

Etude hydraulique de l'Ubaye dans le cadre du projet de création d'un téléporté au fort de Tournoux

Rapport d'étude

D1543-07-25 – Ind0 – Décembre 2025



TABLE DES MATIERES

Chapitre 1 Construction d’un modèle hydraulique représentant les écoulements en crue de l’Ubaye 3

1.1 Hypothèses hydrologiques 3

1.1.1 Caractéristiques générales de l’hydrologie de l’Ubaye.....3

1.1.2 Estimation des débits de crue.....3

1.2 Source des données topographies.....3

1.3 Topologie de modélisation 3

1.3.1 Choix du code de calcul 3

1.3.2 Schéma topologique retenu 3

1.3.3 Conditions aux limites du modèle numérique.....3

1.3.4 Rugosité 3

1.4 Simulations hydrauliques à l’état actuel 4

Chapitre 2 Simulation du projet d’implantation d’une gare de départ 6

2.1 Aménagements simulés 6

2.2 Variantes zone de Pellegrin et parcelle 01137.....6

2.3 Variante Ancien court de tennis 6

2.3.1 Impact hydraulique sur les écoulements en crue de l’Ubaye 6

2.3.2 Contraintes hydrauliques autour de la gare G1.....8

VERSION

Version	Commentaires
Ind 0	Premier édition

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Tableau 2-1 :	Impact sur les niveaux d'eau	6
Figure 1-1 :	Schéma de modélisation hydraulique (amont).....	4
Figure 1-2 :	Inondabilité actuelle de l'Ubaye en crue centennale (classe de hauteur d'eau en mètre) 5	
Figure 1-3 :	Vitesse d'écoulement en crue centennale (en mètre par seconde)	5
Figure 2-1 :	Localisation des variantes de G1	6
Figure 2-2 :	Comparaison de l'inondabilité de l'Ubaye en crue centennale entre l'état actuel et la variante court de tennis (classe de hauteur d'eau en mètre)	7
Figure 2-3 :	Comparaison des vitesses d'écoulement en crue centennale entre l'état actuel et la variante court de tennis (en mètre par seconde).....	7
Figure 2-4 :	Localisation des points de comparaison des résultats de simulation hydraulique	8

Chapitre 1

Construction d'un modèle hydraulique représentant les écoulements en crue de l'Ubaye

1.1 Hypothèses hydrologiques

1.1.1 Caractéristiques générales de l'hydrologie de l'Ubaye

Le régime hydrologique de l'Ubaye est de type pluvio-nival, soumis à la fois aux influences des climats montagnard et méditerranéen. Il se caractérise par deux périodes de basses eaux — l'une en hiver et l'autre à la fin de l'été — ainsi qu'un pic de débit au printemps.

Le climat montagnard explique l'étiage hivernal marqué, de décembre à février, période durant laquelle l'eau reste principalement stockée sous forme de neige. Le climat méditerranéen, quant à lui, est à l'origine de l'étiage estival, lié aux températures élevées et à la faiblesse des précipitations ; toutefois, cet étiage demeure moins prononcé que celui de l'hiver. Au printemps, la fonte nivale combinée aux pluies génère les débits les plus importants.

Plus de 80 % des crues sont provoquées par l'association de la fonte des neiges et d'importants épisodes pluvieux, phénomènes renforcés lorsque surviennent des remontées d'air humide d'origine méditerranéenne (retours d'est). En automne, les précipitations fréquentes et cumulées soutiennent les débits, même si ceux-ci restent moins élevés que lors des crues printanières. Les orages violents liés à l'influence méditerranéenne peuvent également occasionner des crues automnales. (Source : MRE)

L'étude hydraulique globale de la vallée de l'Ubaye (2010) distingue deux régimes hydrologiques entre l'amont et l'aval du bassin versant (voir Tableau 5). La partie amont (Saint-Paul-sur-Ubaye, Larche, Meyronnes, ainsi que les bassins versants d'Abriès et du Riou Versant) est particulièrement exposée aux retours d'est en provenance d'Italie, susceptibles de générer en 24 heures des précipitations très importantes. En hiver, ces retours d'est se traduisent par des chutes de neige pouvant atteindre 1,5 mètre en une journée, et au printemps ou en automne, par des crues parfois très violentes. À l'inverse, la basse vallée de l'Ubaye est moins concernée par ces phénomènes : les pluies quotidiennes y sont nettement plus faibles et comparables à celles de la vallée de la Durance.

La zone d'étude se situe en aval de la confluence entre l'Ubaye et l'Ubayette et en amont de la confluence avec le Parpaillon. Le bassin versant est d'environ 350 km².

1.1.2 Estimation des débits de crue

Au niveau de la zone d'étude, l'hydrologie de l'Ubaye est connue grâce aux observations hydrométriques de la station de Barcelonnette.

Les crues sont peu fréquentes mais de forte ampleur : de 1904 à 2008, 9 crues de récurrence supérieure aux crues vicennales ont affecté le bassin, dont 3 crues cinquantennales (1920, 1957 et 2008).

L'Ubaye a fait l'objet de nombreuses études depuis le début des années 1980. Plusieurs chiffres ont été annoncés concernant le débit centennal du cours d'eau. Un consensus a été trouvé suite à l'étude menée par LEFORT en 1997. Le débit de référence est de 297 m³/s pour la crue centennale. Il est de 114 m³/s pour une crue décennale.

1.2 Source des données topographies

Les données topographiques utilisées pour la présente étude sont issues du LIDAR HD de l'IGN. La géométrie du pont de la RD900 a été relevée par nos soins lors de l'enquête de terrain.

1.3 Topologie de modélisation

1.3.1 Choix du code de calcul

Nous avons construit un modèle numérique de simulation des écoulements. Il s'agit en quelque sorte d'une maquette virtuelle (puisque réalisée sous forme informatique) des cours d'eau dans laquelle nous injectons les débits de crue et qui nous permet de simuler les conditions d'écoulement.

Dans cette étude, le code de calcul retenu est HEC-RAS. Ce code de calcul mis au point par l'Hydrologic Engineering Center de l'U.S. Army Corps of Engineers permet de simuler tous types de configurations habituellement rencontrées en rivière : confluence, défluence, seuil, pont, buse, rétention, stockage, déversoir... Les lignes d'eau sont calculées en régime fluvial, critique, torrentiel ou mixte dans les lits mineur et majeur et en régime dynamique (c'est-à-dire en tenant compte des phénomènes transitoires) si nécessaire. Le calcul de base est établi à partir de l'équation de l'énergie. Les pertes d'énergie sont évaluées par frottement (Equation de Manning) et par convergence et divergence des écoulements. L'équation des moments est utilisée dans les situations où le profil de la ligne d'eau varie brusquement. Ces situations incluent les régimes d'écoulement mixte (ressaut hydraulique), les écoulements sous les ponts et les confluences entre plusieurs biefs. Les effets des différentes obstructions comme les ponts, les buses, les seuils ainsi que tous les obstacles présents dans le lit sont considérés dans le calcul.

1.3.2 Schéma topologique retenu

Compte tenu du contexte topographique et du projet envisagé, nous avons retenu une représentation topologique selon un maillage bidimensionnel. Un maillage est carré (10 m x 10 m) avec raffinement au niveau du lit mineur et des principaux obstacles à l'écoulement.

1.3.3 Conditions aux limites du modèle numérique

Les débits injectés dans le modèle sont ceux indiqués dans le chapitre relatif à l'hydrologie.

En limite aval du modèle, la condition aval est la hauteur calculée en régime uniforme selon la pente de la vallée.

1.3.4 Rugosité

Les coefficients de Strickler retenus varient de 17 en lit mineur et 10 en lit majeur.

1.4 Simulations hydrauliques à l'état actuel

Les figures de la page suivant illustrent les résultats de simulation hydraulique à l'état actuel en terme de hauteur d'eau et de vitesse d'écoulement.

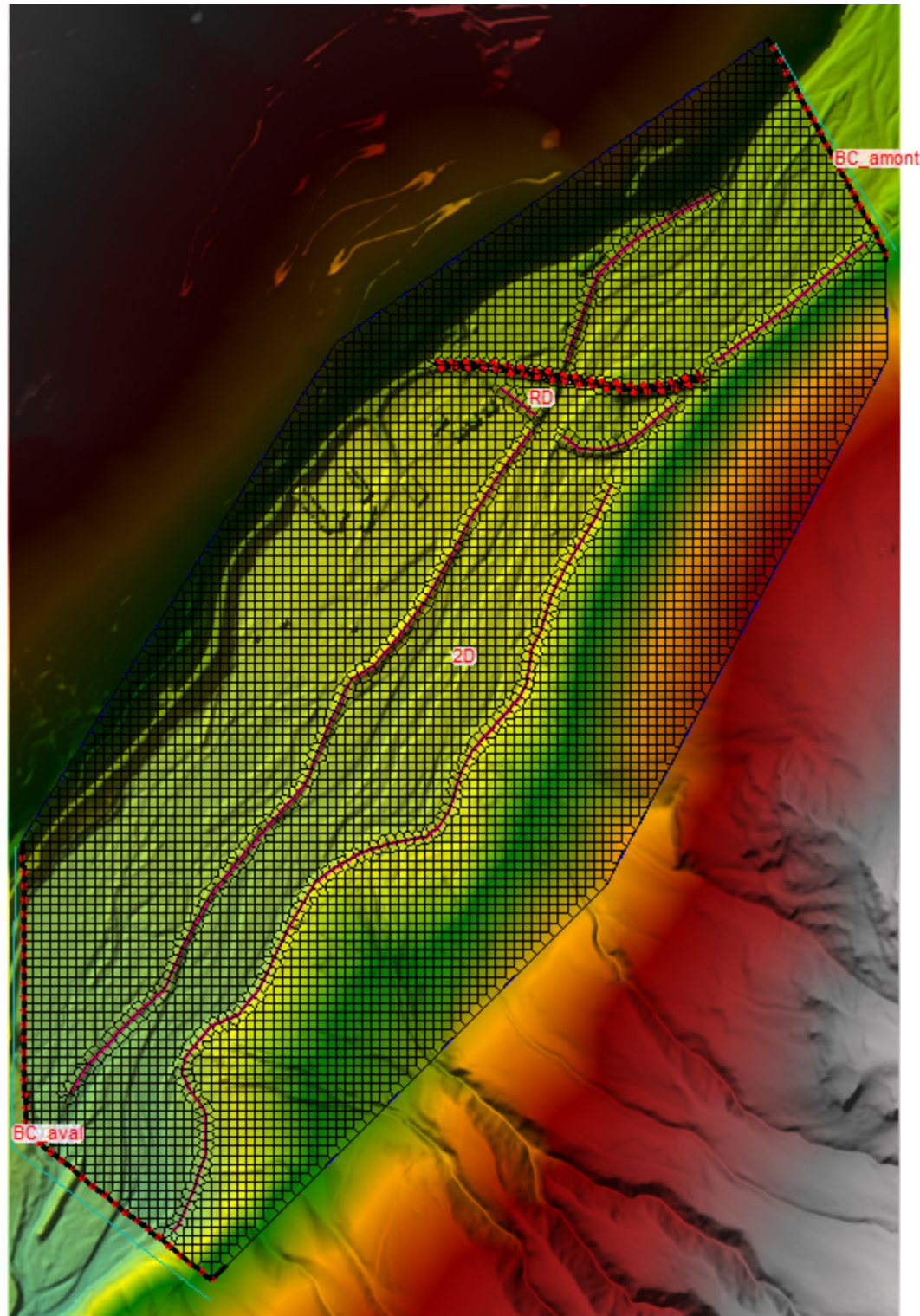


Figure 1-1 : Schéma de modélisation hydraulique (amont)

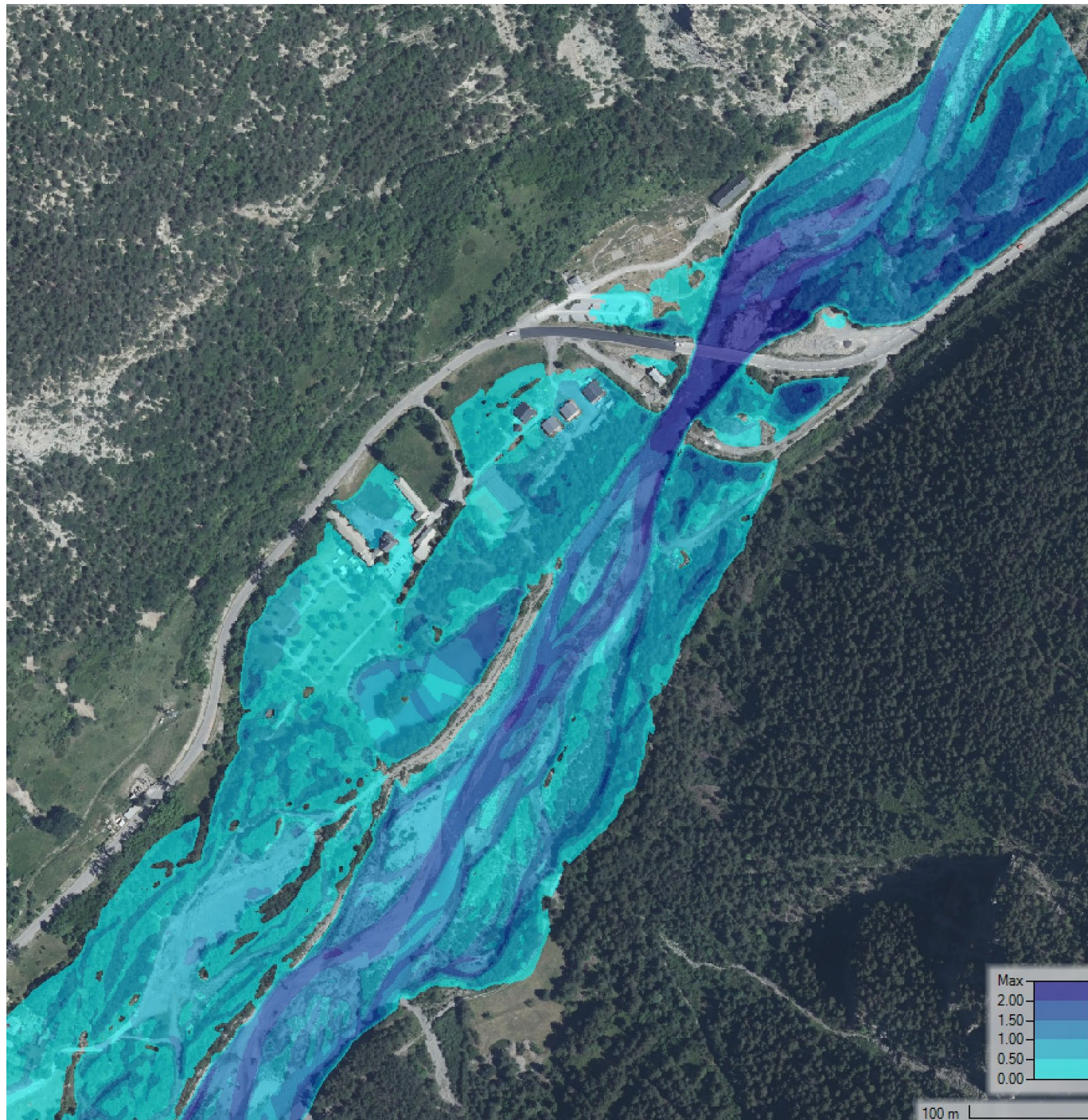


Figure 1-2 : Inondabilité actuelle de l'Ubaye en crue centennale (classe de hauteur d'eau en mètre)

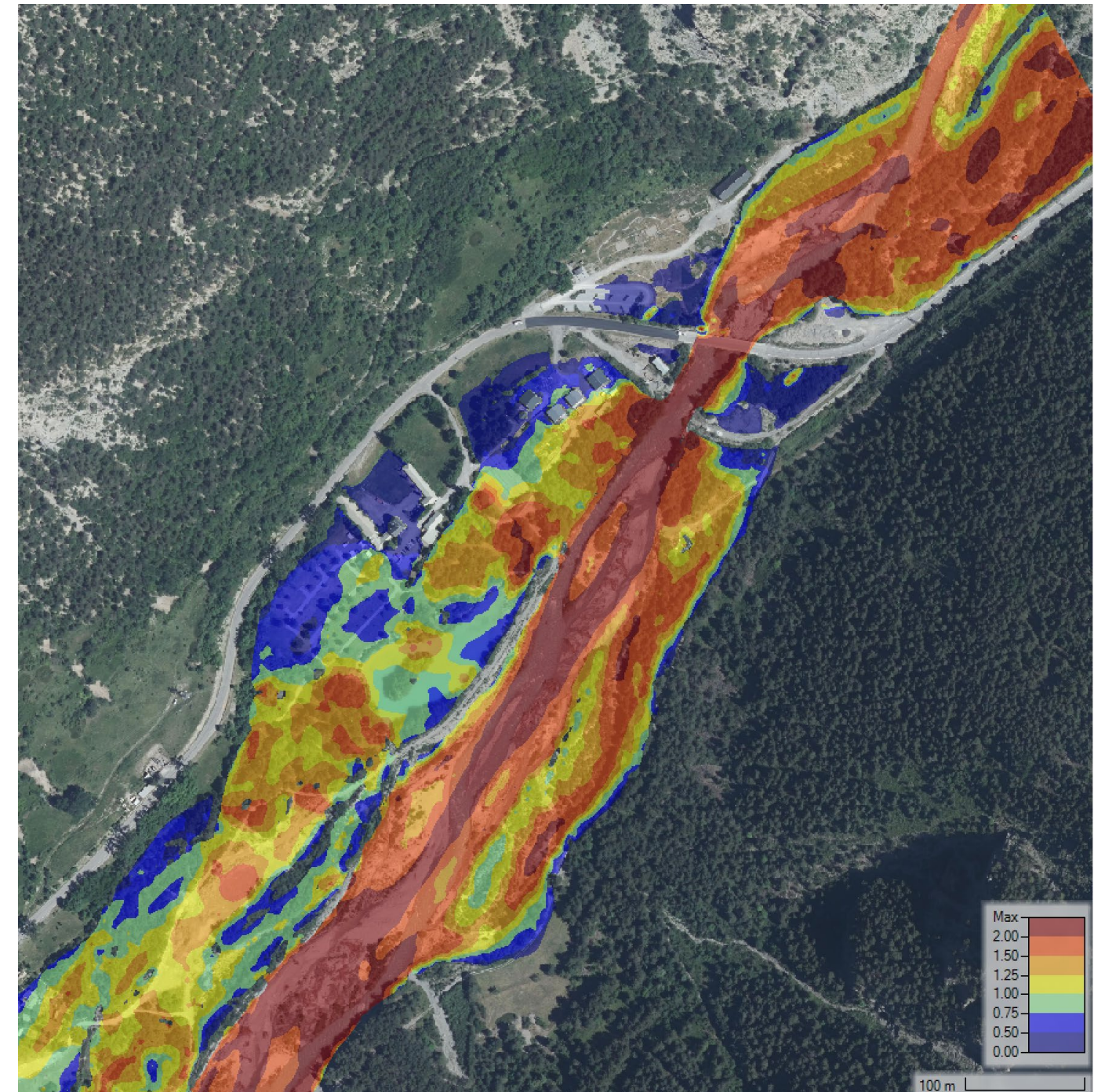


Figure 1-3 : Vitesse d'écoulement en crue centennale (en mètre par seconde)

Chapitre 2

Simulation du projet d'implantation d'une gare de départ

2.1 Aménagements simulés

La carte ci-dessous positionne les 3 variantes pour l'implantation de la gare de départ (G1) selon une emprise au sol de 15 m x 15 m.

- ✓ Variante : zone de Pellegrin
- ✓ Variante : ancien court de tennis,
- ✓ Variante : Parcelle 0137

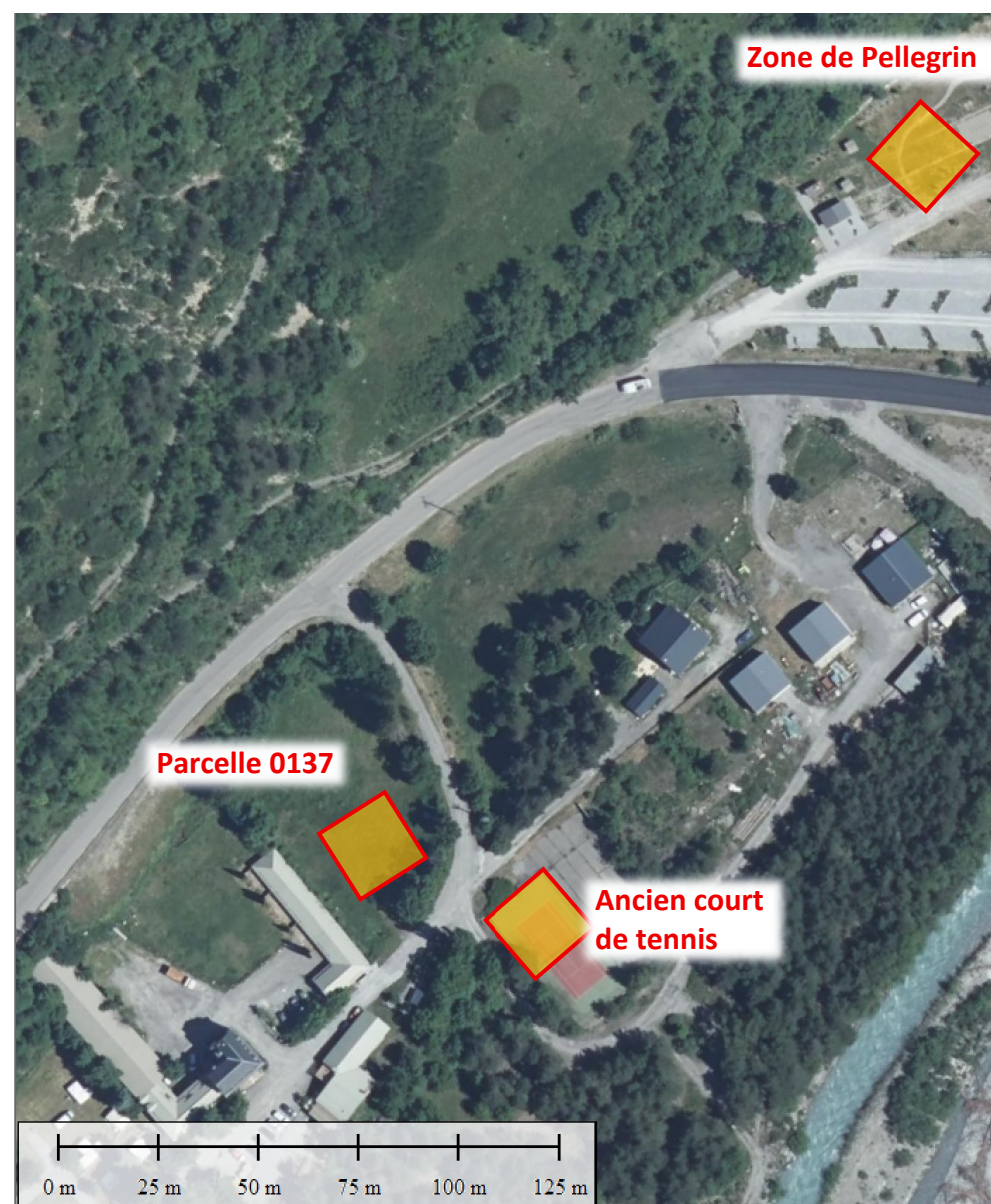


Figure 2-1 : Localisation des variantes de G1

2.2 Variantes zone de Pellegrin et parcelle 01137

Les variantes sur la zone Pellegrin et la parcelle 0317 sont hors d'eau pour la crue centennale. Il n'y a donc aucune contrainte hydraulique.

2.3 Variante Ancien court de tennis

2.3.1 Impact hydraulique sur les écoulements en crue de l'Ubaye

Seule la variante d'implantation de la G1 sur l'ancien court de tennis a été intégré dans la simulation puisque située en zone inondable de l'Ubaye.

Les figures des pages suivantes comparent les résultats en terme de hauteur d'eau et de vitesse d'écoulement.

La figure 2-4 localise les points de comparaison pour analyser l'impact du projet notamment au droit des bâtis en zone inondable. On constate un impact maximum de +1cm au droit des bâtis aux points #9 et #10. Cet impact est tout à fait admissible puisque dans l'ordre de grandeur des incertitudes de modélisation.

Tableau 2-1 : Impact sur les niveaux d'eau

Point de comparaison	Variation des niveaux d'eau (m)
#1	0.00
#2	0.00
#3	0.00
#4	+0.01
#5	+0.01
#6	0.00
#7 (bâti)	0.00
#8 (bâti)	0.00
#9 (bâti)	+0.01
#10 (bâti)	+0.01
#11	+0.06
#12 (bâti)	-0.01
#13 (bâti)	-0.03
#14 (bâti)	-0.02
#15	0.00

(Variation des niveaux d'eau = Niveau projet – niveau actuel)

En terme de vitesse d'écoulement, on observe aucune variation de vitesse à proximité des bâtis. On observe des variations sensibles entre la gare G1 et le lit mineur de l'Ubaye avec un effet de contraction des écoulements. L'effet est localisé et n'a pas de conséquence sur le comportement dynamique et érosif de l'Ubaye.

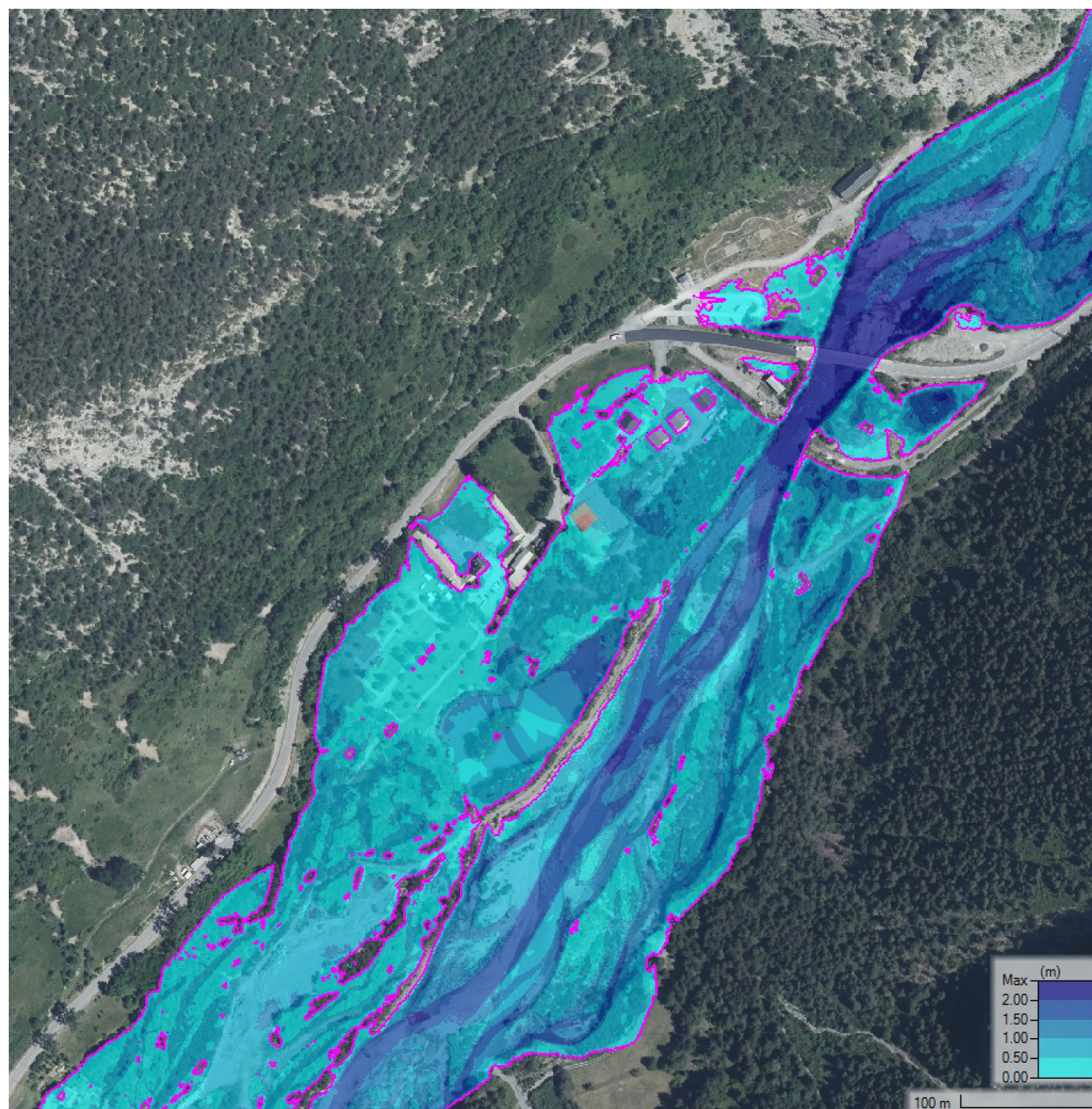


Figure 2-2 : Comparaison de l'inondabilité de l'Ubaye en crue centennale entre l'état actuel et la variante court de tennis (classe de hauteur d'eau en mètre)
(Ligne magenta : inondabilité à l'état actuel/ Dégradé de bleu : inondabilité à l'état projet)

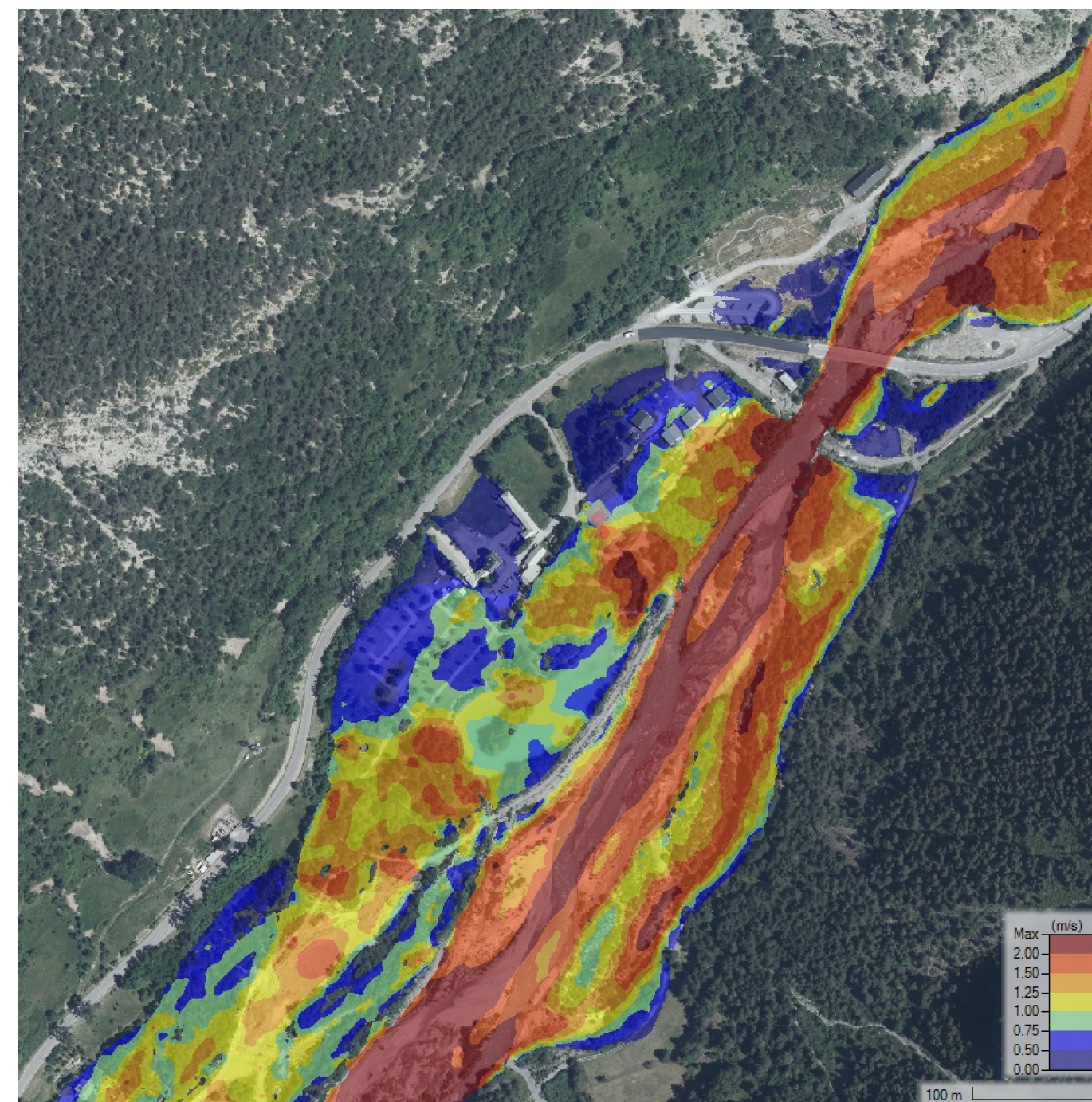


Figure 2-3 : Comparaison des vitesses d'écoulement en crue centennale entre l'état actuel et la variante court de tennis (en mètre par seconde)

2.3.2 Contraintes hydrauliques autour de la gare G1

La gare G1 subira les contraintes hydrauliques suivantes :

- ✓ Hauteur d'inondation par rapport au terrain : 0.90 m (en prenant en compte les effets de vagues) ;
- ✓ Vitesse d'écoulement : 2 m/s maximum.

La structure de la gare G1 devra prendre en compte ces contraintes hydrauliques ainsi que la présence de corps flottant emportés par la crue (effet de choc).



Figure 2-4 : Localisation des points de comparaison des résultats de simulation hydraulique