES

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6-0100
OUVRAGE : Etang de Linchamps
COMMUNE : Hautes-Rivières
N° ROE : 44584

DATE : 19/03/2013
HEURE : 15:00
OPERATEURS : Audrey Delong (PEMA)
 Bernard Wéry (IMDC)



Commentaires :

M. Laguard établit sans autorisation un moulin à farine à Linchamps en 1826. Le mécanisme du moulin est adapté à l'arbre qui fait mouvoir la roue d'un brocard à crasse situé sur la digue de l'étang. En aval, d'autres moulins utilisent l'eau du St-Jean à cette époque dont les déversoirs sont autorisés par ordonnance du roi du 26/05/1824. Le 7 septembre 1890, une ordonnance du roi régule la situation en autorisant M Laguard à conserver le moulin qu'il a établi à Linchamps.

Par la suite, le site des anciennes forges de Linchamps devient une usine d'estampage. Puis, elle est transformée en une entreprise de galvanisation et location de force motrice pour tourneurs, dépendante de la société Stévenin-Nolleaux des Hautes-Rivières. L'usine est alors équipée d'une turbine fonctionnant à l'aide d'une conduite en charge grâce au barrage du plan d'eau de Linchamps.

Le site n'est plus en activité et est racheté en 2013 par Monsieur Manquillet qui utilise les bâtiments pour stocker du matériel. La force hydraulique n'est plus utilisée pour l'alimentation en électricité des bâtiments.

En aval du plan d'eau de Linchamps se situent deux autres plans d'eau. La prise d'eau du plan d'eau de la Rayère n'est pas calée à l'étiage. Le grand seuil béton serait à aménager également. La prise d'eau est autorisée par ordonnance du roi du 26/05/1824.



PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE (1/2)

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6-0100
OUVRAGE : Etang de Linchamps
COMMUNE : Hautes-Rivières
N° ROE : 44584

DATE : 19/03/2013
SOURCES : PEMA et IMDC (2013)



1 - Vue du plan d'eau asséché depuis la passerelle du barrage



2 - Vue du barrage depuis l'aval



3 - Vue de l'exutoire gauche du barrage depuis la passerelle



4 - Vue de l'exutoire droit du barrage depuis la passerelle



5 - Vue du vannage et de la prise d'eau du plan d'eau aval



6 - Vue de la turbine de l'usine de Linchamps (bâtiment amont)



PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE 2/2

COURS D'EAU : La Semoy
CODE HYDRO : B6--0100
OUVRAGE : Etang de Linchamps
COMMUNE : Hautes-Rivières
N° ROE : 44584

DATE : La Semoy
SOURCES : Dubost et Pedon (2000)



1 - Vue du plan d'eau asséché depuis la passerelle du barrage lors de la vidange (mars 2000)

Annexe F Tableau de synthèse de l'évaluation des scénarios

Site		A - Déversoir de la Racine				
Scénarii		A1 - Effacement total	A2 - Abaissement du seuil avec échancre	A3 - Réfection à l'identique		
Principe		Réhabilitation la plus naturelle possible	Reconstruire un déversoir surbaissé. Objectifs : rehausse du niveau pour alimentation Forges sans créer d'obstacle pour les poissons/sédiments	Réfection du déversoir à l'identique + ajout d'une passe à poissons		
Travaux nécessaires	Déversoir	Mise en place d'un batardeau				
		Pompage				
		Destruction de la majorité du déversoir à l'aide d'une pelle mécanique	Reconstruction d'un déversoir surbaissé avec une échancre	Reconstruction complète du déversoir		
		Enlèvement et retraitement des matériaux				
		Création d'un radier pour éviter l'érosion régressive	/			
		Réhabilitation patrimoniale d'un tronçon témoin du déversoir	Réhabilitation patrimoniale de tronçons témoins de part et d'autre du déversoir	/		
	Continuité piscicole	Assurée par l'absence d'obstacle	Aménagement de la chute de la partie surbaissée pour assurer la libre circulation piscicole	Création d'une passe rustique	Création d'une passe à poissons bétonnée	
		Barrage à aiguilles	Dépose des parties mobiles du barrage à aiguilles en amont	Réfection des parties mobiles du barrage à aiguilles en amont (bras sud)		
			Enlèvement et retraitement des matériaux	/		
	Protection des berges à l'amont - technique végétale		/			
	Canal usinier	Dragage des sédiments dans les zones d'accumulation en amont du déversoir et dans le canal usinier				
		Maintien d'une alimentation uniquement gravitaire	Maintien d'une alimentation à un niveau modifié			
	Période d'intervention		Etiage			
	Coût approximatif		Solutions les moins chères		Solution très chère	Solution très chère
Démarches administratives		DIG + DPE + DT + DICT + Accord des propriétaires				
Démarches supplémentaires en phases ultérieures	/		Etudes de stabilité			
	/		Etude précise de dimensionnement de la passe à poissons			
	/		/		Redéfinir et/ou contrôler le mode de gestion du barrage amont pour garantir la fonctionnalité de la PAP	

Site		A - Déversoir de la Racine			
Scénarii		A1 - Effacement total	A2 - Abaissement du seuil avec échancre	A3 - Réfection à l'identique	
Principe		Réhabilitation la plus naturelle possible	Reconstruire un déversoir surbaissé. Objectifs : rehausse du niveau pour alimentation Forges sans créer d'obstacle pour les poissons/sédiments	Réfection du déversoir à l'identique + ajout d'une passe à poissons	
				Rustique	Béton
Hydraulique et lutte contre les inondations	A	Les trois scénarios ont pratiquement le même impact en période de crue			
	-	/	/	/	/
Fonctionnalité écologique	A	Restauration totale de la continuité piscicole	Restauration de la continuité piscicole à la dévalaison dans la partie surbaissée (rampe d'enrochements)	Restauration totale de la continuité piscicole - Minimum d'entretien - Aspect naturel	Restauration totale de la continuité piscicole
	-	/	Selon la hauteur du calage de la partie surbaissée, il peut persister des problèmes de montaison en basses eaux	/	Vidange et entretien régulier - Mauvaise intégration paysagère - Une passe reste un ralentisseur de la migration
Fonctionnalité hydrogéomorphologique	A	Restauration totale de la continuité sédimentaire	Passage limité des sédiments grâce à la portion surbaissée du déversoir	Passage limité de sédiments dans la passe à poissons	
	-	/	Rupture partielle de la continuité sédimentaire - Risque de comblement progressif du canal usinier	Rupture partielle de la continuité sédimentaire	
Usages	A	Adaptation du système d'assainissement de Forges.	Conservation d'un filet d'eau pour le canal usinier - Conservation d'éléments à caractère patrimonial	Conservation de l'alimentation en eau pour la canal usinier - Conservation d'éléments à caractère patrimonial	
	-	Perte de l'usage de l'eau pour la société Forges-Raguet - destruction d'un ouvrage patrimonial	Diminution de la hauteur d'eau dans le canal - Perte progressive de l'usage suite au comblement progressif - Fragilisation du déversoir - Nécessité d'une gestion du barrage à aiguilles	Nécessité d'une gestion du barrage à aiguilles	
Site		A - Déversoir de la Racine			
Scénarii		A1 - Effacement total	A2 - Abaissement du seuil avec échancre	A3 - Réfection à l'identique	
Principe		Réhabilitation la plus naturelle possible	Reconstruire un déversoir surbaissé. Objectifs : rehausse du niveau pour alimentation Forges sans créer d'obstacle pour les poissons/sédiments	Réfection du déversoir à l'identique + ajout d'une passe à poissons	
				Rustique	Béton
Hydraulique et lutte contre les inondations	Notes (0 mauvais ; 1 moyen ; 2 bon ; 3 très bon)	2	2	1	1
Fonctionnalité écologique		3	2	1	1
Fonctionnalité hydrogéomorphologique		3	2	1	1
Usages		0	1	2	2
Coût approximatif		2	2	1	0
Note totale (/10)		6.7	6.0	4.0	3.3

Site	B - Barrage de Phades				
Scénarii	B1 - Effacement total	B2 - Utilisation de la vanne en fin de déversoir latéral	B3 - Modification du mode de gestion	B4 - Réfection à l'identique	
Principe	<i>Réhabilitation la plus naturelle possible</i>	<i>Amélioration des conditions d'écoulement en crue</i>	<i>Proposer une meilleure gestion de l'aménagement existant</i>	<i>Réfection du seuil à l'identique et adaptation de la passe à poissons</i>	
Travaux nécessaires	Global	Mise en place de plusieurs batardeaux successifs	Mise en place d'un batardeau		
		Pompage Enlèvement et retraitement des matériaux			
	Déversoir	Destruction du déversoir à l'aide d'une pelle mécanique	Réfection du déversoir avec une partie surbaissée pour canoë	Réfection du déversoir	Réfection du déversoir
		Talutage des berges - technique végétale pour réfection et protection	/	/	/
		/	Aménagement d'une vanne supplémentaire et définition d'un mode de fonctionnement		
	Vanne clapet	Déconstruction du vannage	/	/	/
		/		Lister les obligations à respecter	
				Définir les contrôles Proposer un mode de gestion plus adéquat (fonction de la saison, des hauteurs d'eau)	
	Murs, piles, etc	Destruction à l'aide d'une pelle mécanique	/	/	/
	Continuité piscicole	Assurée par l'absence d'obstacle	Revision du design de la passe (poissons + canoë) : bassins à jets de surface avec échancrures profondes présentant un dénivelé de 20cm entre eux soit 7 bassins		
	Bâtiments usine	Déconstruction	/	/	/
	Bras d'alimentation	Fermeture des portes d'alimentation (obstruction du bras)	/	/	/
Maintien d'une alimentation uniquement gravitaire					
Période d'intervention	Etiage				
Coût approximatif	Solution très chère	Solution moyenne	Solution peu chère	Solution la moins chère	
Démarches administratives	DIG + DPE + DT + DICT + Accord des propriétaires				
Démarches supplémentaires en phases ultérieures	/	Etude précise de dimensionnement de la passe à poissons Redéfinir et/ou contrôler le mode de gestion pour garantir la fonctionnalité de la PAP			

Site		B - Barrage de Phades			
Scénarii		B1 - Effacement total	B2 - Utilisation de la vanne en fin de déversoir latéral	B3 - Modification du mode de gestion	B4 - Réfection à l'identique
Principe		<i>Réhabilitation la plus naturelle possible</i>	<i>Amélioration des conditions d'écoulement en crue</i>	<i>Proposer une meilleure gestion de l'aménagement existant</i>	<i>Réfection du seuil à l'identique et adaptation de la passe à poissons</i>
Hydraulique et lutte contre les inondations	A	Abaissment appréciable de la ligne d'eau lors des crues	/	A confirmer	/
	-	/	Pas d'amélioration	/	/
Fonctionnalité écologique	A	Restauration totale de la continuité piscicole	Restauration totale de la continuité piscicole	Restauration totale de la continuité piscicole Amélioration des conditions de transit à l'étiage	Restauration totale de la continuité piscicole
	-	/	Vidange et entretien régulier - Une passe reste un ralentisseur de la migration	Vidange et entretien régulier - Une passe reste un ralentisseur de la migration	Vidange et entretien régulier - Une passe reste un ralentisseur de la migration
Fonctionnalité hydrogéomorphologique	A	Restauration totale de la continuité sédimentaire	Passage limité des sédiments grâce à la portion surbaissée du déversoir	Passage limité de sédiments dans la passe à poissons	Passage limité de sédiments dans la passe à poissons
	-	/	Rupture partielle de la continuité sédimentaire	Rupture partielle de la continuité sédimentaire	Rupture partielle de la continuité sédimentaire
Usages	A	Absence de contraintes pour la pratique du canoë	Absence de contraintes pour la pratique du canoë - Conservation de l'usage hydroélectrique	Absence de contraintes pour la pratique du canoë - Conservation de l'usage hydroélectrique	Absence de contraintes pour la pratique du canoë - Conservation de l'usage hydroélectrique
	-	Perte de l'usage de l'eau pour la Société Icaunaise d'Electricité	Fragilisation du déversoir - Nécessité d'une gestion supplémentaire des nouvelles vannes	Contrôles réguliers et contraintes réglementaires strictes	/
Site		B - Barrage de Phades			
Scénarii		B1 - Effacement total	B2 - Utilisation de la vanne en fin de déversoir latéral	B3 - Modification du mode de gestion	B4 - Réfection à l'identique
Principe		<i>Réhabilitation la plus naturelle possible</i>	<i>Amélioration des conditions d'écoulement en crue</i>	<i>Proposer une meilleure gestion de l'aménagement existant</i>	<i>Réfection du seuil à l'identique et adaptation de la passe à poissons</i>
Hydraulique et lutte contre les inondations	Notes (0 mauvais ; 1 moyen ; 2 bon ; 3 très bon)	3	0	1	1
Fonctionnalité écologique		3	2	2	1
Fonctionnalité hydrogéomorphologique		3	1	1	1
Usages		0	2	3	2
Coût approximatif		0	1	2	3
Note totale (/10)			6.0	4.0	6.0

Site		C - Bras du moulin d'Haulmé		
Scénarii		C1 - Effacement total	C2 - Adaptation de l'ouvrage	C3- Réfection à l'identique
Principe		<i>Réhabilitation la plus naturelle possible</i>	<i>Amélioration des conditions d'écoulement à l'étiage</i>	<i>Réfection du seuil à l'identique et installation d'une rampe d'enrochement</i>
Travaux nécessaires	Déversoir	Mise en place d'un batardeau		
		Pompage		
		Destruction du déversoir à l'aide d'une pelle mécanique	Destruction du déversoir à l'aide d'une pelle mécanique	Réfection du déversoir
		Enlèvement et retraitement des matériaux		
		/	Construction d'un seuil de fond pour maintien d'un filet d'eau dans le bief	/
	Continuité piscicole	Talutage des berges - technique végétale pour réfection et protection	Talutage des berges - technique végétale pour réfection et protection	
		Assurée par l'absence d'obstacle	Seuil de fond dimensionné pour être franchissable la majeure partie de l'année	Aménagement d'un ouvrage de franchissement (type rampe d'enrochement)
		Réseau d'eau pluviale	Prolongement du réseau vers la phragmitaie en aval du bief	Adaptation du réseau pluvial
	Bief	/	Mise en place d'un batardeau	/
			Pompe de complément au batardeau	
		Structuration d'un chenal d'étiage		
Période d'intervention		Etiage		
Coût approximatif		Solution la moins chère	Solution moyenne	Solution chère
Démarches administratives		DIG + DPE + DT + DICT + Accord des propriétaires		
Démarches supplémentaires en phases ultérieures		/	/	Etude précise de dimensionnement de la rampe d'enrochement

Site		C - Bras du moulin d'Haulmé		
Scénarii		C1 - Effacement total	C2 - Adaptation de l'ouvrage	C3- Réfection à l'identique
Principe		<i>Réhabilitation la plus naturelle possible</i>	<i>Amélioration des conditions d'écoulement à l'étiage</i>	<i>Réfection du seuil à l'identique et installation d'une rampe d'enrochement</i>
Hydraulique et lutte contre les inondations	A	Scénarios comparables au niveau des crues		
	-	/	Maintien d'un écoulement dans le bras du moulin à l'étiage	/
Fonctionnalité écologique	A	Restauration totale de la continuité piscicole	Restauration partielle de la continuité piscicole	Restauration totale de la continuité piscicole
	-	/	Difficulté ponctuelles à l'étiage	/
Fonctionnalité hydrogéomorphologique	A	Restauration totale de la continuité sédimentaire	Passage limité des sédiments selon les débits et les fractions granulométriques	Passage limité de sédiments dans la rampe d'enrochement
	-	/	Rupture partielle de la continuité sédimentaire - Risque de comblement progressif du bief	Rupture partielle de la continuité sédimentaire
Usages	A	Absence de contraintes pour la pratique du canoë	Absence de contraintes pour la pratique du canoë	Absence de contraintes pour la pratique du canoë
	-	Modification du réseau d'eau pluviale	Modification du réseau d'eau pluviale	/
Site		C - Bras du moulin d'Haulmé		
Scénarii		C1 - Effacement total	C2 - Adaptation de l'ouvrage	C3- Réfection à l'identique
Principe		<i>Réhabilitation la plus naturelle possible</i>	<i>Amélioration des conditions d'écoulement à l'étiage</i>	<i>Réfection du seuil à l'identique et installation d'une rampe</i>
Hydraulique - Lutte contre les inondations	Notes (0 mauvais ; 1 moyen ; 2 bon ; 3 très bon)	3	3	2
Fonctionnalité écologique		3	2	1
Fonctionnalité hydrogéomorphologique		3	2	1
Usages		1	2	3
Coût approximatif		2	2	1
Note totale (/10)		8.0	7.3	5.3

Site		D - Bras du moulin de Navaux		
Scénarii		D1 - Effacement total	D2 - Réhabilitation	D3- Réfection à l'identique
Principe		Réhabilitation la plus naturelle possible	Réhabilitation de l'écoulement dans le bras du Moulin	Réfection des seuils à l'identique et installation d'une rampe d'enrochement
Travaux nécessaires	Déversoir	Mise en place d'un batardeau		
		Pompage		
		Destruction du déversoir à l'aide d'une pelle mécanique	Réfection du déversoir avec un batardeau résistant aux crues	Réfection du déversoir avec un batardeau résistant aux crues
		Enlèvement et retraitement des matériaux		
	Moulin	Talutage des berges - technique végétale pour réfection et protection		
		Destruction de la voûte de l'ancien moulin à l'aide d'une pelle mécanique	Réfection des maçonneries anciennes mais enlèvement des parties voûtées favorisant les embâcles	Réfection des maçonneries anciennes mais enlèvement des parties voûtées favorisant les embâcles
		/	Prévoir un accès pour l'entretien du site	
		Enlèvement et retraitement des matériaux		
	Continuité piscicole	Assurée par l'absence d'obstacle	Aménagement d'une rampe d'enrochement	Aménagement d'une rampe d'enrochement
	Réseau d'eau pluviale	Reprise de l'exutoire du bassin d'orage	/	
	Bief et île	Dégagement des embâcles, des sédiments, de la végétation		
		/	Mise en valeur paysagère des ruines du moulin et de l'île	/
		Terrassement de l'île et structuration d'un chenal dans le bief	Adaptation de la jonction ou aménagement de dispositifs pour limiter les embâcles	
		Enlèvement et retraitement des matériaux		
Période d'intervention		Etiage		
Coût approximatif		Solution la moins chère	Solution la plus chère	Solution chère
Démarches administratives		DIG + DPE + DT + DICT + Accord des propriétaires		
Démarches supplémentaires en phases ultérieures		/	Etude précise de dimensionnement de la rampe d'enrochement	

Site		D - Bras du moulin de Navaux		
Scénarii		D1 - Effacement total	D2 - Réhabilitation	D3- Réfection à l'identique
Principe		Réhabilitation la plus naturelle possible	Réhabilitation de l'écoulement dans le bras du Moulin	Réfection des seuils à l'identique et installation d'une rampe d'enrochement
Hydraulique et lutte contre les inondations	A	Abaissement sensible de la ligne d'eau en amont	/	/
	-	/	/	Problèmes d'embacle et d'entretien
Fonctionnalité écologique	A	Restauration totale de la continuité piscicole	Restauration totale de la continuité piscicole	Restauration totale de la continuité piscicole
	-	/	/	/
Fonctionnalité hydrogéomorphologique	A	Restauration totale de la continuité sédimentaire	Passage limité de sédiments dans la rampe d'enrochement	Passage limité de sédiments dans la rampe d'enrochement
	-	/	Rupture partielle de la continuité sédimentaire	Rupture partielle de la continuité sédimentaire
Usages	A	Absence de contraintes pour la pratique du canoë	Absence de contraintes pour la pratique du canoë - Mise en valeur paysagère - Protection du bief contre les embâcles	Absence de contraintes pour la pratique du canoë
	-	Modification du réseau d'eau pluviale	/	/
Site		D - Bras du moulin de Navaux		
Scénarii		D1 - Effacement total	D2 - Réhabilitation	D3- Réfection à l'identique
Principe		Réhabilitation la plus naturelle possible	Réhabilitation de l'écoulement dans le bras du Moulin	Réfection des seuils à l'identique et installation d'une rampe d'enrochement
Hydraulique et Lutte contre les inondations	Notes (0 mauvais ; 1 moyen ; 2 bon ; 3 très bon)	3	2	0
Fonctionnalité écologique		3	2	3
Fonctionnalité hydrogéomorphologique		3	1	1
Usages		3	3	1
Coût approximatif		1	2	2
Note totale (/10)		8.7	6.7	4.7

Site	E - St-Jean				
Scénarii	E1 - Effacement total	E2 - Effacement partiel	E3 - Rétection des crues	E4 - Réfection à l'identique	
Principe	<i>Réhabilitation la plus naturelle possible</i>	<i>Maintien de l'ouvrage de vidange dans son état actuel</i>	<i>Adapter l'ouvrage de vidange pour favoriser un écrêtement dans la zone du plan d'eau</i>	<i>Réfection du seuil à l'identique et aménagement d'une passe à poissons</i>	
Etudes complémentaires	<i>Campagne topographique de détail</i>				
	<i>Diagnostic concernant l'état de l'ouvrage (digue et GC)</i>				
	<i>Etude détaillée du transport sédimentaire</i>				
Travaux nécessaires	Ouvrage de vidange de l'étang de Linchamps	Mise en place d'un batardeau			
		Pompage			
		Deconstruction de l'ouvrage de vidange avec suppression de la chute	Maintien des vannes ouvertes	Adaptation du vannage (1) ou construction d'un nouvel ouvrage (2)	Réfection de l'ouvrage de vidange
		Enlèvement et retraitement des matériaux	/	Enlèvement et retraitement des matériaux (2)	/
	Talutage des berges - Protection des berges	Talutage des berges - Protection des berges (2)			
	Etang de Linchamps	Reprofilage du ruisseau	/	Reprofilage du ruisseau (2)	/
	Digue	Pas de suppression en raison de l'ampleur du risque d'impact à l'aval			
	Seuil aval	Destruction à l'aide d'une pelle mécanique Modification des systèmes d'alimentation des étangs en aval			
	Continuité piscicole	Assurée par l'absence d'obstacle	Revision du design de la passe à poissons Faible hauteur de chute donc PAP courte	Revision du design de la passe à poissons (1) Assurée par l'absence d'obstacle (2)	Revision du design de la passe à poissons
	Période d'intervention	Étiage			
Coût approximatif	Solution peu chère	Solution la moins chère	Solution très chères (2)	/	
Démarches administratives	DIG + DPE + DT + DICT + Accord des propriétaires				
Démarches supplémentaires en phases ultérieures	/	Etude précise de dimensionnement de la passe à poissons			
	/	Redéfinir et/ou contrôler le mode de gestion pour garantir la fonctionnalité de la PAP			
	/	/	/	Etude de danger ?	

Site		E - St-Jean			
Scénarii		E1 - Effacement total	E2 - Effacement partiel	E3 - Rétection des crues	E4 - Réfection à l'identique
Principe		<i>Réhabilitation la plus naturelle possible</i>	<i>Maintien de l'ouvrage de vidange dans son état actuel</i>	<i>Adapter l'ouvrage de vidange pour favoriser un écrêtement dans la zone du plan d'eau</i>	<i>Réfection du seuil à l'identique et aménagement d'une passe à poissons</i>
Hydraulique et lutte contre les inondations	A	/	/	Ecrêtement fonction des caractéristiques du système de vidange	/
	-	Pas d'écrêtement Risque sédimentaire	Pas d'écrêtement sensible	Pas d'écrêtement sensible (1) Ecrêtement faible (2)	Ecrêtement faible Piégeage important des sédiments Situation à risque
Fonctionnalité écologique	A	Restauration totale de la continuité piscicole avec accès aux zones de frayères potentielles	Restauration partielle de la continuité piscicole	Restauration partielle de la continuité piscicole (1) Restauration totale de la continuité piscicole (2)	Restauration partielle de la continuité piscicole
	-	/	Vidange et entretien régulier - Une passe reste un ralentisseur de la migration	Vidange et entretien régulier - Une passe reste un ralentisseur de la migration	Vidange et entretien régulier - Une passe reste un ralentisseur de la migration
Fonctionnalité hydrogéomorphologique	A	Restauration totale de la continuité sédimentaire	Passage limité des sédiments grâce à l'ouverture des vannes	Passage limité des sédiments grâce à l'ouverture des vannes (1) Restauration totale de la continuité sédimentaire (2)	Passage très limité de sédiments dans la passe à poissons
	-	Reprofilage du Saint-Jean avec stabilisation des berges	Rupture partielle de la continuité sédimentaire - Risque d'entraînement massif des alluvions lors des crues	Rupture partielle de la continuité sédimentaire - Risque d'entraînement des alluvions lors des crues (1) Reprofilage du Saint-Jean avec stabilisation des berges (2)	Rupture partielle de la continuité sédimentaire
Usages	A	Absence de contraintes de gestion - Installation naturelle d'une zone humide au niveau de l'étang de Linchamps	Absence de contraintes de gestion - Installation naturelle d'une zone humide au niveau de l'étang de Linchamps	Absence de contraintes de gestion - Installation naturelle d'une zone humide au niveau de l'étang de Linchamps (1)	Conservation de l'usage industriel
	-	Perte de l'usage de l'eau pour les usines de Linchamps et de la Rayère	Perte de l'usage de l'eau pour les usines de Linchamps et de la Rayère	Perte de l'usage de l'eau pour les usines de Linchamps et de la Rayère	Contraintes de gestion des vannages - Responsabilité du danger
Habitats	A	Les sédiments grossiers peuvent transiter donc il y a rétablissement d'une succession de faciès naturels et diversifiés augmentant la complexité de la mosaïque fluviale et sa capacité biogène.	Le ralentissement du transit des sédiments grossiers persiste mais les habitats se diversifient.		Stabilité du substrat. Moindre intensité des processus d'érosion latérale dans la zone de retenue.
	-	Remodelage de la communauté benthique en place.	Probable effet de chasse sur les communautés lors des augmentations de débits hivernaux ou printaniers. Difficulté d'installation et de maintien des communautés.		Blocage de la charge alluviale grossière de fond. Colmatage du substrat dans la zone de retenue et possible glissement typologique vers des espèces adaptées aux substrats fins et organiques. Homogénéité des habitats et manque d'attrait pour les communautés benthiques.

Site		E - St-Jean			
Scénarii		E1 - Effacement total	E2 - Effacement partiel	E3 - Rétection des crues	E4 - Réfection à l'identique
Principe		<i>Réhabilitation la plus naturelle possible</i>	<i>Maintien de l'ouvrage de vidange dans son état actuel</i>	<i>Adapter l'ouvrage de vidange pour favoriser un écrêtement dans la zone du plan d'eau</i>	<i>Réfection du seuil à l'identique et aménagement d'une passe à poissons</i>
				(1) (2)	
Hydraulique et lutte contre les inondations	Notes (0 mauvais ; 1 moyen ; 2 bon ; 3 très bon)	0	0	0 1	0
Fonctionnalité écologique		3	2	2 3	1
Fonctionnalité hydrogéomorphologique		2	1	1 2	1
Usages		1	1	1	2
Coût approximatif		2	3	2 0	1
Note totale (/10)		5.3	4.7	4.0 4.7	3.3

Aménagement de la Semoy : Phase 2
Propositions

A	Déversoir de la racine - 3 Scénarios	Principe	Note (/10)
A1	Effacement total	Réhabilitation la plus naturelle possible	6.7
A2	Echancrue	Reconstruire un seuil surbaissé. Objectifs : rehausse du niveau pour alimentation Forges sans créer d'obstacle pour les poissons/sédiments	6.0
A3	Réfection à l'identique	Réfection du déversoir à l'identique + ajout d'une passe à poissons	3.7
B	Bg Phade - 4 Scénarios		
B1	Effacement total	Réhabilitation la plus naturelle possible	6.0
B2	Maintien de l'ouvrage + utilisation de la vanne en fin de déversoir latéral	Amélioration des conditions d'écoulement en crue	4.0
B3	Etude de mesures compensatoires (en remplacement du scénario B3)	Proposer une meilleure gestion de l'aménagement existant	6.0
B4	Réfection à l'identique	Réfection du seuil à l'identique et adaptation de la passe à poissons	5.3
C	Bras Moulin d'Haulmé - 3 Scénarios		
C1	Effacement total	Réhabilitation la plus naturelle possible	8.0
C2	Adaptation de l'ouvrage	Amélioration des conditions d'écoulement à l'étiage	7.3
C3	Réfection à l'identique	Réfection du seuil à l'identique et installation d'une passe à poissons	5.3
D	Bras Moulin de Navaux - 3 Scénarios		
D1	Effacement total	Réhabilitation la plus naturelle possible	8.7
D2	Réhabilitation du bras du Moulin	Réhabilitation de l'écoulement dans le bras du Moulin	6.7
D3	Réfection à l'identique	Réfection des seuils à l'identique et installation d'une passe à poissons	4.7
E	Etang de Linchamps - 4 Scénarios		
E1	Effacement total	Réhabilitation la plus naturelle possible	5.3
E2	Maintien du seuil actuel	Maintien de l'ouvrage de vidange dans son état actuel	4.7
E3	Adaptation de l'ouvrage de vidange	Adapter l'ouvrage de vidange pour favoriser un écrêtement dans la zone du plan d'eau	4.0 4.7
E4	Réfection à l'identique	Réfection du seuil à l'identique et aménagement d'une passe à poissons	3.3

Annexe G Réfection du barrage de Cugnon (B)

G.1 Réfection du barrage de Cugnon

A titre d'exemple, sont repris ci-après quelques informations et photographies relatives à la réfection du barrage de Cugnon sur la Semois en Belgique, car cet aménagement présente de nombreuses similitudes avec le déversoir de la Racine :

- Déversoir sur la Semois,
- Ouvrage situé dans un site historique remarquable (a),
- Longueur total 172 m, restauré sur 80 m (hauteur moindre) (c)
- Egalement soumis à de fortes crues (b)
- Réparation à l'ancienne en pierres (750 t) (e, f, g),
- comprenant une passe à poissons et une passe à Kayaks (d, h, i, j))

Réalisation SPW en 2011 dans le cadre du contrat de rivière Chiers-Semois.

Coût des travaux de l'ordre de 170 000 € (non compris les pierres de taille fournies par le SPW), réalisé en 45 jours.





Annexe H Atlas cartographique

(Fourni séparément)

Annexe I Estimation budgétaire des options

I.1 Déversoir de la Racine

Scénario A1	Coûts estimés (Euro)
Etude topographique de détail	1 900
Etude d'exécution et suivi des travaux	16 100
Installation chantier Accès/débroussaillage	13 500
Dragage des sédiments, évacuation et mise en décharge	17 200
Démolition du seuil	15 600
Evacuation et mise en décharge des matériaux du seuil	9 000
Réfection des maçonneries et tronçon témoin	13 700
Enrochement berges	30 200
Réfection berge Ripisylve	14 800
Dépose des parties amont du Bg à aiguilles	2 600
	134 600

Scénario A2	Coûts estimés (Euro)
Etude topographique de détail	1 900
Etude d'exécution et suivi des travaux	17 900
Installation chantier Accès/débroussaillage	14 900
Dragage des sédiments, évacuation et mise en décharge	17 200
Démolition du seuil	15 600
Evacuation et mise en décharge des matériaux du seuil	8 800
Construction seuil surbaissé seuil	51 300
Réfection des maçonneries et tronçon témoin	13 700
Réfection berge Ripisylve	7 900
	149 200

Scénario A3	Coûts estimés (Euro)
Etude topographique de détail	1 900
Analyse des sédiments (5 échantillons)	500
Etude d'exécution et suivi des travaux	75 500
Installation chantier Accès/débroussaillage	63 000
Dragage des sédiments, évacuation et mise en décharge	17 200
Démolition du seuil	13 000
Evacuation et mise en décharge des matériaux du seuil	8 800
Reconstruction du déversoir	369 600
Passe à poissons	80 000
	629 500

I.2 Barrage de Phades

Scénario B1	Coûts estimés (Euro)
Etude topographique de détail	1 100
Etude d'exécution et suivi des travaux	17 200
Installation chantier Accès/débroussaillage	14 400
Démolition Génie Civil	18 600
Démolition du seuil latéral	10 800
Réfection des berges et aménagement du lit mineur	12 800
Dépose des équipements	8 800
Réfection de la passe à poisson	60 000
	143 700

Scénario B2	Coûts estimés (Euro)
Etude topographique de détail	1 100
Etude d'exécution et suivi des travaux	17 400
Installation chantier Accès/débroussaillage	14 500
Aménagement de la vanne	50 000
Travaux divers	2 000
Réfection de la passe à poisson	60 000
	145 000

Scénario B4	Coûts estimés (Euro)
Etude topographique de détail	1 100
Démolition passe existante	6 300
Etude d'exécution et suivi des travaux	15 300
Installation chantier Accès/débroussaillage	12 700
Travaux divers	2 000
Construction de la passe à poissons, y compris la rampe de dévalaison	90 000
	127 400

I.3 Bras du moulin d'Haulmé

Scénario C1	Coûts (Euro)	estimés
Etude topographique de détail	1 100	
Etude d'exécution et suivi des travaux	6 400	
Intallation chantier Accès/débroussaillage	5 300	
Dragage des sédiments, évacuation et mise en décharge	8 600	
Démolition du seuil	6 400	
Réfection des berges et aménagement du lit mineur	1 300	
Collecteur de reprise	24 000	
	53 100	

Scénario C2	Coûts (Euro)	estimés
Etude topographique de détail	1 100	
Etude d'exécution et suivi des travaux	3 600	
Installation chantier Accès/débroussaillage	3 000	
Dragage des sédiments, évacuation et mise en décharge	2 200	
Réfection du seuil	11 200	
Création d'une rampe rugueuse	8 800	
	29 900	

Scénario C3	Coûts (Euro)	estimés
Etude topographique de détail	1 100	
Etude d'exécution et suivi des travaux	4 800	
Installation chantier Accès/débroussaillage	4 000	
Dragage des sédiments, évacuation et mise en décharge	2 200	
Réfection du seuil	13 400	
Création d'une rampe rugueuse	14 700	
	40 200	

I.4 Bras du moulin de Navaux

Scénario D1	Coûts (Euro)	estimés
Etude topographique de détail	1 100	
Etude d'exécution et suivi des travaux	5 800	
Installation chantier Accès/débroussaillage	4 800	
Démolition des seuils	13 200	
Retrait embâcles	3 500	
Dragage bras moulin	6 300	
Réfection des maçonneries	8 600	
Remise en état batardeau	5 100	
	48 400	

Scénario D2	Coûts (Euro)	estimés
Etude topographique de détail	1 100	
Etude d'exécution et suivi des travaux	5 400	
Installation chantier Accès/débroussaillage	4 500	
Retrait embâcle	3 500	
Dragage bras moulin	6 300	
Réfection des maçonneries	7 200	
Remise en état batardeau	3 800	
Rampe en enrochement	13 200	
	45 000	

Scénario D3	Coûts (Euro)	estimés
Etude topographique de détail	1 100	
Etude d'exécution et suivi des travaux	2 800	
Installation chantier Accès/débroussaillage	2 300	
Retrait embâcle	3 700	
Rampe en enrochement	13 200	
	23 100	

I.5 Etang de Linchamps

Scénario E1	Coûts (Euro)	estimés
Etude topographique de détail	3 300	
Etude d'exécution et suivi des travaux	18 400	
Installation chantier Accès/débroussaillage	15 300	
Démolition Génie Civil	26 600	
Terrassement lit Saint jean	28 800	
Dépose des équipements	3 500	
Passerelle	30 000	
Protection des berges	15 000	
Enlèvement du 2 ^e seuil	12 500	
	153 400	

Scénario E2	Coûts (Euro)	estimés
Etude topographique de détail	2 200	
Etude d'exécution et suivi des travaux	16 900	
Installation chantier Accès/débroussaillage	14 100	
Passe à Poissons	80 000	
Protection des berges	15 000	
Enlèvement du 2 ^e seuil	12 500	
	140 700	

Scénario E3 (var 1 et 2)	Coûts estimés (Euro)
Etude topographique de détail	2 200
Diagnostic de l'ouvrage	24 000
Etude d'exécution et suivi des travaux	24 500
Installation chantier Accès/débroussaillage	20 400
Réfection vannage	8 200
Réalisation de la passe à poissons	80 000
Protection des berges	15 000
Enlèvement du 2e seuil	10 700
Suivi du transit sédimentaire	19 000
	204 000

Scénario E3 (var 3)	Coûts estimés (Euro)
Etude topographique de détail	2 200
Diagnostic des digues	15 000
Etude d'exécution et suivi des travaux	103 300
Installation chantier Accès/débroussaillage	86 100
Construction du nouvel ouvrage de vidange	600 000
Terrassement lit Saint jean	28 800
Protection des berges	15 000
Enlèvement du 2 ^e seuil	10 700
	861 100

Scénario E3 (var 4)	Coûts estimés (Euro)
Etude topographique de détail	2 200
Diagnostic des digues	15 000
Etude d'exécution et suivi des travaux	211 000
Installation chantier Accès/débroussaillage	175 900
Construction du nouvel ouvrage de vidange	1 300 000
Terrassement lit Saint jean	28 800
Protection des berges	15 000
Enlèvement du 2 ^e seuil	10 700
	1 758 600

Scénario E4	Coûts estimés (Euro)
Etude topographique de détail	1 100
Etude d'exécution et suivi des travaux	21 200
Installation chantier Accès/débroussaillage	17 700
Réfection vannage	9 200
Passe à Poissons	100 000
Protection des berges	15 000
Enlèvement du 2 ^e seuil	12 500
	176 700

Annexe J Repères de crue

Repères de crues (Etude Hydratec 2001)

Département des Ardennes

VALLEE DE LA SEMOY

REPERES DE CRUE

- ① *Commune de HAUTE RIVIERE*
Hotel de Ville
- Plaque repère de crue de Décembre 1993 :* 161.97
-
- ② *Commune de HAUTE RIVIERE*
42 rue de l'Hotel de Ville
- Plaque repère de crue de Janvier 1993 :* 161.61
Plaque repère de crue de Décembre 1993 : 161.96
-
- ③ *Commune de THILAY*
Hameau de Nohan
27 rue de la Semoy chez Mr DROUET Claude
- Repère de crue du 13 Janvier 1993 :* 156.89
Repère de crue du 22 Décembre 1993 : 157.14
Repère de crue du 24 Janvier 1995 : 156.61
Repère de crue du 27 Janvier 1995 : 156.75
-
- ④ *Commune de THILAY*
16 Place des Paquis chez Mr JOUAN René
- Repère de crue de Janvier 1993 :* 151.61
Repère de crue de Décembre 1993 : 151.88
-
- ⑤ *Commune de THILAY*
71 rue de la Couture d'en Bas chez Mr SOLEIL
- Repère de crue du 13 Janvier 1993 :* 150.91
Repère de crue du 21 Décembre 1993 : 151.20
Repère de crue du 23 Janvier 1995 : 150.77
-
- ⑥ *Commune de HAULME*
Place de la Mairie - Boîte aux lettres située sur le mur de la Mairie
de Haulmé.
- Repère de crue dessus de la boîte aux lettres, (date inconnue) :* 147.93

⑦

Commune de **TOURNAVAUX**

Place de la Mairie - Boite aux lettres située au niveau de la Mairie de
Tournavaux.

Repère de crue moitié de la boîte aux lettres (date inconnue) : 146,07



Annexe K Règlement d'eau

K.1 Déversoir de la Racine

Article 6.
Les plans de l'ouvrage devant être soumis à l'approbation des ingénieurs des Ponts et Chaussées, et de l'ingénieur des Mines du département, et de l'ingénieur ordinaire des mines de la commune.

Article 7.
Les travaux à exécuter seront soumis à la surveillance de l'ingénieur des Ponts et Chaussées, et de l'ingénieur des Mines du département, et de l'ingénieur ordinaire des mines de la commune.

Article 8.
Les constructions hydrauliques seront soumises à la surveillance de l'ingénieur des Ponts et Chaussées, et de l'ingénieur des Mines du département, et de l'ingénieur ordinaire des mines de la commune.

Article 9.
Une copie de l'acte de concession sera déposée à la mairie de Montbrion, la commune qui a demandé la concession, et la commune qui a demandé la concession.

Les constructions hydrauliques seront soumises à la surveillance de l'ingénieur des Ponts et Chaussées, et de l'ingénieur des Mines du département, et de l'ingénieur ordinaire des mines de la commune.

En conséquence de l'article 70 de la loi du 21 avril 1810.

Mines.

Département des Ardennes.

Demande de M. Morel en permission de maintenir en activité les forges de la Commune.

Rapport de l'Ingénieur ordinaire des mines.

M. Morel a demandé le 19 avril 1838 à conserver la usine à fer de la Commune d'Ardenne, laquelle est composée de :

1. Un haut-fourneau;
2. Un bocard à crasses;
3. Une forge dite "de haut", comprenant deux fours différenciés au charbon de bois, deux fours à puddler et deux gros martinets.
4. Une forge dite "de bas", comprenant deux fours différenciés au charbon de bois et deux martinets.

Les plans d'ensemble et de détail sont joints à la pétition. La demande de M. Morel a été soumise à toutes les formalités d'enquête requises, ainsi que le constatent les certificats des communes intéressées; les avis des agents forestiers et du directeur des mines sont favorables, et M. le Ingénieur des Ponts et Chaussées ont proposé un projet de règlement qui n'a donné lieu à aucune opposition.

Il n'y a donc matière à aucune discussion et l'état actuel de l'usine eût été simplement homologué. Mais, comme d'ailleurs que l'usine de la commune est déjà ancienne

M. Morel maître en forge à Charleville, peut être autorisé
à établir à la commune de Montmerle, dans le département
de la Meuse, conformément aux plans joints, un établissement
métallurgique composé de
1. d'un haut fourneau,
2. d'un bec à crasse,
3. d'une forge de fer, d'un haut fourneau, d'une forge d'acier
ou de charbon de bois et d'une forge à puddle et d'une forge
à marbrier.

Article 10.
Le permissionnaire sera tenu d'avoir un compte ouvert
au bureau de la commune de Montmerle et de faire faire
comptes des décaissements dans son établissement, sans
assistance d'officiers municipaux.

Article 11.
Il ne pourra enfreindre la loi, les règlements et
ordonnances existants ou à intervenir sur le fait des
usines, ainsi qu'aucune instruction qui lui serait donnée
par l'administration en ce qui concerne la police des
usines et la sécurité des ouvriers.

Article 12.
Dans le cas où le permissionnaire ne se conformerait
pas dans ses constructions, aux dispositions de l'arrêté
d'ordonnance, l'usine sera mise en chômage, par un
arrêté du préfet et la révocation de l'acte de permission
sera poursuivie ainsi qu'il de droit.

Si après que les travaux auroient été commencés et que
la réception en aura été faite par les Ingénieurs, ainsi

qu'elle est prescrite dans les lois, règlements et ordonnances
relatives à l'établissement des usines.
Pour le haut fourneau et le bec à crasse
pour la forge d'acier avec les quatre hauts fourneaux
et pour les autres
Pour le grand ou four à puddle

Vous proposez le projet d'autorisation ci-dessus.

Projet d'autorisation

Article 1.
M. Morel maître en forge à Charleville, peut être autorisé
à établir à la commune de Montmerle, dans le département
de la Meuse, conformément aux plans joints, un établissement
métallurgique composé de

1. d'un haut fourneau,
2. d'un bec à crasse,
3. d'une forge de fer, d'un haut fourneau, d'une forge d'acier
ou de charbon de bois et d'une forge à puddle et d'une forge
à marbrier.
4. d'une forge de fer, d'un bas fourneau, d'une forge d'acier
ou de charbon de bois et d'une forge à marbrier.

Article 2.
M. Morel entretiendra et reconstruira au besoin le pont en
pierres établie à la rencontre du chemin de Montmerle
et du hief de l'usine dite l'Éclaircie le pont aura
au moins trois mètres de largeur entre les parapets.

Article 3.

Les dimensions des diversoirs et pales de décharge sont fixées comme il suit :

- Haut-fournneau. Un diversoir de quatre mètres quarante centimètres (4^m 40) d'ouverture et deux pales de décharge de un mètre soixante-cinq centimètres chacune.
- Emoulin. Un diversoir de quatre mètres soixante centimètres (4^m 60) d'ouverture et de deux pales de décharge de un mètre quarante-cinq centimètres de largeur chacune.
- Forge. Un diversoir de quatre mètres quatre-vingt centimètres (4^m 80) d'ouverture et une pale de décharge de un mètre soixante-cinq centimètres de largeur.
- Forge de fer. Un diversoir de un mètre quatre-vingt deux centimètres (1^m 92) d'ouverture et deux pales de décharge de un mètre quarante centimètres de largeur chacune.
- Incuse emoulin. Un diversoir, hors niches (3^m 00) d'ouverture et deux pales de décharge et un mètre trente centimètres de largeur chacune.

Article 4.

Les côtes de hauteur du système hydraulique des usines, sont fixées comme il suit.

Règle provisoire prise sur le sommet d'une borne terminée au point B du plan, dix mètres	10 ^m 00
Haut-fournneau. Niveau réglementaire de la retenue, couronnement du diversoir régulateur et sommet des pales de décharge, six mètres cinquante centimètres	6 ^m 50
Suit des pales de décharge, dix-neuf mètres, trente centimètres	19 30
Emoulin. Niveau etc., vingt-trois mètres quatre-vingts centimètres	23 80
Quil etc., vingt-six mètres vingt centimètres	26 20
Forge. Niveau etc., vingt-huit mètres vingt centimètres	28 20
Suit etc., vingt-huit mètres quatre-vingts centimètres	28 80
Forge de fer. Niveau etc., trente-trois mètres quatre-vingts centimètres	33 80
Quil etc., trente quatre mètres trente centimètres	34 30

ainsi qu'il est dit article 3, le vicar Nord ou ses ayants
 cause viendront à enfreindre les dispositions de
 l'ordonnance les contraventions seront punies conformément
 à ce qui est prescrit par l'article 4 de la loi du 21 Avril
 1810.

Niviers le 23 Juin 1843

Et est approuvé par M^r le préfet

M^r le vicar Nord ou ses ayants cause, le 16 Juin 1843

Le vicar Nord

Le préfet
 Orléans

Arrière De Décharge 39^m 80^c

Avant De Décharge 34 30^c

Ancienne Emoulerie — (Vieux Réglementaire) De
la turbine) couronnement De Décharge réglementaire et sommet

De Décharge 28 40

Avant De Décharge 20 30^c

Centre de prise de l'axe de la turbine

De l'axe de la turbine 37 40^c

No III 37 40^c

1613

De l'axe de la turbine au sommet de la

turbine, le point de décharge couronne et le bord de la

0 mm
l'origine
sommet
au point

Point-Forceau — (Vieux Réglementaire) De la turbine,

couronnement De Décharge réglementaire et sommet De Décharge

De Décharge 18 80^c

Point-Forceau — (Vieux Réglementaire) De la turbine,

couronnement De Décharge réglementaire et sommet De Décharge

De Décharge 19 30^c

Avant De Décharge 16 20

Forge — (Vieux Réglementaire) De la turbine,

couronnement De Décharge réglementaire et sommet De Décharge

De Décharge 28 20

Avant De Décharge 28 80

Forge de bas — (Vieux Réglementaire) De la turbine,

couronnement De Décharge réglementaire et sommet De

USINES ET COURS D'EAU.
DÉPARTEMENT DES ARDENNES.

FORGES DE LA COMMUNE.

RÈGLEMENT D'EAU
A IMPOSER A CES FORGES.

ART. 1^{er}. M. NOBEL, maître de forges à Charleville, maintiendra en activité, l'ensemble de l'établissement métallurgique et hydraulique qu'il possède sur le ruisseau de la Commune, terminés de Monthermé et de Revin, département des Ardennes.

ART. 2. M. Morel entreprendra et reconstruira au besoin le pont en pierre établi à la rencontre du chemin de Monthermé et du hâcl de l'usine dite l'Émoulerie. Le pont aura au moins trois mètres de largeur entre les parapets.

ART. 3. Les dimensions des déversoirs et pales de décharge sont fixées comme il suit :

Haut-Fourneau. Un déversoir de quatre mètres quarante centimètres (4^m 40) d'ouverture et deux pales de décharge de un mètre soixante-cinq centimètres de largeur chacune.

Émoulerie. Un déversoir de quatre mètres soixante centimètres (4^m 60) d'ouverture et deux pales de décharge de un mètre quarante-cinq centimètres de largeur chacune.

Forge. Un déversoir de quatre mètres quatre-vingt centimètres (4^m 80) d'ouverture et une pale de décharge de un mètre soixante-cinq centimètres de largeur.

Forge d'en bas. Un déversoir de un mètre quatre-vingt-dix centimètres (1^m 90) d'ouverture et deux pales de décharge de un mètre quarante centimètres de largeur chacune.

Ancienne Émoulerie. Un déversoir, trois mètres (3^m 00) d'ouverture et deux pales de décharge de un mètre trente centimètres de largeur chacune.

ART. 4. Les côtes de hauteur du système hydraulique des usines, sont fixées comme il suit :

Repère provisoire pris sur le sommet d'une borne limite au point B. du plan, dix mètres. 10^m 00

Haut-Fourneau. Niveau réglementaire de la retenue, couronnement du déversoir régulateur et sommet des pales de décharge, seize mètres cinquante centimètres. 16 50

Seuil des pales de décharge, dix-neuf mètres trente centimètres. 19 30

Émoulerie. Niveau etc., vingt-trois mètres quatre-vingt centimètres. 23 80

Seuil etc. Vingt-six mètres vingt centimètres. 26 20

Forge. Niveau etc., vingt-huit mètres vingt centimètres. 28 20

Seuil etc. Vingt-huit mètres quatre-vingt centimètres. 28 80

Forge d'en bas. Niveau etc., trente-trois mètres quatre-vingt centimètres. 33 80

Seuil etc. Trente-quatre mètres trente centimètres. 34 30

Ancienne Émoulerie. Niveau etc., trente-huit mètres quarante centimètres. 38 40

Seuil etc. Trente-neuf mètres trente centimètres. 39 30

Contre repère sur l'appui d'une croisée au pied de l'escalier de l'ancienne Émoulerie, point C. du plan, trente-sept mètres quarante-cinq centimètres. 37 45

ART. 5. Les pales de décharge devront être levées à toute hauteur des que l'eau passera sur le déversoir.

ART. 6. Indépendamment des repères provisoires mentionnés ci-dessus, il sera posé un repère spécial formé d'une borne en pierre de taille, plantée à proximité des usines et scellée dans un massif en maçonnerie. Lors du récolement des travaux le niveau des diverses parties du système hydraulique sera rapporté à ce repère.

ART. 7. Les travaux ci-dessus prescrits seront exécutés sous la surveillance de l'ingénieur d'arrondissement et devront être terminés dans le délai d'une année à dater de la notification de l'ordonnance d'autorisation. Après l'achèvement des travaux, cet ingénieur procédera à leur récolement en présence des parties intéressées. Le procès-verbal de cette opération sera rédigé en triple expédition dont une sera déposée au greffe de la mairie du lieu, la seconde aux archives de la préfecture et la troisième sera transmise à M. le ministre des travaux publics.

ART. 8. Faut-il par l'impétrant de se conformer exactement aux dispositions de la présente autorisation, l'usine serait mise en chômage par un arrêté du préfet, sans préjudice de l'application des lois pénales relatives aux contraventions en matière d'usine.

Proposé pour servir de base à la seconde enquête prescrite par les instructions.

En conformité des propositions ci-dessus, le projet de règlement qui précède sera publié et affiché, à la diligence de MM. les maires et pendant la durée de vingt jours, dans les villes et communes de Mézières, de Charleville, Monthermé et de Revin. A l'expiration de ce délai les certificats de publications nous seront adressés avec les oppositions et réclamations s'il en survient.

Le Préfet des Ardennes,

Signé : A. DELON.

Le Maire de la commune de
 Arrête que le présent sera publié et placardé dans cette commune
 Fait à le 25 avril 1842.

soussigné, pour l'exécution des dispositions ci-dessus;

le 10 au 30 mai 1842.

K.2 Barrage de Phades

de tout ou partie de la présente... mesures qui seraient jugées utiles au commerce, à l'agriculture ou à l'industrie.

ART. 16. Les concessionnaires exécuteront concurremment et solidairement avec M. DESROUSSKAUX, demandeur sur la rive opposée, le déblai et l'enlèvement des roches, pierres roulantes etc., qui existent dans le lit de la rivière, sur une longueur de 60 mètres, dont 30 mètres en amont et 30 mètres en aval de la prise d'eau, au Haut-Coqueret.

Nous Préfet du département des Ardennes, Chevalier de la Légion-d'Honneur,

Vu le Projet de Règlement qui précède, proposé par MM. les ingénieurs des ponts et chaussées et la circulaire de M. le directeur général de cette administration, en date du 16 novembre 1834;

AVONS ARRÊTÉ CE QUI SUIT :

ART. 1.^{er} Le projet de règlement ci-dessus sera publié et affiché par les soins de MM. les maires des villes de Mézières, Charleville et des communes de Thilay et Mont-hermé.

ART. 2. Les publications auront lieu du 28 juillet au 19 août 1839, les personnes intéressées à faire des observations sur le règlement dont il s'agit, sont invitées à les adresser, sur papier timbré, dans le délai ci-dessus, au maire de leur commune, qui les transmettra à la préfecture, avec les certificats de publications, ils joindront à ce certificat les observations ou oppositions qui leur seront parvenues, ou feront connaître qu'il ne leur en a pas été notifié.

ART. 3. Pour l'exécution des dispositions ci-dessus, le projet de règlement et le présent arrêté seront imprimés en placards et insérés par extrait dans l'un des journaux du département.

En l'Hôtel de la préfecture à Mézières le 25 juillet 1839.

C. D'ARNOUVILLE.

IMPRIMERIE DE TROCOMAT.

Division générale

1^{re}
Ponts et Chaussées
et de Mer

Département

des Ardennes

N^o 479

2. 10. 1839
M. le Préfet
N^o 1107 - 1^{re} Division

Council général des Ponts et Chaussées.

Extrait du Registre

des Avis de la Section de la Navigation.

Séance du 24 Mars 1840.

Règlement des usines métallurgiques

de Prades appartenant aux Sieurs Lagard et situées sur la rive gauche de la Semoys dans et sur le territoire de la commune de Monthorné.

ARCHIVES
NATIONALES

Les Membres du Conseil général des Ponts et Chaussées composant la Section de la Navigation,

Vu les demandes successives présentées par les Sieurs Lagard à l'effet de faire régulariser l'existence de leurs usines métallurgiques de Prades et les changements qu'ils se proposent d'y apporter;

Vu, avec toutes les pièces de l'instruction qui l'ont précédé le rapport de M. l'Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées (29 Juin 1839) et le projet de règlement qu'il propose;

Vu les certificats attestant que l'enquête ouverte sur ce projet n'a soulevé aucune opposition;

Vu le nouveau avis de M. l'Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées (23 octobre 1839) qui, attendu le résultat favorable de l'enquête, présente des propositions à l'approbation

AMITI
DE
M. le Préfet
N^o 1107 - 1^{re} Division

Extrait du Registre des Avis de la Section de la Navigation.

Séance du 24 Mars 1830.

Règlement des usines métallurgiques de l'Isère appartenant aux sieurs Lagard et Struc sur la rive gauche de la Savoie dont elles empruntent les eaux, dans la commune de Monthemé.



de l'autorité supérieure;

Sur les rapports et avis également favorables de M. le Préfet (29 Novembre 1830) et de M. le Ministre des Travaux publics (11 et 24 Novembre 1830).

Sur l'avis seul formé d'arrêté de M. le Préfet (29 Novembre 1830) conforme aux propositions de M. le Ministre des Travaux publics;

En toutes les autres parties du dossier;

Sur l'avis qu'il y a lieu d'approuver l'arrêté de M. le Préfet en ce qui concerne le régime des eaux à la condition toutefois: 1.° d'y insérer les réserves ordinaires d'intérêt public sur les propositions de M. l'Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées (art. 11 de son projet de règlement) 2.° d'en retrancher l'indication de la chute de l'usine.

L'Ingénieur ordinaire Secrétaire.

C. M...

L'Inspecteur général, vice-Président.

J. J. Fauvelier

DÉPARTEMENT DES ARDENNES.
USINE DE MM. LAGARD FRÈRES,
 A PHADE RIVE GAUCHE DE LA SEMOYE, COMMUNE DE MONTHERMÉ.
DEUXIÈME AFFICHE
 CONCERNANT LE
PROJET DE RÉGLEMENT
Auquel cette Usine sera assujettie.

ART. 1. La prise d'eau actuelle destinée à alimenter le canal de dérivation de l'Usine de MM. LAGARD, à Phade, sera remplacée par une autre placée vis-à-vis la roche existante dans le milieu de la Semoie et connue sous le nom de Pierre du Haut-Coqueret.

ART. 2. Les constructions relatives à cette prise d'eau ne donneront lieu à l'établissement d'aucun espèce de barrage dans le lit de la Semoie, ~~mais~~ le vif fond conservera son état actuel sur une largeur de 20 m., entre les deux prises d'eau projetées sur l'une et l'autre rive.

ART. 3. La prise d'eau du canal de dérivation aura une largeur de 10 m.; la sole gravière de cette prise d'eau sera composée d'une seule pièce de bois fixée à son extrémité de gauche dans la berge de la rivière; cette sole gravière sera sa face extérieure établie à 0 m. 50 plus bas qu'un cran taillé dans une roche dite Pierre Rempante engagée dans la rive gauche de la rivière, à 107 m., en amont de la prise d'eau actuelle de l'usine.

ART. 4. A partir de la naissance de la dérivation il sera établi sur la rive droite de cette dérivation une digue rempanée en contre-pente à la rivière, la ~~base~~ plate-forme de cette digue sera arrasée au niveau de l'étiage et sa plate-forme atteindra une hauteur de 0 m. 50 au-dessus de l'étiage, à 100 m., environ du départ de la dérivation.

ART. 5. On conservera à l'extrémité de droite de la digue rampanée la ventilerie existante, qui est destinée à régler la quantité d'eau à introduire dans le canal de dérivation.

ART. 6. Il pourra être établi à 500 m., environ en aval de cette ventilerie un perron pour procurer aux glaces qui se formeront ou qui entreraient dans le bief de l'usine, un passage dans la Semoie. Les dimensions en seront réglées par les concessionnaires.

ART. 7. La dérivation aura lieu depuis le point désigné à l'art. 1., jusqu'à la Mal-Pierre.

ART. 8. La décharge près de l'usine aura 4 m. 50 de largeur non compris les poutres, et sera formée de vannes dont le sommet sera établi au niveau de l'étiage à la prise d'eau et leur seuil à 1 m. 65 plus bas que ce niveau.

ART. 9. L'usine disposera d'une chute totale de 4 m. 24.

ART. 10. Les concessionnaires recouvreront d'une chaussée en pierres qu'ils entretiendront, à perpétuité, en bon état, la digue du canal qui servira de chemin de halage, depuis la prise d'eau jusqu'à l'aval de sa propriété; cette chaussée n'aura pas moins de quatre mètres de largeur et partout où il ne sera pas possible de lui donner cette dimension, elle sera garnie de barrières solides à chacun de ses côtés.

ART. 11. Partout où le chemin de halage traversera les canaux d'amène, de décharge ou de fuite, le passage aura lieu sur des ponts de quatre mètres de largeur entre les ardes-corps. Ces ouvrages d'art, construits en bois ou en terre au choix des concessionnaires, seront assujettis à une épreuve d'épreuve de 300 kilo par mètre carré du pont. (Cette épreuve sera faite lors du recouvrement de l'usine.)

ART. 12. Dans le cas où la dépense d'eau de l'usine vien-

dra à diminuer le volume des eaux de la rivière de manière à gêner la navigation en amont ou en aval de l'établissement projeté, les patrons de l'usine devront faire baisser et les eaux rendues à leur cours naturel, pendant tout le temps nécessaire au passage des bateaux, trains, flottes, etc.

ART. 13. Après l'achèvement des travaux il sera dressé, aux frais des concessionnaires, par l'ingénieur d'arrondissement, un procès-verbal de recouvrement de ces travaux. Ce procès-verbal contiendra le résultat des épreuves indiquées à l'art. 11.

ART. 14. Fruite par les concessionnaires de sa concession exactement à toutes les dispositions du règlement proposé, la concession sera renouvelée et les lieux seront créés à leur but dans leur ancien état.

ART. 15. Dans aucun temps et sous aucun prétexte, il ne pourra prétendre à indiquer, pour les ouvrages, ni de dédommagement ni de dédit ou leurs accessoires, ni être privé de tout ou partie de la présente concession, par suite des mesures qui seraient jugées utiles au commerce, à l'agriculture ou à l'industrie.

ART. 16. Les concessionnaires exécuteront conformément et solidairement avec M. DESROUILLÉUX, demandeur sur la rive opposée, le déblai et l'entretien des roches, pierres roulantes, etc., qui existent dans le lit de la rivière, sur une longueur de 60 mètres, dont 20 mètres en amont et 50 mètres en aval de la prise d'eau, au Haut-Coqueret.

Nous Préfet du département des Ardennes, Chevalier de la Légion d'Honneur.

Vu le Projet de Règlement qui précède, proposé par MM. les ingénieurs des ponts et chaussées et la circulaire de M. le directeur général de cette administration, en date du 16 novembre 1854.

AVONS ARRÊTÉ CE QUI SUIT :

ART. 1. Le projet de règlement ci-dessus sera publié et affiché par les soins de MM. les maires des villes de Mézières, Charleville et des communes de Thilay et Monthermé.

ART. 2. Les publications auront lieu du 28 juillet au 19 août 1859. Les personnes intéressées à faire des observations sur le règlement dont il s'agit, sont invitées à les adresser, sur papier timbré, dans le délai ci-dessus, au maire de leur commune, qui les transmettra à la publication, avec les certificats de publications, ils joindront à ces certificats les observations ou oppositions qui leur seront parvenues, ou feront connaître qu'il ne leur en a pas été notifié.

ART. 3. Post l'exécution des dispositions ci-dessus, le projet de règlement et le présent arrêté seront imprimés et placards et insérés par ~~extraits~~ dans l'un des journaux du département.

En l'Hôtel de la préfecture à Mézières le 28 juillet 1859.
 G. D'ARCKVILLE.

PROJET DE

Auquel cette Usine

ART. 1. La prise d'eau actuelle destinée à alimenter le canal de dérivation de l'Usine de MM. LAGARD, à Phade, sera remplacée par une autre placée vis-à-vis la roche existante dans le milieu de la Semoie et connue sous le nom de Pierre du Haut-Coqueret.

ART. 2. Les constructions relatives à cette prise d'eau ne donneront lieu à l'établissement d'aucun espèce de barrage dans le lit de la Semoie, ~~mais~~ le vif fond conservera son état actuel sur une largeur de 20 m., entre les deux prises d'eau projetées sur l'une et l'autre rive.

ART. 3. La prise d'eau du canal de dérivation aura une largeur de 10 m.; la sole gravière de cette prise d'eau sera composée d'une seule pièce de bois fixée à son extrémité de gauche dans la berge de la rivière; cette sole gravière aura sa face extérieure établie à 0 m. 50 plus bas qu'un cran taillé dans une roche dite Pierre Rempante engagée dans la rive gauche de la rivière, à 107 m., en amont de la prise d'eau actuelle de l'usine.

ART. 4. A partir de la naissance de la dérivation il sera établi sur la rive droite de cette dérivation une digue rempanée en contre-pente à la rivière, la ~~base~~ plate-forme de cette digue sera arrasée au niveau de l'étiage et sa plate-forme atteindra une hauteur de 0 m. 50 au-dessus de l'étiage, à 100 m., environ du départ de la dérivation.

ART. 5. On conservera à l'extrémité de droite de la digue rampanée la ventilerie existante, qui est destinée à régler la quantité d'eau à introduire dans le canal de dérivation.

ART. 6. Il pourra être établi à 500 m., environ en aval de cette ventilerie un perron pour procurer aux glaces qui se formeront ou qui entreraient dans le bief de l'usine, un passage dans la Semoie. Les dimensions en seront réglées par les concessionnaires.

ART. 7. La dérivation aura lieu depuis le point désigné à l'art. 1., jusqu'à la Mal-Pierre.

ART. 8. La décharge près de l'usine aura 4 m. 50 de largeur non compris les poutres, et sera formée de vannes dont le sommet sera établi au niveau de l'étiage à la prise d'eau et leur seuil à 1 m. 65 plus bas que ce niveau.

ART. 9. L'usine disposera d'une chute totale de 4 m. 24.

ART. 10. Les concessionnaires recouvreront d'une chaussée en pierres qu'ils entretiendront, à perpétuité, en bon état, la digue du canal qui servira de chemin de halage, depuis la prise d'eau jusqu'à l'aval de sa propriété; cette chaussée n'aura pas moins de quatre mètres de largeur et partout où il ne sera pas possible de lui donner cette dimension, elle sera garnie de barrières solides à chacun de ses côtés.

ART. 11. Partout où le chemin de halage traversera les canaux d'amène, de décharge ou de fuite, le passage aura lieu sur des ponts de quatre mètres de largeur entre les ardes-corps. Ces ouvrages d'art, construits en bois ou en terre au choix des concessionnaires, seront assujettis à une épreuve d'épreuve de 300 kilo par mètre carré du pont. (Cette épreuve sera faite lors du recouvrement de l'usine.)

ART. 12. Dans le cas où la dépense d'eau de l'usine vien-

composée d'une seule pièce
gauche dans la berge de la rivière; cette soit
sa face extérieure établie à 0^m. 50 plus bas qu'un cran taillé
dans une roche dite Pierre Rampante engagée dans la berge
gauche de la rivière, à 107^m. en amont de la prise d'eau ac-
tuelle de l'usine.

ART. 4. A partir de la naissance de la dérivation il sera
établi sur la rive droite de cette dérivation une digue rem-
pante en contre-pente à la rivière, la pente de cette digue
sera arrasée au niveau de l'étiage et sa plate-forme atteindra
une hauteur de 0^m. 50 au-dessus de l'étiage, à 100^m. environ
du départ de la dérivation.

ART. 5. On conservera à l'extrémité de droite de la digue
rampante la ventillerie existante, qui est destinée à régler
la quantité d'eau à introduire dans le canal de dérivation.

ART. 6. Il pourra être établi à 500^m. environ en aval de
cette ventillerie un puits pour procurer aux glaces qui se
formeront ou qui entreront dans le bief de l'usine, un pas-
sage dans la Semoye. Les dimensions en seront réglées par
les concessionnaires.

ART. 7. La dérivation aura lieu depuis le point désigné à
l'art. 1^{er}, jusqu'à la Mal-Pierre.

ART. 8. La décharge près de l'usine aura 4^m. 50 de lar-
geur non compris les potilles, et sera formée de vanes dont
le sommet sera établi au niveau de l'étiage à la prise d'eau
et leur seuil à 1^m. 65 plus bas que ce niveau.

ART. 9. L'usine disposera d'une chute totale de 4^m. 24^m.

ART. 10. Les concessionnaires recouvriront d'une chaussée
en pierres qu'ils entretiendront, à perpétuité, en bon état, la
digue du canal qui servira de chemin de halage, depuis la
prise d'eau jusqu'à l'aval de la propriété; cette chaussée
n'aura pas moins de quatre mètres de largeur et partout où il
ne sera pas possible de lui donner cette dimension, elle sera
garnie de barrières solides à chacun de ses côtés.

ART. 11. Partout où le chemin de halage traversera les
canaux d'amène, de décharge ou de fuite, le passage aura
lieu sur des ponts de quatre mètres de largeur entre les
gardes-corps. Ces ouvrages d'art, construits en bois ou en
pierres au choix des concessionnaires, seront assujettis à une
charge d'épreuve de 200 kilo par mètre carré du pont.

(Cette épreuve sera faite lors du recensement de l'Usine.)

ART. 12. Dans le cas où la dépense d'eau de l'usine vient

RÈGLEMENT

Une sera assujettie.

deut à diminuer le volume des eaux de la rivière de ma-
nière à gêner la navigation en amont ou en aval de l'éta-
blissement projeté, les piles de l'usine devront être taillées
et le bief rendus à leur cours naturel, pendant tout le
temps nécessaire au passage des bateaux, traits, floties etc.

ART. 13. Après l'achèvement des travaux il sera dressé,
aux frais des concessionnaires, par l'ingénieur d'arrondisse-
ment, un procès-verbal de recensement de ces travaux. Ce
procès-verbal contiendra le résultat des épreuves indiquées
à l'art. 11.

ART. 14. Faute par les concessionnaires de se conformer
exactement à toutes les dispositions du règlement proposé, la
concession sera révoquée et les lieux seront restitués à leurs
seuls dans leur ancien état.

ART. 15. Dans aucun temps et sous aucun prétexte, il ne
peut prétendre à indemnité, pour les changements, ni de dé-
dommagement s'il venaient ou leurs successeurs à être privé
de tout ou partie de la présente concession, par suite des
mesures qui seraient prises utiles au commerce, à l'agricul-
ture ou à l'industrie.

ART. 16. Les concessionnaires exécuteront concurrente-
ment et solidairement avec M. DEBARDURAND, demandeur
sur la rive opposée, le déblai et l'enlèvement des roches,
pierres molasses etc., qui existent dans le lit de la rivière,
sur une longueur de 50 mètres, dont 50 mètres en amont
et 50 mètres en aval de la prise d'eau, au Haut-Coqueret.

Nous Préfet du département des Ardennes, Chevalier de
la Légion d'Honneur,

Vis le Projet de Règlement qui précède, proposé par
MM. les ingénieurs et chaussées et la circulaire
de M. le directeur de cette administration, en date
du 15 mai 1860.

K.3 Moulin de Nohan

à M. sur une dérivation de la rivière de Smoy, territoire
de Werhan. Les certificats de publications & affiches, ensemble les
observations des Sieurs Dominié, Pison & Dominié-Houlot ainsi
qu'une opposition du conseil municipal de la commune de Chitay.
Le procès verbal de visite des lieux, dressé le 30 Juin
1849, par l'Ingénieur des Ponts & Chaussées;
Le rapport de cet Ingénieur, contenant un projet
de règlement, en date du 4 Août 1849;
Le plan & les profils du cours d'eau;
Les pièces de l'enquête ouverte sur le règlement
parmi lesquelles se trouve une opposition du Maire de
agissant en cette qualité;
Le second rapport de l'Ingénieur en chef

ÉFFECTURE
DES ARDENNES.
N^o 4 DIVISION.
BUREAU
de Smoy.
N^o 11

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE.
Liberté, Égalité, Fraternité.

Reçus le 3 Novembre 1849.

Monsieur, Préfet des Ardennes;

En la demande formée le 28 Avril 1849, par le
Sieur G. G. Laurent, propriétaire, dem. à Pofan, commune
de Chitay, afin d'obtenir l'autorisation d'établir un moulin
à M. sur une dérivation de la rivière de Smoy, territoire
de Werhan;
Les certificats de publications & affiches, ensemble les

LIBRARY OF THE

Liberty, Equality, Fraternity.



Mezjères, le 3 Novembre 1849.

K.4 Linchamps Aval

Le banchon est de 1 mètre de haut en creux et est assés à 1 mètre
centimètres au dessus de la cote du niveau de la cote de la cote.
Le plan de la cote est actuellement représenté en tête de la cote.
Le banchon est de 1 mètre de haut, de 1 mètre de large et est
larges entre les potelets de 22 centimètres de haut, dont
le milieu est assés à un mètre 49 centimètres de hauteur de
la cote du banchon de prise d'eau et à un mètre 49 centimètres
aussi au dessus du milieu de la cote de prise d'eau. La cote
portée de fond ou plate de débouché établie à l'extrémité de
caval d'arrivée, de 48 centimètres de largeur entre les potelets
de 18 centimètres de hauteur, dont le milieu est assés à un
mètre quatre vingt sept centimètres au dessus de la cote du banchon
de prise d'eau. Le banchon est de 1 mètre de haut et est
porté de fond et est représenté sur celle-ci de 57 centimètres de hauteur
entre les potelets de 18 centimètres de hauteur dont le milieu

Le 26 Mai 1830.

Cont. 3

Notre Ministre Sec. d'Etat de l'Intérieur
est chargé de l'exécution de la présente ordonnance.
Donné en Paris, le 5 novembre 1830.

Signé Louis = Philippe

Par le Roi: Le Ministre Sec. d'Etat de l'Intérieur
Signé Montalivet

Pour ampliation:

Le Secrétaire général du Ministère de
l'Intérieur, - Signé A. Billiard.

Pour copie conforme:

Le Chef de Division du Secrétariat général &
des Mines, Lamberg.

ce qui est vu, tant à l'intérieur public qu'à l'intérieur privé.

CRÈTE.

Crête n° 1. Le 1^{er} Jean Nicolas Guillot, propriétaire du moulin ou forge, situé à Luchamps, commune de Dauterive, rivière est actuellement dans la jaugeance et possession de cette usine qui est composée d'un tourant actionné par les saignées de l'eau de source.

Crête n° 2. Il dispose d'une chute totale de quatre-vingt centimètres de part et d'autre du niveau de l'eau au-dessus de la pale motrice jusqu'au niveau des saignées radiales au-dessous de la roue.

Crête n° 3. Il confère dans leud état actuel 1^{er} la puissance de 38 mètres d'eau et un débit de 100 litres par seconde.

Crête n° 4. Il dispose d'une chute totale de quatre-vingt centimètres de part et d'autre du niveau de l'eau au-dessus de la pale motrice jusqu'au niveau des saignées radiales au-dessous de la roue.

Crête n° 5. Il confère dans leud état actuel 1^{er} la puissance de 38 mètres d'eau et un débit de 100 litres par seconde.

en un barrage en charpente, formant dorsail de hauteur de trois mètres d'ingt centimètres de largeur entre les bords et dont la crête est arasée à sept centimètres au centre haut. Le seuil de la pale de prise d'eau de 65 centimètres de largeur entre les potelets, sur 49 centimètres de hauteur et dont le seuil en charpente est arasé à sept centimètres au-dessous de la crête du dorsail de hauteur.

2^o La pale actuellement existante en tête de la source de part et d'autre d'une usine, de hauteur sept centimètres de largeur entre les potelets sur 22 centimètres de hauteur, dont le seuil est arasé à un mètre 49 centimètres au-dessous de la crête de la source et à un mètre 49 centimètres

K.5 Linchamps Lagard

H.

Monsieur

J'ay l'honneur de vous rendre compte de l'examen que j'ay fait des pièces ay jointes, que vous m'avez adressées le 8 de ce mois, et qui sont relatives au moulin établi par le S^r Lagard à Luchamps, Dept^t des Ardennes.

Dans une pétition en date du 10 août 1827, le S^r Lagard propriétaire des forges de Luchamps, demande le maintien en l'état d'activité, d'un moulin à farine, qu'il a établi sans autorisation en 1816, et dont le mécanisme est adapté à l'arbre qui fait mouvoir la roue d'un broard à crasse situé sur la rive de l'étang inférieur de ses usines à Luchamps.

Sur la publication de cette demande, dans les communes de hameaux de Montmarne, Courmaroux, Thilay, Merrières, et des hautes rivées, trois oppositions se sont manifestées, celles des S^{rs} Guillet, Autier et Henon, propriétaires de moulins alimentés par le même cours d'eau

autorisation en 1816, et dont le mécanisme est adapté à l'arbre qui fait mouvoir la roue d'un broard à crasse situé sur la rive de l'étang inférieur de ses usines à Luchamps.

Sur la publication de cette demande, dans les communes de hameaux de Montmarne, Courmaroux, Thilay, Merrières, et des hautes rivées, trois oppositions se sont manifestées, celles des S^{rs} Guillet, Autier et Henon, propriétaires de moulins alimentés par le même cours d'eau qui met en mouvement les établisemens du S^r Lagard.

Cette affaire ayant été renvoyée par le J^g en chef du Dept^t à M. Mouchetlet J^g d'arrondissement, il s'est rendu sur les lieux, en a levé le plan, fait le nivellement, et il a présenté un rapport, dans lequel on trouve les renseignements qui suivent.

On voit sur le plan, le moulin à farine A, placé sur l'arbre du broard dont l'emplacement se trouve au point B.

La lettre C indique le réservoir de superficie établi en vertu de l'ordonnance du roi, en date du 26 mai 1824.

On remarque au point E, le réservoir de superficie formant p^{is}ine d'eau pour le moulin de la Rayerve.

Le profil de nivellement fait connaître les hauteurs

Le moulin à farine est établi sur le même emplacement que le
barril à crasse, lequel a été construit d'après l'autorisation
de l'ordonnance du roi en date du 26 mai 1814. Le tout est sur un
mouvement par une roue à auge, tournant en sens, et dont le
diamètre est de 3^m. 25^c.
La prise d'eau de cette usine, offre une ouverture rectangulaire
ayant 37 centimètres de base, sur 26 de hauteur, et formée par un
banc en bois, dont la section verticale présente en sens inverse
ce banc est fermé par une vanne, dont le banc est ouvert de

5
Origine
à 2^e 1830
17 1194
Paris le 7 9^{me} 1830.
Ordonnance du Roi.
Louis-Philippe, Roi des Français,
A tous présents et à venir, Salut.
Sur le rapport de Notre Ministre des Ponts et Chaussées
de la demande de M. Sagard, tendant à obtenir l'autorisation
de construire un moulin à farine, établi en 1814, dans la Commune de
Hautes-Rivières, Dept. des Ardennes;
Les Certificates constatant les publications de cette demande,
les oppositions élevées par plusieurs propriétaires de moulins,
le rapport des juges et le plan des lieux;
L'arrêté du Préfet du 10 février 1830;
Nos avis des Juges de Hautes-Rivières et du Conseil des Ponts et Chaussées,
des 28 mars et 1^{er} juin suivants.
Nul Ordonnance royale, du 26 mai 1814, qui autorise le
Sagard à établir divers usines dans les lieux des Hautes-Rivières.
Le Comité de l'Intérieur et du Commerce de notre Conseil d'Etat entendu.
Nous avons ordonné et Ordonnons ce qui suit.
Art. 1^{er}.
Le M. Sagard est autorisé à construire le moulin
à farine qu'il a établi à Simbancourt, Commune de Hautes-
Rivières, Dept. des Ardennes, lequel est mis en mouvement
par l'arbre de la roue du fourneau des forges qu'il possède
dans cette Commune.
Art. 2.
Ce moulin devra soumettre, quant au régime des Eaux,
aux conditions imposées au M. Sagard, par l'Ord^e royale
du

des expéditions de rans pour plusieurs propriétés
de rapport des propriétaires et le placet des lieux,
à Arrêt du Préfet, du 10 février 1830;

Les avis du J. suspecter. Division et du Conseil des Prato et Chasseurs,

du 28 mars et 1^{er} juin suivants.

De l'ordonnance royale, du 26 mai 1826, qui autorise la J. à

visiter et établir divers usines dans les communes de la Haute-Normandie,

le Comité de l'Administration et du Commerce de notre Comice. Et l'Etat actuel,

Nous avons ordonné et ordonnons ce que suit

Art. 1^{er}

Le J. Jagard est autorisé à conserver le moulin
à farine qu'il a établi à Vimbrays, Commune de Vimbrays,
Briciers, Dept. de l'Orne, lequel est mis en mouvement
par l'arbre à la roue de l'œuvre des forges qu'il possède
dans cette Commune. Art. 2

Le moulin susdésigné, quant au régime des eaux,
aux conditions imposées au J. Jagard, par l'ord. royale

Annexe L Bibliographie

Camino 2007. Etude de recensement des zones humides en bassin de Semoy. Pedon Environnement & Milieux Aquatiques et ESOPE. Contrat de rivière Semois-Semoy.

Chancerel F., 2003. Le brochet – Biologie et gestion. Conseil Supérieur de la Pêche.

Communauté de Communes Meuse et Semoy (CCMS), 2012. Cahier des charges. Schéma d'aménagement des cours d'eau du bassin versant français de la Semoy.

Dubost & Pedon, 2000. Contrat de rivière, bassin versant de la Semoy : Plan de gestion piscicole. 64p et annexes.

Garnier CC., 2010. Guide pratique relatif à la police des droits fondés en titre suivi d'un question-réponse et de la jurisprudence essentielle. Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer en charge des technologies vertes et des négociations sur le climat.

Gosset C., Larinier M., Porcher JP. et Travade F., 1992. Passes à poissons. Expertise, conception des ouvrages de franchissement. Conseil Supérieur de la Pêche. Collection Mise au point.

Hydratec, 2001. Bassin de la Semoy. Aménagement hydraulique. Etude hydraulique.

Keith P., Persat H., Feunteun E. et Allardi J. (coord.), 2011. Les poissons d'eau douce de France. Biotope Editions. Museum National d'Histoire Naturelle. Publications scientifiques du Museum. Collection Inventaires & Biodiversité.

Larinier M., Courret D. et Gomes P., 2006. Guide technique pour la conception des passes naturelles. Rapport GHAAPPE RA.06.05-V1. Cemagref. Conseil Supérieur de la Pêche. Agence de l'Eau Adour Garonne. Compagnie Nationale du Rhône.

Lascaux A., 2004. Dossier de passe à poisson sur la Semoy française : application au barrage de Phades (bassin versant français, département des Ardennes (08)). Mémoire de stage de DESS GIREC – Université de Metz. Contrat de rivière Semoy. Communauté de Communes Meuse et Semoy. Pedon Environnement & Milieux Aquatiques.

Malavoi JR, 2007. Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau. Agence de l'eau Seine Normandie.

Ovidio M., Goffaux D., Giroux F., Brucy C., Baras E. et Philippart J.C., 1998. Etude par radiopistage des stratégies d'utilisation de l'espace par la truite commune (*Salmo trutta L.*) dans un petit cours d'eau des Ardennes belges. p 1213. In Compte rendu de la réunion du GRISAM (Groupe de travail Salmonidés Migrateurs du Groupe de Recherche d'intérêt Scientifique sur les Poissons Amphihalins), Rennes (France) 9-10 juin 1998.

Paul B., 2006. Etude des impacts hydrobiologiques de l'ouvrage « piège à sédiments » sur le bassin versant du cours d'eau le Saint-Jean (Ardennes, 08). Contrat de rivière Semoy. Pedon Environnement & Milieux Aquatiques.

Arrêté du 28 décembre 2012 établissant la liste des cours d'eau mentionnée au 1° du I de l'article L. 214-17 du Code de l'Environnement sur le bassin Rhin-Meuse.

Article L.214-17 du Code de l'Environnement.

Annexe M Note de fin

-
- ⁱ La loi du 08/04/1898, dans son article 14, devenu l'article 109 du Code Rural puis le 215-10 du Code de l'Environnement, les **droits fondés en titre peuvent être modifiés ou supprimés** par simple décision administrative, sans indemnisation systématique.
- ⁱⁱ Un **règlement d'eau** est un titre clair et récapitulatif, pris au moment de la reconnaissance d'un droit d'eau par exemple, afin de le pérenniser et d'en faciliter la conservation et la publicité. Il indique l'emplacement et la consistance légale de l'ouvrage notamment la hauteur de chute, le débit, la puissance, etc. Si certaines prescriptions doivent être établies (débit réservé, sécurité, protection des milieux aquatiques), il convient de procéder par arrêté (Garnier, 2010).
- ⁱⁱⁱ Les **droits fondés en titre** sont des droits exclusivement attachés à des ouvrages pour l'usage des moulins, des étangs ou de l'irrigation (Garnier, 2010). Ce sont des droits d'usage de l'eau particuliers, exonérés de procédure d'autorisation ou de renouvellement. Ces droits d'usage tirent leur caractère « perpétuel » du fait qu'ils ont été délivrés avant que ne soit instauré le principe d'autorisation de ces ouvrages sur les cours d'eau.
- ^{iv} La **déclaration d'intérêt général** est une procédure instituée par la loi sur l'eau de 1992 qui permet à un maître d'ouvrage d'entreprendre l'étude, l'exécution et l'exploitation de tous travaux, ouvrages et installations présentant un caractère d'intérêt général ou d'urgence, visant l'aménagement et la gestion de l'eau (art. L. 211-7 du Code de l'Environnement). Le recours à cette procédure permet notamment :
- d'accéder aux propriétés privées riveraines des cours d'eau (notamment pour pallier les carences des propriétaires privés dans l'entretien des cours d'eau) ;
 - de faire participer financièrement aux opérations les personnes qui ont rendu les travaux nécessaires ou qui y trouvent intérêt ;
 - de légitimer l'intervention des collectivités publiques sur des propriétés privées avec des fonds publics ;
 - de simplifier les démarches administratives en ne prévoyant qu'une enquête publique (art. L. 211-7 III du Code de l'Environnement) même si le projet de DIG nécessite également une enquête publique :
 - au titre de la nomenclature eau (art. L. 214-1 à L. 214-6 du Code de l'Environnement) ;
 - au titre de la déclaration d'utilité publique : dérivation des eaux d'un cours d'eau non domanial, acquisitions d'immeubles ou de droits réels immobiliers, etc., l'enquête publique de la DIG vaut enquête préalable à la déclaration d'utilité publique.
- http://www.eau-seine-normandie.fr/fileadmin/mediatheque/Expert/Guide_Juridique/Version2010/fiche_2.pdf
- ^v La **loi sur l'eau** (codifiée dans le Code de l'Environnement dans les articles L.210-1 et suivants) définit une procédure en fonction de la nature ou du volume des travaux à réaliser. Trois types de procédures sont applicables :
- Pas de procédure, pour les projets n'ayant qu'un impact minime sur les eaux et les milieux aquatiques ;
 - Déclaration, pour les projets ayant un impact faible ;
 - Autorisation pour les projets à impact important. Après une procédure comprenant une enquête publique et qui peut durer un an environ, un arrêté préfectoral d'autorisation est délivré.
- ^{vi} Depuis le 1er Juillet 2012, la **Déclaration de projet de Travaux (DT)** remplace la Demande de Renseignements qui avait pour objet de vérifier, lors de l'élaboration d'un projet, sa compatibilité avec les réseaux existants. Elle était mise à disposition des maîtres d'ouvrage et des collectivités locales afin d'informer les exploitants de réseaux et concessionnaires d'ouvrage de futurs projet de travaux. La DT est une procédure obligatoire qui doit être effectuée par le responsable du projet de travaux (maître d'ouvrage ou délégué) qui envisage de réaliser des travaux à proximité de réseaux publics, privés, aériens, souterrains ou subaquatiques.
- ^{vii} La **vitesse maximale de nage** résulte d'un effort intense et ne peut être maintenue au-delà d'un certain temps, de quelques secondes à quelques dizaines de secondes suivant l'espèce et la taille de l'individu (Larinier *et al.*, 2006).
- ^{viii} La **vitesse de croisière** est susceptible d'être maintenue pendant des heures (arbitrairement 200 min) sans engendrer des modifications physiologiques profondes de l'organisme du poisson (Larinier *et al.*, 2006).

-
- ^{viii} Le **coût d'une passe à poissons naturelle** a été estimé en France en fonction du débit et de la chute : entre 50 et 150 k€ par m³/s et par m de chute (Larinier *et al.*, 2006). En Allemagne, un autre auteur propose un coût par unité de surface (Redeker, 2006 *in* Larinier *et al.*, 2006) : de 75 à 325 €/m² pour les rampes sur tout ou partie d'un obstacle et de 250 à 525 €/m² pour les rivières de contournement. Le **coût d'une passe à bassins successifs** a été estimé en 1992 (Gosset *et al.*, 1992, données en Francs converties ici en Euros) ; il dépend du volume interne de l'ouvrage. Le coût peut varier de 350 à 650 €/m³.
- ^{viii} Un **règlement d'eau** est un titre clair et récapitulatif, pris au moment de la reconnaissance d'un droit d'eau par exemple, afin de le pérenniser et d'en faciliter la conservation et la publicité. Il indique l'emplacement et la consistance légale de l'ouvrage notamment la hauteur de chute, le débit, la puissance, etc. Si certaines prescriptions doivent être établies (débit réservé, sécurité, protection des milieux aquatiques), il convient de procéder par arrêté (Garnier, 2010).
- ^{viii} La loi du 08/04/1898, dans son article 14, devenu l'article 109 du Code Rural puis le 215-10 du Code de l'Environnement, les **droits fondés en titre peuvent être modifiés ou supprimés** par simple décision administrative, sans indemnisation systématique.