

Aménagement du Merlue Etude hydraulique



A.LIMANDAT

Février 2018

Table des matières

1- Cadre de l'étude :.....	1
2- Hydrologie :.....	3
3-Construction et calage du modèle :	5
4- Exploitation du modèle dans l'état actuel :.....	8
5- Conditions d'écoulement après aménagement :.....	11
6- Conclusions :	13
7-Annexes :	15

Liste des figures

Figure 1 : Bassins versants.....	3
Figure 2 : Extrait de la carte de Cassini.....	3
Figure 3 : Topologie du modèle	5
Figure 4 : Ligne d'eau de calage à l'étiage	7
Figure 5 : Zones inondables actuelles	9
Figure 6 : Zones inondables après aménagement	12

Liste des tableaux

Tableau 1 : Débits caractéristiques.....	4
Tableau 2 : Niveaux d'eau dans l'état actuel.....	8
Tableau 3 : Vitesses en lit mineur-Etat actuel.....	9
Tableau 4 : Niveaux d'eau dans l'état aménagé.....	11
Tableau 5 : Vitesses en lit mineur-Etat aménagé.....	12
Tableau 6 : Incidences de l'aménagement sur les niveaux d'eau.....	13
Tableau 7 : Incidences de l'aménagement sur les zones inondables.....	14

1- Cadre de l'étude :

Il s'agit de déterminer les incidences de l'aménagement projeté sur les conditions d'écoulement du Merlue.

Cette détermination s'appuie sur la mise en œuvre d'un modèle mathématique d'écoulement simulant les conditions d'écoulement, avant puis après aménagement.

Les calculs sont effectués pour cinq débits caractéristiques :

- Un débit d'étiage, assimilé au Q_{MNA5}
- Le module
- Le débit de crue biennal
- Le débit de crue décennal
- Le débit de crue centennal

Ce rapport comprend cinq parties :

- L'hydrologie pour l'estimation des débits caractéristiques
- La construction et le réglage du modèle
- La simulation des conditions actuelles d'écoulement
- La simulation des conditions d'écoulement futures
- La détermination des incidences

2- Hydrologie :

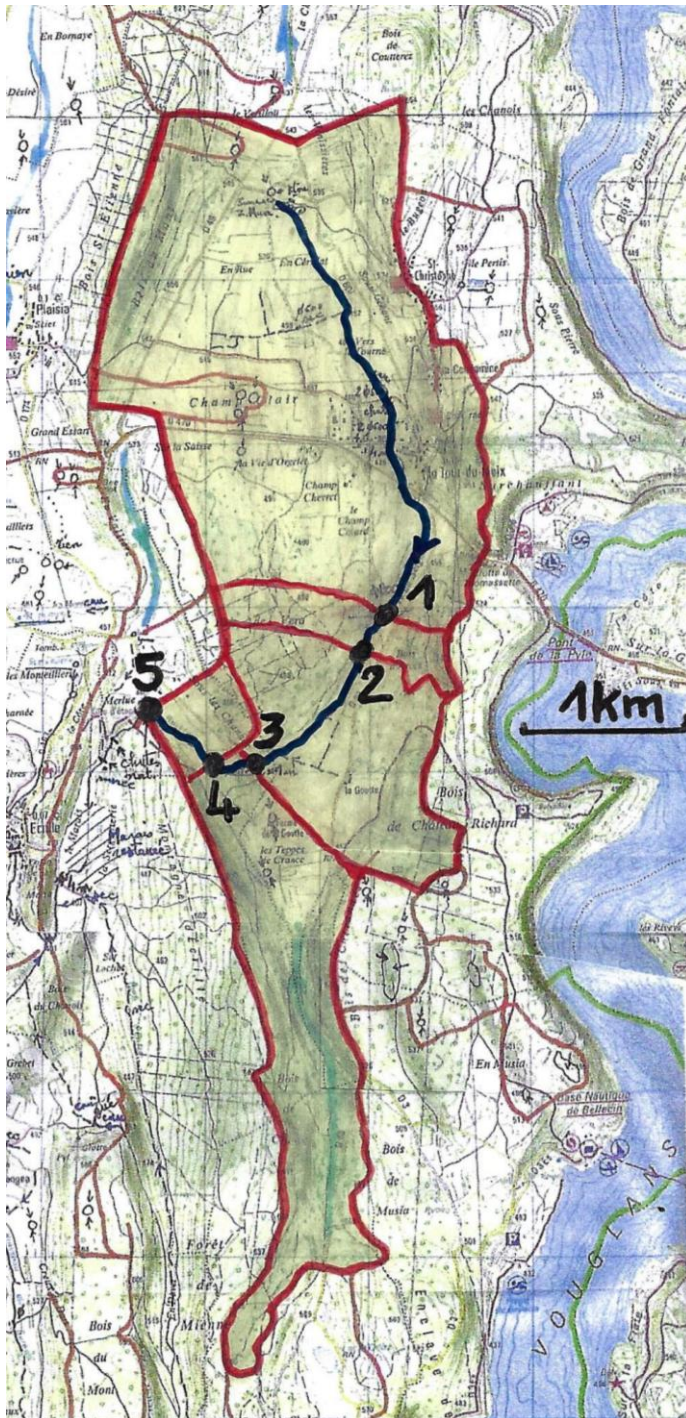


Figure 1 : Bassins versants

Le bassin versant du Merlue (voir la figure ci-contre) présente les superficies suivantes en différents points de la zone d'étude :

- 1: amont de la zone d'étude : 5.3 km²
- 2 : source : 5.8 km²
- 3 : pont : 7.2 km²
- 4 : vallée affluente : 9.1 km²
- 5 : aval de la zone d'étude : 9.4 km²

La forme du bassin versant global (point 4) est très allongée du fait de la confluence avec une vallée orientée sud-nord. Les superficies annoncées ci-dessus sont les superficies topographiques apparentes.

En réalité, du fait du caractère karstique du bassin, les superficies réelles sont inconnues. On observe de nombreuses dolines, voire des gouffres en divers points du bassin ainsi qu'à l'extérieur de celui-ci. Des sources et des résurgences sont localisées en amont du bassin principal, mais on note l'existence d'une source notable au point 2, en rive droite de la vallée. Cette source semble déjà repérée sur la carte de Cassini (voir ci-dessous).



Figure 2 : Extrait de la carte de Cassini

Les débits de crue ont été déterminés de manière empirique, essentiellement à partir des relevés fournis par la station de jaugeage de Thoirette, dont l'analyse (période 1956-2013) a été réalisée lors de l'étude générale du bassin versant de la Valouse. Les débits caractéristiques sont ainsi estimés comme suit, sachant que la superficie du bassin versant contrôlé à Thoirette a été estimée à 280 km² :

- Débit d'étiage, assimilé au Q_{MNA5} : le débit spécifique est de $615/280 = 2.196 \approx 2.2$ l/s/km². Ce débit est appliqué aux bassins versants étudiés. En fait on a divisé tous ces débits par 2, pour les rendre cohérents avec le débit mesuré à Merlue le 29/08/2013 : 9.12 l/s.
- Module : le débit spécifique est de $7.74/280 = 0.0276$ m³/s/km². Ce débit spécifique est appliqué aux bassins versants étudiés.
- Crue biennale : elle est déduite de la crue décennale en appliquant le rapport $Q_2/Q_{10}=0.672$, soit le rapport existant à Thoirette entre ces débits ($78/116=0.672$)
- Crue décennale : elle est évaluée à l'aide de la formule Crupédix pour une pluie journalière décennale de 82 mm et un coefficient R de 1.16 (valeur déterminée à Thoirette).
- Crue centennale : elle est déduite de la crue décennale en appliquant le rapport $Q_{100}/Q_{10}=1.405$, soit le rapport existant à Thoirette entre ces débits $163/116=1.405$

Les tableaux ci-dessous fournissent les résultats, bruts (A), puis simplifiés (B) pour la modélisation.

Repère	Superficie du BV km ²	Etiage (Q_{MNA5}) l/s	Module m ³ /s	Q pour T=... m ³ /s		
				2	10	100
1	5.3	11.7	0.146	3.11	4.63	6.5
2	5.8	12.8	0.16	3.34	4.97	6.99
3	7.2	15.8	0.20	3.97	5.91	8.31
4	9.1	20	0.25	4.79	7.13	10.0
5	9.4	20.7	0.26	4.92	7.32	10.28

A : valeurs brutes

Repère	Superficie du BV km ²	Etiage (Q_{MNA5}) l/s	Module m ³ /s	Q pour T=... m ³ /s		
				2	10	100
2	5.8	6	0.16	3.3	5	7
3	7.2	8	0.20	4	5.9	8.3
5	9.4	10	0.26	4.9	7.3	10.3

B : valeurs retenues pour la modélisation

Tableau 1 : Débits caractéristiques

3-Construction et calage du modèle :

L'étude des conditions d'écoulement actuelles a été réalisée à l'aide d'un modèle mathématique d'écoulement construit à partir de 16 profils en travers issus des levés topographiques réalisés pour cette étude. L'implantation de ces profils est reportée sur la figure ci-dessous.

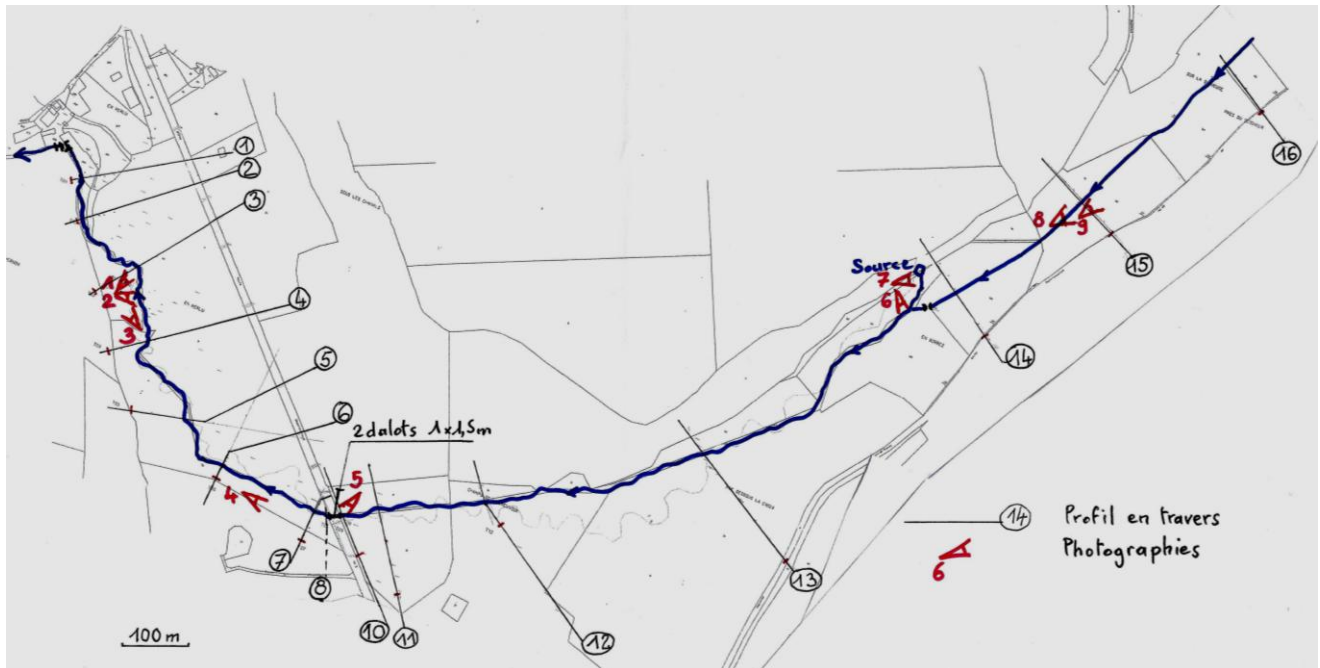


Figure 3 : Topologie du modèle

La zone directement concernée par l'aménagement est située en aval du profil 14. La modélisation en amont de ce profil permettra de déterminer l'influence éventuelle de l'aménagement sur l'amont.

On observe trois morphologies assez distinctes :

- En aval du profil 5 : le lit, souvent contenu par une digue, est en situation perchée par rapport à la rive gauche. Celle-ci est parcourue par des chenaux de débordement, et l'ensemble est boisé (voir les photos 1, 2 et 3 ci-après) :



Photo 1



Photo 2



Photo 3

- Entre les profils 5 et 14 : le lit, unique, n'est plus perché, et la vallée est occupée par des prairies (photo 4). Le lit principal est alimenté par une source (photos 6 et 7).



Photo 4



Photo 6



Photo 7

- En amont du profil 14 le lit est totalement artificialisé et présente une allure de fossé (photo 8). De plus il a été déplacé en bord droit de la vallée et se perche progressivement au-dessus de celle-ci (photo 9).



Photo 8



Photo 9

Le logiciel mis en œuvre pour la réalisation de ce modèle est le logiciel HEC-RAS de l'US Army Corps of Engineers. La seule singularité, soit les deux dalots (1x1.5m) situés sous la RD 3, entre les profils 9 et 10, est représentée dans le modèle (photo 5). Celui-ci est exploité en régime permanent.



Photo 5

Le calage du modèle a été réalisé en basses eaux à partir de la ligne d'eau relevée lors des travaux topographiques (voir la figure page suivante). Pour un coefficient de Strickler compris entre 15 et 20, et le débit d'étiage, la ligne d'eau calculée (voir l'annexe 1) est en bonne adéquation avec les niveaux observés. La pente moyenne est de 7.4 pour mille environ en aval de la RD 3. En amont de cette voie la pente est variable : elle est de 0.83 pour mille jusqu'au profil 12 puis elle augmente progressivement jusqu'au profil 14, où l'on retrouve une pente proche de 7.4 pour mille jusqu'à la fin de la zone étudiée.

Le coefficient de Strickler en lit majeur a été fixé à 10 ± 2 environ.

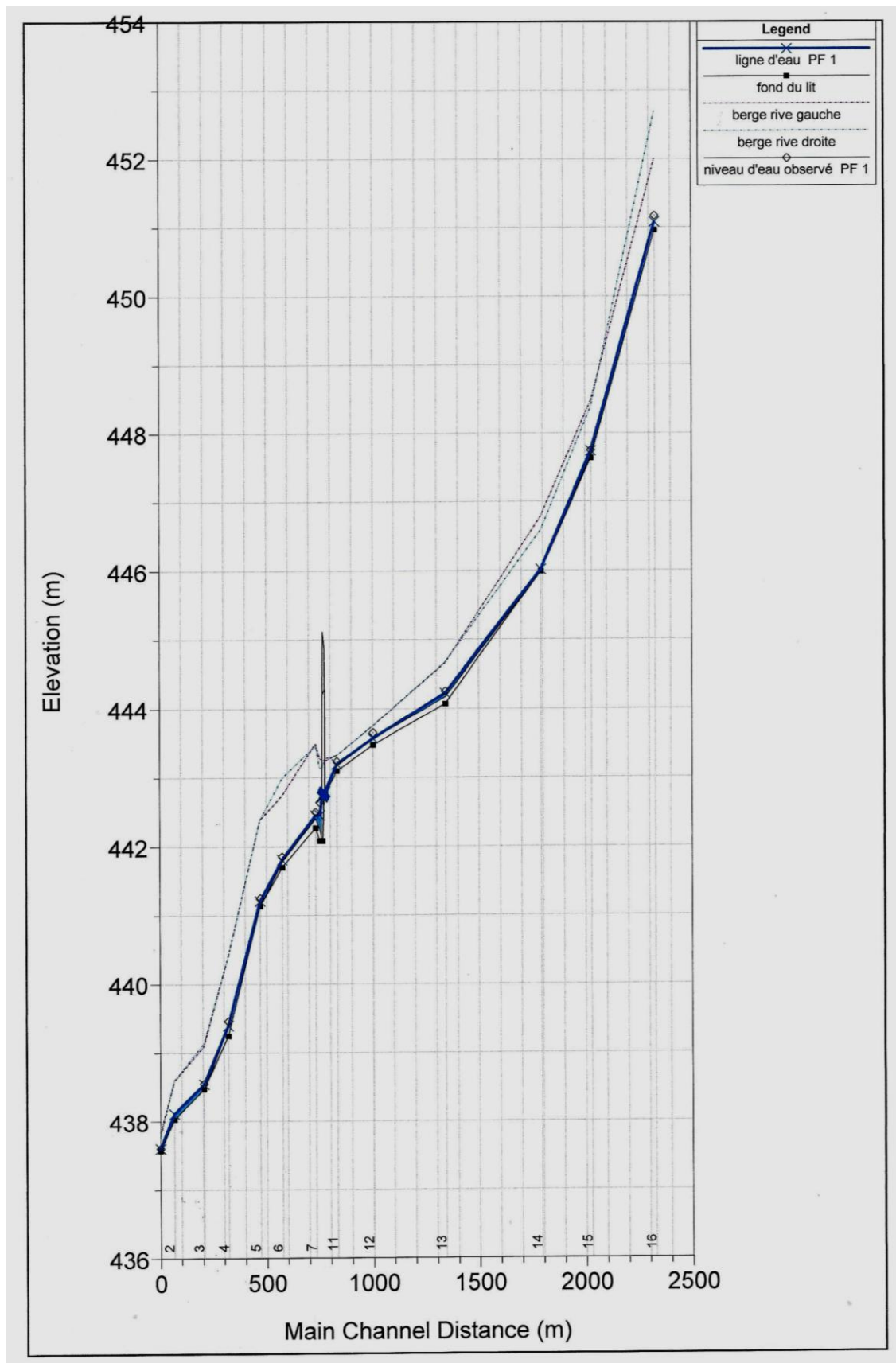


Figure 4 : Ligne d'eau de calage à l'étiage

4- Exploitation du modèle dans l'état actuel :

Le modèle ainsi construit a été exploité pour le débit d'étiage, le module, et les 3 crues de temps de retour 2, 10 et 100 ans. La condition limite aval est fournie par les hauteurs normales.

Les résultats des simulations (tableau de calcul, ligne d'eau et cahier des profils en travers éventuel) sont respectivement reportés en annexes 1 à 5.

Les tableaux suivants fournissent, respectivement et pour chaque profil, les niveaux d'eau (NGF), et les vitesses moyennes (m/s) en lit mineur.

Profil	Q _{MNA}	Module	Crue T=		
			2	10	100
1	437.61	437.73	438.20	438.31	438.42
2	438.11	438.24	438.73	438.84	438.95
3	438.54	438.75	439.26	439.36	439.48
4	439.40	439.50	440.00	440.16	440.33
5	441.21	441.48	442.06	442.14	442.22
6	441.81	442.00	442.71	442.82	442.92
7	442.45	442.65	443.48	443.60	443.71
8	442.46	442.69	443.54	443.65	443.76
10	442.80	442.94	444.05	444.43	444.94
11	443.19	443.31	444.06	444.43	444.94
12	443.57	443.75	444.10	444.44	444.94
13	444.22	444.39	444.84	444.82	444.95
14	446.02	446.18	446.84	446.94	446.95
15	447.74	447.96	448.49	448.55	448.58
16	451.08	451.19	451.22	451.28	451.35

Tableau 2 : niveaux d'eau dans l'état actuel

Profil	Q_{MNA}	Module	Crue T=		
			2	10	100
1	0.17	0.44	1.24	1.39	1.53
2	0.11	0.34	0.87	1.04	1.20
3	0.09	0.25	0.56	0.59	0.62
4	0.28	0.90	2.09	2.21	2.25
5	0.14	0.40	0.74	0.75	0.76
6	0.12	0.31	0.95	1.19	1.41
7	0.09	0.31	0.63	0.63	0.64
8	0.02	0.18	0.80	0.95	1.11
10	0.18	0.48	0.19	0.14	0.11
11	0.08	0.22	0.15	0.11	0.09
12	0.30	0.17	0.35	0.17	0.10
13	0.06	0.30	0.91	1.50	1.14
14	0.36	0.46	0.52	0.43	0.55
15	0.12	0.47	1.38	1.55	1.76
16	0.35	0.82	0.32	0.37	0.40

Tableau 3 : Vitesses en lit mineur (m/s)-Etat actuel

Les zones inondables relatives aux trois crues sont fournies par la figure ci-dessous.

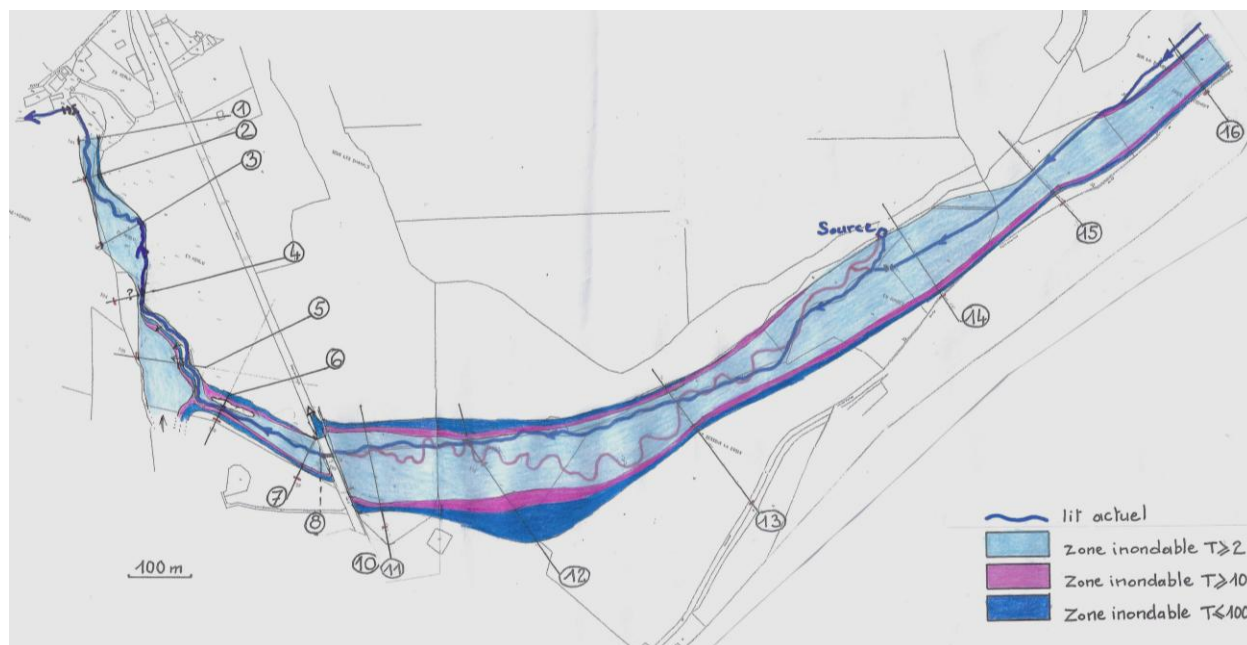


Figure 5 : Zones inondables actuelles

On observe que, dès la crue biennale, l'essentiel de la vallée inondable est submergée, à l'exception du profil 6 où cette crue ne déborde pas, tout comme au profil 4 où même la crue centennale ne déborderait pas (le résultat en ce profil semble douteux, au vu du terrain).

L'autre particularité à signaler concerne le blocage lié au remblai, et à l'ouvrage, de la RD3. Le remous ainsi généré s'amortit au profil 13.

En ce qui concerne les vitesses, elles sont toutes inférieures à:

- 0.4 m/s à l'étiage.
- 0.9 m/s pour le module.
- 1.76 m/s en crue (mais 2.25 m/s au profil 4 qui, nous l'avons vu, constitue une singularité).

Ces vitesses sont à priori « normales » pour ce type de cours d'eau. En amont de la RD 3, l'effet de retenue implique de très faibles vitesses (de 0.1 à 0.35 m/s environ).

5- Conditions d'écoulement après aménagement :

Le modèle est modifié pour intégrer le projet d'aménagement. Les principales modifications concernent :

- Le comblement (ou la non-activation) du lit mineur actuel.
- La mise en place d'un chenal pilote de dimensions approximatives suivantes :
 - Largeur en gueule : 1.2 m
 - Largeur au plat-fond : 0.6 m
 - Profondeur : 0.3m
- La modification des distances entre lits mineurs, par la prise en compte d'un tracé sinueux.

Le modèle ainsi modifié a été exploité à nouveau pour les mêmes cinq débits caractéristiques définis précédemment. Les résultats des simulations (tableau de calcul, ligne d'eau et cahier des profils en travers éventuel) sont respectivement reportés en annexes 6 à 10. Les tableaux suivants fournissent, respectivement, et pour chaque profil, les niveaux d'eau, et les vitesses moyennes en lit mineur.

Profil	Q _{MNA}	Module	Crue T=		
			2	10	100
1	437.60	437.73	438.2	438.31	438.42
2	438.00	438.28	438.87	439.00	439.13
3	438.65	438.98	439.38	439.49	439.61
4	440.19	440.43	440.55	440.59	440.62
5	441.63	441.91	442.14	442.21	442.28
6	442.53	442.75	442.97	443.02	443.07
7	443.09	443.43	443.73	443.81	443.89
8	443.09	437.6	443.76	443.85	443.94
10	443.09	443.43	444.09	444.43	444.94
11	443.33	443.50	444.10	444.44	444.94
12	443.61	443.87	444.15	444.45	444.94
13	444.36	444.52	444.90	444.86	444.97
14	446.07	446.38	445.87	446.96	446.99
15	447.71	447.83	448.49	448.55	448.58
16	451.11	451.35	451.22	451.28	451.35

Tableau 4 : niveaux d'eau dans l'état aménagé

Profil	Q_{MNA}	Module	Crue T=		
			2	10	100
1	0.29	0.44	1.24	1.39	1.53
2	0.15	0.61	1.58	1.81	2.02
3	0.26	0.40	0.53	0.56	0.59
4	0.17	0.73	1.89	2.13	2.39
5	0.27	0.39	0.58	0.63	0.68
6	0.15	0.64	1.23	1.30	1.35
7	0.13	0.26	0.43	0.48	0.53
8	0.00	0.05	0.53	0.68	0.84
10	0.01	0.06	0.17	0.14	0.11
11	0.49	1.26	0.14	0.10	0.08
12	0.07	0.14	0.30	0.17	0.10
13	0.48	1.24	1.01	2.00	1.28
14	0.06	0.20	0.43	0.37	0.47
15	0.38	1.08	1.38	1.55	1.76
16	0.09	0.30	0.32	0.37	0.40

Tableau 5 : Vitesses en lit mineur (m/s)-Etat aménagé

Les zones inondables relatives aux trois crues sont fournies par la figure ci-dessous.

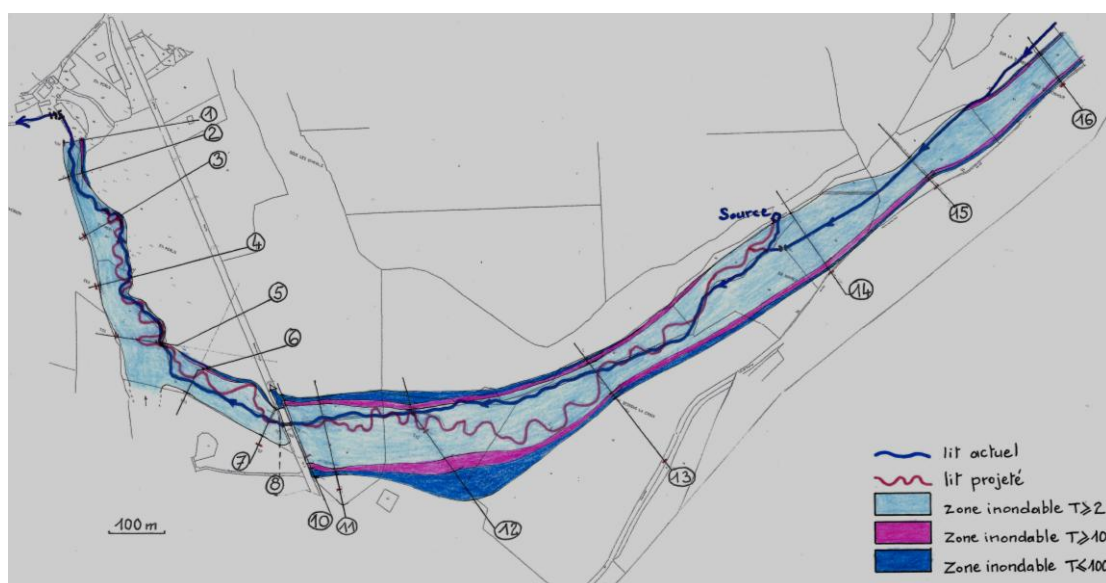


Figure 6 : Zones inondables après aménagement

On observe, en aval de la RD 3, que la zone inondée par les trois crues est sensiblement identique, et qu'elle correspond à la vallée naturelle. En amont de la RD3, du fait du blocage, les conditions d'écoulement sont quasiment inchangées par rapport à la situation actuelle.

En ce qui concerne les vitesses, elles sont toutes inférieures à:

- 0.5 m/s à l'étiage.
- 1.3 m/s pour le module.
- 1.76 m/s en crue (mais 2.40 m/s au profil 4).

6- Conclusions :

Le tableau ci-dessous fournit les incidences du projet d'aménagement sur les niveaux d'eau (en cm), et le dessin des zones inondables figure page suivante (en orange : extension ; en vert : réduction).

Profil	Q _{MNA}	Module	Crue T=		
			2	10	100
1	0	0	0	0	0
2	-11	+4	+14	+16	+18
3	+11	+23	+12	+13	+13
4	+79	+93	+55	+43	+29
5	+42	+43	+8	+7	+6
6	+72	+75	+26	+20	+15
7	+64	+78	+25	+21	+18
8	+63	+74	+22	+20	+18
10	+29	+49	+4	0	0
11	+14	+19	+4	+1	0
12	+4	+12	+5	+1	0
13	+14	+13	+6	+4	+2
14	+5	+20	+3	+2	+4
15			0	0	0
16			0	0	0

Tableau 6 : Incidences (cm) de l'aménagement sur les niveaux d'eau

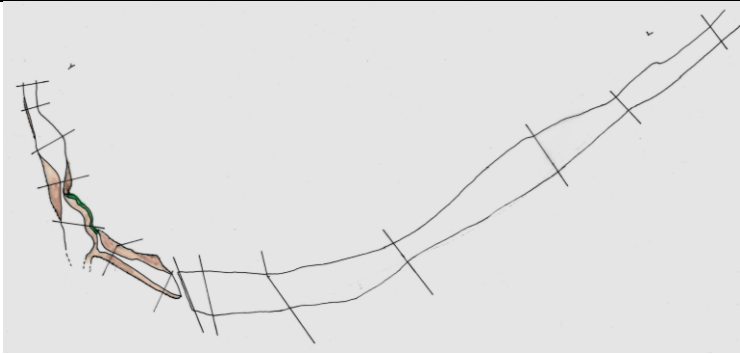
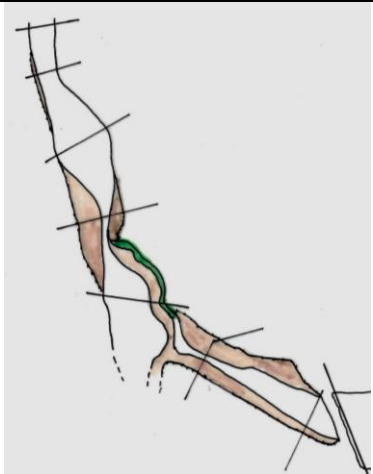
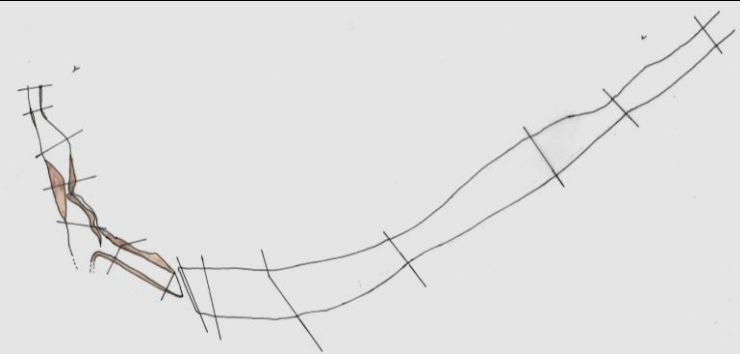
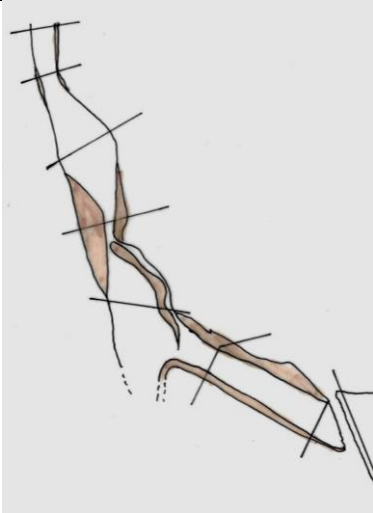
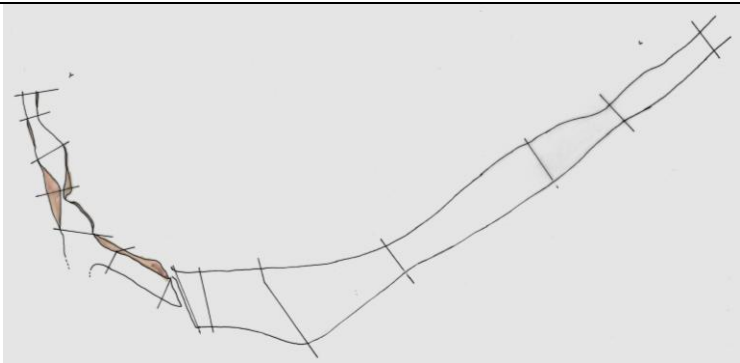
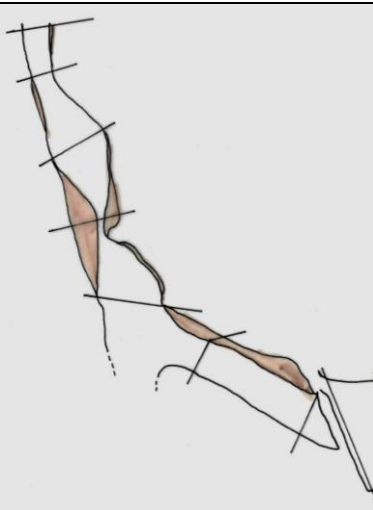
T=	Zone inondable générale	Aval de la RD 3
2		
10		
100		

Tableau 7 : Incidences de l'aménagement sur les zones inondables

Les incidences de l'aménagement sur la zone inondable, et les niveaux de crue, sont limitées à l'aval de la RD 3 et permettent de restaurer la zone inondable naturelle.

Il n'y a pas d'incidence sensible en amont de la RD 3 (effet de blocage du à la route).

Aucun lieu habité n'est concerné par ce rétablissement de la zone inondable.

Enfin il convient de rappeler que les simulations sont réalisées dans une configuration « d'après-travaux », où le lit mineur est le chenal pilote initial. Avec le temps, et les crues, le ruisseau va adapter sa morphologie, et à priori, augmenter sa section. Les incidences présentées ici sont donc à considérer comme maximales.

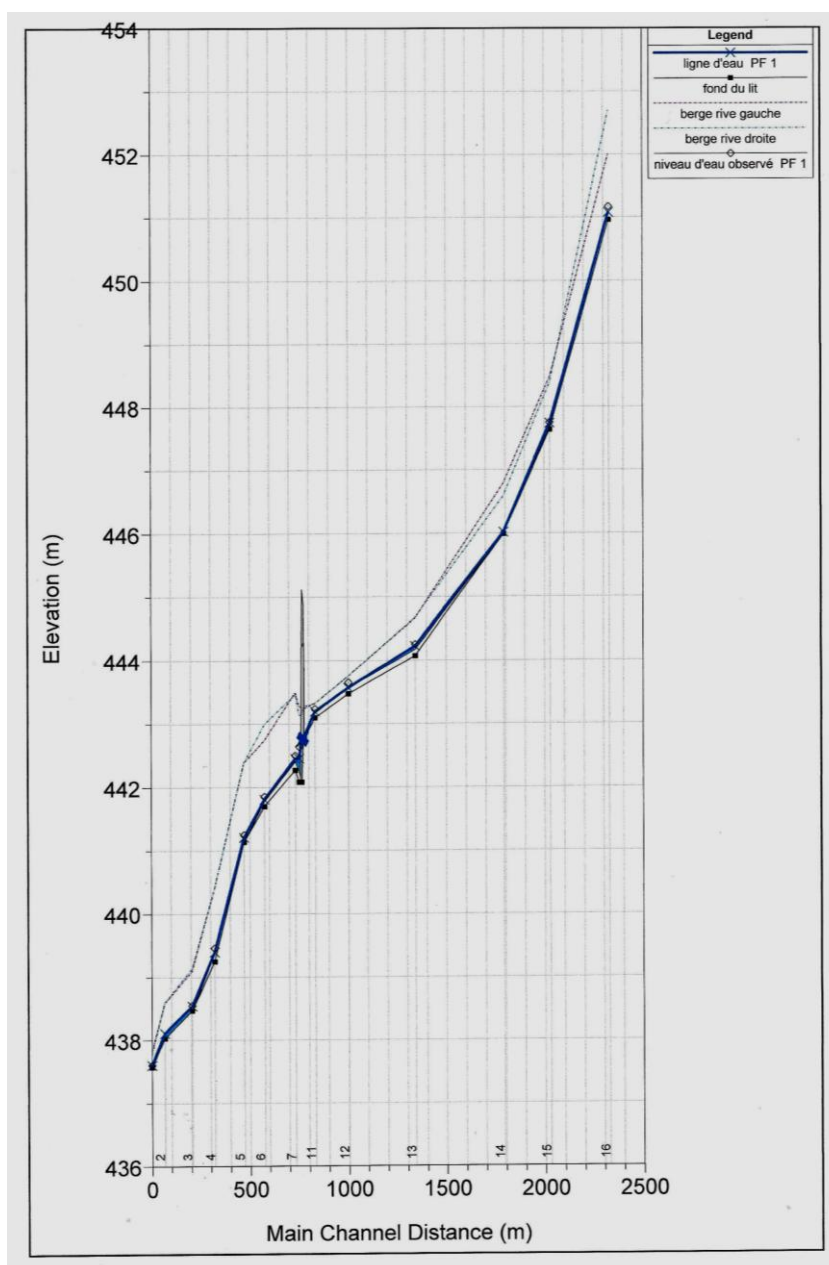
7-Annexes :

1-Etat actuel : calculs pour le Q_{MNA5}	16
2-Etat actuel : calculs pour le module	17
3-Etat actuel : calculs pour la crue biennale	18
4-Etat actuel : calculs pour la crue décennale.....	19
5-Etat actuel : calculs pour la crue centennale	20
6-Etat aménagé : calculs pour le Q_{MNA5}	25
7-Etat aménagé : calculs pour le module	26
8-Etat aménagé : calculs pour la crue biennale	27
9-Etat aménagé : calculs pour la crue décennale	28
10-Etat aménagé : calculs pour la crue centennale	29

1-Etat actuel : calculs pour le Q_{MNA5}

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Valouse Reach: Merlue Profile: PF 1

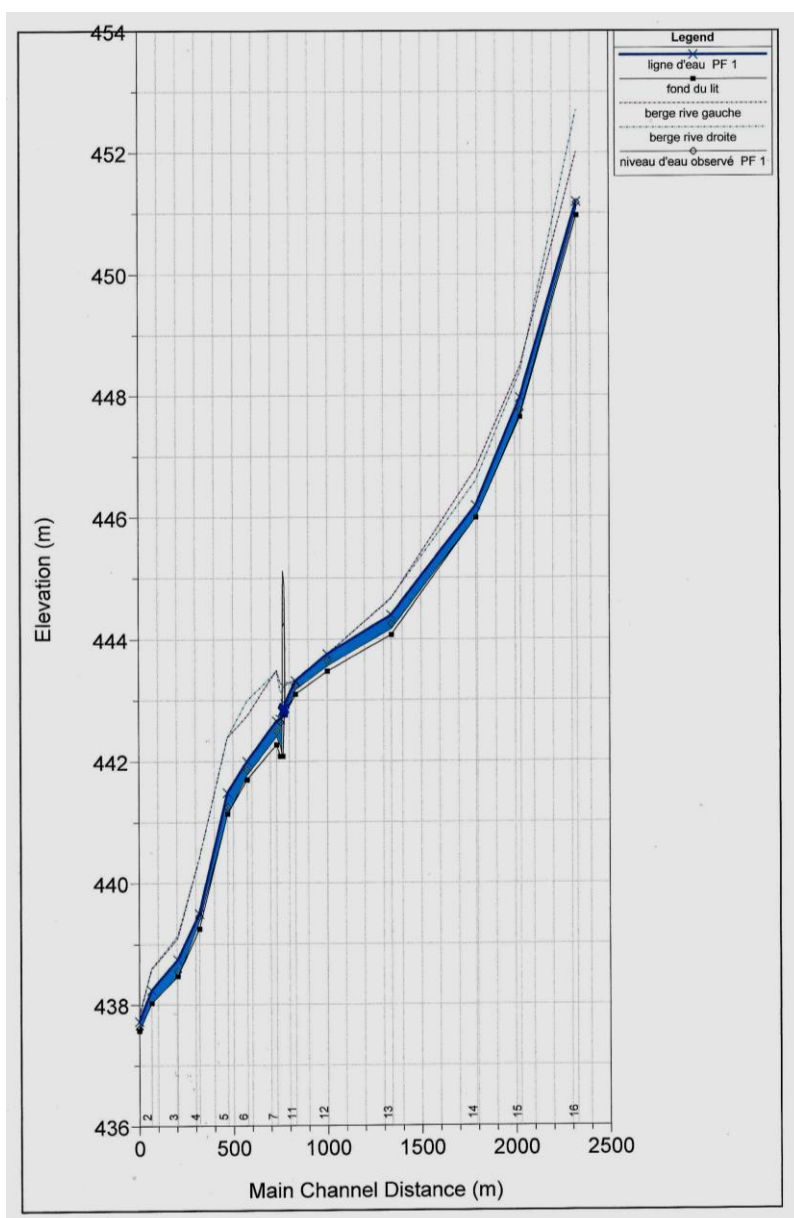
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Merlue	1	PF 1	0.01	437.58	437.61	437.60	437.61	0.023761	0.17	0.06	3.94	0.44
Merlue	2	PF 1	0.01	438.03	438.11	438.07	438.11	0.003775	0.11	0.09	2.65	0.20
Merlue	3	PF 1	0.01	438.47	438.54	438.50	438.54	0.002592	0.09	0.12	3.17	0.14
Merlue	4	PF 1	0.01	439.38	439.40		439.40	0.079729	0.28	0.04	2.12	0.69
Merlue	5	PF 1	0.01	441.14	441.21	441.17	441.21	0.004638	0.14	0.07	1.43	0.20
Merlue	6	PF 1	0.01	441.78	441.81	441.79	441.81	0.007661	0.12	0.07	2.34	0.23
Merlue	7	PF 1	0.01	442.41	442.45	442.42	442.45	0.002553	0.09	0.09	2.15	0.14
Merlue	8	PF 1	0.01	442.25	442.46		442.46	0.000017	0.02	0.43	2.47	0.01
Merlue	9	Culvert										
Merlue	10	PF 1	0.01	442.76	442.80	442.78	442.80	0.011779	0.18	0.04	1.80	0.37
Merlue	11	PF 1	0.01	443.17	443.19		443.19	0.004779	0.08	0.10	4.60	0.18
Merlue	12	PF 1	0.01	443.56	443.57	443.57	443.57	0.347529	0.30	0.03	4.25	1.22
Merlue	13	PF 1	0.01	444.17	444.22	444.18	444.22	0.000517	0.06	0.13	2.69	0.09
Merlue	14	PF 1	0.01	445.99	446.02	446.02	446.02	0.180193	0.36	0.02	1.26	1.00
Merlue	15	PF 1	0.01	447.69	447.74		447.74	0.002253	0.12	0.05	1.04	0.18
Merlue	16	PF 1	0.01	451.07	451.08	451.08	451.09	0.126909	0.35	0.02	1.52	1.07



2-Etat actuel : calculs pour le module

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Valouse Reach: Merlue Profile: PF 1

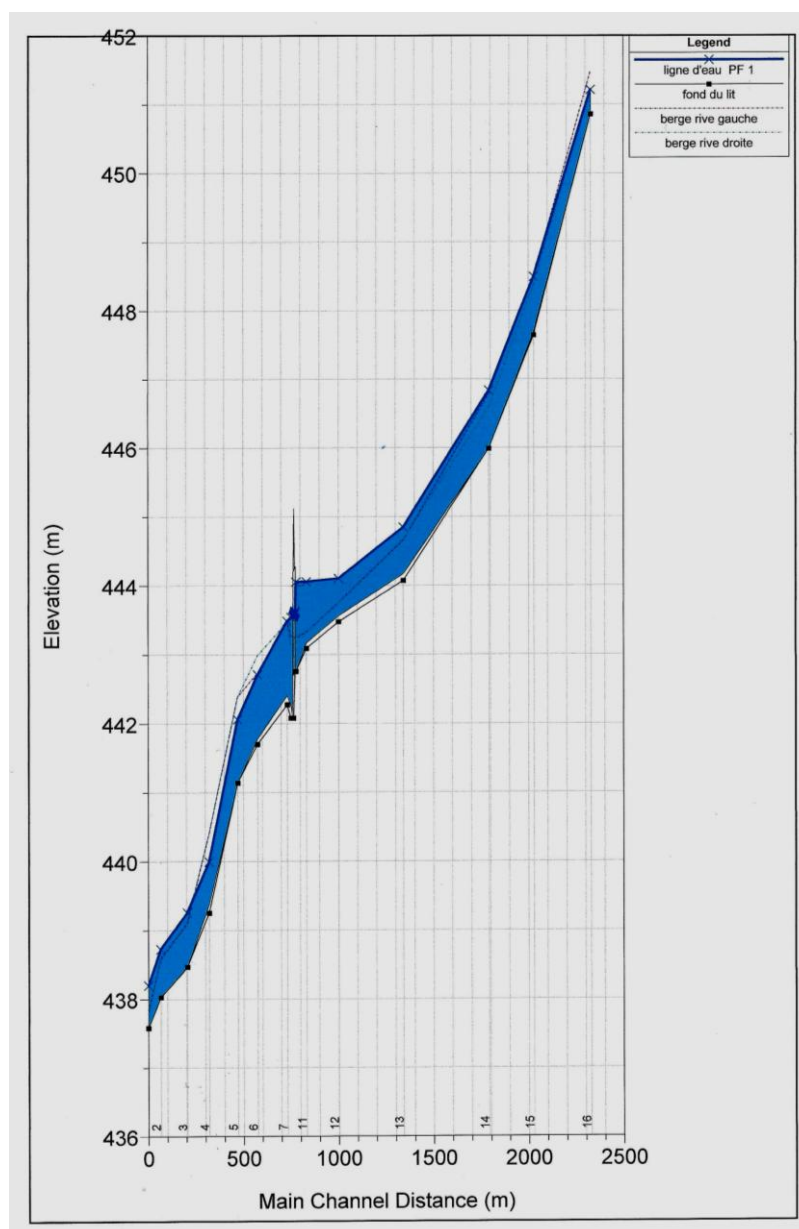
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Merlue	1	PF 1	0.26	437.58	437.73	437.67	437.74	0.010005	0.44	0.59	4.96	0.40
Merlue	2	PF 1	0.26	438.03	438.24		438.25	0.006234	0.34	0.77	6.80	0.32
Merlue	3	PF 1	0.26	438.47	438.75		438.75	0.002339	0.25	1.10	6.69	0.18
Merlue	4	PF 1	0.26	439.38	439.50	439.49	439.54	0.076760	0.90	0.29	2.86	0.91
Merlue	5	PF 1	0.26	441.14	441.48	441.31	441.49	0.005157	0.40	0.65	2.78	0.26
Merlue	6	PF 1	0.20	441.78	442.00		442.00	0.004500	0.31	0.65	3.80	0.24
Merlue	7	PF 1	0.20	442.41	442.65		442.66	0.003907	0.31	0.64	3.22	0.23
Merlue	8	PF 1	0.20	442.25	442.69		442.69	0.000692	0.18	1.08	3.18	0.10
Merlue	9		Culvert									
Merlue	10	PF 1	0.20	442.76	442.94	442.88	442.95	0.009056	0.48	0.42	3.33	0.43
Merlue	11	PF 1	0.20	443.17	443.31		443.32	0.005003	0.22	0.90	9.41	0.23
Merlue	12	PF 1	0.20	443.56	443.75		443.76	0.001589	0.17	1.16	8.71	0.14
Merlue	13	PF 1	0.20	444.17	444.39		444.39	0.002243	0.30	0.68	3.83	0.22
Merlue	14	PF 1	0.16	445.99	446.18		446.19	0.011802	0.46	0.35	2.16	0.37
Merlue	15	PF 1	0.16	447.69	447.96		447.97	0.005239	0.47	0.34	1.64	0.33
Merlue	16	PF 1	0.16	451.07	451.19	451.17	451.22	0.034296	0.82	0.20	1.80	0.79



3-Etat actuel : calculs pour la crue biennale

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Valouse Reach: Merlue Profile: PF 1

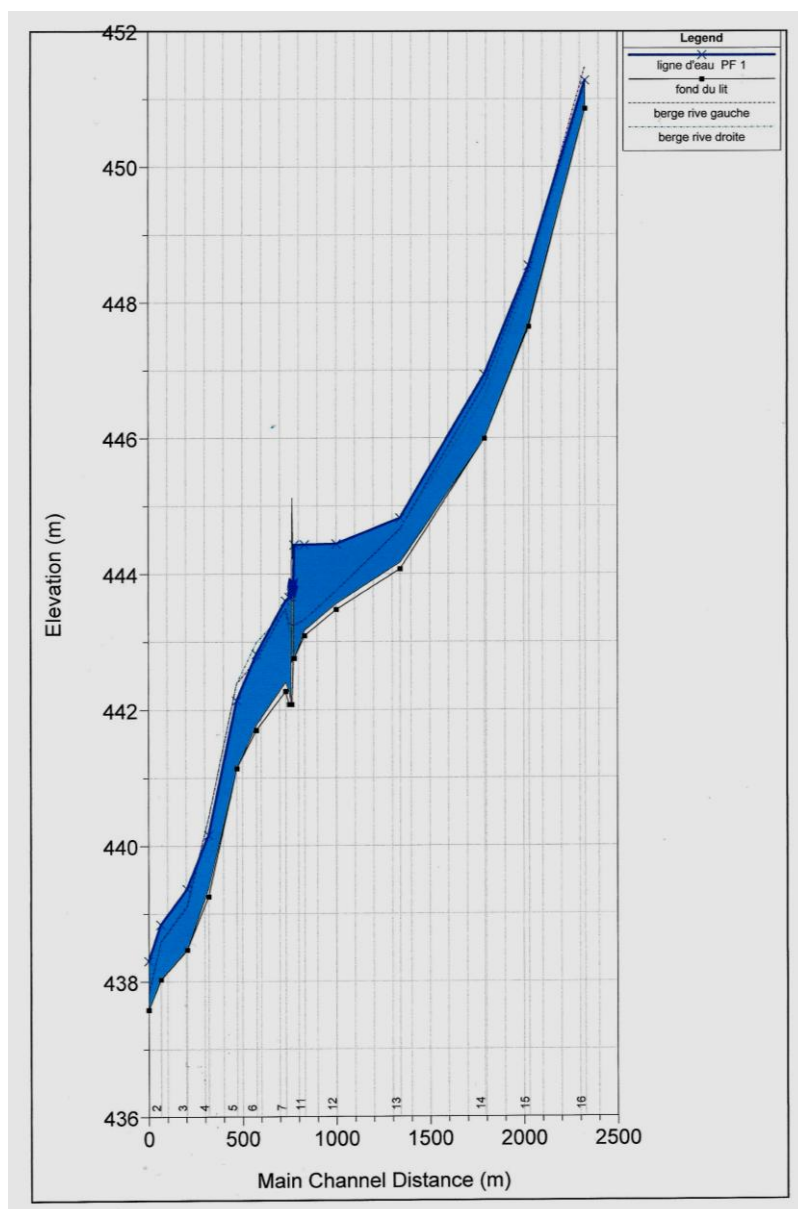
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Merlue	1	PF 1	4.90	437.58	438.20	438.06	438.26	0.010003	1.24	7.10	29.02	0.52
Merlue	2	PF 1	4.90	438.03	438.73		438.77	0.006203	0.87	5.87	15.86	0.40
Merlue	3	PF 1	4.90	438.47	439.26		439.26	0.002576	0.56	20.50	69.68	0.22
Merlue	4	PF 1	4.90	439.38	440.00	440.00	440.22	0.061059	2.09	2.34	5.34	1.01
Merlue	5	PF 1	4.90	441.14	442.06	441.97	442.08	0.005401	0.74	13.25	68.58	0.31
Merlue	6	PF 1	4.00	441.78	442.71		442.76	0.007216	0.95	4.20	6.14	0.37
Merlue	7	PF 1	4.00	442.41	443.48		443.50	0.003335	0.63	9.24	46.86	0.25
Merlue	8	PF 1	4.00	442.25	443.54		443.57	0.003194	0.80	6.60	19.60	0.25
Merlue	9		Culvert									
Merlue	10	PF 1	4.00	442.76	444.05	443.32	444.05	0.000080	0.19	50.82	108.06	0.06
Merlue	11	PF 1	4.00	443.17	444.06		444.06	0.000119	0.15	51.57	116.99	0.05
Merlue	12	PF 1	4.00	443.56	444.10		444.11	0.001318	0.35	21.72	97.20	0.16
Merlue	13	PF 1	4.00	444.17	444.84	444.77	444.87	0.005035	0.91	9.26	65.22	0.40
Merlue	14	PF 1	3.30	445.99	446.84	446.72	446.84	0.003775	0.52	12.10	93.19	0.24
Merlue	15	PF 1	3.30	447.69	448.49	448.49	448.56	0.013112	1.38	5.40	43.85	0.59
Merlue	16	PF 1	3.30	450.86	451.22	451.05	451.22	0.006423	0.32	10.21	52.72	0.23



4-Etat actuel : calculs pour la crue décennale

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Valouse Reach: Merlue Profile: PF 1

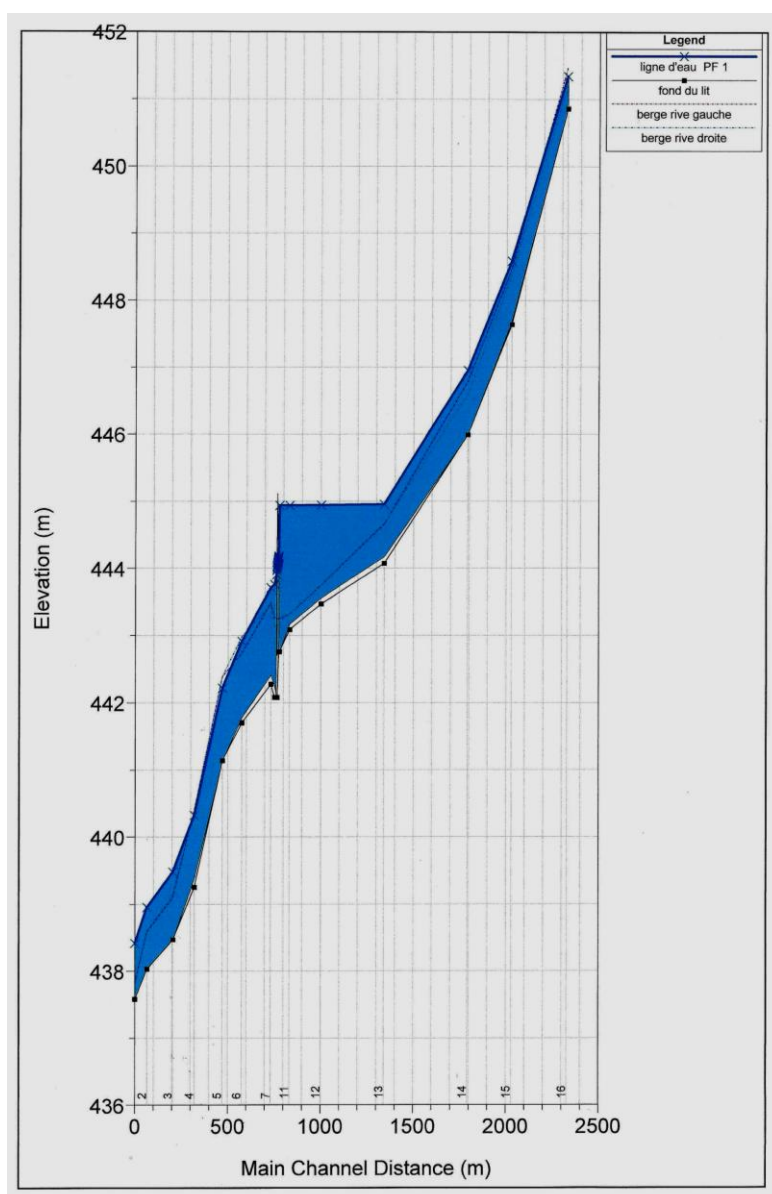
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Merlue	1	PF 1	7.30	437.58	438.31	438.17	438.38	0.010003	1.39	10.27	30.89	0.53
Merlue	2	PF 1	7.30	438.03	438.84		438.89	0.006626	1.04	7.84	19.35	0.43
Merlue	3	PF 1	7.30	438.47	439.36		439.37	0.002354	0.59	28.21	71.59	0.21
Merlue	4	PF 1	7.30	439.38	440.16	440.16	440.41	0.058163	2.21	3.31	6.71	1.00
Merlue	5	PF 1	7.30	441.14	442.14	442.01	442.15	0.005090	0.75	18.62	74.87	0.30
Merlue	6	PF 1	5.90	441.78	442.82		442.90	0.009639	1.19	5.41	18.96	0.43
Merlue	7	PF 1	5.90	442.41	443.60		443.61	0.002645	0.63	15.13	50.69	0.23
Merlue	8	PF 1	5.90	442.25	443.65		443.69	0.003941	0.95	8.86	20.43	0.28
Merlue	9		Culvert									
Merlue	10	PF 1	5.90	442.76	444.43	443.44	444.43	0.000031	0.14	95.43	128.71	0.04
Merlue	11	PF 1	5.90	443.17	444.43		444.43	0.000039	0.11	97.26	127.66	0.03
Merlue	12	PF 1	5.90	443.56	444.44		444.44	0.000164	0.17	61.44	140.51	0.06
Merlue	13	PF 1	5.90	444.17	444.82	444.82	444.91	0.014534	1.50	7.93	56.97	0.67
Merlue	14	PF 1	5.00	445.99	446.94	446.75	446.94	0.001955	0.43	22.92	115.69	0.18
Merlue	15	PF 1	5.00	447.69	448.55	448.55	448.62	0.014678	1.55	7.81	49.80	0.64
Merlue	16	PF 1	5.00	450.86	451.28		451.29	0.006019	0.37	13.64	56.65	0.24

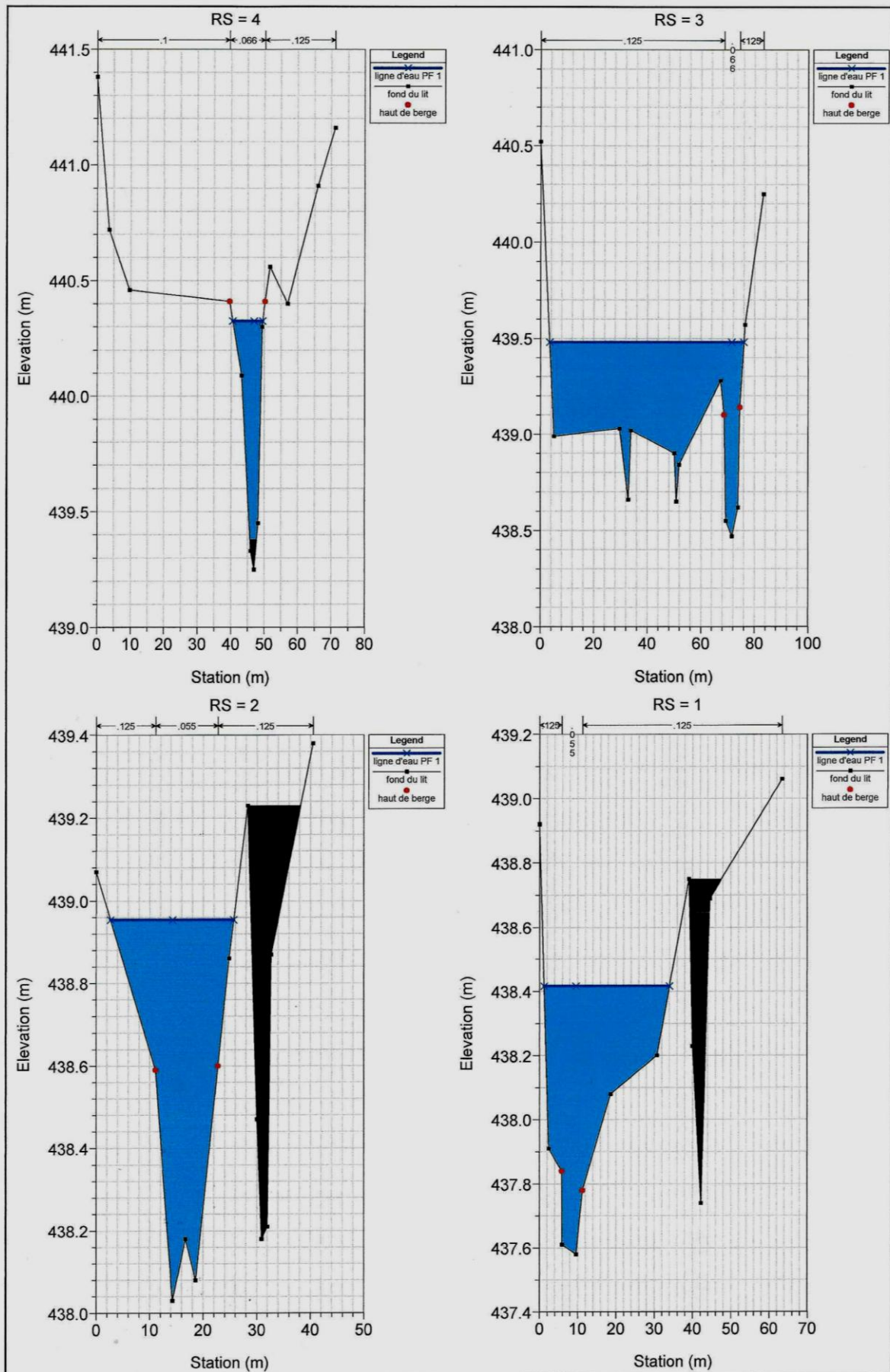


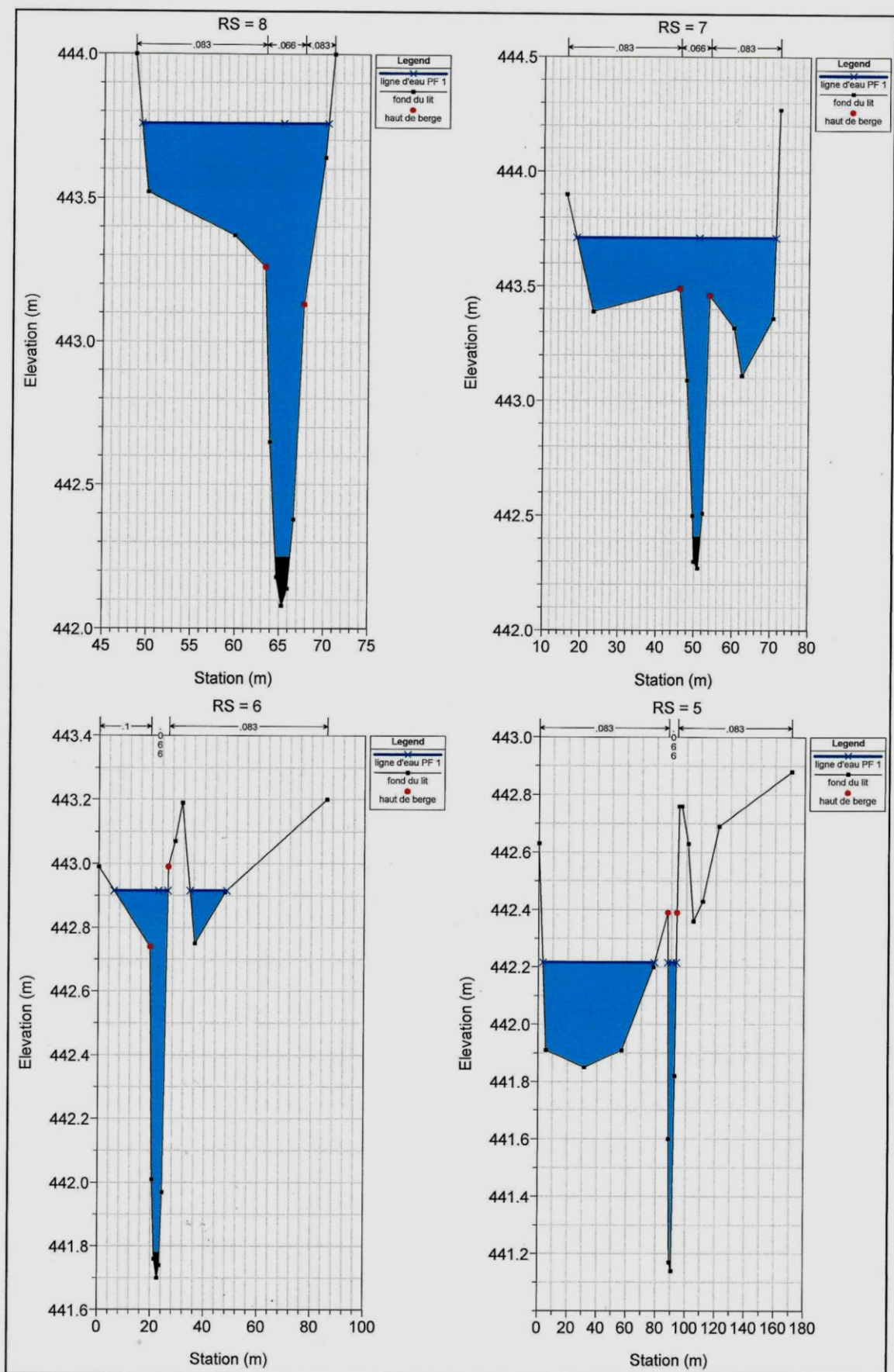
5-Etat actuel : calculs pour la crue centennale

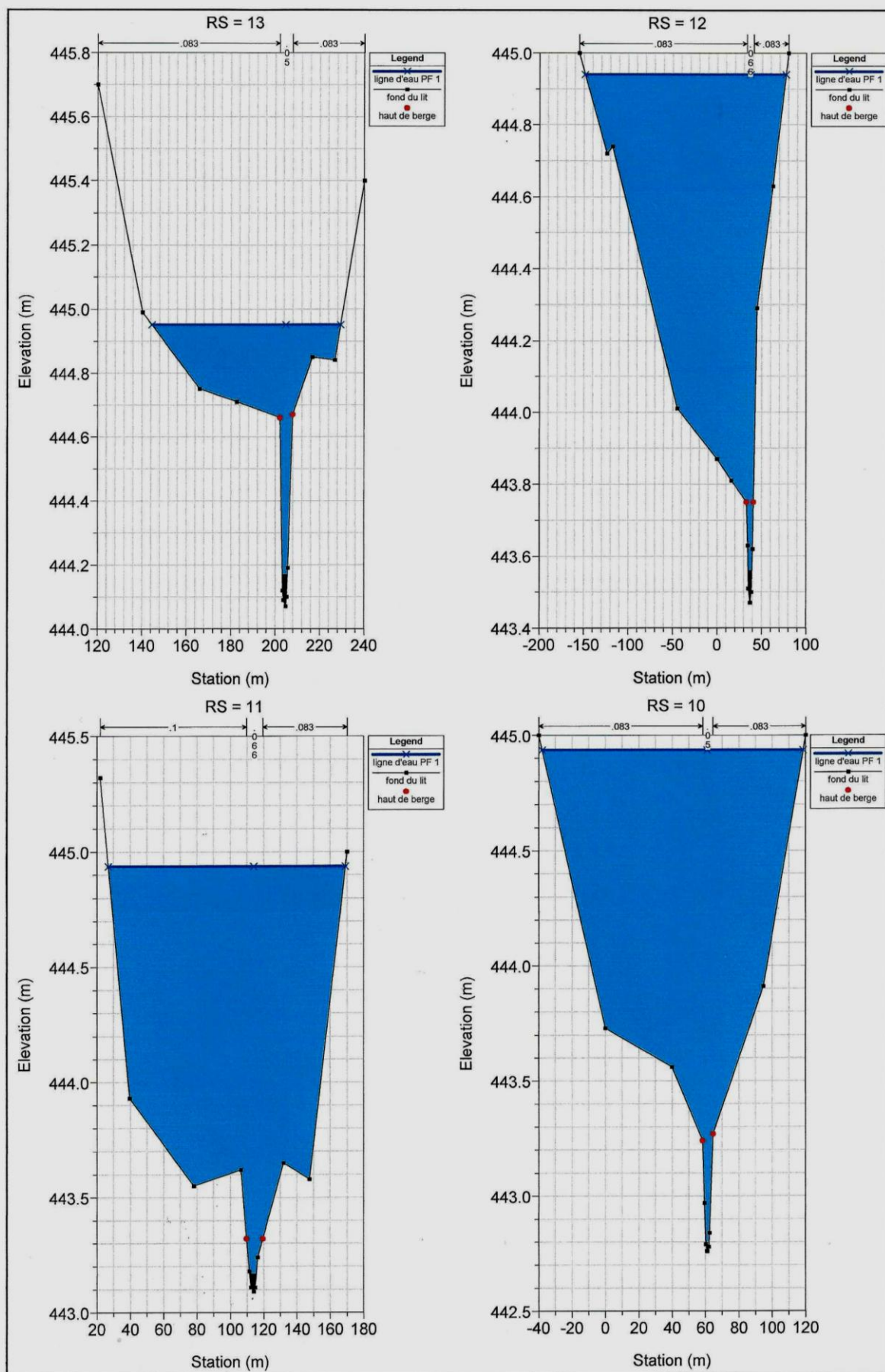
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Valouse Reach: Merlue Profile: PF 1

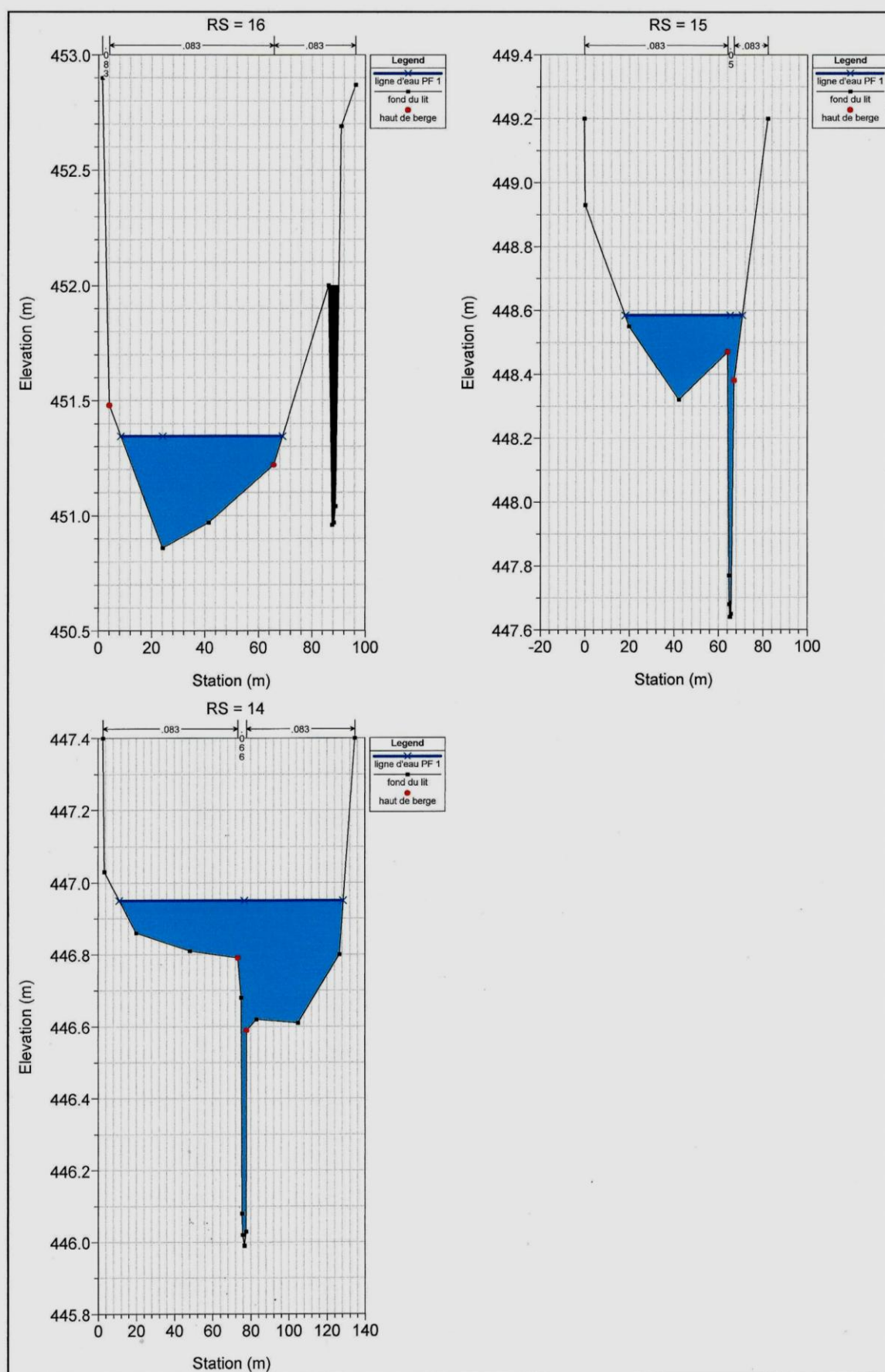
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Merlue	1	PF 1	10.30	437.58	438.42	438.28	438.49	0.010015	1.53	13.73	32.80	0.55
Merlue	2	PF 1	10.30	438.03	438.95		439.03	0.007030	1.20	10.25	23.02	0.46
Merlue	3	PF 1	10.30	438.47	439.48		439.49	0.002180	0.62	36.52	72.51	0.21
Merlue	4	PF 1	10.30	439.38	440.33	440.33	440.58	0.057156	2.25	4.58	8.96	1.01
Merlue	5	PF 1	10.30	441.14	442.22		442.23	0.004773	0.76	24.73	81.10	0.30
Merlue	6	PF 1	8.30	441.78	442.92		443.01	0.012113	1.41	7.82	34.00	0.49
Merlue	7	PF 1	8.30	442.41	443.71		443.72	0.002342	0.64	20.83	52.44	0.22
Merlue	8	PF 1	8.30	442.25	443.76		443.81	0.004714	1.11	11.09	21.05	0.32
Merlue	9		Culvert									
Merlue	10	PF 1	8.30	442.76	444.94	443.53	444.94	0.000013	0.11	167.70	156.48	0.03
Merlue	11	PF 1	8.30	443.17	444.94		444.94	0.000016	0.09	165.47	142.11	0.02
Merlue	12	PF 1	8.30	443.56	444.94		444.94	0.000031	0.10	152.03	225.82	0.03
Merlue	13	PF 1	8.30	444.17	444.95		444.99	0.006176	1.14	17.53	84.92	0.46
Merlue	14	PF 1	7.00	445.99	446.95		446.96	0.003140	0.55	24.73	117.42	0.23
Merlue	15	PF 1	7.00	447.69	448.58	448.58	448.67	0.017406	1.76	9.77	52.67	0.70
Merlue	16	PF 1	7.00	450.86	451.35		451.35	0.005502	0.40	17.52	60.53	0.23







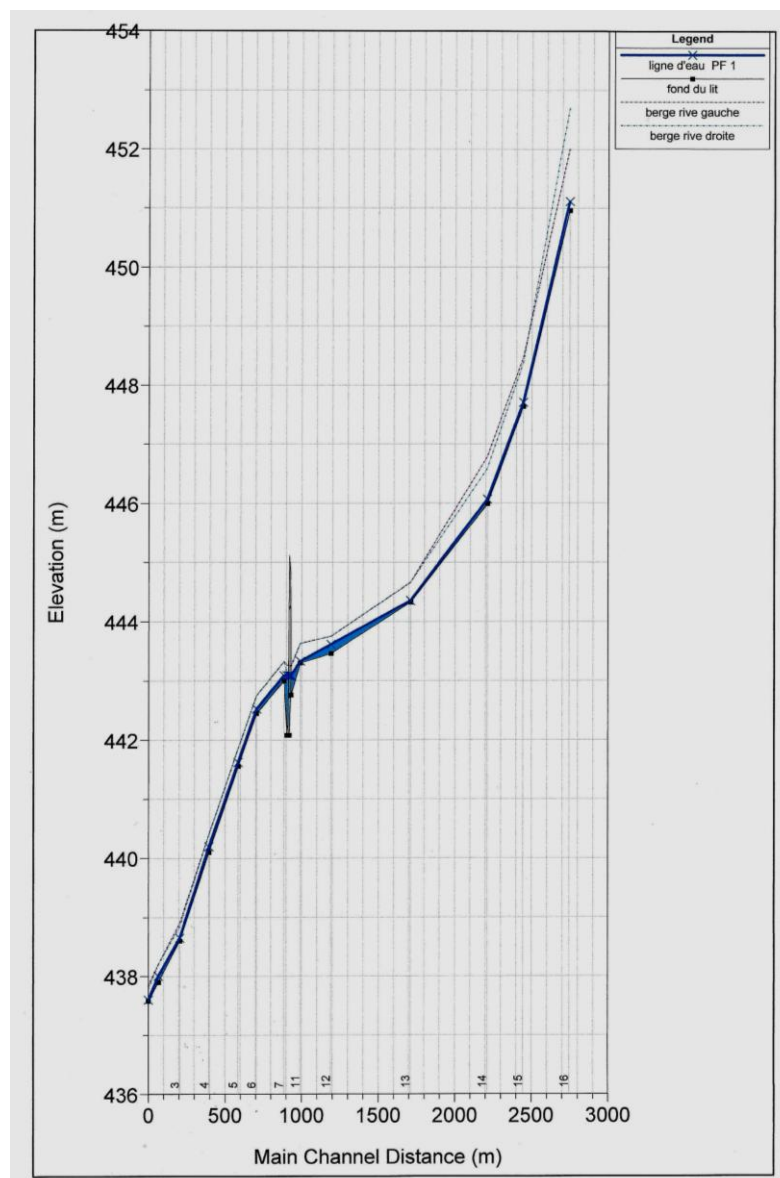




6-Etat aménagé : calculs pour le Q_{MNA5}

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Valouse Reach: Merlue Profile: PF 1

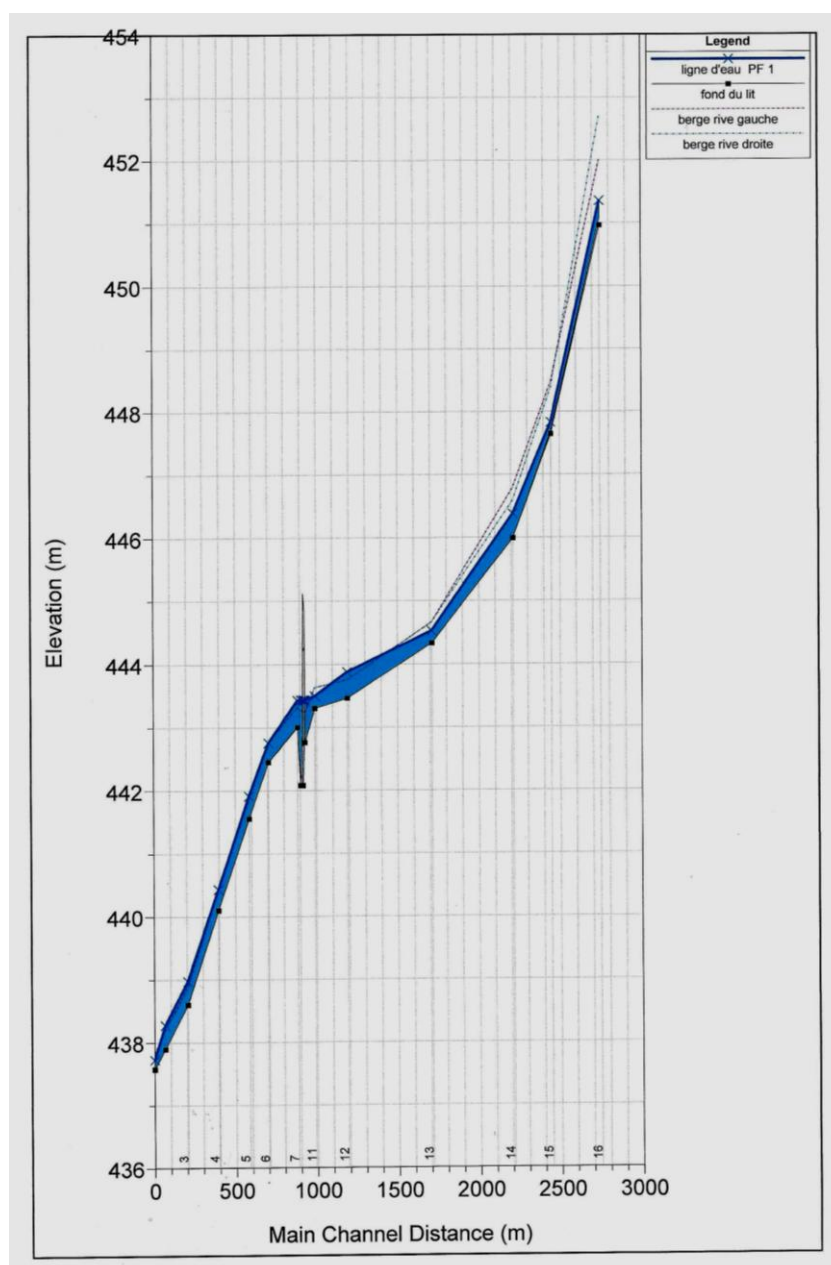
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Merlue	1	PF 1	0.01	437.58	437.60	437.60	437.61	0.102942	0.29	0.03	2.99	0.88
Merlue	2	PF 1	0.01	437.90	438.00	437.93	438.01	0.001968	0.15	0.07	0.75	0.16
Merlue	3	PF 1	0.01	438.60	438.65		438.65	0.021546	0.26	0.04	0.94	0.41
Merlue	4	PF 1	0.01	440.10	440.19		440.20	0.004221	0.17	0.06	0.77	0.19
Merlue	5	PF 1	0.01	441.56	441.63		441.63	0.017145	0.27	0.04	0.70	0.37
Merlue	6	PF 1	0.01	442.45	442.53		442.53	0.003684	0.15	0.06	0.82	0.18
Merlue	7	PF 1	0.01	443.00	443.09	443.03	443.09	0.002696	0.13	0.06	0.75	0.15
Merlue	8	PF 1	0.01	442.25	443.09		443.09	0.000000	0.00	2.56	4.17	0.00
Merlue	9		Culvert									
Merlue	10	PF 1	0.01	442.76	443.09	442.78	443.09	0.000001	0.01	1.00	4.64	0.01
Merlue	11	PF 1	0.01	443.30	443.33	443.33	443.34	0.157313	0.49	0.02	0.69	1.01
Merlue	12	PF 1	0.01	443.46	443.61		443.61	0.000374	0.07	0.12	0.94	0.06
Merlue	13	PF 1	0.01	444.33	444.36	444.36	444.37	0.087711	0.48	0.02	0.68	1.00
Merlue	14	PF 1	0.01	445.99	446.07	446.02	446.07	0.000792	0.06	0.10	1.93	0.08
Merlue	15	PF 1	0.01	447.69	447.71	447.71	447.71	0.085163	0.38	0.02	0.97	0.93
Merlue	16	PF 1	0.01	451.07	451.11		451.11	0.004032	0.09	0.07	1.60	0.14



7-Etat aménagé : calculs pour le module

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Valouse Reach: Merlue Profile: PF 1

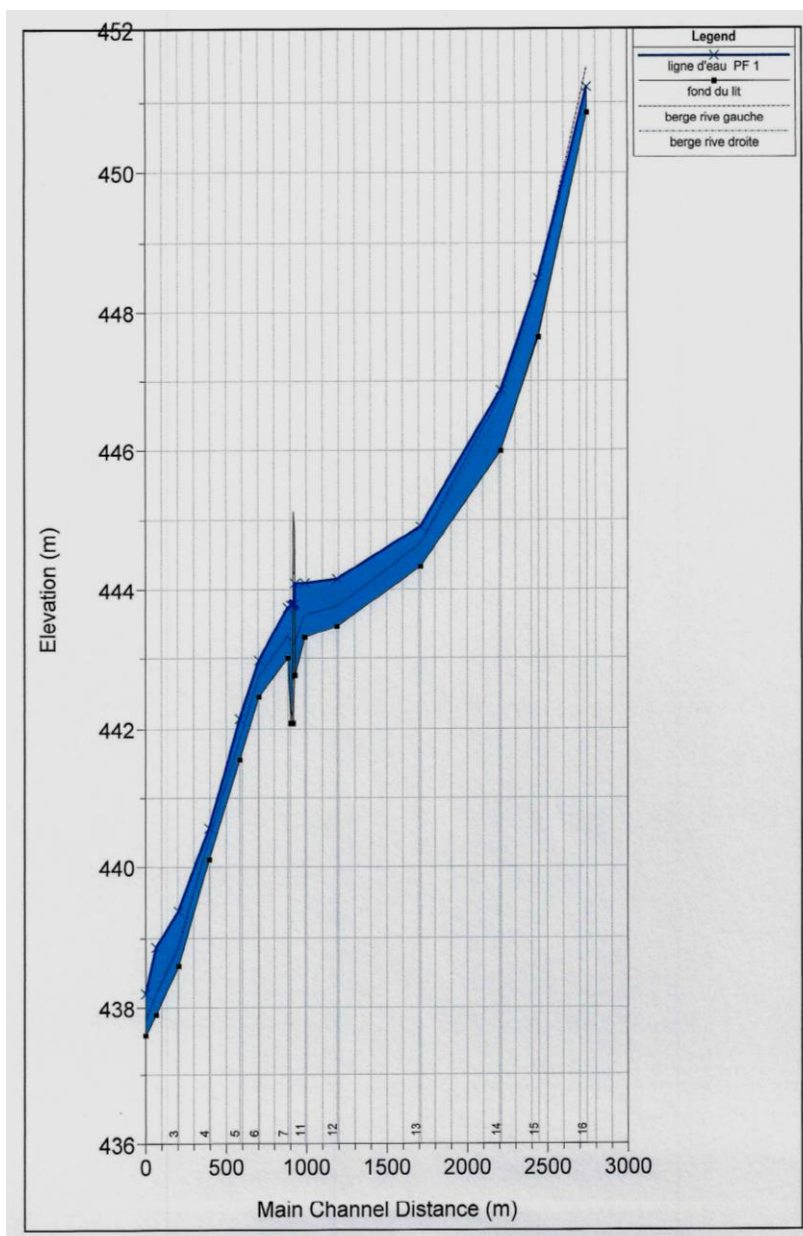
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Merlue	1	PF 1	0.26	437.58	437.73	437.67	437.74	0.010005	0.44	0.59	4.96	0.40
Merlue	2	PF 1	0.26	437.90	438.28	438.14	438.29	0.007364	0.61	0.77	7.27	0.36
Merlue	3	PF 1	0.26	438.60	438.98		438.98	0.003925	0.40	1.24	16.76	0.24
Merlue	4	PF 1	0.26	440.10	440.43	440.43	440.45	0.019199	0.73	0.74	28.44	0.48
Merlue	5	PF 1	0.26	441.56	441.91		441.91	0.004837	0.39	1.87	51.24	0.25
Merlue	6	PF 1	0.20	442.45	442.75	442.64	442.77	0.015907	0.64	0.45	17.83	0.43
Merlue	7	PF 1	0.20	443.00	443.43		443.43	0.001656	0.26	1.47	15.31	0.14
Merlue	8	PF 1	0.20	442.25	443.43		443.43	0.000013	0.05	4.78	13.21	0.02
Merlue	9		Culvert									
Merlue	10	PF 1	0.20	442.76	443.43	442.88	443.43	0.000024	0.06	4.66	24.75	0.03
Merlue	11	PF 1	0.20	443.30	443.50	443.50	443.58	0.099109	1.26	0.16	0.98	1.01
Merlue	12	PF 1	0.20	443.46	443.87	443.66	443.88	0.000438	0.14	3.49	43.22	0.07
Merlue	13	PF 1	0.20	444.33	444.52	444.52	444.60	0.056314	1.24	0.16	1.03	1.00
Merlue	14	PF 1	0.16	445.99	446.38		446.38	0.000945	0.20	0.79	2.42	0.11
Merlue	15	PF 1	0.16	447.69	447.83	447.83	447.89	0.057096	1.08	0.15	1.27	1.01
Merlue	16	PF 1	0.16	451.07	451.35		451.36	0.004808	0.30	0.53	2.23	0.20



8-Etat aménagé : calculs pour la crue biennale

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Valouse Reach: Merlue Profile: PF 1

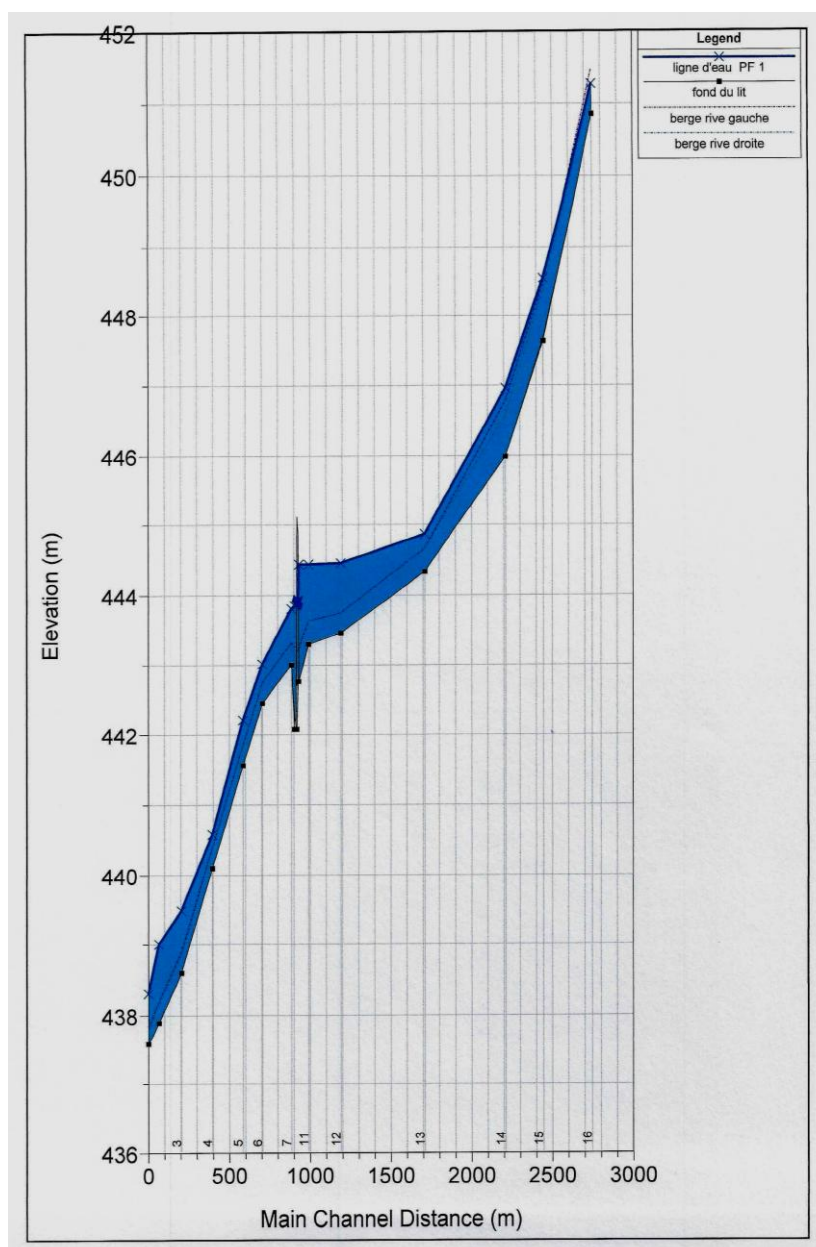
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Merlue	1	PF 1	4.90	437.58	438.20	438.06	438.26	0.010003	1.24	7.10	29.02	0.52
Merlue	2	PF 1	4.90	437.90	438.87	438.63	438.92	0.011259	1.58	8.24	20.38	0.53
Merlue	3	PF 1	4.90	438.60	439.38		439.38	0.002159	0.53	24.50	71.71	0.20
Merlue	4	PF 1	4.90	440.10	440.55	440.55	440.60	0.073141	1.89	6.67	52.13	1.00
Merlue	5	PF 1	4.90	441.56	442.14		442.15	0.004431	0.58	15.92	69.95	0.26
Merlue	6	PF 1	4.00	442.45	442.97		442.99	0.024038	1.23	7.90	53.54	0.59
Merlue	7	PF 1	4.00	443.00	443.73		443.73	0.001961	0.43	16.11	52.77	0.17
Merlue	8	PF 1	4.00	442.25	443.76		443.77	0.001075	0.53	11.17	21.07	0.15
Merlue	9	Culvert										
Merlue	10	PF 1	4.00	442.76	444.09	443.32	444.09	0.000064	0.17	55.11	110.22	0.05
Merlue	11	PF 1	4.00	443.30	444.10		444.10	0.000172	0.14	50.08	118.12	0.05
Merlue	12	PF 1	4.00	443.46	444.15		444.15	0.000972	0.30	25.92	102.60	0.12
Merlue	13	PF 1	4.00	444.33	444.90		444.91	0.008846	1.01	11.47	77.83	0.46
Merlue	14	PF 1	3.30	445.99	446.87	446.72	446.87	0.002292	0.43	15.30	108.08	0.19
Merlue	15	PF 1	3.30	447.69	448.49	448.49	448.56	0.013112	1.38	5.40	43.85	0.59
Merlue	16	PF 1	3.30	450.86	451.22	451.05	451.22	0.006423	0.32	10.21	52.72	0.23



9-Etat aménagé : calculs pour la crue décennale

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Valouse Reach: Merlue Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Merlue	1	PF 1	7.30	437.58	438.31	438.17	438.38	0.010003	1.39	10.27	30.89	0.53
Merlue	2	PF 1	7.30	437.90	439.00	438.77	439.06	0.012335	1.81	11.19	24.65	0.57
Merlue	3	PF 1	7.30	438.60	439.49		439.50	0.001942	0.56	32.79	72.62	0.20
Merlue	4	PF 1	7.30	440.10	440.59	440.59	440.65	0.083496	2.13	8.32	53.43	1.08
Merlue	5	PF 1	7.30	441.56	442.21		442.22	0.004434	0.63	20.86	75.19	0.27
Merlue	6	PF 1	5.90	442.45	443.02		443.04	0.023354	1.30	10.70	61.57	0.59
Merlue	7	PF 1	5.90	443.00	443.81		443.81	0.002093	0.48	20.23	53.99	0.18
Merlue	8	PF 1	5.90	442.25	443.85		443.87	0.001620	0.68	12.99	21.57	0.19
Merlue	9		Culvert									
Merlue	10	PF 1	5.90	442.76	444.43	443.44	444.43	0.000031	0.14	96.03	128.97	0.04
Merlue	11	PF 1	5.90	443.30	444.44		444.44	0.000056	0.10	91.76	127.80	0.03
Merlue	12	PF 1	5.90	443.46	444.45		444.45	0.000186	0.17	61.84	141.84	0.06
Merlue	13	PF 1	5.90	444.33	444.86	444.86	444.92	0.038468	2.00	8.88	73.34	0.96
Merlue	14	PF 1	5.00	445.99	446.96	446.75	446.96	0.001418	0.37	25.89	118.52	0.15
Merlue	15	PF 1	5.00	447.69	448.55	448.55	448.62	0.014678	1.55	7.81	49.80	0.64
Merlue	16	PF 1	5.00	450.86	451.28		451.29	0.006019	0.37	13.64	56.65	0.24



10-Etat aménagé : calculs pour la crue centennale

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Valouse Reach: Merlue Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Merlue	1	PF 1	10.30	437.58	438.42	438.28	438.49	0.010015	1.53	13.73	32.80	0.55
Merlue	2	PF 1	10.30	437.90	439.13	438.89	439.19	0.013161	2.02	14.38	27.31	0.60
Merlue	3	PF 1	10.30	438.60	439.61		439.62	0.001856	0.59	41.45	73.80	0.20
Merlue	4	PF 1	10.30	440.10	440.62	440.62	440.69	0.094434	2.39	10.04	54.74	1.16
Merlue	5	PF 1	10.30	441.56	442.28		442.29	0.004436	0.68	26.25	79.28	0.27
Merlue	6	PF 1	8.30	442.45	443.07		443.09	0.022194	1.35	13.90	68.07	0.59
Merlue	7	PF 1	8.30	443.00	443.89		443.89	0.002240	0.53	24.63	55.27	0.19
Merlue	8	PF 1	8.30	442.25	443.94		443.96	0.002258	0.84	14.91	22.08	0.22
Merlue	9		Culvert									
Merlue	10	PF 1	8.30	442.76	444.94	443.53	444.94	0.000013	0.11	167.70	156.48	0.03
Merlue	11	PF 1	8.30	443.30	444.94		444.94	0.000020	0.08	159.36	142.12	0.02
Merlue	12	PF 1	8.30	443.46	444.94		444.94	0.000035	0.10	151.40	225.96	0.03
Merlue	13	PF 1	8.30	444.33	444.97		444.99	0.011694	1.28	17.53	87.45	0.55
Merlue	14	PF 1	7.00	445.99	446.99	446.78	446.99	0.002080	0.47	28.83	121.26	0.19
Merlue	15	PF 1	7.00	447.69	448.58	448.58	448.67	0.017406	1.76	9.77	52.67	0.70
Merlue	16	PF 1	7.00	450.86	451.35		451.35	0.005502	0.40	17.52	60.53	0.23

