



*ENVIRONNEMENT  
ET RISQUES NATURELS*



*Liberté • Égalité • Fraternité*

**RÉPUBLIQUE FRANÇAISE**

**DIRECTION  
DEPARTEMENTALE  
DES TERRITOIRES  
DE LA HAUTE-GARONNE**

**ÉTUDES RELATIVES A L'ELABORATION DU PLAN DE  
PREVENTION DES RISQUES DU BASSIN VERSANT DE LA  
MARCAISSONNE**

**MODELISATION HYDRAULIQUE**

**Commune de Saint-Orens-de-Gameville**

**Février 2014**

## SOMMAIRE

1	Caractéristiques de la zone d'étude .....	4
2	Analyse hydrologique .....	5
2.1	Notre démarche .....	5
2.2	Temps de concentration du bassin versant .....	5
2.3	Débits de référence .....	6
3	Modélisation hydraulique du ruisseau .....	7
3.1	Notre démarche .....	7
3.2	Présentation du modèle HEC-RAS .....	8
3.3	Limites de la modélisation .....	10
3.4	Résultats obtenus .....	10
3.4.1	Simulation avant aménagements .....	11
3.4.2	Simulation après aménagements .....	11
3.4.3	Résultats de modélisation HEC RAS de la Marcaissonne à Saint Orens de Gameville avant aménagements .....	13
1.1.1.1	Profil en long (Qexutoire = 43.9 m3/s) .....	14
1.1.1.2	Vue 3D de la crue centennale (Qexutoire = 43.9 m3/s) : .....	15
1.1.1.3	Localisation des profils en travers .....	16
1.1.1.4	Tableau récapitulatif des hauteurs d'eau simulées .....	17
1.1.1.5	Profils en travers (de l'amont vers l'aval) .....	18
1.1.2	Résultats de modélisation HEC RAS de la Marcaissonne à Saint Orens de Gameville après aménagements .....	28
1.1.2.1	Profil en long (Qexutoire = 43.9 m3/s) .....	29
1.1.2.2	Vue 3D de la crue centennale (Qexutoire = 43.9 m3/s) : .....	29
1.1.2.3	Localisation des profils en travers .....	31
1.1.2.4	Tableau récapitulatif des hauteurs d'eau simulées .....	32
1.1.2.5	Profils en travers (de l'amont vers l'aval) .....	33
1	Localisation des ouvrages .....	46
2	Etude hydraulique .....	48
2.1	Calcul du temps de concentration .....	48
2.2	Calcul des débits décennaux .....	48
2.3	Calcul des débits vicennaux à centennaux <sup>2</sup> .....	48
3	Cotes simulées lors du calage avec la crue de juin 1996 .....	51
4	Relevé des ouvrages modifiés .....	52

## INTRODUCTION

La Direction Départementale des Territoires de la Haute Garonne souhaite la réalisation d'une étude dans le cadre de la révision du Plan de Prévention du Risque Naturels Prévisibles concernant le risque d'inondation sur les bassins versants de la Marcaissonne.

Dans les zones où l'approche hydrogéomorphologique serait insuffisante ou inadaptée, une modélisation hydraulique a été envisagée après validation du maître d'ouvrage.

Il s'agit de la zone située au niveau du centre commercial sur le territoire de la commune de Saint-Orens-de-Gameville. Cette étude est réalisée à partir de hauteurs d'eau observées lors de crues historiques et de la simulation d'une crue de projet de période de retour centennale.

Cette étude a pour objectif de réaliser les éléments suivants :

- Levé topographique du secteur d'étude ;
- Calcul du débit des crues de référence ;
- Détermination de la ligne d'eau de la crue de référence ;
- Cartographie des hauteurs d'eau de crue en l'état actuel du lit et de ses abords ;
- Cartographie des champs de vitesses pour la crue de référence ;
- Élaboration de la carte d'aléa.

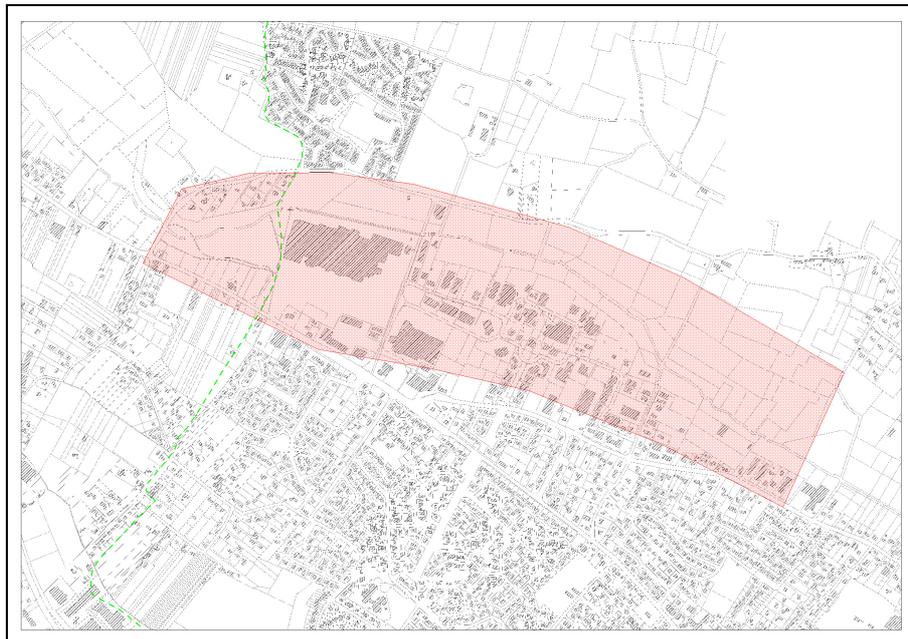
Nous avons réalisé la modélisation à l'aide du logiciel d'hydraulique à surface libre HEC-RAS version 4.1. (modèle 1D filaire) dans les secteurs à enjeux fortement modifiés. Dans ces zones à enjeux, le cours d'eau présente peu de sinuosité, et l'étude de terrain associée aux recherches sur les crues historiques (photographie,...) nous permet d'interpréter le comportement fluvial dans ces zones. Ces interprétations rendent possible et fiable la modélisation des écoulements avec un modèle 1D.

Ce rapport comprend 4 parties :

- présentation des données initiales ;
- présentation du modèle utilisé ;
- résultats de la modélisation ;
- limites du modèle.

## 1 Caractéristiques de la zone d'étude

Des aménagements ont été réalisés aux alentours du centre commercial. Il s'agit de réaliser la cartographie des zones inondables suite à ces aménagements.



*Figure 1 : Délimitation de la zone d'étude*

Le tableau ci-dessous présente un récapitulatif des caractéristiques du bassin versant étudié :

I	0.004	m/m	Pente pondérée
L	24.33	km	Longueur du chemin hydraulique le plus long
S	49.63	km <sup>2</sup>	Surface
Ph	285	m	Altitude du point haut du bassin versant
Pb	143	m	Altitude du point bas du bassin versant (exutoire)
Hm	170	m	Altitude moyenne du bassin versant

*Tableau 1: Caractéristiques physiques du bassin versant de la Marcaissonne.*

## 2 Analyse hydrologique

### 2.1 Notre démarche

Nous avons réalisé l'analyse hydrologique de la zone d'étude. Cela nous permet en outre de calculer le débit de projet (débit centennal) qui sera utilisé pour la modélisation.

Le bassin versant étudié est non jaugeé c'est-à-dire qu'il ne dispose ni de station de mesures pluviométrique ni hydrométrique permettant de décrire le régime du ruisseau. Nous avons donc utilisé des formules empiriques afin de déterminer les débits de période de retour décennale, vicennale, cinquantennale et centennale. Pour cela, nous nous sommes servis des données issues de Météo France à Toulouse Blagnac (voir les tableaux 2.a et 2.b ci-dessous). Nous avons considéré que ces coefficients étaient les mêmes pour Saint Orens de Gameville car cette commune se situe à proximité de Toulouse, avec des caractéristiques proches (sol, topographie) et soumis à des phénomènes météorologiques similaires (événements pluvieux, intensité, durée, fréquence...).

$P_{j10}$	58	mm	Pluie journalière décennale
$P_a$	660	mm	Pluie moyenne annuelle
$T_a$	13.5	°C	Température moyenne annuelle

*Tableau 2.a Données météorologiques*

<b>T (ans)</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
a	20.09	25.803	34.051	41.039
b	0.86	0.877	0.894	0.904

*Tableau 2.b Coefficients de Montana Toulouse Blagnac fournis par Météo France en fonction de la période de retour T (obtenus avec 30 années de mesures)*

Nous avons effectué différents calculs, celui du temps de concentration, des débits décennaux à centennaux.

### 2.2 Temps de concentration du bassin versant

Le temps de concentration correspond au temps que met une goutte d'eau tombée à l'extrémité du bassin versant pour en atteindre l'exutoire. En d'autres termes, c'est le temps qu'elle met pour parcourir le chemin hydraulique le plus long. Au bout de ce temps de

concentration, le débit généré à l'exutoire résulte des gouttes tombées sur l'ensemble de la surface du bassin versant, il est donc maximal.

Nous avons à notre disposition diverses formules obtenues dans des conditions différentes (superficie des bassins versants étudiés, pente, type de bassin versant urbain ou rural...) consultable en annexe 2.1.

## Résultats

Nous avons effectué la moyenne des temps de concentration obtenus avec les formules de Kirpich, Giandotti, et Passini. Ces valeurs étaient plus plausibles compte-tenu de la pente du bassin versant (faible 0.004 m/m) et de sa superficie (49.63 km<sup>2</sup>). En effet, les autres formules (Turraza, SOCOSE, SCS) surestiment le temps de concentration.

Nous retenons donc un temps de concentration de **6.5h**.

	<b>Tc (h)</b>
Turraza	<b>16.8</b>
Kirpich	<b>6.5</b>
Giandotti	<b>8.2</b>
Passini $\alpha$	<b>5.4</b>
Passini $\alpha = 0.13$	<b>2.2</b>
SCS BV rapides	<b>3.00</b>
SOCOSE	<b>13.19</b>
SOGREAH	<b>5.95</b>
SCS	<b>19.45</b>

Tc moyen	<b>9</b>
Tc retenu	<b>6.5</b>

*Tableau 3 : Temps de concentration obtenus avec les différentes formules*

## 2.3 Débits de référence

Nous avons estimé le coefficient de ruissellement en considérant qu'il varie avec la période de retour de la pluie et en tenant compte des aménagements qui sont en cours sur le territoire communal. Ils ont été choisis en fonction de l'occupation des sols et de leurs caractéristiques hydrologiques. Les coefficients de ruissellements que nous avons choisis se trouvent dans le tableau ci-dessous. Ce dernier intervient dans la formule de la méthode rationnelle. Les formules utilisées sont présentes en annexe 2.2.

<b>T (ans)</b>	10	20	50	100
<b>Cr</b>	0.35	0.38	0.4	0.45

Tableau 4 : Coefficients de ruissellement utilisés pour le calcul des débits de référence

Nous avons obtenu les débits décennaux suivants en utilisant chacune des formules. Nous avons retenu le résultat de la formule de la méthode RATIONNELLE.

	<b>Qi10 (m3/s)</b>
<b>Méthode CRUPEDIX</b>	<b>11.9</b>
<b>Méthode SOCOSE</b>	<b>12.6</b>
<b>Méthode SCS</b>	<b>4.5</b>
<b>Méthode SCS BV rapides</b>	<b>2.7</b>
<b>Méthode rationnelle</b>	<b>19.4</b>
Qi10 moyen	<b>10.2</b>
Qp10 retenu	<b>19.0</b>

Tableau 5: Débits décennaux obtenus avec différentes formules

Les débits de période de retour vicennale, cinquantennale et centennale nous effectuons la moyenne des débits obtenus avec les formules GRADEX PROGRESSIF, SOMMAIRE et RATIONNELLE et trouvons les résultats présentés dans le tableau ci-dessous.

La méthode GRADEX brutal surestime fortement les débits, c'est pourquoi nous ne l'avons pas utilisée.

<b>Méthode</b>	<b>Q20</b>	<b>Q50</b>	<b>Q100</b>	<b>Unités</b>
Rationnelle	26.2	35.2	46.9	m <sup>3</sup> /s
Sommaire	21.9	32.0	42.8	m <sup>3</sup> /s
Gradex brutal	115.7	240.8	334.6	m <sup>3</sup> /s
Gradex progressif	22.5	30.8	40.4	m <sup>3</sup> /s
Gradex revu	44.5	77.6	102.3	m <sup>3</sup> /s
Q retenus	<b>23.4</b>	<b>32.9</b>	<b>43.9</b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>

Tableau 6 : Débits vicennaux, cinquantennaux et centennaux aux exutoires des bassins versants délimités

### 3 Modélisation hydraulique du ruisseau

#### 3.1 Notre démarche

Nous avons récupéré les levés topographiques effectués pour les études précédentes par les bureaux d'étude SOGREAH.

Nous avons utilisé ces levés pour simuler l'état avant aménagements. Il est calé à partir des cotes observées lors de la crue du 28 juillet 1996.

Nous avons ensuite effectué le levé topographique des ouvrages qui ont été modifiés et des zones aménagées (mesures du nouveau pont situé Avenue Laure Delerot ainsi que le levé à l'aplomb, à l'amont et à l'aval du pont). Cela nous permettra de simuler l'état actuel avec le calage précédent.

#### 3.2 Présentation du modèle HEC-RAS

Les modélisations seront réalisées avec le modèle HEC-RAS version 4.1.0, modèle hydraulique unidimensionnel de détermination des lames d'eau et de leurs caractéristiques dynamiques (champ de vitesse, inondations latérales, ressauts, tensions sur le fond et aux parois, ...).

HEC-RAS signifie Hydrologic Engineering Center's River Analysis System. Il est développé par les ingénieurs de l'armée américaine. Il permet d'effectuer des calculs d'écoulements à surface libre en régime permanent ou transitoire.

Les calculs de lignes d'eau, réalisés à partir de profils en travers topographiques permettent tant l'analyse de la capacité de cours d'eaux (risques de débordement, inondations) que l'étude de l'impact de modifications des conditions de bords (ponts, endiguements), voire simulation d'embâcles. Pour une analyse très fine, l'extrapolation de profils entre les profils topographiques permet une décomposition très précise des écoulements et de leurs caractéristiques.

Les calculs de lignes d'eau d'écoulements graduellement variés sont basés sur l'équation de Bernoulli.

$$Z_1 + y_1 + a_1 V_1^2 / 2g = Z_2 + y_2 + a_2 V_2^2 / 2g - h_e$$

$Z_i$  : cote du fond du lit mineur.

$Y_i$  : hauteur d'eau sur la section (le profil en travers).

$a_i$  : coefficient pondéral de la vitesse.

$V_i$  : vitesse moyenne sur la section (débit/s surface mouillée).

$G$  : accélération de la pesanteur.

$h_e$  : pertes de charges.

Les pertes de charges linéaires par frottement et singulières sont évaluées. La première par la formule de Manning et la seconde par la formule générale des pertes de charges singulières en adaptant les coefficients de contraction (rétrécissement brusque en entrée de buse) et d'expansion (élargissement brusque en sortie de buse).

$$h_e = L\bar{S}_f + C \left| \frac{a_2 V_2^2}{2g} - \frac{a_1 V_1^2}{2g} \right|$$

$L$  : Longueur pondérée du cours d'eau.

$S_f$  : perte de charge équivalente entre 2 sections.

$C$  : coefficient d'expansion ou de contraction.

La résolution de ces équations nécessite la connaissance de la géométrie du cours d'eau, de ses caractéristiques de rugosité et du débit d'écoulement.

## Fonctionnement

HEC-RAS est capable de modéliser avec une extrême finesse un large éventail de conditions d'écoulement. Il permet de gérer et de combiner les différents types de données :

- géométrie ;
- débits et conditions aux limites ;
- conditions de calcul ;
- résultats.

Un même projet peut contenir plusieurs descriptions géométriques (état actuel, variantes après travaux,...), plusieurs jeux de débits (étiage, module, Q20, Q100, ...), les conditions de calcul étant des combinaisons de débits et de géométries (état actuel, Q20, Q100, variantes avec travaux).

## **Géométrie du cours d'eau simulé**

Les réseaux de cours d'eau sont organisés en biefs séparés par des connections où s'opèrent les additions et séparations de débits. Dans chaque bief, les profils en travers définissant la géométrie sont classés selon leur position kilométrique. Les données relatives à chaque section sont :

le profil en travers, défini par une série de couples distance-altitude ;

les coefficients de rugosité et de perte de charge.

### **3.3 Limites de la modélisation**

Le modèle HEC-RAS est unidimensionnel, c'est-à-dire que les écoulements sont calculés dans une seule direction, celle du cours d'eau. Les débordements qui occasionnent des écoulements importants dans des chenaux secondaires transversaux sont donc mal modélisés. Pour pallier cela, il convient de repérer ces zones et de les modéliser en créant une ramification à l'endroit où a lieu le débordement.

Par ailleurs, le calage s'effectue sur un seul paramètre ce qui facilite la mise en œuvre du modèle.

Il est important de garder en mémoire que la réponse hydrologique d'un bassin versant est fonction de nombreux paramètres qui évoluent dans le temps. Il s'agit principalement de l'état hydrique du sol (sec, saturé,...), la sollicitation (l'événement pluvieux, son intensité et sa durée) qui engendre un débit à l'exutoire. De ce fait, un débit inférieur à celui que nous avons calculé peut engendrer des inondations si le sol et la nappe ont été saturés par des évènements antérieurs.

D'autres part, nous ne tenons pas compte de certains évènements pouvant influencer sur les écoulements. Par exemple, les phénomènes d'embâcles bloquent partiellement ou en totalité l'entrée des buses et entraînent des débordements pour des débits pour lesquels la capacité de transit des buses était suffisante. Il convient alors d'entretenir les fossés afin de limiter ces phénomènes. Aussi, un fossé rugueux (c'est-à-dire mal entretenu, avec des herbes hautes voir des arbrisseaux) occasionne un ralentissement des vitesses d'écoulement dans le canal ce qui tend à augmenter les hauteurs d'eau en un lieu donné.

### 3.4 Résultats obtenus

Nous avons réalisé une modélisation en régime permanent car l'objectif est de déterminer les hauteurs d'eau maximales pour déterminer le champ d'expansion de la zone inondable.

Nous avons ajouté des profils supplémentaires entre les profils que nous avons relevé avec un pas d'espace maximal de 5 m en faisant une interpolation. Cela nous permet entre autres de voir plus finement l'évolution de la ligne d'eau entre deux profils.

Les ouvrages sont entrés de la manière suivante. La route et le pont sont saisis à l'aide de l'outil Deck/Roadway (tablier/route) et la buse dont la forme peut être précisée (ronde, ovale, rectangulaire, arc,...) est saisie avec l'outil Culvert. Nous fixons la perte de charge à l'entrée des buses à 0.5 m et en sortie à 1 m. En cas de submersion de l'ouvrage, HEC RAS utilise une loi de seuil. Nous choisissons un coefficient de déversement de 1.4 (il permet de calculer la hauteur d'eau déversée en fonction du débit par le biais de la loi de seuil).

#### 3.4.1 Simulation avant aménagements

Le calage du modèle est relativement simple car un seul paramètre est en jeu : la rugosité du lit mineur et du lit majeur. Nous avons réalisé des simulations successives en modifiant les valeurs de débit de sorte que les hauteurs d'eau de la crue du 28 juillet 1996 au niveau des ouvrages soient proches des hauteurs observées sur le terrain. Ainsi, dans le calage du modèle nous avons trouvé un débit de la crue de 1996 à 25 m<sup>3</sup>/s. (SOGREAH avait estimé à 33 m<sup>2</sup>/s).

Ainsi, nous avons fixé les rugosités du lit majeur et du lit mineur aux valeurs récapitulées dans le tableau ci-après.

Profils	Lit majeur	Lit mineur
17	0.1	0.1
16	0.1	0.09
15	0.1	0.01
14.5	0.1	0.04
14	0.1	0.09
13	0.1	0.02
12	0.1	0.02
11	0.1	0.02
10.5	0.1	0.02
10	0.1	0.02
9	0.1	0.02
8	0.1	0.02
7	0.1	0.02

*Tableau 7 : Valeurs de la rugosité de Strickler fixées le long du cours pour le calage*

Nous obtenons avec ces valeurs de rugosité un écart moyen en valeur absolue de 10 cm ce qui correspond à +/- 5 cm. Cet écart est correct compte tenu de la précision des GPS (de l'ordre du cm ainsi que de la précision de l'évaluation du débit de la crue historique de 1996).

Les cotes obtenues à chaque profil sont données en annexe 3.

Nous avons ensuite réalisé la simulation avec le débit centennial ce qui nous a permis d'obtenir la ligne d'eau le long du ruisseau.

### **3.4.2 Simulation après aménagements**

Un pont et un dalot ont été rajoutés. Nous avons mesuré les caractéristiques du nouvel ouvrages, elles sont disponibles en annexe 4.

Par ailleurs, nous avons modifié certains profils car des aménagements ont été effectués au niveau du Centre Commercial de Saint-Orens :

- Création d'un bassin : il s'agit du décaissement des terrains situés sur la rive droite de la plaine de la Marcaissonne entre le pont de l'allée des Champs Pinsons et la limite de la commune de Toulouse (large de 130 à 470 m de long avec une superficie de 61100 m<sup>2</sup>) ;
- Création des dalots sous l'allée des Champs Pinsons (voir dans l'annexe 4),
- Création de bras de décharge pour dévier les écoulements de crue vers le bassin à partir d'un seuil de 10 m<sup>3</sup>/s (débits décennale).

En conservant le calage effectué avant les aménagements avec la crue historique de 1996, et en tenant compte de la crue de juin 2000, nous avons simulé une crue de débit de projet centennial égal à 43.9 m<sup>3</sup>/s.

### **3.4.3 Résultats de modélisation HEC RAS de la Marcaissonne à Saint Orens de Gameville avant aménagements**

SITUATION AVANT AMENAGEMENTS

1997

Les résultats sont donnés pour une crue centennale dont le débit a été évalué à  $43.9 \text{ m}^3/\text{s}$ . Les résultats sont restitués sous la forme suivante :

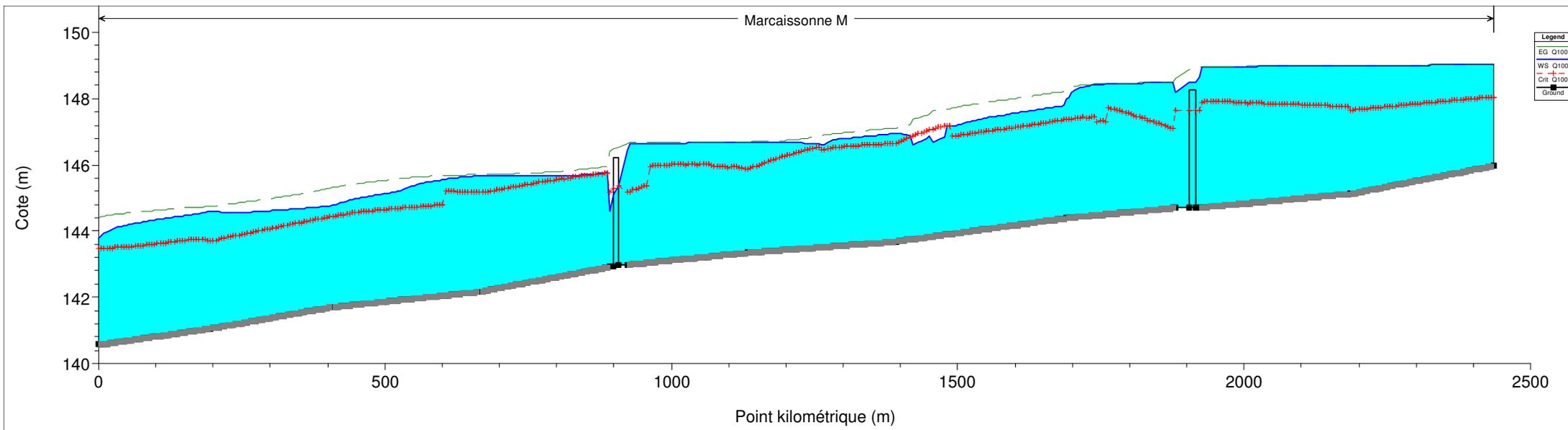
1- Profil en long

2- Vue 3D

3- Profils en travers

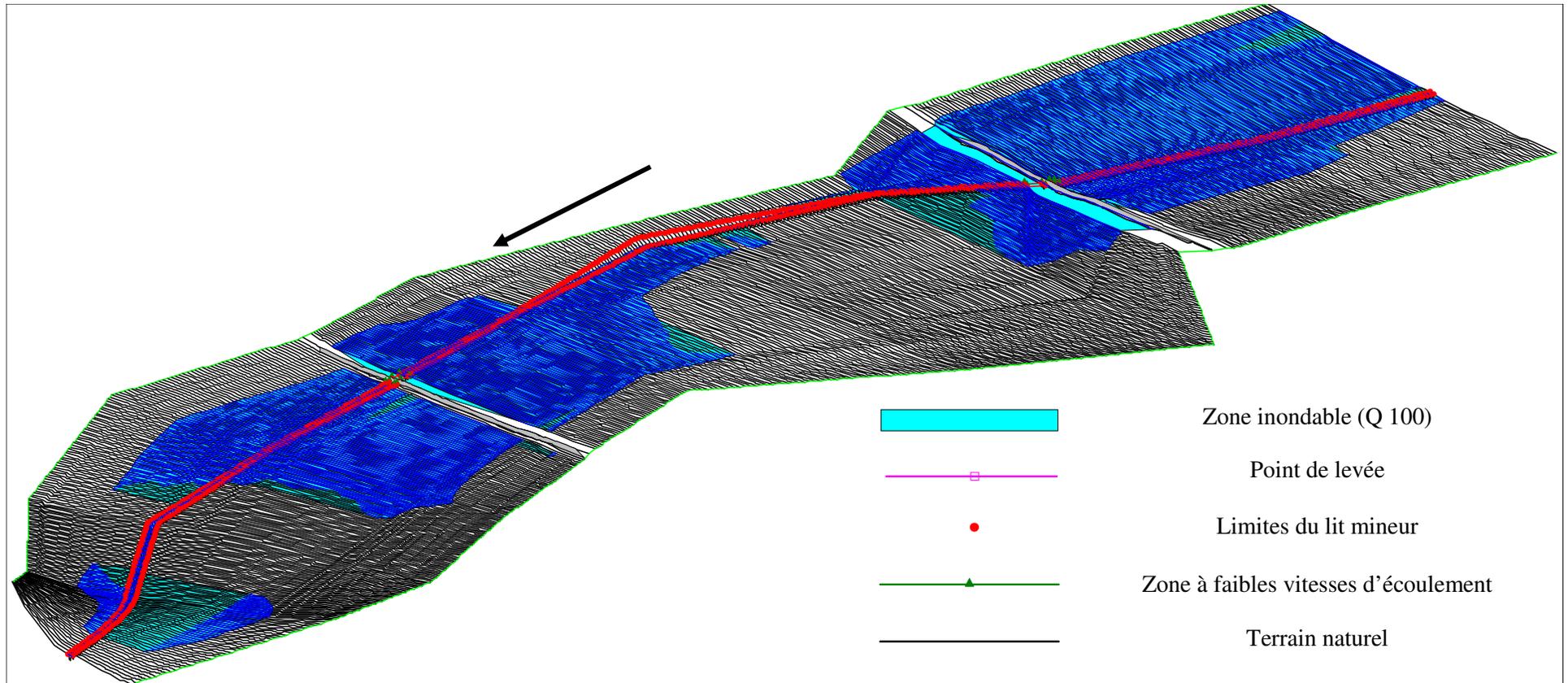
4- Tableau récapitulatif

### 1.1.1.1 Profil en long ( $Q_{\text{exutoire}} = 43.9 \text{ m}^3/\text{s}$ )

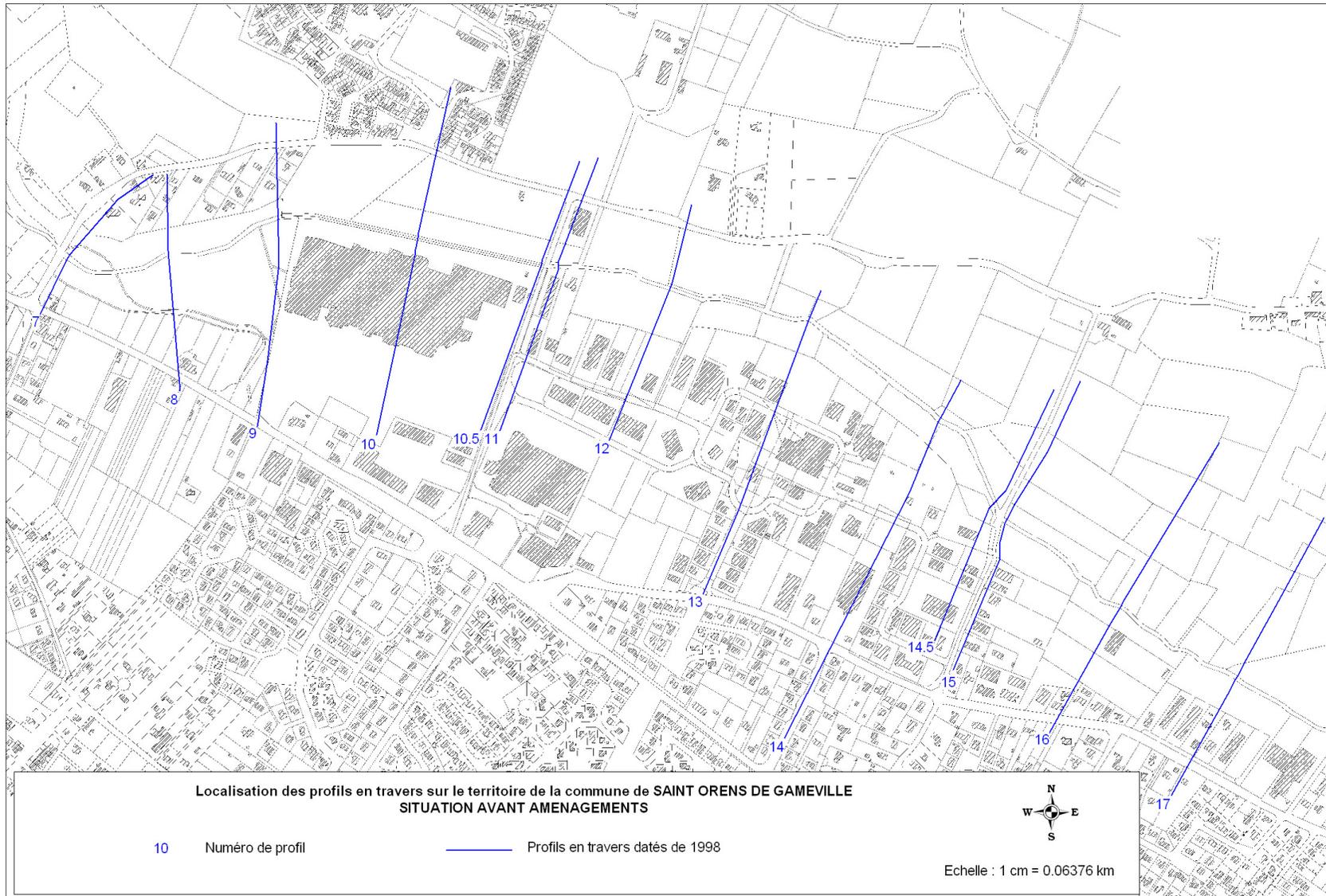


- Ligne d'eau
- - + - Hauteur critique
- - - Ligne d'énergie
- ■ — Terrain naturel

### 1.1.1.2 Vue 3D de la crue centennale ( $Q_{\text{exutoire}} = 43.9 \text{ m}^3/\text{s}$ ) :



### 1.1.1.3 Localisation des profils en travers

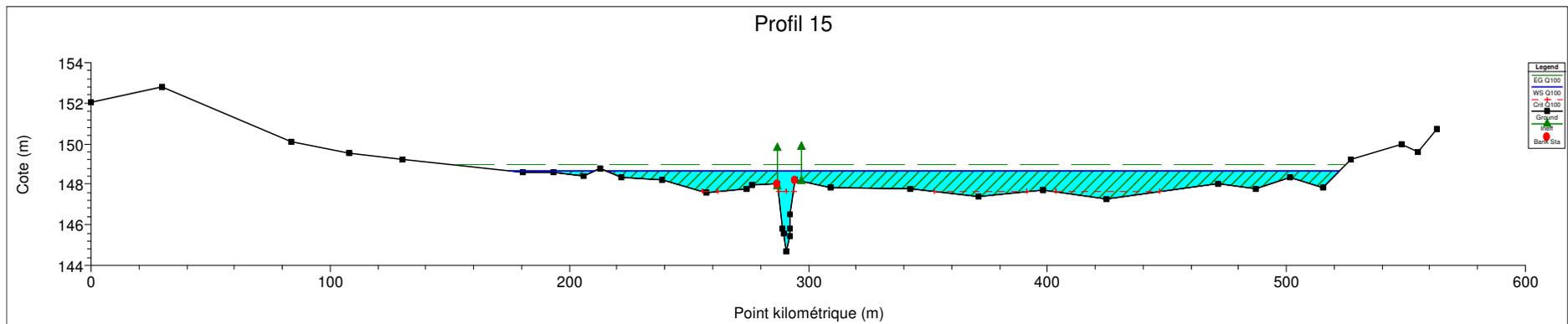
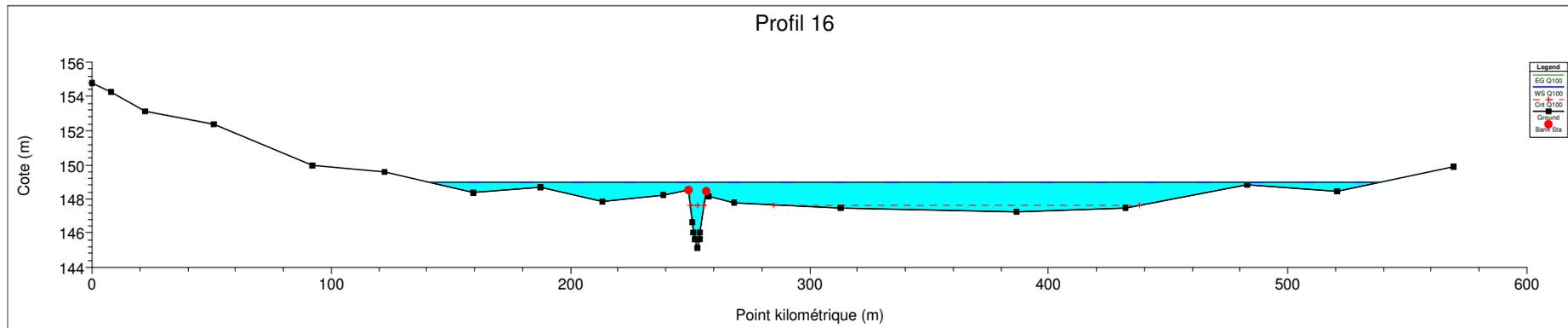
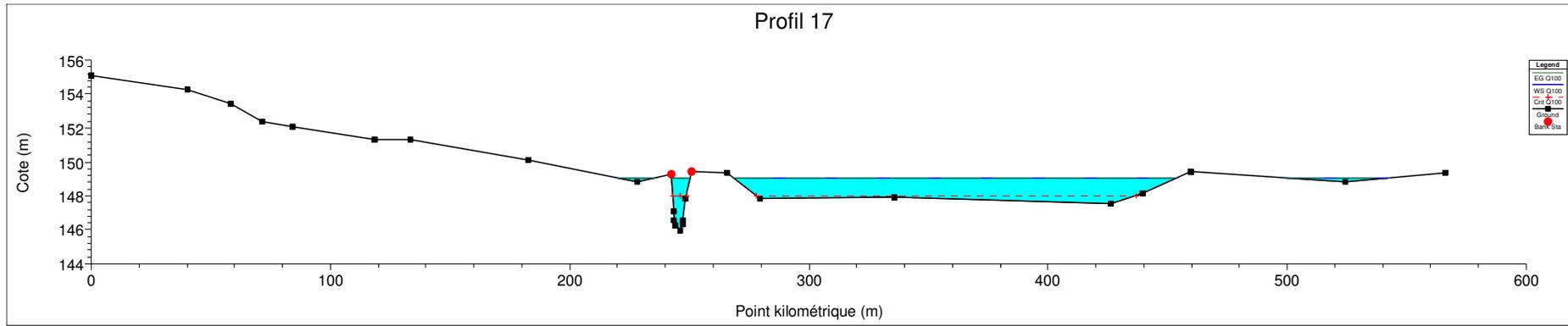


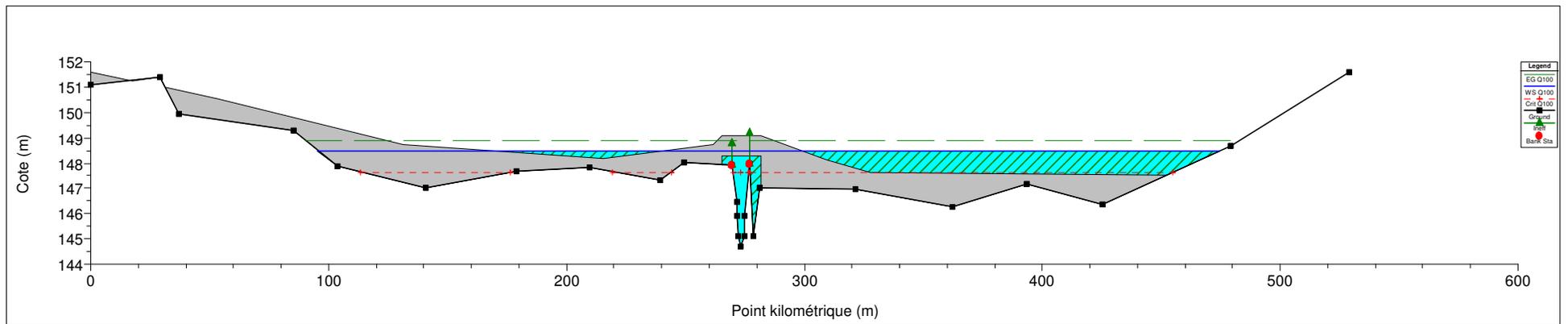
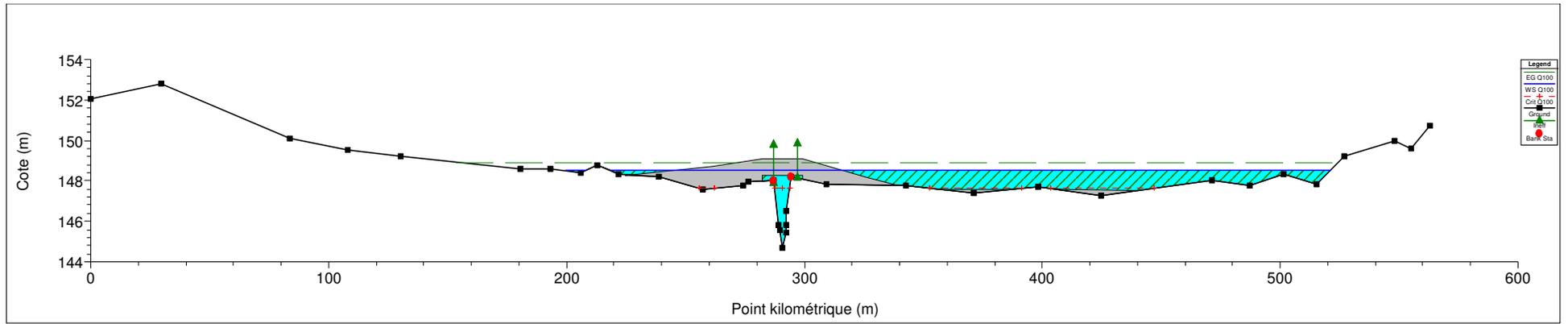
### 1.1.1.4 Tableau récapitulatif des hauteurs d'eau simulées

#### RESULTATS OBTENUS LORS DE LA SIMULATION D'UNE CRUE CENTENNALE (Q= 43.9 m<sup>3</sup>/s) - ETAT AVANT 1997

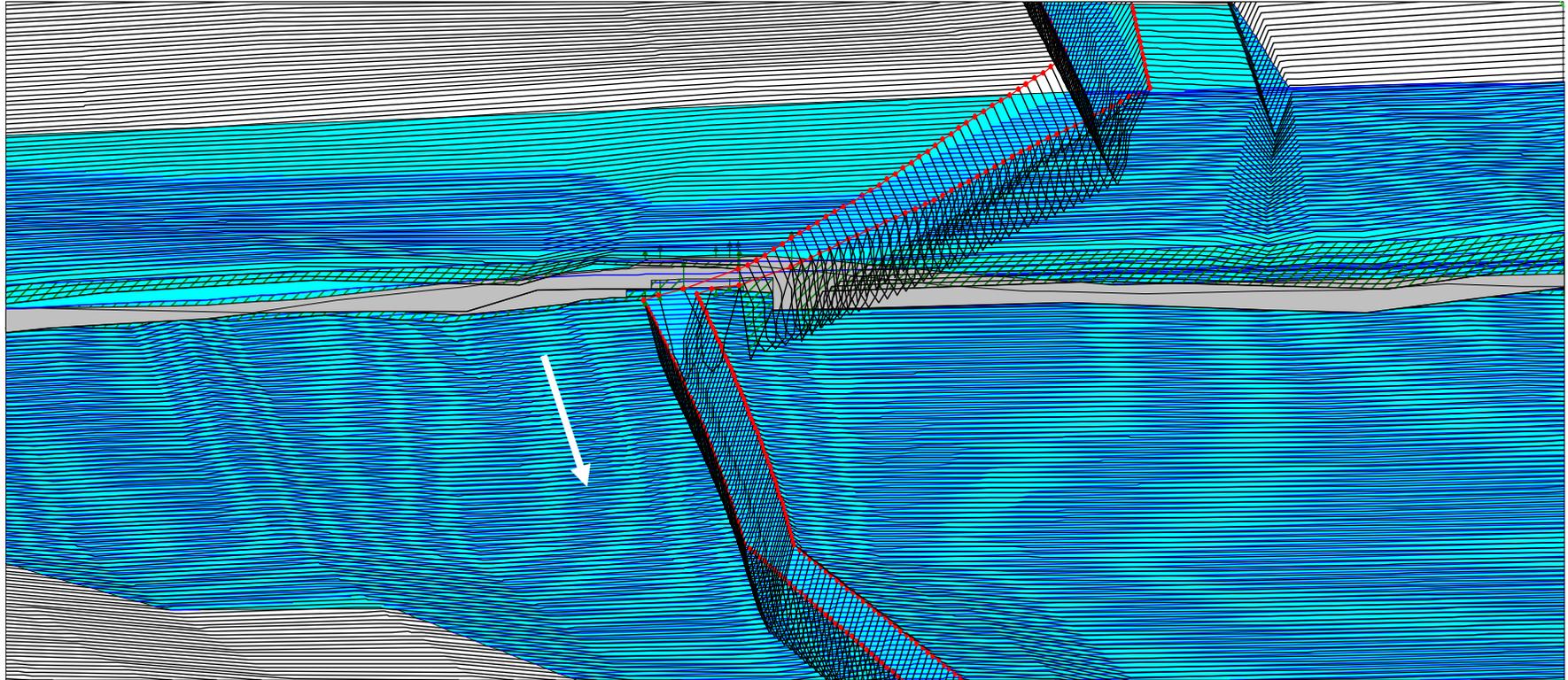
Numéro de profil	Surface mouillée (m <sup>2</sup> )			Débit (m <sup>3</sup> /s)			Vitesse moyenne dans la section			Froude	Hauteur critique	Fond canal	Cote de l'eau	Profil
	Rive Gauche	Lit mineur	Rive Droite	Rive Gauche	Lit mineur	Rive Droite	Rive Gauche	Lit mineur	Rive Droite					
17	1.95	15.68	215.3	0.08	3.5	40.31	0.04	0.22	0.19	0.06		145.97	149.04	17
16	68.78	17.46	325.99	5.07	2.83	35.99	0.07	0.16	0.11	0.03		145.12	148.99	16
15		18.06	1.19		43.78	0.12		2.42	0.1	0.52	147.65	144.7	148.64	15
<b>Ouvrage 5</b>														<b>Ouvrage 5</b>
14.5		14.79			43.9			2.97		0.67	147.64	144.7	148.17	14.5
14		15.97	7.41		39.5	4.4		2.47	0.59	0.86		144.39	147.98	14
13	51.05	12.88		15.42	28.48		0.3	2.21		0.25		143.68	146.95	13
12	224.58	13.04	28.98	30.42	11.33	2.15	0.14	0.87	0.07	0.06		143.34	146.69	12
11	0.79	23.1	0.14	0.12	43.75	0.03	0.16	1.89	0.19	0.44	145.17	142.98	146.46	11
<b>Ouvrage 4</b>														<b>Ouvrage 4</b>
10.5		12.78			43.9			3.43		0.82	145.19	142.92	145.49	10.5
10	106.82	15.33	105.81	9.78	18.96	15.16	0.09	1.24	0.14	0.08		142.16	145.67	10
9		13.41			43.9			3.27		0.81		141.7	144.77	9
8	23.87	20.18	15.69	4.27	37.66	1.98	0.18	1.87	0.13	0.35		141.05	144.59	8
7		12.53			43.9			3.5		0.82	143.48	140.56	143.78	7

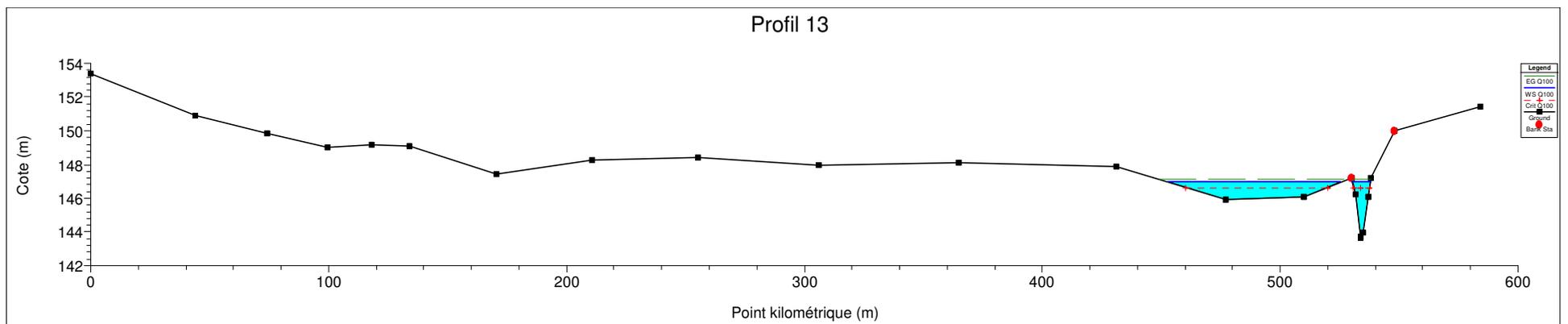
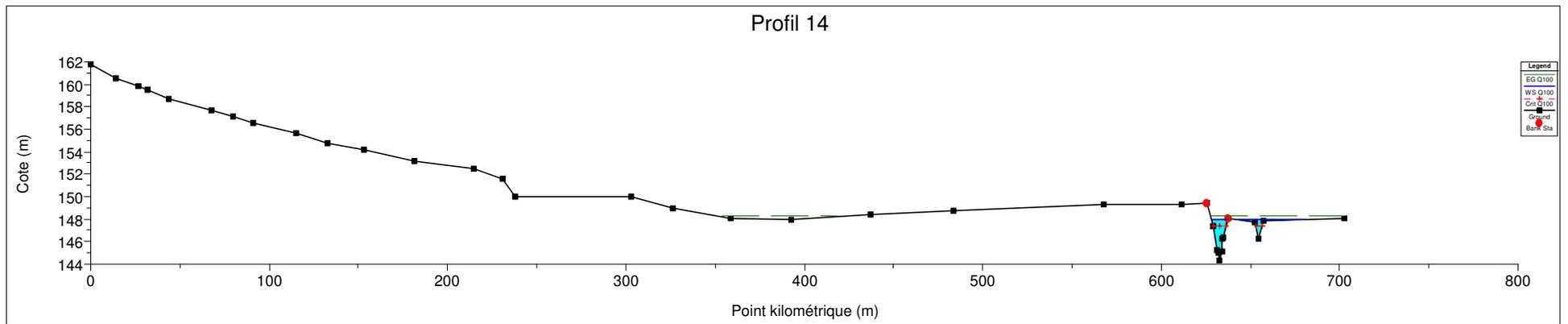
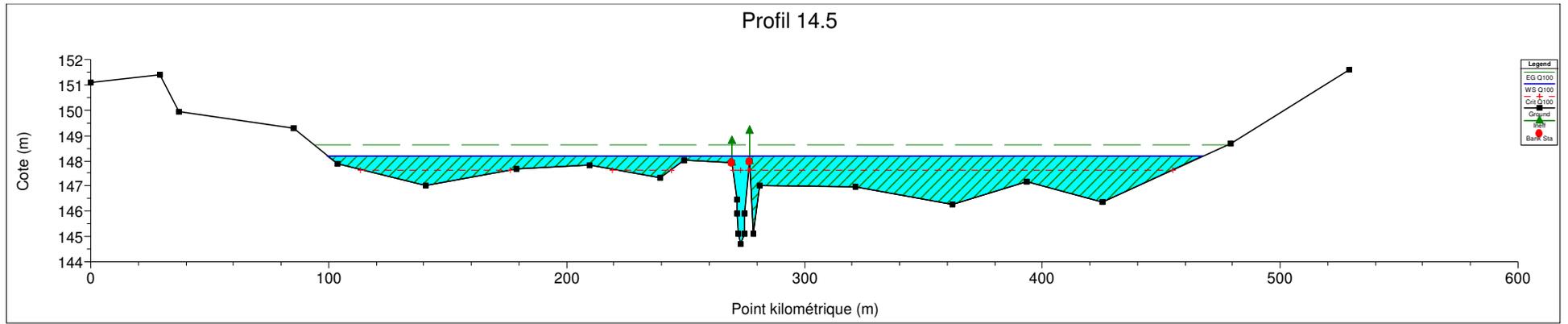
### **1.1.1.5 Profils en travers (de l'amont vers l'aval)**

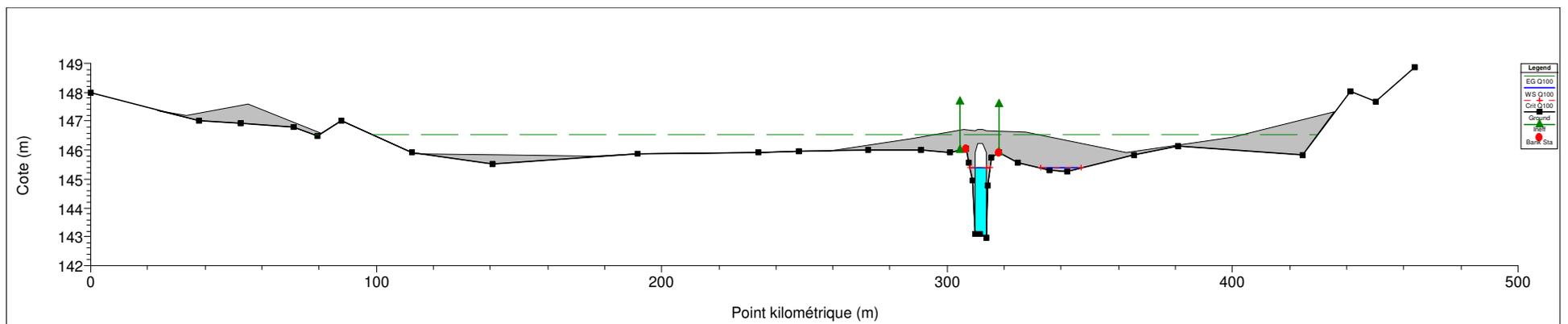
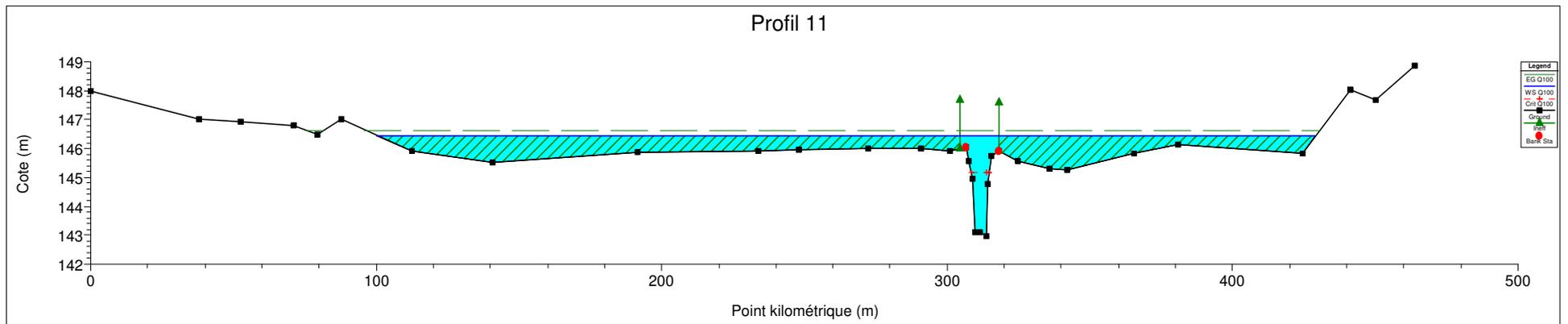
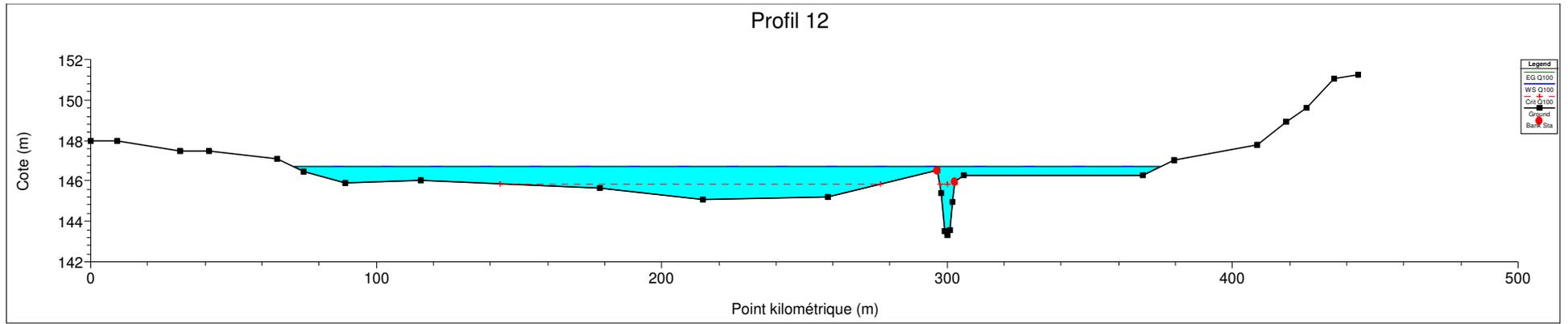


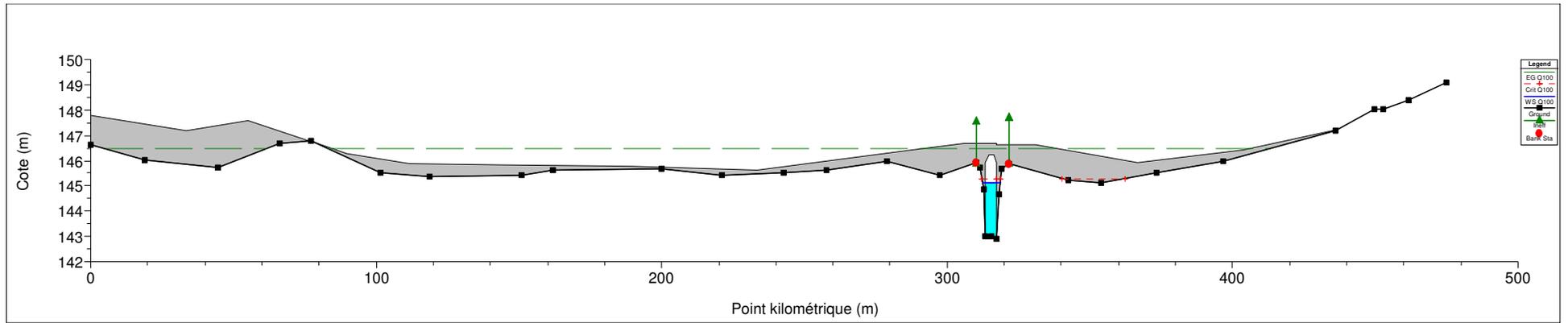


Vue 3D l'ouvrage 5 .La flèche indique le sens de l'écoulement.

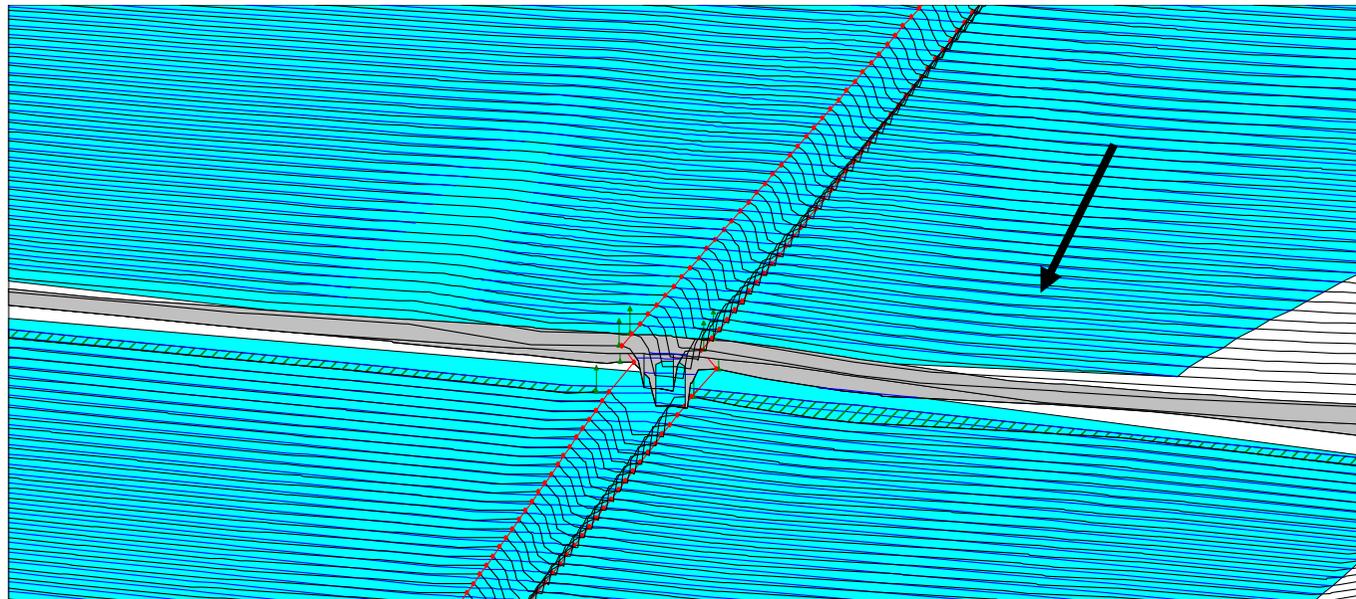


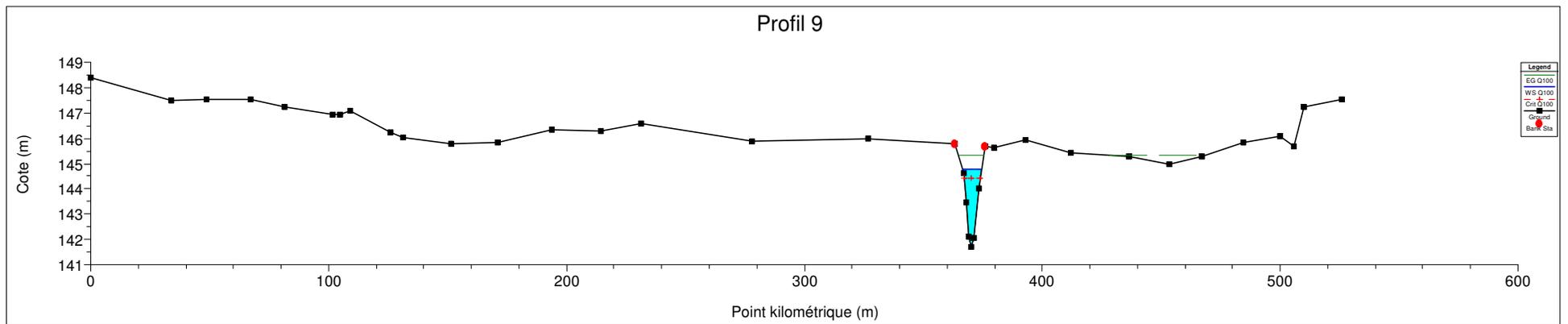
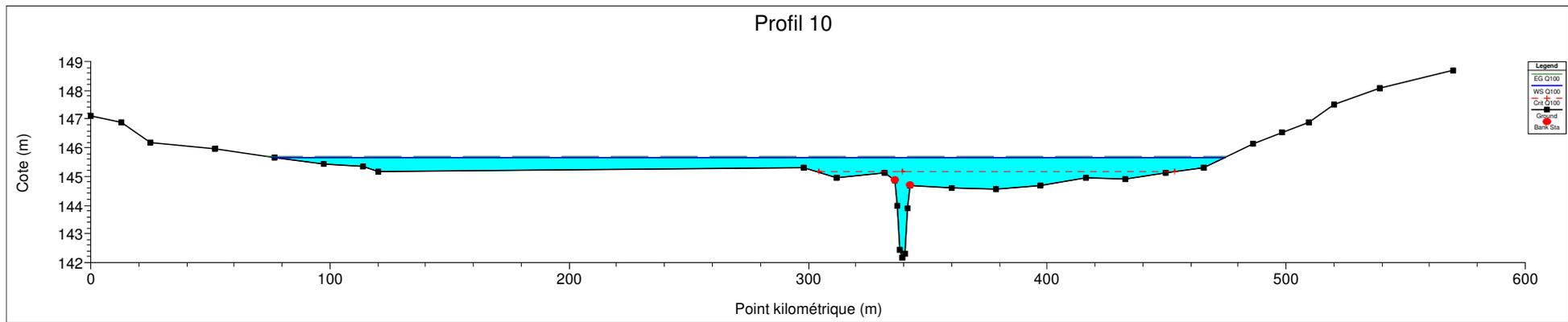
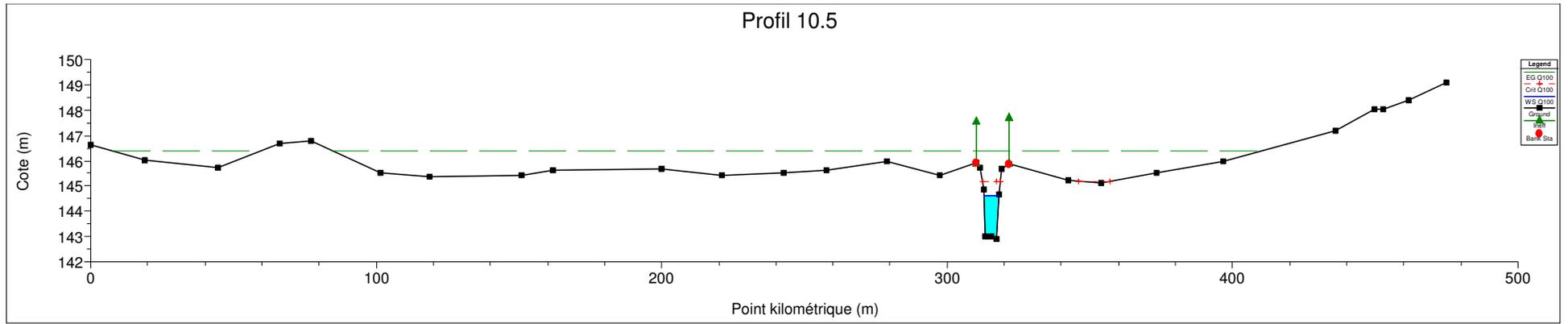


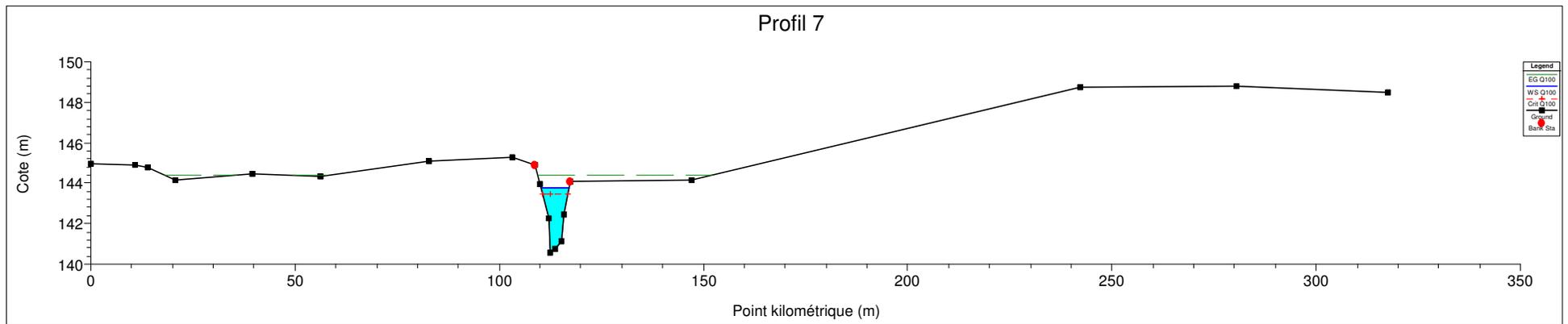
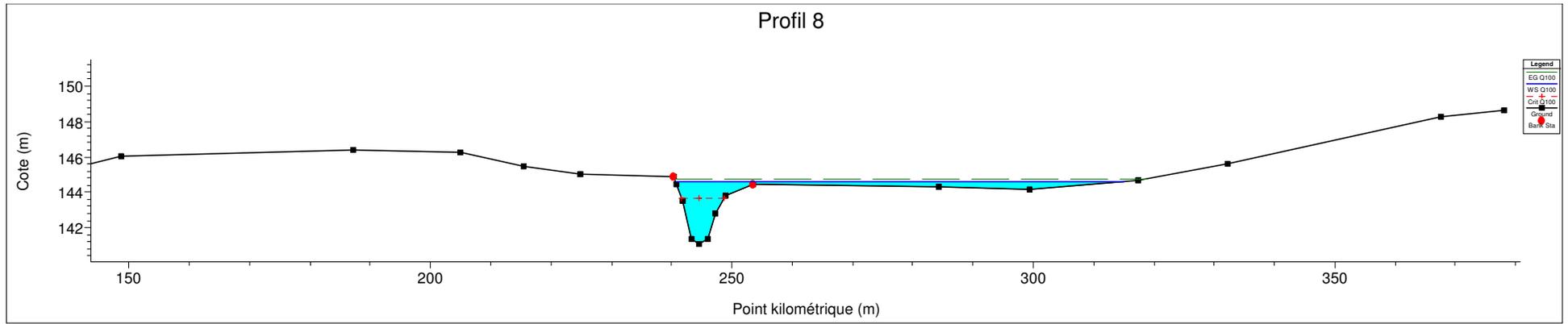




Vue 3D de l'ouvrage 4 .La flèche indique le sens de l'écoulement.







Vue 3D de la Route des sports (ouvrage 1) .La flèche indique le sens de l'écoulement.

## **1.1.2 Résultats de modélisation HEC RAS de la Marcaissonne à Saint Orens de Gameville après aménagements**

### SITUATION APRES AMENAGEMENTS

Les résultats sont donnés pour une crue centennale dont le débit a été évalué à  $43.9 \text{ m}^3/\text{s}$ . Les résultats sont restitués sous la forme suivante :

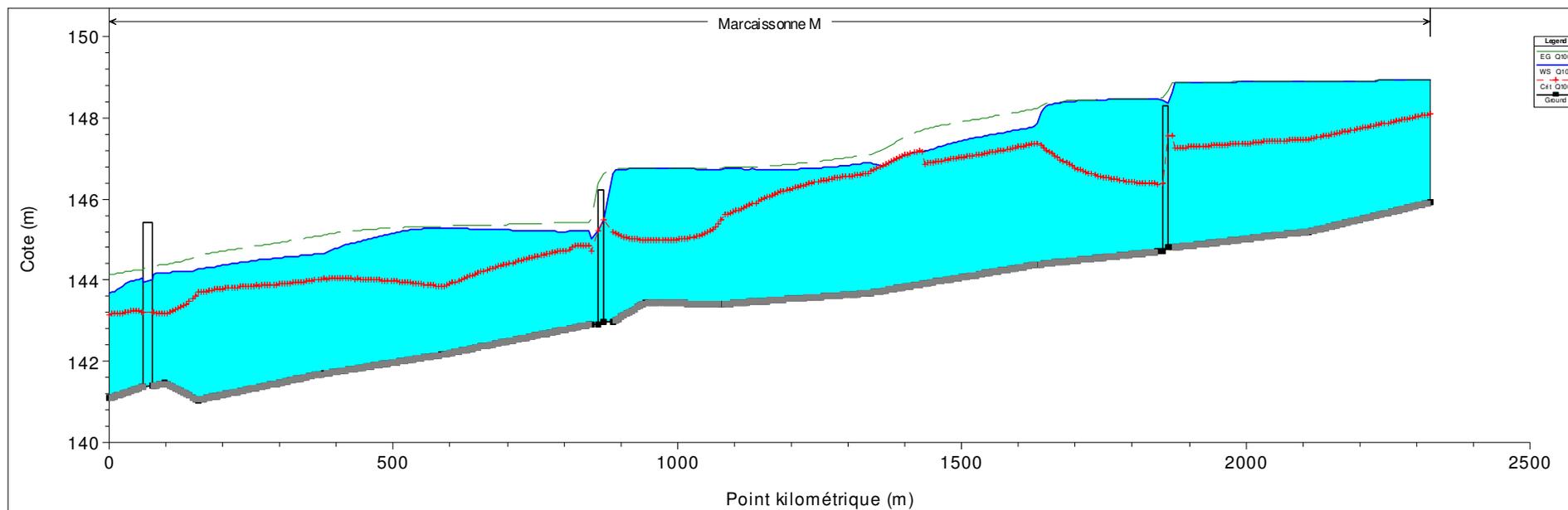
5- Profil en long

6- Vue 3D

7- Profils en travers

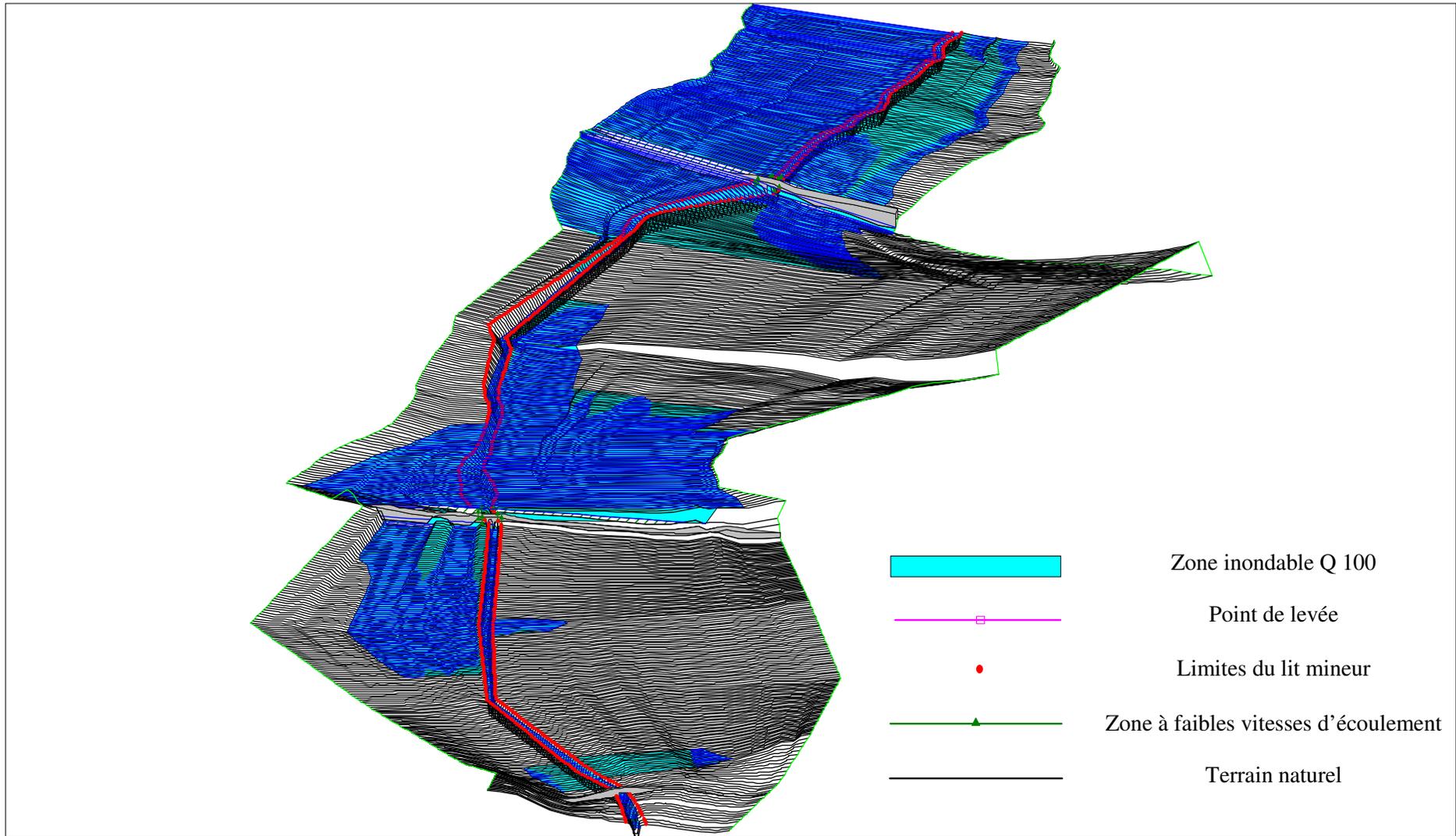
8- Tableau récapitulatif

### 1.1.2.1 Profil en long ( $Q_{\text{exutoire}} = 43.9 \text{ m}^3/\text{s}$ )



- Ligne d'eau
- - - + Hauteur critique
- - - Ligne d'énergie
- ■ Terrain naturel

### 1.1.2.2 Vue 3D de la crue centennale ( $Q_{\text{exutoire}} = 43.9 \text{ m}^3/\text{s}$ ) :



La flèche indique le sens de l'écoulement.



### 1.1.2.3 Localisation des profils en travers

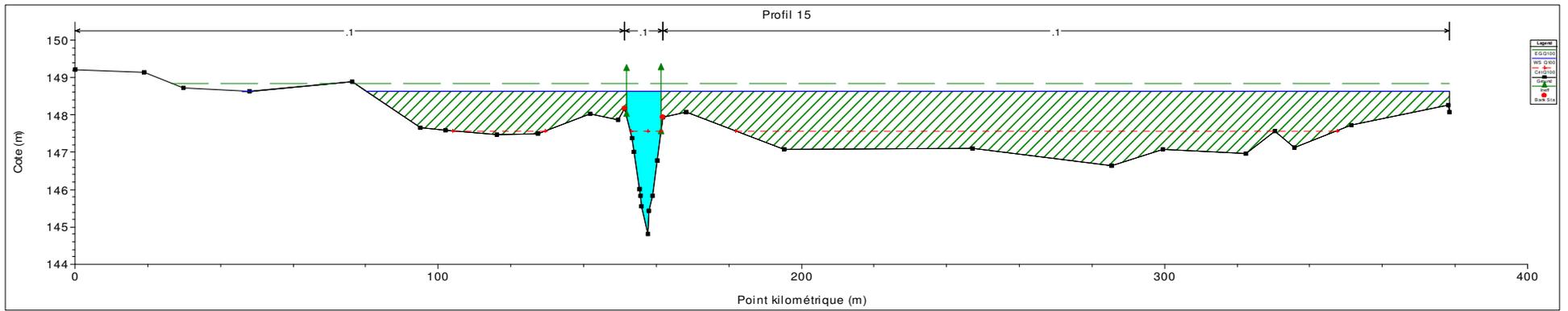
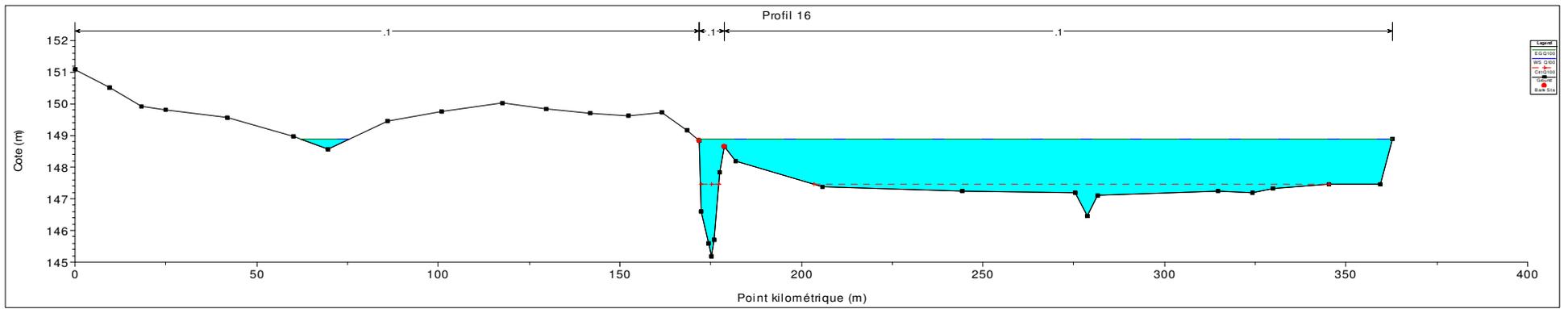
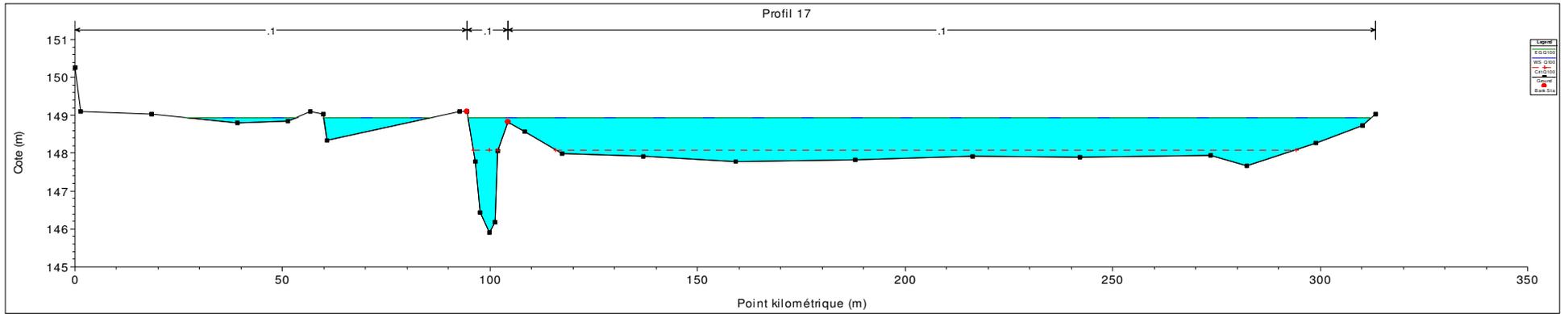


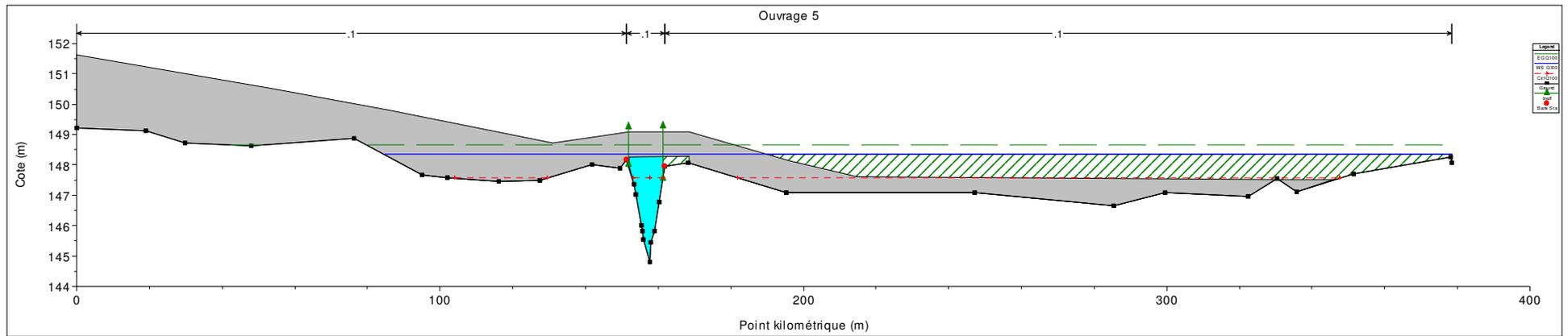
### 1.1.2.4 Tableau récapitulatif des hauteurs d'eau simulées

#### RESULTATS OBTENUS LORS DE LA SIMULATION D'UNE CRUE CENTENNALE (Q = 43.9 m<sup>3</sup>/s) - Après aménagements

Numéro de profil	Surface mouillée (m <sup>2</sup> )			Débit (m <sup>3</sup> /s)			Hauteur critique	Fond canal	Cote de l'eau	Cote avant aménagements	Δh (après - avant)
	Rive Gauche	Lit mineur	Rive Droite	Rive Gauche	Lit mineur	Rive Droite					
17	10.39	15.61	204.1	0.8	3.59	39.52	148.09	145.91	148.94	149.04	-0.1
16	2.22	15.43	282.06	0.07	2.21	41.62	147.46	145.2	148.89	148.99	-0.1
15	62.1	22.3	296.91		43.9		147.57	144.8	148.64	148.64	0
<b>Ouvrage 5</b>	Bridge										
14.5	77.24	66.84	223.09	0	43.9		146.37	144.7	148.45	148.17	0.28
14		14.96	4.28		41.89	2.01	147.37	144.39	147.86	147.98	-0.12
13	46.89	12.44		14.68	29.22		146.63	143.68	146.89	146.95	-0.06
12	170.6	26.05	20.9	10.82	32.19	0.9	145.49	143.41	146.79	146.69	0.10
11 bis	307.04	84.05	194.79	8.18	30.94	4.78	144.97	143.45	146.75		
11	156.86	27.61	82.92		42.91	0.99	145.18	142.98	146.61	146.46	0.15
<b>Ouvrage 4</b>	Bridge										
10.5		14.18	40.97		43.9		144.73	142.92	145.43	145.49	-0.06
10	1.85	30.77	123.64	0.01	35.06	8.83	143.84	142.16	145.28	145.67	-0.39
9		14.6			43.9		144.03	141.7	144.65	144.77	-0.12
8	8.97	16.46	1.4	2.14	41.6	0.15	143.7	141.05	144.29	144.59	-0.30
7.6		22.08			43.9		143.17	141.47	144.18		
<b>Nouv. pont</b>	Bridge										
7.4		14.63			43.9		143.16	141.09	143.67	143.78	-0.11

### **1.1.2.5 Profils en travers (de l'amont vers l'aval)**





Vue 3D l'ouvrage 5. La flèche indique le sens de l'écoulement.

