

Aménagement du Bénusse Etude hydraulique



A.LIMANDAT

Mai 2020

Table des matières

1- Cadre de l'étude :	4
2- Hydrologie :	5
3-Construction et calage du modèle :	7
3-1- Construction :	7
3-2- Calage :	8
4- Exploitation du modèle dans l'état actuel :	11
5- Conditions d'écoulement après aménagement :	19
5-1- Modifications apportées au modèle :	19
5-1-1- Principes généraux :	19
5-1-2- Détail des modifications :	19
5-1-2-1- Aval du chemin de la forêt :	19
5-1-2-2- Chemin de la forêt :	20
5-1-2-3- Entre le chemin de la forêt et l'aval du moulin Bénusse :	20
5-1-2-4- Environs du moulin Bénusse et son chemin d'accès :	21
5-1-2-5- Entre l'amont du moulin Bénusse et la confluence :	22
5-1-2-6- Entre la confluence et la Fontaine de la Mignonne :	22
5-1-2-7- Entre la confluence et la Fontaine Bénusse :	23
5-2- Calcul des lignes d'eau :	23
6- Incidences sur les niveaux d'eau et sur les zones inondables :	29
6-1- Incidences sur les niveaux d'eau :	29
6-2- Incidences sur les zones inondables :	34
6-2-1- Incidence générale :	34
6-2-1-1- Crue biennale :	34

6-2-1-2-Crue décennale :	36
6-2-1-3-Crue centennale :	38
6-3-Zones spécifiques :	40
6-3-1-Chemin de la forêt :	40
6-3-2-Moulin Bénusse et son chemin d'accès :	41
6-3-3-Chemin sur le bras de la Fontaine de la Mignonne :	42
7- Conclusion générale :	43
8-Annexes :	43

Liste des figures

Figure 1 : Situation de la zone d'étude.....	4
Figure 2 : Bassins versants.....	5
Figure 3 : Ligne d'eau de calage en basses eaux-aval.....	8
Figure 4 : Ligne d'eau de calage en basses eaux-amont-Fontaine Bénusse.....	9
Figure 5 : Ligne d'eau de calage en basses eaux-amont-Fontaine de la Mignonne.....	10
Figure 6 : Zones inondables actuelles du Bénusse : aval du moulin Bénusse.....	17
Figure 7 : Zones inondables actuelles du Bénusse : amont du moulin Bénusse	18
Figure 8 : Aménagement du chemin de la forêt.....	20
Figure 9 : Chenal à créer au moulin Bénusse.....	21
Figure 10 : Ouvrages sous le chemin d'accès au moulin Bénusse.....	21
Figure 11 : Ouvrages sous le chemin entre les profils 85 et 86.....	22
Figure 12 : Aménagement en aval du bras de la Fontaine Bénusse.....	23
Figure 13 : Zones inondables après aménagement.....	28
Figure 14 : Zones inondables biennales avant et après aménagement- 2 planches.....	34 et 35
Figure 15 : Zones inondables décennales avant et après aménagement- 2 planches.....	36 et 37

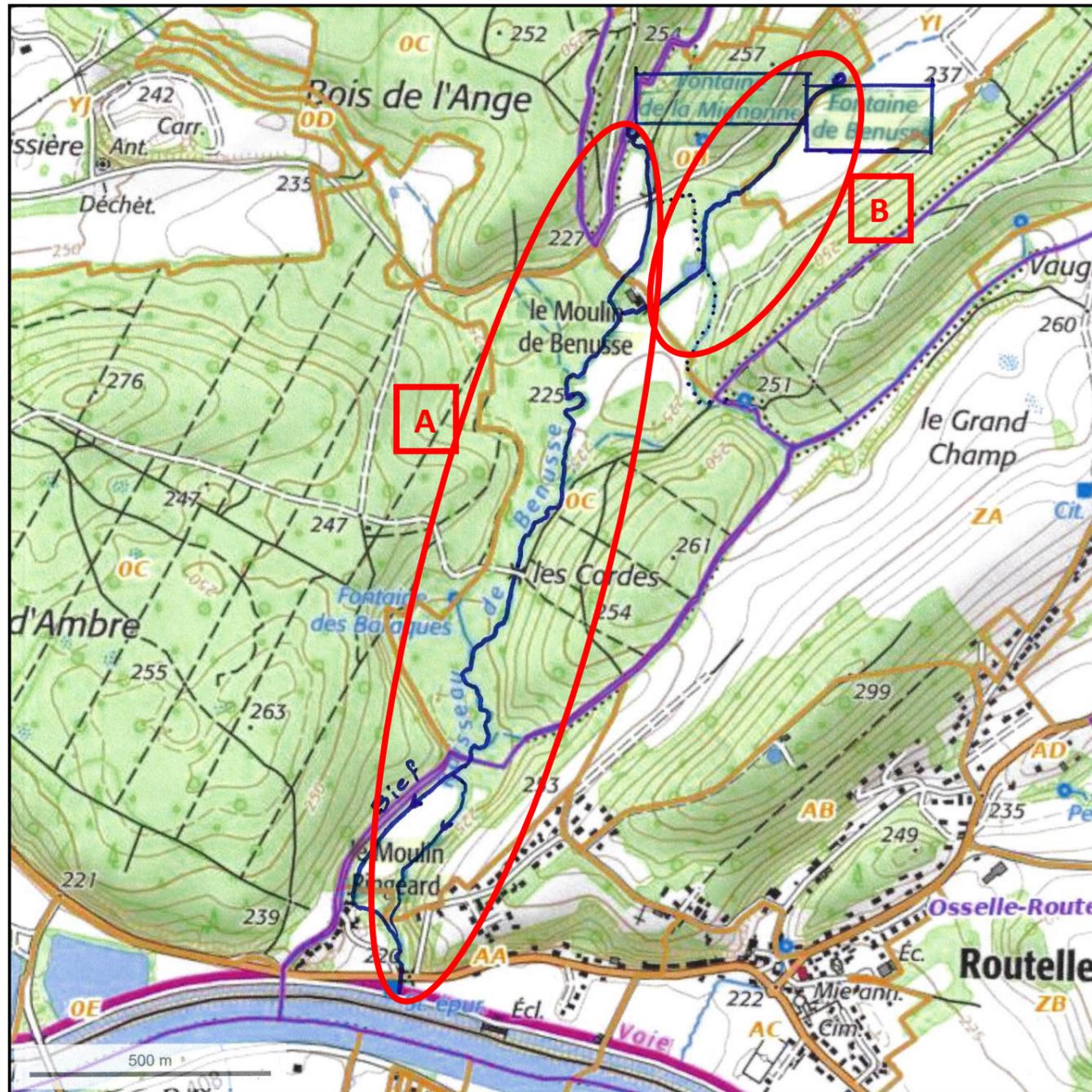
Figure 16 : Zones inondables centennales avant et après aménagement- 2 planches.....	38 et 39
Figure 17 : Zones inondables au moulin Bénusse.....	41

Liste des tableaux

Tableau 1: Débits caractéristiques	6
Tableau 2: Niveaux d'eau dans l'état actuel-Aval- 3 planches.....	11 à 13
Tableau 3: Niveaux d'eau dans l'état actuel-Amont- Fontaine Bénusse.....	14
Tableau 4: Niveaux d'eau dans l'état actuel-Amont- Fontaine de la Mignonne.....	15
Tableau 5: Débits de plein-bords.....	16
Tableau 6: Profils du modèle avec l'aménagement en aval du chemin de la forêt.....	19
Tableau 7: Profils du modèle avec l'aménagement, entre le chemin de la forêt et le moulin Bénusse.....	20
Tableau 8: Profils du modèle avec l'aménagement entre l'amont du moulin Bénusse et la confluence.....	22
Tableau 9: Profils du modèle avec l'aménagement entre la confluence et la Fontainede la Mignonne.....	22
Tableau 10: Profils du modèle avec l'aménagement entre la confluence et la Fontaine Bénusse.....	23
Tableau 11: Niveaux d'eau dans l'état aménagé- Aval- 2 planches.....	24 et 25
Tableau 12: Niveaux d'eau dans l'état aménagé- Amont rive droite- Fontaine de la Mignonne.....	26
Tableau 13: Niveaux d'eau dans l'état aménagé- Amont rive gauche- Fontaine Bénusse.....	27
Tableau 14: Exhaussements moyens de la ligne d'eau.....	29
Tableau 15: Incidences de l'aménagement sur les niveaux d'eau-aval du moulin Bénusse-2 planches.....	30 et 31
Tableau 16: Incidences de l'aménagement sur les niveaux d'eau-amont du moulin Bénusse-bras de la Fontaine de la Mignonne.....	32
Tableau 17: Incidences de l'aménagement sur les niveaux d'eau-amont du moulin Bénusse-bras de la Fontaine Bénusse.....	33
Tableau 18: Incidences de l'aménagement sur la submersibilité du chemin de la forêt.....	40
Tableau 19: Incidences de l'aménagement sur la submersibilité du chemin d'accès au moulin Bénusse.....	42
Tableau 20: Incidences de l'aménagement sur la submersibilité du chemin sur le bras de la Fontaine de la Mignonne.....	42

1- Cadre de l'étude :

Il s'agit de déterminer les incidences d'un aménagement du lit mineur du Bénusse, et éventuellement de sa vallée, sur les conditions d'écoulement de ce cours d'eau, sur les **zones inondables** notamment .



L'aménagement projeté concerne (voir la figure ci-contre) un linéaire d'environ :

- **A** : 2 km entre la Fontaine Mignonne et la RD 13.
- **B** : 0.7 km entre la Fontaine de Bénéusse et la confluence avec le bras issu de la Fontaine de la Mignonne.

L'aménagement comporte :

- Le rechargement et le rétrécissement du lit mineur, ainsi que son reméandrement sur de nouveaux tracés.
- La suppression du bief du moulin Ringard avec démolition des ouvrages de décharge situés en amont du bief.
- La restructuration du réseau , en partie abandonné, alimentant le bief du moulin de Bénéusse.

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

Les calculs sont effectués pour **six débits caractéristiques** :

- L'étiage
- Le module
- Le débit de crue biennal
- Le débit de crue quinquennal
- Le débit de crue décennal
- Le débit de crue centennal

Figure 1 : Situation de la zone d'étude

2- Hydrologie :

La spécificité de ce bassin versant réside dans son caractère karstique complexe, mis en évidence par divers traçages et études (voir l'annexe 1).

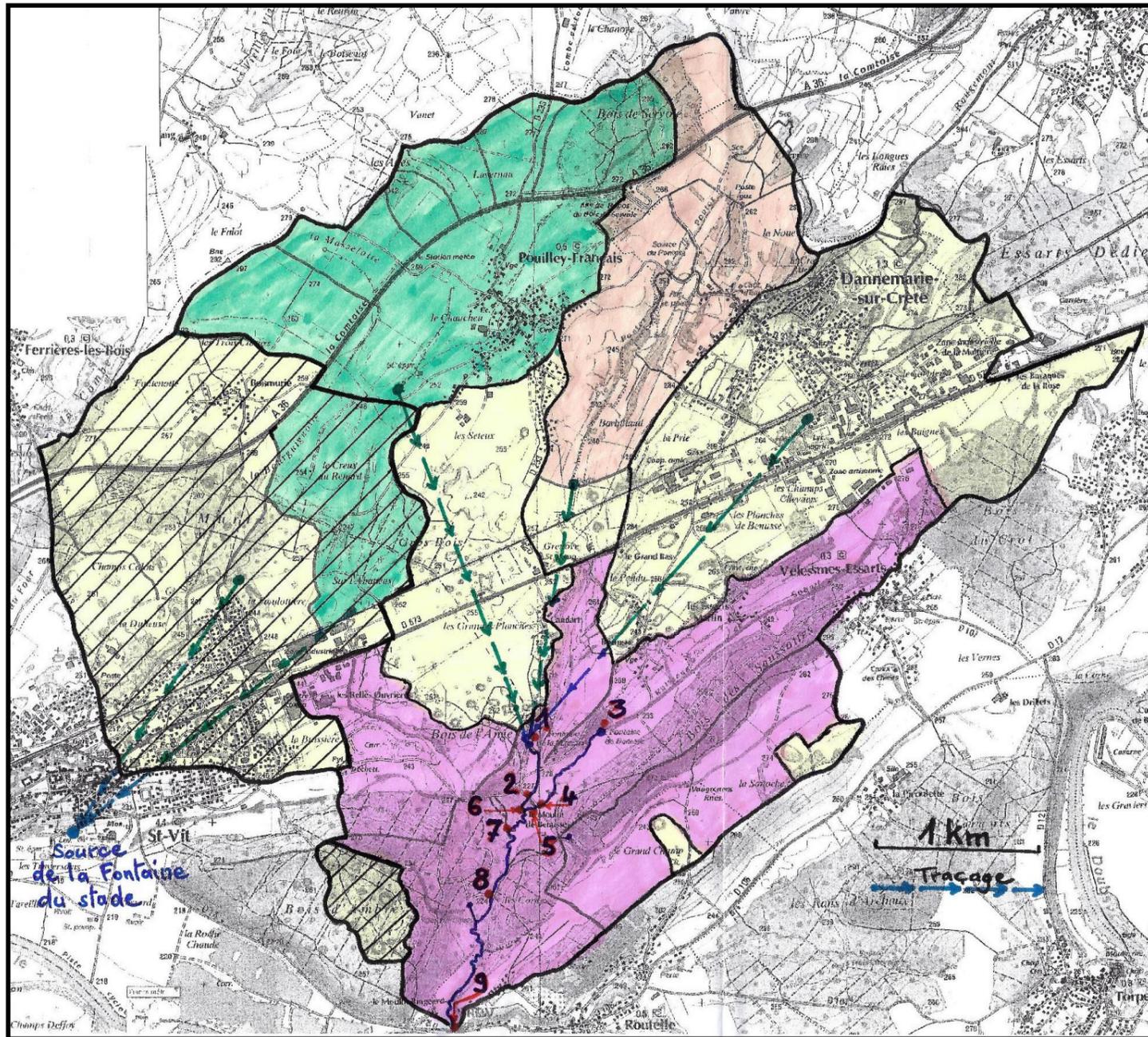


Figure 2 : Bassins versants

Trois types de sous bassins versants (voir ci-contre) ont été déterminés :

- En rose : Le bassin versant topographique aval, comportant moins de zones karstiques.
- En jaune : les plateaux karstiques présentant une grande densité de dolines.
- En vert et en orange : les bassins versants endoréïques, dont l'exutoire est à priori une perte alimentant une résurgence, telle la Fontaine de la Mignonne (NB : les zones hachurées sont situées hors du bassin versant et alimentent des sources comme celle de la Fontaine du stade à St Vit, où un jaugeage de 1.5 m³/s a été réalisé).

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

- 1 : Fontaine de la Mignonne: **7.16** km²
- 2 :Moulin de bénusse rive droite: **7.23** km²
- 3 :Fontaine de Bénéusse: **5.38** km²
- 4 : Moulin de bénusse rive droite: **5.65** km²
- 5 : Idem+affluent du Grand Champ : **6.94** km²
- 6 : Confluence des bras des deux fontaines : **14.25** km²
- 7 : Aval de la confluence : **15.22** km²
- 8 : chemin des Cordes : **15.47** km²
- 9 : RD 13 : **16.26** km²

Les débits caractéristiques du bassin versant amont ont été estimés sur les bases suivantes (voir l'annexe 2) :

- Etiage et Module : débits spécifiques de 0.6 et 11 l/s/km², déduits des stations de jaugeage proches ou représentatives (0.50 l/s/km² à la source Arcier et 0.68 l/s/km² sur l'Arne à Lavans-les-Dôle).
- Crue de temps de retour 10 ans, en aval, déterminée par la formule Crupédix avec : pluie décennale =60 mm et R = 1.4 (à partir de Lavans-les-Dôle).
- Crues de temps de retour 2 et 5 ans déterminées à l'aide des rapports : $Q_2/Q_{10} = 0.55$ et $Q_5/Q_{10} = 0.83$ évalués à partir des stations de jaugeage.
- Crue de temps de retour 100 ans déterminée à l'aide du rapport $Q_{100}/Q_{10} = 2$
- Modulation des débits de crue en fonction de la proportionnalité des surfaces, élevées à la puissance 0,8.

Le tableau ci-dessous fournit les résultats retenus pour la modélisation.

Repère	Superficie du BV km ²	Etiage m ³ /s	Module m ³ /s	Q en m ³ /s pour T=...			
				2	5	10	100
1	7.16	0.00429	0.079	1.44	2.17	2.60	5.20
2	7.23	0.00434	0.08	1.44	2.17	2.60	5.20
3	5.38	0.00323	0.059	1.17	1.75	2.10	4.20
4	5.65	0.00339	0.062	1.20	1.80	2.15	4.30
5	6.94	0.00416	0.076	1.42	2.10	2.55	5.10
6	14.25	0.00855	0.157	2.50	3.75	4.50	9.00
7	15.22	0.00913	0.167	2.65	4.00	4.75	9.50
8	15.47	0.00928	0.17	2.70	4.00	4.80	9.60
9	16.26	0.00976	0.18	2.80	4.20	5.00	10.00

Tableau 1: Débits caractéristiques

3-Construction et calage du modèle :

3-1- Construction :

L'étude des conditions d'écoulement actuelles a été réalisée à l'aide d'un **modèle mathématique** d'écoulement principal construit à partir de **99 profils en travers**, issus des levés topographiques réalisés pour cette étude, et complétés en lit majeur si nécessaire.

L'implantation de ces profils est reportée sur les figures 6 et 7, fournissant les zones inondables actuelles (voir en pages 17 et 18).

Le logiciel mis en œuvre pour la réalisation de ce modèle est le logiciel HEC-RAS, de l'US Army Corps of Engineers. Celui-ci est exploité en régime permanent.

Toutes les singularités, soit **15 ouvrages** ou points singuliers (voir les photographies en annexe 3), sont représentées dans le modèle, par un module spécial si nécessaire :

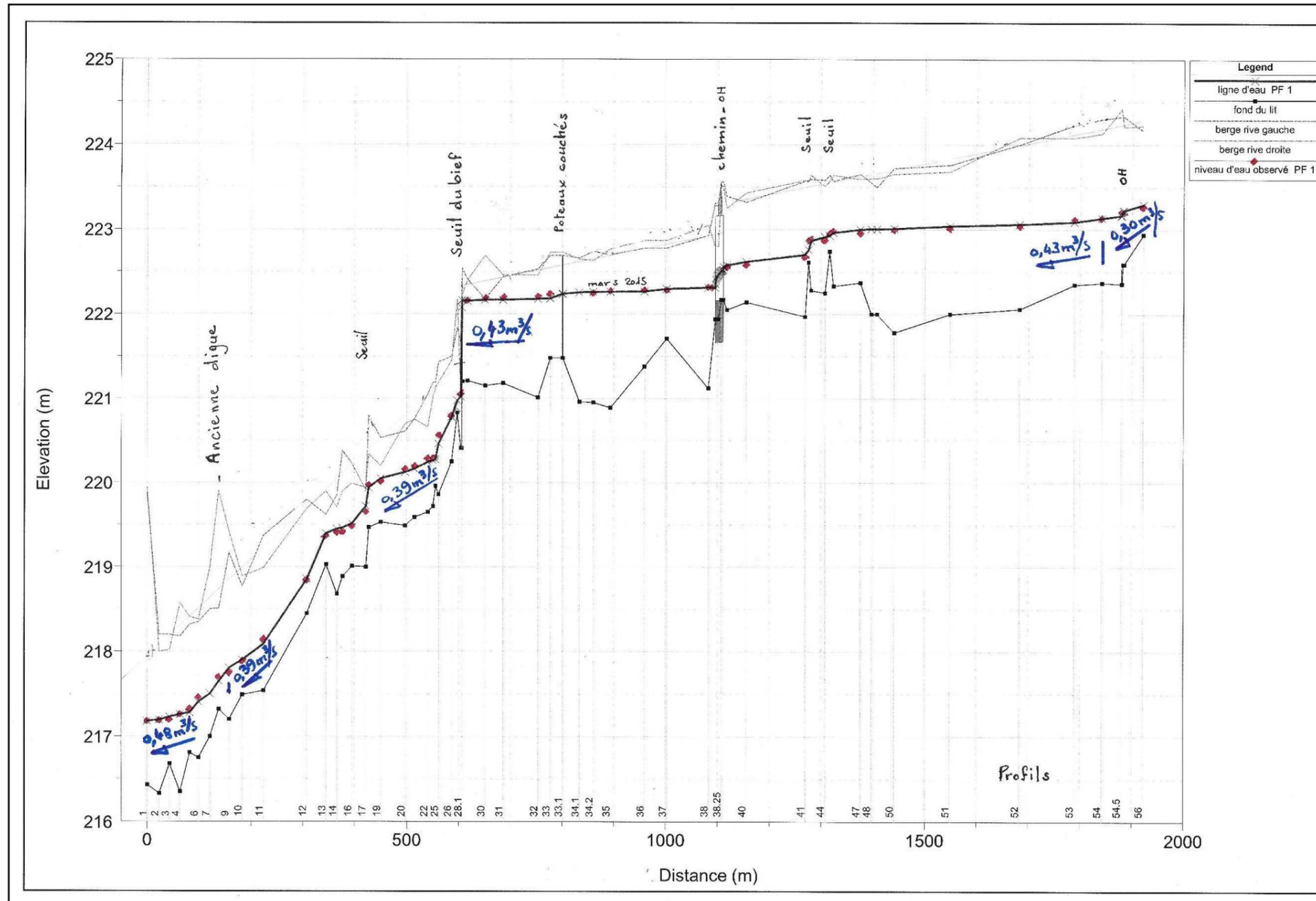
- Une ancienne digue (en lit majeur) au profil 8.
- Un gué au profil 13.
- Une chute au profil 19.
- Le seuil de décharge en amont du bief de l'ancien moulin Ringiard, entre les profils 28 et 29.
- Un passage formé d'anciens poteaux électriques en ciment, au profil 33.1
- L'ensemble formé par le chemin de la forêt, et deux ouvrages hydrauliques, entre les profils 38 et 39.
- Un petit seuil de fond entre les profils 42 et 43.
- Un petit seuil de fond entre les profils 45 et 46.
- Un ancien vannage vers le profil 55.
- Le seuil, et les ouvrages associés, sur le bief du moulin Bénusse, vers le profil 58.
- Un ancien vannage vers le profil 63.
- Une ancienne digue (en lit majeur) au profil 70.
- L'ensemble formé par le chemin d'accès au moulin Bénusse, et la buse de 1 m de diamètre, entre les profils 80 et 81.
- Un ancien vannage vers le profil 87.
- L'ensemble formé par le chemin et trois ouvrages hydrauliques entre les profils 91 et 92 (entre les profils 85 et 92 pour les deux buses de 0.8 m de diamètre situées à l'extrême rive droite de la vallée)

Des profils intermédiaires ont pu être créés pour représenter au mieux ces singularités. NB : pour des raisons matérielles, notamment de lisibilité, les calculs ont été menés en distinguant **trois zones** :

- La **zone aval** représentant le cours principal du Bénusse : profils 1 à 56.
- Le **bras de rive gauche**, provenant de la **Fontaine Bénusse** : profils 56 à 77.
- Le **bras de rive droite**, provenant de la **Fontaine de la Mignonne** : profils 79 à 99. On notera que le profil 79 est identique au profil 56 (profil « charnière » entre modèle).

3-2- Calage :

Le **calage** du modèle a été réalisé **en basses eaux** à partir de la **ligne d'eau relevée** lors des travaux topographiques. Pour un coefficient de Strickler en lit mineur généralement compris entre 12 et 22, mais quelquefois encore plus faible, du fait des embâcles, et d'environ 5 à 10 en lit majeur, selon le degré de boisement, la **ligne d'eau calculée** (voir la figure ci-dessous et les deux figures pages suivantes) est **en bonne adéquation avec les niveaux observés**.



Les débits pris en compte sont ceux jaugés lors des travaux topographiques : compris entre 0.105 et 0.48 m³/s.



Figure 3: Ligne d'eau de calage en basses eaux- aval

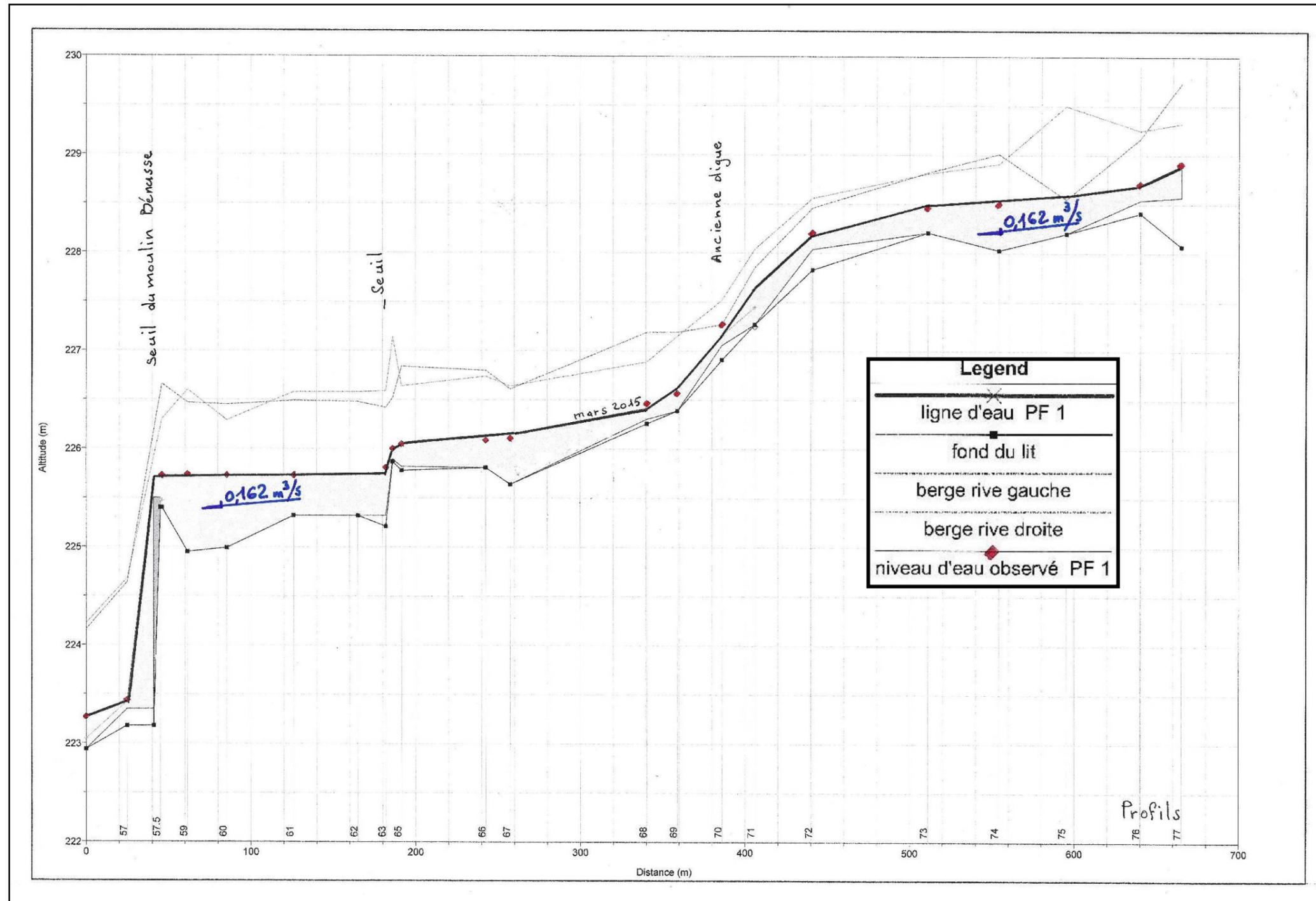


Figure 4: Ligne d'eau de calage en basses eaux -amont : Fontaine Bénusse

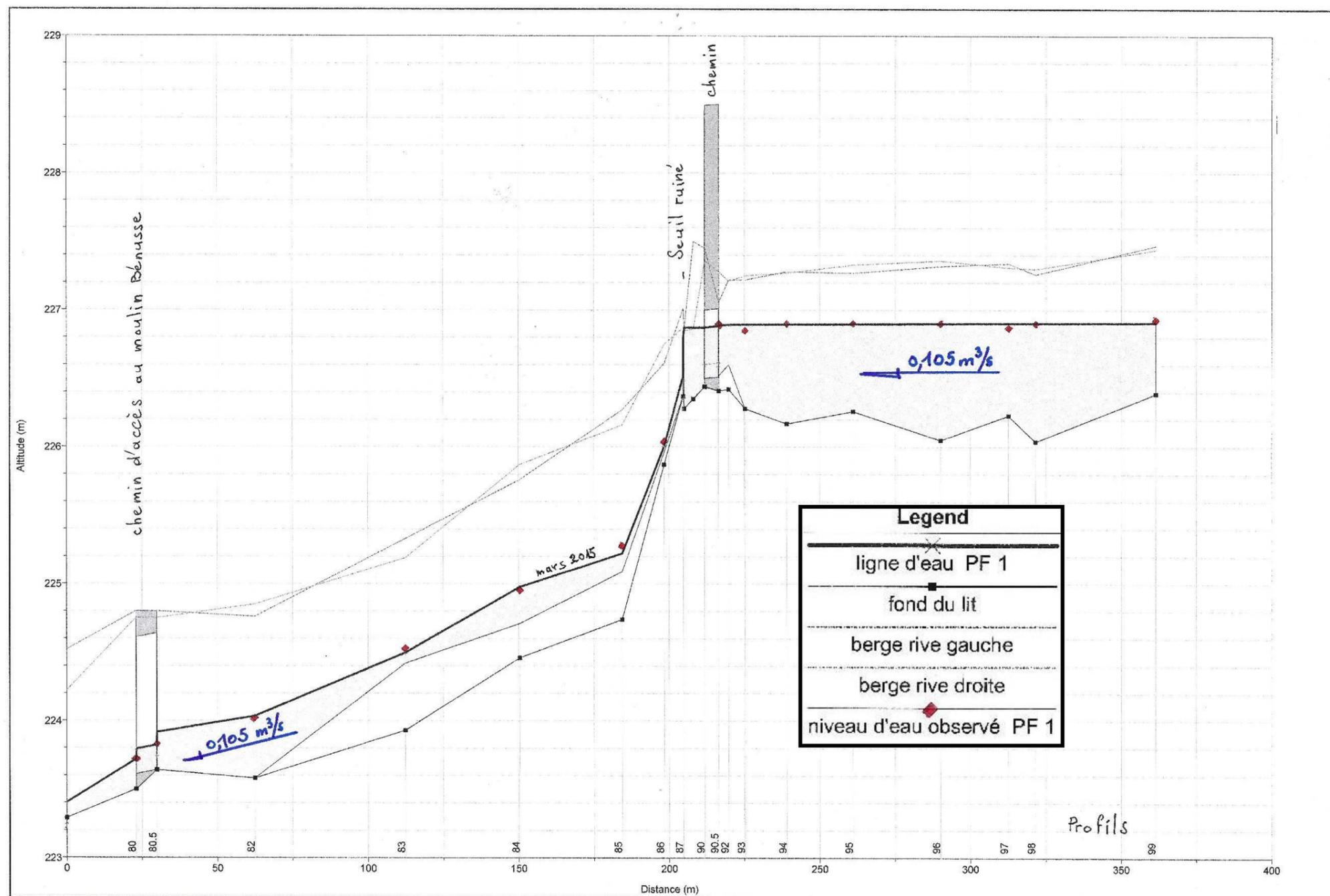


Figure 5: Ligne d'eau de calage en basses eaux -amont : Fontaine de la Mignonne

4- Exploitation du modèle dans l'état actuel :

Le modèle ainsi construit a été exploité pour l'étiage, le module et les crues de temps de retour 2, 5, 10 et 100 ans. La condition limite aval prend en compte le fait que la basse vallée du Bénusse est incluse dans la zone inondable du Doubs (voir l'annexe 4). Les tableaux pages suivantes fournissent, respectivement, et pour chaque profil, les niveaux d'eau (NGF).

Profil	Etiage	Module	Crue biennale	Crue quinquennale	Crue décennale	Crue centennale
1	217.18	217.18	218.00	218.00	218.00	218.20
2	217.18	217.18	218.03	218.06	218.08	218.38
3	217.18	217.19	218.07	218.14	218.18	218.52
4	217.18	217.19	218.11	218.21	218.27	218.61
5	217.18	217.20	218.14	218.26	218.33	218.71
6	217.18	217.25	218.24	218.41	218.50	218.85
7	217.18	217.30	218.36	218.57	218.67	218.99
8	217.36	217.47	218.46	218.70	218.80	219.13
9	217.39	217.63	218.57	218.85	218.95	219.30
10	217.52	217.73	218.68	218.97	219.06	219.40
11	217.83	217.98	218.84	219.12	219.21	219.57
12	218.65	218.76	219.39	219.63	219.72	220.06
13	219.11	219.30	219.80	219.97	220.04	220.35
14	219.11	219.33	219.94	220.10	220.18	220.50
15	219.11	219.33	219.99	220.15	220.22	220.53
16	219.11	219.37	220.15	220.31	220.37	220.66
17	219.42	219.56	220.39	220.53	220.58	220.82
18	219.78	219.88	220.48	220.62	220.68	220.90
19	219.79	219.94	220.66	220.81	220.87	221.09
20	219.79	219.98	220.84	220.97	221.02	221.25

Tableau 2: Niveaux d'eau dans l'état actuel-Aval (1/3)

Profil	Etiage	Module	Crue biennale	Crue quinquennale	Crue décennale	Crue centennale
21	219.79	220.00	220.93	221.06	221.12	221.35
22	219.79	220.06	221.05	221.20	221.26	221.46
23	219.80	220.08	221.07	221.23	221.30	221.50
24	219.99	220.09	221.08	221.24	221.31	221.53
25	220.20	220.38	221.16	221.33	221.39	221.61
26	220.39	220.64	221.46	221.59	221.64	221.83
27	220.85	220.91	221.55	221.66	221.70	221.88
28	220.86	220.95	221.56	221.68	221.72	221.91
28.2	222.01	222.10	222.54	222.68	222.75	223.12
29	222.01	222.09	222.49	222.65	222.73	223.13
30	222.01	222.10	222.59	222.72	222.79	223.16
31	222.01	222.10	222.59	222.73	222.80	223.17
32	222.01	222.10	222.60	222.74	222.81	223.17
33	222.01	222.10	222.63	222.76	222.82	223.18
33.2	222.01	222.13	222.69	222.79	222.85	223.19
34.1	222.01	222.13	222.72	222.81	222.87	223.19
34.2	222.01	222.13	222.73	222.83	222.88	223.20
35	222.01	222.13	222.74	222.84	222.89	223.21
36	222.01	222.14	222.77	222.86	222.91	223.22
37	222.01	22.15	222.88	222.97	223.02	223.26
38	222.01	222.16	222.97	223.07	223.12	223.34
38.1	222.01	222.15	22.97	223.08	223.12	223.36
38.4	222.22	222.42	223.54	223.62	223.64	223.69

Tableau 2: Niveaux d'eau dans l'état actuel-Aval (2/3)

Profil	Etiage	Module	Crue biennale	Crue quinquennale	Crue décennale	Crue centennale
39	222.23	222.43	223.56	223.64	223.66	223.76
40	222.23	222.46	223.57	223.66	223.69	223.81
41	222.24	222.51	223.60	223.69	223.72	223.87
42	222.64	222.71	223.61	223.70	223.73	223.89
43	222.65	222.76	223.61	223.71	223.74	223.90
44	222.65	222.78	223.64	223.73	223.77	223.93
45	222.77	222.82	223.64	223.74	223.77	223.94
46	222.77	222.86	223.65	223.74	223.78	223.95
47	222.77	222.87	223.67	223.77	223.80	223.98
48	222.77	222.87	223.68	223.78	223.81	223.99
49	222.77	222.87	223.69	223.78	223.82	224.00
50	222.77	222.87	223.70	223.79	223.83	224.02
51	222.77	222.88	223.76	223.86	223.90	224.07
52	222.77	222.89	223.81	223.92	223.96	224.13
53	222.85	222.94	223.88	224.01	224.07	224.25
54	222.87	222.99	223.93	224.09	224.16	224.45
54.5	222.87	222.96	223.97	224.15	224.24	224.57
55	222.87	223.03	223.98	224.16	224.25	224.58
56	222.95	223.08	224.06	224.27	224.36	224.65

Tableau 2: Niveaux d'eau dans l'état actuel-Aval (3/3)

Profil	Etiage	Module	Crue biennale	Crue quinquennale	Crue décennale	Crue centennale
57	223.35	223.42	224.09	224.29	224.38	224.65
58	225.37	225.68	226.00	226.04	226.05	226.10
59	225.63	225.68	226.03	226.07	226.08	226.14
60	225.63	225.68	226.05	226.09	226.10	226.17
61	225.63	225.68	226.10	226.15	226.17	226.24
62	225.63	225.68	226.17	226.23	226.24	226.33
63	225.63	225.68	226.19	226.25	226.27	226.36
64	225.91	225.94	226.15	226.23	226.24	226.34
65	225.91	225.98	226.35	226.38	226.39	226.46
66	225.91	226.03	226.58	226.63	226.65	226.73
67	225.91	226.04	226.63	226.69	226.70	226.79
68	226.32	226.36	226.94	227.03	227.08	227.28
69	226.44	226.55	227.02	227.13	227.19	227.43
70	227.08	227.11	227.42	227.48	227.53	227.72
71	227.32	227.51	228.04	227.86	227.94	228.04
72	228.06	228.09	228.55	227.90	228.02	228.17
73	228.25	228.39	228.95	228.00	228.18	228.35
74	228.26	228.42	229.06	228.19	228.32	228.44
75	228.26	228.44	229.13	228.81	228.80	228.56
76	228.56	228.60	229.27	229.37	229.44	229.26
77	228.61	228.76	229.38	229.52	229.60	229.84

Tableau 3: Niveaux d'eau dans l'état actuel-Amont-Fontaine Bénusse

Profil	Etiage	Module	Crue biennale	Crue quinquennale	Crue décennale	Crue centennale
79	223.31	223.39	224.06	224.27	224.36	224.65
80	223.53	223.69	224.24	224.45	224.52	224.95
81	223.69	223.88	224.78	224.88	224.95	225.05
82	223.73	223.99	224.95	225.04	225.07	225.21
83	224.43	224.48	225.16	225.33	225.40	225.62
84	224.76	224.95	225.57	225.79	225.88	226.09
85	225.10	225.19	225.96	226.28	226.33	226.49
86	225.97	226.00	Ces profils n'existent pas dans le modèle des crues débordantes			
87	226.41	226.51				
88	226.68	226.84				
89	226.68	226.84				
90	226.68	226.84				
91	226.68	226.85				
92	226.68	226.85	226.39	226.69	226.84	227.02
93	226.68	226.86	226.48	226.69	226.84	227.02
94	226.68	226.86	226.63	226.72	226.85	227.03
95	226.68	226.86	226.77	226.82	226.89	227.07
96	226.68	226.86	226.97	227.02	227.04	227.17
97	226.68	226.86	227.22	227.27	227.29	227.39
98	226.68	226.86	227.34	227.40	227.43	227.54
99	226.68	226.87	227.53	227.61	227.65	227.78

Tableau 4: Niveaux d'eau dans l'état actuel-Amont – Fontaine de la Mignonne

Les lignes d'eau relatives aux débits calculés sont fournies en annexes :

- 5 et 6 : pour l'étiage et le module, soit pour des débits non débordants. Dans ce cas la modélisation est centrée sur les seuls lits mineurs.
- 7 à 10 : pour les 4 crues étudiées. Pour celles-ci des débordements peuvent apparaître. Lorsque le lit mineur est un bief « perché », la modélisation privilégie le fond de vallée où s'écoule le débit total diminué du débit du bief à plein-bords. Le tableau ci-après fournit ces débits de plein-bords et les positionnent par rapport aux débits de crue :

Tronçon de cours d'eau	Aval	Aval du seuil du bief du moulin Ringiard	Du seuil du bief du moulin Ringiard au chemin de la forêt	Amont du chemin de la forêt	Aval du moulin Bénusse	Moulin Bénusse	Bras de la Fontaine Bénusse				Bras de la Fontaine de la Mignonne		
							Bief du moulin Bénusse	Aval de l'ancienne digue	Amont de l'ancienne digue	Bief aval de la source	Amont du chemin de moulin Bénusse	Aval du seuil de dérivation	Bief amont
Profils en travers	1 à 13	13 à 28	29 à 38	39 à 51	51 à 53	53 à 56	56 à 61	62 à 70	71 à 74	75 à 77	81 à 84	85 à 90	90 à 99
Débit de plein-bords m ³ /s	3	1.8	1.4	2	2.8	4	3	1.5	0.6 à 1.2	2	1.4	3	0.6
Débit biennal m ³ /s	2.8	2.8	2.7	2.65	2.50	2.50	1.2	1.2	1.17	1.17	1.44	1.44	1.44
Débit Quinquennal m ³ /s	4.2	4.2	4.0	4.00	3.75	3.75	1.8	1.8	1.8	1.75	2.17	2.17	2.17
Temps de retour T du débit de plein-bords (ans)	≈ 2	< 2	<< 2	< 2	≈ 2	≥ 5	≥ 10	2 < T < 5	< 2	≈ 10	2	≥ 10	<< 2

Tableau 5: Débits de plein-bords

Il apparaît que les débits de plein-bords présentent une grande variabilité. Les temps de retour nettement supérieurs à 2 ans correspondent aux lits fortement anthropisés, comme les dérivation et biefs de moulins, ou fortement incisés.

Enfin les **zones inondables** relatives aux crues de temps de retour 2, 10 et 100 ans, sont fournies ci-après. Elles confirment le résultat précédent. On note que les zones où la crue biennale est peu débordante sont : l'aval du Bénusse (aval du profil 13) et les environs du **moulin Bénusse** (profils 53 à 66). Celui-ci représente, hormis les chemins, le **seul enjeu** de la zone d'étude : actuellement il serait situé dans la zone inondable des crues à partir d'un temps de retour d'environ 10 ans. On note que le processus d'inondation serait double : par l'aval, mais aussi par l'amont du fait des débordements sur le chemin.

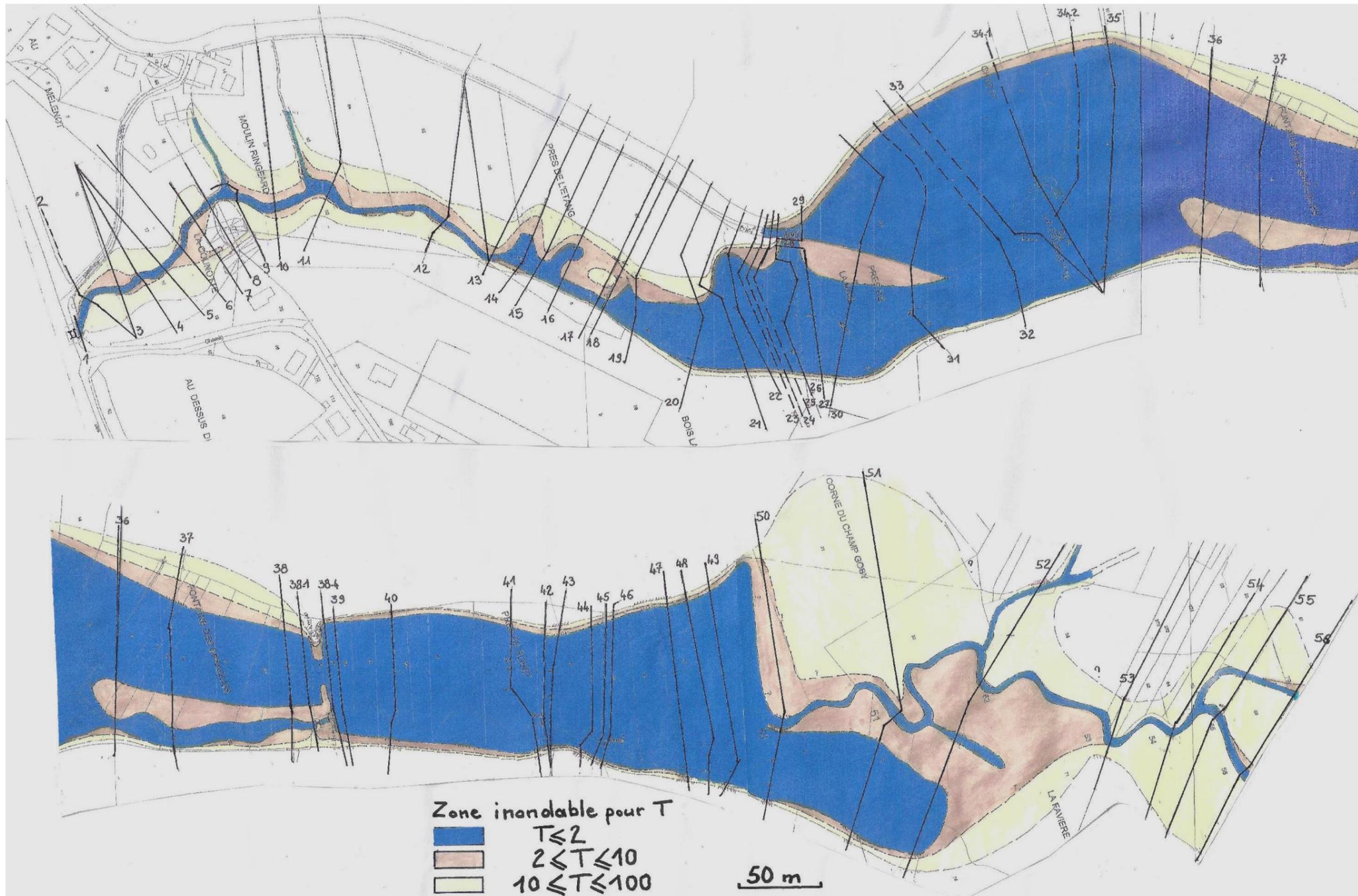


Figure 6: Zones inondables actuelles du Bénusse : aval du moulin Bénusse

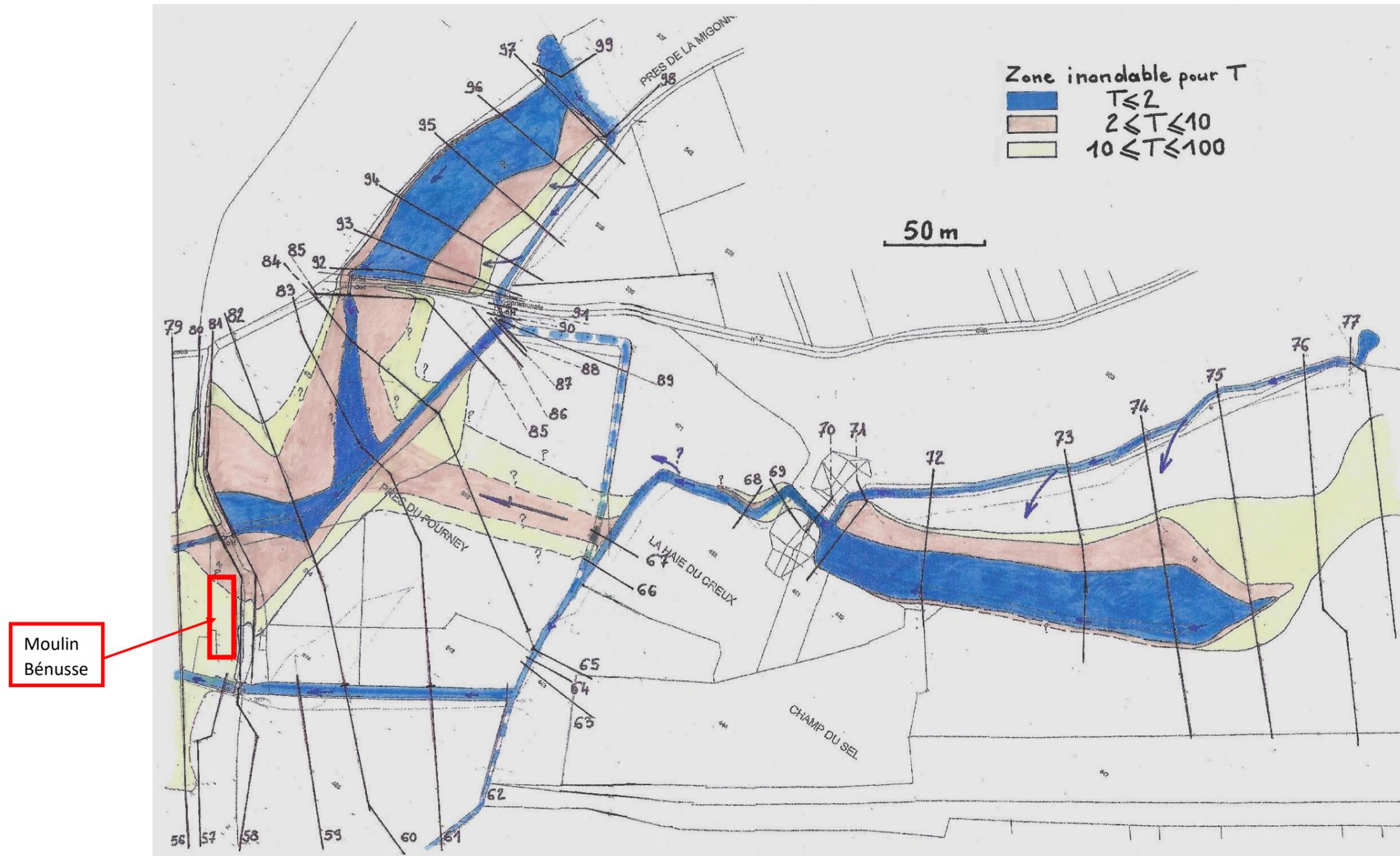


Figure 7: Zones inondables actuelles du Bénusse : amont du moulin Bénusse

5- Conditions d'écoulement après aménagement :

5-1- Modifications apportées au modèle :

5-1-1- Principes généraux :

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

- Le **rehaussement du lit mineur** par une recharge de gravier, ou son comblement et la création d'un nouveau lit de section réduite :
 - Largeur de l'ordre du mètre et hauteur de berges d'environ 0.4 m en aval de la confluence des 2 bras amont (issus respectivement de la Fontaine Bénusse et de la Fontaine de la Mignonne).
 - Largeur de l'ordre de 0.5 mètre et hauteur de berges d'environ 0.3 m en amont de la confluence des 2 bras amont.
- Le **reméandrement** du nouveau lit.
- Des **terrassements éventuels** en lit majeur : banquettes, arasements, ...

5-1-2- Détail des modifications :

5-1-2-1- Aval du chemin de la forêt :

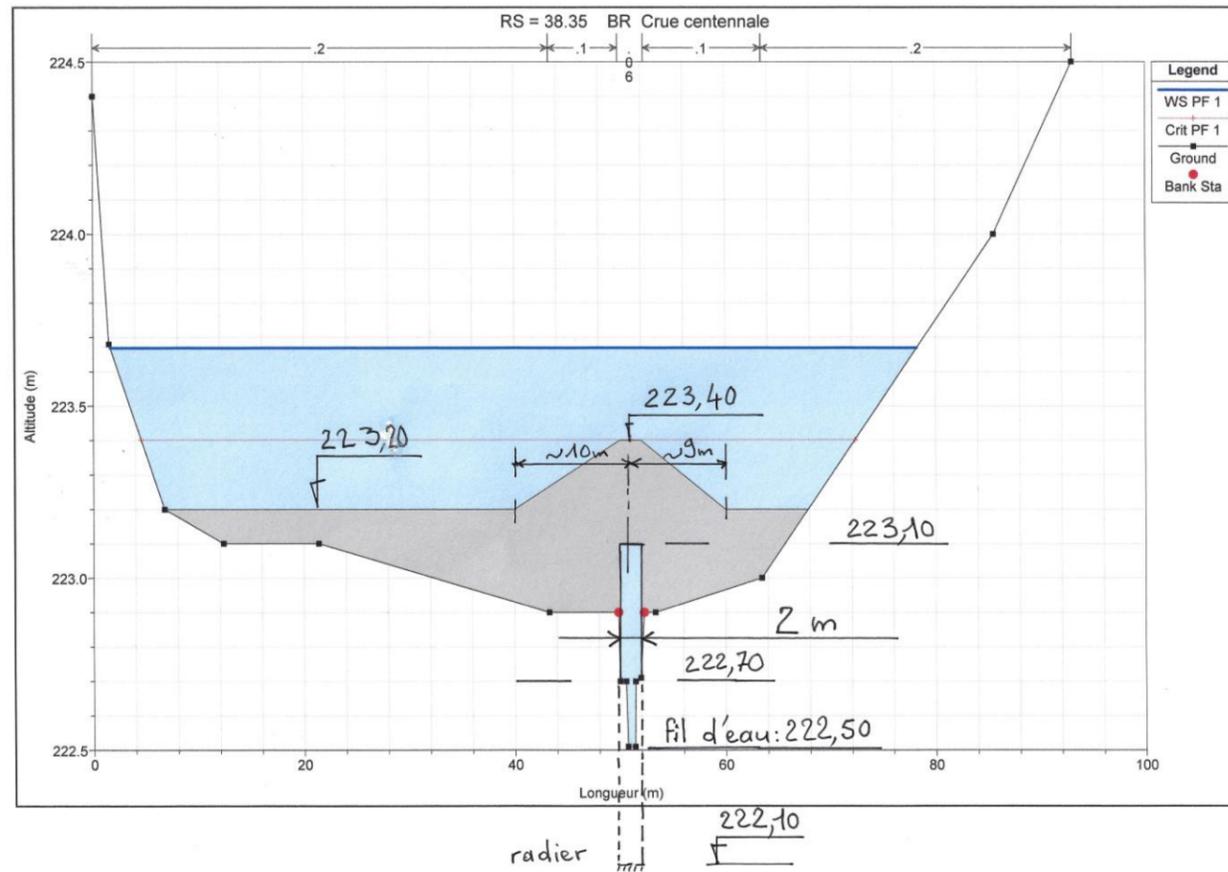
Sur ce secteur **le projet est appliqué sans modifications**. Du fait de la suppression de toutes les singularités (seuils,...) les profils en travers sont restructurés, les profils introduits pour représenter les singularités sont, notamment, supprimés.

Les profils encore utilisés sont fournis dans le tableau suivant ainsi que les profils généraux de définition du projet correspondants (numérotation T) :

N° des profils du modèle d'écoulement	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21	26	30	31	32	34.1	35	36	37	38
N° des profils de définition du projet			T 1					T 2			T 3	T 4	T 5		T 6		T 7		T 8		T 10	T 11	T 12	T 13		T 14		T 15	

Tableau 6: Profils du modèle avec l'aménagement en aval du chemin de la forêt

5-1-2-2-Chemin de la forêt :



L'aménagement implique la construction d'un nouvel ouvrage sous ce chemin et la modification de son profil en long.

Le nouvel ouvrage est un **dalot de 2 m d'ouverture pour 1 m de hauteur**, calé comme indiqué sur le profil ci-contre : radier à la cote 222.10, fil d'eau à la cote 222.50, et arasement à la cote 222.70 sur 2 m de largeur pour augmenter la section mouillée sous l'ouvrage. Cet **arasement est à poursuivre sur une longueur minimum de 5 m** de part et d'autre de l'ouvrage (voir en annexe 11 les profils 38.3 et 38.4 encadrant le chemin dans le modèle).

La **cote** future à donner au **chemin** serait de **223.20**, sauf au-dessus du dalot, où elle serait de 223.40.

Le profil 38.35, représentant le chemin dans le modèle, correspond au profil T 16 de définition du projet.

Figure 8 : Aménagement du chemin de la forêt

5-1-2-3-Entre le chemin de la forêt et l'aval du moulin Bénusse :

Sur ce secteur **le projet est également appliqué sans modifications**. Comme en aval du chemin de la forêt, du fait de la suppression de toutes les singularités (seuils,...), les profils en travers sont restructurés, les profils introduits pour représenter les singularités sont, notamment, supprimés.

Les profils encore utilisés sont fournis dans le tableau suivant, ainsi que les profils généraux de définition du projet correspondants :

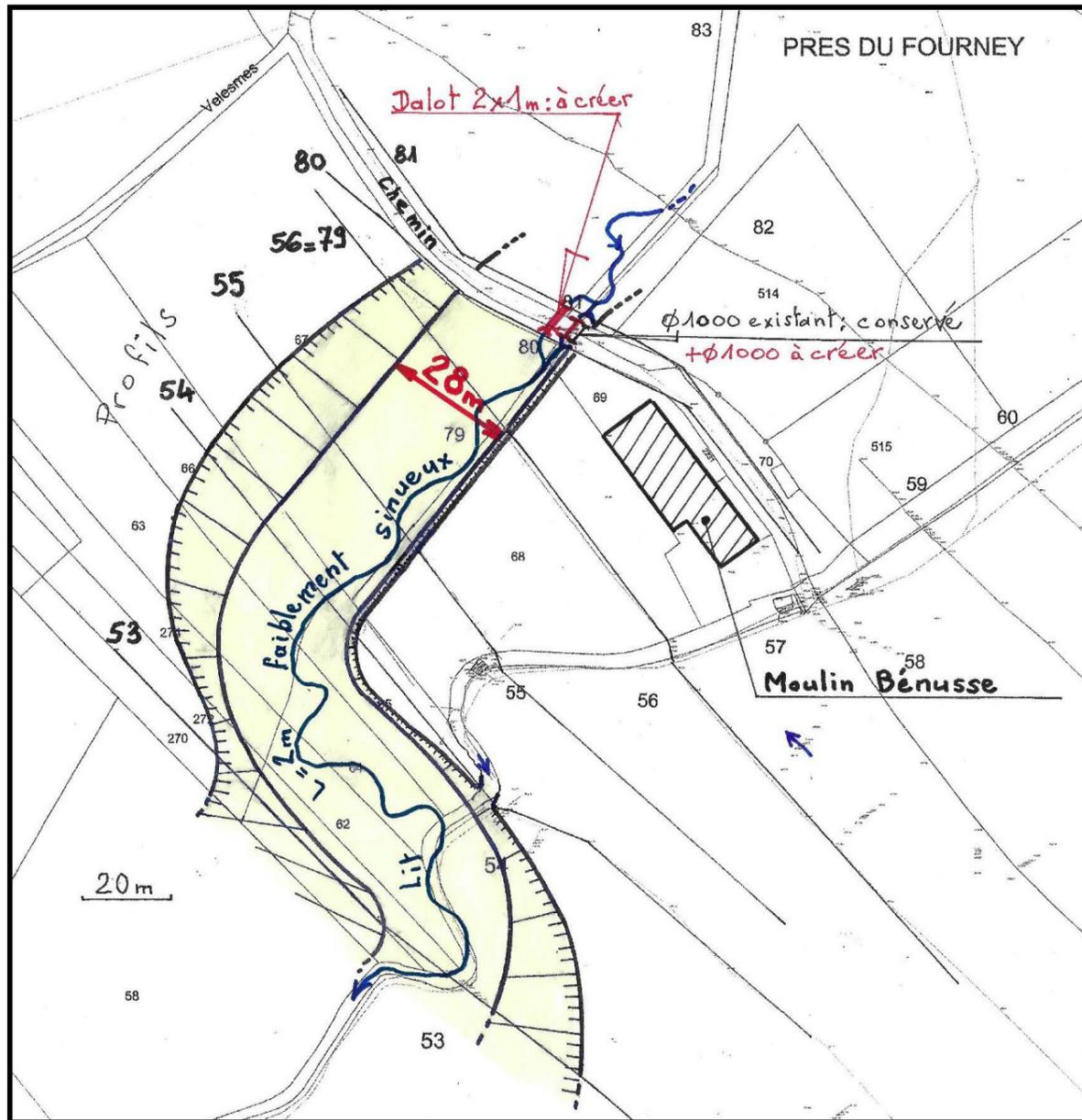
N° des profils du modèle d'écoulement	40	43	46	47	50	51	52
N° des profils de définition du projet		T 17		T 18			T 19

Tableau 7: Profils du modèle avec l'aménagement entre le chemin de la forêt et le moulin Bénusse

5-1-2-4-Environs du moulin Bénusse et son chemin d'accès :

Ce secteur est celui qui est le plus modifié, et celui où se situe le seul enjeu véritable : le moulin Bénusse. En effet, en ce qui concerne l'aménagement l'effet est double :

- De par l'aménagement des profils en travers selon les principes généraux annoncés.
- Du fait de **la modification du point de confluence entre les bras issus des deux fontaines**. Du profil 54, où se produit actuellement cette confluence, le point de confluence est reporté au profil 84 du modèle représentant le bras de rive droite. Cette modification implique une majoration des débits.



Cette situation, et cette contrainte, impose un aménagement spécifique du secteur afin de ne pas y aggraver les inondations.

Cet aménagement est décrit par la figure ci-contre :

- **Terrassement d'un chenal de 28 m de largeur** entre les profils 53 et 80.
- Création d'un **lit mineur de 2 m de largeur** et environ 0.4 m de hauteur, avec un tracé faiblement sinueux (coefficient de sinuosité inférieur à 1.15).
- Mise en place de deux nouveaux ouvrages sous le chemin d'accès au moulin (profil en long du chemin a priori inchangé) : **doublement à l'identique du Ø1000 existant, et pose d'un dalot de 2 m d'ouverture et de 1 m de hauteur** (avec un lit reconstitué à l'intérieur).

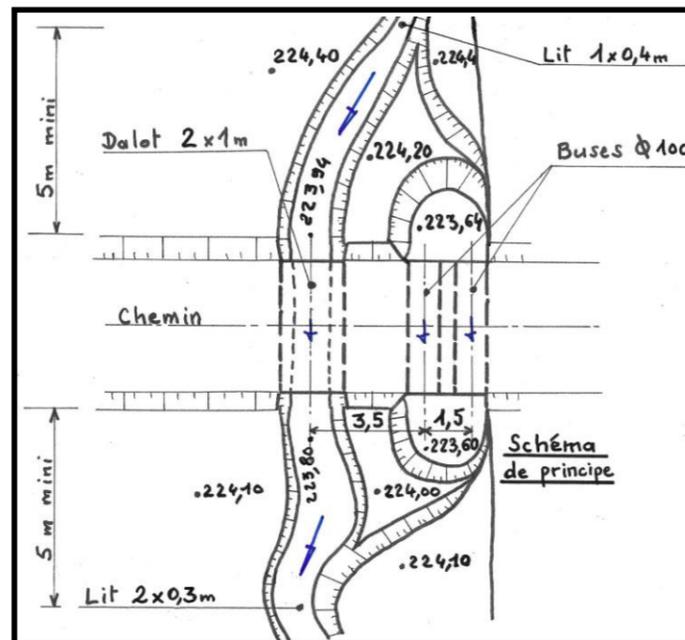


Figure 9 : Chenal à créer au moulin Bénusse

Le principe d'aménagement de ces ouvrages est fourni par la figure ci-dessous.

On a reporté en annexe 12 les profils entravers 53 à 81 avec le détail du calage des lits et des ouvrages.

Sur ce secteur la correspondance entre les profils du modèle et ceux de l'aménagement est la suivante :

- Profil 53 modèle = profil T 20 de définition du projet.
- Profil 56 (ou 79) modèle = profil T 21 de définition du projet

Figure 10 : Ouvrages sous le chemin d'accès au moulin Bénusse

5-1-2-5-Entre l'amont du moulin Bénusse et la confluence :

Sur ce secteur le projet est appliqué dans ses grands principes, notamment avec un **lit mineur sinueux de 1 m de largeur et 0.4 m de profondeur**, sur les profils 82 et 83. Au profil 84 les deux bras sont distincts avec un lit mineur de 0.5 m de largeur et 0.3 m de hauteur sur chacun.

Cependant, des modifications ayant été apportées au modelé de la vallée, les profils concernés sont reportés en annexe 13.

Les profils encore utilisés sont fournis dans le tableau suivant ainsi que les profils généraux de définition du projet correspondants :

N° des profils du modèle d'écoulement	82	83	84
N° des profils de définition du projet	T 23	T24	T 25

Tableau 8: Profils du modèle avec l'aménagement, entre l'amont du moulin Bénusse et la confluence

5-1-2-6-Entre la confluence et la Fontaine de la Mignonne :

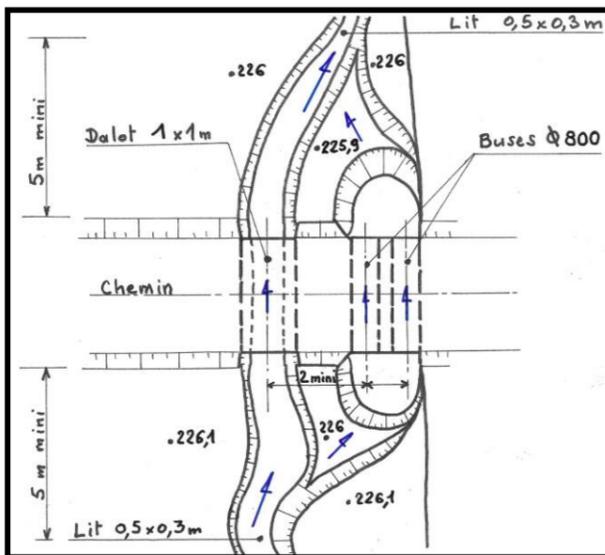
Sur ce secteur le projet est appliqué dans ses grands principes, notamment avec un **lit mineur sinueux de 0.5 m de largeur et 0.3 m de profondeur**.

Du fait de la suppression du bief, et du déplacement du lit mineur sur le thalweg, les profils 87 à 91 n'existent plus.

Les profils encore utilisés sont fournis dans le tableau suivant ainsi que les profils généraux de définition du projet correspondants :

N° des profils du modèle d'écoulement	85	86	92	93	94	95	96	97	98	99
N° des profils de définition du projet				T 26		T 27		T28		

Tableau 9: Profils du modèle avec l'aménagement, entre la confluence et la Fontaine de la Mignonne



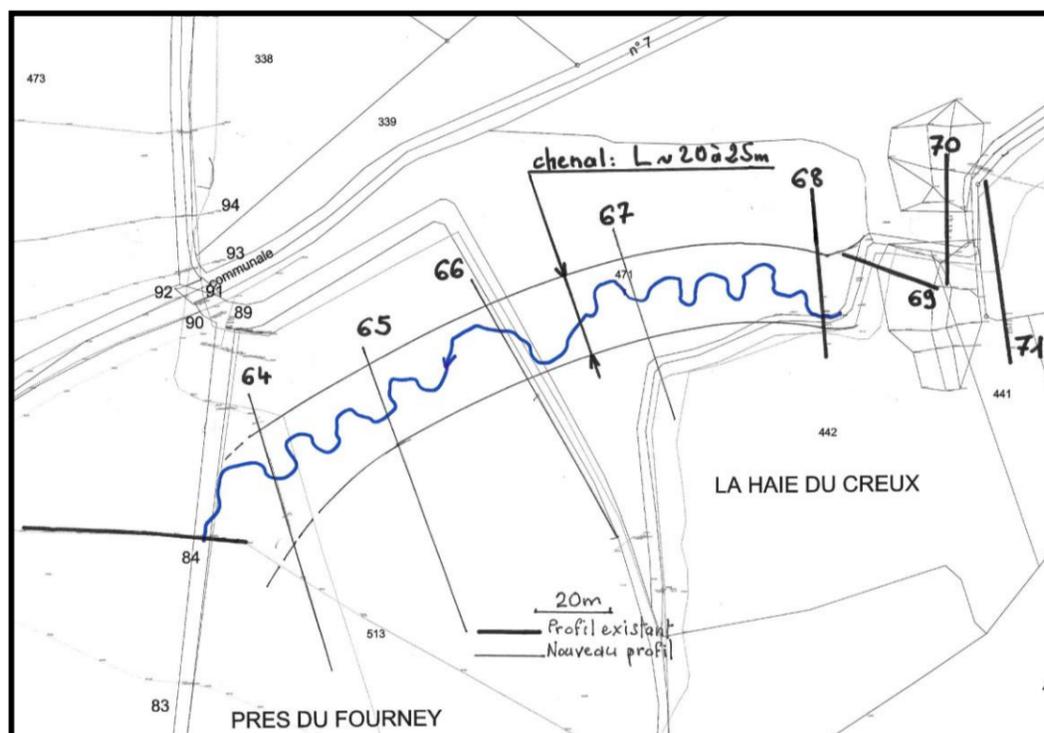
Sous le chemin situé entre les profils 85 et 86, les deux buses $\varnothing 800$ sont conservées et accompagnées d'un **nouveau dalot de 1 m d'ouverture** et 1 m de hauteur (avec lit reconstitué à l'intérieur). La figure ci-contre fournit l'implantation schématique de ces ouvrages. Le calage du dalot a nécessité de modifier les profils en aval du chemin. Ces profils, et ceux voisins du chemin, sont reportés en annexe 14.

Figure 11 : Ouvrages sous le chemin entre les profils 85 et 86

5-1-2-7-Entre la confluence et la Fontaine Bénusse :

Sur ce secteur le projet est appliqué dans ses grands principes, notamment avec un lit mineur sinueux de 0.5 m de largeur et 0.3 m de profondeur.

Du fait de la suppression du bief aval, et du déplacement du point de confluence, les profils du modèle actuels en aval du profil 68 n'existent plus. En l'absence de données topographiques une liaison théorique a été réalisée entre le profil 84 du modèle général et le profil 68 du modèle décrivant le bras de la Fontaine Bénusse : cette liaison est constituée de **4 nouveaux profils numérotés 64 à 67**. Leur implantation est fournie par la figure ci-dessous et leur dessin par l'annexe 15. A priori la réalisation d'un **chenal de 20 à 25 m de largeur** permet de canaliser une crue centennale.



Les profils encore utilisés sont fournis dans le tableau suivant ainsi que les profils généraux de définition du projet correspondants :

N° des profils du modèle d'écoulement	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
N° des profils de définition du projet					T 29		T 30		T 31		T 32		T 33	T 34

Tableau 10: Profils du modèle avec l'aménagement, entre la confluence et la Fontaine Bénusse

Figure 12 : Aménagement en aval du bras de la Fontaine Bénusse

5-2-Calcul des lignes d'eau :

Le modèle ainsi modifié a été exploité pour déterminer les conditions d'écoulement futures. Les calculs ont été réalisés pour tous les débits pris en compte lors de la simulation des lignes d'eau actuelles.

Le tableau pages suivantes fournit, pour chaque profil, les niveaux d'eau après aménagement.

Profil	Etiage	Module	Crue biennale	Crue quinquennale	Crue décennale	Crue centennale
1	217.18	217.18	218.00	218.00	218.00	218.00
2	217.18	217.18	218.03	218.07	218.00	218.32
3	217.51	217.56	218.14	218.25	218.31	218.59
4	217.67	217.82	218.33	218.45	218.51	218.76
5	217.86	217.96	218.50	218.61	218.67	218.92
6	217.94	218.13	218.65	218.75	218.79	219.01
7	218.06	218.26	218.80	218.68	218.92	219.13
8	218.17	218.45	218.92	219.00	219.03	219.22
9	218.32	218.67	219.02	219.10	219.13	219.32
10	218.43	218.81	219.20	219.29	219.34	219.53
11	218.69	219.06	219.45	219.55	219.59	219.78
12	219.27	219.63	219.96	220.05	220.09	220.29
13	219.51	219.91	220.30	220.39	220.43	220.63
14	219.60	219.92	220.35	220.45	220.49	220.70
15	219.69	219.90	220.36	220.46	220.51	220.73
16	219.77	220.15	220.49	220.57	220.61	220.81
18	219.94	220.37	220.65	220.74	220.80	220.99
19	220.15	220.52	220.94	221.02	221.05	221.21
20	220.37	220.77	221.09	221.17	221.21	221.38
21	220.51	220.90	221.22	221.29	221.32	221.48
26	221.02	221.25	221.55	221.61	221.63	221.76
30	221.40	221.75	221.96	222.00	222.03	222.13
31	221.59	221.96	222.22	222.28	222.31	222.46

Tableau 11: Niveaux d'eau dans l'état aménagé- Aval (1/2)

Profil	Etiage	Module	Crue biennale	Crue quinquennale	Crue décennale	Crue centennale
32	221.99	222.33	222.58	222.63	222.66	222.80
34.1	222.16	222.50	222.75	222.82	222.65	223.00
35	222.27	222.54	222.79	222.86	222.90	223.06
36	222.37	222.67	222.91	222.98	223.02	223.19
37	222.41	222.82	223.07	223.13	223.17	223.33
38	222.55	222.97	223.28	223.35	223.39	223.57
38.3	222.62	223.00	223.32	223.40	223.44	223.63
38.4	222.62	223.00	223.43	223.47	223.50	223.67
40	222.71	223.05	223.47	223.54	223.57	223.76
43	222.95	223.34	223.69	223.77	223.81	224.01
46	223.01	223.39	223.74	223.82	223.86	224.07
47	223.10	223.50	223.79	223.87	223.91	224.11
50	223.23	223.61	223.84	223.91	223.95	224.15
51	223.41	223.73	223.90	223.96	224.00	224.18
52	223.66	223.92	224.04	224.08	224.10	224.24
53	223.68	223.97	224.20	224.25	224.27	224.38
54	223.68	223.98	224.26	224.32	224.35	224.47
55	223.71	224.01	224.35	224.42	224.46	224.60
56 (= 79)	223.75	224.04	224.38	224.46	224.50	224.65

Tableau 11: Niveaux d'eau dans l'état aménagé- Aval (2/2)

Profil	Etiage	Module	Crue biennale	Crue quinquennale	Crue décennale	Crue centennale
79	223.75	224.04	224.38	224.46	224.50	224.65
80	223.74	224.04	224.41	224.49	224.54	224.69
81	223.77	224.04	224.52	224.69	224.80	225.01
82	224.43	224.55	224.92	224.95	224.96	225.06
83	225.05	225.36	225.61	225.67	225.70	225.81
84	225.53	225.78	225.97	226.02	226.05	226.17
85	225.74	225.95	226.17	226.24	226.28	226.42
86	225.78	225.95	226.40	226.58	226.68	226.97
92	225.83	225.96	226.40	226.58	226.68	226.97
93	225.97	226.28	226.50	226.61	226.70	226.98
94	226.07	226.39	226.66	226.72	226.76	227.00
95	226.29	226.57	226.83	226.88	226.91	227.08
96	226.56	226.83	227.02	227.07	227.09	227.20
97	226.80	227.09	227.28	227.32	227.34	227.44
98	226.85	227.12	227.34	227.37	227.39	227.49
99	227.19	227.27	227.51	227.57	227.60	227.72

Tableau 12: Niveaux d'eau dans l'état aménagé- Amont rive droite- Fontaine de la Mignonne

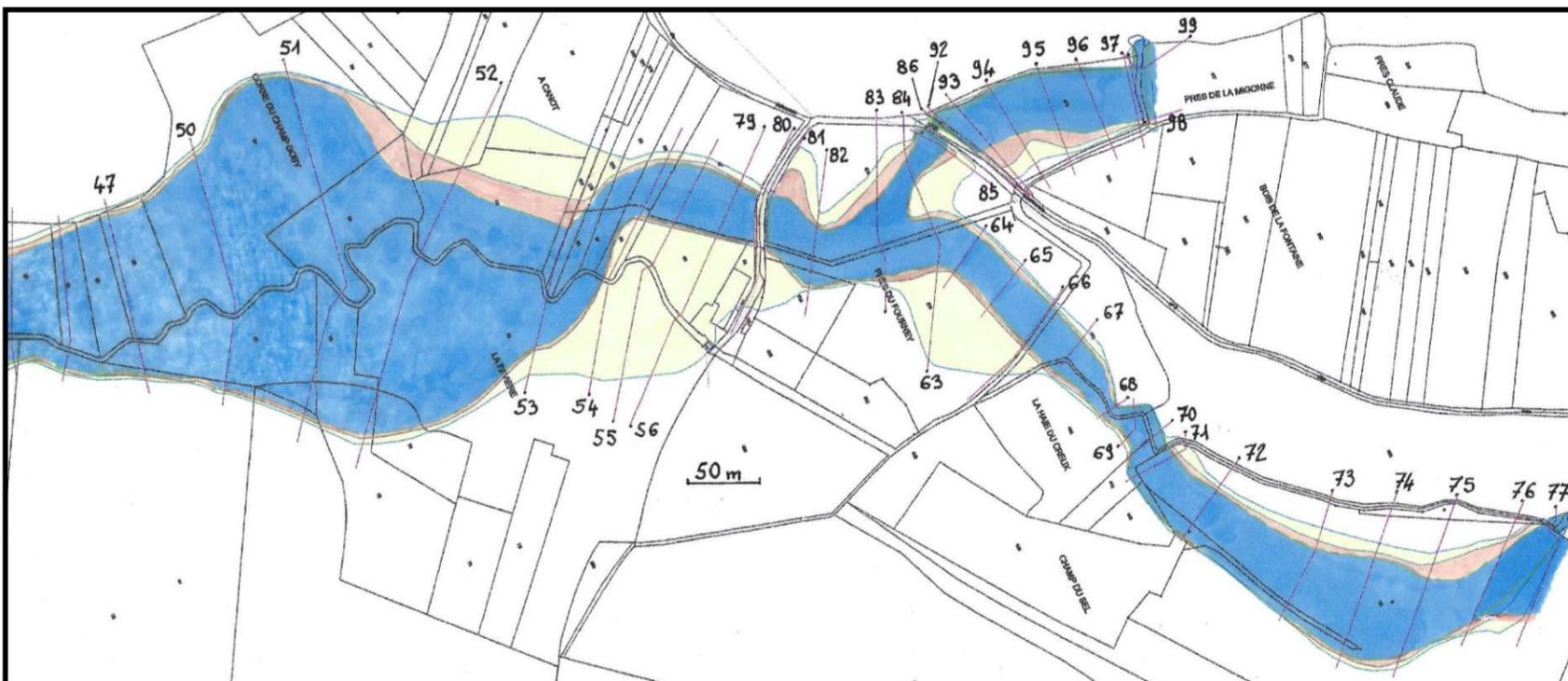
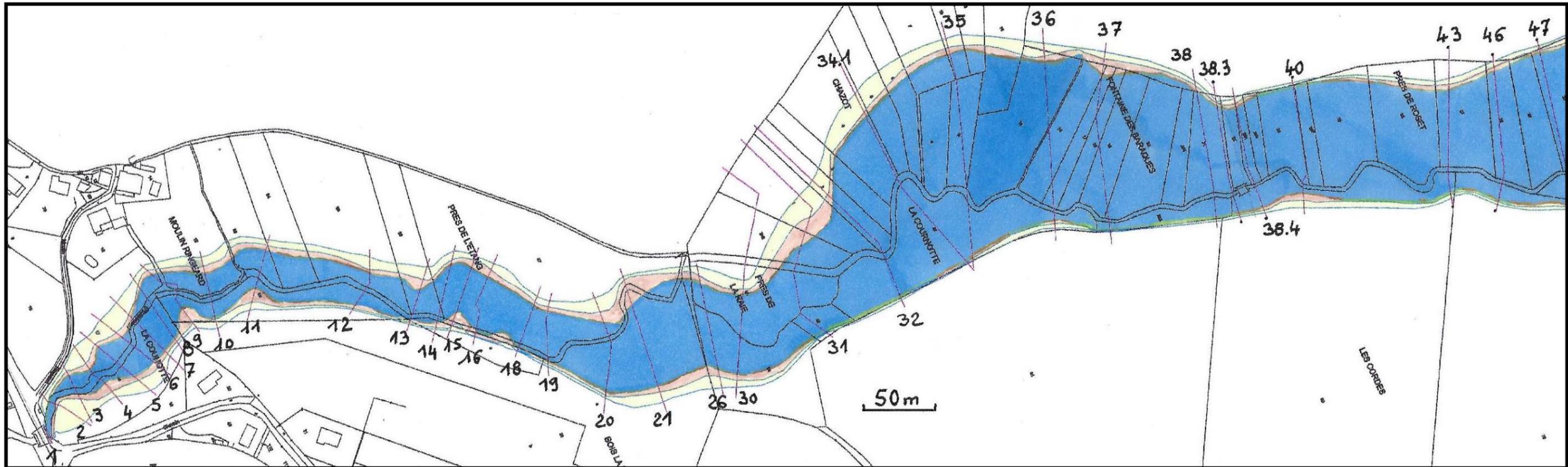
Profil	Etiage	Module	Crue biennale	Crue quinquennale	Crue décennale	Crue centennale
63 (= 84)	225.53	255.78	225.97	226.02	226.05	226.17
64	225.69	225.93	226.17	226.24	226.27	226.40
65	225.85	226.11	226.29	226.36	226.39	226.56
66	226.08	226.33	226.53	226.59	226.62	226.78
67	226.26	226.51	226.71	226.77	226.80	226.97
68	226.65	226.92	227.22	227.28	227.32	227.47
69	226.84	227.09	227.45	227.53	227.57	227.75
70	227.06	227.33	227.65	227.72	227.76	227.93
71	227.29	227.53	227.88	227.93	227.96	228.08
72	227.59	227.87	228.13	228.18	228.20	228.31
73	227.71	227.99	228.29	228.35	228.38	228.51
74	227.83	228.08	228.37	228.43	228.45	228.59
75	228.11	228.37	228.54	228.57	228.59	228.69
76	228.82	229.00	229.28	229.31	229.32	229.34
77	229.45	229.65	229.80	229.84	229.86	229.98

Tableau 13: Niveaux d'eau dans l'état aménagé- Amont rive gauche-Fontaine Bénusse

On a reporté en annexe :

- 16 : Les lignes d'eau.
- 17 : Les profils en travers de l'aval du moulin Bénusse
- 18 : Les profils en travers de l'amont-bras de la Fontaine de la Mignonne
- 19 : Les profils en travers de l'amont-bras de la Fontaine Bénusse

Enfin les **zones inondables futures**, relatives aux temps de retour 2, 10 et 100 ans, sont reportées sur la figure page suivante. La comparaison des zones inondables, actuelles et futures, pour chaque temps de retour est effectuée au chapitre suivant.



Zone inondable	
	T = 2 ans
	T = 10 ans
	T = 100 ans

Figure 13 : Zones inondables après aménagement

6-Incidences sur les niveaux d'eau et sur les zones inondables :

6-1-Incidences sur les niveaux d'eau :

Les tableaux pages suivantes récapitulent les niveaux calculés en chaque profil dans les deux états, actuel et aménagé. On en déduit l'écart entre ces niveaux et donc les incidences de l'aménagement sur les niveaux : exhaussement ou abaissement. Les exhaussements (en cm) de la ligne d'eau obtenus sont variables, mais ils décroissent globalement avec le temps de retour de la crue. Ainsi leurs valeurs moyennes par tronçons sont les suivantes :

Tronçon concerné			Type de débit ou temps de retour de la crue						Commentaires
Désignation	Profils concernés		Etiage	Module	2	5	10	100	
Aval du seuil du bief du moulin Ringard	3 à 21	Exhaussement moyen (cm)	+63	+78	+37	+28	+26	+16	Décroissance logique selon le temps de retour de la crue
Au droit et en amont du seuil précédent	26 à 34.1		-5	+14	-18	-25	-29	-11	Résultats influencés par la suppression du seuil et le déplacement du lit en fond de thalweg
Dans la forêt en aval et en amont du chemin dit de la forêt	35 à 52		+44	+66	+11	+8	+7.5	+6	Décroissance logique selon le temps de retour de la crue
Création d'un chenal au droit de moulin Bénusse	53 à 80		+70	+86	+30	+19	+15	-2	Décroissance logique selon le temps de retour de la crue, avec une légère baisse (non-aggravation recherchée) en crue centennale
Entre les deux chemins sur le bras de la Fontaine de la Mignonne	81 à 85		+56	+64	+15	+5	+3	0	Décroissance logique selon le temps de retour de la crue
Entre le 1 ^{er} chemin en aval de la Fontaine de la Mignonne et celle-ci	92 à 99		-22	-17	+3	-1	-4	-2	Résultats influencés par la suppression du bief perché et le déplacement du lit en fond de thalweg
Aval de l'ancienne digue sur le bras de la Fontaine Bénusse	68 à 71		+17	+27	+20	+24	+22	+19	Décroissance à peu près logique selon le temps de retour de la crue et influence de la suppression de la digue
Amont de l'ancienne digue sur le bras de la Fontaine Bénusse	72 à 77		-8	+4	-32	+15	+7	+13	Résultats influencés par la suppression du bief perché et le déplacement du lit en fond de thalweg
Valeurs moyennes sur toute la zone aménagée			+33	+48	+13	+12	+9	+7	Décroissance logique selon le temps de retour de la crue

Tableau 14 : Exhaussements moyens des lignes d'eau

L'aménagement permet **d'exhausser d'une cinquantaine de cm les niveaux des débits ordinaires** (module), ce qui est l'objectif recherché.

En crue les exhaussements moyens sont de l'ordre du dm, mais le tableau montre qu'il existe une **forte variabilité selon les tronçons**, en raison de la diversité des situations.

Profil	Etiage			Module			Crue biennale			Crue quinquennale			Crue décennale			Crue centennale		
	Niveau actuel	Niveau futur	Ecart (cm)	Niveau actuel	Niveau futur	Ecart (cm)	Niveau actuel	Niveau futur	Ecart (cm)	Niveau actuel	Niveau futur	Ecart (cm)	Niveau actuel	Niveau futur	Ecart (cm)	Niveau actuel	Niveau futur	Ecart (cm)
1	217.18	217.18	0	217.18	217.18	0	218.00	218.00	0	218.00	218.00	0	218.00	218.00	0	218.20	218.00	0
2	217.18	217.18	0	217.18	217.18	0	218.03	218.03	0	218.06	218.07	+1	218.08	218.10	+2	218.38	218.32	-6
3	217.18	217.51	+33	217.19	217.56	+37	218.07	218.14	+7	218.14	218.25	+11	218.18	218.31	+13	218.52	218.59	+7
4	217.18	217.67	+49	217.19	217.82	+63	218.11	218.33	+22	218.21	218.45	+24	218.27	218.51	+24	218.61	218.76	+15
5	217.18	217.86	+68	217.20	217.96	+76	218.14	218.50	+36	218.26	218.61	+35	218.33	218.67	+34	218.71	218.92	+21
6	217.18	217.94	+76	217.25	218.13	+88	218.24	218.65	+41	218.41	218.75	+34	218.50	218.79	+29	218.85	219.01	+16
7	217.18	218.06	+88	217.30	218.26	+96	218.36	218.80	+44	218.57	218.68	+11	218.67	218.92	+25	218.99	219.13	+14
8	217.36	218.17	+81	217.47	218.45	+98	218.46	218.92	+46	218.70	219.00	+30	218.80	219.03	+23	219.13	219.22	+9
9	217.39	218.32	+93	217.63	218.67	+104	218.57	219.02	+45	218.85	219.10	+25	218.95	219.13	+18	219.30	219.32	+2
10	217.52	218.43	+104	217.73	218.81	+108	218.68	219.20	+52	218.97	219.29	+32	219.06	219.34	+28	219.40	219.53	+13
11	217.83	218.69	+86	217.98	219.06	+108	218.84	219.45	+61	219.12	219.55	+43	219.21	219.59	+38	219.55	219.78	+23
12	218.65	219.27	+62	218.76	219.63	+87	219.39	219.96	+57	219.63	220.05	+42	219.72	220.09	+37	220.04	220.29	+25
13	219.11	219.51	+40	219.30	219.91	+61	219.80	220.30	+50	219.97	220.39	+42	220.04	220.43	+39	220.33	220.63	+30
14	219.11	219.60	+49	219.33	219.92	+59	219.94	220.35	+41	220.10	220.45	+35	220.18	220.49	+31	220.48	220.70	+22
15	219.11	219.69	+58	219.33	219.90	+57	219.99	220.36	+37	220.15	220.46	+31	220.22	220.51	+29	220.50	220.73	+23
16	219.11	219.77	+66	219.37	220.15	+78	220.15	220.49	+34	220.31	220.57	+26	220.37	220.61	+24	220.64	220.81	+17
18	219.78	219.94	+16	219.88	220.37	+49	220.48	220.65	+17	220.62	220.74	+12	220.68	220.80	+12	220.88	220.99	+11
19	219.79	220.15	+36	219.94	220.52	+58	220.66	220.94	+28	220.81	221.02	+21	220.87	221.05	+18	221.07	221.21	+14
20	219.79	220.37	+58	219.98	220.77	+79	220.84	221.09	+25	220.97	221.17	+20	221.02	221.21	+19	221.23	221.38	+15
21	219.79	220.51	+72	220.00	220.90	+90	220.93	221.22	+29	221.06	221.29	+23	221.12	221.32	+20	221.33	221.48	+15
26	220.39	221.02	+63	220.64	221.25	+61	221.46	221.55	+9	221.59	221.61	+2	221.64	221.63	-1	221.82	221.76	-6

Tableau 15: incidences de l'aménagement sur les niveaux d'eau-aval du moulin Bénusse (1/2)

Profil	Etiage			Module			Crue biennale			Crue quinquennale			Crue décennale			Crue centennale		
	Niveau actuel	Niveau futur	Ecart (cm)	Niveau actuel	Niveau futur	Ecart (cm)	Niveau actuel	Niveau futur	Ecart (cm)	Niveau actuel	Niveau futur	Ecart (cm)	Niveau actuel	Niveau futur	Ecart (cm)	Niveau actuel	Niveau futur	Ecart (cm)
30	222.01	221.40	-61	222.10	221.75	-35	222.59	221.96	-63	222.72	222.00	-72	222.79	222.03	-76	222.18	222.13	-5
31	222.01	221.59	-42	222.10	221.96	-14	222.59	222.22	-37	222.73	222.28	-45	222.80	222.31	-49	222.34	222.46	+12
32	222.01	221.99	-02	222.10	222.33	+23	222.60	222.58	-2	222.74	222.63	-11	222.81	222.66	-15	223.17	222.80	-37
34.1	222.01	222.16	+15	222.13	222.50	+37	222.72	222.75	+3	222.81	222.82	+1	222.87	222.85	-2	223.19	223.00	-19
35	222.01	222.27	+26	222.13	222.54	+41	222.74	222.79	+5	222.84	222.86	+2	222.89	222.90	+1	223.21	223.06	-15
36	222.01	222.37	+36	222.14	222.67	+53	222.77	222.91	+14	222.86	222.98	+12	222.91	223.02	+11	223.22	223.19	-3
37	222.01	222.41	+40	222.15	222.82	+67	222.88	223.07	+19	222.97	223.13	+16	223.02	223.17	+15	223.26	223.33	+7
38	222.01	222.55	+54	222.16	222.97	+81	222.97	223.28	+31	223.07	223.35	+28	223.12	223.39	+27	223.34	223.57	+23
38.4	222.22	222.62	+40	222.42	223.00	+58	223.54	223.43	-11	223.62	223.47	-15	223.64	223.50	-14	223.69	223.67	-2
40	222.23	222.71	+48	222.46	223.05	+59	223.57	223.47	-10	223.66	223.54	-12	223.69	223.57	-12	223.81	223.76	-5
43	222.65	222.95	+30	222.76	223.34	+58	223.61	223.69	+8	223.71	223.77	+6	223.74	223.81	+7	223.90	224.01	+11
46	222.77	223.01	+24	222.86	223.39	+53	223.65	223.74	+9	223.74	223.82	+8	223.78	223.86	+8	223.95	224.07	+12
47	222.77	223.10	+33	222.87	223.50	+63	223.67	223.79	+12	223.77	223.87	+10	223.80	223.91	+11	223.98	224.11	+13
50	222.77	223.23	+46	222.87	223.61	+74	223.70	223.84	+14	223.79	223.91	+12	223.83	223.95	+12	224.02	224.15	+13
51	222.77	223.41	+64	222.88	223.73	+85	223.76	223.90	+14	223.86	223.96	+10	223.90	224.00	+10	224.07	224.18	+11
52	222.77	223.66	+89	222.89	223.92	+103	223.81	224.04	+23	223.92	224.08	+16	223.96	224.10	+14	224.13	224.24	+11
53	222.85	223.68	+83	222.94	223.97	+103	223.88	224.20	+32	224.01	224.25	+24	224.07	224.27	+20	224.25	224.38	+13
54	222.87	223.68	+81	222.99	223.98	+99	223.93	224.26	+33	224.09	224.32	+23	224.16	224.35	+19	224.45	224.47	+2
55	222.87	223.71	+84	223.03	224.01	+98	223.98	224.35	+37	224.16	224.42	+26	224.25	224.46	+21	224.58	224.60	+2
56	222.95	223.75	+80	223.08	224.04	+96	224.06	224.38	+32	224.27	224.46	+19	224.36	224.50	+14	224.65	224.65	0

Tableau 15: incidences de l'aménagement sur les niveaux d'eau-aval du moulin Bénusse (2/2)

Profil	Etiage			Module			Crue biennale			Crue quinquennale			Crue décennale			Crue centennale		
	Niveau actuel	Niveau futur	Ecart (cm)	Niveau actuel	Niveau futur	Ecart (cm)	Niveau actuel	Niveau futur	Ecart (cm)	Niveau actuel	Niveau futur	Ecart (cm)	Niveau actuel	Niveau futur	Ecart (cm)	Niveau actuel	Niveau futur	Ecart (cm)
80	223.53	223.74	+21	223.69	224.04	+35	224.24	224.41	+17	224.45	224.49	+4	224.52	224.54	+2	224.95	224.69	-26
81	223.69	223.77	+8	223.88	224.04	+16	224.78	224.52	-26	224.88	224.69	-19	224.95	224.80	-15	225.05	225.01	-4
82	223.73	224.43	+70	223.99	224.55	+56	224.95	224.92	-3	225.04	224.95	-9	225.07	224.96	-11	225.21	225.06	-15
83	224.43	225.05	+62	224.48	225.36	+88	225.16	225.61	+45	225.33	225.67	+34	225.40	225.70	+30	225.62	225.81	+19
84	224.76	225.53	+77	224.95	225.78	+83	225.57	225.97	+40	225.79	226.02	+23	225.88	226.05	+17	226.09	226.17	+8
85	225.10	225.74	+64	225.19	225.95	+76	225.96	226.17	+21	226.28	226.24	-4	226.33	226.28	-5	226.49	226.42	-7
86	NB : ces profils sont supprimés dans le modèle projet (ou ne sont pas représentatifs) du fait du déplacement du lit																	
87																		
88																		
89																		
90																		
91																		
92	226.68	225.83	-85	226.85	225.96	-89	226.39	226.40	+1	226.69	226.58	-11	226.84	226.68	-16	227.02	226.97	-5
93	226.68	225.97	-71	226.86	226.28	-58	226.48	226.50	+2	226.69	226.61	-8	226.84	226.70	-14	227.02	226.98	-4
94	226.68	226.07	-61	226.86	226.39	-47	226.63	226.66	+3	226.72	226.72	0	226.85	226.76	-9	227.03	227.00	-3
95	226.68	226.29	-39	226.86	226.57	-29	226.77	226.83	+6	226.82	226.88	+6	226.89	226.91	+2	227.07	227.08	+1
96	226.68	226.56	-12	226.86	226.83	-3	226.97	227.02	+5	227.02	227.07	+5	227.04	227.09	+5	227.17	227.20	+3
97	226.68	226.80	+12	226.86	227.09	+23	227.22	227.28	+6	227.27	227.32	+5	227.29	227.34	+5	227.39	227.44	+5
98	226.68	226.85	+17	226.86	227.12	+26	227.34	227.34	0	227.40	227.37	-3	227.43	227.39	-4	227.54	227.49	-5
99	226.68	227.19	+51	226.87	227.27	+40	227.53	227.51	-2	227.61	227.57	-4	227.65	227.60	-5	227.78	227.72	-6

Tableau 16: incidences de l'aménagement sur les niveaux d'eau - amont du moulin Bénusse-Bras de la Fontaine de la Mignonne

Profil	Etiage			Module			Crue biennale			Crue quinquennale			Crue décennale			Crue centennale		
	Niveau actuel	Niveau futur	Ecart (cm)	Niveau actuel	Niveau futur	Ecart (cm)	Niveau actuel	Niveau futur	Ecart (cm)	Niveau actuel	Niveau futur	Ecart (cm)	Niveau actuel	Niveau futur	Ecart (cm)	Niveau actuel	Niveau futur	Ecart (cm)
57	NB : ces profils sont supprimés dans le modèle projet (ou ne sont pas représentatifs) du fait du déplacement du lit																	
58																		
59																		
60																		
61																		
62																		
63																		
64																		
65																		
66																		
67																		
68	226.32	226.65	+33	226.36	226.92	+56	226.94	227.22	+28	227.03	227.28	+25	227.08	227.32	+24	227.28	227.47	+19
69	226.44	226.84	+40	226.55	227.09	+54	227.02	227.45	+43	227.13	227.53	+40	227.19	227.57	+38	227.43	227.75	+32
70	227.08	227.06	-2	227.11	227.33	+22	227.42	227.65	+23	227.48	227.72	+24	227.53	227.76	+23	227.72	227.93	+21
71	227.32	227.29	-3	227.51	227.53	+2	228.04	227.88	-16	227.86	227.93	+7	227.94	227.96	+2	228.04	228.08	+4
72	228.06	227.59	-47	228.09	227.87	-22	228.55	228.13	-42	227.90	228.18	+28	228.02	228.20	+18	228.17	228.31	+14
73	228.25	227.71	-54	228.39	227.99	-40	228.95	228.29	-66	228.00	228.35	+35	228.18	228.38	+20	228.35	228.51	+16
74	228.26	227.83	-43	228.42	228.08	-34	229.06	228.37	-69	228.19	228.43	+24	228.32	228.45	+13	228.44	228.59	+15
75	228.26	228.11	-15	228.44	228.37	-7	229.13	228.54	-59	228.81	228.57	-24	228.80	228.59	-21	228.56	228.69	+13
76	228.56	228.82	+26	228.60	229.00	+40	229.27	229.28	+1	229.37	229.31	-6	229.44	229.32	-12	229.26	229.34	+8
77	228.61	229.45	+84	228.76	229.65	+89	229.38	229.80	+42	229.52	229.84	+32	229.60	229.86	+26	229.84	229.98	+14

Tableau 17: incidences de l'aménagement sur les niveaux d'eau- amont du moulin Bénusse-Bras de la Fontaine Bénusse

6-2-Incidences sur les zones inondables :

6-2-1- Incidence générale :

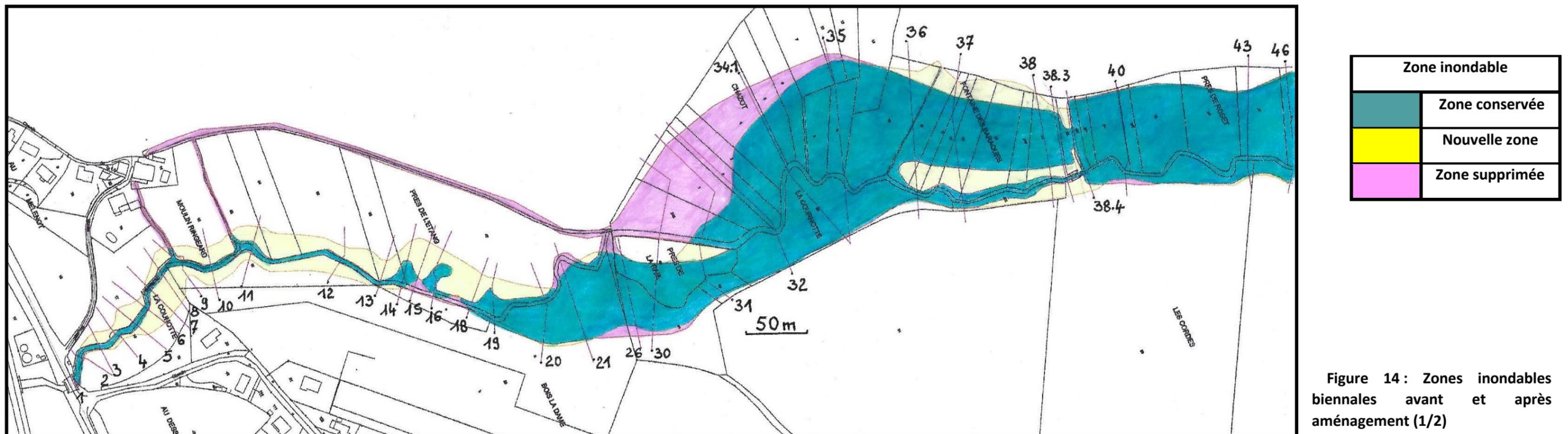
On a reporté ci-après les zones inondables, actuelles et futures, pour les temps de retour 2, 10, et 100 ans. Chaque carte comporte 2 planches. On distingue trois zones :

- Les zones inondables conservées (identiques avant et après aménagement), **en bleu-vert**.
- Les zones inondables créées par l'aménagement, **en jaune**.
- Les zones inondables supprimées du fait de l'aménagement, **en rose**.

6-2-1-1-Crue biennale :

- Planche 1 : On observe :

- Du profil 3 au profil 18 : la reconstitution d'une zone inondable.
- Du profil 26 au profil 35 : la suppression d'une zone inondable, notamment en rive droite, du fait du déplacement du lit en rive gauche de la vallée (NB : le détail de cette réduction de zone inondable est approximatif du fait de l'absence de levés topographiques détaillés sur cette zone).
- Du profil 35 au profil 38 : l'aménagement implique l'occupation totale du fond de vallée par la crue biennale.



- Planche 2 : L'aménagement permet la reconstitution d'une zone inondable notable : entre les profils 50 et 56 ; en amont du profil 74 (entre les profils 64 et 68 la zone inondable est liée au déplacement du lit).

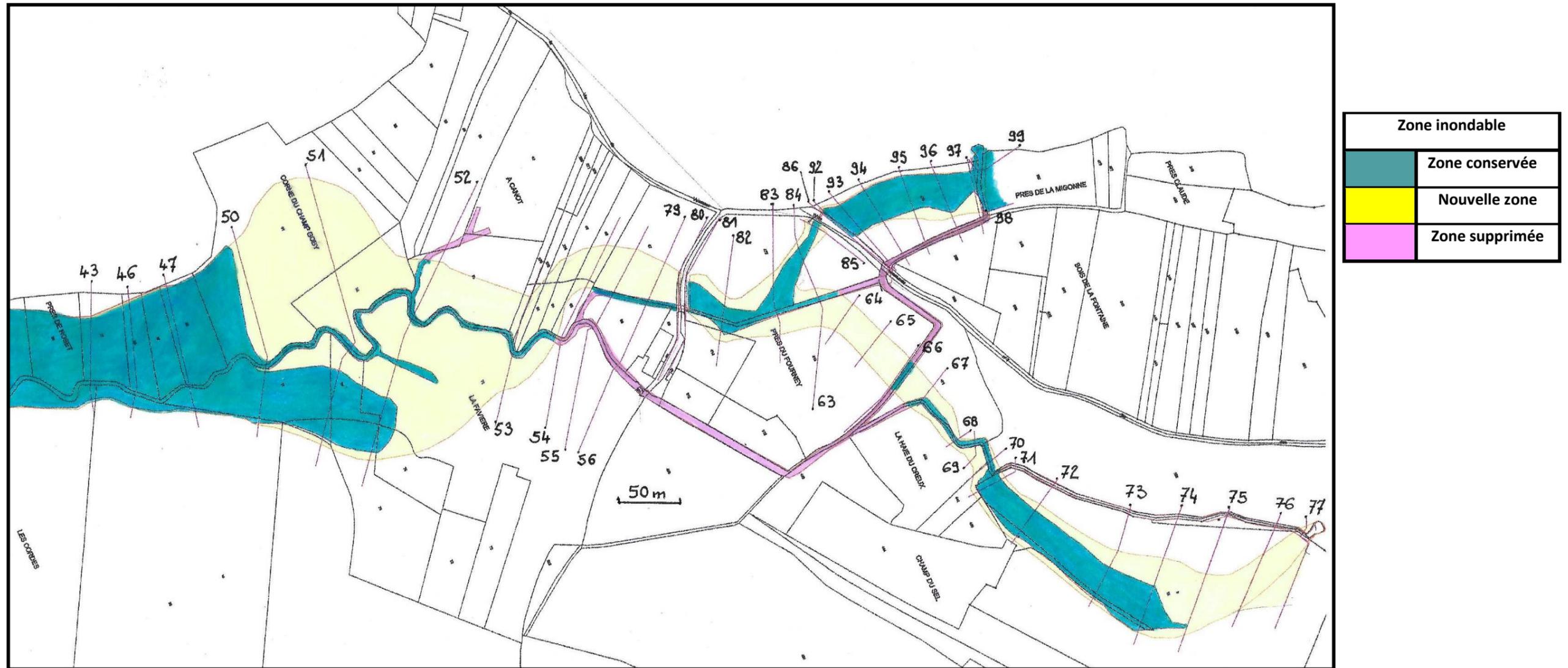


Figure 14 : Zones inondables biennales avant et après aménagement (2/2)

6-2-1-2-Crue décennale :

-Planche 1 : A un degré moindre on observe les mêmes modifications que pour la crue biennale.

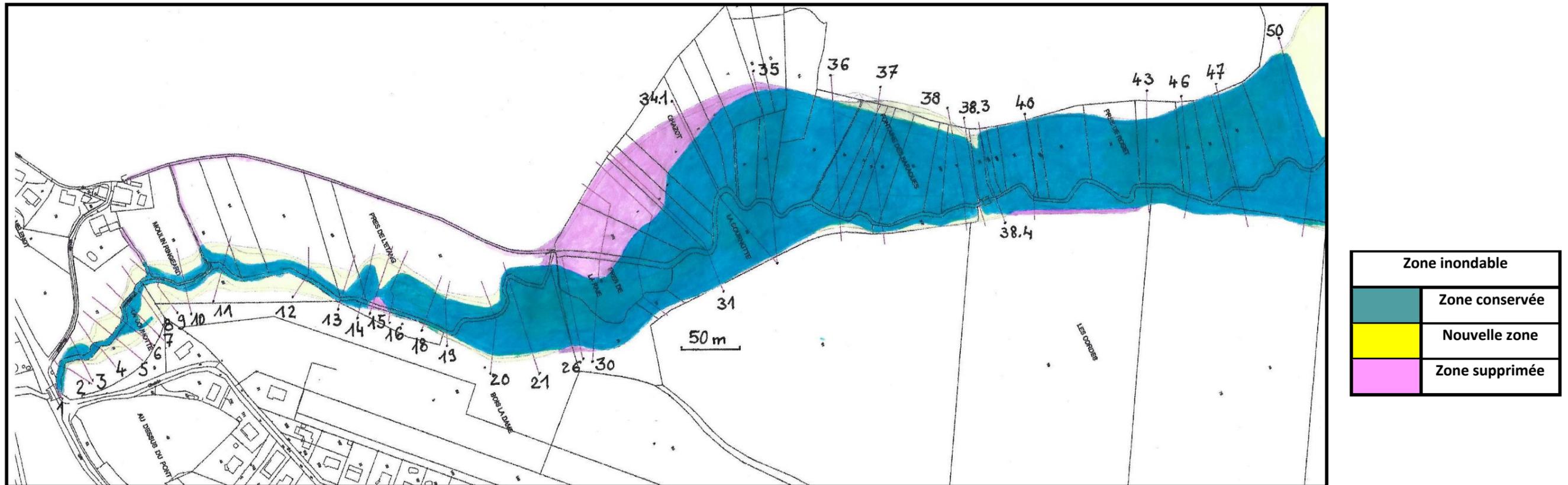


Figure 15 : Zones inondables décennales avant et après aménagement (1/2)

-Planche 2 : Comme précédemment on observe les mêmes modifications, toujours à un degré moindre, que pour la crue biennale. On note également la réduction de la zone inondable au droit du moulin Bénusse : ce point est précisé au chapitre 6-3.

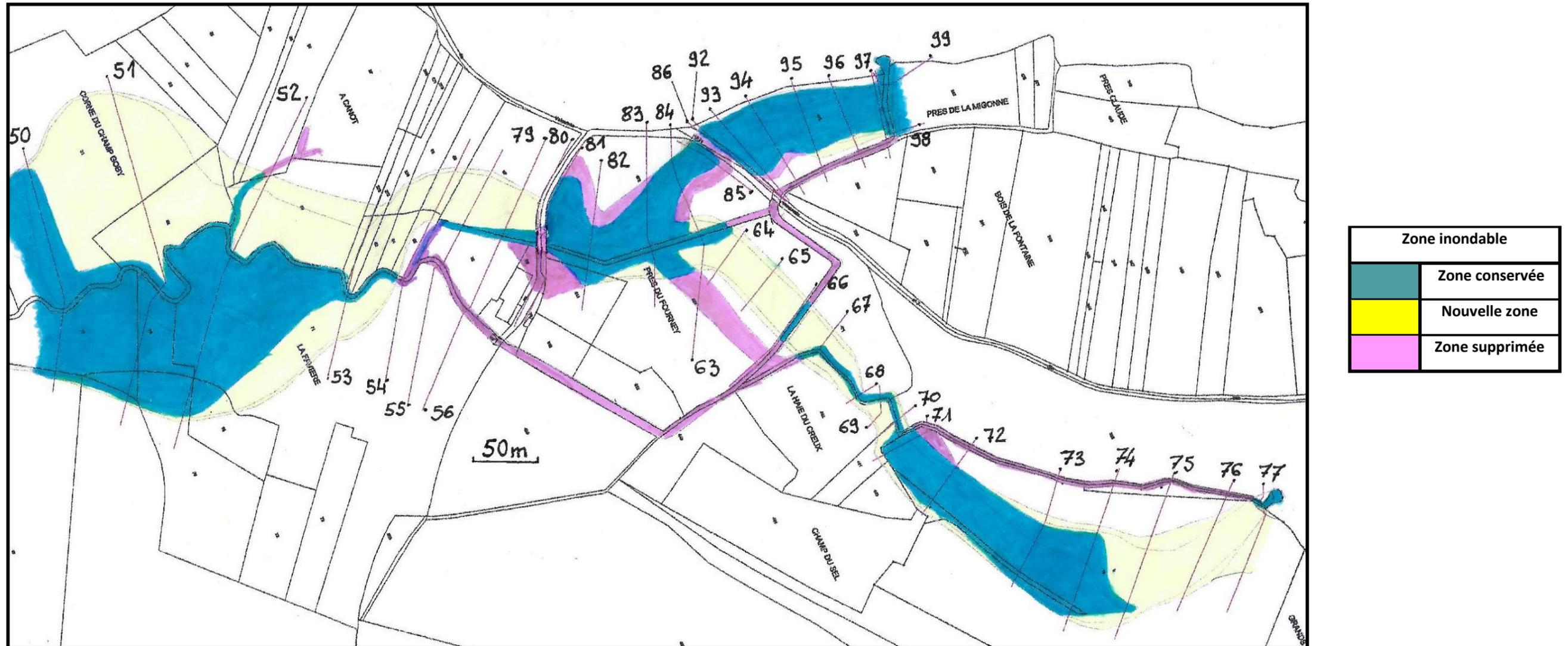
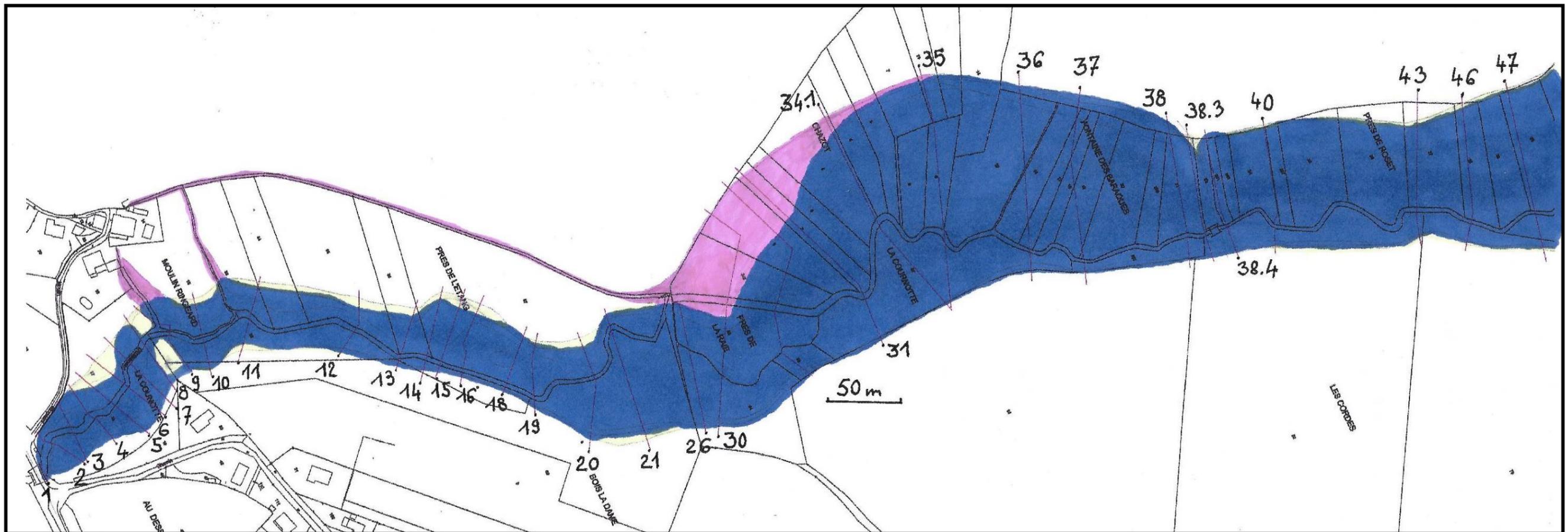


Figure 15 : Zones inondables décennales avant et après aménagement (2/2)

6-2-1-3-Crue centennale :

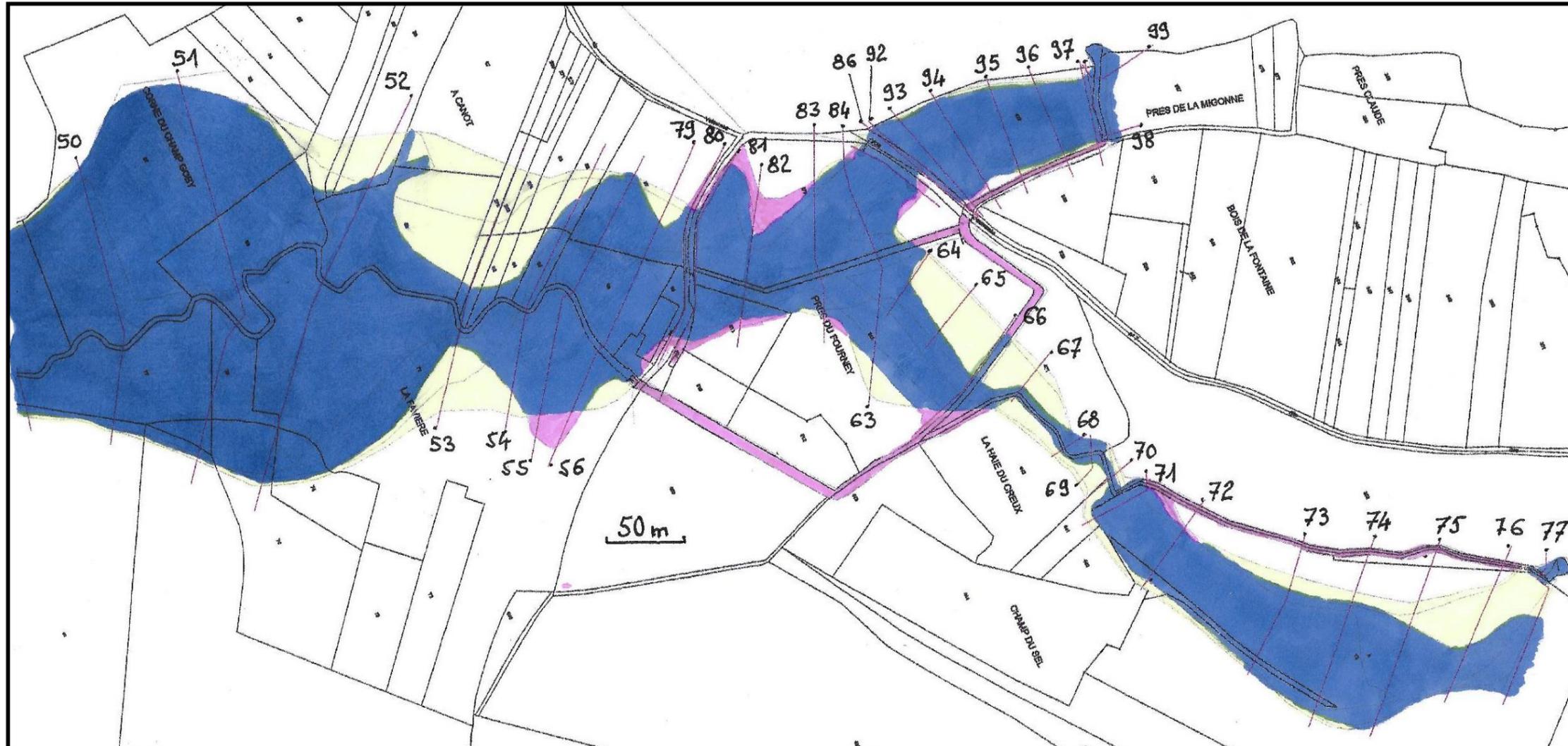
-Planche 1 : La modification de la zone inondable, du fait de l'aménagement , est minimale, à l'exception de la réduction en rive droite et en amont du profil 26.



Zone inondable	
	Zone conservée
	Nouvelle zone
	Zone supprimée

Figure 16 : Zones inondables centennales avant et après aménagement (1/2)

-Planche 2 : Les extensions de la zone inondable, du fait de l'aménagement , sont modestes et localisées : vers le profil 53 ; entre les profils 64 et 68 (déplacement du lit) ; en amont du profil 73. Les réductions au voisinage du moulin Bénusse sont également commentées au chapitre 6-3.



Zone inondable	
	Zone conservée
	Nouvelle zone
	Zone supprimée

Figure 16 : Zones inondables centennales avant et après aménagement (2/2)

6-3-Zones spécifiques :

Les modifications des zones inondables sont, classiquement, décroissantes avec le temps de retour de la crue et ne posent pas de problème particulier. Trois zones présentent un enjeu spécifique et sont, successivement, examinées ci-après : le chemin de la forêt, le moulin Bénusse et son chemin d'accès, et le chemin franchissant le bras issu de la Fontaine de la Mignonne.

6-3-1-Chemin de la forêt :

Le tableau ci-après illustre l'inondabilité du chemin en comparant, d'abord, les hauteurs d'eau de l'état actuel (point bas du chemin à la cote 223.33) et celles avec l'aménagement décrit dans les chapitres précédents (point bas du chemin à la cote 223.20). Deux autres situations variantes sont fournies :

- Variante 1 : Celle où le projet conserve le profil en long actuel du chemin, avec le nouvel ouvrage de 2 m.
- Variante 2 : Celle où le projet conserve le profil en long actuel du chemin, avec le nouvel ouvrage de 2 m, plus un ouvrage de décharge de 2 x 1 m.

Temps de retour de la crue	Etat actuel-Point bas = 223.33		Aménagement projeté-Point bas = 223.20		Variante 1-Point bas = 223.33		Variante 2-Point bas = 223.33	
	Niveau de la crue (NGF)	Hauteur d'eau (cm)	Niveau de la crue (NGF)	Hauteur d'eau (cm)	Niveau de la crue (NGF)	Hauteur d'eau (cm)	Niveau de la crue (NGF)	Hauteur d'eau (cm)
2	223.54	21	223.43	23	223.70	37	223.56	23
5	223.62	29	223.47	27	223.75	42	223.67	34
10	223.64	31	223.50	30	223.77	44	223.71	38
100	223.69	36	223.67	47	223.89	56	223.87	54

Tableau 18: incidences de l'aménagement sur la submersibilité du chemin de la forêt

Ces résultats montrent que l'aménagement projeté reconstitue bien des hauteurs d'eau équivalentes à celles existant actuellement (sauf pour la crue centennale). L'utilisation de ce chemin lors des crues notables n'étant pas recherché, on note que, pour la crue biennale, le maintien du profil en long actuel implique la création d'un deuxième ouvrage de 2 m d'ouverture pour conserver des hauteurs d'eau équivalentes aux hauteurs d'eau actuelles.

En résumé deux options sont envisageables :

- **Abaisser le chemin comme projeté**, avec la mise en place d'un **dalot de 2 m** d'ouverture.
- **Conserver le chemin** actuel, avec la mise en place de **deux dalots de 2 m** d'ouverture.

6-3-2-Moulin Bénusse et son chemin d'accès :

La figure ci-dessous fournit les zones inondables au voisinage du moulin Bénusse. La cote du **niveau de l'habitation** a été relevée à **226,34**. Le niveau des crues étant toujours inférieur à cette cote, l'inondation concerne l'environnement immédiat du moulin, et particulièrement le **chemin d'accès**, dont le **point bas** est à la cote **224,80**.

L'aménagement n'aggrave pas les inondations au droit du moulin Bénusse, mieux il les réduit significativement : **la crue décennale est abaissée de 15 cm** en amont du chemin (du fait de la mise en place de nouveaux ouvrages sous celui-ci). **Le temps de retour de la crue submergeant le chemin passe de 2 à 10 ans**. Le niveau de la crue centennale est abaissé de 4 cm (voir le tableau 19 page suivante).

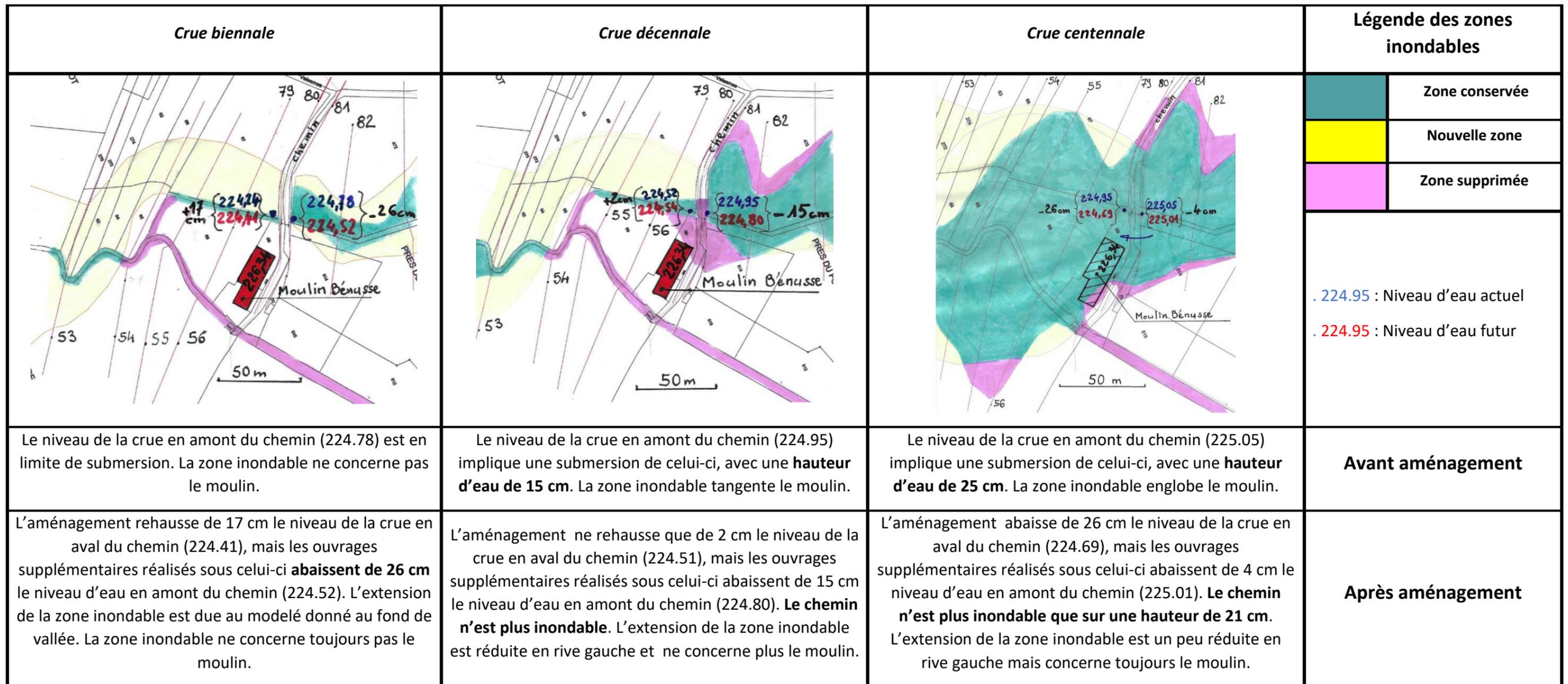


Figure 17 : Zones inondables au moulin Bénusse

Temps de retour de la crue	Etat actuel-Point bas = 224.80		Aménagement projeté-Point bas = 224.80	
	Niveau de la crue (NGF)	Hauteur d'eau (cm)	Niveau de la crue (NGF)	Hauteur d'eau (cm)
2	224.78	Chemin non submergé	224.52	Chemin non submergé
5	224.88	8	224.69	
10	224.95	15	224.80	
100	225.05	25	225.01	21

Tableau 19: incidences de l'aménagement sur la submersibilité du chemin d'accès au moulin Bénusse

6-3-3-Chemin sur le bras de la Fontaine de la Mignonne :

Le tableau ci-après illustre l'inondabilité du chemin en comparant les hauteurs d'eau de l'état actuel (point bas du chemin à la cote 226.79) et celles avec l'aménagement (mise en place d'un dalot supplémentaire de 1 x1 m).

Temps de retour de la crue	Etat actuel-Point bas = 226.79		Aménagement projeté-Point bas = 226.79	
	Niveau de la crue (NGF)	Hauteur d'eau (cm)	Niveau de la crue (NGF)	Hauteur d'eau (cm)
2	226.39	Chemin non submergé	226.40	Chemin non submergé
5	226.69		226.58	
10	226.84		5	
100	227.02	23	226.97	18

Tableau 20: incidences de l'aménagement sur la submersibilité du chemin sur le bras de la Fontaine de la Mignonne

Ces résultats montrent que **l'aménagement projeté diminue la submersion du chemin** : le temps de retour de la crue le submergeant passe de moins de 10 ans à nettement plus de 10 ans, et la hauteur d'eau en crue centennale est réduite de 5 cm.

7- Conclusion générale :

L'aménagement projeté permet de **rehausser les niveaux ordinaires** tout en limitant les exhaussements lors des grandes crues, décennale et centennale notamment.

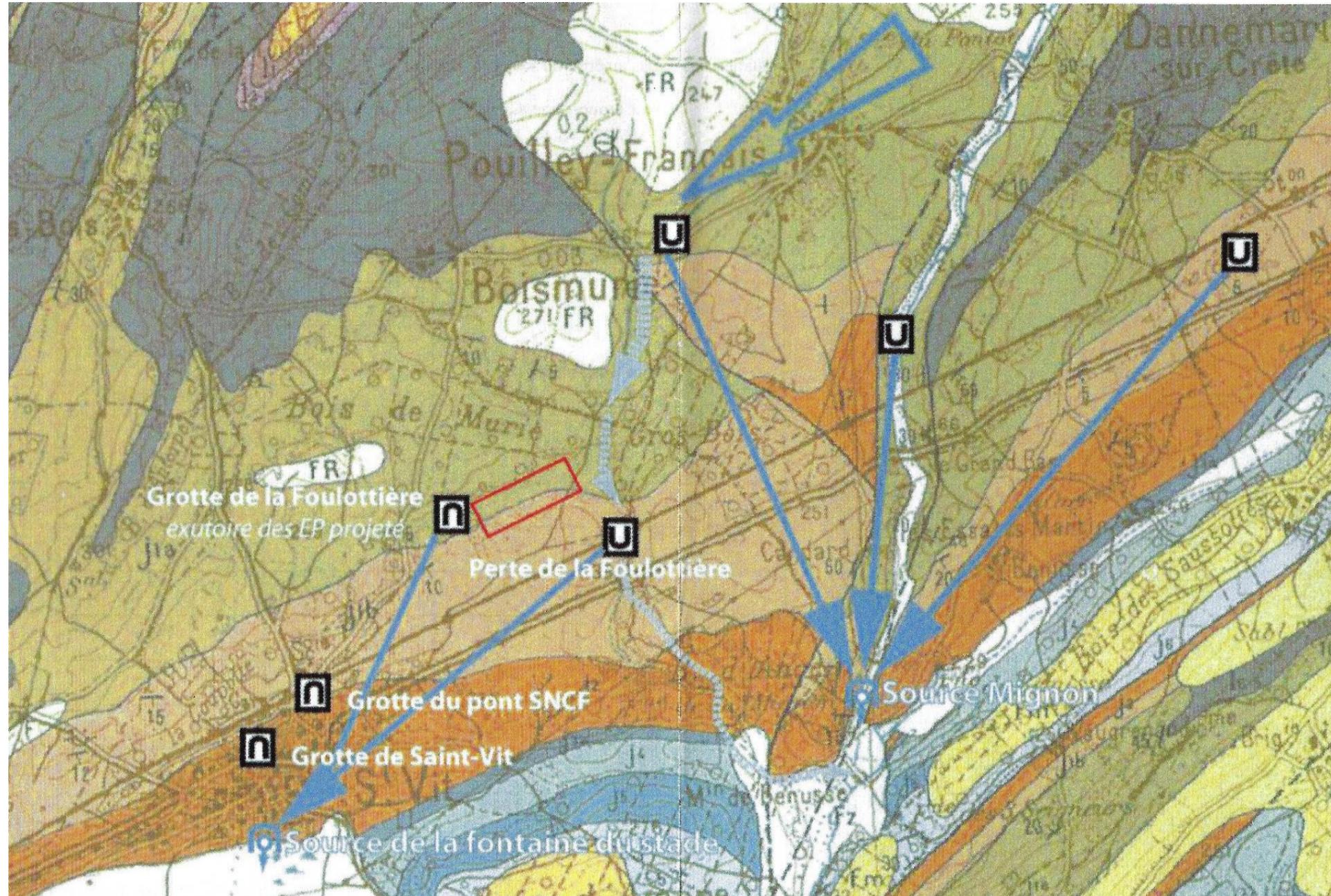
En particulier il n'y a pas d'aggravation, mais une **amélioration, au droit du seul lieu habité concerné par les inondations** : le moulin Bénusse et son chemin d'accès. Pour atteindre ce résultat il convient de respecter les préconisations proposées : **création d'un chenal de 28 m** de largeur, et mise en place de **nouveaux ouvrages** sous le chemin.

La **submersibilité des autres chemins** est soit, **conservée** (chemin de la forêt), soit **diminuée** (chemin sur le bras de la Fontaine de la Mignonne).

8-Annexes :

1-Extraits d'études hydrogéologiques	44
2-Stations de jaugeage (banque Hydro).....	46
3-Photographies des ouvrages.....	48
4-Zones inondables du Doubs (PPRI de mars 2008)	52
5-Ligne d'eau actuelle : étiage	53
6-Ligne d'eau actuelle : module	56
7-Ligne d'eau actuelle : crue biennale	59
8-Ligne d'eau actuelle : crue quinquennale	62
9-Ligne d'eau actuelle : crue décennale	65
10-Ligne d'eau actuelle : crue centennale	68
11- Aménagement du chemin de la forêt.....	71
12- Chenal à créer au moulin Bénusse : profils.....	72
13- Amont du moulin Bénusse à la confluence : profils	79
14- Entre la confluence et la Fontaine de la Mignonne : profils.....	82
15- Aménagement en aval du bras de la Fontaine Bénusse : profils.....	86
16- Lignes d'eau avec l'aménagement.....	87
17- Cahier des profils en travers avec l'aménagement : aval du moulin Bénusse	90
18- Cahier des profils en travers avec l'aménagement : amont du moulin Bénusse-Fontaine de la Mignonne	102
19- Cahier des profils en travers avec l'aménagement : amont du moulin Bénusse-Fontaine Bénusse	107

1-Extraits d'études hydrogéologiques



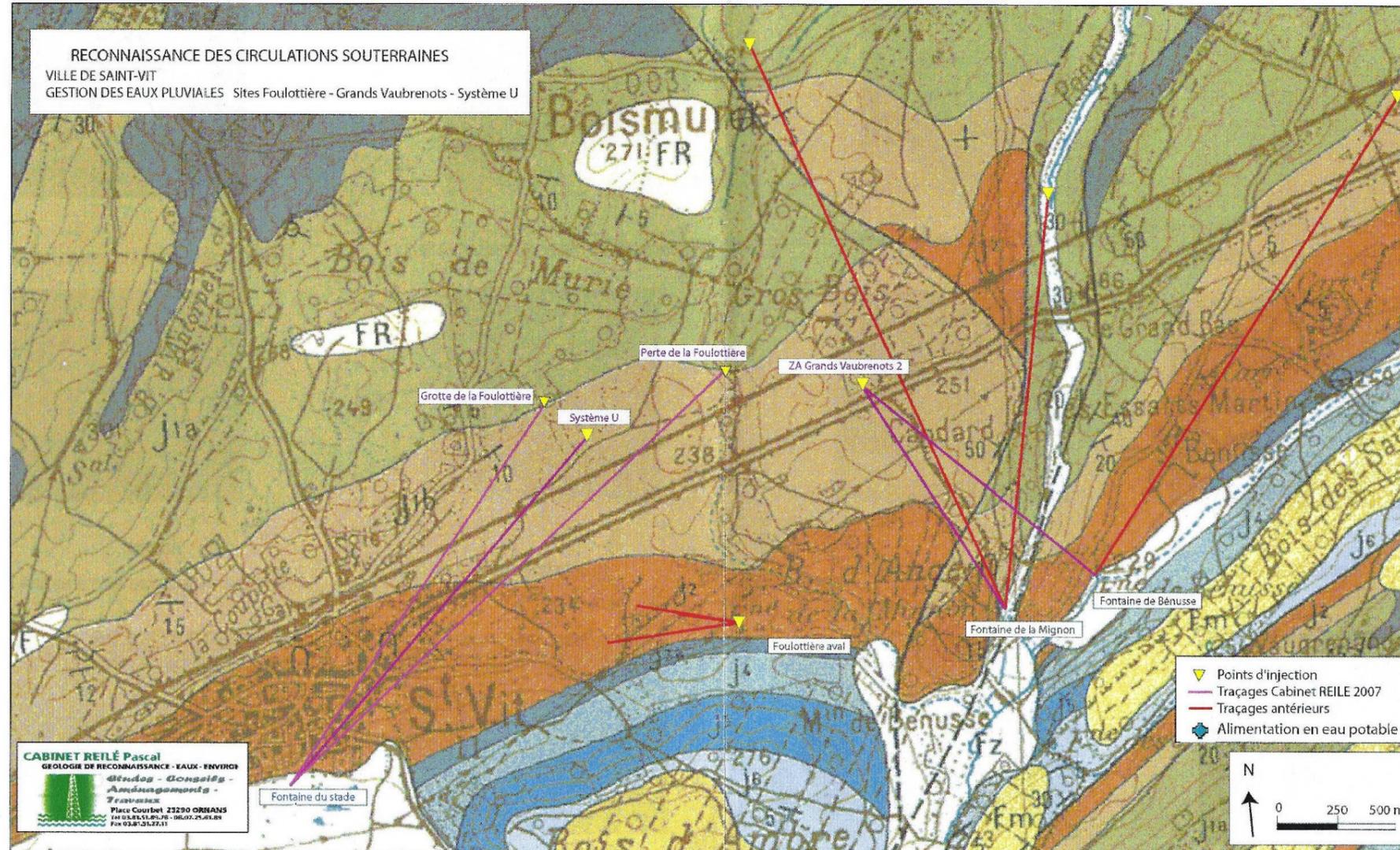


Figure 3 : Cartes de synthèse des traçages - Secteur de Saint-Vit

2-Stations de jaugeage (banque Hydro)



L'Arne à Lavans-lès-Dole

SYNTHESE : données hydrologiques de synthèse (1995 - 2020)
Calculées le 09/04/2020 - Intervalle de confiance : 95 %

Code Station : U2540520 Producteur : DREAL Franche-Comté
Bassin versant : 54,8 km² E-mail : erwan.le-barbu@developpement-durable.gouv.fr

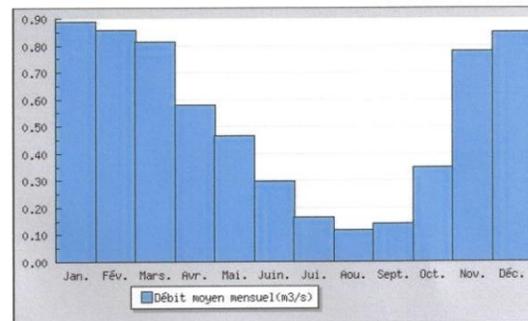
Ecoulements mensuels (naturels) - données calculées sur 26 ans

	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Débits (m ³ /s)	0.889 #	0.857 #	0.812 #	0.581 #	0.466 #	0.296 #	0.166 #	0.117 #	0.141 #	0.347 #	0.777 #	0.848 #	0.523
Qsp (l/s/km ²)	16.2 #	15.6 #	14.8 #	10.6 #	8.5 #	5.4 #	3.0 #	2.1 #	2.6 #	6.3 #	14.2 #	15.5 #	9.5
Lame d'eau (mm)	43 #	39 #	39 #	27 #	22 #	13 #	8 #	5 #	6 #	16 #	36 #	41 #	302

Qsp : débits spécifiques

Codes de validité d'une année-station :
 . + : au moins une valeur d'une station antérieure à été utilisée
 . P : le code de validité de l'année-station est provisoire
 . # : le code de validité de l'année-station est validé douteux
 . ? : le code de validité de l'année-station est invalidé
 . (espace) : le code de validité de l'année-station est validé bon

Codes de validité d'une donnée, d'un calcul :
 . ! : valeur reconstituée par le gestionnaire et jugée bonne
 . # : valeur 'estimée' (mesurée ou reconstituée) que le gestionnaire juge incertaine
 . E : la valeur retenue est une valeur estimée (à partir du rapport QIX/QJ)
 . L : une estimation a eu lieu (à cause d'une lacune dans la période étudiée) mais une valeur mesurée s'est révélée supérieure à l'estimation: la valeur mesurée a été retenue.
 . > : valeur inconnue forte
 . < : valeur inconnue faible
 . (espace) : valeur bonne



Modules interannuels (naturels) - données calculées sur 26 ans

Module (moyenne)	Fréquence	Quinquennale sèche	Médiane	Quinquennale humide
0.523 [0.462;0.584]	Débits (m ³ /s)	0.400 [0.320;0.470]	0.520 [0.410;0.700]	0.670 [0.610;0.750]

Les valeurs entre crochets représentent les bornes de l'intervalle de confiance dans lequel la valeur exacte du paramètre estimé a 95% de chance de se trouver.



L'Arne à Lavans-lès-Dole

Basses eaux (loi de Galton - janvier à décembre) - données calculées sur 26 ans

Fréquence	VCN3 (m ³ /s)	VCN10 (m ³ /s)	QMNA (m ³ /s)
Biennale	0.031 [0.024;0.040]	0.034 [0.027;0.044]	0.052 [0.042;0.065]
Quinquennale sèche	0.017 [0.012;0.023]	0.020 [0.014;0.025]	0.032 [0.024;0.040]
Moyenne	0.038	0.042	0.061
Ecart Type	0.024	0.026	0.034

Crues (loi de Gumbel - septembre à août) - données calculées sur 24 ans

Fréquence	QJ (m ³ /s)	QIX (m ³ /s)
Xo	5.950	8.980
Gradex	2.950	4.960
Biennale	7.000 [6.000;8.400]	11.00 [9.100;13.00]
Quinquennale	10.00 [9.000;13.00]	16.00 [14.00;21.00]
Décennale	13.00 [11.00;16.00]	20.00 [17.00;26.00]
Vicennale	15.00 [13.00;20.00]	24.00 [20.00;32.00]
Cinquantennale	Non calculée	[;]
Centennale	Non calculée	Non calculée

Maximums connus (par la banque HYDRO)

Débit instantané maximal (m ³ /s)	29.00 #	15/05/2018 23:15
Hauteur maximale instantanée (cm) *	211	15/05/2018 23:15
Débit journalier maximal (m ³ /s)	16.30 #	16/05/2018

* la synthèse étant effectuée sur la chronique complète de données (station ET stations antérieures comprises s'il en existe), la hauteur maximale connue affichée peut provenir d'une station antérieure

Débits classés données calculées sur 8654 jours

Fréquences	0.99	0.98	0.95	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01
Débit (m ³ /s)	3.890	2.910	1.860	1.230	0.787	0.510	0.362	0.255	0.181	0.123	0.082	0.049	0.034	0.025	0.019

Stations antérieures utilisées

Pas de station antérieure



La source Arcier à Vaire-Arcier

SYNTHESE : données hydrologiques de synthèse (1983 - 2020)

Calculées le 09/04/2020 - Intervalle de confiance : 95 %

Code Station : U2515420

Producteur : DREAL Franche-Comté

Bassin versant : 100 km²

E-mail : erwan.le-barbu@developpement-durable.gouv.fr

Ecoulements mensuels (naturels) - données calculées sur 38 ans

	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Débits (m ³ /s)	1.910 #	1.830 #	1.950 #	1.320 #	1.070 #	0.805 #	0.444 #	0.292 #	0.400 #	0.842 #	1.350 #	1.840 #	1.170
Qsp (l/s/km ²)	19.1 #	18.3 #	19.5 #	13.2 #	10.7 #	8.0 #	4.4 #	2.9 #	4.0 #	8.4 #	13.5 #	18.4 #	11.7
Lame d'eau (mm)	51 #	45 #	52 #	34 #	28 #	20 #	11 #	7 #	10 #	22 #	34 #	49 #	370

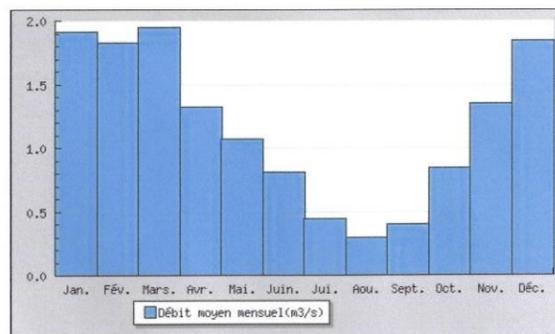
Qsp : débits spécifiques

Codes de validité d'une année-station :

- .+ : au moins une valeur d'une station antérieure à été utilisée
- .P : le code de validité de l'année-station est provisoire
- .# : le code de validité de l'année-station est validé douteux
- .? : le code de validité de l'année-station est invalidé
- . (espace) : le code de validité de l'année-station est validé bon

Codes de validité d'une donnée, d'un calcul :

- .! : valeur reconstituée par le gestionnaire et jugée bonne
- .# : valeur 'estimée' (mesurée ou reconstituée) que le gestionnaire juge incertaine
- .E : la valeur retenue est une valeur estimée (à partir du rapport QIX/QJ)
- .L : une estimation a eu lieu (à cause d'une lacune dans la période étudiée) mais une valeur mesurée s'est révélée supérieure à l'estimation: la valeur mesurée a été retenue.
- .> : valeur inconnue forte
- .< : valeur inconnue faible
- . (espace) : valeur bonne



Modules interannuels (naturels) - données calculées sur 38 ans

Module (moyenne)	Fréquence	Quinquennale sèche	Médiane	Quinquennale humide
1.170 [1.070;1.270]	Débits (m ³ /s)	0.930 [0.800;1.000]	1.200 [0.950;1.500]	1.400 [1.300;1.600]

Les valeurs entre crochets représentent les bornes de l'intervalle de confiance dans lequel la valeur exacte du paramètre estimé a 95% de chance de se trouver.



La source Arcier à Vaire-Arcier

Basses eaux (loi de Galton - janvier à décembre) - données calculées sur 38 ans

Fréquence	VCN3 (m ³ /s)	VCN10 (m ³ /s)	QMNA (m ³ /s)
Biennale	0.044 [0.035;0.056]	0.054 [0.043;0.067]	0.097 [0.076;0.120]
Quinquennale sèche	0.024 [0.018;0.031]	0.031 [0.023;0.038]	0.052 [0.038;0.067]
Moyenne	0.055	0.065	0.124
Ecart Type	0.035	0.039	0.084

Crues (loi de Gumbel - septembre à août) - données calculées sur 35 ans

Fréquence	QJ (m ³ /s)	QIX (m ³ /s)
Xo	4.520	4.600
Gradex	0.563	0.600
Biennale	4.700 [4.600;4.900]	4.800 [4.600;5.000]
Quinquennale	5.400 [5.100;5.800]	5.500 [5.300;5.900]
Décennale	5.800 [5.500;6.300]	5.900 [5.600;6.500]
Vicennale	6.200 [5.800;6.900]	6.400 [6.000;7.100]
Cinquantennale	6.700 [6.300;7.600]	6.900 [6.500;7.900]
Centennale	Non calculée	Non calculée

Maximums connus (par la banque HYDRO)

Débit instantané maximal (m ³ /s)	6.700 #	2/03/2002 12:00
Hauteur maximale instantanée (cm) *	194	23/12/1991 13:00
Débit journalier maximal (m ³ /s)	6.350 #	14/03/2001

* la synthèse étant effectuée sur la chronique complète de données (station ET stations antérieures comprises s'il en existe), la hauteur maximale connue affichée peut provenir d'une station antérieure

Débits classés données calculées sur 12097 jours

Fréquences	0.99	0.98	0.95	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01
Débit (m ³ /s)	4.480	4.180	3.760	3.320	2.120	1.360	0.962	0.708	0.483	0.286	0.160	0.077	0.048	0.030	0.021

Stations antérieures utilisées

Pas de station antérieure

3-Photographies des ouvrages

		
<p>Ancienne digue : profil 8</p>	<p>Gué vers le profil 13</p>	<p>Seuil rustique vers le profil 19</p>
		
<p>Ouvrage de décharge du bief du moulin Ringiard entre les profils 28 et 29</p>	<p>Passerelle rustique au profil 33.1</p>	<p>Ponceau sous le chemin de la forêt entre les profils 38 et 39</p>



Ponceau en aval du chemin de la forêt



Seuils vers les profils 42 à 46



Ancien vannage vers le profil 55



Ouvrages du moulin Bénusse vers le profil 58

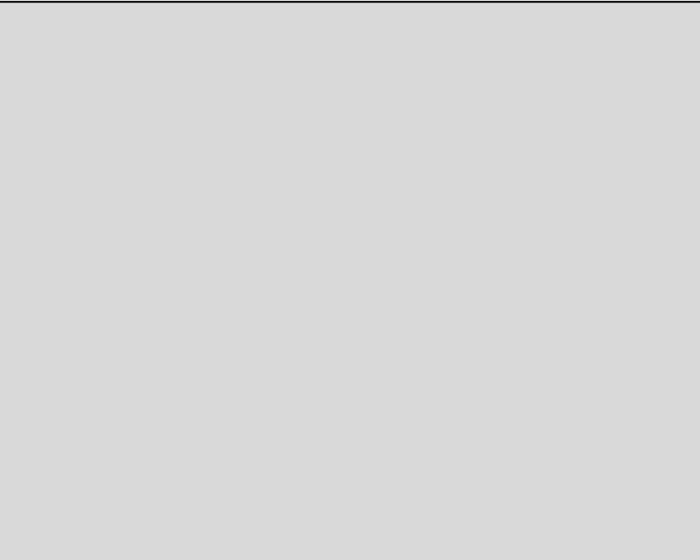


Ancien vannage vers le profil 63

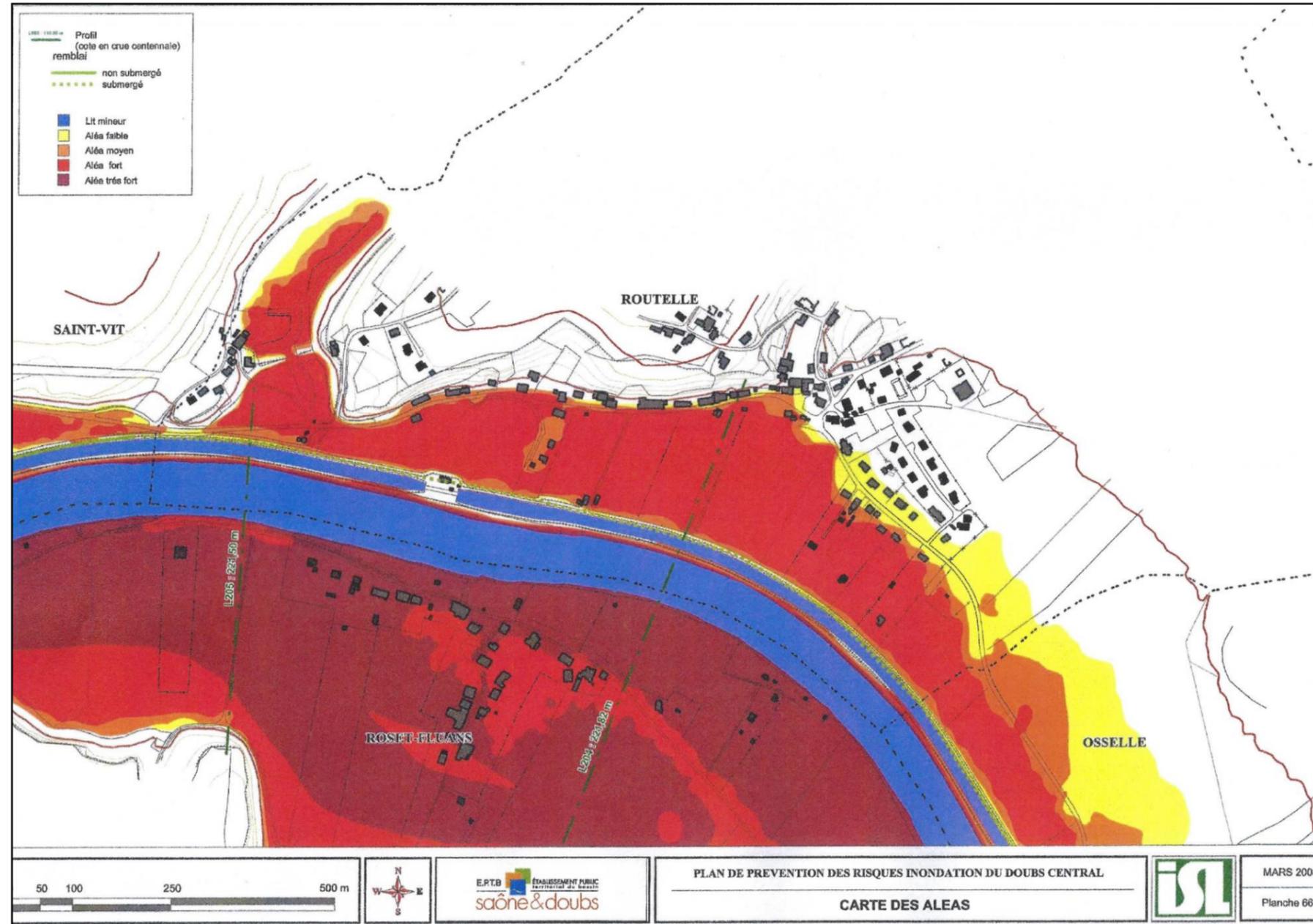


Ancienne digue au profil 70

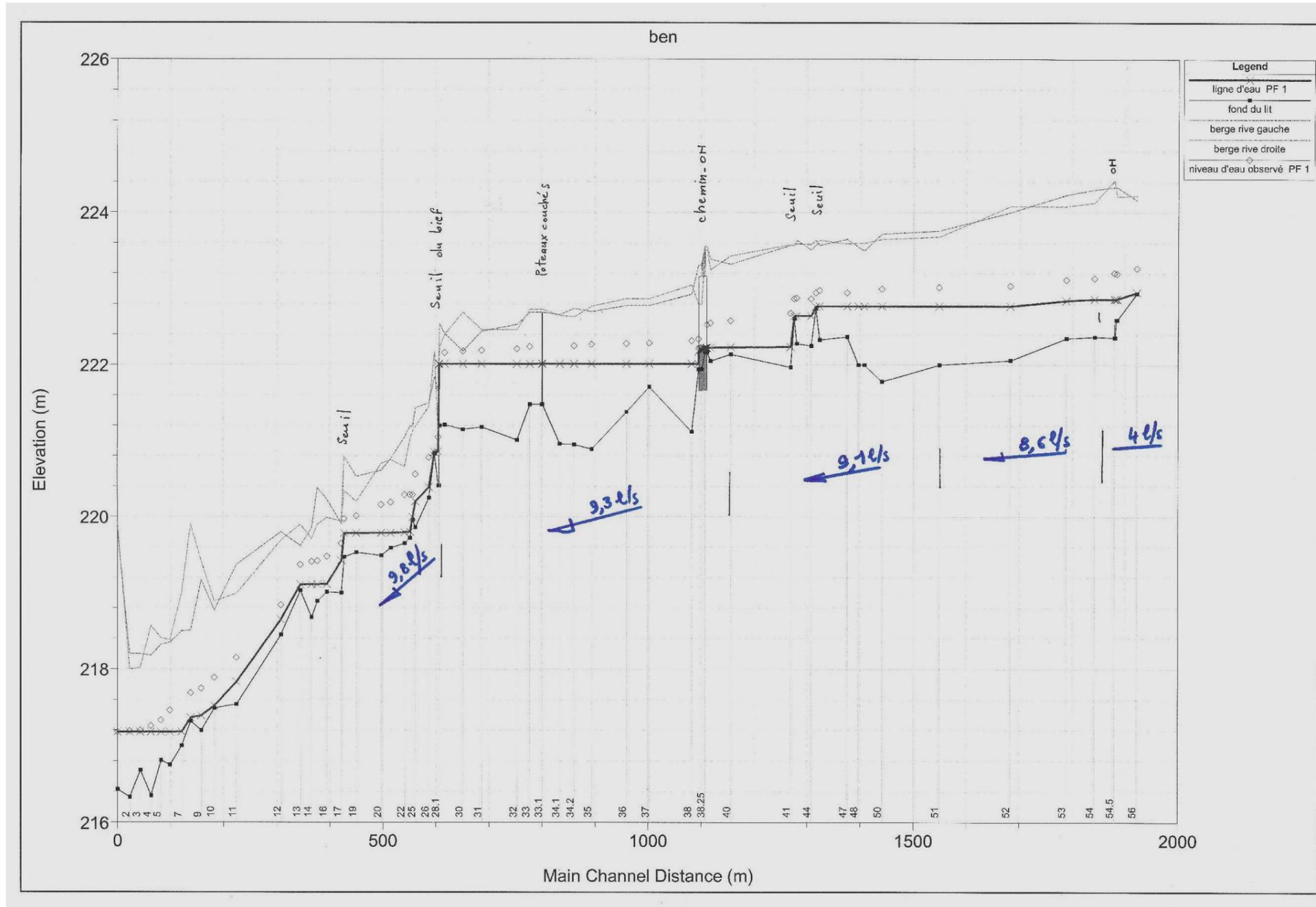
		
<p>Buse de diamètre 1 m sous le chemin d'accès au moulin Bénusse : entre les profils 80 et 81</p>	<p>Ancien seuil de dérivation vers le profil 87</p>	<p>Dalot de rive gauche sous le chemin entre les profils 91 et 92</p>
		
<p>Buses (Ø 0.8 m) de rive droite sous le chemin entre les profils 85 et 92</p>	<p>Crue du 09/01/2016 : Pont sous la RD 13, noyé par l'aval</p>	<p>Crue du 09/01/2016 : chemin de la forêt submergé en rive droite</p>

		
<p>Crue du 09/01/2016 : chemin de la forêt submergé en rive gauche</p>	<p>Crue du 09/01/2016 : chemin de la forêt submergé en rive gauche, en amont du franchissement</p>	<p>Crue du 09/01/2016 : chemin d'accès au moulin Bénusse, submergé</p>
		
<p>Crue du 09/01/2016 : Amont des buses (Ø 0.8 m) en rive droite, sous le chemin entre les profils 85 et 92</p>	<p>Crue du 09/01/2016 : débordement du bief perché en rive gauche de la vallée</p>	

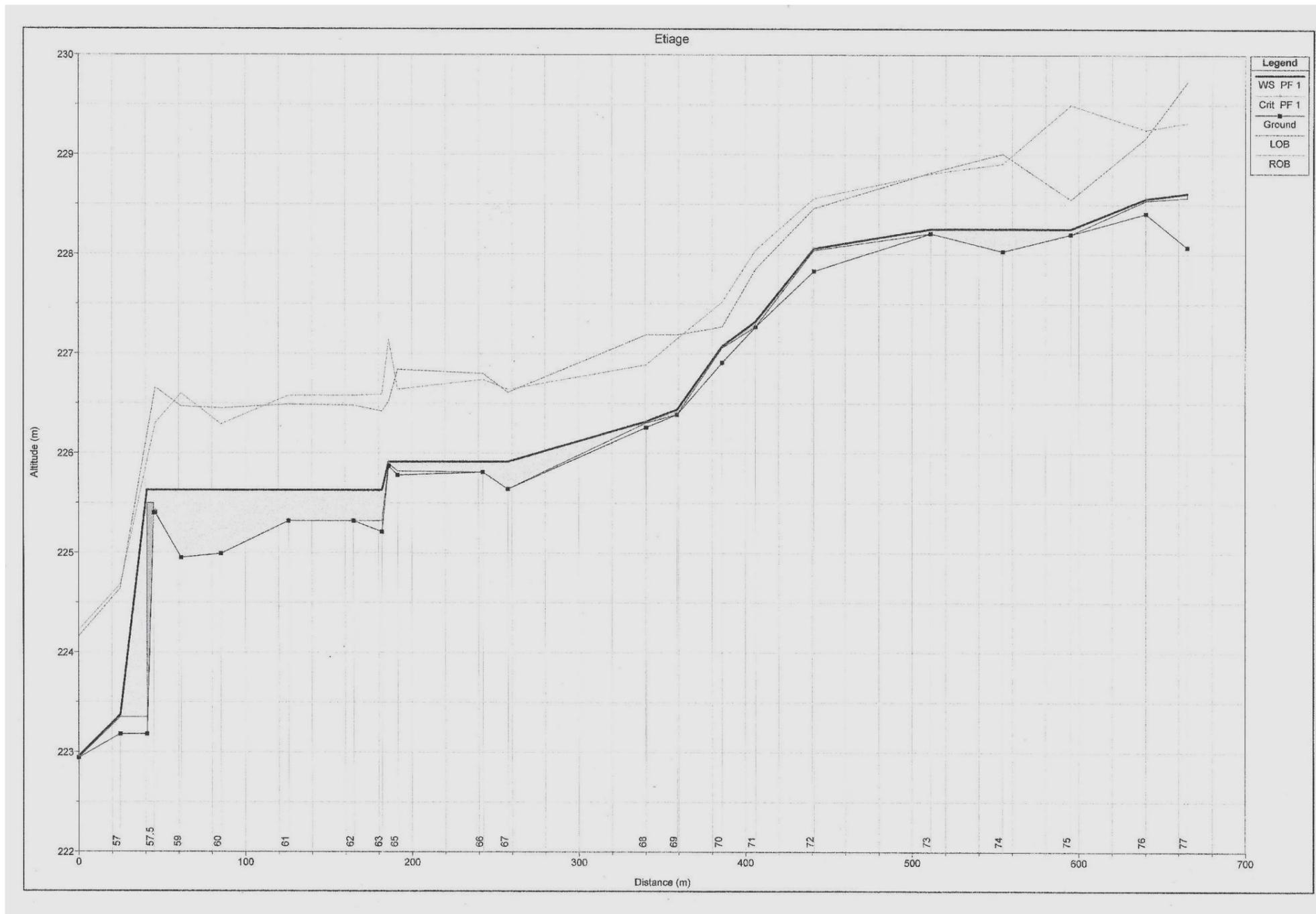
4-Zones inondables du Doubs (PPRI de mars 2008)



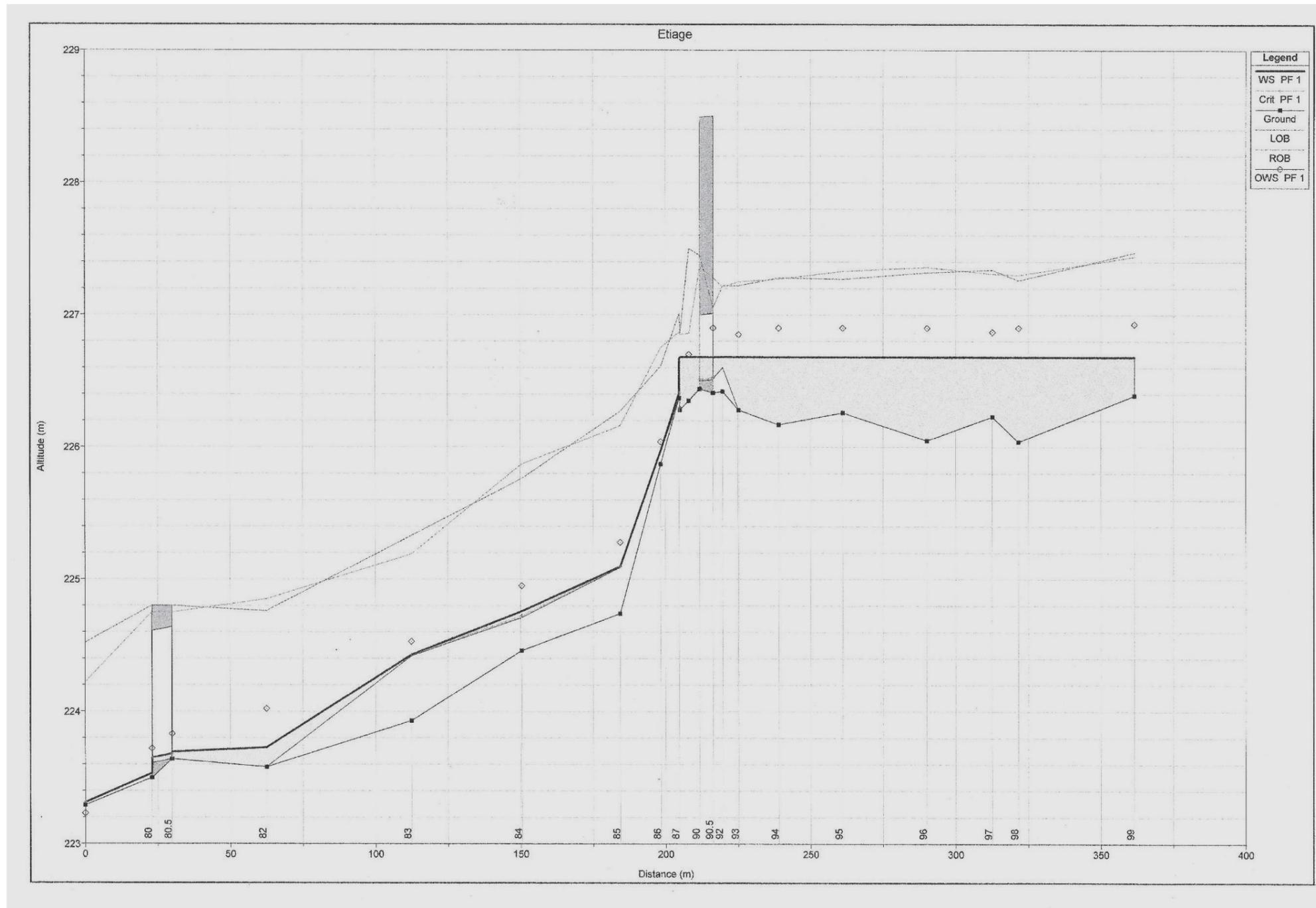
5-Ligne d'eau actuelle : étiage



Aval

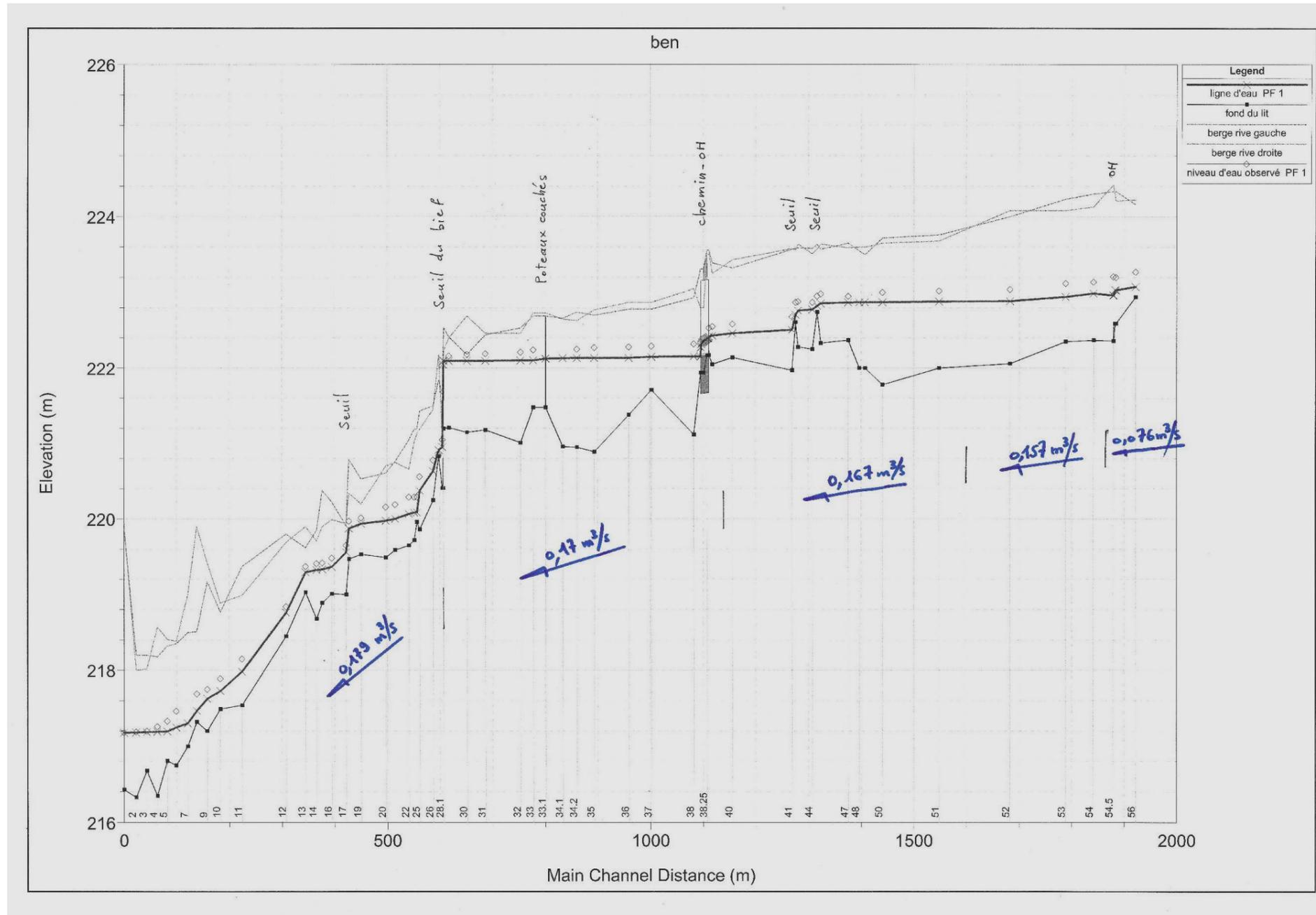


Amont rive gauche : Fontaine Bénusse

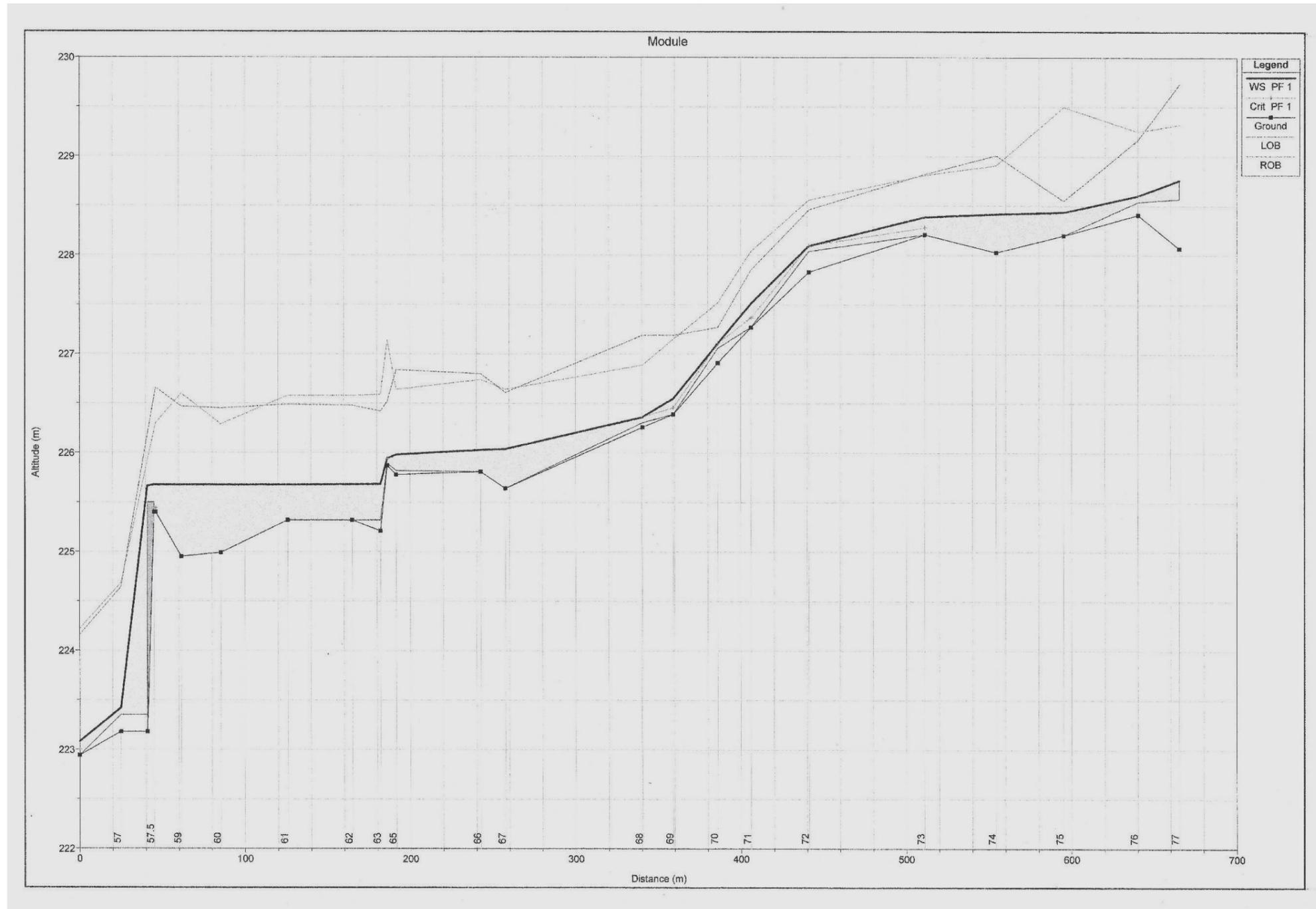


Amont rive droite : Fontaine de la Mignonne

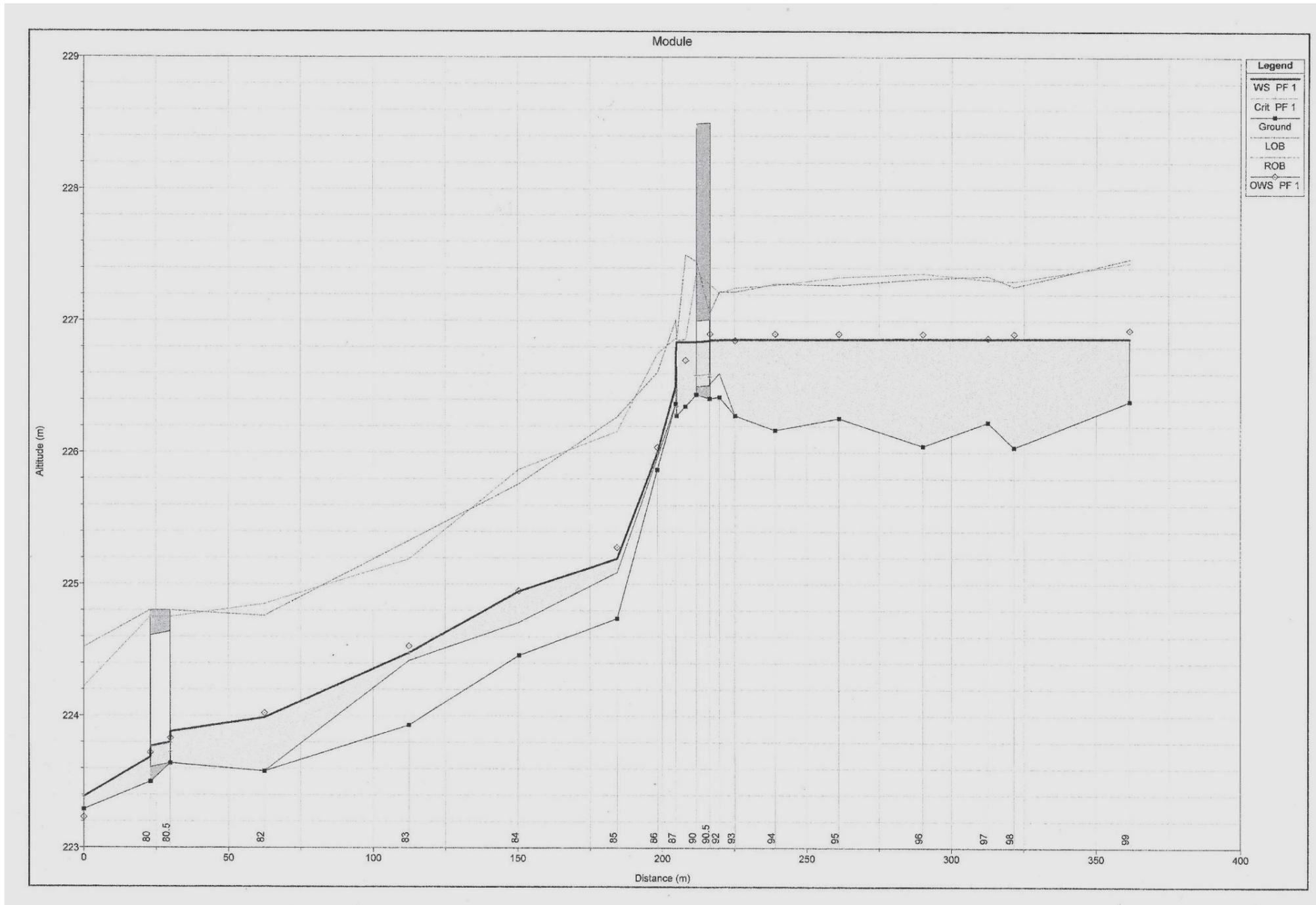
6-Ligne d'eau actuelle : module



Aval

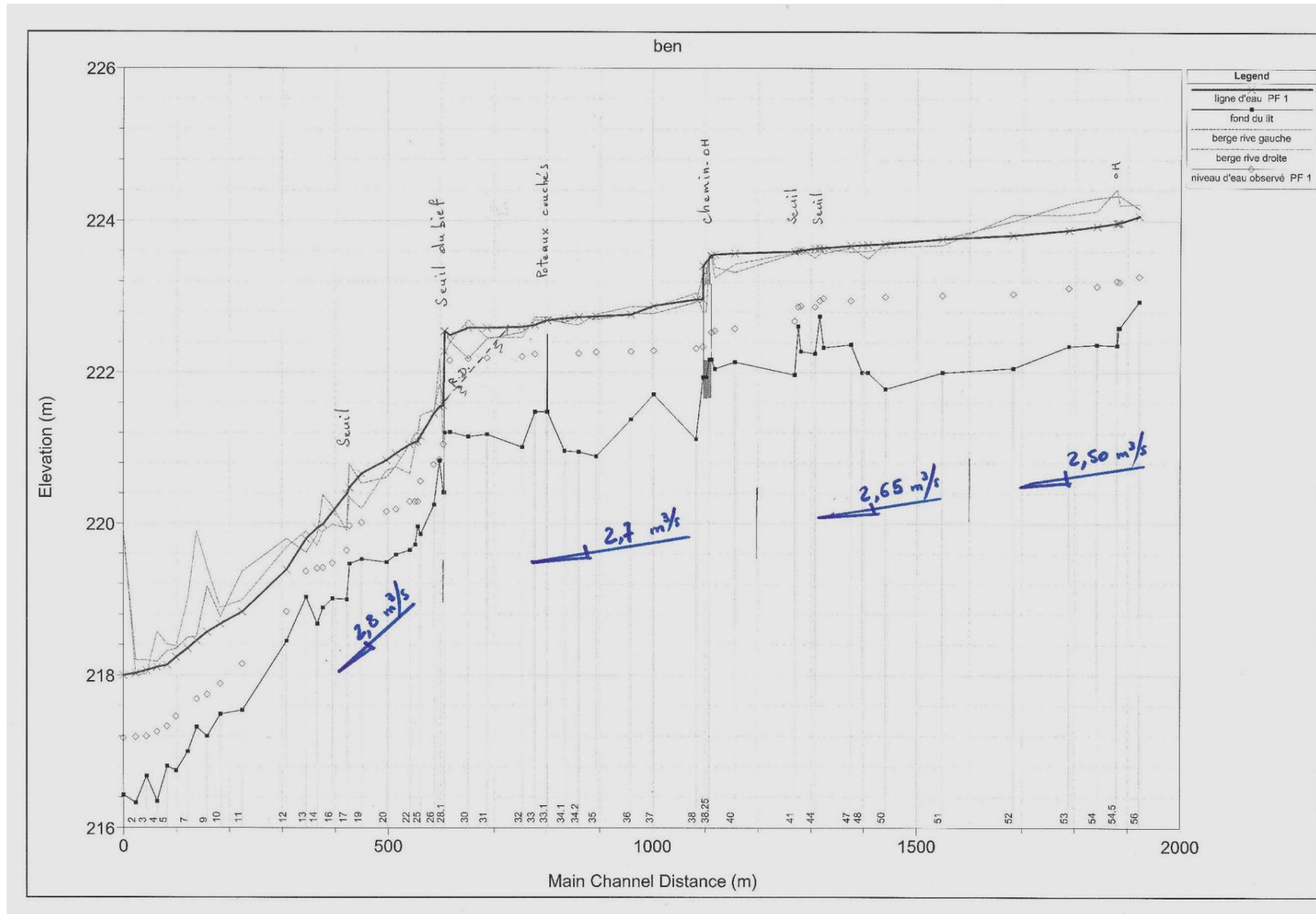


Amont rive gauche : Fontaine Bénusse

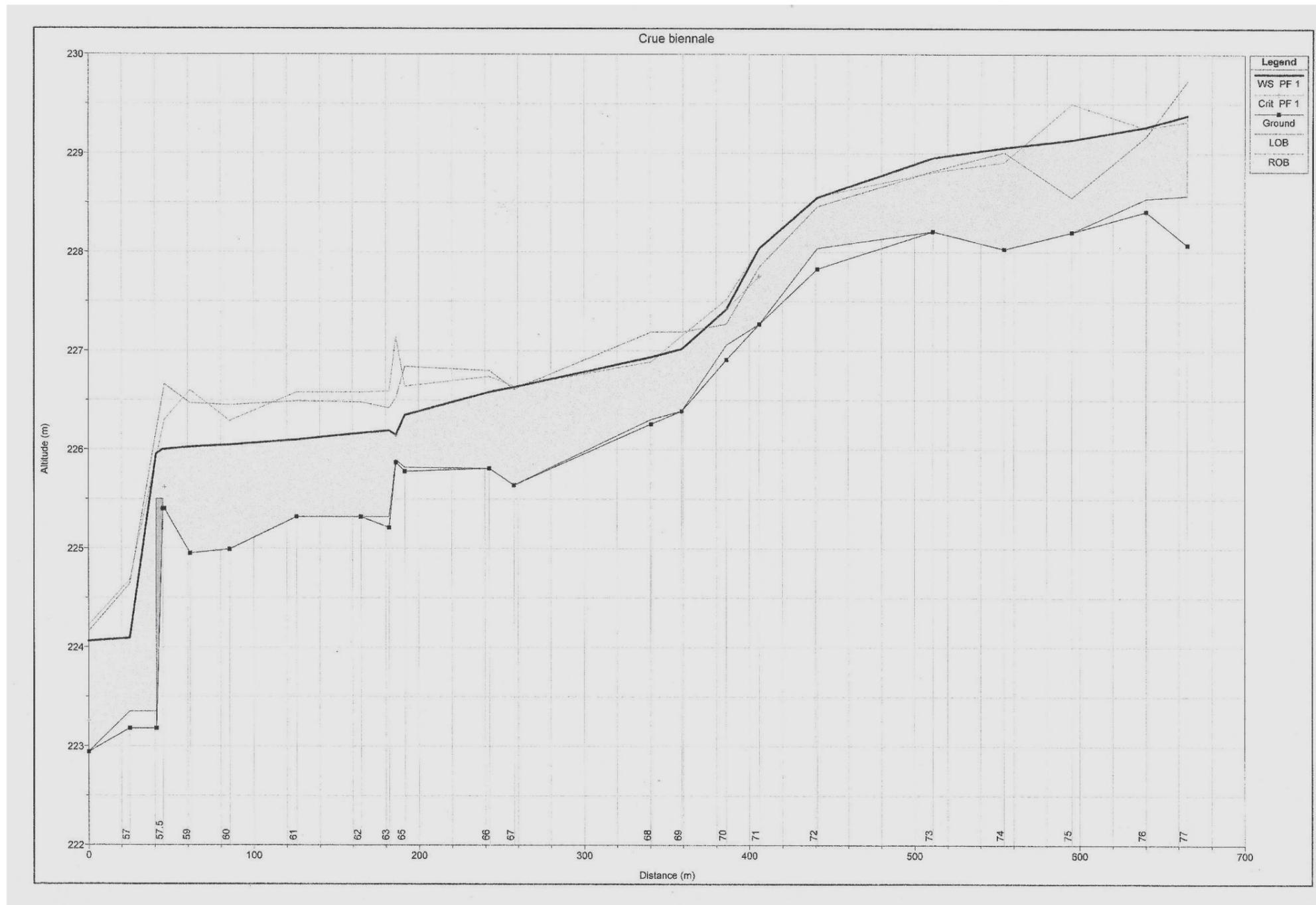


Amont rive droite : Fontaine de la Mignonne

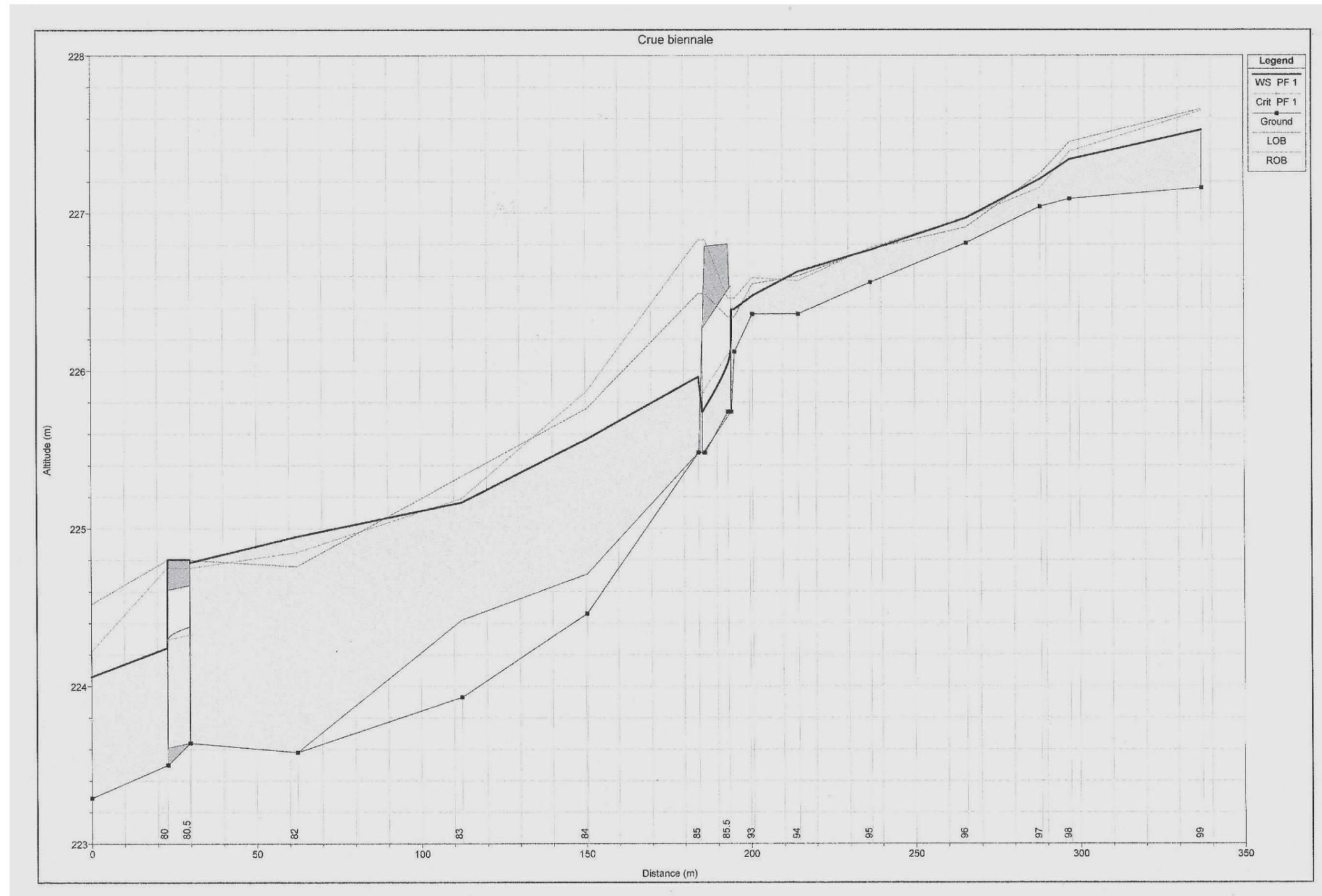
7-Ligne d'eau actuelle : crue biennale



Aval

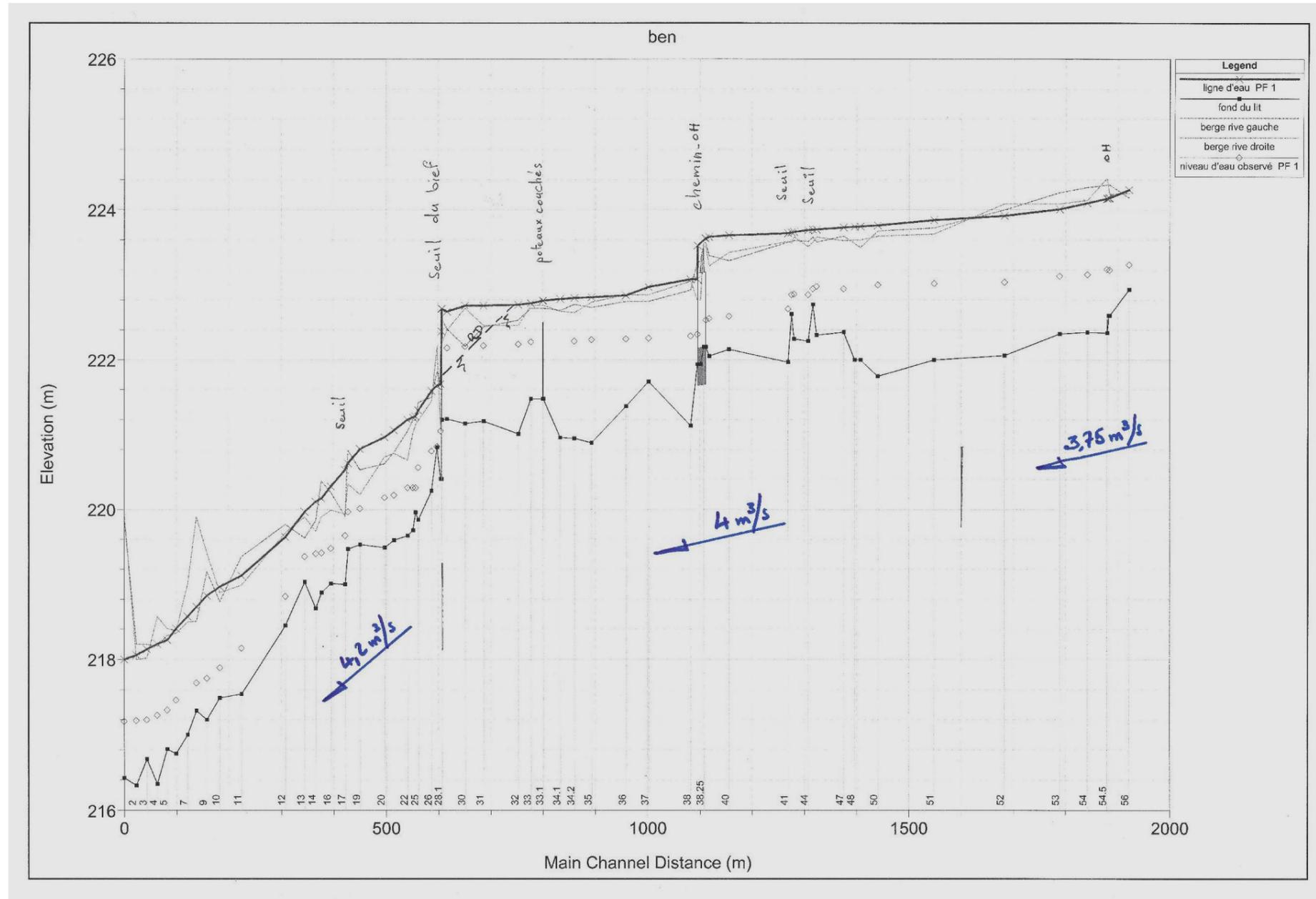


Amont rive gauche : Fontaine Bénusse

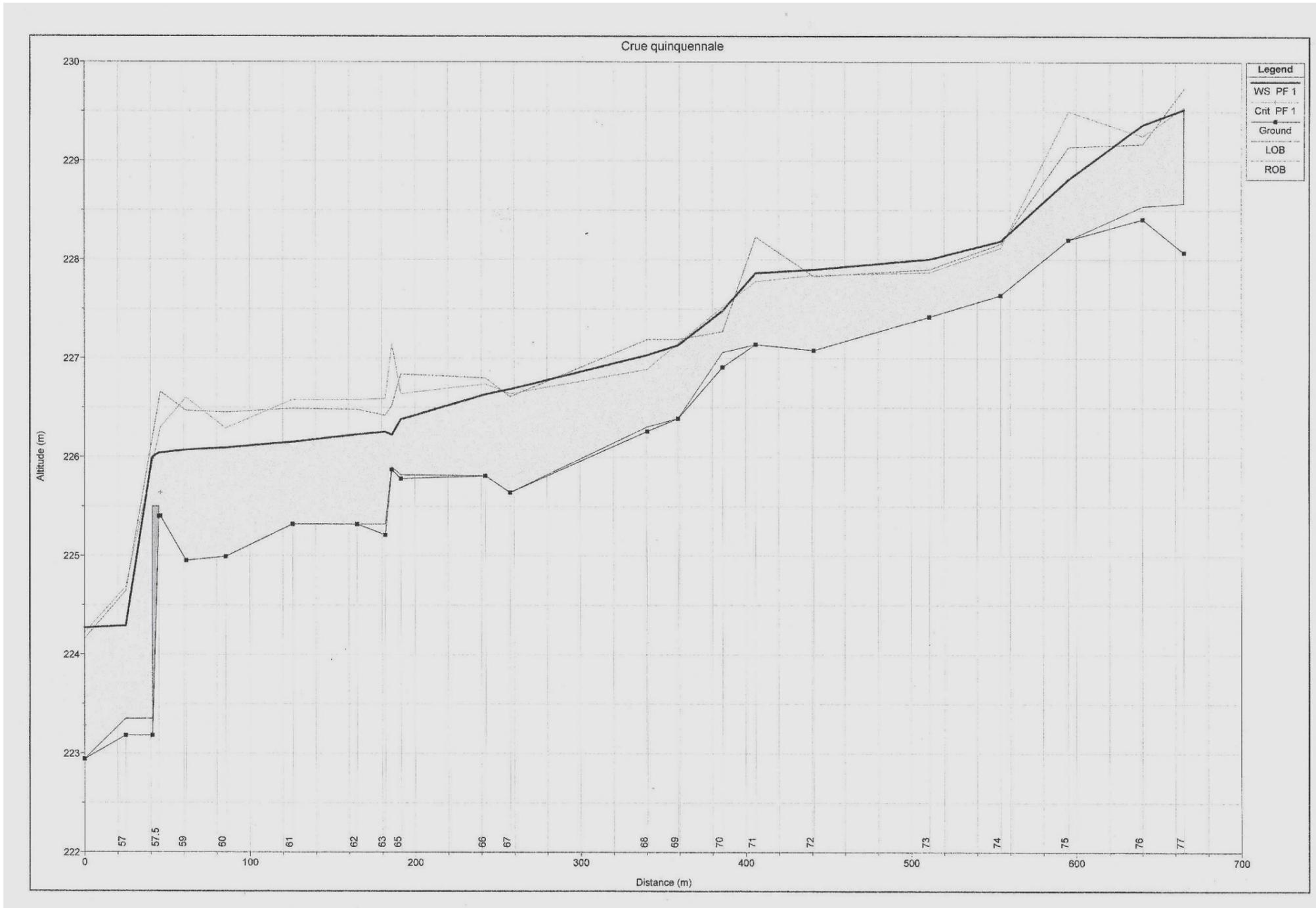


Amont rive droite : Fontaine de la Mignonne

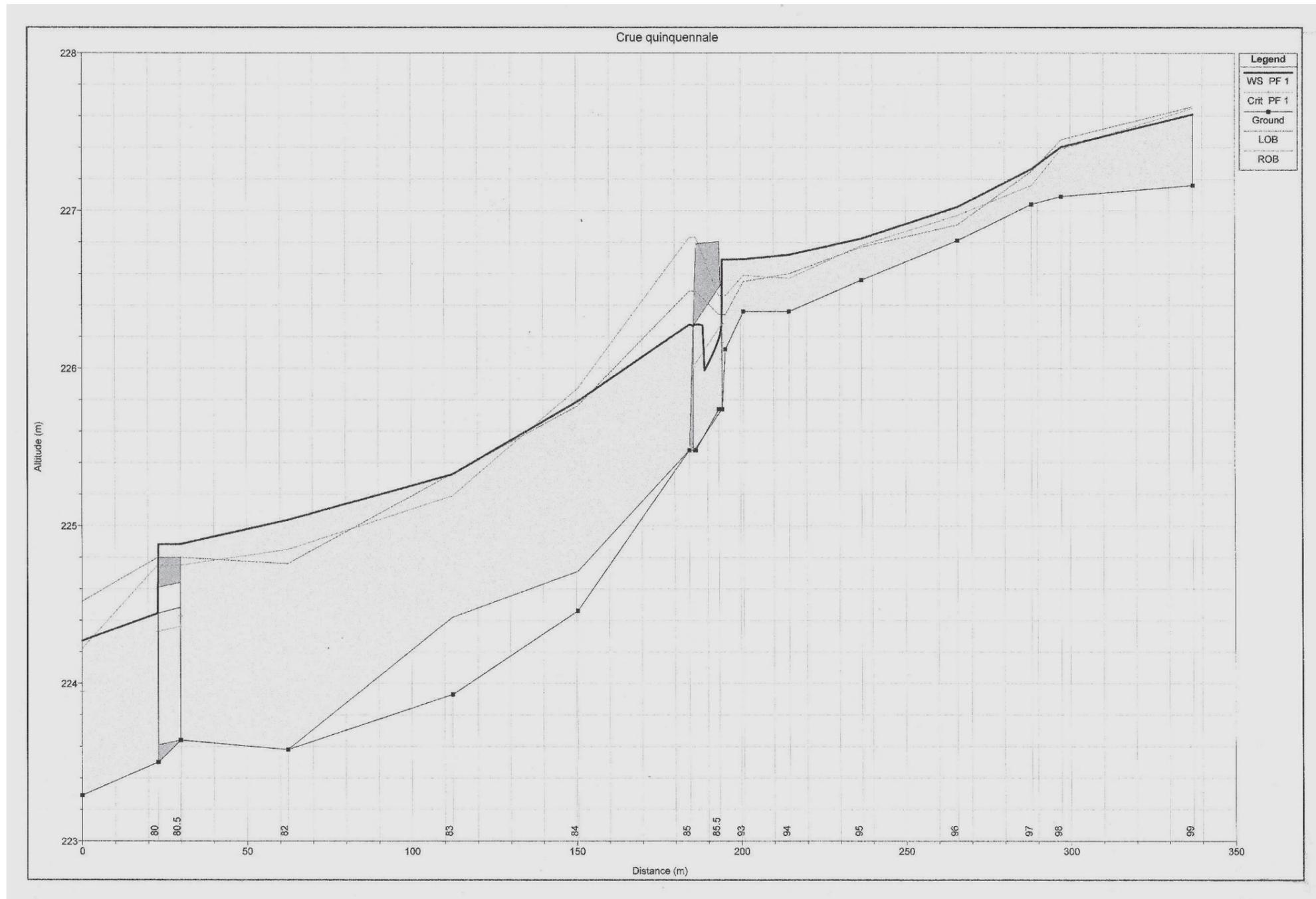
8-Ligne d'eau actuelle : crue quinquennale



Aval

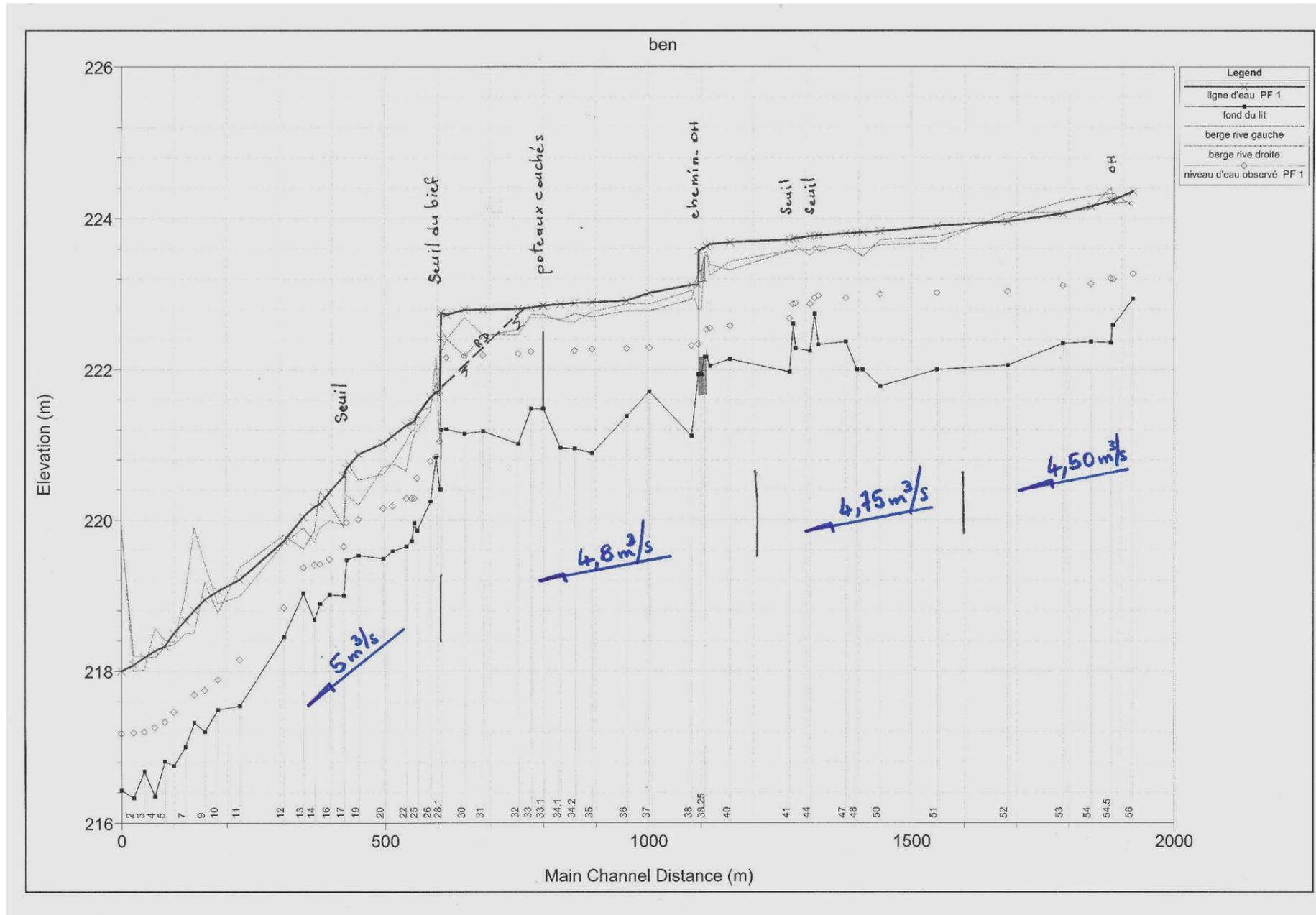


Amont rive gauche : Fontaine Bénusse

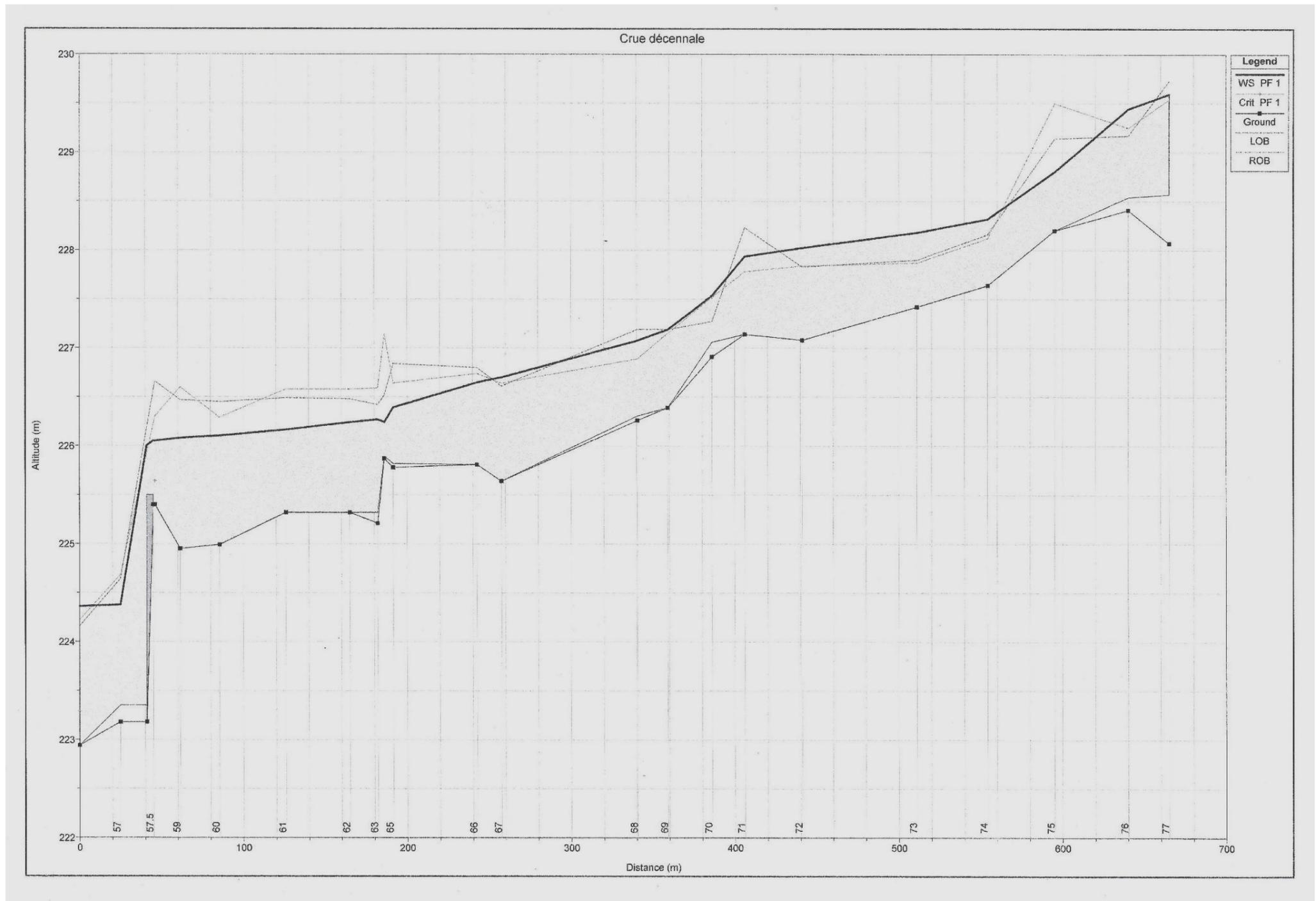


Amont rive droite : Fontaine de la Mignonne

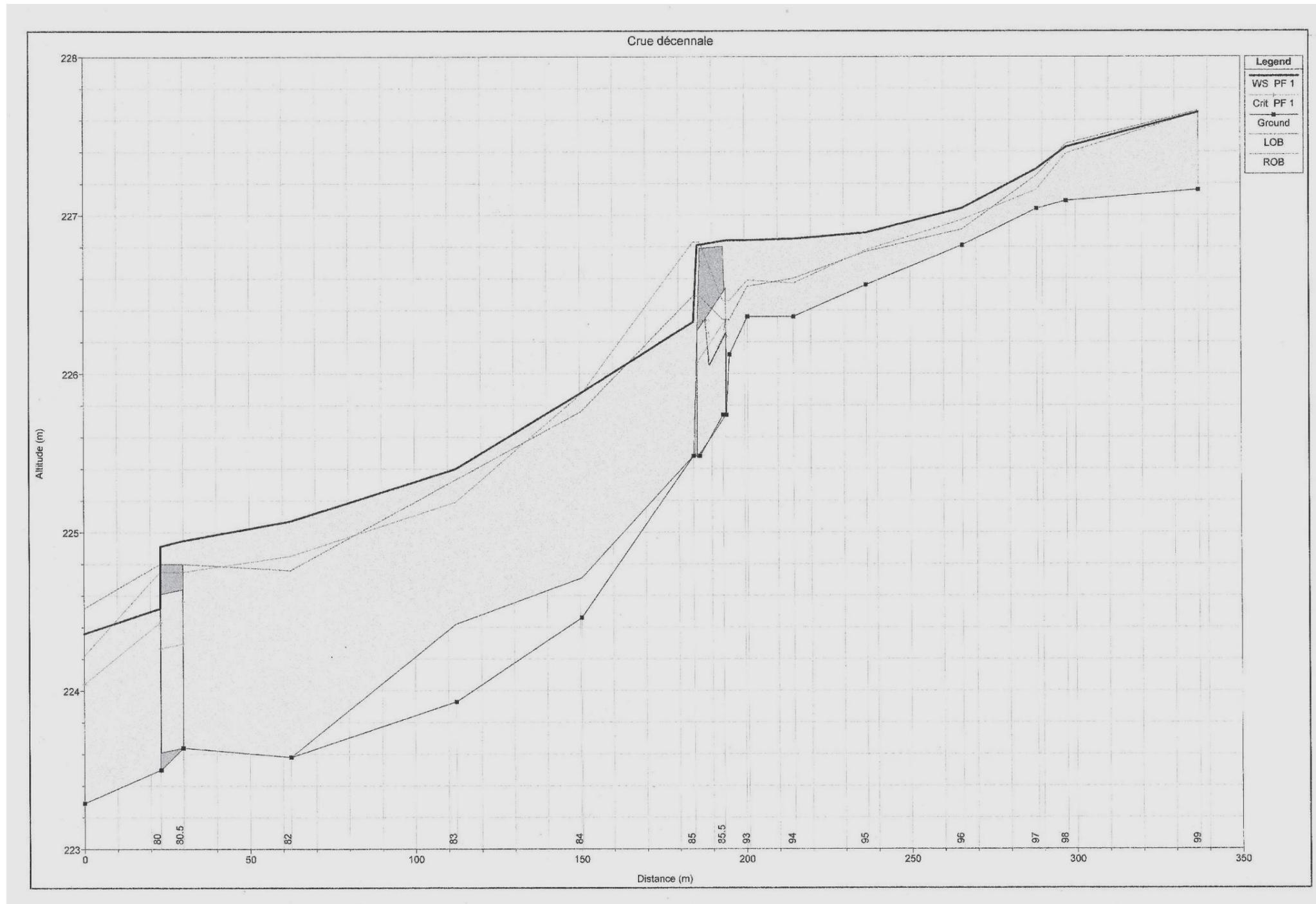
9-Ligne d'eau actuelle : crue décennale



Aval

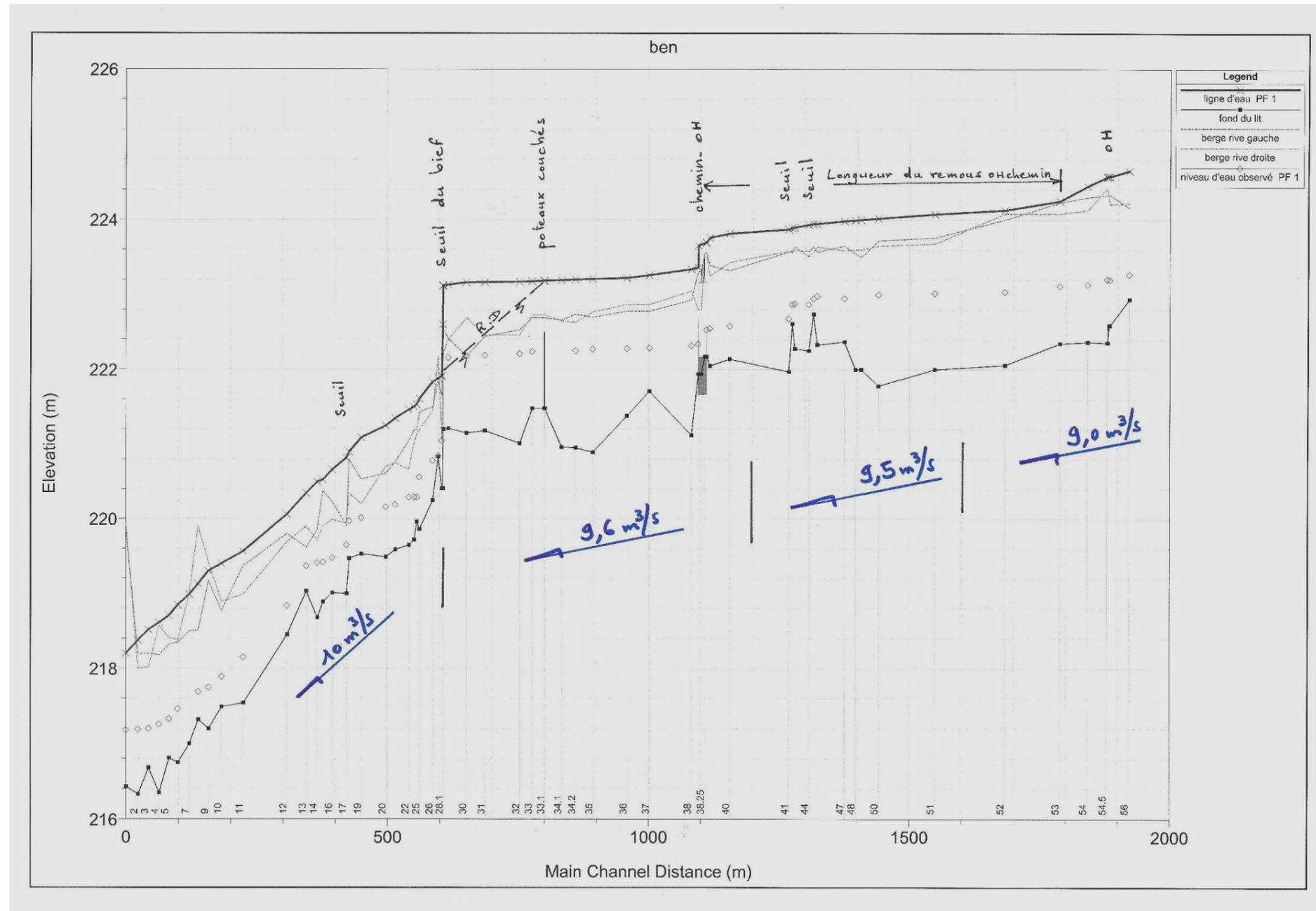


Amont rive gauche : Fontaine Bénusse

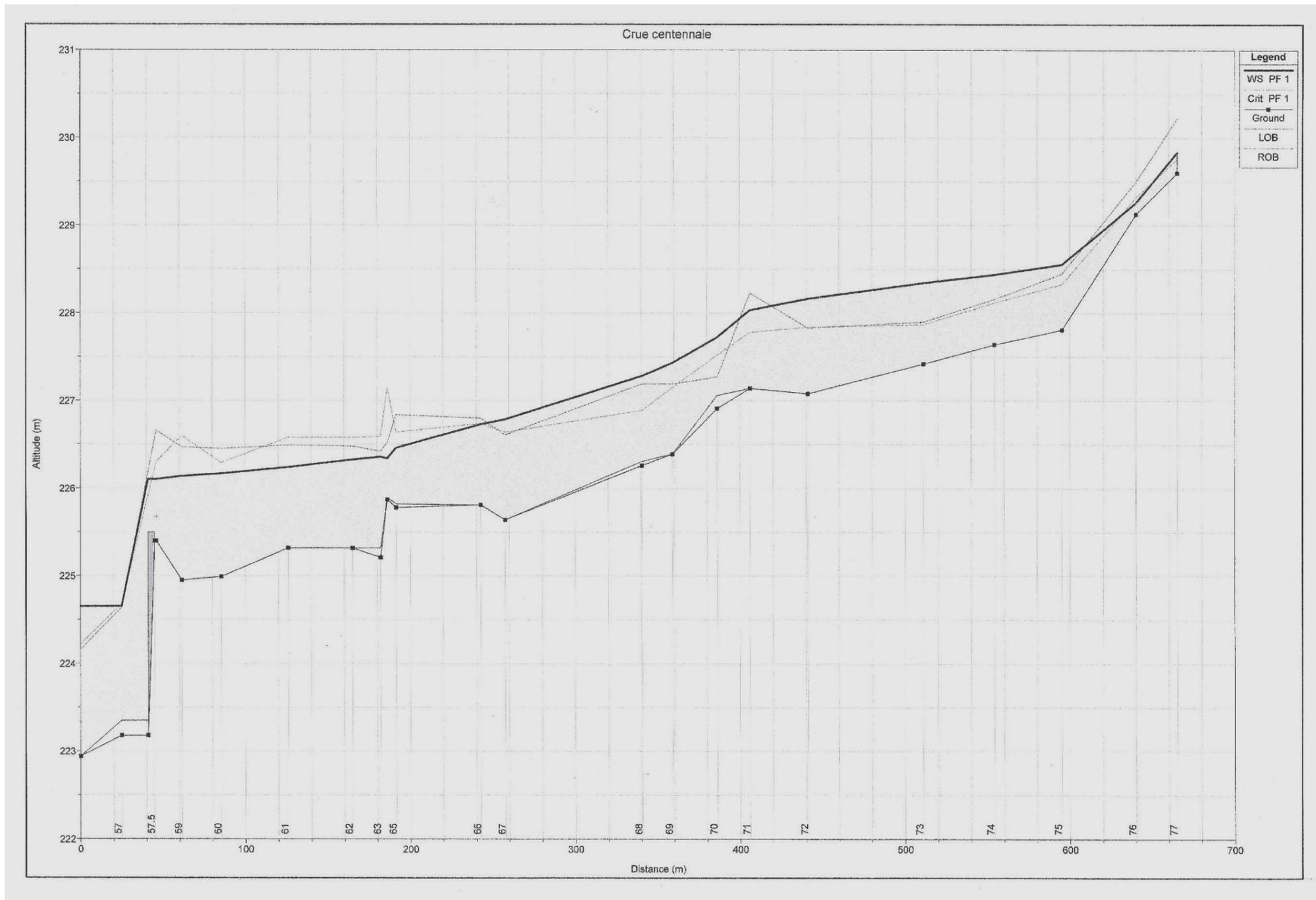


Amont rive droite : Fontaine de la Mignonne

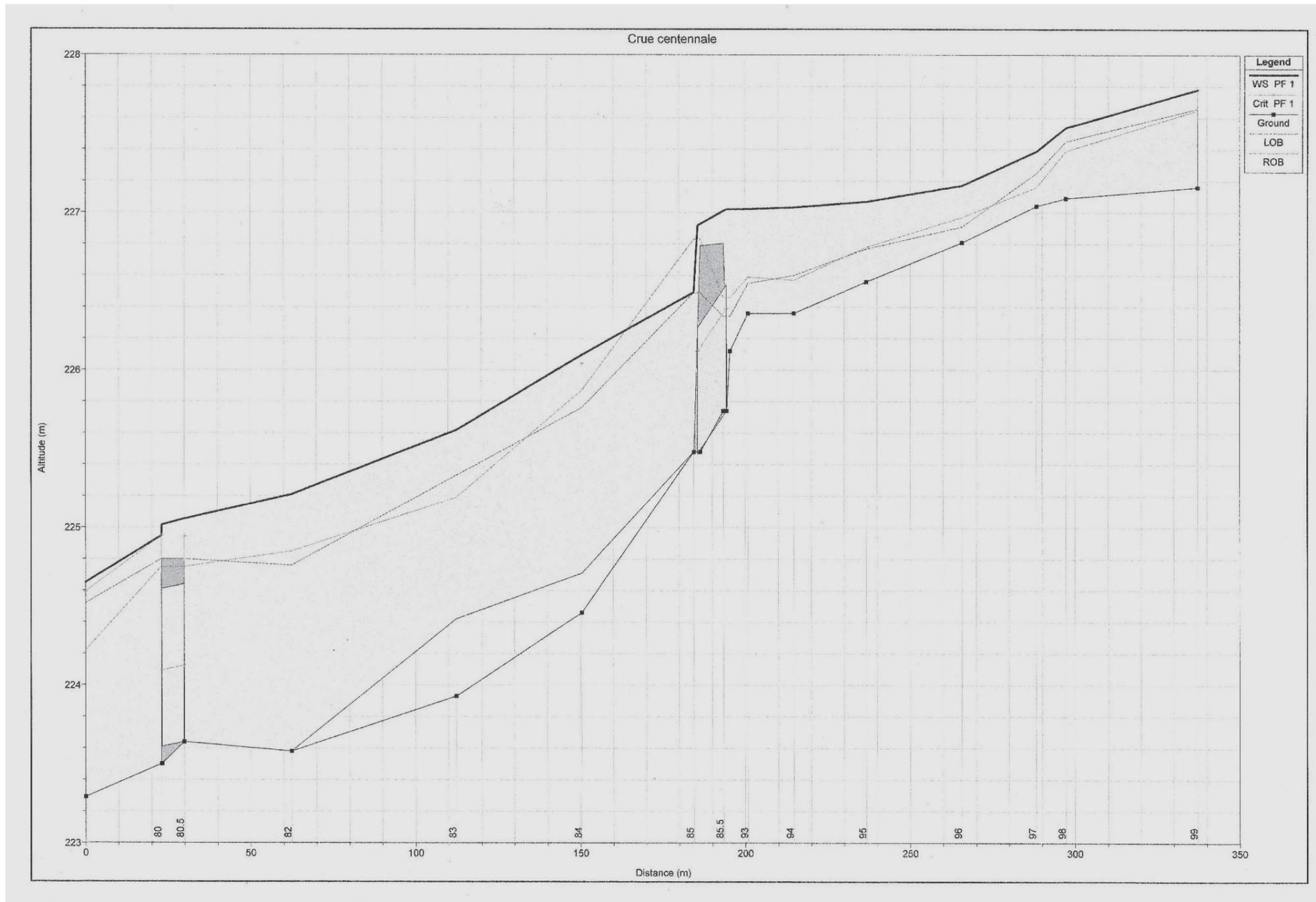
10-Ligne d'eau actuelle : crue centennale



Aval

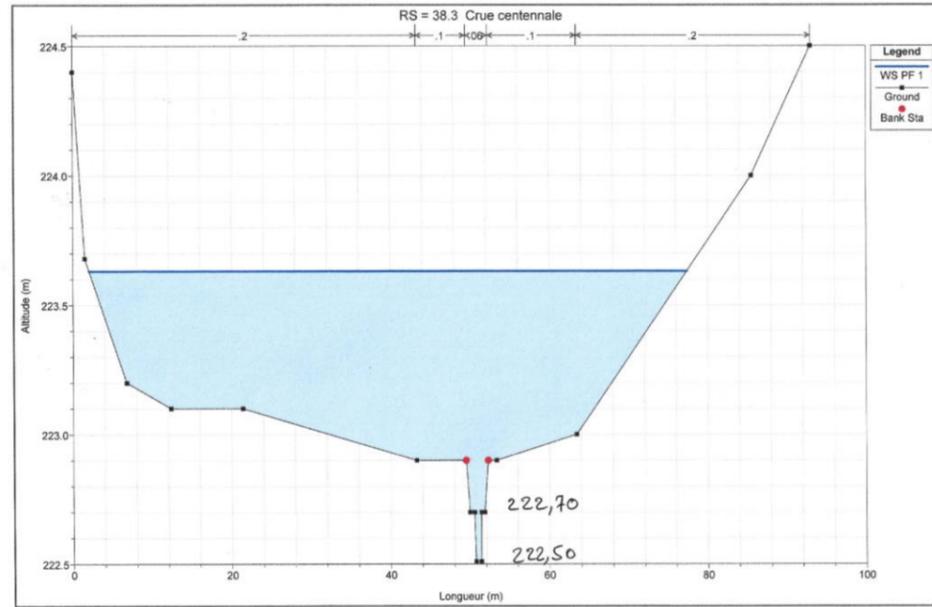


Amont rive gauche : Fontaine Bénusse

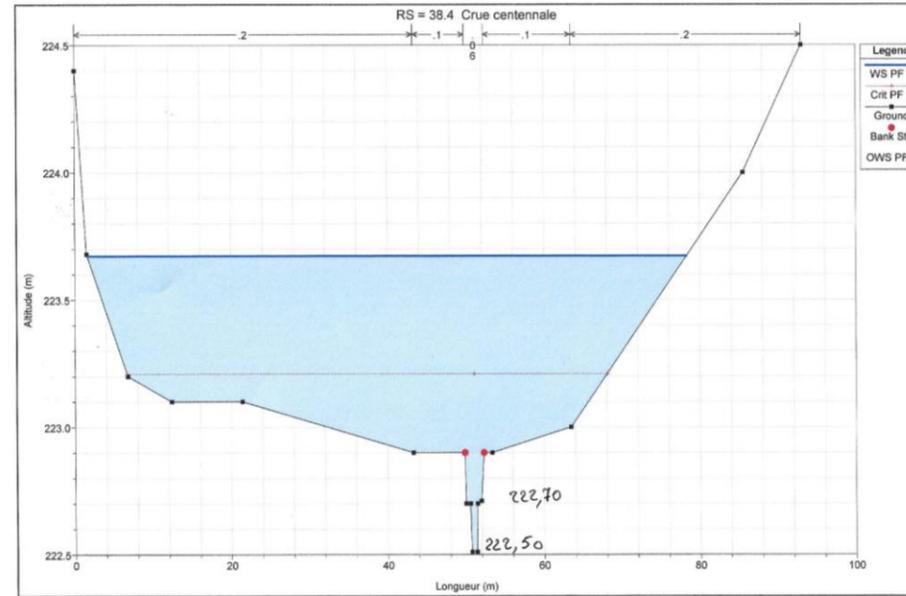


Amont rive droite : Fontaine de la Mignonne

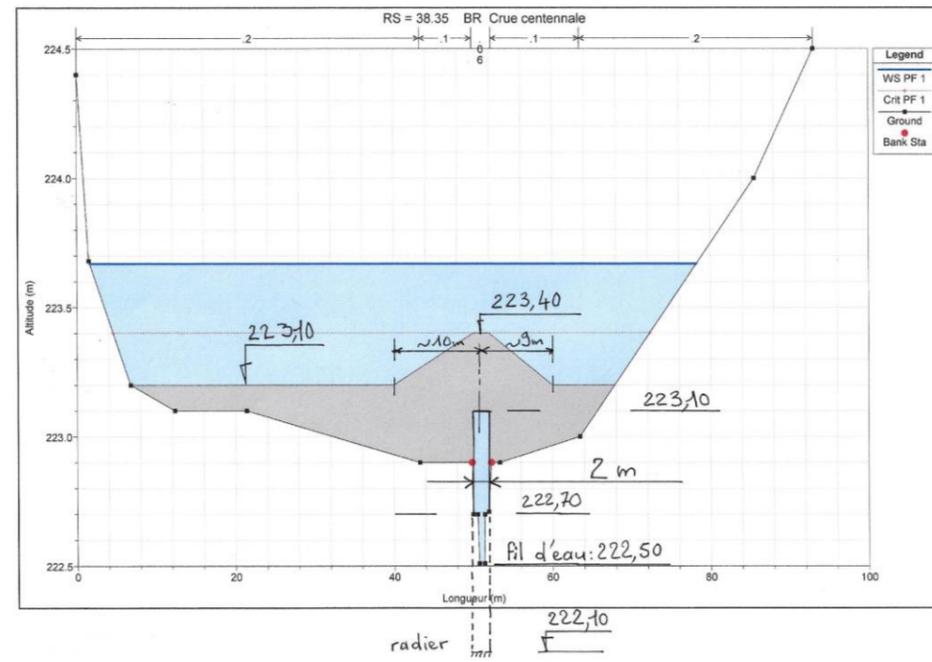
11- Aménagement du chemin de la forêt



Profil aval (38.3)

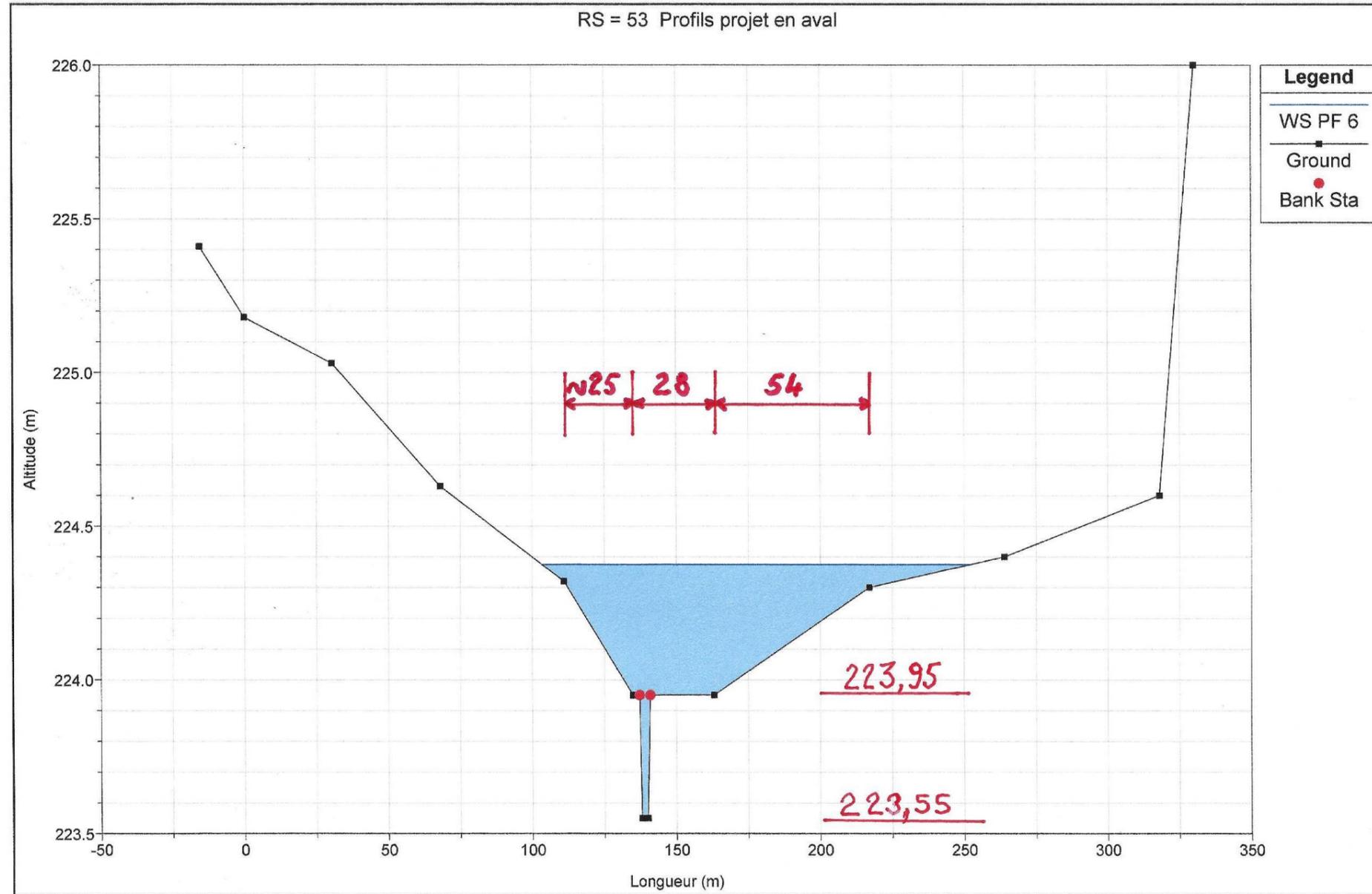


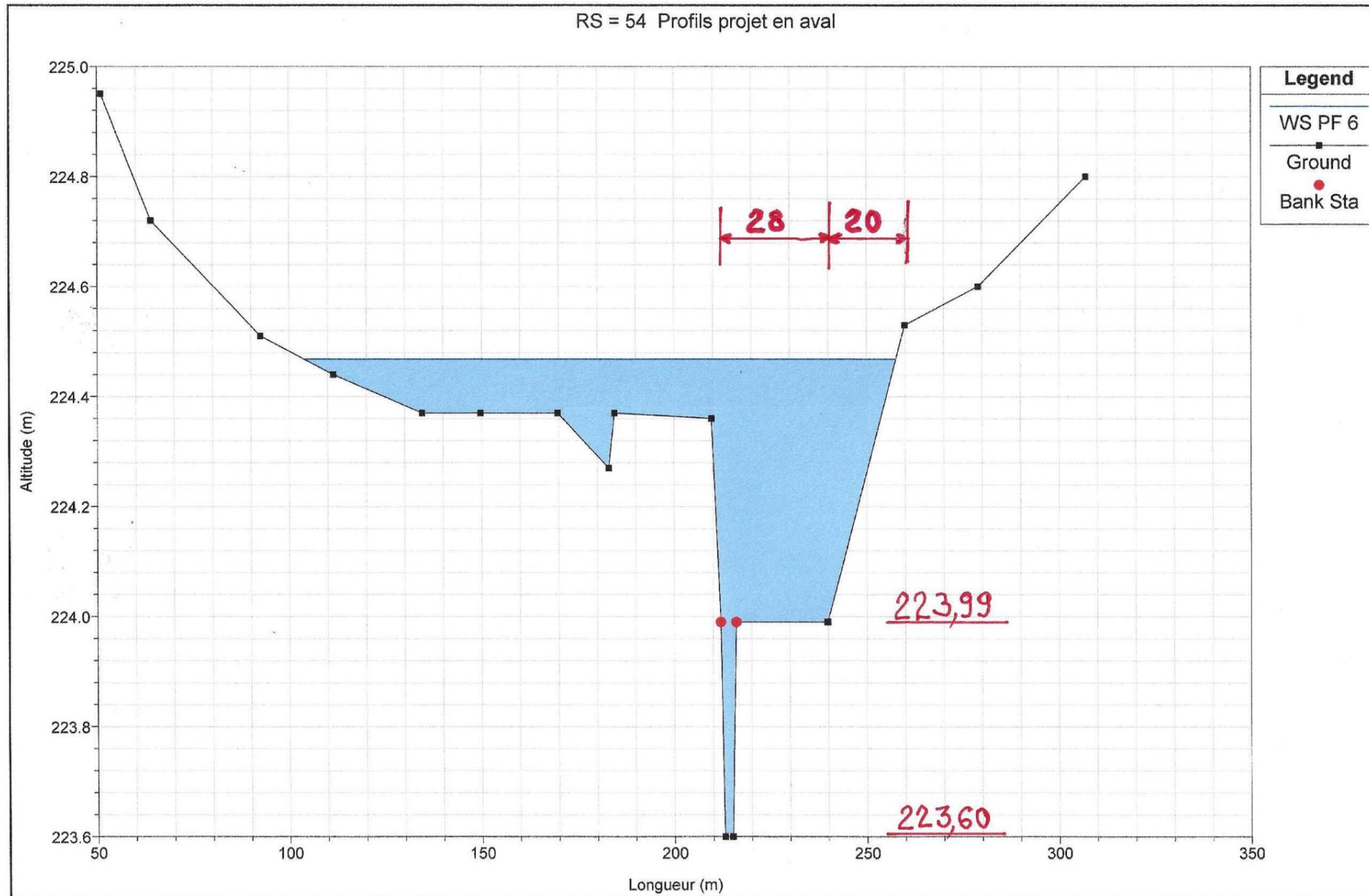
Profil amont (38.4)

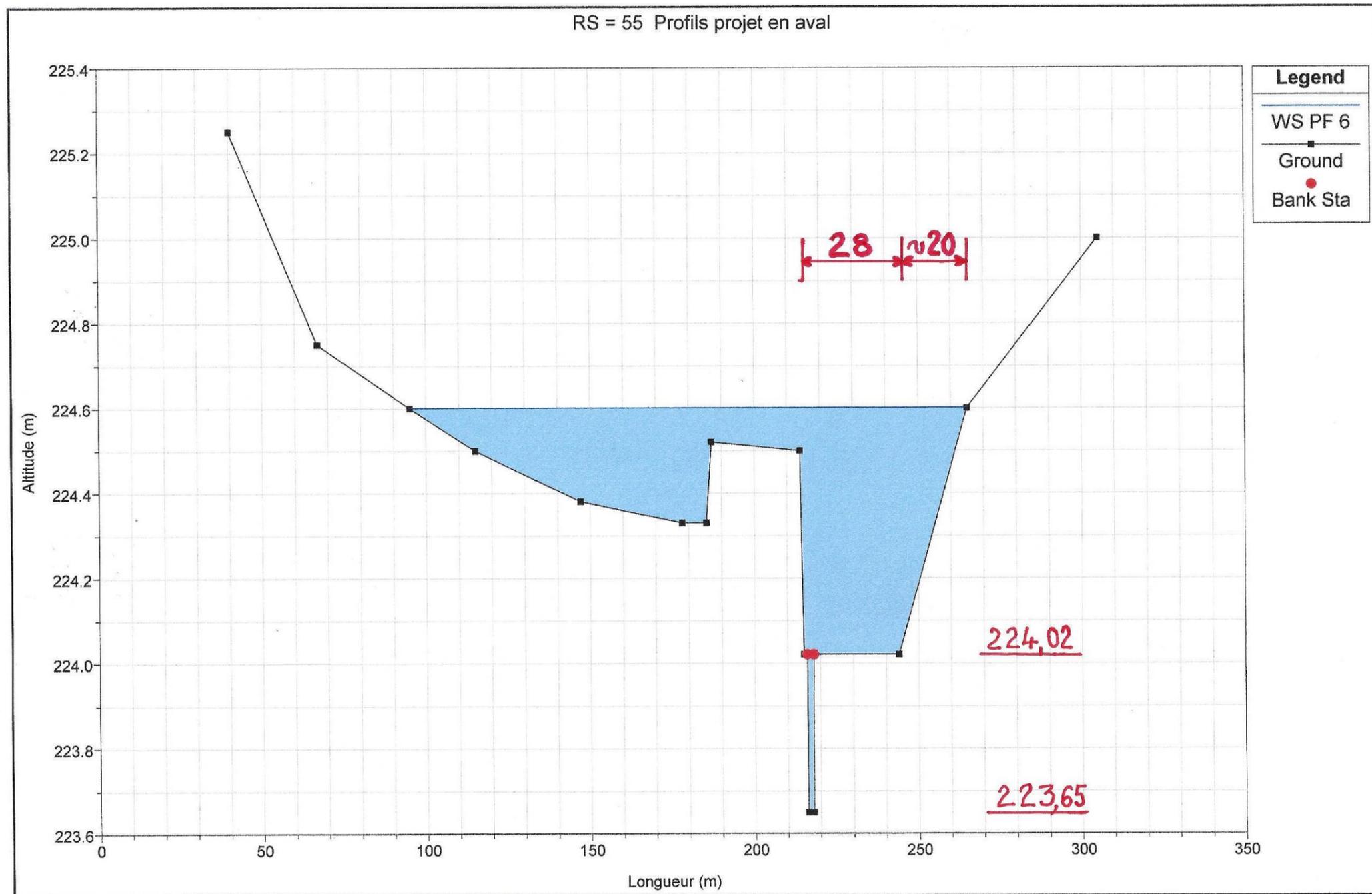


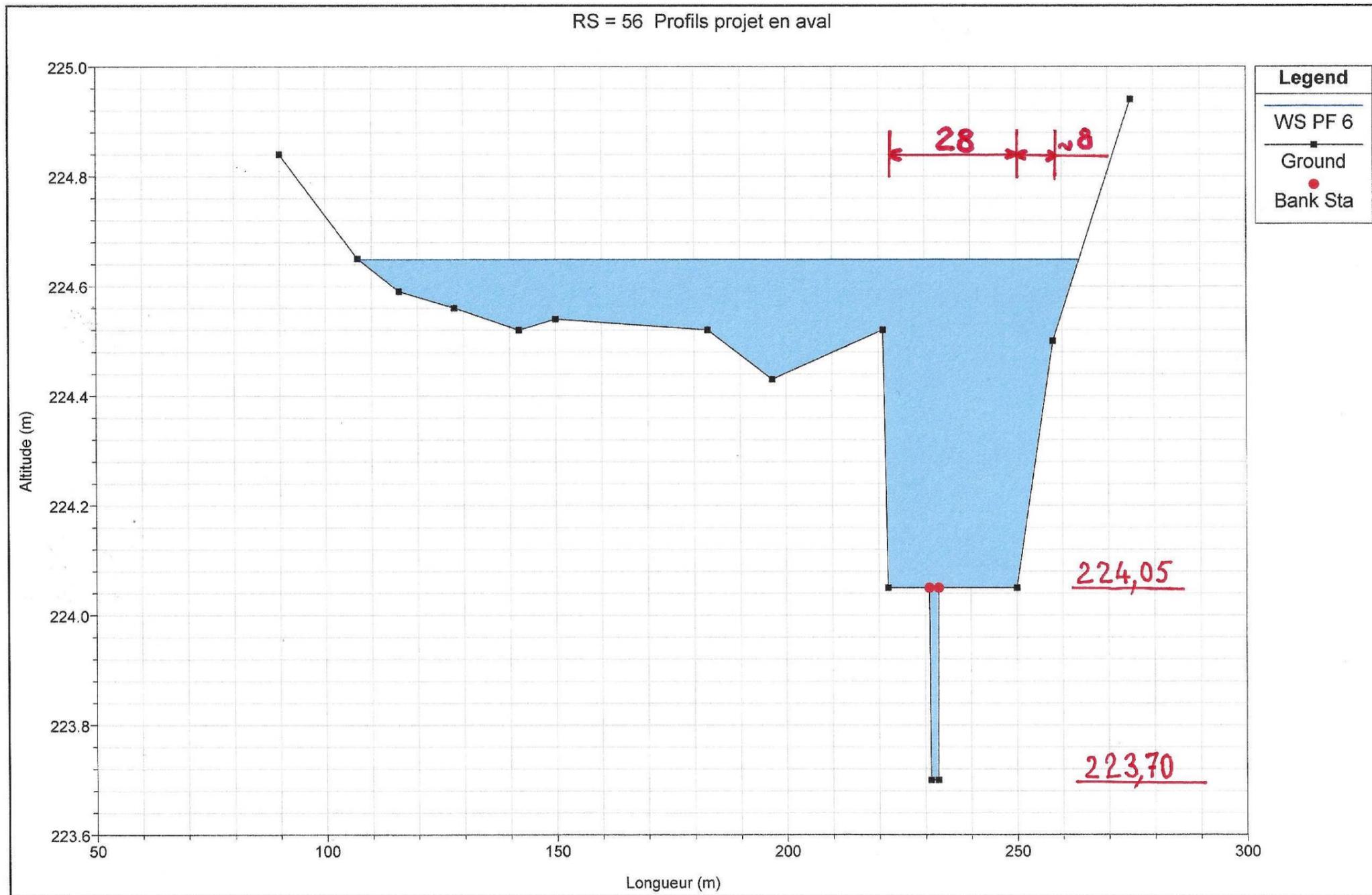
Profil sur le chemin (38.35)

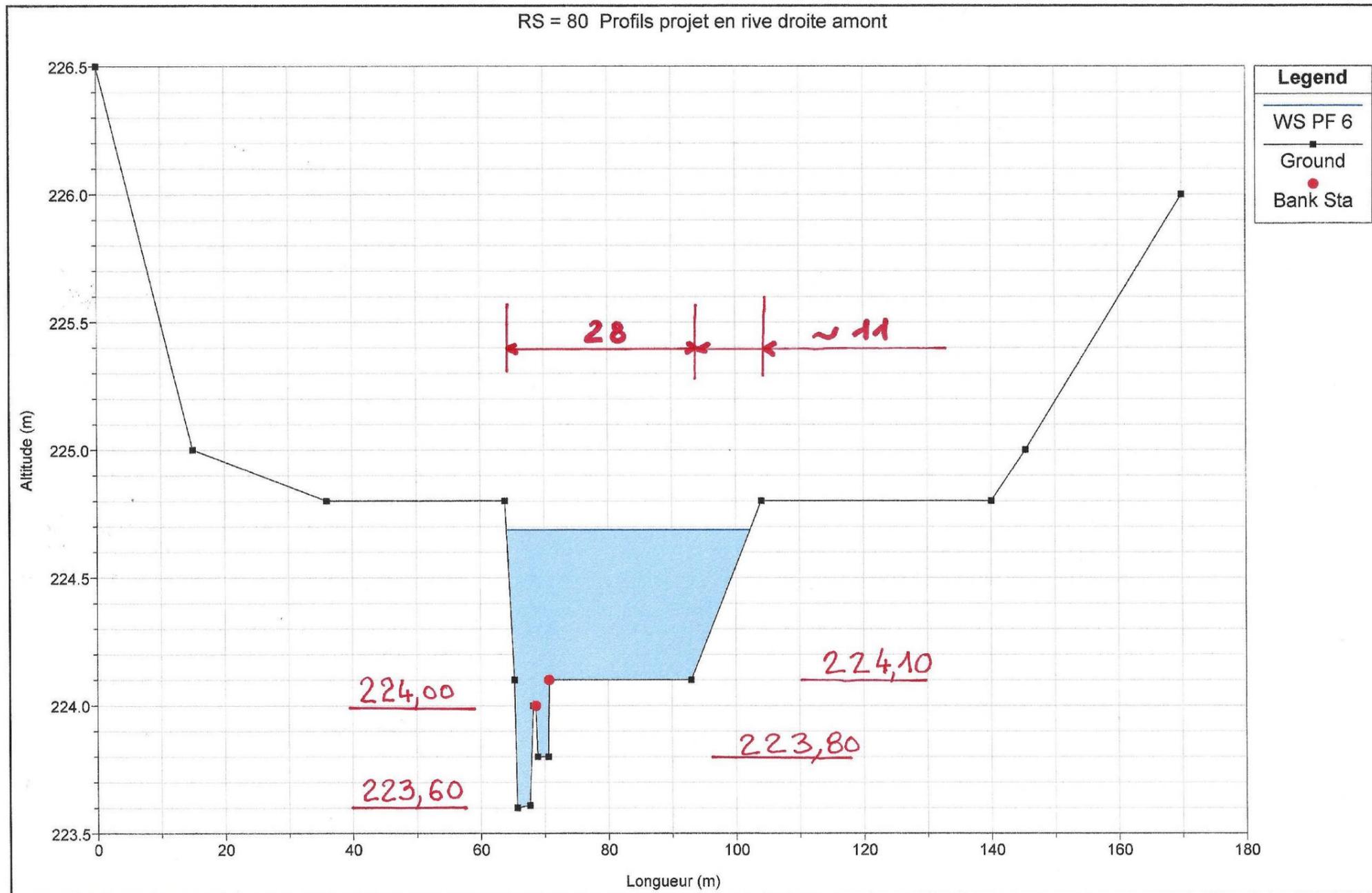
12- Chenal à créer au moulin Bénusse : profils

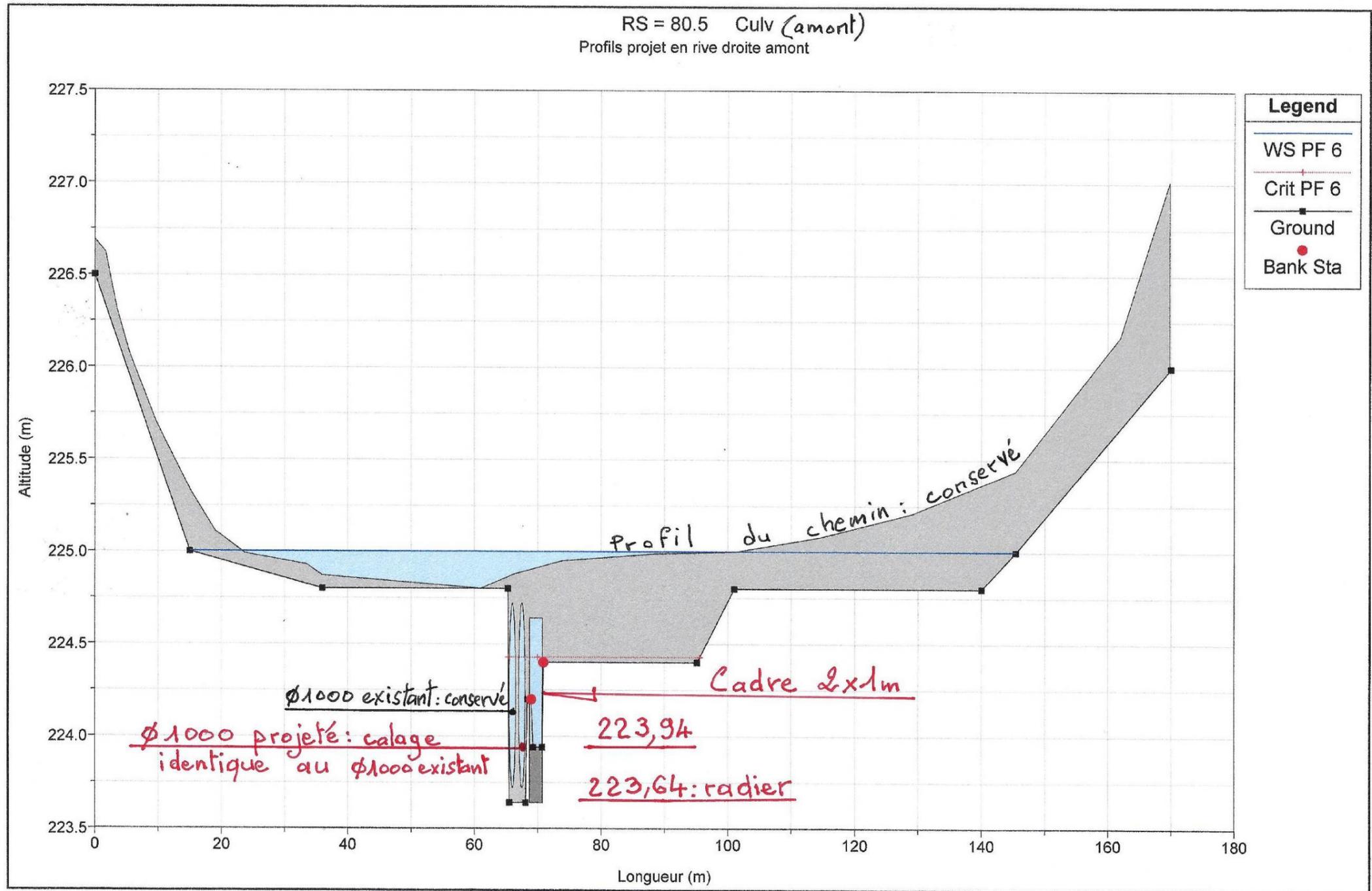


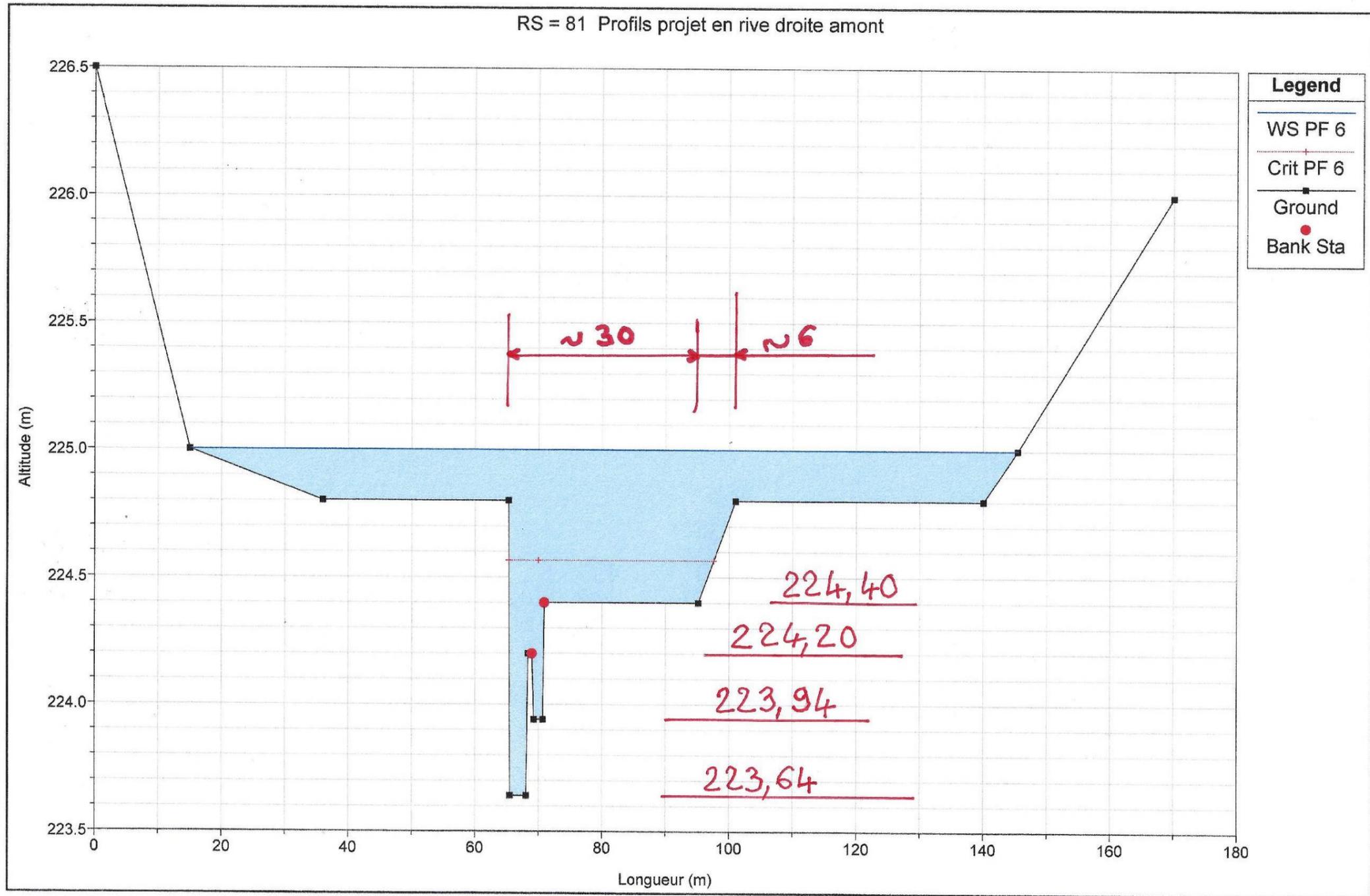




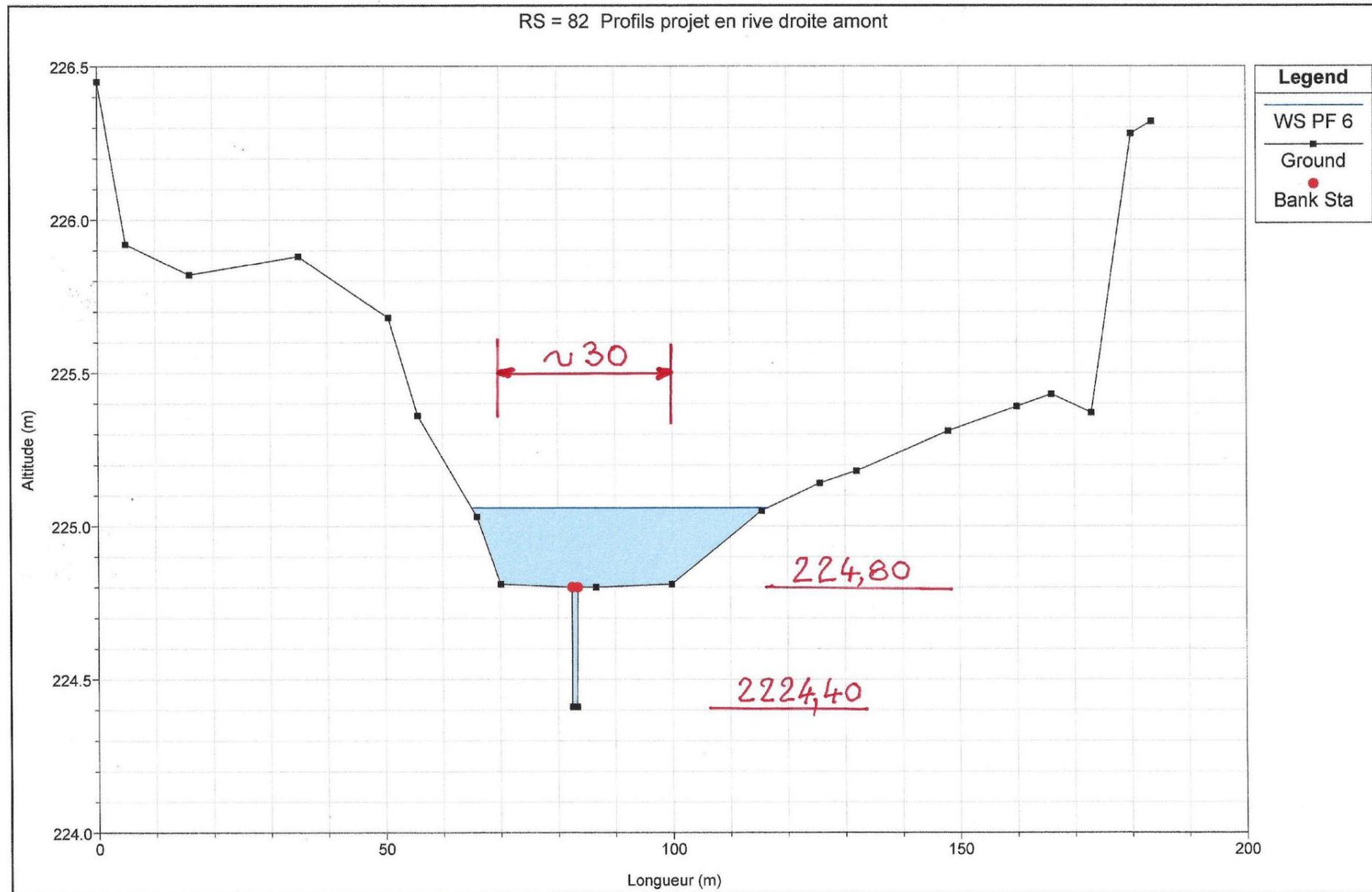


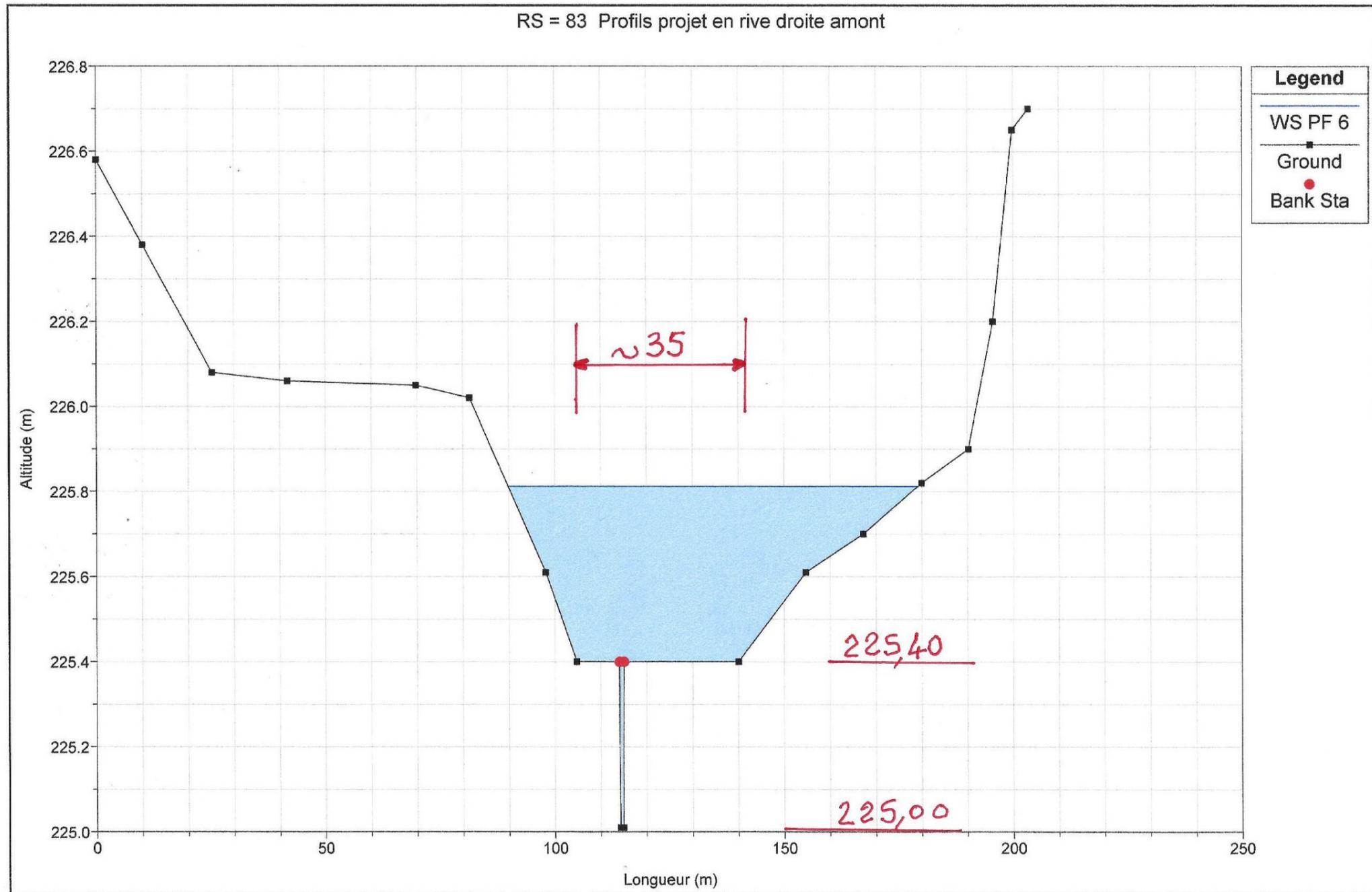


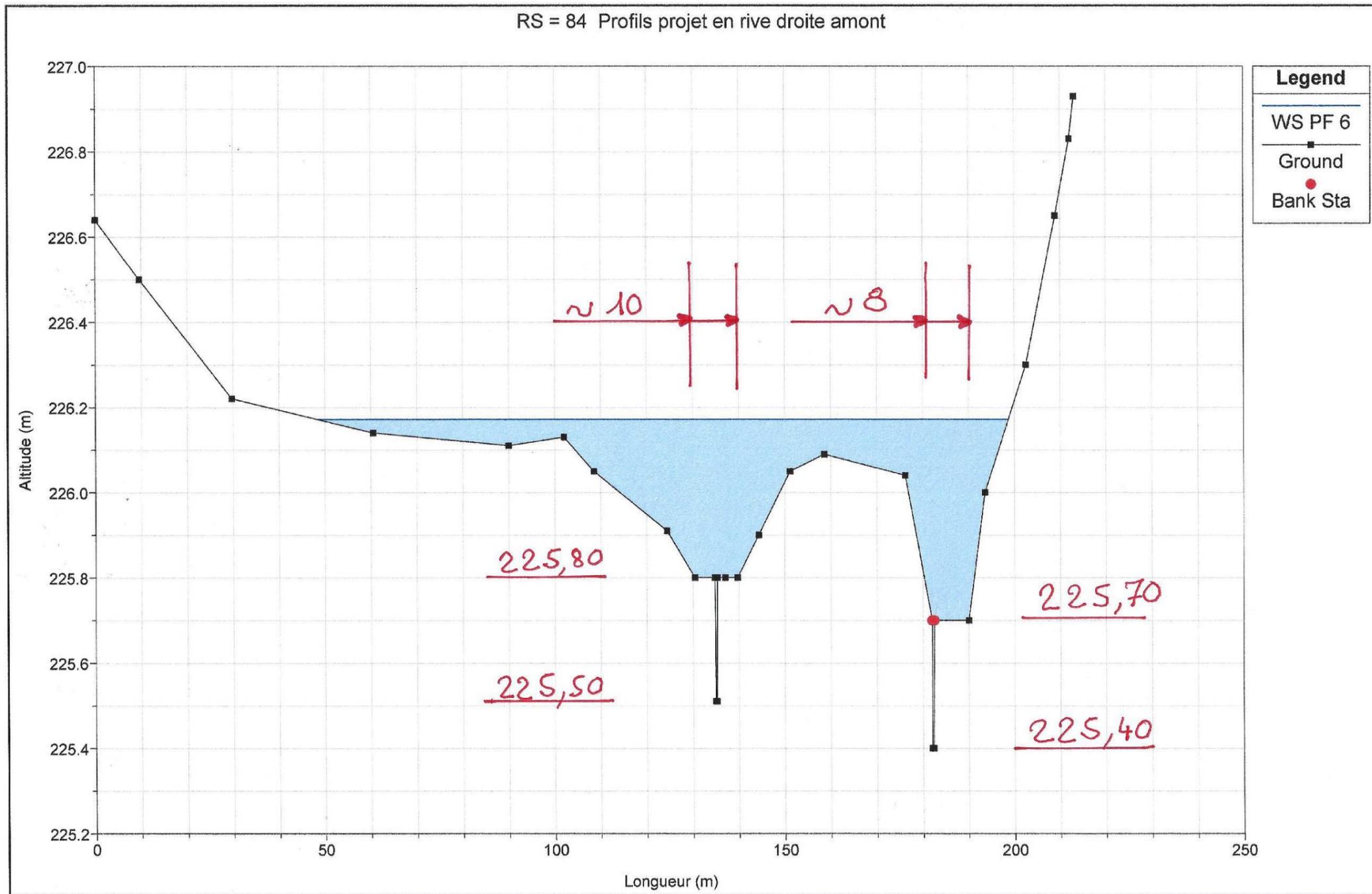




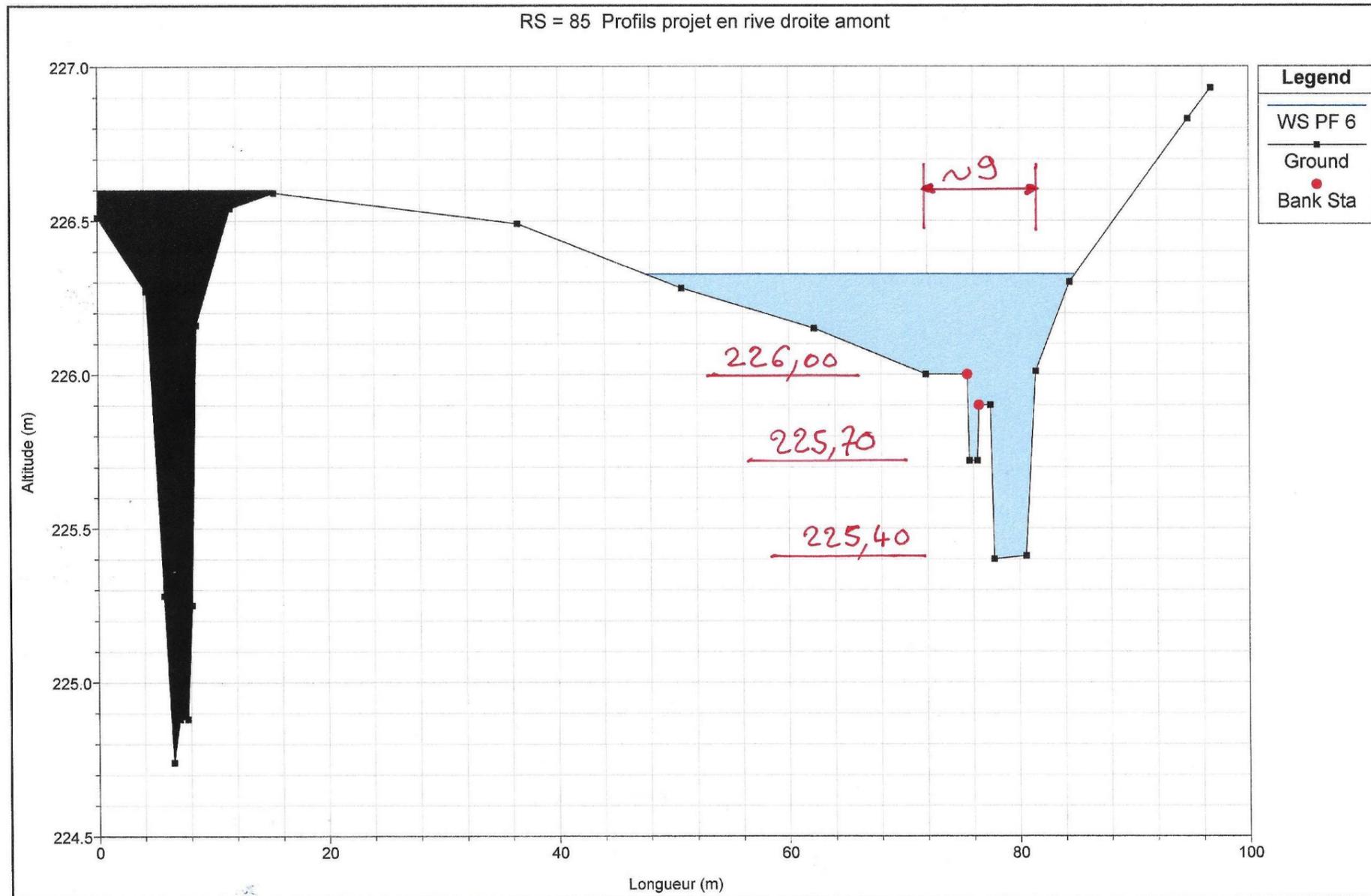
13- Amont du moulin Bénusse à la confluence : profils

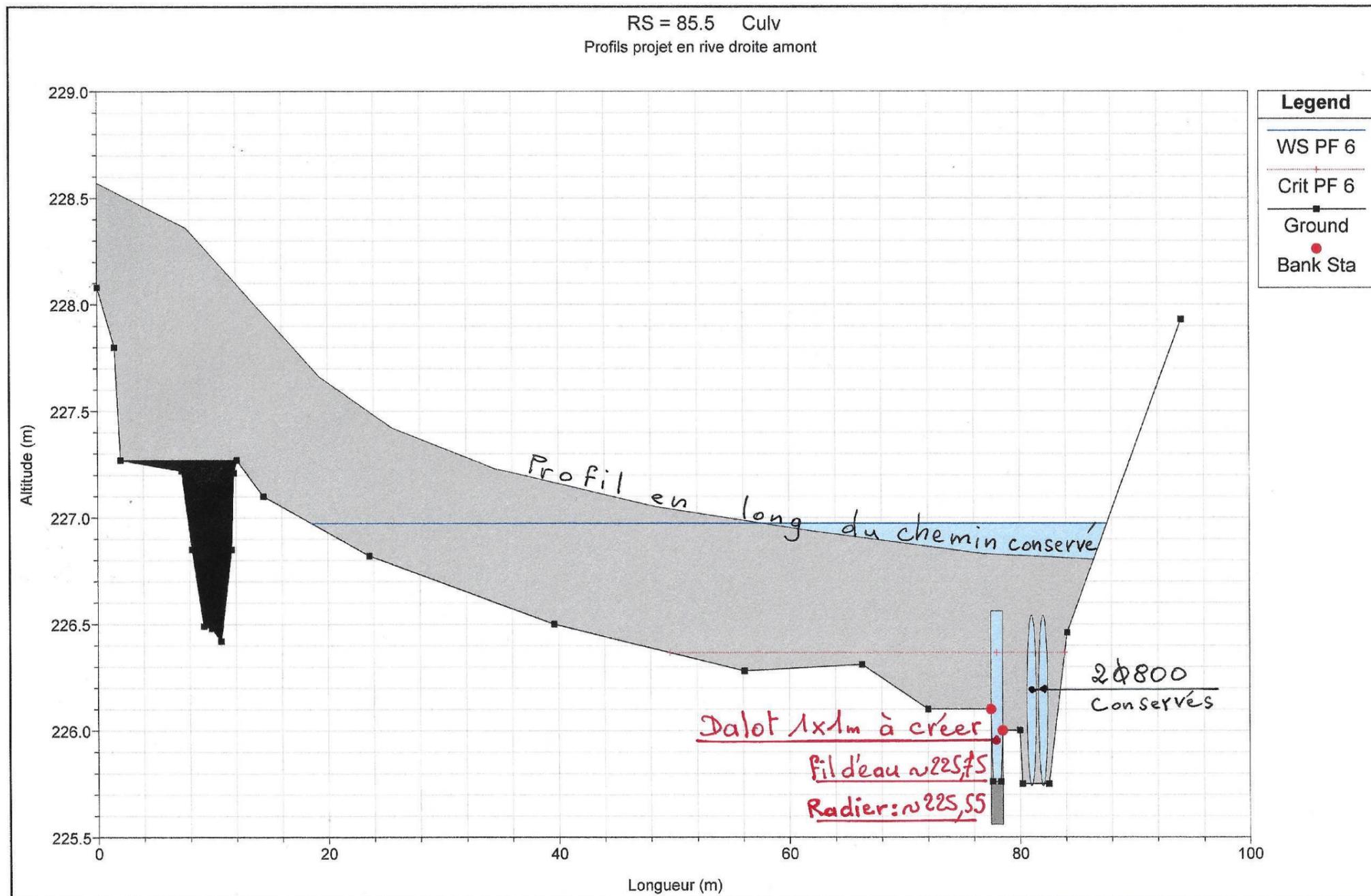


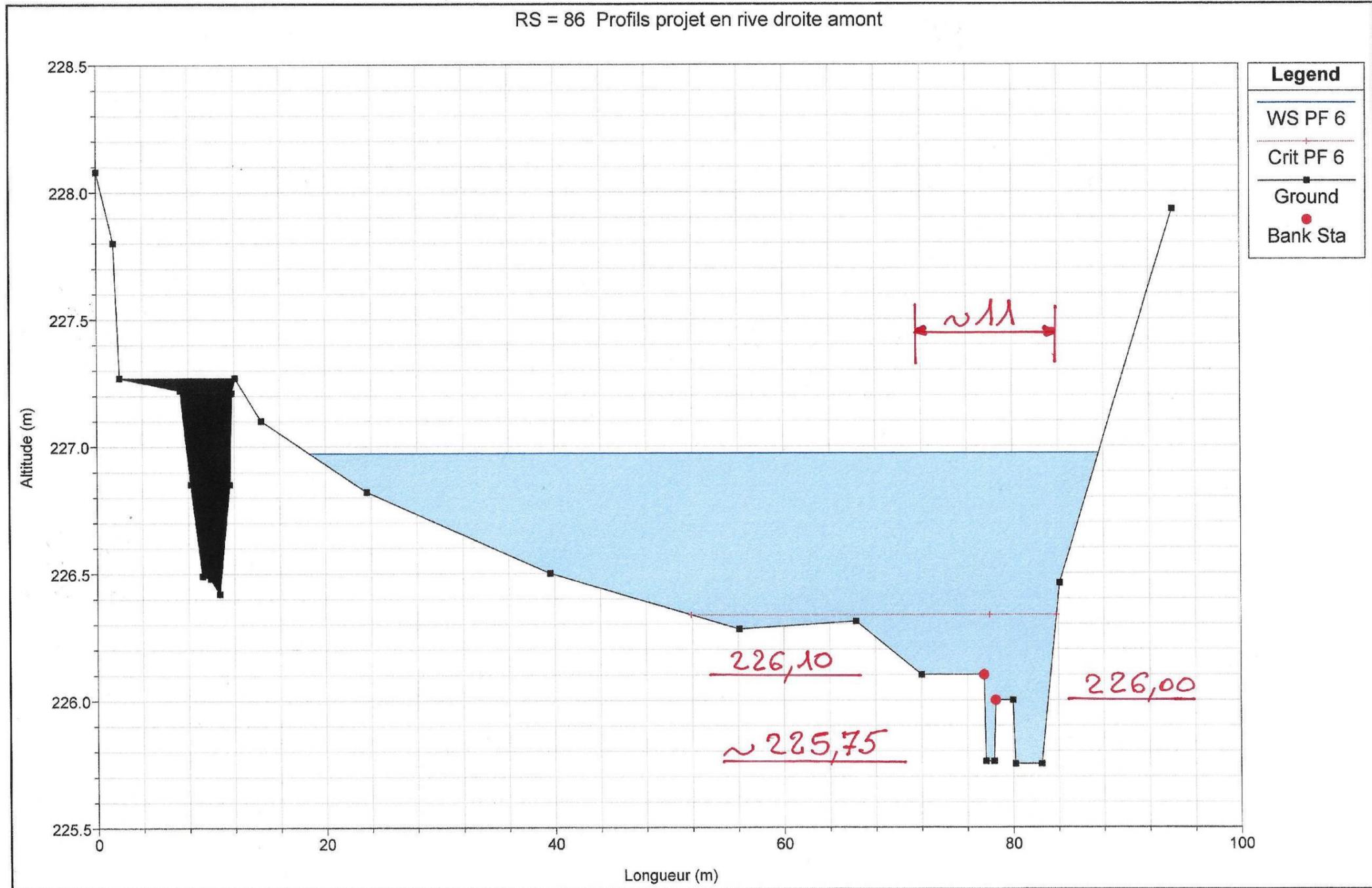


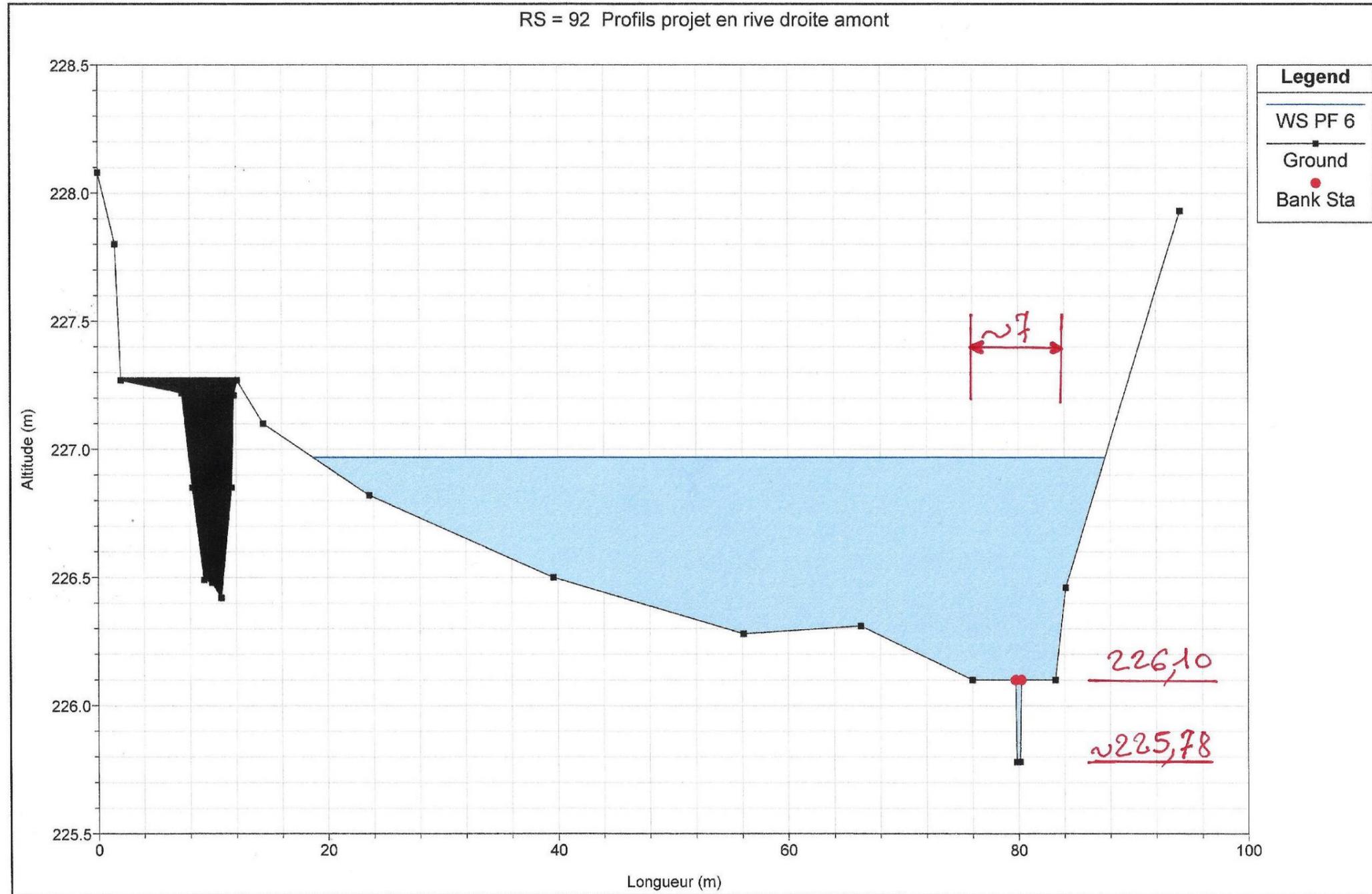


14- Entre la confluence et la Fontaine de la Mignonne : profils

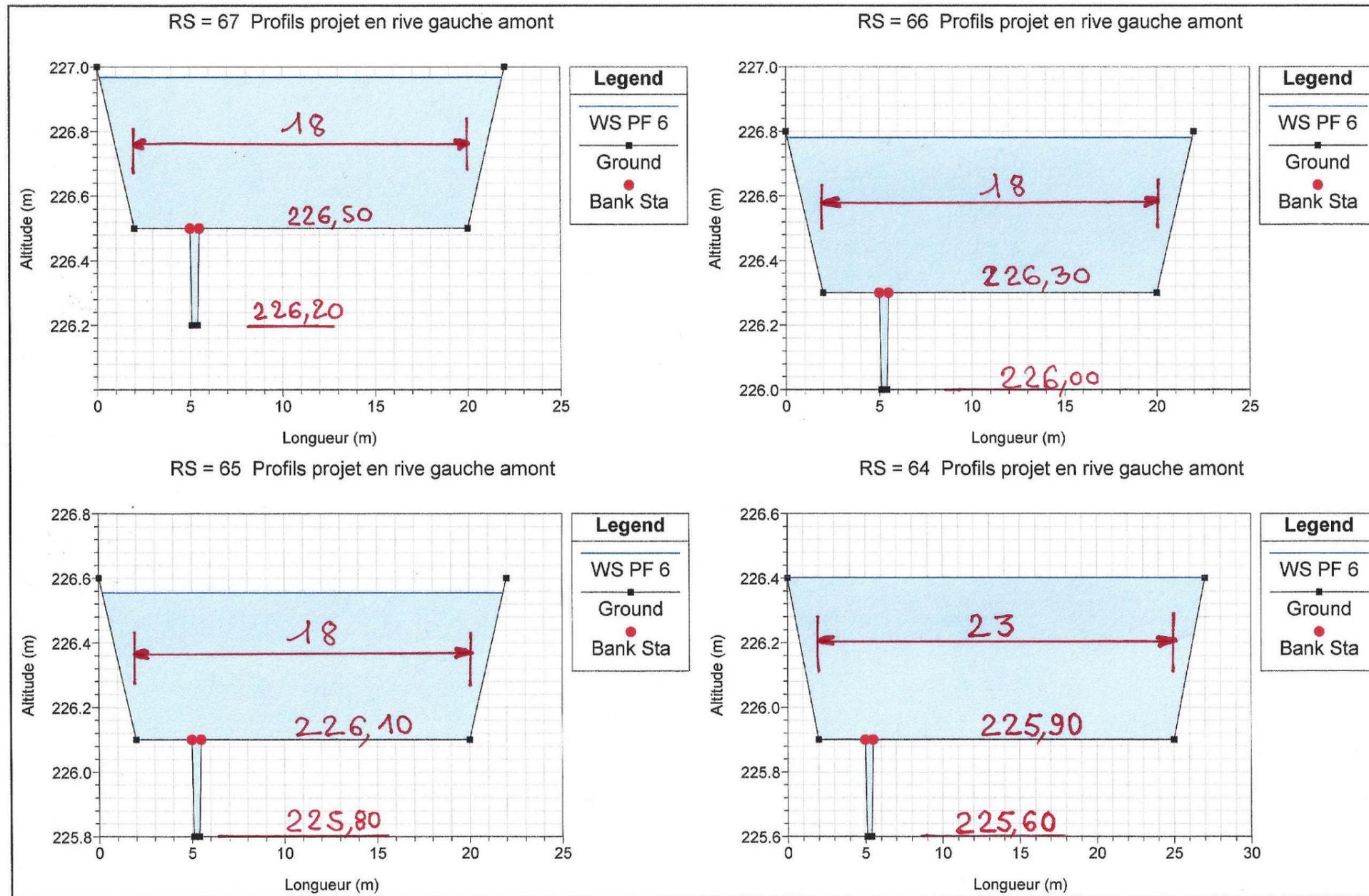




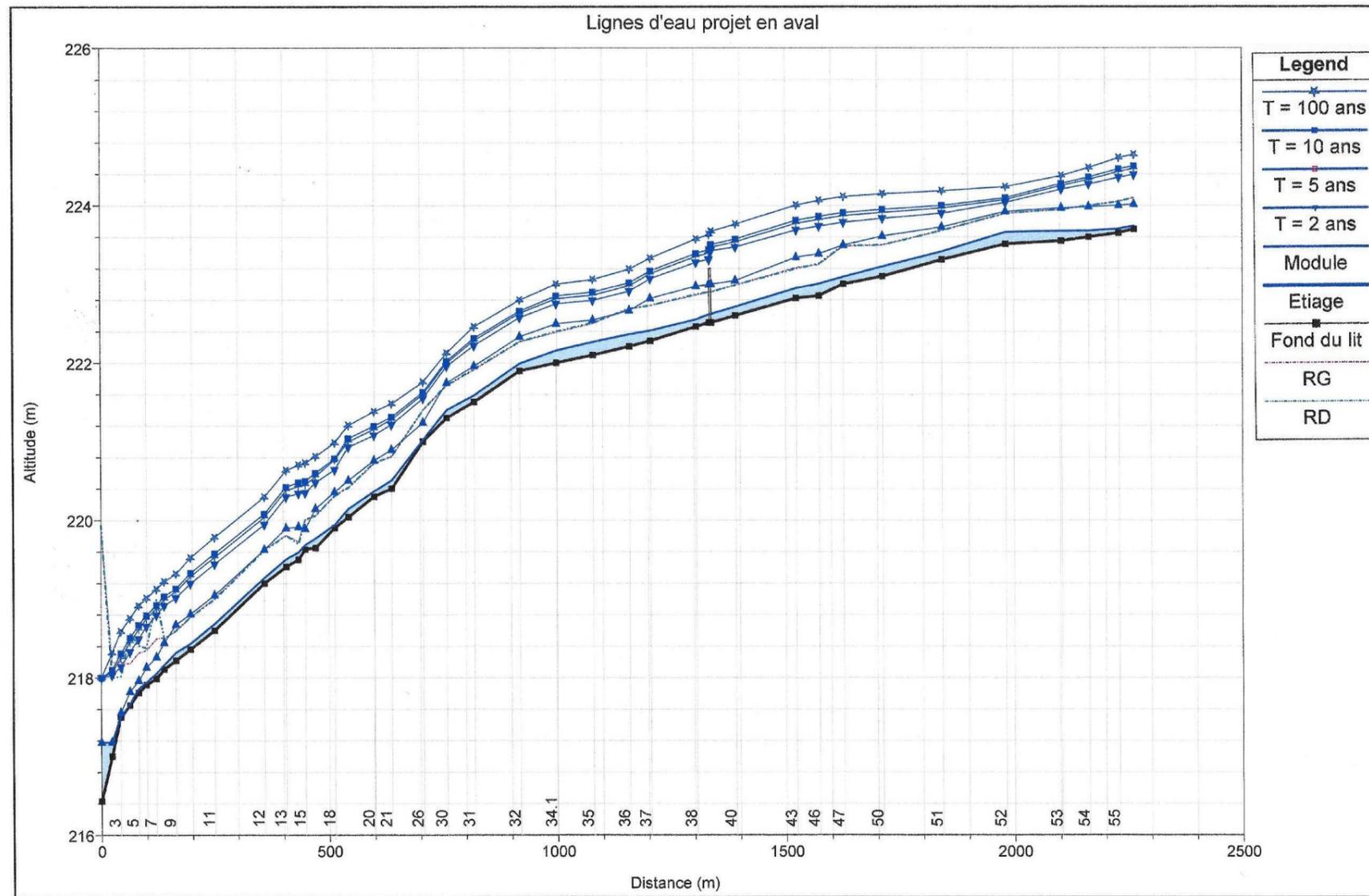




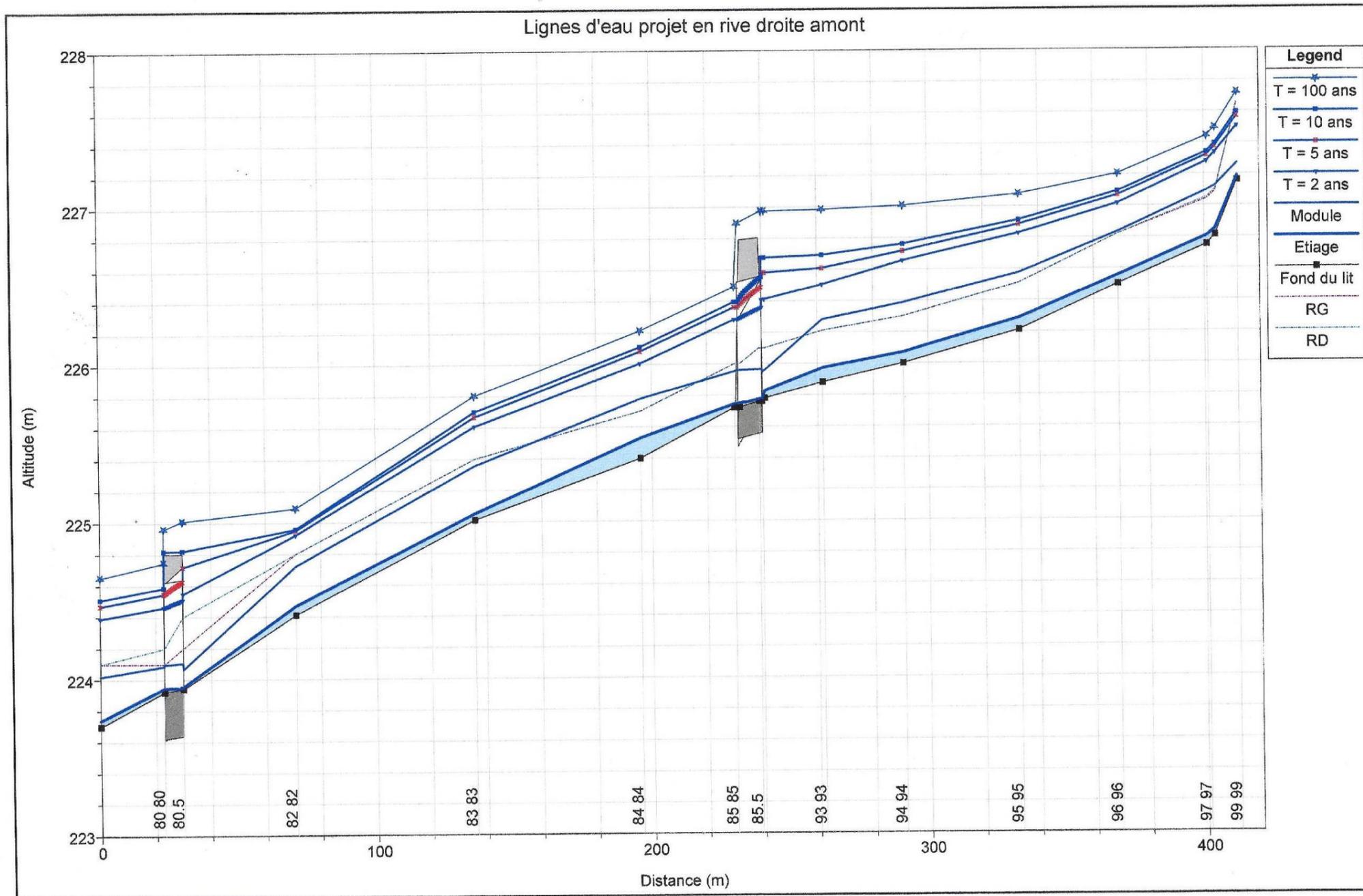
15- Aménagement en aval du bras de la Fontaine Bénusse : profils



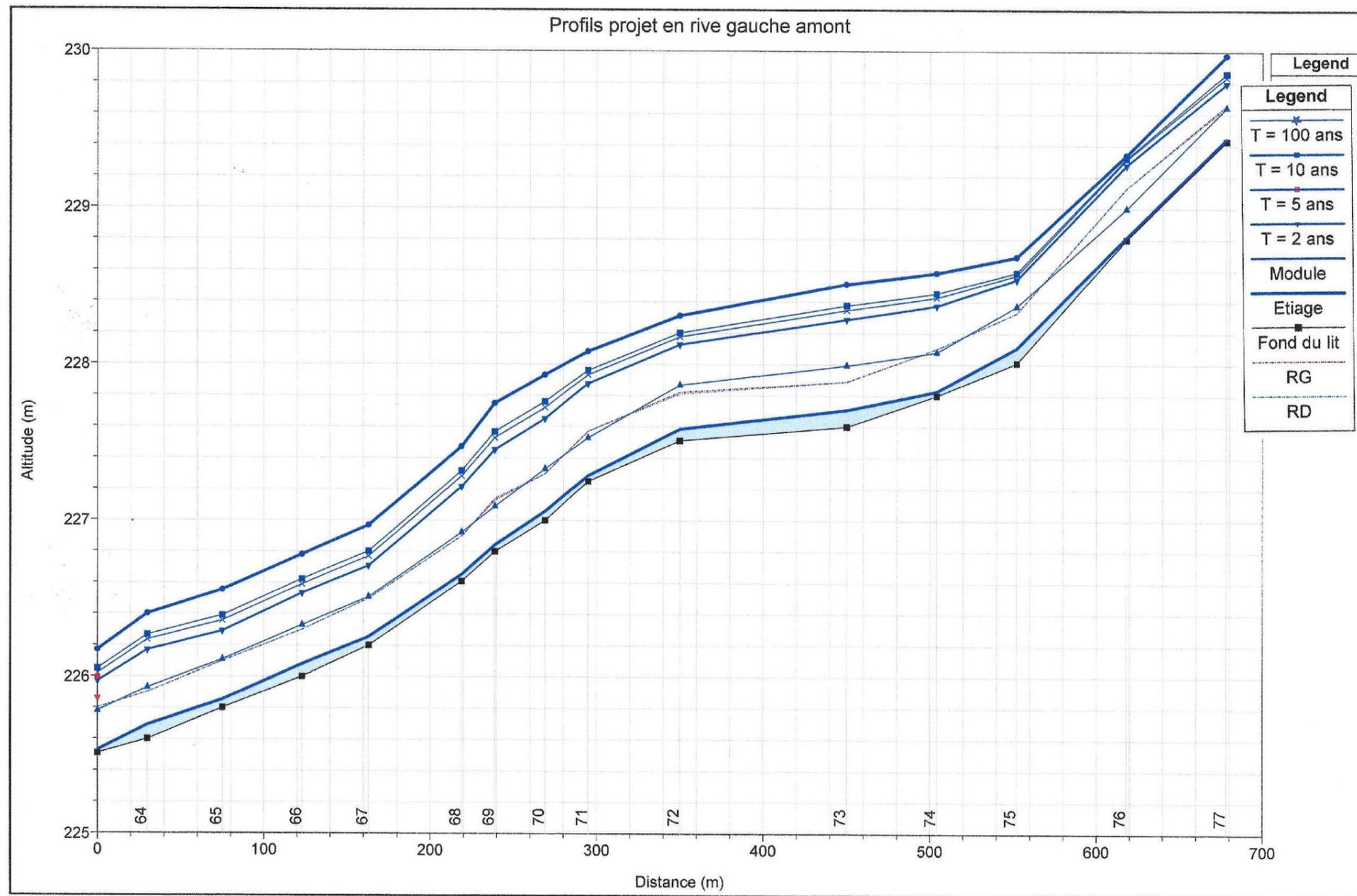
16- Lignes d'eau avec l'aménagement



Aval du moulin Bénusse



Amont du moulin Bénusse : bras de la Fontaine de la Mignonne

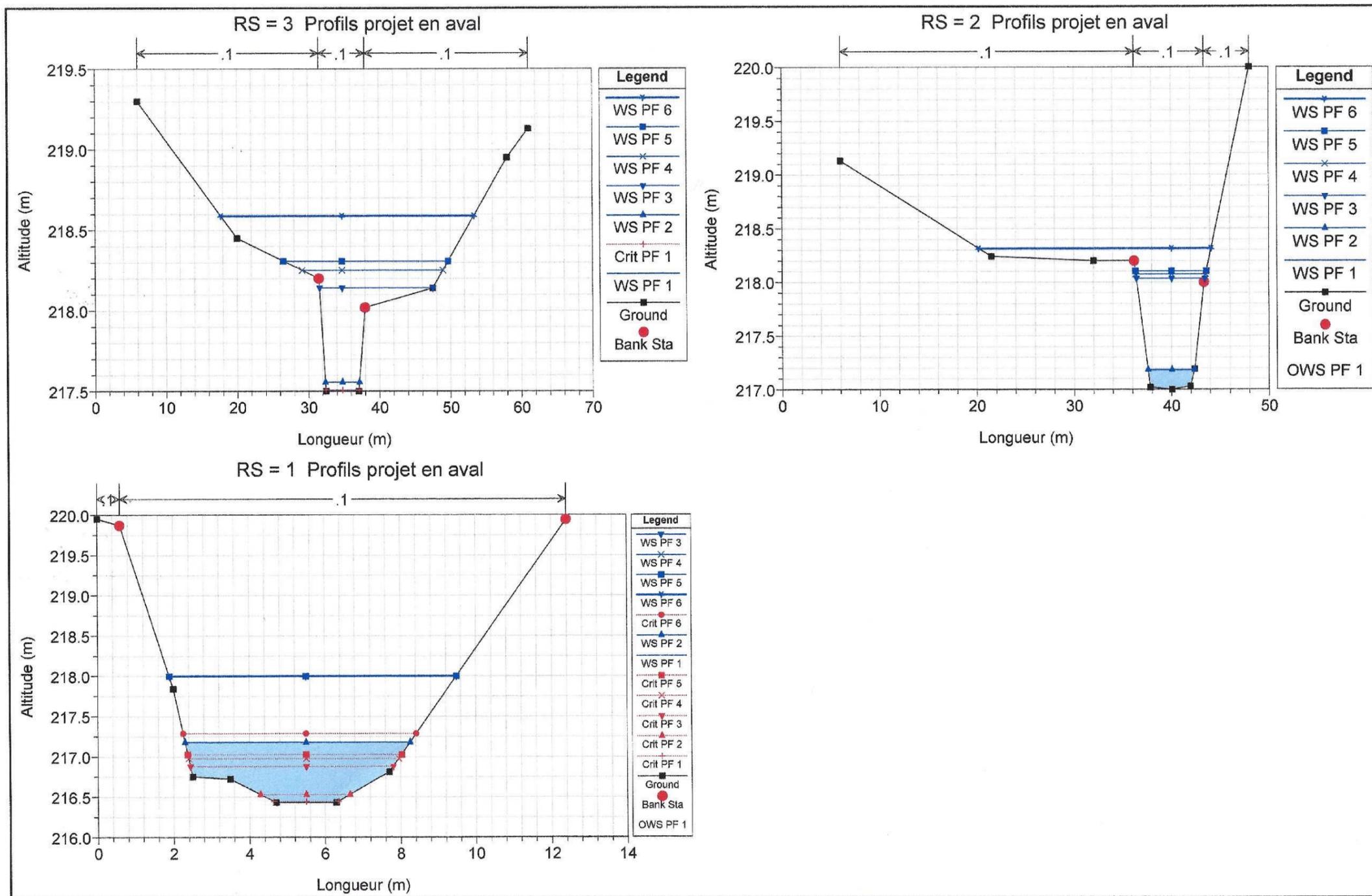


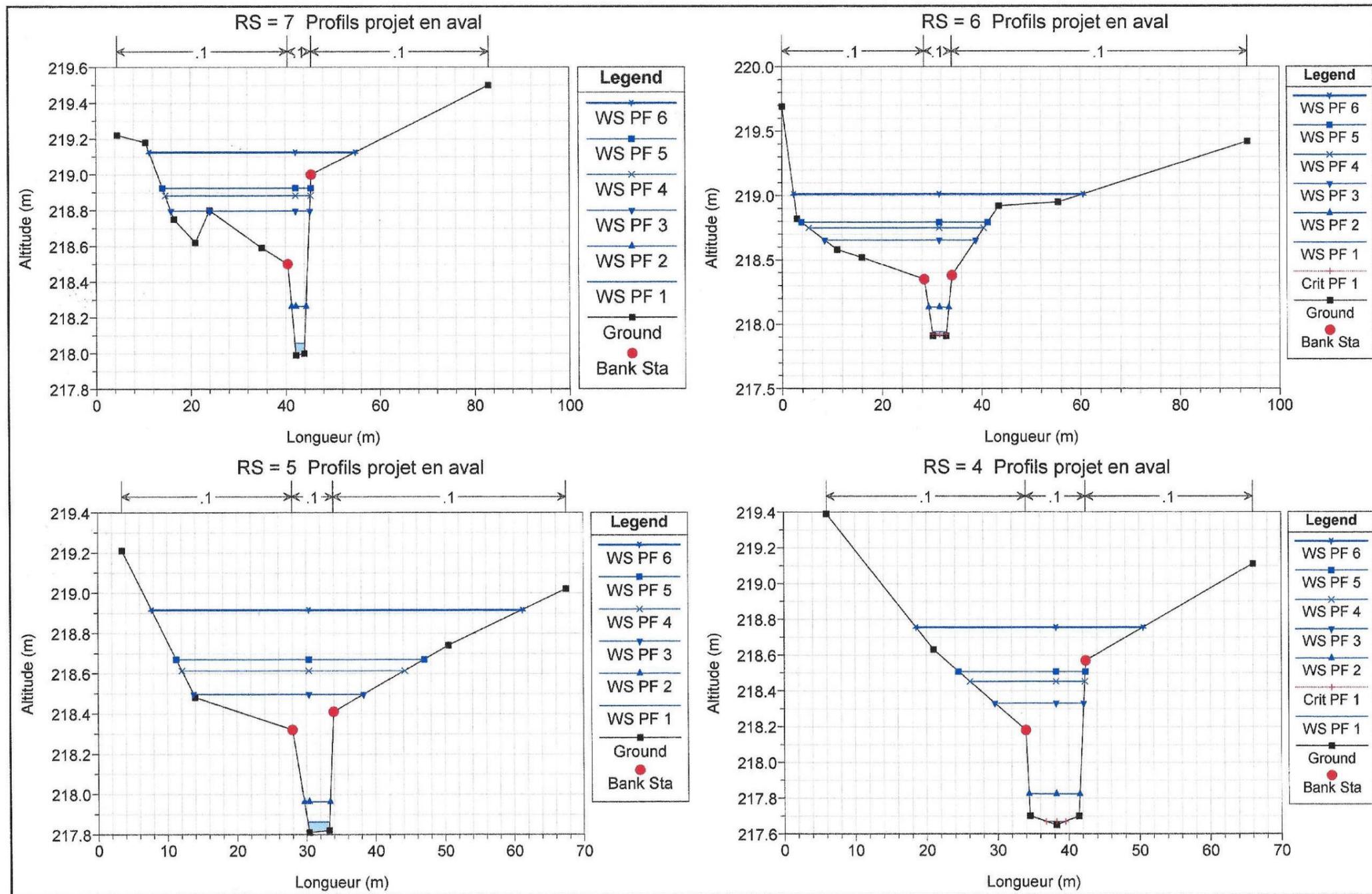
Amont du moulin Bénusse : bras de la Fontaine Bénusse

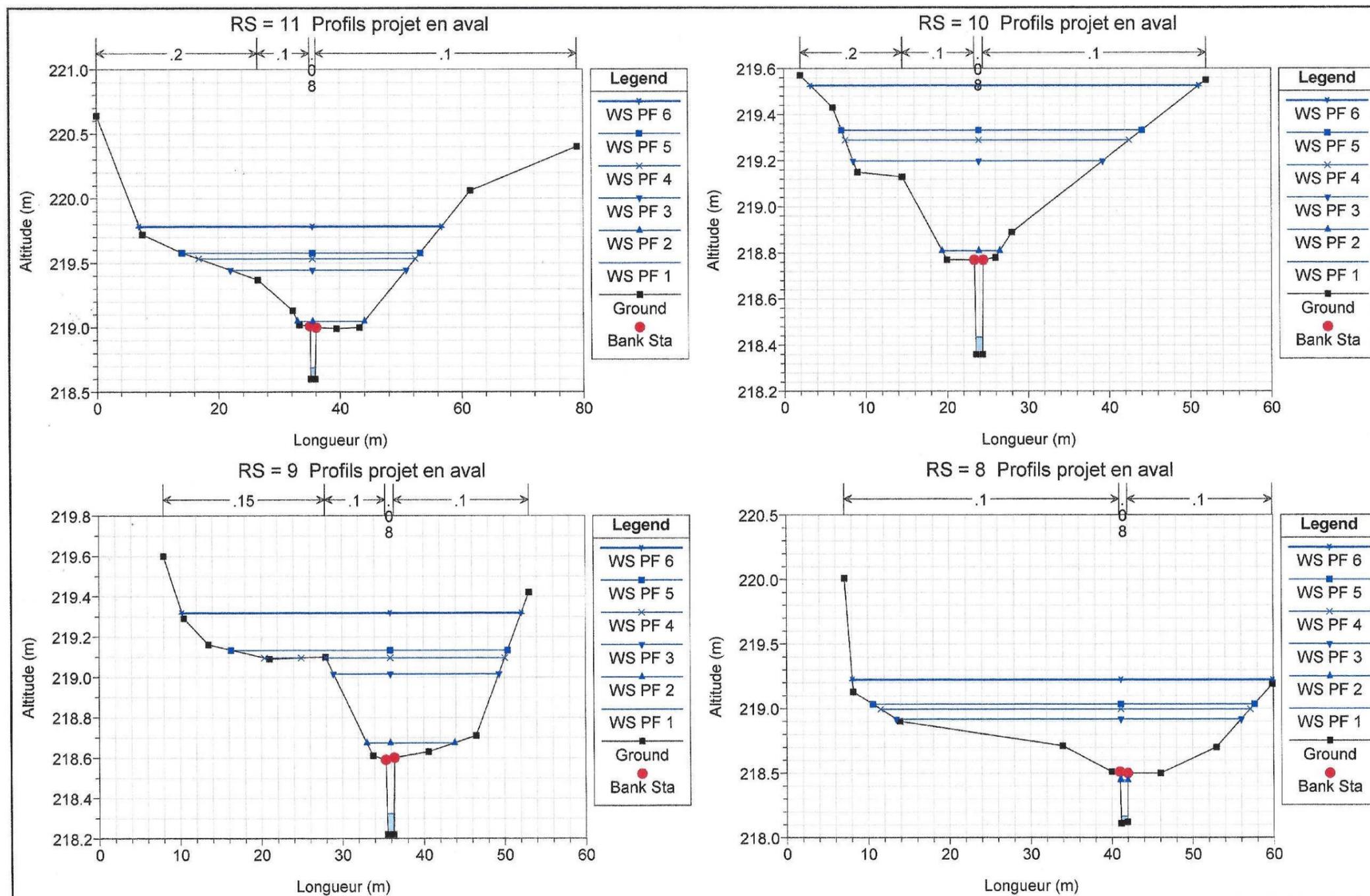
17- Cahier des profils en travers avec l'aménagement : aval du moulin Bénusse

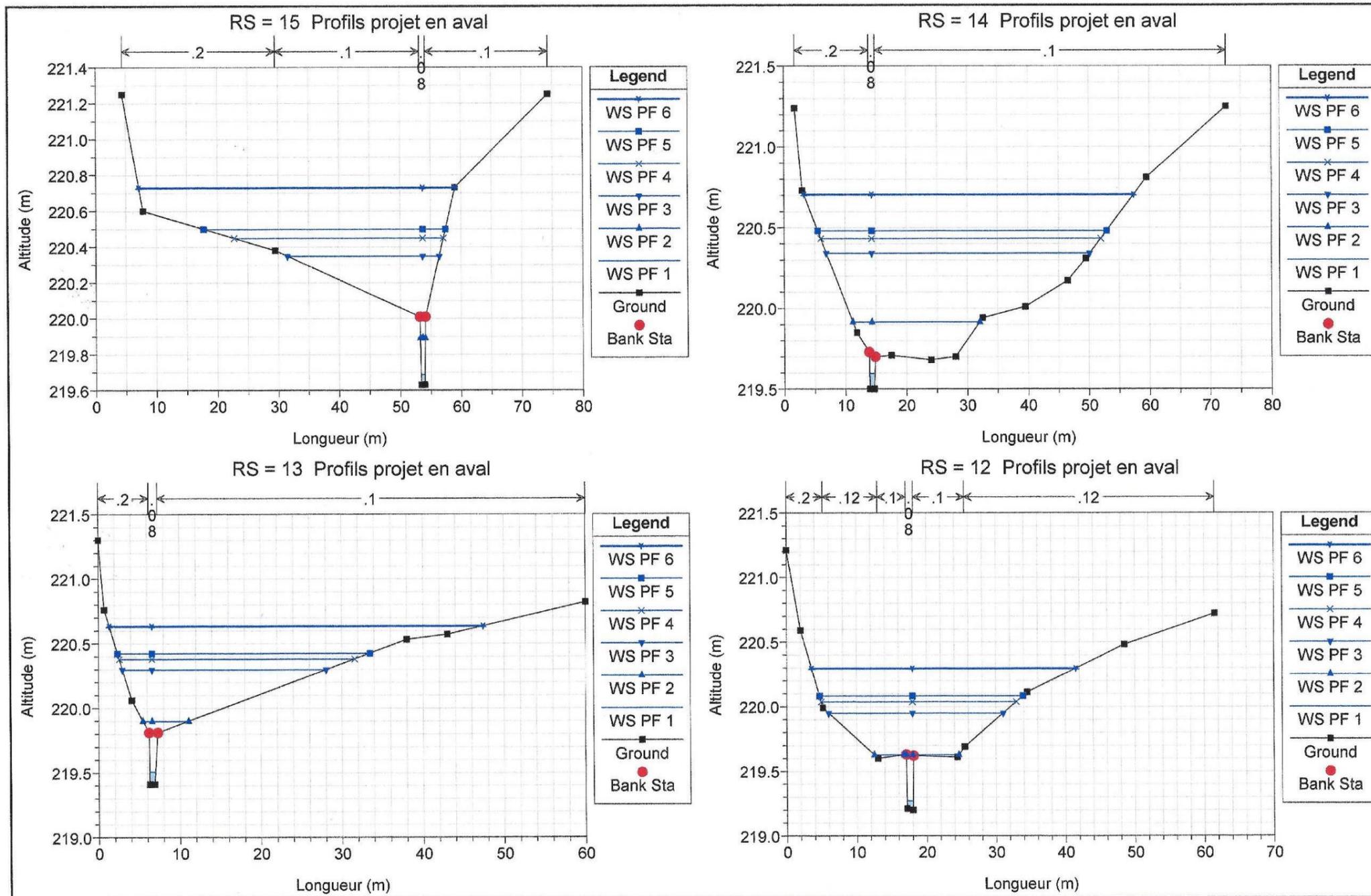
Legend
 T = 100 ans
 T = 10 ans
 T = 5 ans
 T = 2 ans
 Module
 Etiage
 Fond du lit
 Berges

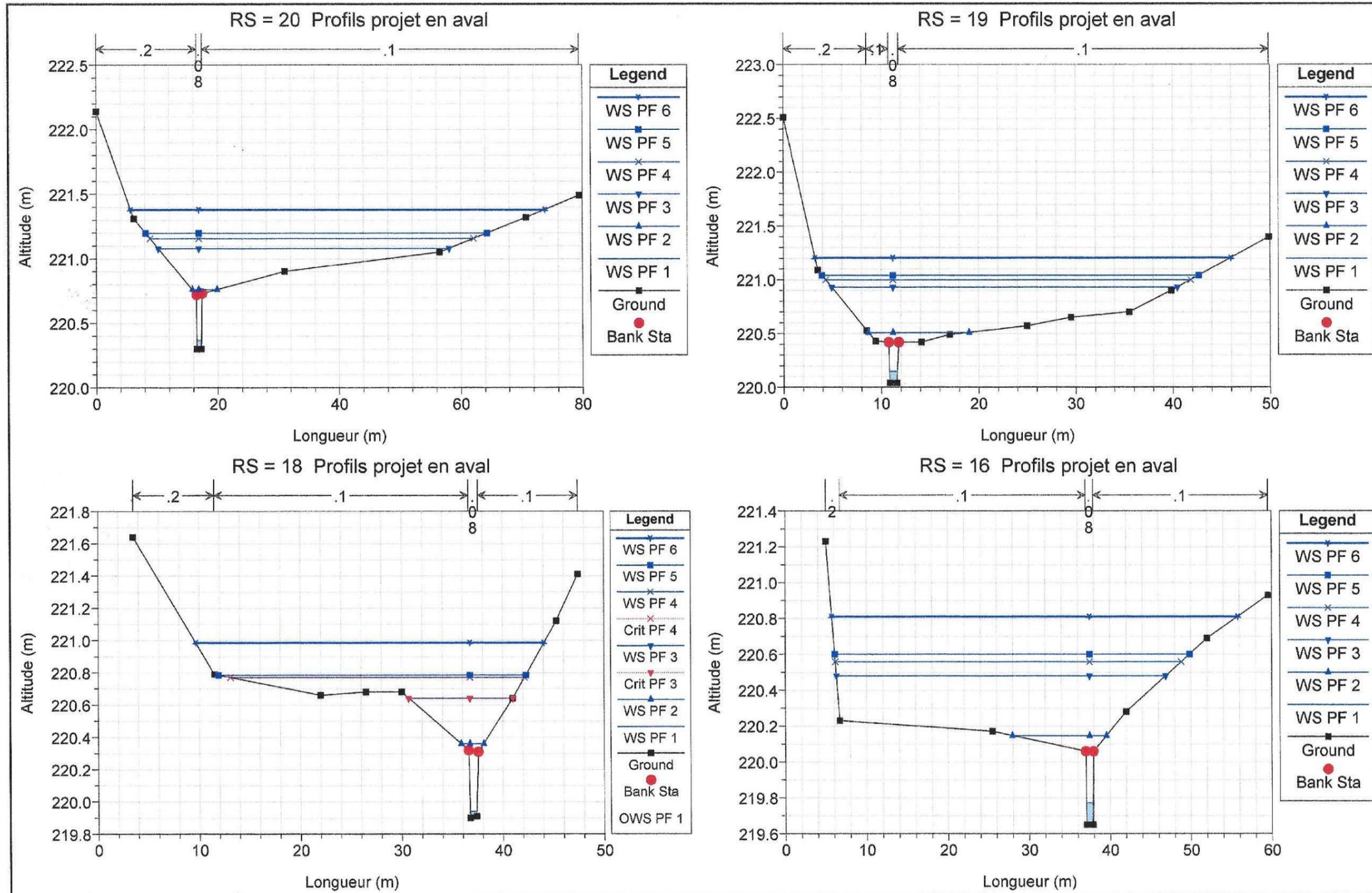
Légende commune à tous les profils

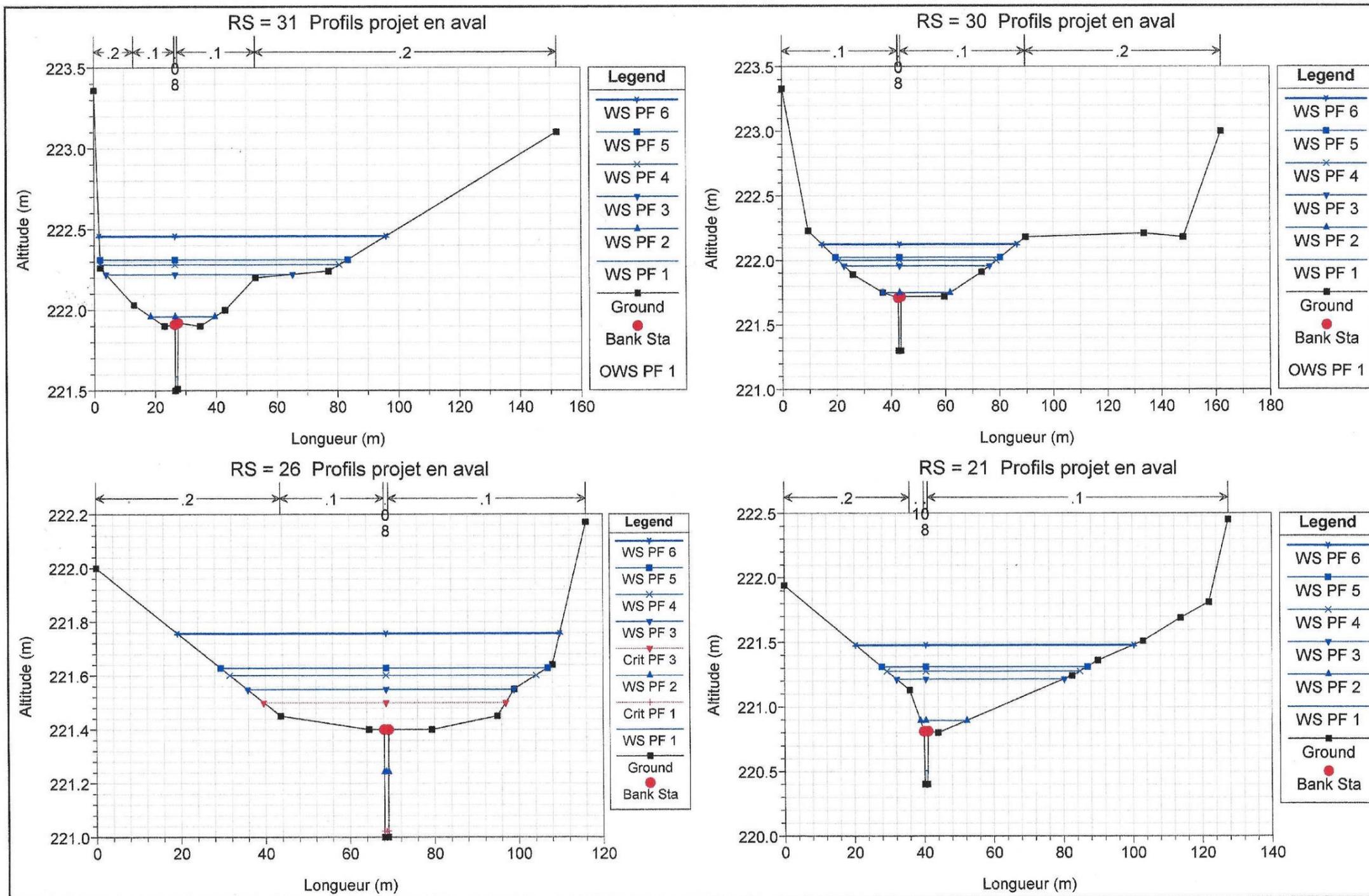


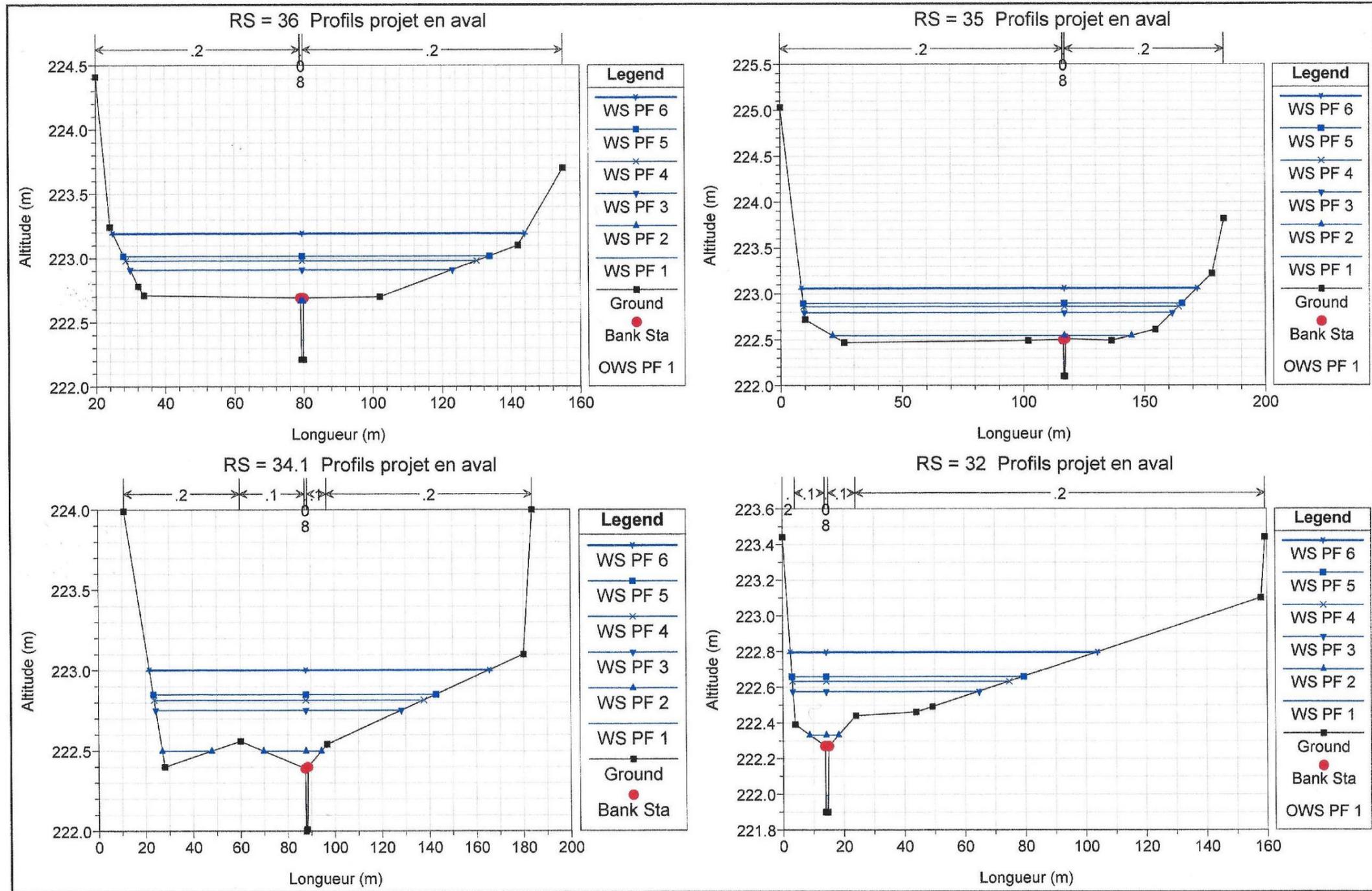


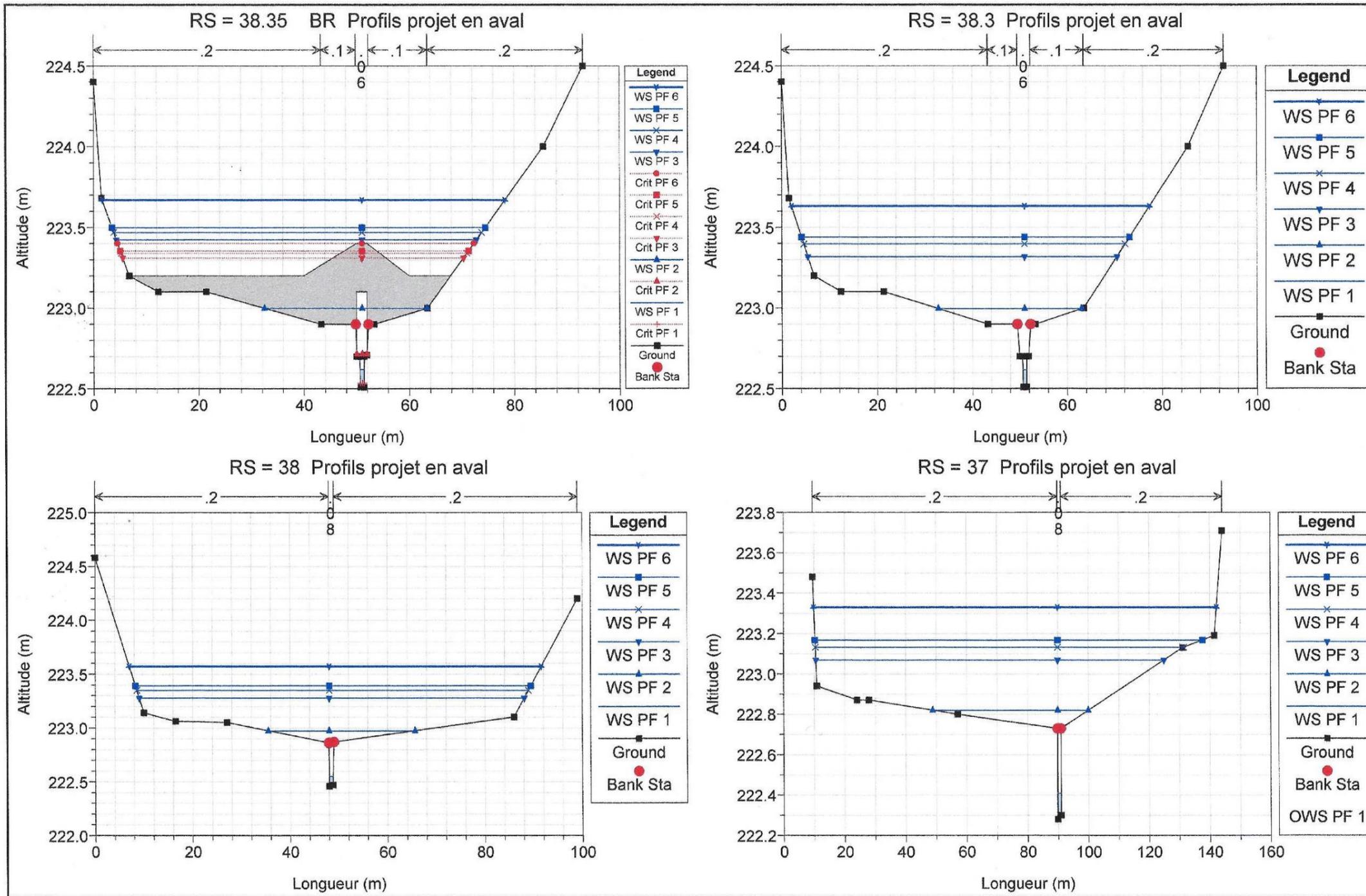


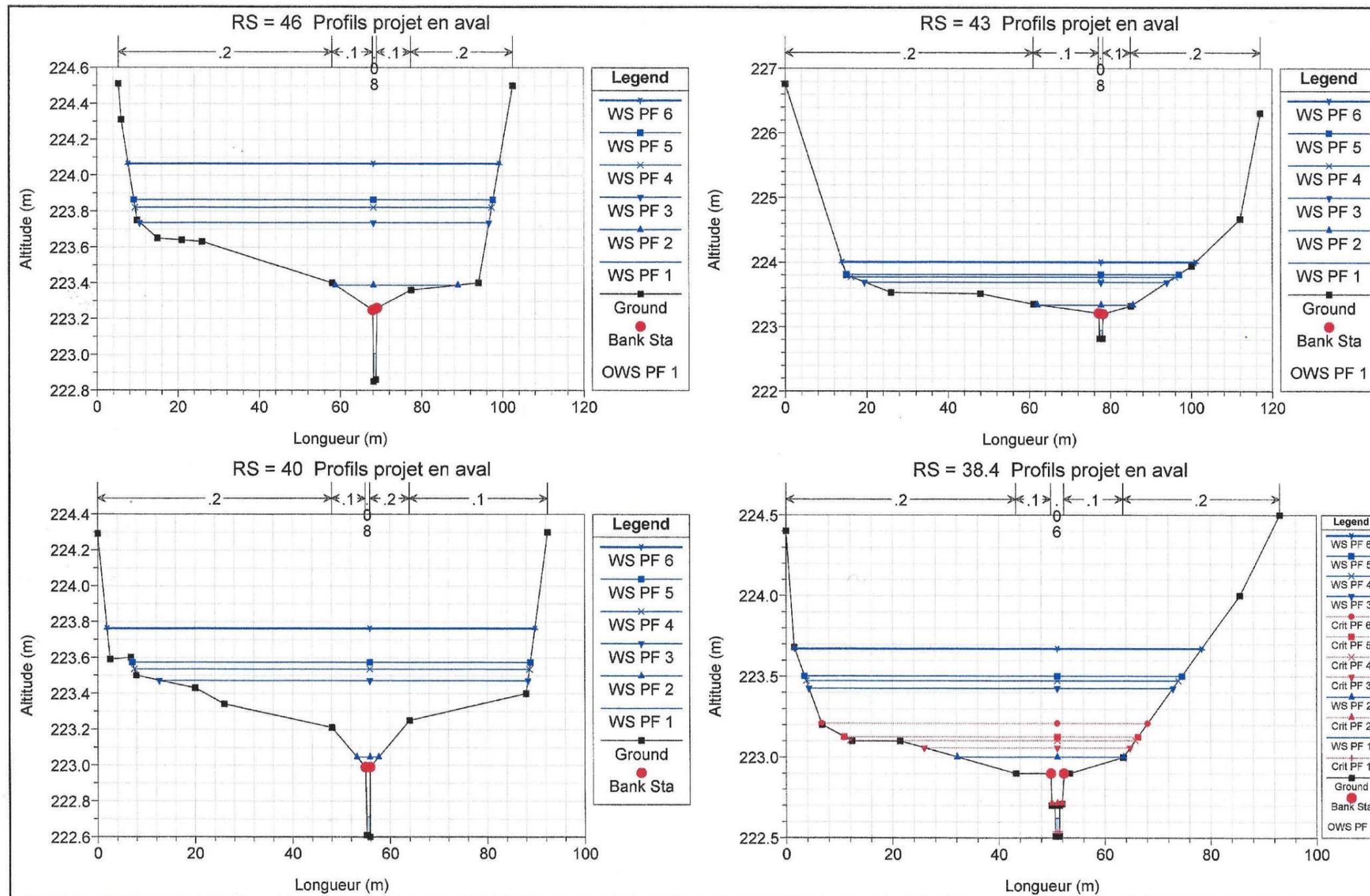


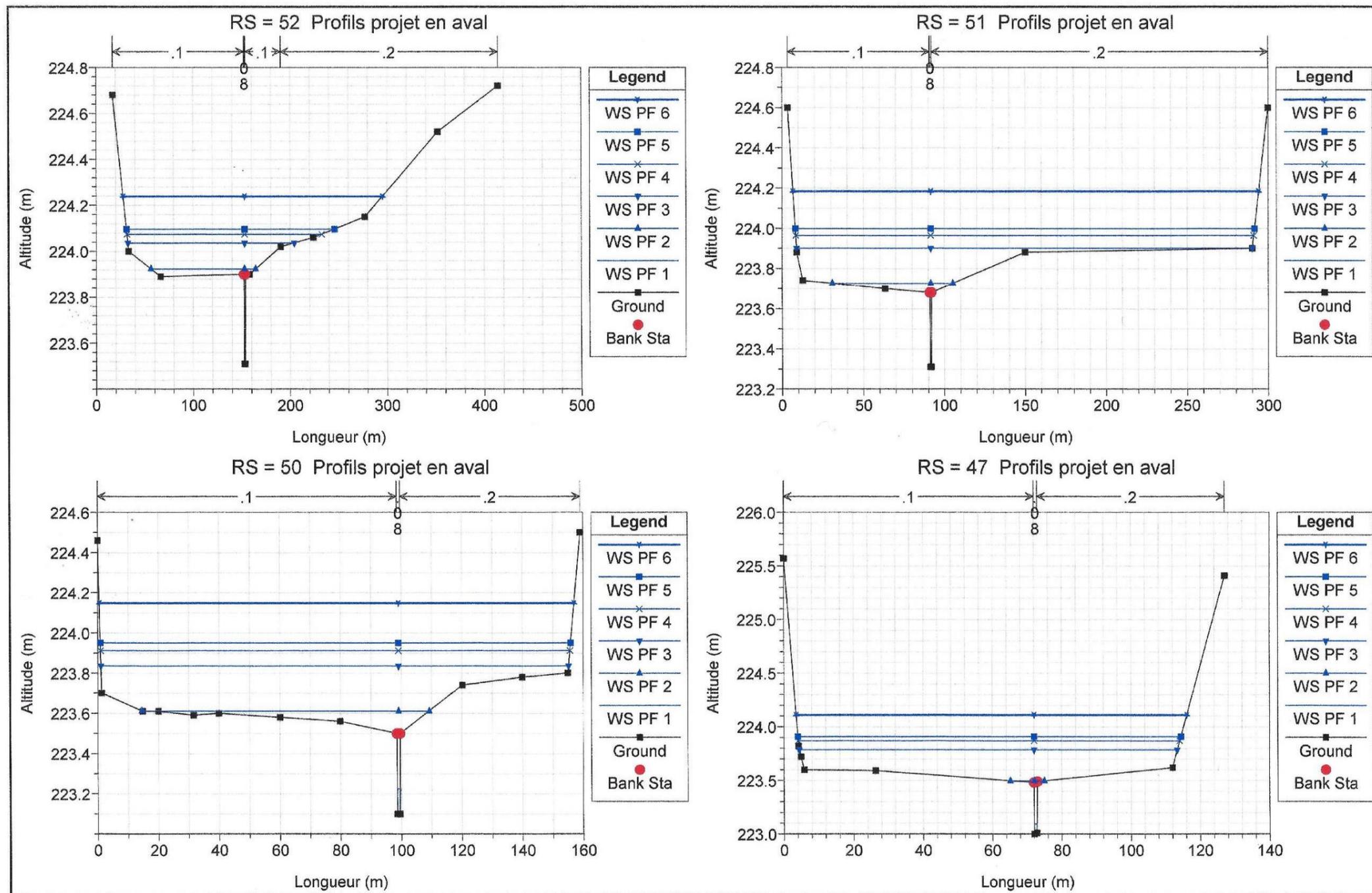


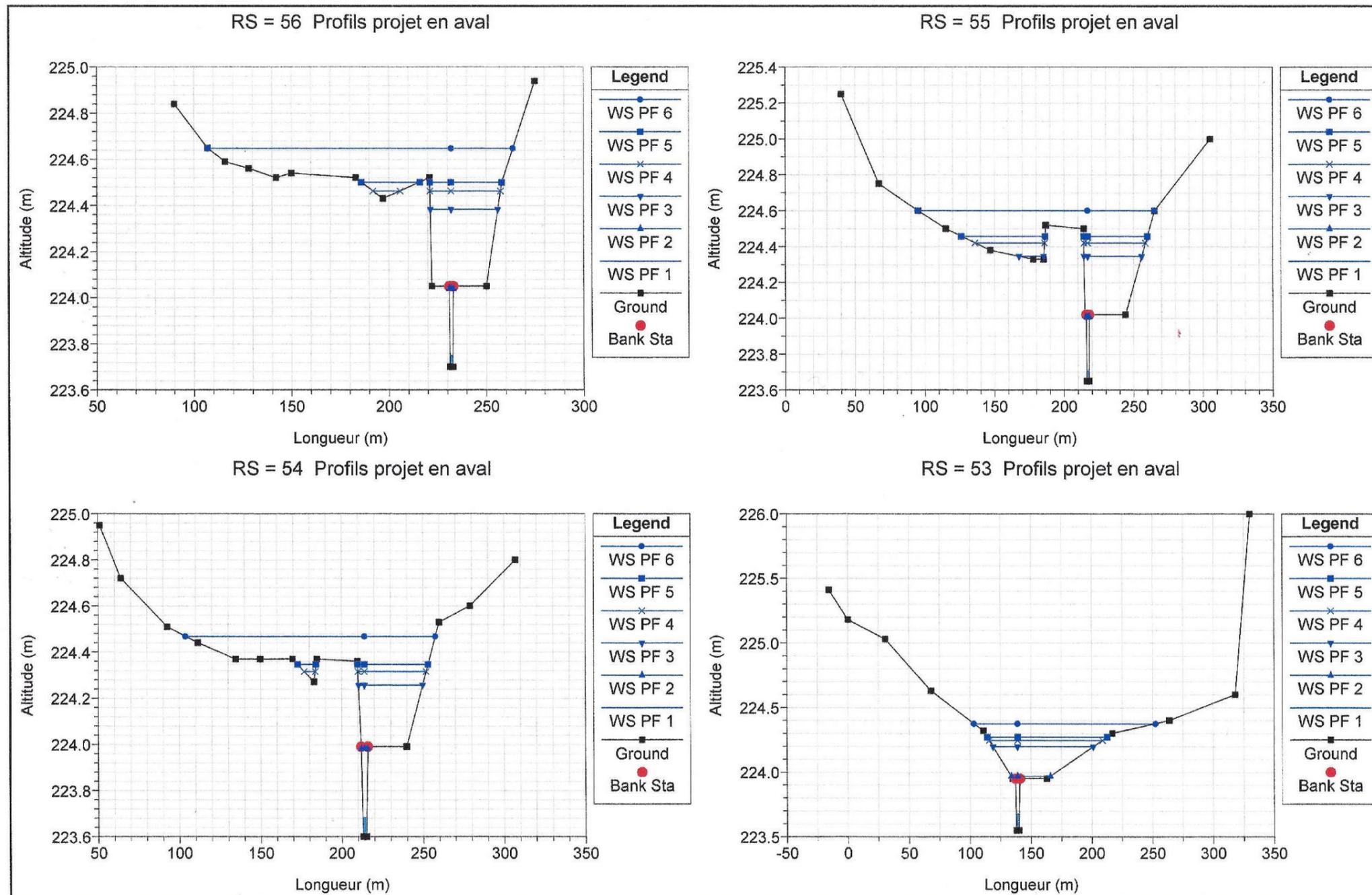








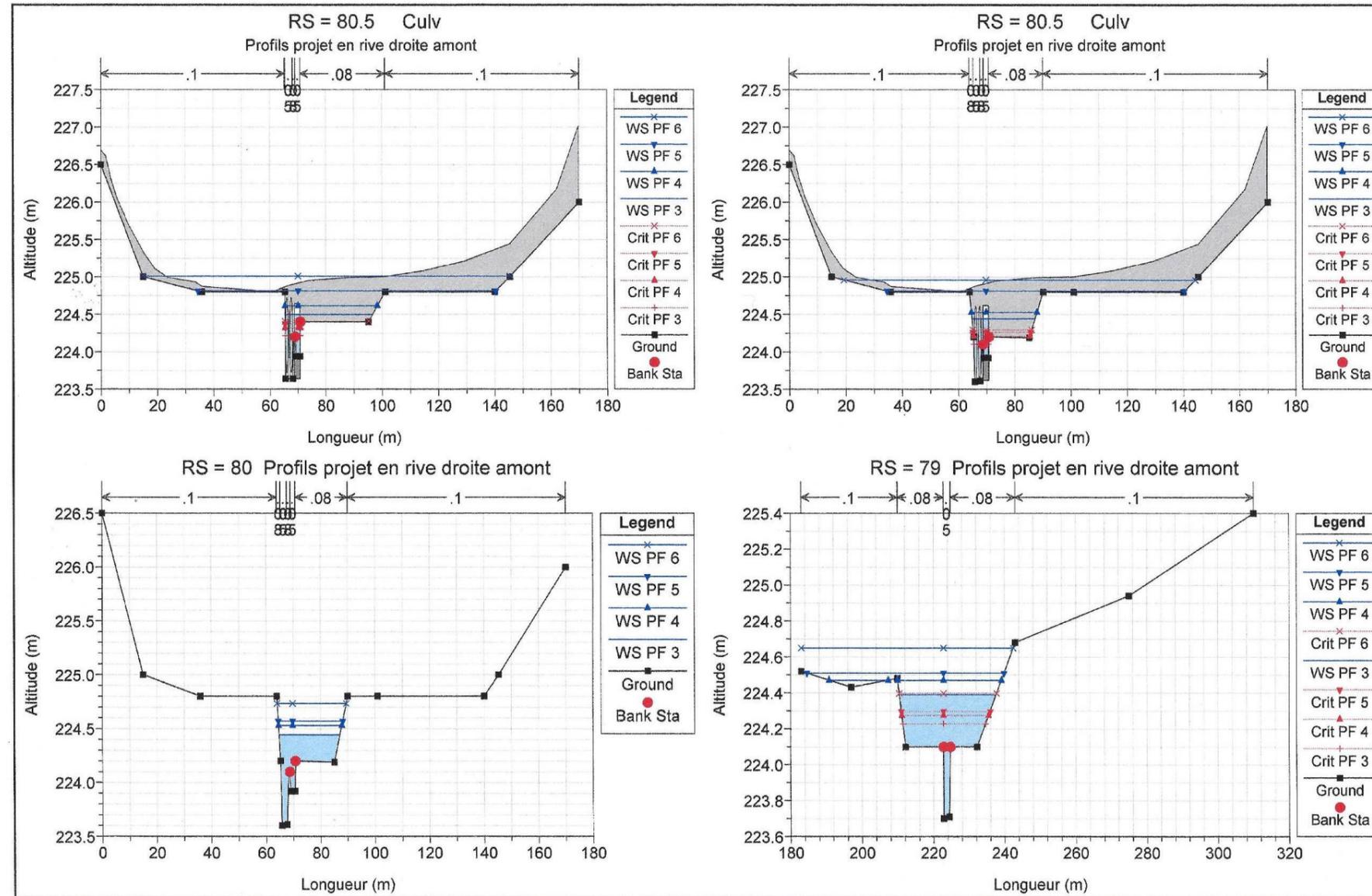


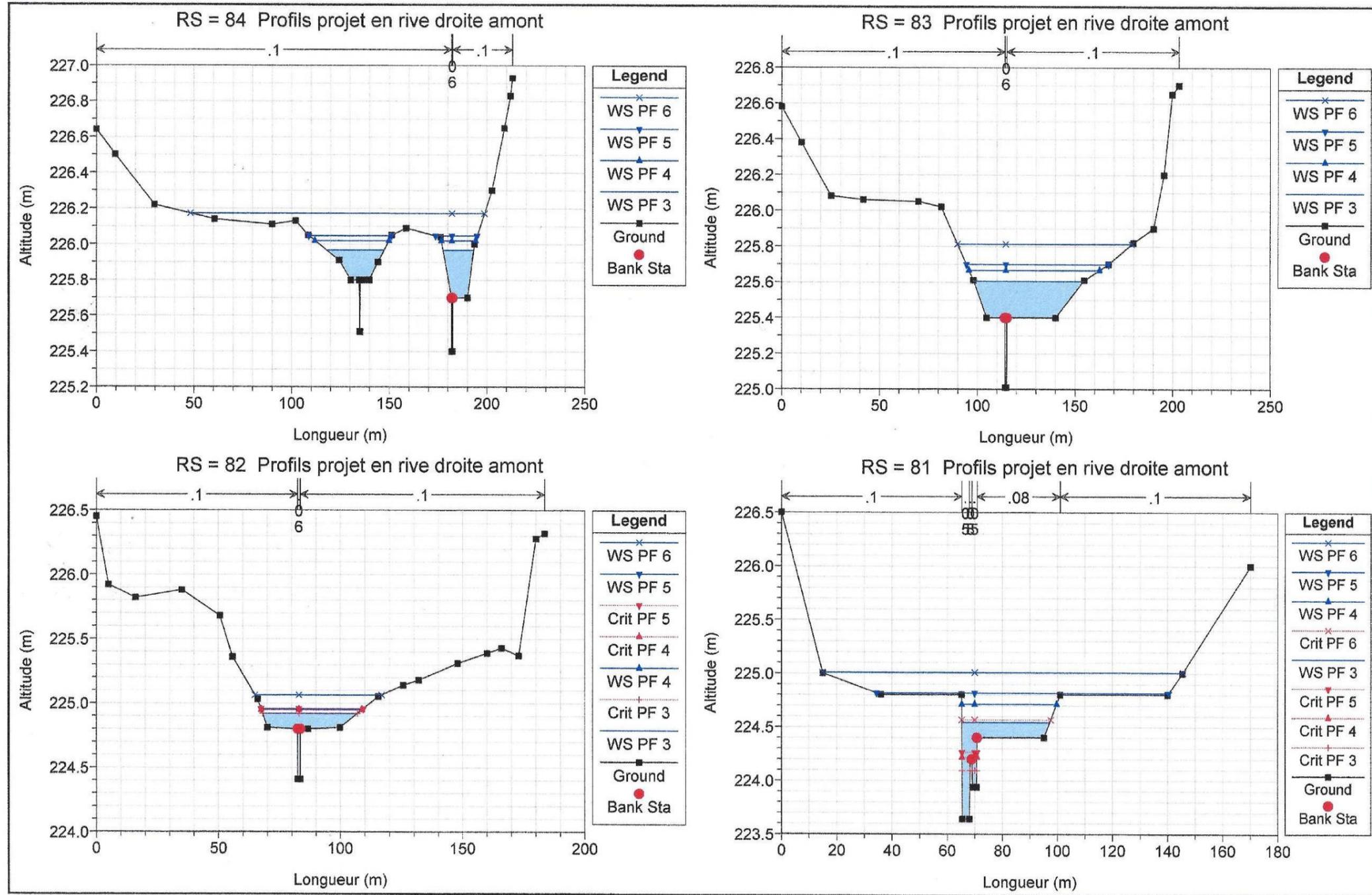


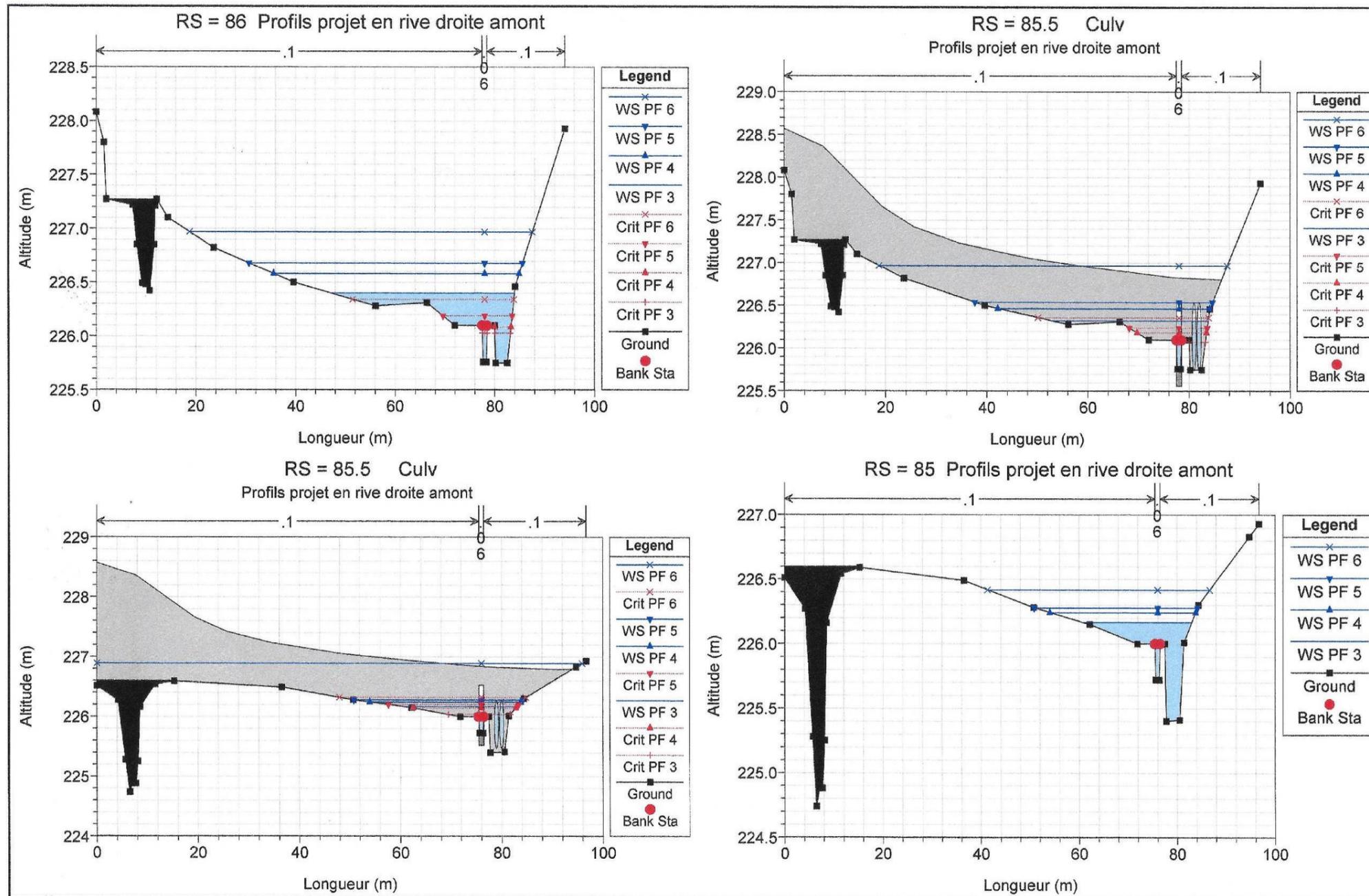
18- Cahier des profils en travers avec l'aménagement : amont du moulin Bénusse-Fontaine de la Mignonne

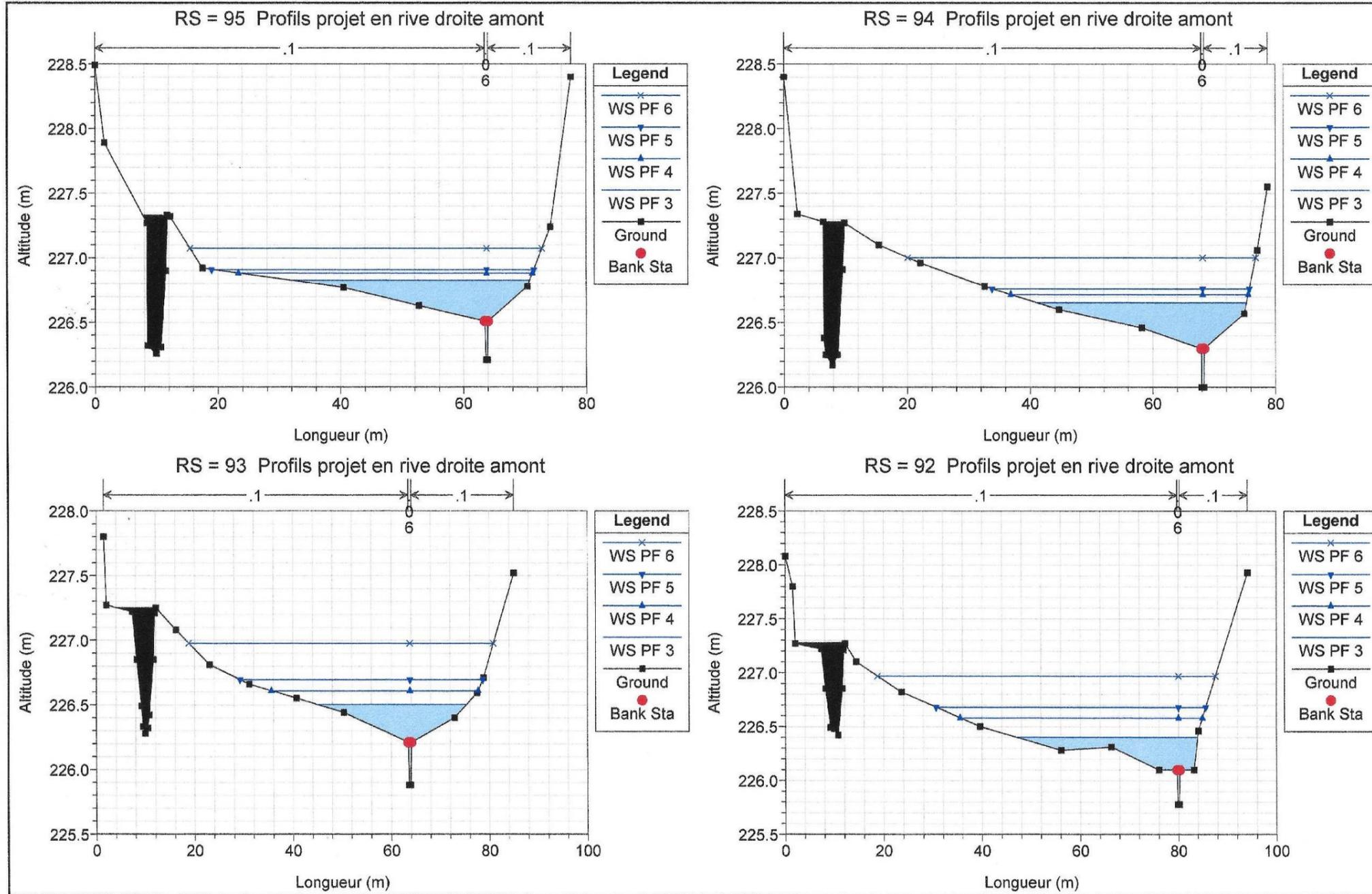
NB : la légende est la même que celle de l'annexe précédente

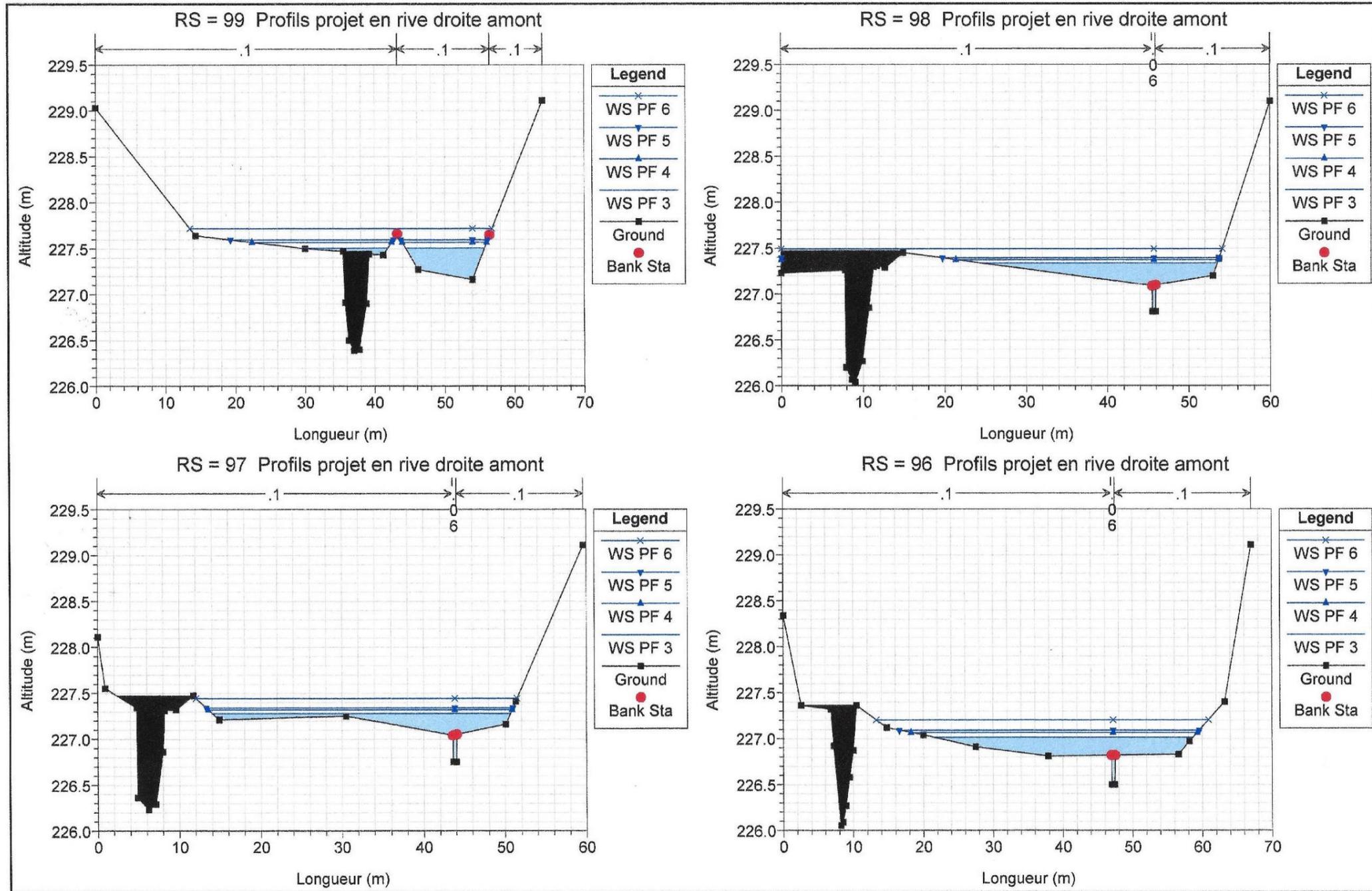
N











19- Cahier des profils en travers avec l'aménagement : amont du moulin Bénusse-Fontaine Bénusse

NB : la légende est la même que celle de l'annexe précédente

