



Ajout d'un troisième groupe turbine-alternateur à la centrale Sainte-Marguerite 3

Étude des conditions hydrauliques en rivière – Tronçon de la centrale SM-3 à PK 50

Rapport No R.740 – Final

No Logesdes: 4348-70030-014-01-0-BV-L

Préparé par :

Lasalle | NHC Inc.

9620 rue Saint-Patrick

LaSalle, QC H8R 1R8

Tel: 514.366.2970

www.lasallenhc.com

Préparé pour :

Hydro-Québec

75, boul. René-Lévesque Ouest, 3e étage,

Québec, QC, H2Z 1A4

Au nom de :

Yanni Sodir, ing., MBA. Ing.

75, boul. René-Lévesque Ouest, 3e étage,

Québec, QC, H2Z 1A4

31 octobre 2025

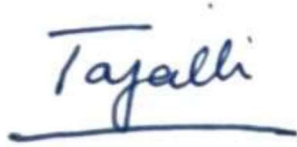
R.0740 – Rapport Final, Rév. 2.0

Numéro de référence de Lasalle|NHC : 08008864

SUIVI DU DOCUMENT

Date	Révision No.	Révisé par	Émis pour
2025-02-28	00	Wael Taha Maryse Bonneau-Lefebvre	Rapport 60% - Préliminaire
2025-06-05	01	Wael Taha Maryse Bonneau-Lefebvre	Rapport 100% - Préliminaire
2025-10-31	02	Wael Taha Maryse Bonneau-Lefebvre	Rapport 100% - Final

Rapport préparé par :



Behnaz Tajalizadehkhoob, ing., M.Sc.
Ingénieure de projets
No OIQ : 5088735

Rapport révisé par :



Wael Taha, ing., M.Ing.
Associé, Chargé de projet
No OIQ : 133365



Maryse Bonneau-Lefebvre, ing., M.Ing.
Chargée de projet
No OIQ : 5003331

Chemin d'accès au fichier LNI : S:\Etudes\I_PROJETS_ACTIFS\8008864_Centrale-SM-3_Etude-Hydraulique\8_Rapport\1_Preliminaire\3_Conditions hydraulique en rivière\Rapport_60%\SM3-PK50

CLAUSE DE LIMITATION DE RESPONSABILITÉ

Ce document a été préparé par **Lasalle|NHC** de façon conforme aux bonnes pratiques d'ingénierie et est destiné à l'usage exclusif de **Hydro-Québec** et Propriétaire et de leurs représentants autorisés dans le cadre spécifique du projet **Ajout d'un troisième groupe turbine-alternateur à la centrale Sainte-Marguerite 3**.

Le contenu de ce document ne peut être appliqué ou utilisé, en tout ou en partie, par ou à l'avantage d'autres parties sans l'autorisation écrite de **Lasalle|NHC**. Aucune autre garantie, expresse ou tacite, n'est accordée.

Lasalle|NHC et ses directeurs, associés, employés et mandataires n'assument aucune responsabilité à l'utilisation ou au recours du présent document ou de son contenu par des parties autres que **Hydro-Québec**.

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION	1
2	CONTEXTE ET OBJECTIFS	2
3	DONNÉES	5
3.1	Système de référence et datum	5
3.2	Données LiDAR	5
3.3	Données bathymétriques	5
3.4	Lignes d'eau et débits mesurés	6
3.5	Résistance hydraulique	7
4	APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE	9
4.1	Logiciel de modélisation	9
4.2	MNT topographique	9
4.3	Sections transversales	9
4.4	Zones d'écoulement ineffectives	11
4.5	Conditions limites et apports latéraux	11
4.6	Analyse du risque de mobilité du cours d'eau	12
5	SCÉNARIOS DE SIMULATION	14
5.1	Calage et validation	14
5.2	Conditions de référence et projetée	15
5.2.1	Séquences de mise en marche	17
5.2.2	Niveau variable du réservoir SM-2	18
6	RÉSULTATS	20
6.1	Calage et validation	20
6.2	Conditions de référence et projetée - Régime permanent	25
6.2.1	Niveaux et profondeur d'eau	25
6.2.2	Vitesses de l'écoulement	41
6.2.3	Cisaillement	45
6.3	Conditions de référence et projetée – Régime transitoire	51
6.3.1	Niveaux d'eau	51
6.3.2	Vitesse d'écoulement	54
7	CONCLUSIONS & RECOMMANDATIONS	61
8	RÉFÉRENCE	63

LISTE DES TABLEAUX, FIGURES, PHOTOS ET ANNEXES

TABLEAUX

Tableau 3-1 Lignes d'eau mesurées sur le tronçon de la centrale SM-3 au PK 50 de la rivière Sainte-Marguerite	7
Tableau 3-2 Débits mesurés sur le tronçon de la centrale SM-3 à PK 50 de la rivière Sainte-Marguerite	7
Tableau 3-3 Classes d'utilisation du sol et coefficients de rugosité associés dans la zone d'étude	8
Tableau 4-1 Apports latéraux du tronçon modélisé entre la centrale SM-3 et PK 50	11
Tableau 4-2 Cisaillements critiques associés aux différents types du sédiment	13
Tableau 5-1 Scénarios de calage et validation	14
Tableau 5-2 Niveaux d'exploitation du barrage Sainte-Marguerite-2 en période hivernale	15
Tableau 5-3 Scénarios de simulation en conditions de référence et projetée	17
Tableau 5-4 Séquences de mise en marche de la centrale	18
Tableau 5-5 Marnage de la vague associé à la mise en marche	19
Tableau 6-1 Moyennes des écarts entre les niveaux simulés et observés pour les scénarios de calage et de validation	21
Tableau 6-2 Niveaux d'eau le long du tronçon modélisé en régime permanent	26
Tableau 6-3 Comparaison des superficies des zones mouillées au débit médian estival	27
Tableau 6-4 Vitesses moyennes le long du tronçon modélisé	42
Tableau 6-5 Comparaison des cisaillements en conditions de référence et projetée le long du tronçon modélisé au débit turbiné maximal	46
Tableau 6-6 Temps de stabilisation des niveaux d'eau en conditions transitoires aux sections du tronçon modélisé	52

FIGURES

Figure 2-1 Zone couverte par le modèle hydraulique de SM-3 à PK-50	3
Figure 2-2 Photos prises lors du survol hélicoptère effectué par Hydro-Québec en date du 20 décembre 2023	4
Figure 3-1 Couverture des données bathymétriques	6
Figure 4-1 Sections transversales du modèle hydraulique du tronçon modélisé entre la centrale SM-3 et PK 50 et les apports latéraux	10
Figure 5-1 Niveaux quotidiens pour la période 2004-2024 – Réservoir SM-2	16
Figure 5-2 Variation transitoire du niveau d'eau à la limite aval du modèle pour les scénarios de mise en marche de la centrale	19
Figure 6-1 Tronçon de la centrale à PK 50 – Calage – Comparaison des niveaux d'eau mesurés et simulés le 23 mai 2024	22
Figure 6-2 Tronçon de la centrale à PK 50 – Calage – Comparaison des niveaux d'eau mesurés et simulés le 26 juillet 2024	23
Figure 6-3 Tronçon de la centrale à PK 50 – Validation – Comparaison des niveaux d'eau mesurés et simulés le 27 juillet 2024	24
Figure 6-4 Profils hydrauliques et écart – Débit turbiné maximal – Conditions de référence et projetée	28
Figure 6-5 Étendue de la surface d'écoulement simulée – Débit turbiné maximal – Conditions de référence et projetée – De la Centrale à PK 74	29
Figure 6-6 Étendue de la surface d'écoulement simulée – Débit turbiné maximal – Conditions de référence et projetée – Du PK 74 à PK 71	30
Figure 6-7 Étendue de la surface d'écoulement simulée – Débit turbiné maximal – Conditions de référence et projetée – Du PK 71 à PK 67	31
Figure 6-8 Étendue de la surface d'écoulement simulée – Débit turbiné maximal – Conditions de référence et projetée – Du PK 67 à PK 63	32
Figure 6-9 Profondeur d'eau – Débit turbiné maximal – Frayère du PK 68	33
Figure 6-10 Profondeur d'eau – Débit turbiné maximal – Frayère du PK 75	33
Figure 6-11 Profils hydrauliques et écart – Débit médian estival – Conditions de référence et projetée	34
Figure 6-12 Étendue de la surface d'écoulement simulée au débit médian estival – Conditions de référence et projetée – De la Centrale à PK 74	35
Figure 6-13 Étendue de la surface d'écoulement simulée au débit médian estival – Conditions de référence et projetée – Du PK 74 à PK 71	36
Figure 6-14 Étendue de la surface d'écoulement simulée au débit médian estival – Conditions de référence et projetée – Du PK 71 à PK 67	37
Figure 6-15 Étendue de la surface d'écoulement simulée au débit médian estival – Conditions de référence et projetée – Du PK 67 à PK 63	38
Figure 6-16 Profondeur d'eau – Débit médian estival – Frayère du PK 68	39
Figure 6-17 Profondeur d'eau – Débit médian estival – Frayère du PK 75	39
Figure 6-18 Profondeur d'eau – Régime permanent – Condition de référence et projetée	40

Figure 6-19 Vitesse moyenne d'écoulement et écart – Régime permanent – Débit turbiné maximal – Condition de référence et projetée	43
Figure 6-20 Vitesse d'écoulement et écart – Régime permanent – Débit médian estival – Condition de référence et projetée	44
Figure 6-21 Contraintes de cisaillement en conditions de référence et projetée – De la Centrale SM-3 à PK 74	47
Figure 6-22 Contraintes de cisaillement en conditions de référence et projetée – Du PK 74 à PK 71	48
Figure 6-23 Contraintes de cisaillement en conditions de référence et projetée – Du PK 71 à PK 67	49
Figure 6-24 Contraintes de cisaillement en conditions de référence et projetée – Du PK 67 à PK 63	50
Figure 6-25 Variation temporelle du niveau d'eau aux sections sélectionnées lors du démarrage de la centrale SM-3	53
Figure 6-27 Variation temporelle de la vitesse aux sections de contrôle lors de mise en marche de la centrale SM-3 – Conditions de référence et projetée	55
Figure 6-28 Vitesses maximales de l'écoulement et l'écart – Régime transitoire – Mise en marche – Condition de référence et projetée	56
Figure 6-29 Vitesses maximales en conditions de référence et projetée – Mise en marche – De la Centrale SM-3 à PK 74	57
Figure 6-30 Vitesses maximales en conditions de référence et projetée – Mise en marche – Du PK 74 à PK 71	58
Figure 6-31 Vitesses maximales en conditions de référence et projetée – Mise en marche – Du PK 71 à PK 67	59
Figure 6-32 Vitesses maximales en conditions de référence et projetée – Mise en marche – Du PK 67 à PK 64	60

1 INTRODUCTION

La présente étude vise la participation à l'avant-projet de l'ajout du 3^e groupe turbine/alternateur (T/A) à la centrale SM-3 située sur la rivière Sainte-Marguerite à quelque 75 km en amont de son embouchure. La centrale a été mise en service en 2003, alors que deux centrales étaient déjà installées en aval (SM-2 et SM-1). La centrale de SM-3 est principalement utilisée en période de pointe et fonctionne actuellement avec deux groupes T/A (débit d'équipement total actuel de 300 m³/s). Le projet vise l'ajout d'un 3^e groupe, pour un débit additionnel de 200 m³/s.

Le projet est assujéti au processus d'Étude d'Impact sur l'Environnement (EIE). Ainsi, les effets du projet sur l'environnement, tant en phase de construction qu'en phase d'exploitation, sont à évaluer. L'exploitation de la centrale munie d'un 3^e groupe modifiera la gestion du réservoir SM-3 ainsi que la gestion des aménagements en aval. Par ailleurs, pour réaliser le raccordement de la troisième conduite forcée au nouveau groupe, on devra procéder à une gestion de la centrale en condition de travaux. Les études du milieu physique exigées pour alimenter l'Étude d'Impact sur l'Environnement (EIE) incluent: l'hydraulique, le panache d'eau douce dans l'estuaire, le régime des glaces et le régime thermique.

L'étude des conditions hydrauliques en rivière du tronçon entre la centrale SM-3 et PK 50 consiste à évaluer l'impact du suréquipement de SM-3 sur les champs de vitesses et les niveaux d'eau. L'objectif de cette étude est d'alimenter l'EIE qui sera déposée pour le projet. Un modèle numérique unidimensionnel (1D) de ce tronçon a été monté pour cette étude. Il est utilisé pour comparer différents scénarios de simulation en conditions de référence et en conditions futures d'exploitation.

Dans ce rapport, la section 2 présente le contexte et les objectifs du mandat. Les sections 3 et 4 présentent les données et la méthodologie utilisées, tandis que la section 5 décrit les scénarios de simulation et les cas analysés. La section 6 expose les résultats des simulations et leurs analyses et finalement, la section 7 présente les conclusions et les recommandations.

2 CONTEXTE ET OBJECTIFS

La rivière Sainte-Marguerite est un affluent du fleuve Saint-Laurent avec son embouchure à Clarke City, un secteur de la ville de Sept-Îles, sur la Côte-Nord.

Le barrage SM-3 est situé à 89 km de l'embouchure de la rivière, tandis que la centrale souterraine SM-3 est localisée à environ 13 km en aval. Le modèle hydraulique de SM-3 couvre le tronçon de la rivière Sainte-Marguerite qui totalise environ 26 km, comprenant le tronçon fluvial de la sortie de la centrale SM-3 (PK 76) au PK 66 ainsi qu'une section allant du PK 66 au PK 50 dans le réservoir de SM-2. L'étendue du modèle est présentée dans la figure 2-1.

Le tronçon modélisé est légèrement sinueux et présente une alternance de courbes ayant entraîné la formation de bancs sédimentaires au fil du temps. La figure 2-2 illustre deux photos des bancs de sédimentation aux PK 68 et PK 75, prises lors d'un survol hélicoptère effectué par Hydro-Québec en date du 20 décembre 2023. La rivière est encaissée dans une vallée bordée sur ses deux rives par des forêts. Quelques installations légères associées à des baux de villégiature sont présentes localement le long des berges.

Les 700 premiers mètres du tronçon en aval de la centrale SM-3 constituent le canal de fuite de la centrale, excavé dans le roc et protégé par des enrochements. Dans l'ensemble, le tronçon modélisé présente une pente moyenne de l'ordre de 0,0025 m/m entre le PK 76 et le PK 72,5, qui diminue en aval pour atteindre une pente moyenne de 0,0008 m/m jusqu'au PK 66, soit l'entrée du réservoir de SM-2, au-delà de laquelle la portion située dans le réservoir présente un gradient hydraulique pratiquement nul.

L'ajout d'un troisième groupe turbine-alternateur entraînera une augmentation du débit restitué en aval de la centrale SM-3. Ces modifications hydrauliques peuvent avoir des répercussions sur plusieurs aspects environnementaux, notamment :

- Les niveaux d'eau et les champs de vitesse dans le tronçon en aval;
- Le potentiel de mobilité du cours d'eau et d'érosion des berges;
- L'impact sur les habitats aquatiques et les espèces présentes;
- L'utilisation du territoire comme la navigation, y compris les infrastructures riveraines et les accès.

L'objectif de cette étude est d'analyser ces impacts à l'aide d'une modélisation hydrodynamique du tronçon situé entre la centrale de SM-3 (PK 76) et le réservoir de SM-2 (PK 50). L'analyse repose sur un modèle numérique unidimensionnel réalisé avec le logiciel HEC-RAS, développé par l'*U.S. Army Corps of Engineers* (USACE). Les résultats de la modélisation permettront de comparer l'état de référence à l'état projeté et d'évaluer les effets de l'augmentation du débit sur l'environnement et l'aménagement du territoire.

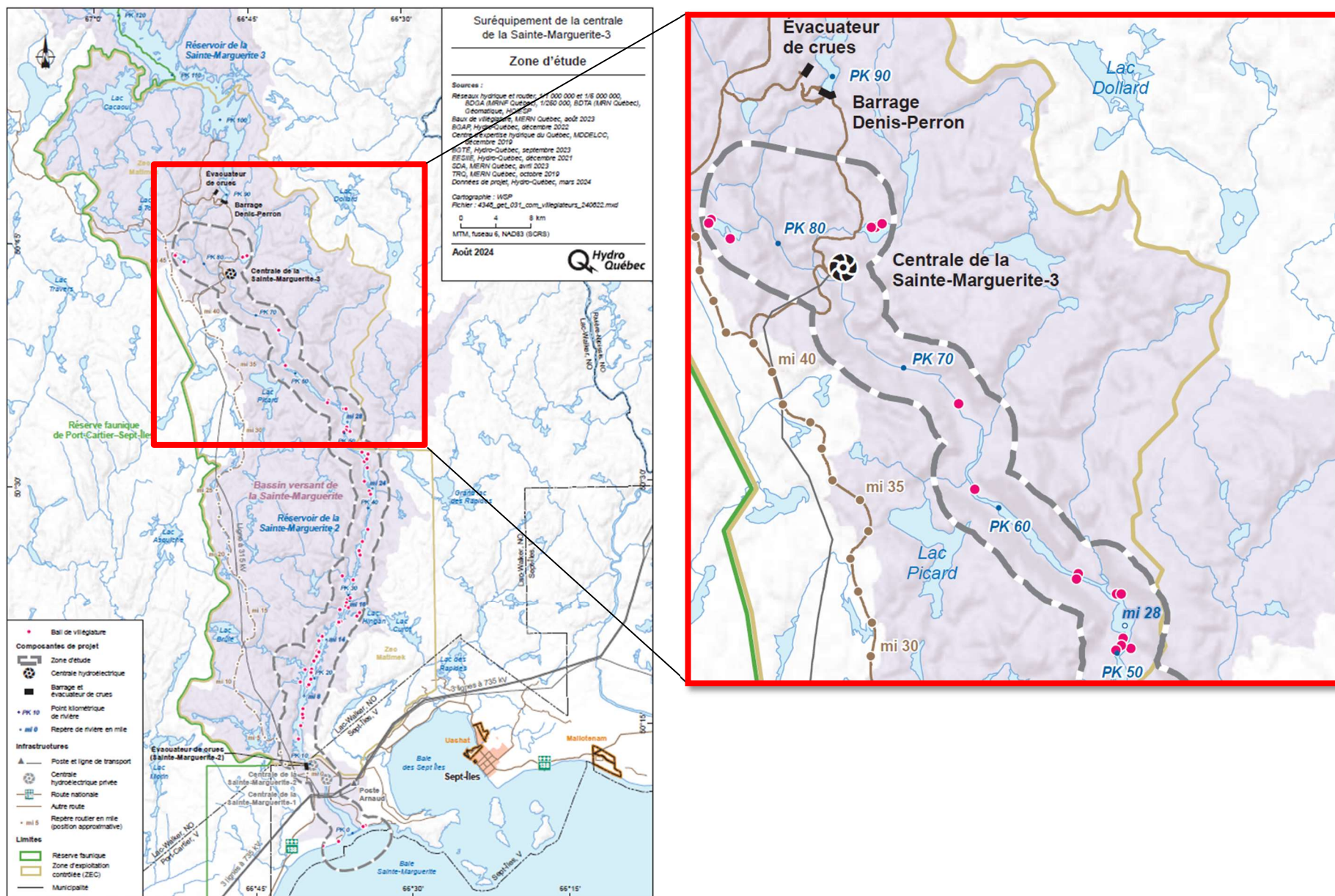


Figure 2-1 Zone couverte par le modèle hydraulique de SM-3 à PK-50

Ajout d'un troisième groupe turbine-alternateur à la centrale Sainte-Marguerite 3
Étude des conditions hydrauliques en rivière – Tronçon de la centrale SM-3 à PK 50



a) Bacs d'accumulation de sédiments, PK 68 (vue vers l'amont)



b) Bacs d'accumulation de sédiments et chenal secondaire, PK 75 (vue vers l'amont)

Figure 2-2 Photos prises lors du survol héliporté effectué par Hydro-Québec en date du 20 décembre 2023

3 DONNÉES

3.1 Système de référence et datum

L'ensemble des données géographiques est exprimé selon la projection MTM 6 (NAD83). L'ensemble des données altimétriques est exprimé par rapport à la référence (datum) CGVD28.

3.2 Données LiDAR

Les données LiDAR de la zone à l'étude, fournies par Hydro-Québec, ont été relevées les 7, 8 et 16 juin puis le 30 août 2024.

À l'aide du logiciel ArcMAP, les données localisées dans la zone d'étude ont été regroupées dans un unique jeu de données LAS (format LASD). Les points altimétriques ont un espacement moyen de 1,29 m, soit une densité de 0,60 points/m².

3.3 Données bathymétriques

Les données bathymétriques du tronçon modélisé, fournies par Hydro-Québec, comprennent :

- Les relevés multifaisceaux de 2024 dans le canal de fuite de la centrale SM-3,
- Les relevés monofaisceaux de 2024 entre les PK 76 et PK 48,
- Les relevés monofaisceaux de 2023 réalisés sous forme de sections transversales entre le PK 72 et l'estuaire.

Afin de vérifier la cohérence entre les données de 2023 et 2024, une comparaison a été effectuée sur les sections transversales communes. L'analyse ayant confirmé leur compatibilité, toutes les données ont été intégrées à la construction du modèle.

La figure 3-1 présente la couverture des données bathymétriques utilisées pour le montage du modèle. Le rectangle vert illustre le secteur avec une forte densité de points bathymétriques alors que le rectangle rouge inclut des données avec une densité plus faible.

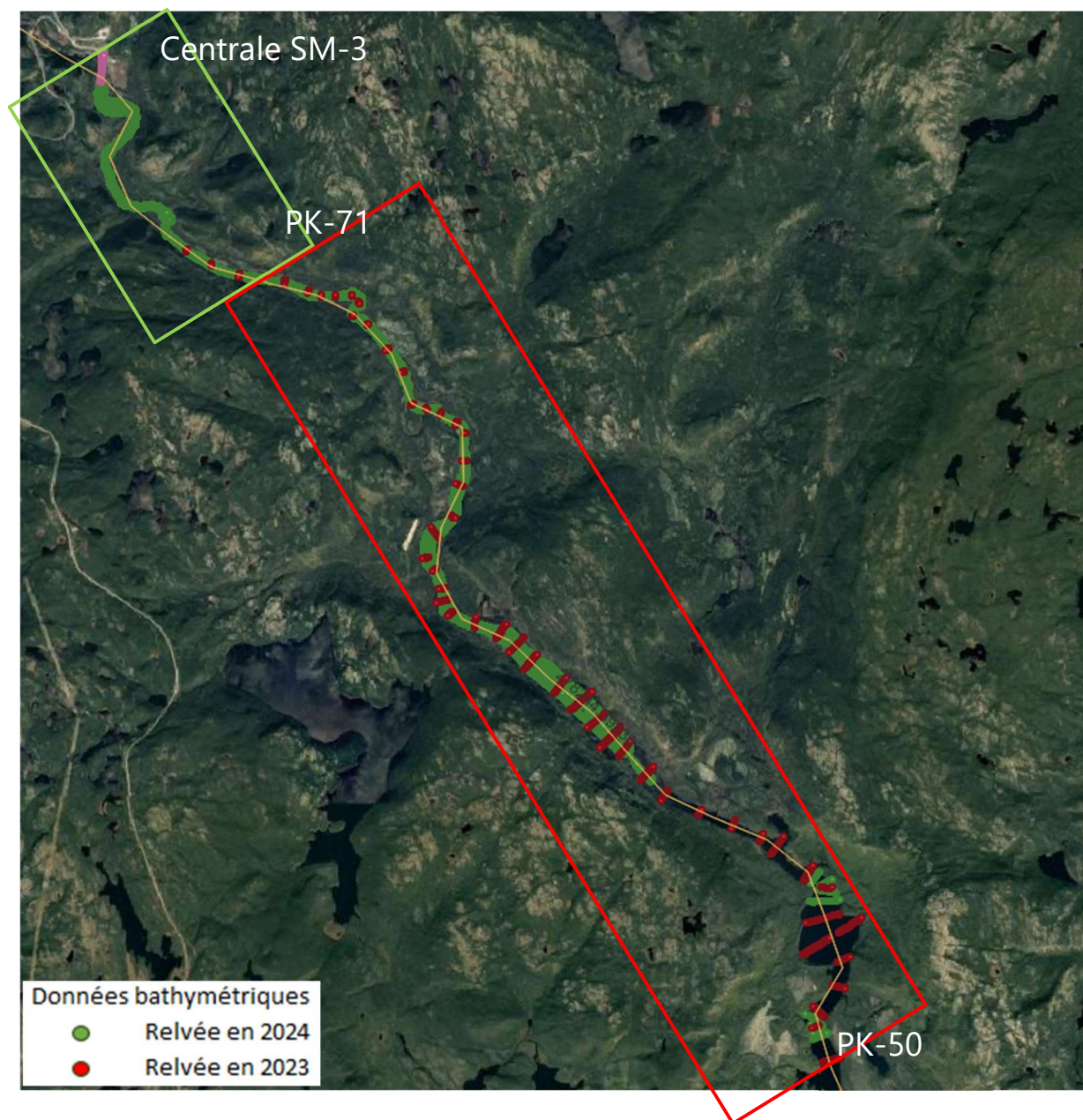


Figure 3-1 Couverture des données bathymétriques

3.4 Lignes d'eau et débits mesurés

La campagne de relevés bathymétriques et hydrométriques sur la rivière Sainte-Marguerite a été réalisée par WSP en mai et juillet 2024. Des lignes d'eau et des débits ont été mesurés lors de quatre journées différentes sur le tronçon modélisé. Le tableau 3-1 indique les dates des relevés

ainsi que les zones du tronçon où les niveaux d'eau ont été mesurés alors que le tableau 3-2 montre les débits mesurés en fonction de la date, de l'heure et de leur localisation (PK).

Tableau 3-1 Lignes d'eau mesurées sur le tronçon de la centrale SM-3 au PK 50 de la rivière Sainte-Marguerite

Date	Zone couverte		Heure
	De PK (approx.)	À PK (approx.)	
23 mai 2024	76	56	De 9h35 à 15h40
25 juillet 2024	76	74.8	De 13h24 à 15h53
26 juillet 2024	76	66,5	De 12h28 à 14h51
27 juillet 2024	69,5	56	De 10h25 à 14h14

Tableau 3-2 Débits mesurés sur le tronçon de la centrale SM-3 à PK 50 de la rivière Sainte-Marguerite

Date	Heure	PK (approx.)	Débit mesuré (m ³ /s)	Commentaire
23 mai 2024	9 h27	76	23,2	Centrale à l'arrêt.
23 mai 2024	14 h 00	64,5	23,5	
23 mai 2024	14 h 15	64,3	28,1	
23 mai 2024	15 h 35	56,7	52,4	
25 juillet 2024	17 h 20	76	249	2 groupes en marche
26 juillet 2024	13 h 45	74,8	211	
27 juillet 2024	11 h 00	68,5	102	1 groupe en marche
27 juillet 2024	11 h 40	68,5	121	
27 juillet 2024	12 h 10	67,8	120	

3.5 Résistance hydraulique

Pour déterminer la résistance hydraulique, la matrice d'utilisation du sol de l'ensemble de la province, obtenue auprès du MELCCFP dans le cadre d'un autre projet, a été convertie en polygones puis adaptée pour correspondre aux informations visibles sur les images satellites de la zone d'étude. Le tronçon modélisé est situé dans une région forestière où l'écoulement est

principalement limité au lit de la rivière, sans plaine inondable. Ainsi, la majorité des polygones correspondent à des zones forestières, avec quelques secteurs identifiés comme zones humides, sols nus ou landes.

Le tableau 3-3 donne les gammes de valeurs de coefficients de rugosité (n de Manning) typiquement utilisées pour les classes d'utilisation du sol résultantes, ainsi que les valeurs appliquées dans le modèle. Le coefficient de Manning attribué initialement à la classe «aquatique» pour le chenal principal a ensuite été ajusté lors du calage du modèle en fonction des résultats obtenus et des caractéristiques géomorphologiques du cours d'eau.

Tableau 3-3 Classes d'utilisation du sol et coefficients de rugosité associés dans la zone d'étude

Classe	Description	n de Manning	
		Gammes recommandées	Valeur appliquée
Forestier	Forêt (dense ou clairsemée)	0,08 - 0,20	0,14
Humide	Tourbière, marais, ou marécage – avec arbustes ou végétation clairsemée	0,05 – 0,085	0,07
Aquatique	Eau, lac, réservoir	0,025 – 0,05	0,03
Sol nu et lande	Sol nu, roc-sol à nu ou dénudé	0,023 – 0,036	0,03

4 APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

L'approche de modélisation du tronçon à l'étude a été choisie en fonction des caractéristiques du site et des données disponibles. À cette fin, la résolution des données bathymétriques a été analysée en détail. Bien que ces données soient jugées suffisantes pour le montage d'un modèle bidimensionnel entre les PK76 et 71, la densité des points bathymétriques sur le tronçon entre les PK 71 et 50 a été jugée insuffisante pour la modélisation bidimensionnelle. De plus, bien que des données adaptées à un modèle bidimensionnel soient disponibles en amont, l'écoulement peut être adéquatement caractérisé par un modèle unidimensionnel. Par conséquent, une modélisation unidimensionnelle a été choisie, de concert avec Hydro-Québec, pour l'ensemble du tronçon à l'étude.

4.1 Logiciel de modélisation

Le logiciel HEC-RAS développé par le *US Corps of Engineers* est reconnu comme l'un des outils les plus performants pour la modélisation hydraulique des cours d'eau. Il permet de résoudre les équations à surface libre (Saint-Venant, Manning-Strickler, etc.) selon des approches unidimensionnelles (1D) ou bidimensionnelles (2D) ou combinées (1D/2D). Les travaux de modélisation de cette étude ont été réalisés avec la version 6.5 du logiciel.

4.2 MNT topographique

La création du MNT topographique, comprenant uniquement les données topographiques des levés LiDAR fournis par Hydro-Québec, a été réalisée avec le logiciel ArcPro. L'élévation de chaque pixel du MNT a été interpolée à l'aide d'un outil qui identifie la plus basse valeur de retour LiDAR dans chaque « fenêtre » de 50 cm, ce qui a permis d'éliminer les points mal classifiés (p. ex. interpolation dans des zones de haute végétation ou urbanisées). Le MNT obtenu a une résolution de 50 cm, avec des coordonnées arrondies au mètre et couvre la rivière ainsi que ses berges sur une distance de 500, en projection planimétrique NAD83 SCRS SCoPQ fuseau 6 et en projection altimétrique CGVD28.

4.3 Sections transversales

Pour monter le modèle, le MNT, construit à partir des données LiDAR et des points bathymétriques autour des sections, est importé dans l'outil RAS Mapper du logiciel HEC-RAS. Les sections 1D sont ensuite tracées sur le MNT, puis les points bathymétriques sont intégrés pour ajuster le profil du fond. Ensuite, les sections sont interpolées entre elles pour assurer une couverture complète de la rivière. Au total, 114 sections transversales ont été élaborées à partir des relevés bathymétriques et 80 sections ont été interpolées. L'espacement moyen entre les sections est de 152 m, et l'espacement maximal atteint 264 m. Aucun ouvrage hydraulique n'est

présent dans le tronçon à l'étude. La figure 4-1 montre l'emprise du modèle, les sections transversales ainsi que les tributaires.

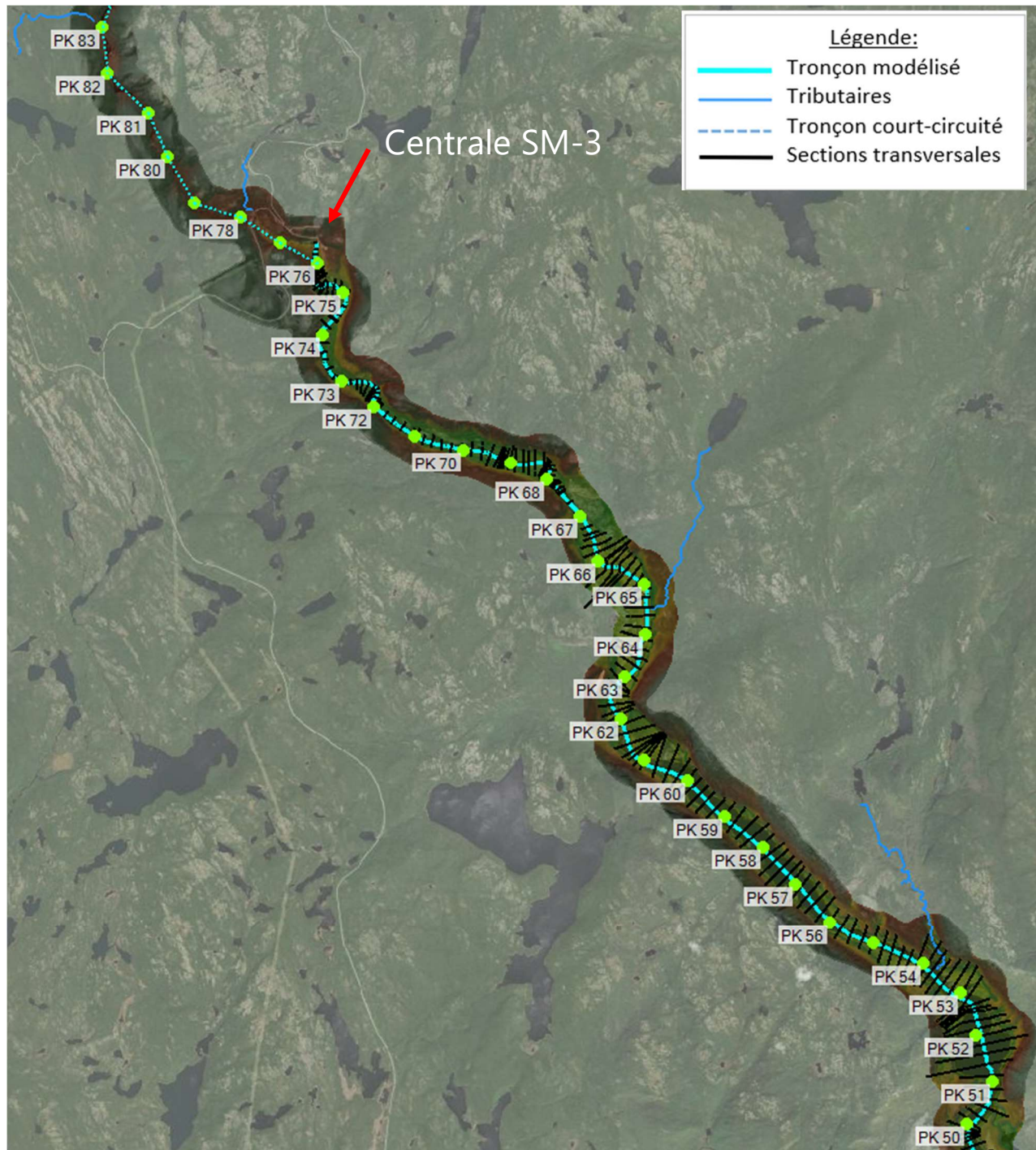


Figure 4-1 Sections transversales du modèle hydraulique du tronçon modélisé entre la centrale SM-3 et PK 50 et les apports latéraux

4.4 Zones d'écoulement ineffectives

Des zones d'écoulement ineffectif ont été spécifiées le long de certaines sections transversales du modèle hydraulique pour remplir les dépressions locales sur les rives, obstruées par des terrains plus élevés en amont ou en aval. Ces zones d'écoulement deviennent effectives une fois que le niveau d'eau a dépassé l'élévation du terrain adjacent.

4.5 Conditions limites et apports latéraux

Pour l'ensemble des simulations, un débit a été imposé à la limite amont du tronçon modélisé. Comme la limite aval du tronçon est dans le réservoir SM-2, le niveau de ce réservoir est imposé comme la limite aval du modèle.

Pour tenir compte de l'apport des tributaires non modélisés, des débits ont été ajoutés ponctuellement à la section transversale située juste en amont du point de confluence (*Lateral Inflow Hydrograph*).

Deux cours d'eau rejoignent la rivière Sainte-Marguerite sur le tronçon modélisé aux PK 54 et PK 64, tandis que deux autres cours d'eau sont situés en amont de la centrale sur le tronçon court-circuité qui rejoint le canal de fuite, comme illustré à la figure 4-1. Le tableau 4-1 présente les superficies des bassins versants de ces tributaires. Les débits des tributaires sont répartis proportionnellement aux superficies et ajoutés comme apports latéraux aux points de confluence.

Tableau 4-1 Apports latéraux du tronçon modélisé entre la centrale SM-3 et PK 50

Nom du tributaire	Localisation sur la rivière Sainte-Marguerite	Point de confluence sur le tronçon modélisé	Superficie du bassin versant (km ²)
Dumais	PK 54	PK 54	85,3
-	PK 64	PK 64	60,2
-	PK 78	PK 76,9	96,4
-	PK 83		98,6

4.6 Analyse du risque de mobilité du cours d'eau

Dans le modèle hydraulique, les contraintes de cisaillement sont calculées en utilisant les vitesses d'écoulement et les profondeurs d'eau simulées. L'analyse du risque de mobilité du cours d'eau repose sur la comparaison des contraintes de cisaillement simulées à des seuils critiques d'érosion, établis à partir des contraintes de cisaillement d'entraînement généralisé. La contrainte de cisaillement d'entraînement généralisé correspond à deux fois la contrainte de début d'entraînement des matériaux granulaires. Le cisaillement critique, soit la contrainte minimale requise pour initier le déplacement des grains de sédiments sous l'action de l'écoulement, est calculé à l'aide de l'équation classique de Shields (1936) :

$$\tau = \theta \cdot \rho \cdot g \cdot (s - 1) \cdot d$$

Où :

- τ : Contrainte de cisaillement critique (N/m^2).
- θ : Nombre de Shields critique (adimensionnel),
- s : Densité du grain par rapport au fluide ambiant ($\frac{\rho_s}{\rho}$)
- ρ_s : Masse volumique du grain (kg/m^3).
- ρ : Masse volumique du fluide (kg/m^3)
- g : Accélération gravitationnelle ($9,81 m/s^2$)
- d : Diamètre caractéristique du grain (m)

Le Nombre de Shields critique (θ) est calculé à l'aide des formulations analytiques proposées par Van Rijn (1989), reconnues dans le domaine, comme suit :

$$D_* = \left(\frac{(s - 1)g}{\nu^2} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot d$$

$$D_* \leq 10 \quad \theta = 0,11 D_*^{-0,54}$$

$$10 < D_* \leq 18 \quad \theta = 0,04 D_*^{-0,1}$$

$$18 < D_* \leq 145 \quad \theta = 0,013 D_*^{0,29}$$

$$145 < D_* \quad \theta = 0,055$$

Où :

- D_* : diamètre sédimentologique (adimensionnel)
- ν : viscosité cinématique (m^2/s)

Les cisaillements critiques associés aux différents diamètres de sédiments, calculés à l'aide de ces formules, sont présentés dans le tableau 4-2.

Tableau 4-2 Cisaillements critiques associés aux différents types du sédiment

Diamètres des plus gros sédiments entraînés (mm)	Type du sol	Cisaillement critique de début d'entraînement (N/m ²)
0,06	Silt	0,087
0,2	Sable fin	0,152
0,6	Sable moyen	0,290
2,0	Sable grossier	1,238
6,0	Gravier fin	5,107
20	Gravier moyen	17,266
60	Gravier grossier	51,797
250	Galet	215,820

5 SCÉNARIOS DE SIMULATION

5.1 Calage et validation

Afin d'assurer la représentativité des conditions d'écoulement simulées par le modèle hydraulique, des simulations ont été réalisées pour reproduire des événements dont les conditions hydrodynamiques sont connues.

Dans un premier temps, deux simulations de calage ont été effectuées pour ajuster les coefficients de rugosité dans le lit mineur et interpoler ou ajouter des sections transversales si nécessaire. Ensuite, un autre événement a été simulé pour des fins de validation, en fonction des données disponibles.

Des lignes d'eau correspondant à des conditions hydrauliques de forte et faible hydraulicité ont été privilégiées pour la calibration afin de couvrir une large gamme de conditions hydrauliques. Quatre lignes d'eau étaient disponibles d'après le tableau 3-1. Toutefois, celle du 25 juillet 2024, bien qu'associée au débit le plus élevé, a été exclue des scénarios de calage et de validation, car elle ne couvrait que les 1,5 premiers km du modèle. Parmi les autres, deux scénarios ont été retenus pour la calibration :

- Le 23 mai 2024 : débit de 23,5 m³/s (débit mesuré le plus faible, avec la centrale à l'arrêt)
- Le 26 juillet 2024 : débit de 211 m³/s (débit mesuré le plus élevé).

Ces deux scénarios ont été retenus en raison de leurs lignes d'eau plus étendues. La ligne d'eau du 27 juillet 2024 (débit de 121 m³/s) a été sélectionnée pour la validation du modèle calibré. Pour les scénarios du 23 mai et du 27 juillet 2024, le niveau d'eau mesuré dans le réservoir de SM-2 a été appliqué comme condition limite aval du modèle. En l'absence de mesure du niveau d'eau du réservoir SM-2 le 26 juillet 2024, le niveau d'eau du réservoir mesuré le 27 juillet 2024 a été utilisé. Les scénarios de calage et de validation ainsi que leurs conditions limites sont présentés dans le tableau 5-1.

Tableau 5-1 Scénarios de calage et validation

Date	Zone couverte par ligne d'eau		Scénario	Condition limite en amont	Condition limite en aval
	De PK (approx.)	À PK (approx.)		Débit (m ³ /s)	Niveau (m)
23 mai 2024	76	56	Calage	23,5	57,58
26 juillet 2024	76	66,5	Calage	211	57,57
27 juillet 2024	69,5	56	Validation	121	57,57

Le critère d'acceptation pour le calage et la validation est que l'écart entre les niveaux mesurés et simulés devait être inférieur à ± 10 cm.

5.2 Conditions de référence et projetée

La centrale SM-3, utilisée en période de pointe hivernale, fonctionne actuellement avec deux groupes T/A pour un débit total de $300 \text{ m}^3/\text{s}$, ce qui est considéré comme la condition de référence. Le projet prévoit l'ajout d'un troisième groupe, augmentant ainsi la puissance installée et portant le débit total à $500 \text{ m}^3/\text{s}$ pour mieux répondre aux besoins énergétiques en période hivernale.

Les niveaux d'exploitation du réservoir de SM-2 pour la période d'hiver (1^{er} novembre au 30 avril) extrait du plan de gestion du réservoir (WSP, 2020) sont résumés dans le tableau 5-2. Pour définir la limite aval du modèle, l'analyse du niveau d'eau hivernal du réservoir SM-2 a été effectuée pour les 20 dernières années (figure 5-1). Basé sur cette analyse, le niveau moyen minimal hivernal de 57,0 m est retenu comme condition limite aval, car il conduirait aux vitesses de l'écoulement les plus élevées à l'entrée du réservoir de SM-2. De plus, il correspond à un niveau intermédiaire entre le niveau minimum d'exploitation de 56,8 m et le niveau cible de 57,4 m, présentés dans le tableau 5-2.

Tableau 5-2 Niveaux d'exploitation du barrage Sainte-Marguerite-2 en période hivernale

Remarques	Niveau d'eau (m)
Niveau minimal de rabattement du réservoir	50,00
Niveau minimal pour arrêt total de production	54,10
Niveau minimum d'exploitation	56,80
Niveau cible	57,40
Niveau maximum d'exploitation	57,55
Niveau maximum critique d'exploitation	58,00
Niveau maximum extrême	58,20

Le débit intermédiaire du tronçon, fourni par Hydro-Québec, est de $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Ce débit est réparti entre les deux tributaires rejoignant le tronçon modélisé de la SM-3, aux PK 54 et PK 64, proportionnellement à leurs superficies respectives. Un autre apport latéral est lié au tronçon court-circuité au PK 76 de la rivière Sainte-Marguerite, dont le débit est estimé à $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Ces valeurs de débit, représentant approximativement la condition médiane estivale pour ces cours d'eau, sont appliquées dans tous les scénarios de simulation.

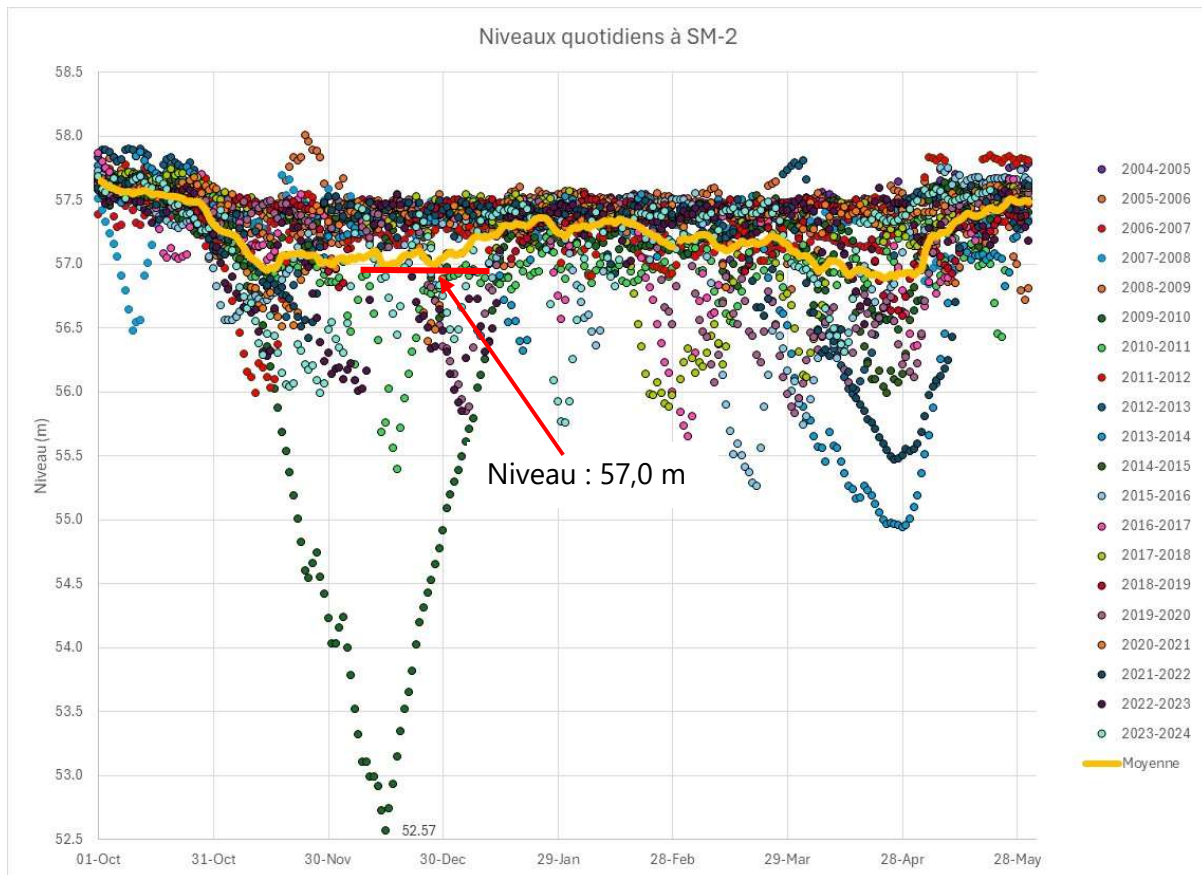


Figure 5-1 Niveaux quotidiens pour la période 2004-2024 – Réservoir SM-2

Dans le cadre de l'évaluation des impacts hydrauliques liés à l'augmentation de la capacité de la centrale SM-3, plusieurs scénarios sont modélisés. L'objectif principal est de comparer les conditions actuelles avec celles projetées dans le futur, afin d'évaluer l'impact du suréquipement sur le régime hydraulique à l'aval de l'aménagement. Ainsi, chaque scénario a une utilité spécifique:

- Débit maximal turbiné: Ce scénario permet d'évaluer les conditions hydrodynamiques au débit maximal turbiné (niveaux et vitesses) ainsi que les risques de débordement ou d'impact sur les berges ou aménagements riverains situés en aval.
- Débit turbiné médian estival (juin à septembre): Ce débit correspond aux conditions hydrauliques typiques de la saison estivale et permet de réaliser une analyse comparative entre la situation actuelle et la situation future, afin de mettre en évidence les modifications du régime hydraulique conformément à la politique de gestion du réservoir SM-3 fournie par Hydro-Québec.
- Transitions (démarrage de la centrale) : Ces scénarios transitoires simulent les variations rapides de débit associées à la mise en marche des turbines. Ils sont essentiels pour évaluer

les effets des variations rapides du niveau d'eau et de la vitesse sur les berges, les habitats aquatiques, et la stabilité morphologique du lit.

Les scénarios analysés sont présentés dans le tableau 5-3. Les débits utilisés dans les simulations proviennent des données fournies par Hydro-Québec. À noter que, pour le régime transitoire, le débit de la centrale à l'arrêt devrait être nul. Toutefois, le modèle exige un débit minimal non nul de 0,1 m³/s pour la stabilité du schéma numérique, ce qui reste dans la marge d'erreur des estimations des débits du tronçon court-circuité.

Tableau 5-3 Scénarios de simulation en conditions de référence et projetée

Scénario		Débit de la centrale (m ³ /s)		Débit intermédiaire (m ³ /s)			Niveau d'eau en aval (m)
		Condition de référence	Condition projetée	Tronçon court-circuité	PK 64	PK 54	
Régime permanent	Débit turbiné maximal	300	500	2 ⁽²⁾	0,41 ⁽²⁾	0,59 ⁽²⁾	57,0
	Débit turbiné médian estival	100	55				
Régime transitoire	Mise en marche	0,1 ⁽¹⁾ à 300	0,1 à 500				Niveau variable ⁽³⁾

1. Pour appliquer une condition limite non nulle, tout en représentant le cas d'une centrale à l'arrêt
2. Selon Hydro-Québec et représentant approximativement la condition médiane estivale des cours d'eau
3. Expliqué dans la section 5.2.2

5.2.1 Séquences de mise en marche

Selon les informations fournies par Hydro-Québec, les séquences de mise en marche de la centrale SM-3, appliquées dans le modèle pour les conditions de référence et projetées en régime transitoire, sont présentées dans le Tableau 5-4. En condition de référence, le démarrage de la centrale prend 8 minutes. En condition projetée, ce démarrage prendra 12 minutes afin d'atteindre le débit turbiné maximal, soit 4 minutes de plus qu'en condition de référence.

Tableau 5-4 Séquences de mise en marche de la centrale

Temps écoulé (min)	Débit pendant la mise en marche (m ³ /s)	
	Condition de référence (2 groupes)	Condition projetée (3 groupes)
0	0,1	0,1
1	30	50
2	30	50
3	77,5	97,5
4	125	145
5	172,5	192,5
6	220	240
7	260	287
8	300	333
9	300	380
10	300	420
11	300	460
12	300	500

5.2.2 Niveau variable du réservoir SM-2

L'analyse des données horaires de débits à SM-3 et des niveaux d'eau dans le réservoir SM-2, en particulier lors de trois événements de démarrage de 0 à 300 m³/s, analysés par Lasalle|NHC dans le cadre du volet de l'étude sur la glace, a montré qu'une vague laminée traverse le réservoir SM-2 environ deux heures après le démarrage de deux groupes à SM-3. Le marnage moyen associé à cette vague a été estimé à 0,105 m à la hausse et 0,062 m à la baisse.

Suite aux discussions avec Hydro-Québec, ce marnage a été imposé comme condition aval dans le modèle pour représenter les conditions transitoires liées à la mise en marche de la centrale. En l'absence de données similaires pour le fonctionnement à trois groupes, une règle de trois est utilisée pour estimer le marnage correspondant en condition future. Les valeurs de hausse et de baisse de niveau d'eau pour les deux conditions de mise en marche de la centrale, actuelle (2 groupes) et projetée (3 groupes), sont présentées dans le tableau 5-5.

Tableau 5-5 Marnage de la vague associé à la mise en marche

Mise en marche	Hausse	Baisse
2 groupes (0 à 300 m ³ /s)	0,105	0,062
3 groupes (0 à 300 m ³ /s)	0,175	0,103

En considérant un niveau initial du réservoir SM-2 à 57,0 m avant la mise en marche, la figure 5-2 illustre la vague imposée à la limite aval dans les scénarios de mise en marche de la centrale, tant pour la condition actuelle que pour la condition projetée.

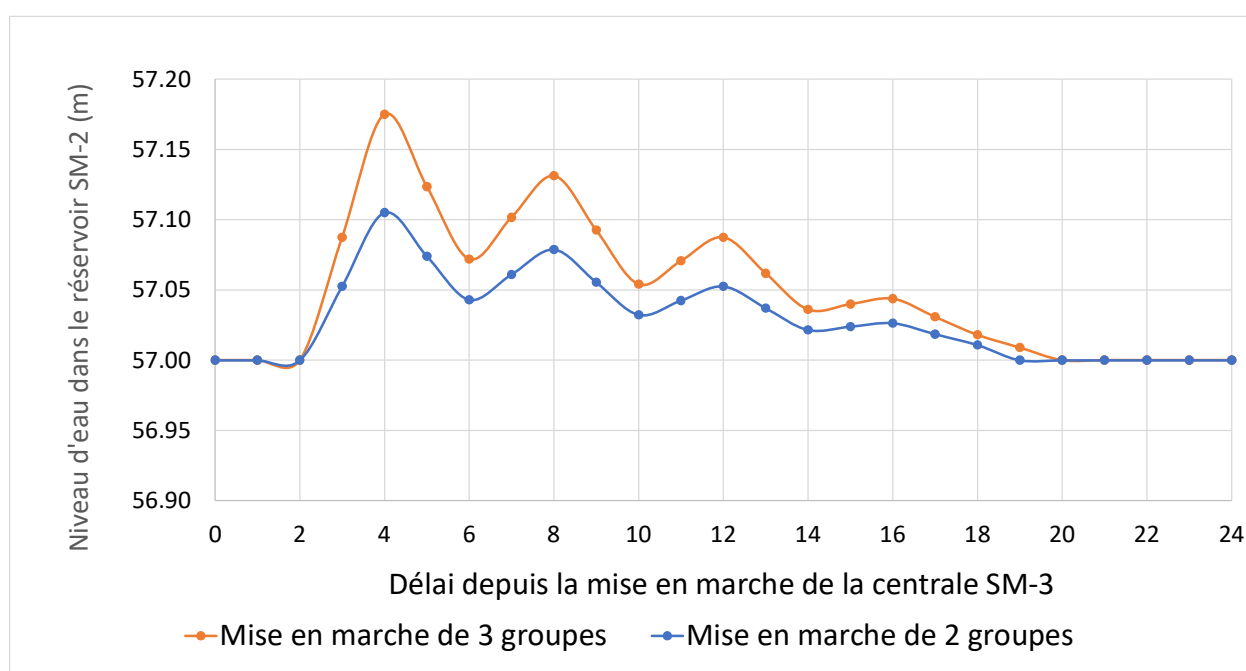


Figure 5-2 Variation transitoire du niveau d'eau à la limite aval du modèle pour les scénarios de mise en marche de la centrale

6 RÉSULTATS

6.1 Calage et validation

Afin de caler le modèle, le coefficient de Manning de la classe « aquatique », initialement attribué au chenal principal de la rivière, a été ajusté à l'étape de calage, dans les limites des valeurs recommandées par la littérature. Pour ce chenal, les coefficients de Manning retenus à l'issue du calage varient entre 0,025 et 0,07. Le coefficient de Manning élevé de 0,07 est appliqué spécifiquement à une section située en amont du PK 72, où la rivière effectue un coude prononcé d'environ 90 degrés. Dans cette zone, ce coefficient a été augmenté pour tenir compte des pertes de charge supplémentaires liées aux effets de courbure sur l'écoulement. Lorsque les données bathymétriques complètes n'étaient pas disponibles, une section interpolée a été calculée à partir des sections ayant des données bathymétriques complètes. Ensuite, le niveau du talweg de la section interpolée a été ajusté à l'aide des données bathymétriques ponctuelles disponibles à certains endroits autour de la section interpolée.

La comparaison entre les niveaux d'eau simulés et mesurés le long du tronçon de SM-3 jusqu'au PK 50 de la rivière Sainte-Marguerite est illustrée à la figure 6-1 pour les conditions du 23 mai 2024 et à la figure 6-2 pour celles du 26 juillet 2024, dates retenues pour le calage. Les écarts correspondent à la différence entre les valeurs simulées et mesurées.

Le 23 mai 2024, avec la centrale à l'arrêt, les niveaux d'eau simulés se situent généralement à $\pm 0,10$ m des valeurs mesurées sur la majeure partie du tronçon. Quelques écarts légèrement supérieurs (maximum de 0,11 m) sont observés sur certaines sections, mais les résultats demeurent acceptables dans l'ensemble.

Le 26 juillet 2024, pour un débit de $221 \text{ m}^3/\text{s}$, les niveaux d'eau simulés restent également à $\pm 0,10$ m des valeurs mesurées dans la plupart des sections. L'écart maximal atteint est de 0,11 m sur une section, mais les résultats demeurent acceptables dans l'ensemble.

Le 27 juillet 2024, le modèle calibré est validé pour les débits et niveaux d'eau enregistrés (voir figure 6-3). Malgré une seule section présentant un écart de -0,11 m, l'ensemble des résultats demeurent acceptables.

La comparaison des écarts présentés sur les figures 6-1 et 6-2 met en évidence une tendance à la sous-estimation des niveaux d'eau pour les faibles débits et une surestimation pour les débits élevés. Les écarts moyens des trois lignes d'eau simulées, ainsi que la moyenne de leurs écarts absolus par rapport aux valeurs mesurées, sont présentés dans le tableau 6-1.

Tableau 6-1 Moyennes des écarts entre les niveaux simulés et observés pour les scénarios de calage et de validation

Scénario	Date	Écart moyen (m)	Écart moyen (en absolu) (m)
Calage	23 mai 2024	-0,03	0,06
	26 juillet 2024	0,05	0,06
Validation	27 juillet 2024	-0,02	0,02

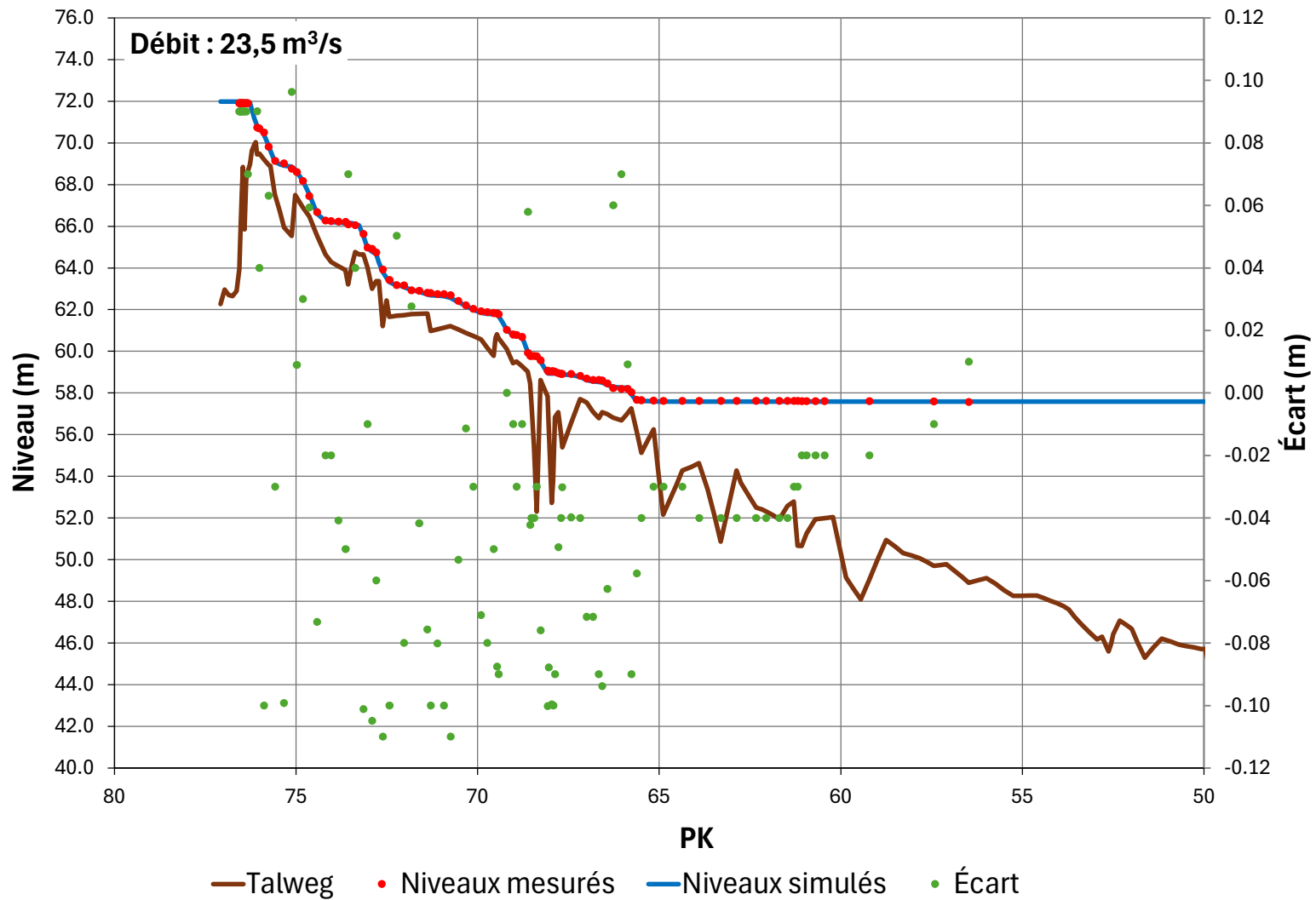


Figure 6-1 Tronçon de la centrale à PK 50 – Calage – Comparaison des niveaux d'eau mesurés et simulés le 23 mai 2024

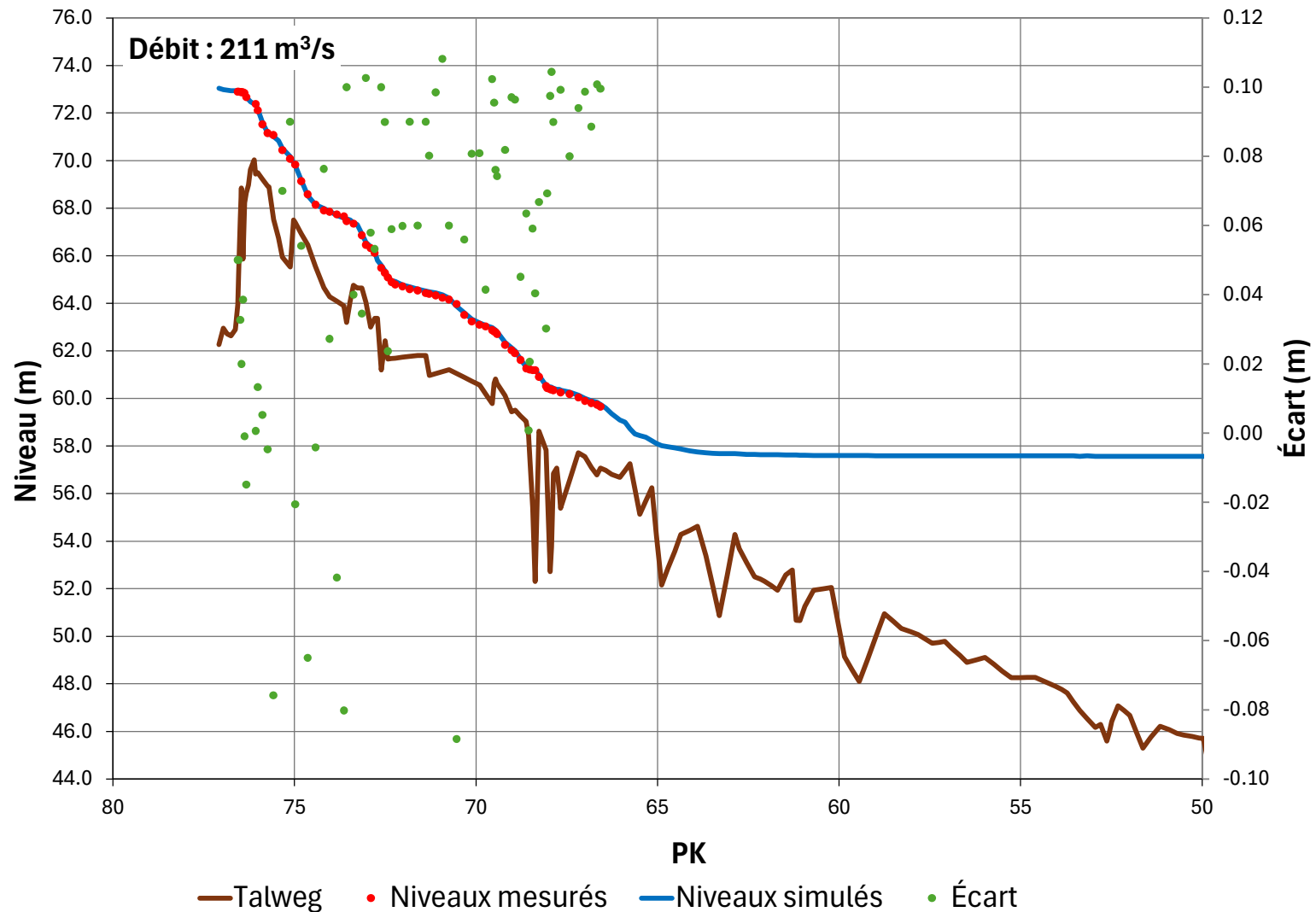


Figure 6-2 Tronçon de la centrale à PK 50 – Calage – Comparaison des niveaux d’eau mesurés et simulés le 26 juillet 2024

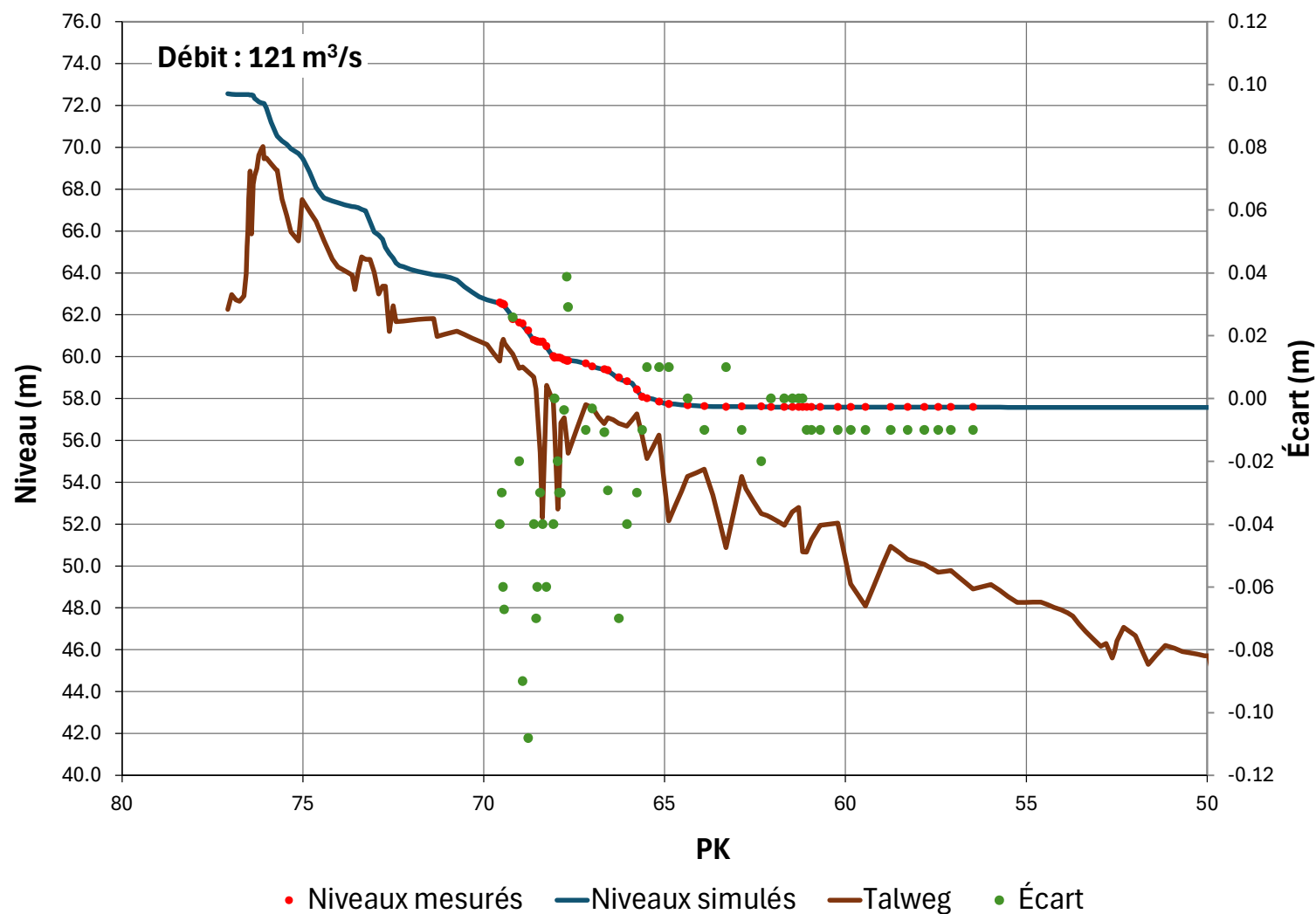


Figure 6-3 Tronçon de la centrale à PK 50 – Validation – Comparaison des niveaux d'eau mesurés et simulés le 27 juillet 2024

6.2 Conditions de référence et projetée - Régime permanent

Les simulations en régime permanent modélisent les conditions hydrauliques lorsque la centrale fonctionne à pleine capacité ou lorsqu'elle turbine un débit correspondant au débit médian estival (de juin à septembre). Avec l'ajout du troisième groupe T/A, le débit maximal turbiné passera de 300 à 500 m³/s. Dans le cas du débit médian estival, le débit sortant de la centrale est respectivement de 100 m³/s pour la condition actuelle et de 55 m³/s pour la condition projetée. Ces scénarios sont analysés pour les besoins expliqués à la section 5.2.

6.2.1 Niveaux et profondeur d'eau

Le tableau 6-2 compare les niveaux d'eau le long du tronçon modélisé pour les conditions de référence et projetée des simulations de débit turbiné maximal et débit médian estival. Dans la figure 6-4, les profils de niveaux d'eau dans la rivière sont comparés pour les débits turbinés maximaux des conditions de référence et projetée, avec indication des écarts. L'écart moyen sur le tronçon modélisé est de 0,48 m, et l'écart maximal, de 1,14 m au PK 72,7. Les différences sont plus marquées entre le PK 72 et le PK 74,5.

Les figures 6-5 à 6-8 illustrent l'étendue de la surface d'écoulement avec les débits turbinés maximaux, en conditions de référence et projetée. En condition de référence, le niveau d'eau maximum simulé au PK 66,5, où se trouve un chalet en rive gauche, est de 60,13 m, avec une augmentation de 0,6 m atteignant 60,73 m en condition projetée. Les figures 6-9 et 6-10 comparent les profondeurs d'eau pour deux conditions aux frayères localisées aux PK 68 et PK 75, respectivement.

La figure 6-11 présente les profils de niveaux d'eau pour le débit médian estival. Comme le débit médian estival en condition projetée est plus faible que celui de la condition de référence, les niveaux d'eau dans la condition future sont inférieurs à ceux de la condition de référence, avec un écart moyen de -0,24 m et un écart maximal de -0,51 m au PK 73,7. Les figures 6-12 à 6-15 illustrent l'étendue de la superficie mouillée pour le débit médian estival en conditions de référence et projetée et le tableau 6-3 présente une comparaison des superficies des zones mouillées au débit médian estival entre ces deux conditions. Les niveaux d'eau au PK 66,5, où se situe un chalet en rive gauche, sont de 59,25 m en condition de référence et de 58,96 m en condition projetée. Enfin, les figures 6-16 et 6-17 montrent les profondeurs d'eau à débit médian estival aux frayères des PK 68 et PK 75, respectivement.

La figure 6-18 illustre les profondeurs d'eau sur le tronçon modélisé lors des débits élevés et médian estival, en conditions de référence et projetées. Entre les PK 74 et 76, les profondeurs en condition projetée sont inférieures à 1 m dans quatre secteurs dont un a déjà des profondeurs inférieures à 1 m en conditions de références, constituant un obstacle à la navigation sur ce tronçon en condition médiane estivale. Les résultats détaillés du modèle hydraulique des scénarios du régime permanent sont présentés à l'Annexe A.

Tableau 6-2 Niveaux d'eau le long du tronçon modélisé en régime permanent

PK	Niveau d'eau (m)					
	Débit turbiné maximal			Débit médian estival		
	Condition de référence	Condition projetée	Écarts	Condition de référence	Condition projetée	Écarts
76	73,11	73,72	0,61	72,48	72,23	-0,25
75	71,61	72,46	0,85	70,19	69,73	-0,45
74	68,89	69,80	0,91	67,84	67,57	-0,27
73	67,94	68,94	1,00	67,02	66,58	-0,44
72	65,47	66,29	0,82	64,20	63,76	-0,44
71	64,92	65,66	0,74	63,73	63,26	-0,47
70	63,91	64,60	0,69	62,91	62,57	-0,33
69	62,88	63,60	0,72	61,91	61,59	-0,32
68	60,98	61,80	0,82	59,83	59,44	-0,39
67	60,42	61,04	0,63	59,46	59,15	-0,31
66	59,41	59,95	0,54	58,78	58,67	-0,11
65	58,29	59,02	0,73	57,32	57,12	-0,20
64	57,59	58,13	0,54	57,11	57,04	-0,07
63	57,33	57,74	0,41	57,05	57,02	-0,03
62	57,19	57,47	0,28	57,02	57,01	-0,01
61	57,11	57,29	0,18	57,01	57,00	-0,01
60	57,08	57,22	0,14	57,01	57,00	-0,01
59	57,07	57,17	0,10	57,01	57,00	-0,01
58	57,05	57,14	0,09	57,01	57,00	-0,01
57	57,05	57,13	0,08	57,01	57,00	-0,01
56	57,04	57,11	0,07	57,00	57,00	0,00
55	57,03	57,07	0,04	57,00	57,00	0,00
54	57,02	57,06	0,04	57,00	57,00	0,00
53	57,01	57,03	0,02	57,00	57,00	0,00
52	57,01	57,03	0,02	57,00	57,00	0,00
51	57,01	57,03	0,02	57,00	57,00	0,00

Tableau 6-3 Comparaison des superficies des zones mouillées au débit médian estival

Débit médian estival	Superficies mouillées (km ²)
Condition de référence	6,058
Condition projetée	5,975

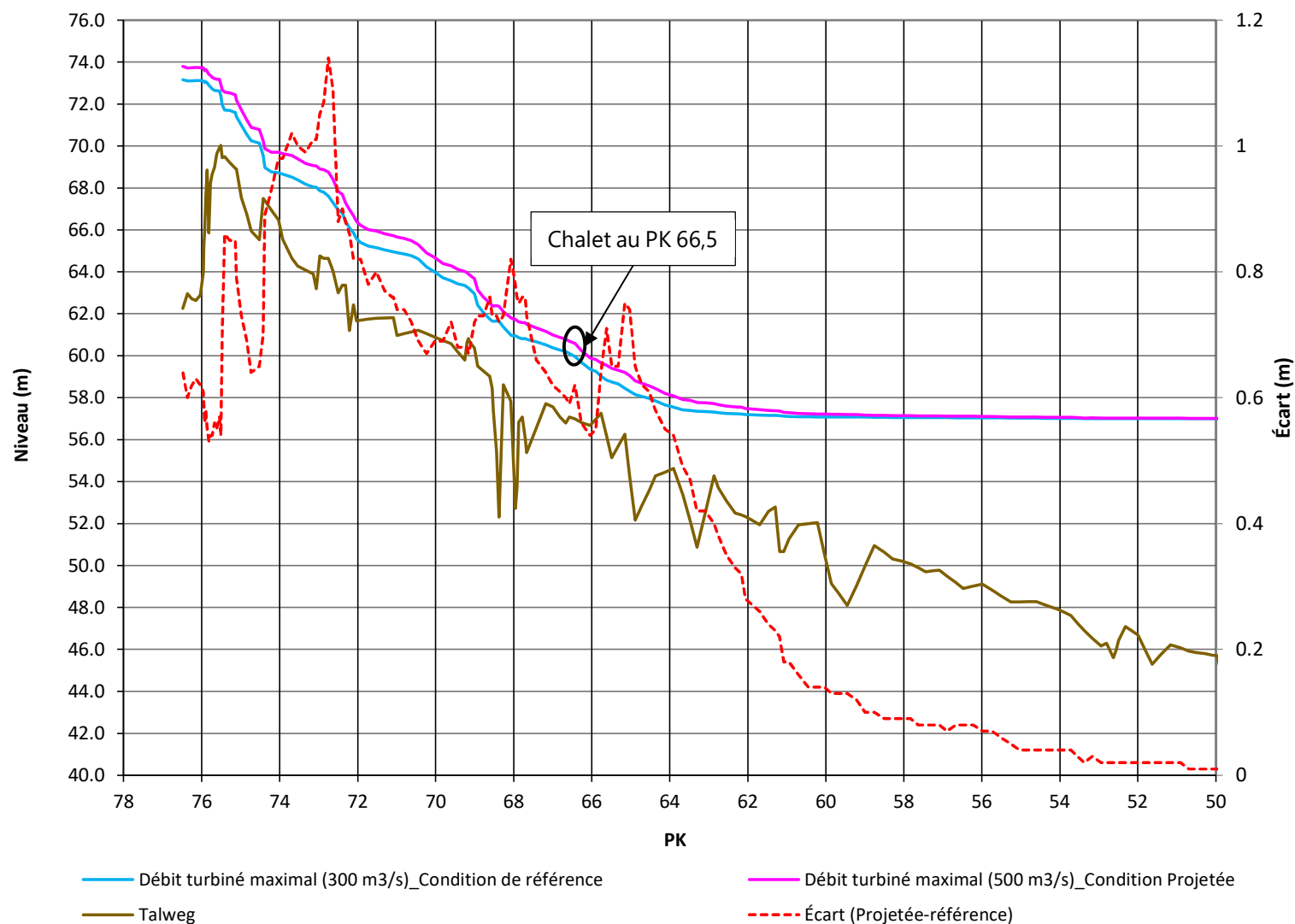


Figure 6-4 Profils hydrauliques et écart – Débit turbiné maximal – Conditions de référence et projetée

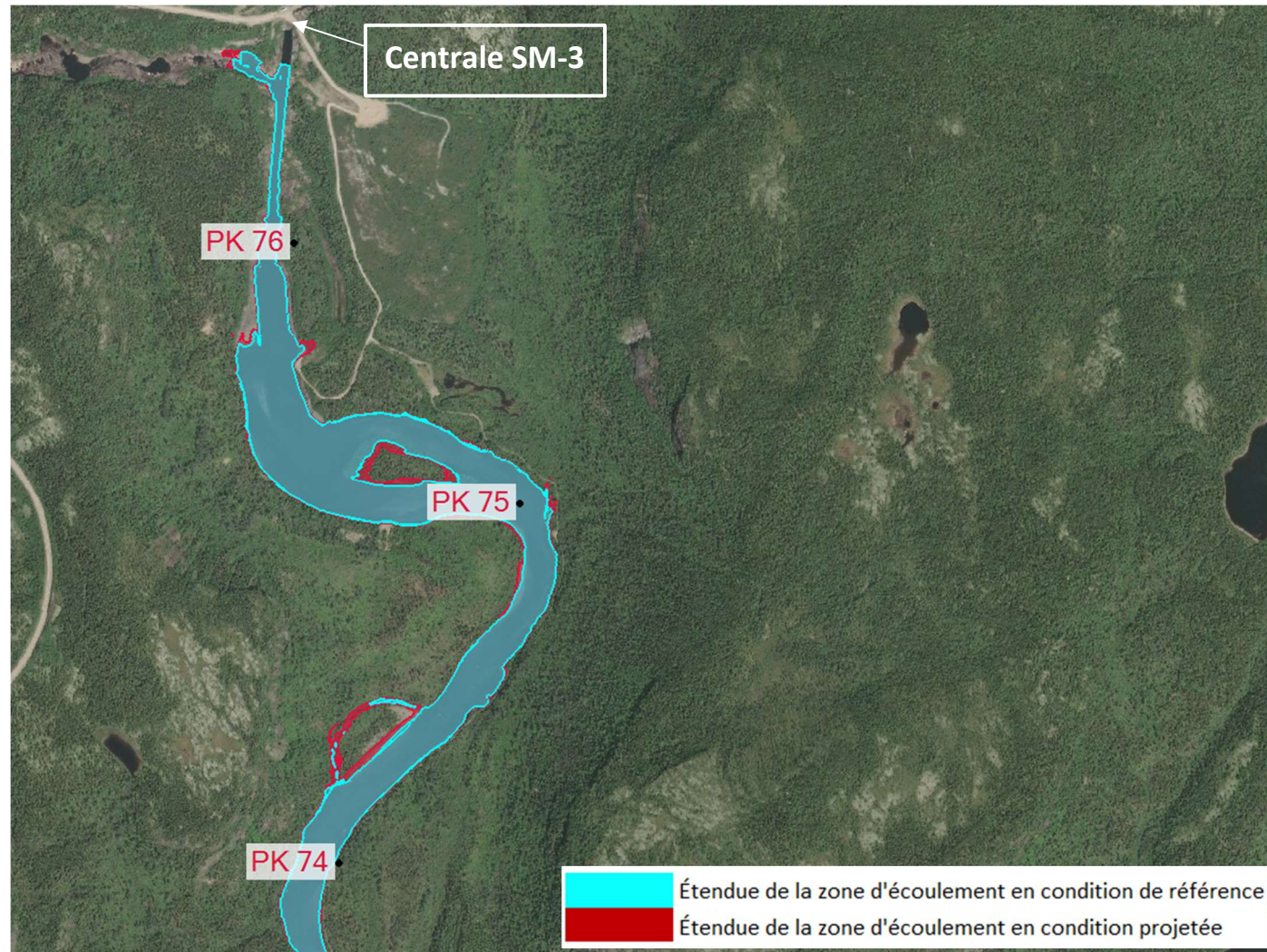


Figure 6-5 Étendue de la surface d'écoulement simulée – Débit turbiné maximal – Conditions de référence et projetée – De la Centrale à PK 74

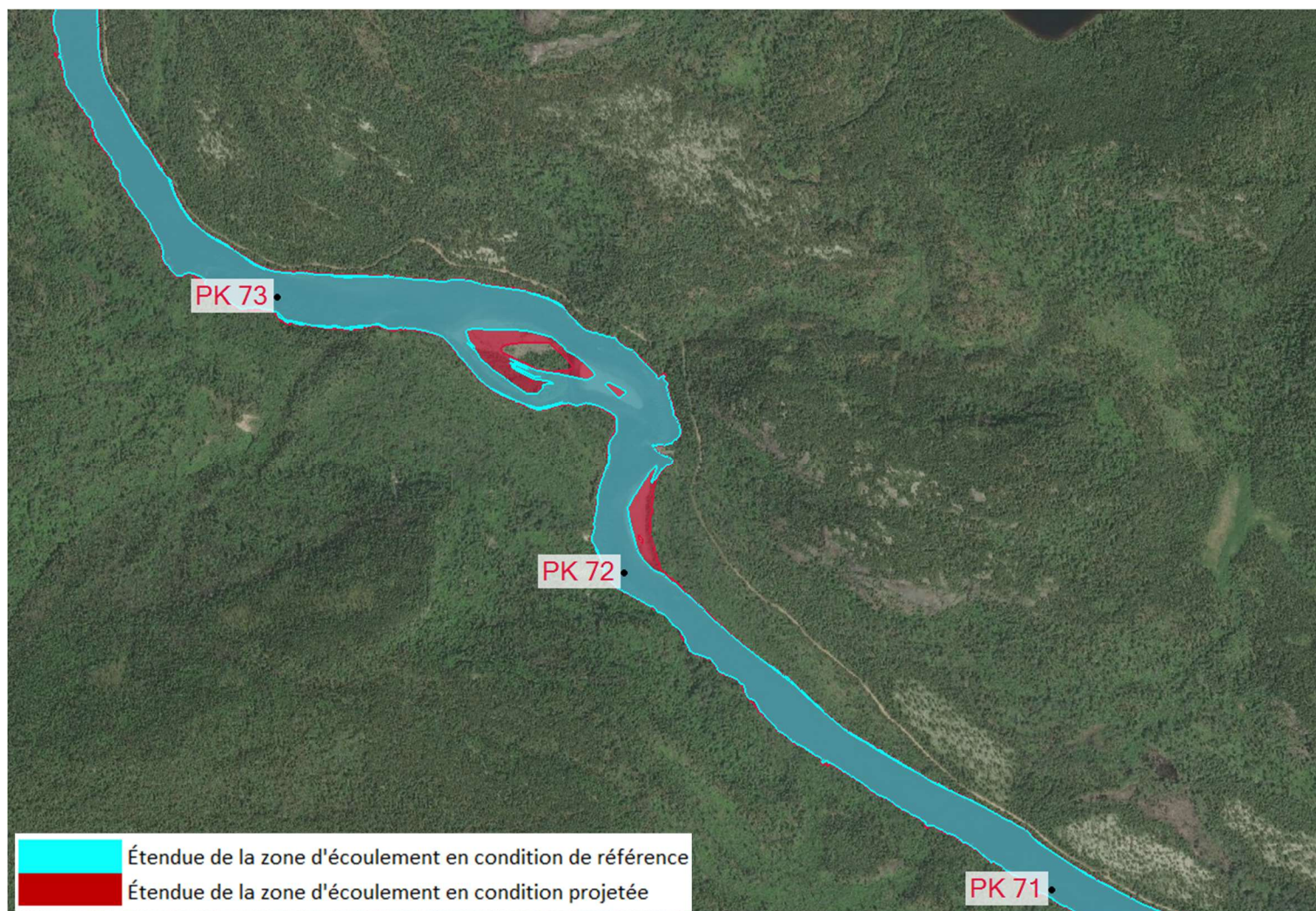


Figure 6-6 Étendue de la surface d'écoulement simulée – Débit turbiné maximal – Conditions de référence et projetée – Du PK 74 à PK 71

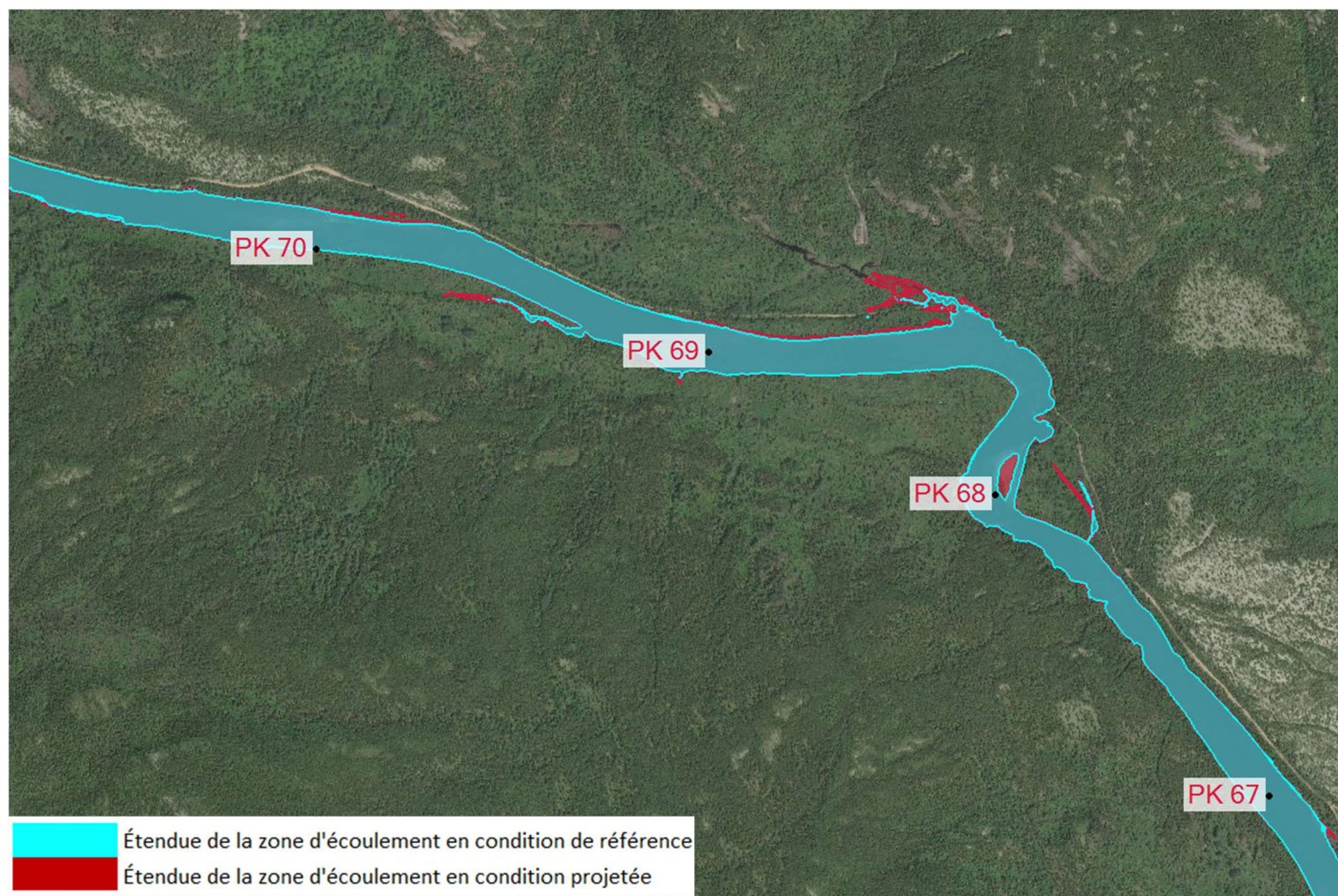


Figure 6-7 Étendue de la surface d'écoulement simulée – Débit turbiné maximal – Conditions de référence et projetée – Du PK 71 à PK 67

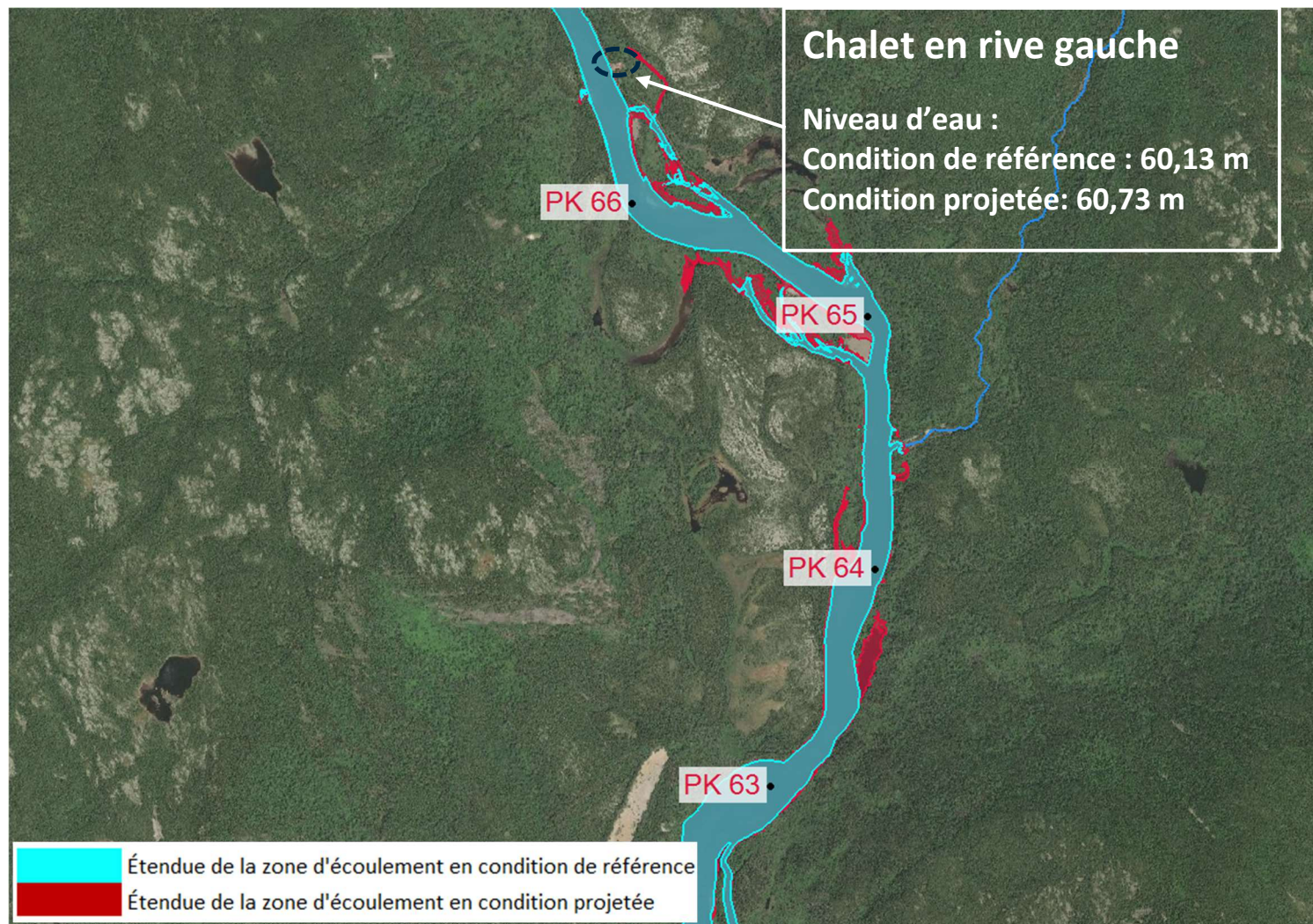


Figure 6-8 Étendue de la surface d'écoulement simulée – Débit turbiné maximal – Conditions de référence et projetée – Du PK 67 à PK 63

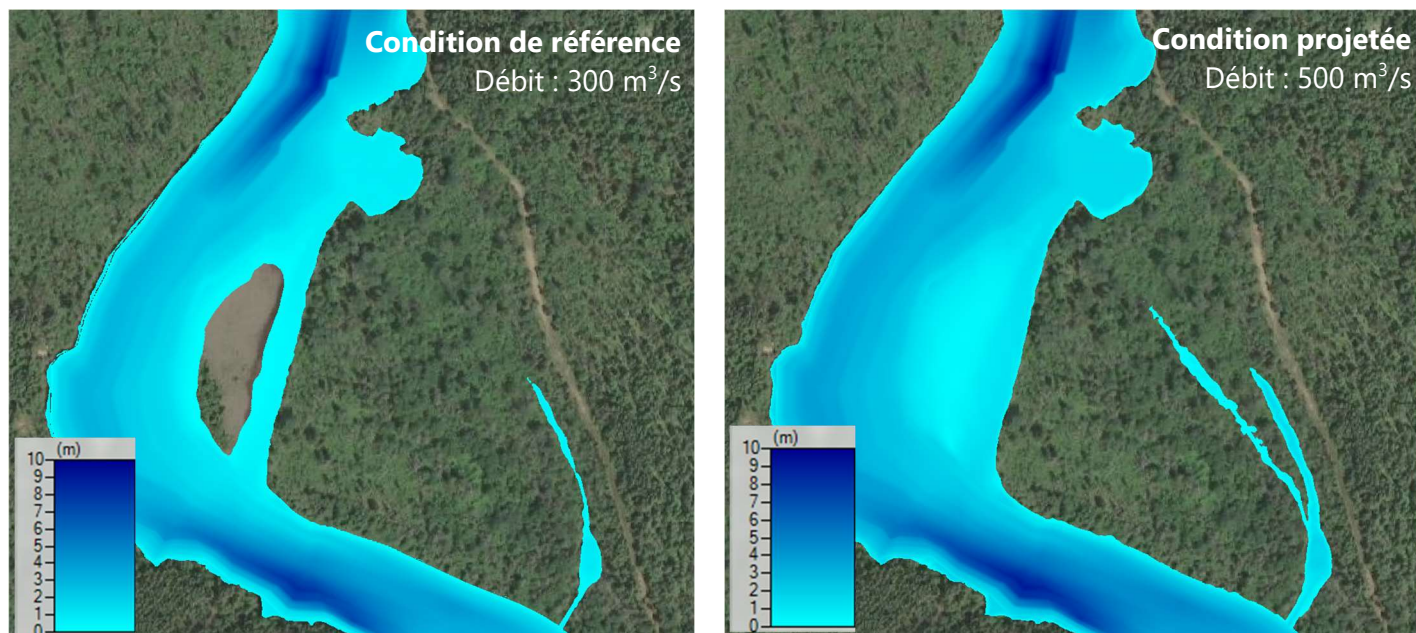


Figure 6-9 Profondeur d'eau – Débit turbiné maximal – Frayère du PK 68

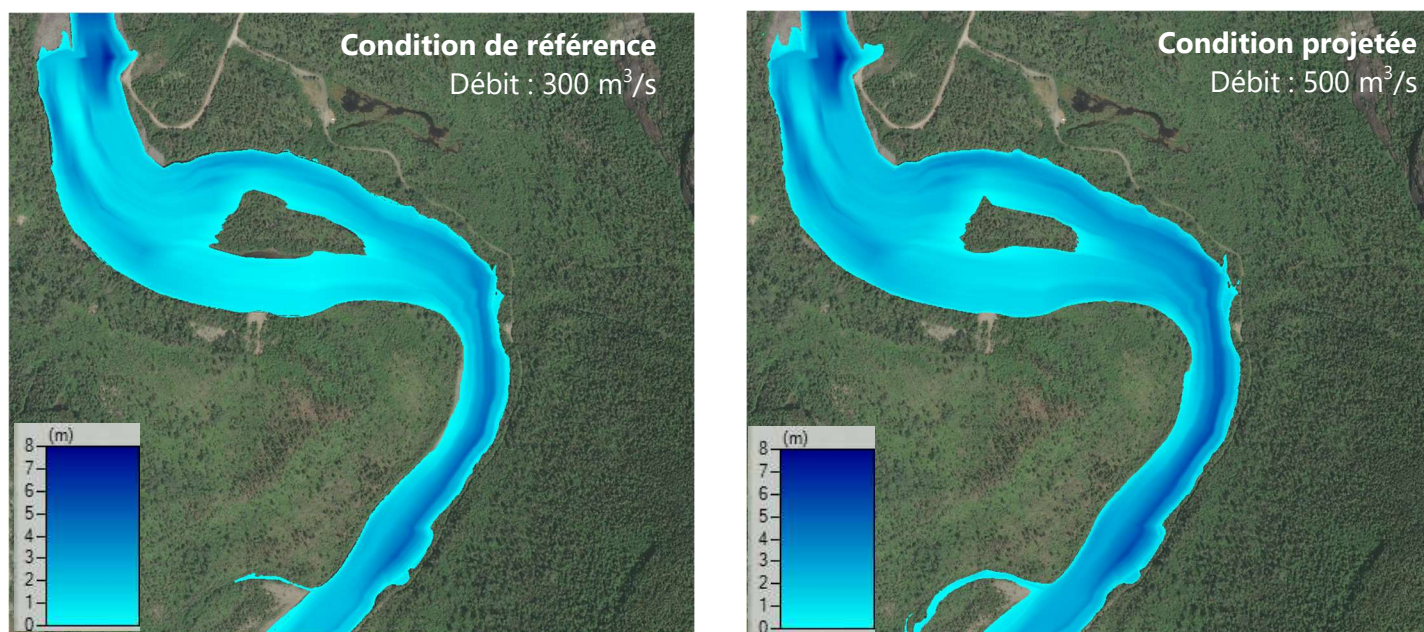


Figure 6-10 Profondeur d'eau – Débit turbiné maximal – Frayère du PK 75

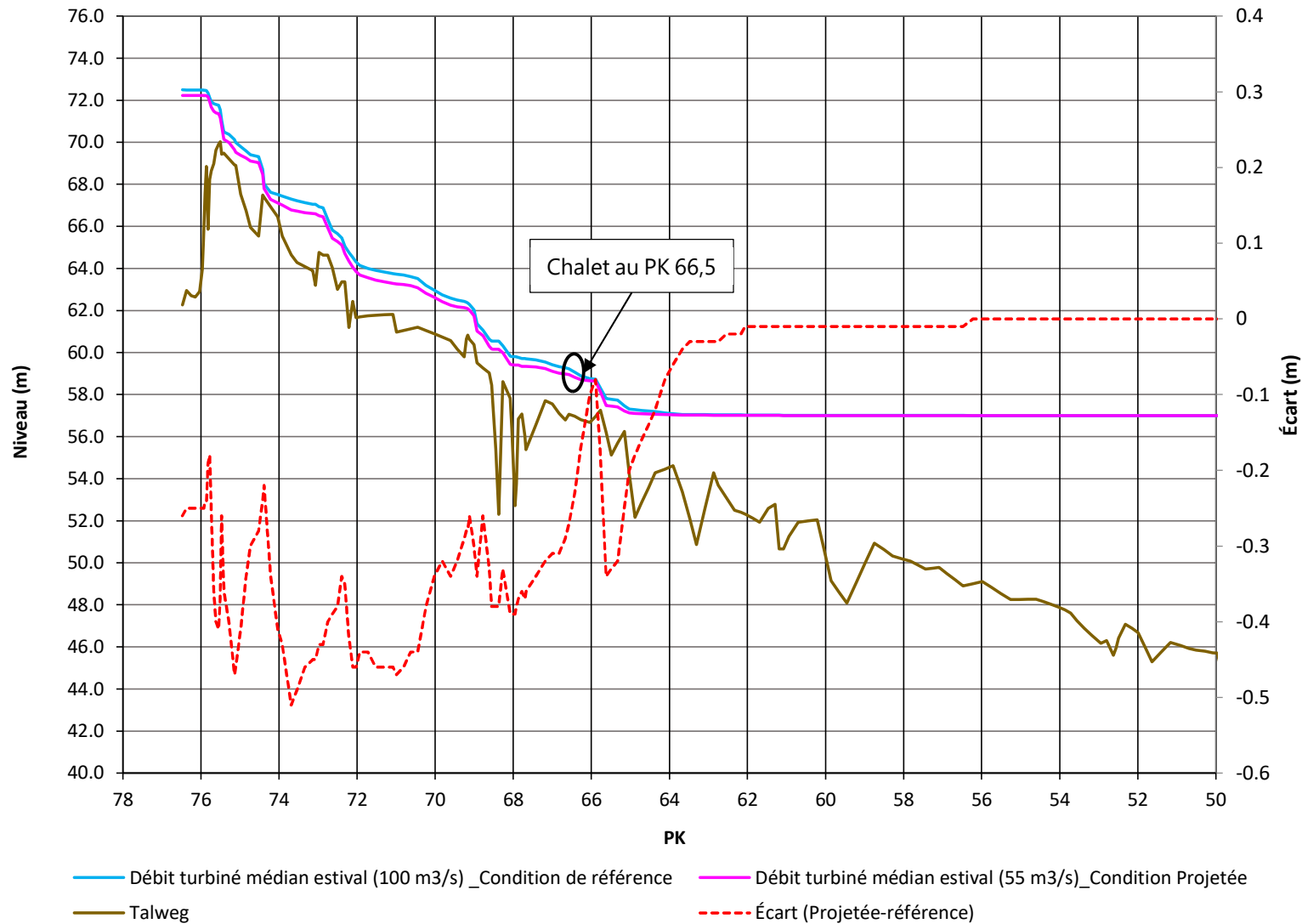


Figure 6-11 Profils hydrauliques et écart – Débit médian estival – Conditions de référence et projetée

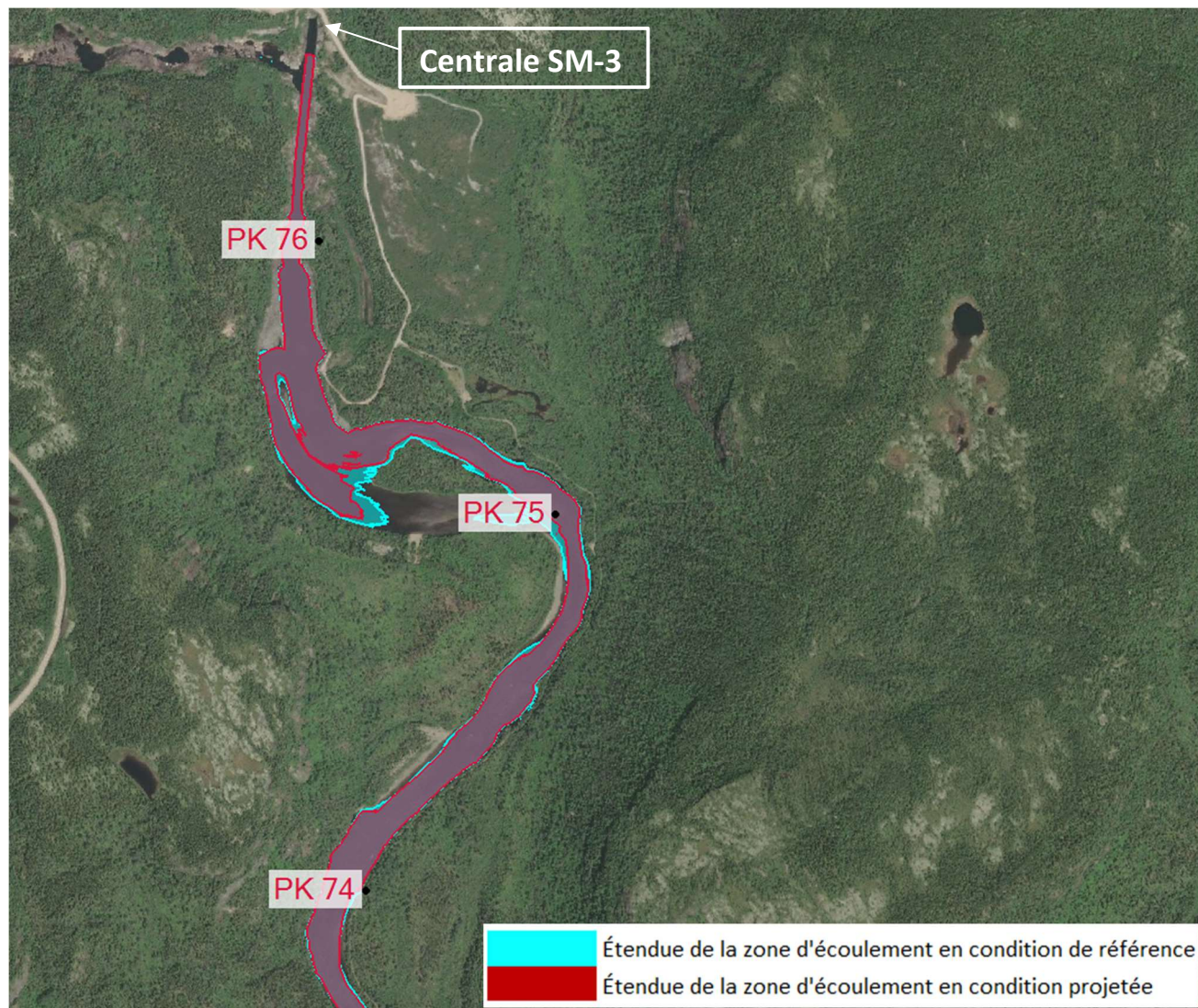


Figure 6-12 Étendue de la surface d'écoulement simulée au débit médian estival – Conditions de référence et projetée - De la Centrale à PK 74

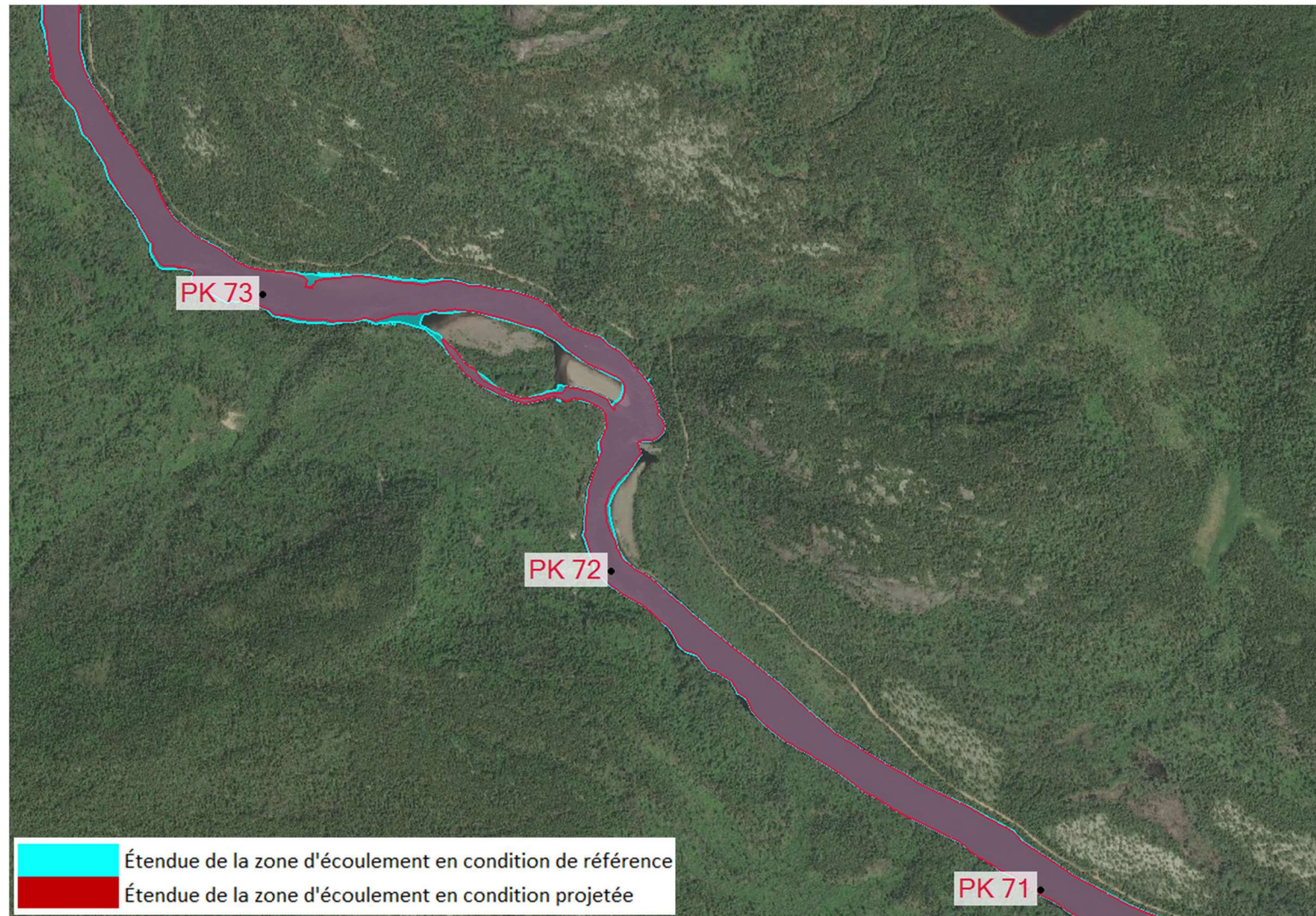


Figure 6-13 Étendue de la surface d'écoulement simulée au débit médian estival – Conditions de référence et projetée – Du PK 74 à PK 71

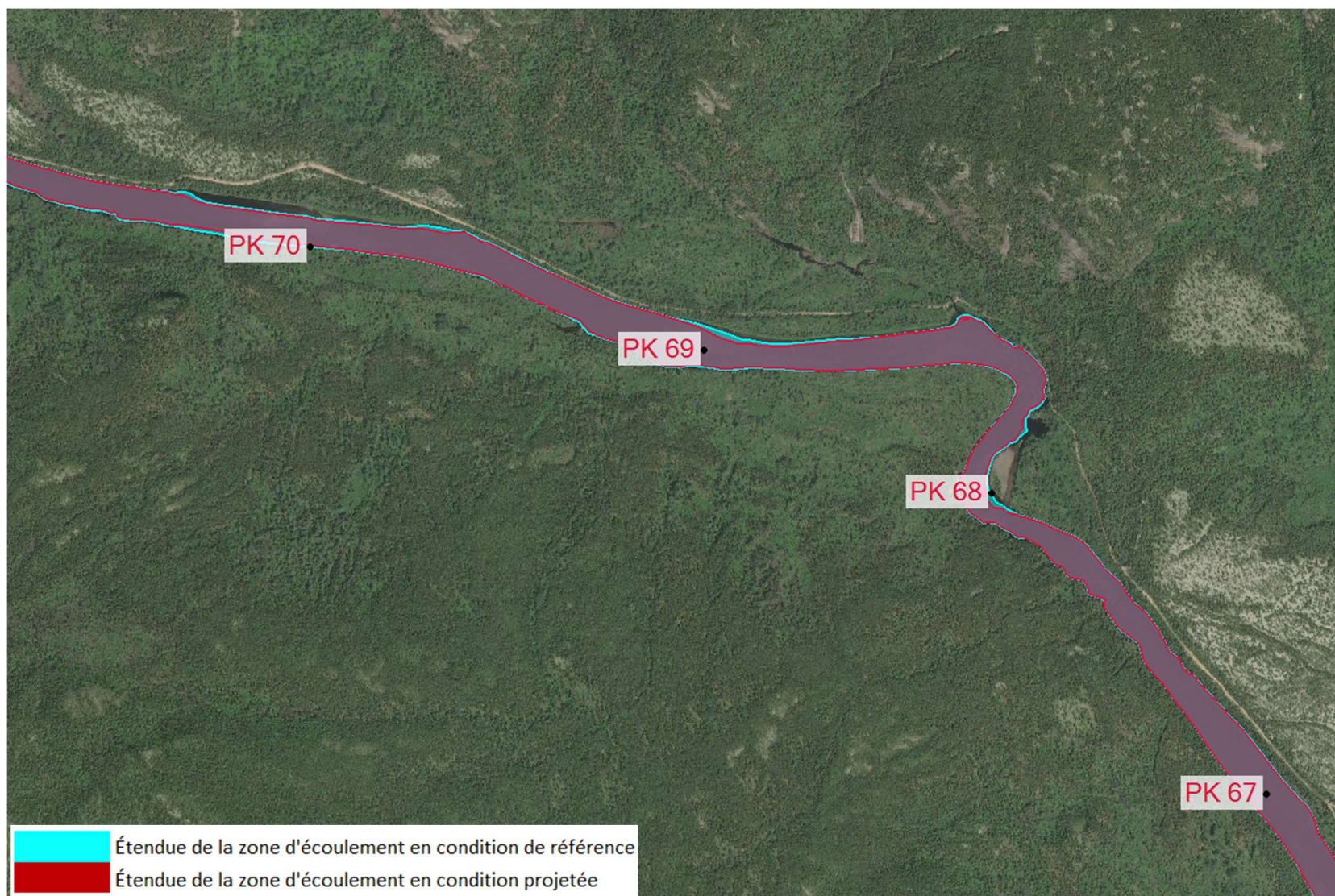


**Figure 6-14 Étendue de la surface d'écoulement simulée au débit médian estival – Conditions de référence et projetée –
Du PK 71 à PK 67**

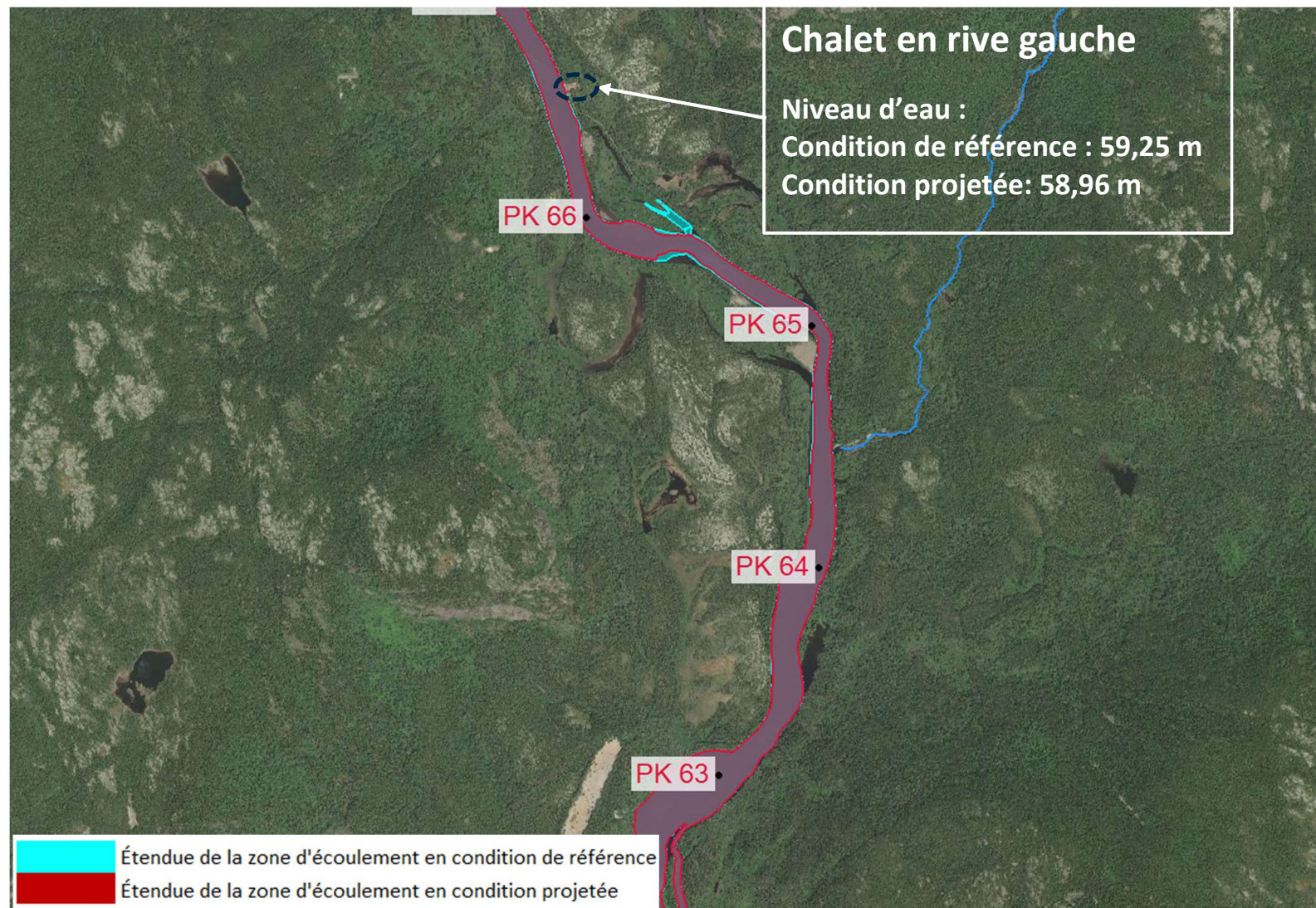


Figure 6-15 Étendue de la surface d'écoulement simulée au débit médian estival – Conditions de référence et projetée – Du PK 67 à PK 63

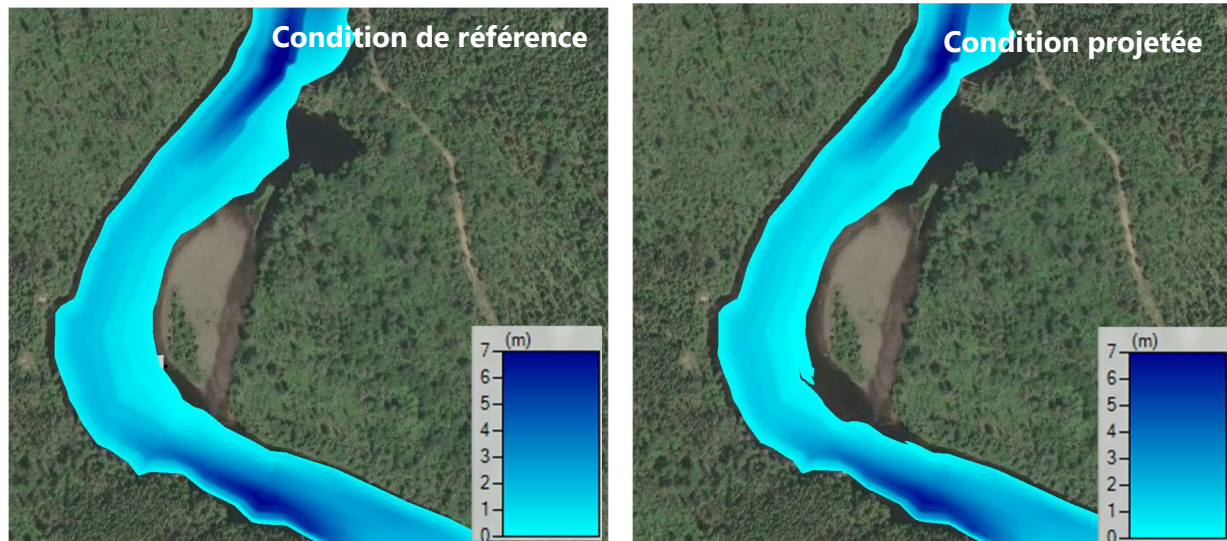


Figure 6-16 Profondeur d'eau – Débit médian estival – Frayère du PK 68

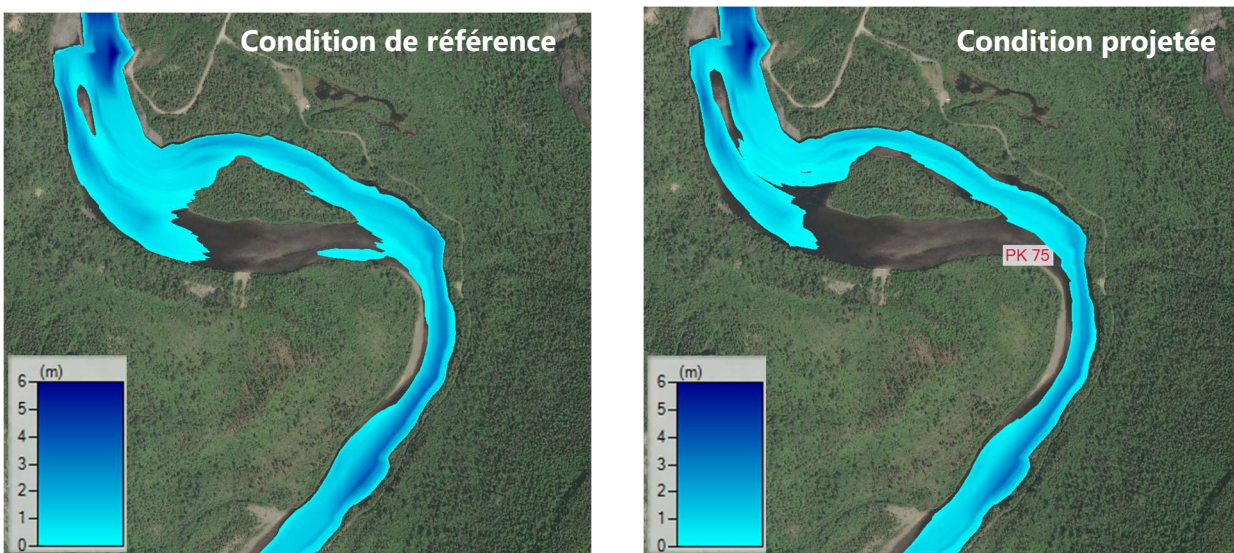


Figure 6-17 Profondeur d'eau – Débit médian estival – Frayère du PK 75

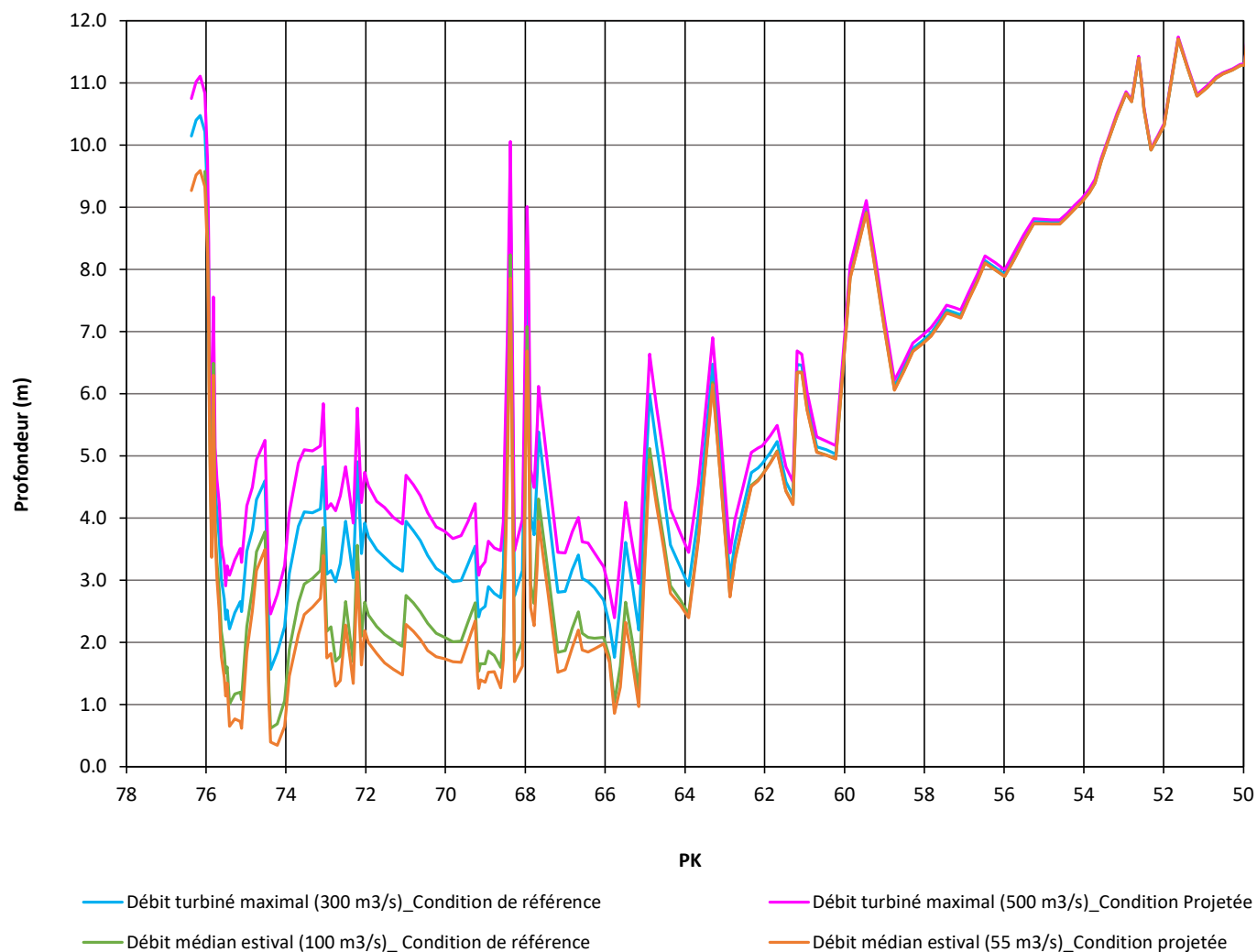


Figure 6-18 Profondeur d'eau – Régime permanent – Condition de référence et projetée

6.2.2 Vitesses de l'écoulement

Le tableau 6-4 présente les vitesses moyennes le long du tronçon modélisé pour les conditions de référence et projetée des simulations des débit turbiné maximal et débit médian estival. Les vitesses moyennes de l'écoulement sur les sections transversales, ainsi que les écarts pour les deux conditions des débits turbinés maximaux, sont présentées à la figure 6-19.

Sur le tronçon fluvial compris entre le PK 76 et le PK 66, la vitesse moyenne est de 1,5 m/s en condition de référence et de 1,8 m/s en condition projetée. Dans les deux scénarios, les vitesses diminuent progressivement de l'amont vers l'aval. Entre le PK 76 et le PK 64, elles varient de 2,9 m/s à 0,6 m/s en condition actuelle et de 3,2 m/s à 0,9 m/s en condition projetée. Les vitesses maximales sont observées autour du PK 74,4, sur une section plus étroite et plus en pente que celles situées en amont et en aval. Notons que la vitesse maximale en aval du canal de fuite en condition de référence est de 1,3 m/s et en condition projetée d'environ 1,9 m/s. Dans la plupart des sections en aval du PK 60, les vitesses sont inférieures à 0,5 m/s.

L'augmentation des vitesses est principalement liée à l'augmentation du débit turbiné maximal. Sur le tronçon fluvial entre le PK 76 et le PK 66, l'écart moyen est de 0,3 m/s, soit une augmentation de 23 % de la vitesse moyenne en condition projetée. L'augmentation de 0,6 m/s en aval du canal de fuite doit être prise en compte dans l'analyse de la stabilité des enrochements de protection de rive dans ce secteur. Les écarts sont inférieurs à 0,3 m/s en aval du PK 60, ce qui indique un impact limité dans cette zone.

La figure 6-20 illustre la distribution des vitesses moyennes sur les sections transversales pour le débit médian estival, ainsi que les écarts entre les deux conditions. Comme le débit médian estival en condition projetée est plus faible que celui de la condition de référence, les vitesses sont également plus faibles dans ce scénario.

Entre le PK 76 et le PK 64, où les vitesses diminuent progressivement, elles sont généralement supérieures à 0,5 m/s. Sur ce tronçon, la vitesse moyenne passe de 1,0 m/s en condition de référence à 0,8 m/s dans la condition projetée. Dans la condition projetée, pour le débit médian estival, la vitesse à la frayère située au PK 75 atteint 1,0 m/s, comparativement à 1,1 m/s dans la condition de référence. À la frayère du PK 68, la vitesse en condition projetée atteint 1,3 m/s, contre 1,4 m/s dans la condition de référence.

L'écart moyen entre les deux conditions est de -0,2 m/s sur le tronçon situé entre le PK 76 et le PK 64, et l'écart absolu est inférieur à 0,2 m/s en aval du PK 64.

Tableau 6-4 Vitesses moyennes le long du tronçon modélisé

PK	Vitesse moyenne (m/s)					
	Débit turbiné maximal			Débit médian estival		
	Condition de référence	Condition projetée	Écarts	Condition de référence	Condition projetée	Écarts
76	1,08	1,65	0,57	0,40	0,23	-0,17
75	1,35	1,61	0,26	1,11	1,01	-0,10
74	1,98	2,13	0,15	1,54	1,23	-0,31
73	1,42	1,75	0,33	0,70	0,49	-0,21
72	2,17	2,62	0,45	1,50	1,18	-0,32
71	1,51	1,97	0,46	0,89	0,67	-0,22
70	1,65	1,97	0,32	1,13	0,87	-0,26
69	1,48	1,71	0,23	1,12	1,00	-0,12
68	1,75	1,78	0,03	1,41	1,27	-0,14
67	1,58	1,97	0,39	1,07	0,87	-0,20
66	1,93	2,39	0,46	0,96	0,57	-0,39
65	1,42	1,70	0,28	0,84	0,53	-0,31
64	1,08	1,34	0,26	0,50	0,29	-0,21
63	0,66	0,97	0,31	0,25	0,14	-0,11
62	0,78	1,20	0,42	0,28	0,16	-0,12
61	0,69	1,10	0,41	0,24	0,13	-0,11
60	0,24	0,38	0,14	0,08	0,05	-0,03
59	0,29	0,46	0,17	0,10	0,06	-0,04
58	0,20	0,33	0,13	0,07	0,04	-0,03
57	0,17	0,28	0,11	0,06	0,03	-0,03
56	0,23	0,37	0,14	0,08	0,04	-0,04
55	0,40	0,66	0,26	0,14	0,08	-0,06
54	0,22	0,36	0,14	0,07	0,04	-0,03
53	0,22	0,36	0,14	0,07	0,04	-0,03
52	0,08	0,13	0,05	0,03	0,02	-0,01
51	0,15	0,25	0,10	0,05	0,03	-0,02

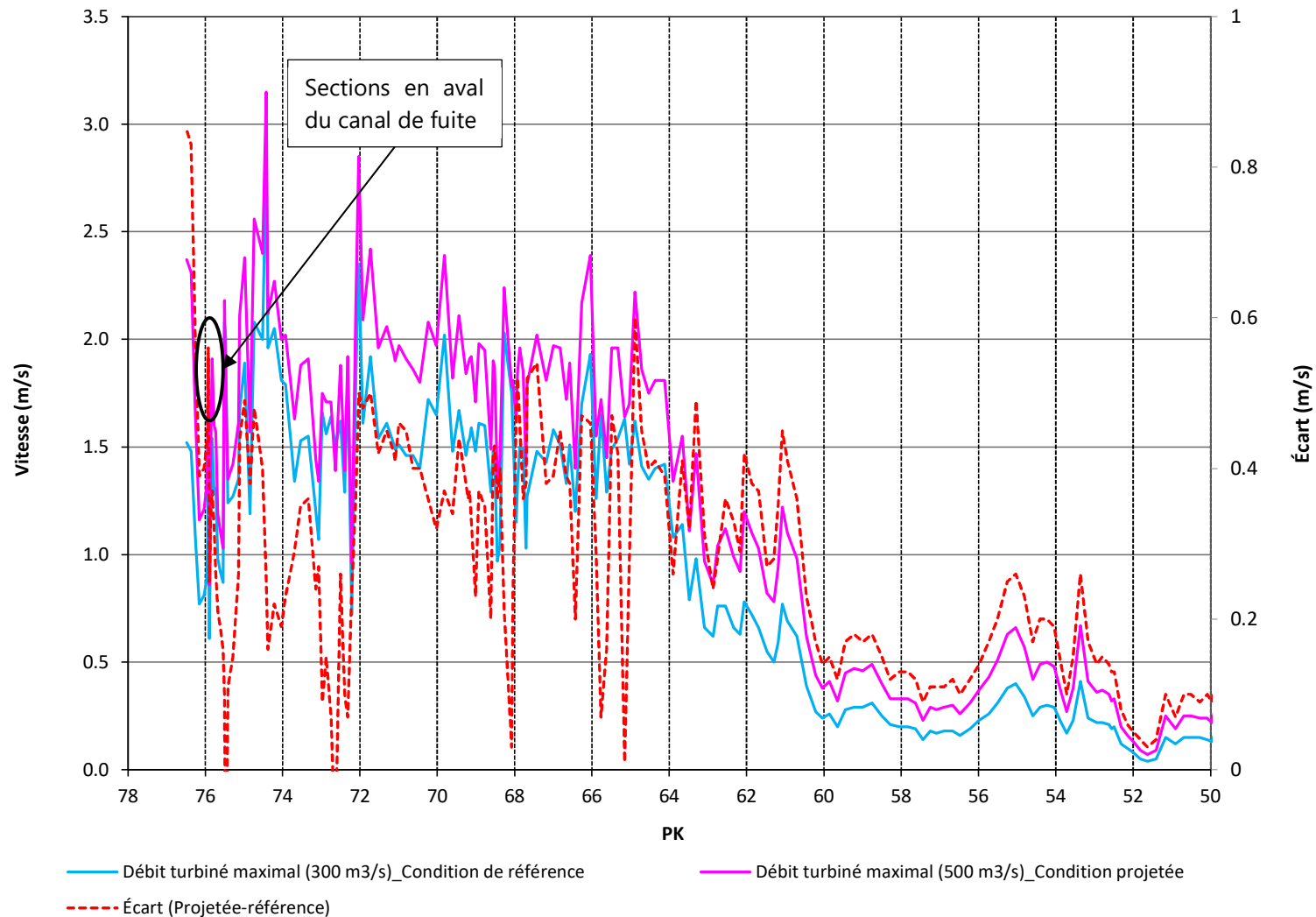


Figure 6-19 Vitesse moyenne d'écoulement et écart – Régime permanent – Débit turbiné maximal – Condition de référence et projetée

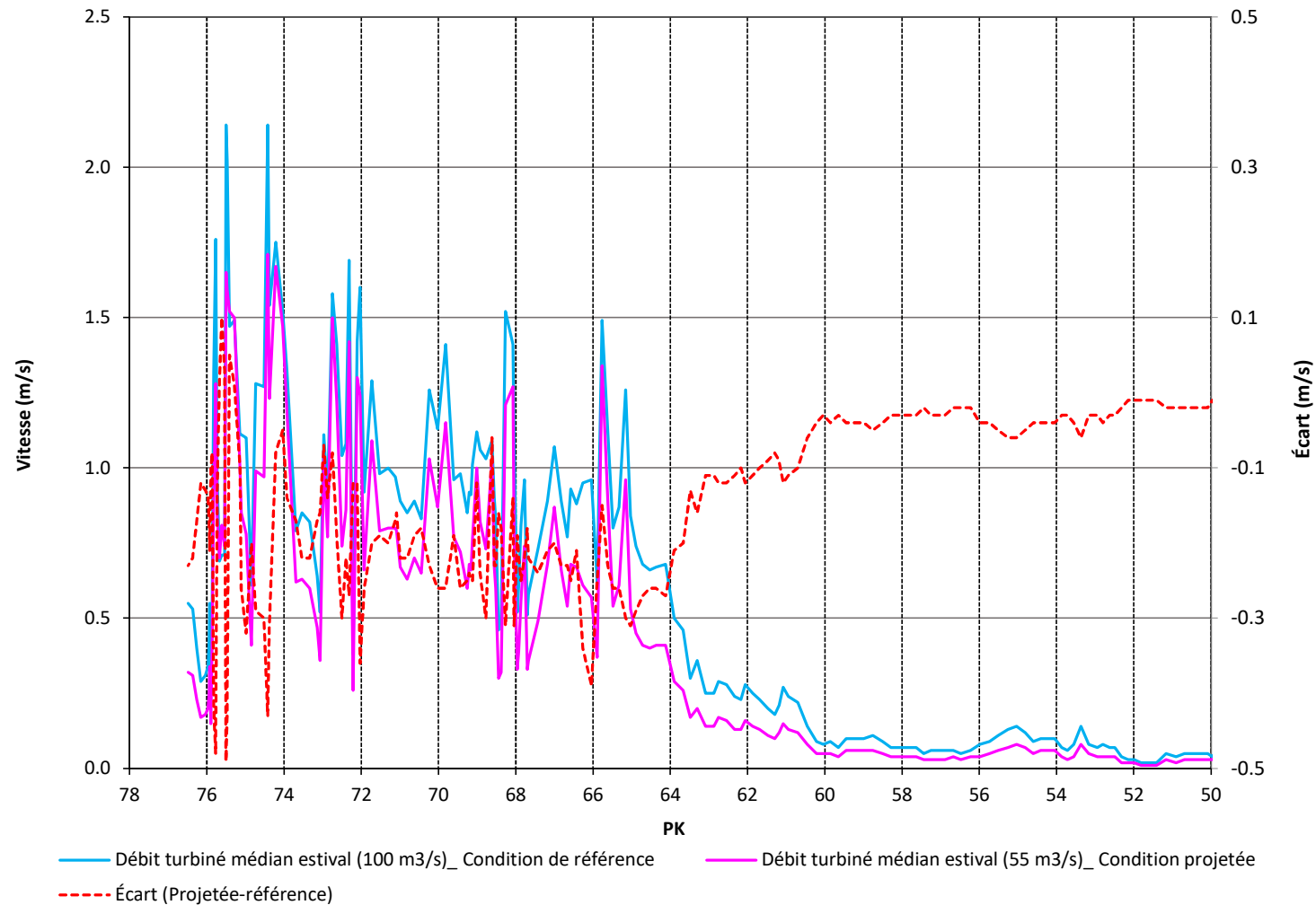


Figure 6-20 Vitesse d'écoulement et écart – Régime permanent – Débit médian estival – Condition de référence et projetée

6.2.3 Cisaillement

Les contraintes de cisaillement généralisé, calculées en utilisant les vitesses d'écoulement et les profondeurs d'eau simulées (expliqué dans la section 4.6), le long du tronçon à l'étude, sont présentées dans le tableau 6-5. L'analyse du risque de mobilité du cours d'eau repose sur la comparaison des contraintes de cisaillement simulées avec des seuils critiques d'érosion, déterminés à partir des contraintes de cisaillement généralisé et de la granulométrie de surface du tronçon.

Les contraintes de cisaillement sur l'ensemble du tronçon modélisé en conditions de référence et projetée sont comparées dans les figures 6-21 à 6-24. L'échelle de couleurs de la légende a été choisie pour distinguer les limites de classes de sédiments érodables en fonction des cisaillements critiques afin de mieux illustrer le potentiel d'érosion. La comparaison des résultats montre que les zones présentant les augmentations de cisaillements les plus marquées se situent entre les PK 76 et 74,5, PK 72,5 et 71,5, aux PK 70 et PK 68 ainsi qu'entre les PK 66,5 et 65,5.

Il convient de noter que, au cours des vingt dernières années, les débits les plus élevés ayant transité dans le tronçon aval de la centrale ont atteint environ 300 m³/s à la sortie de la centrale, auxquels s'ajoutent les débits hivernaux des tributaires. Il est donc raisonnable de supposer que le lit du cours d'eau s'est en grande partie stabilisé sous l'effet de ces débits de 2003 à 2025. De plus, des débits supérieurs au débit turbiné maximal prévu dans les conditions projetées (500 m³/s) ont déjà transité dans la rivière en crue avant la construction du barrage SM-3.

Il est à souligner que les résultats du modèle 1D permettent uniquement d'identifier la contrainte de cisaillement critique en fonction des conditions hydrauliques de l'écoulement et de la granulométrie du fond, mais ne permettent pas de décrire l'impact sur la morphologie du cours d'eau. Autrement dit, l'augmentation des superficies colorées entre les deux conditions ne traduit pas nécessairement une augmentation du potentiel d'érosion, mais simplement une hausse de la contrainte de cisaillement effective. Cette augmentation n'aura aucun effet sur l'érosion si la granulométrie du lit est suffisamment grossière pour résister à cette contrainte.

Tableau 6-5 Comparaison des cisaillements en conditions de référence et projetée le long du tronçon modélisé au débit turbiné maximal

PK	Cisaillement (Pa)		
	Débit turbiné maximal		
	Condition de référence	Condition projetée	Écarts
76	13,40	31,45	18,05
75	12,28	15,26	2,98
74	30,73	31,88	0,58
73	9,65	12,30	2,65
72	30,53	40,22	9,70
71	10,17	15,82	5,65
70	15,78	20,05	4,27
69	24,50	28,87	4,37
68	24,25	25,55	1,30
67	13,13	18,96	5,83
66	25,97	36,86	10,89
65	19,87	27,04	7,17
64	11,08	16,22	5,15
63	2,68	5,23	2,55
62	3,29	7,62	4,33
61	2,78	6,93	4,15
60	0,35	0,89	0,54
59	0,55	1,37	0,82
58	0,23	0,61	0,38
57	0,16	0,43	0,27
56	0,25	0,68	0,43
55	0,79	2,12	1,34
54	0,30	0,80	0,51
53	0,25	0,69	0,44
52	0,03	0,09	0,06
51	0,08	0,23	0,15

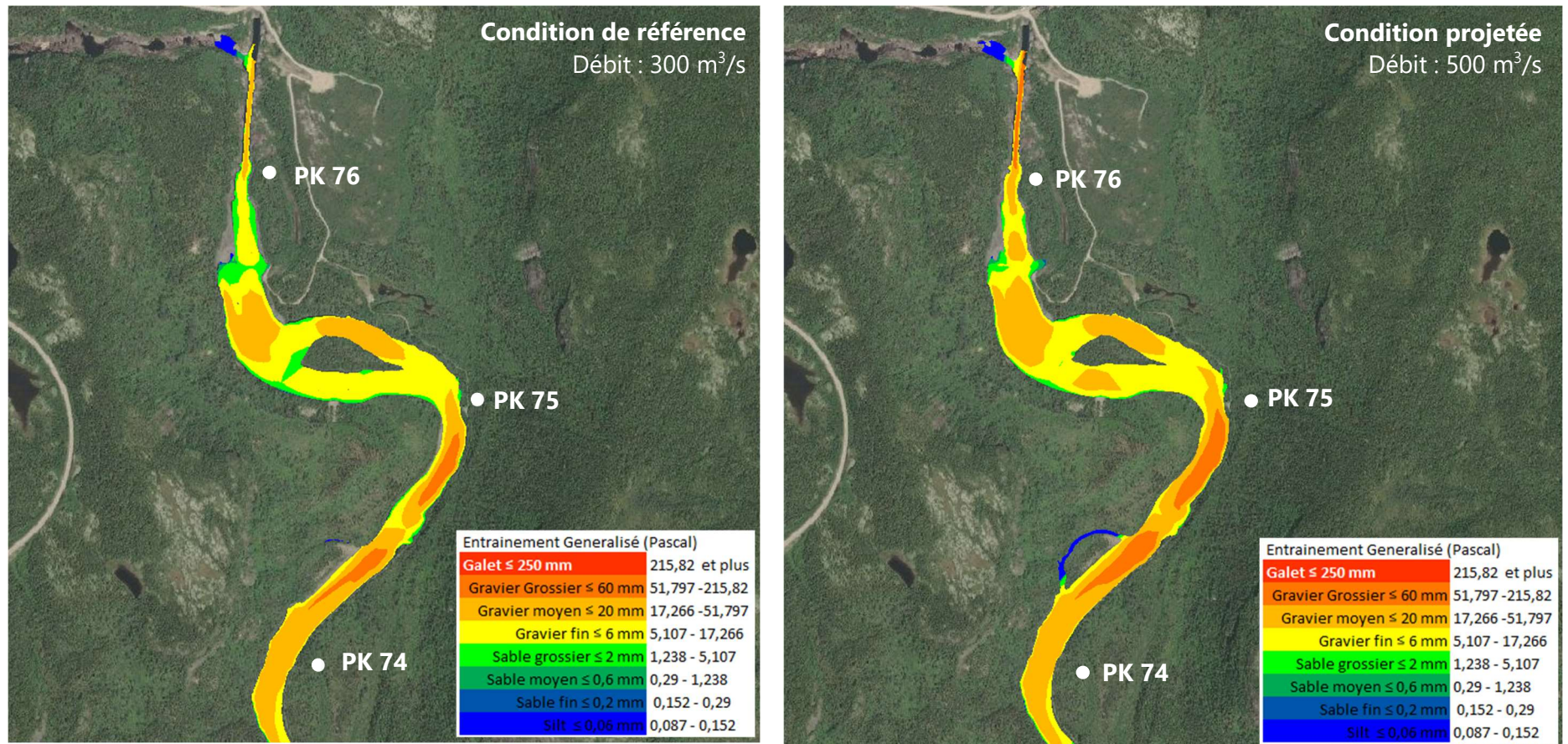


Figure 6-21 Contraintes de cisaillement en conditions de référence et projetée – De la Centrale SM-3 à PK 74

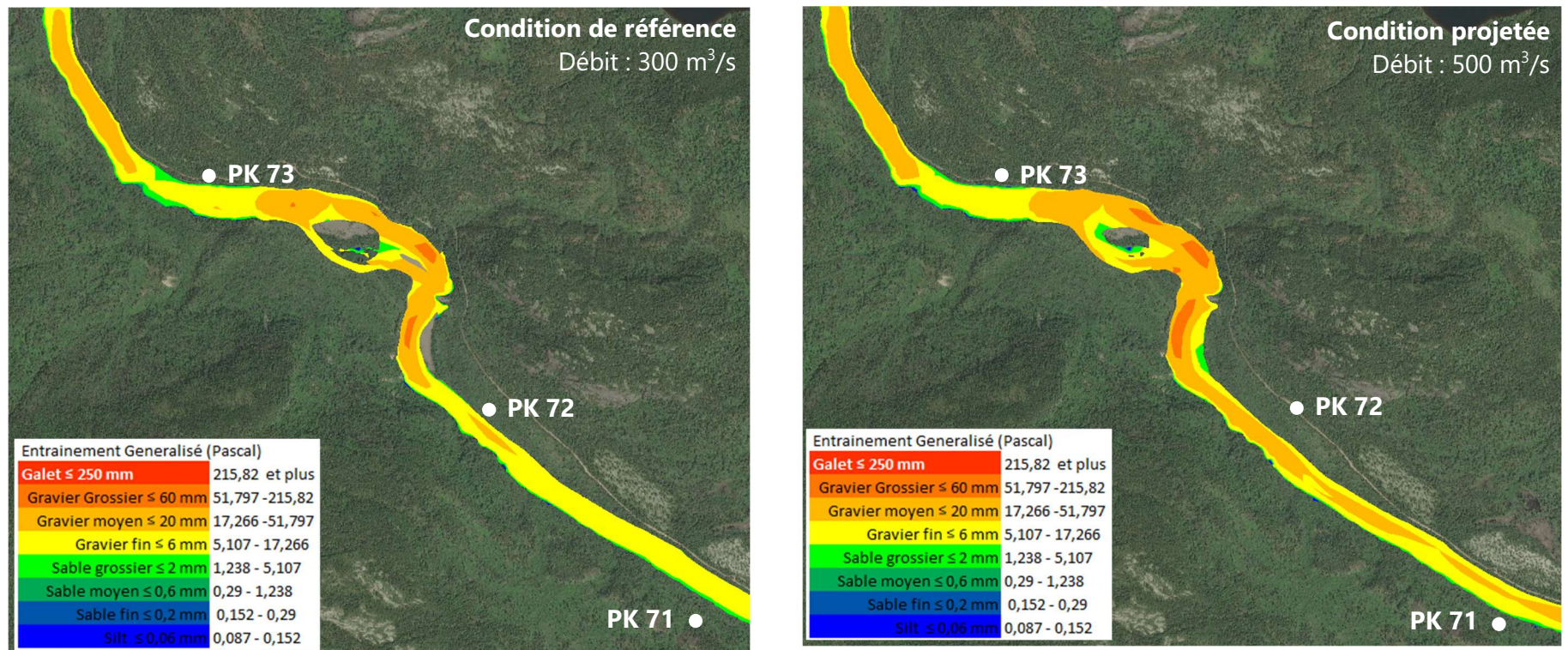


Figure 6-22 Contraintes de cisailment en conditions de référence et projetée – Du PK 74 à PK 71

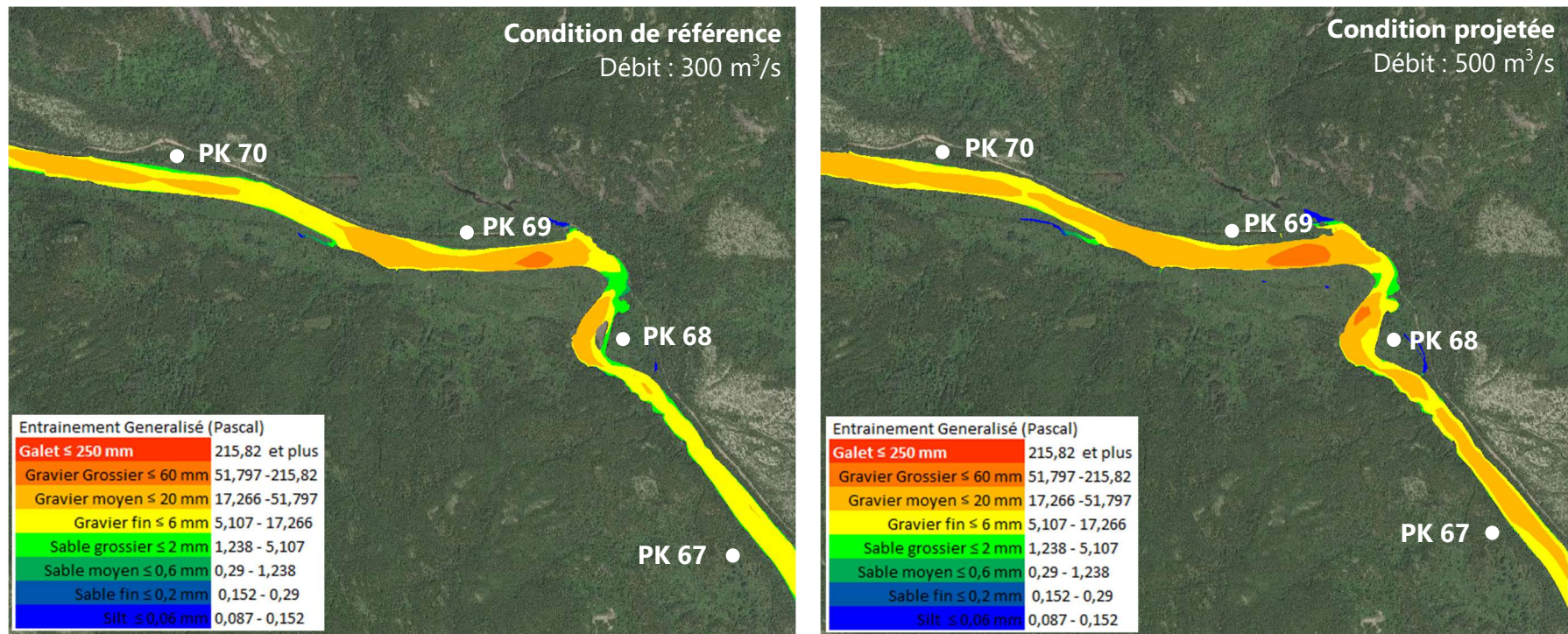


Figure 6-23 Contraintes de cisaillement en conditions de référence et projetée – Du PK 71 à PK 67

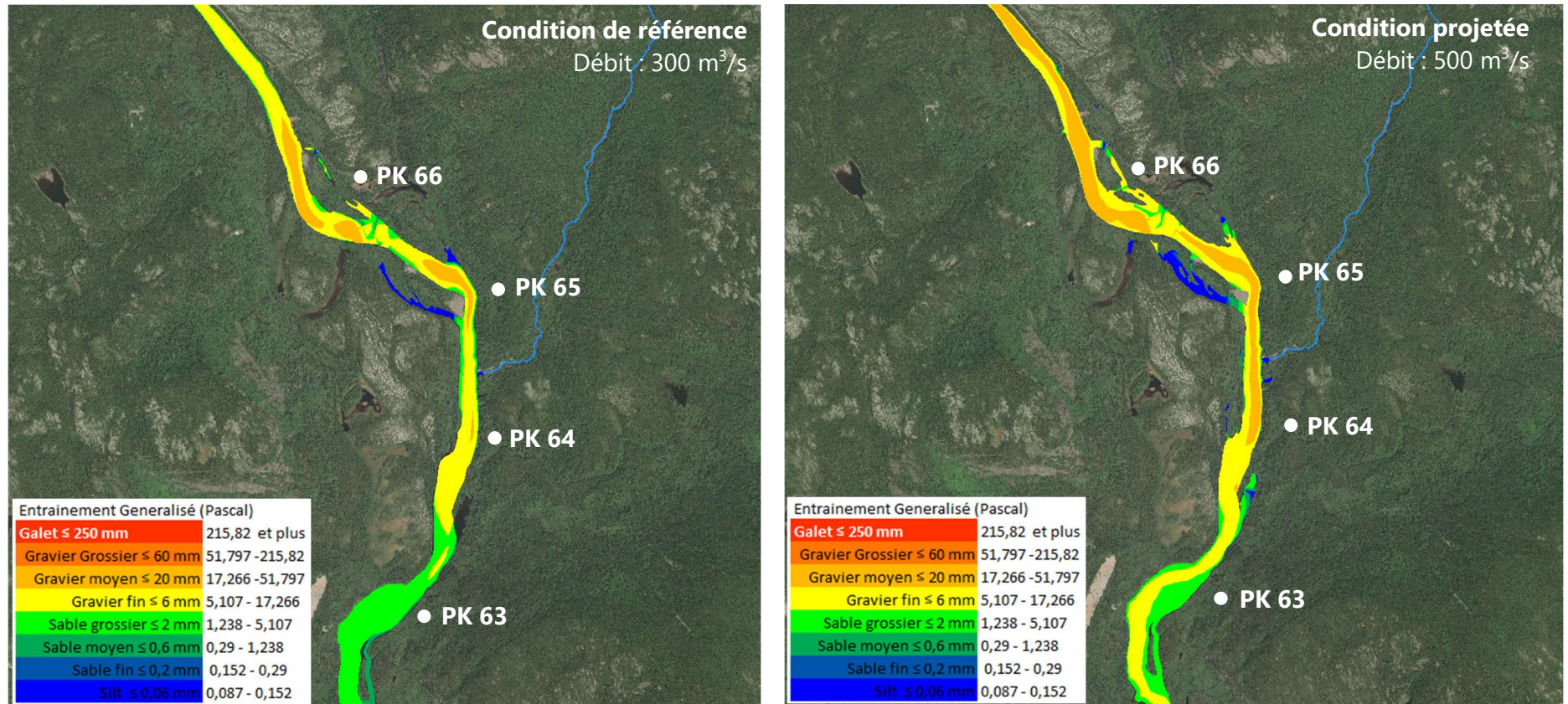


Figure 6-24 Contraintes de cisailment en conditions de référence et projetée – Du PK 67 à PK 63

6.3 Conditions de référence et projetée – Régime transitoire

Afin d'évaluer les conditions hydrauliques en régime transitoire le long du tronçon modélisé, six sections transversales ont été sélectionnées pour analyser les impacts hydrodynamiques liés aux variations de débit. Ces sections sont situées à la limite amont, ainsi qu'aux PK 75, 70, 68, 66 et 60. À noter que les deux frayères se trouvent aux PK 70 et 68.

Rappelons que selon les informations fournies par Hydro-Québec, en condition de référence, la mise en marche de la centrale (passage de l'arrêt complet au débit turbiné maximal de 300 m³/s) prend 8 minutes. En condition projetée, la transition de l'arrêt au débit maximal de 500 m³/s nécessitera 12 minutes, soit 4 minutes de plus qu'en conditions de référence.

6.3.1 Niveaux d'eau

La variation temporelle des niveaux d'eau lors de la mise en marche de la centrale SM-3, pour les différentes sections le long du tronçon modélisé, est présentée à la figure 6-25, en comparant les conditions de référence aux conditions projetées. Sur la figure, les lignes en pointillés représentent la condition de référence, tandis que les lignes continues correspondent à la condition projetée.

La section 12434, située au PK 60, se trouve dans le réservoir de SM-2. Son niveau d'eau n'est que légèrement influencé par les variations de débit provenant de l'amont, avec une augmentation maximale de 37 cm en condition projetée, contre 19 cm en condition de référence.

Le temps de stabilisation est une bonne mesure de la durée des phénomènes de transitoires hydrauliques et est défini comme l'intervalle entre deux instants pour lesquels la variation absolue du niveau d'eau, entre deux pas de temps consécutifs, est inférieure ou égale à 1 cm. Celui-ci aux sections modélisées varie en fonction de sa position le long du tronçon et de la condition simulée (référence ou projetée). Le tableau 6-6 présente les temps de stabilisation des niveaux d'eau pour chaque section transversale sélectionnée.

Lors de la mise en marche (condition transitoire de démarrage), on observe une augmentation progressive des niveaux d'eau. Cette augmentation est plus rapide dans les sections amont, où la stabilisation se fait en environ 20 minutes, tandis qu'elle peut prendre jusqu'à 40 minutes dans les sections aval. De façon générale, le temps nécessaire pour atteindre la stabilisation des niveaux est légèrement plus long en condition projetée, en raison de l'augmentation du débit maximal turbiné et du temps de démarrage (8 min en condition de référence comparé à 12 min en condition projetée).

Tableau 6-6 Temps de stabilisation des niveaux d'eau en conditions transitoires aux sections du tronçon modélisé

Section transversale	Temps de stabilisation pendant la mise en marche (min)		
	Condition de référence	Condition projetée	Différence
PK 76 (XS 29479)	18	17	0
PK 75 (XS 27980)	25	25	0
PK 70 (XS 22725)	36	40	4
PK 68 (XS 20474)	34	38	4
PK 66,6 (XS 19066)	29	30	1

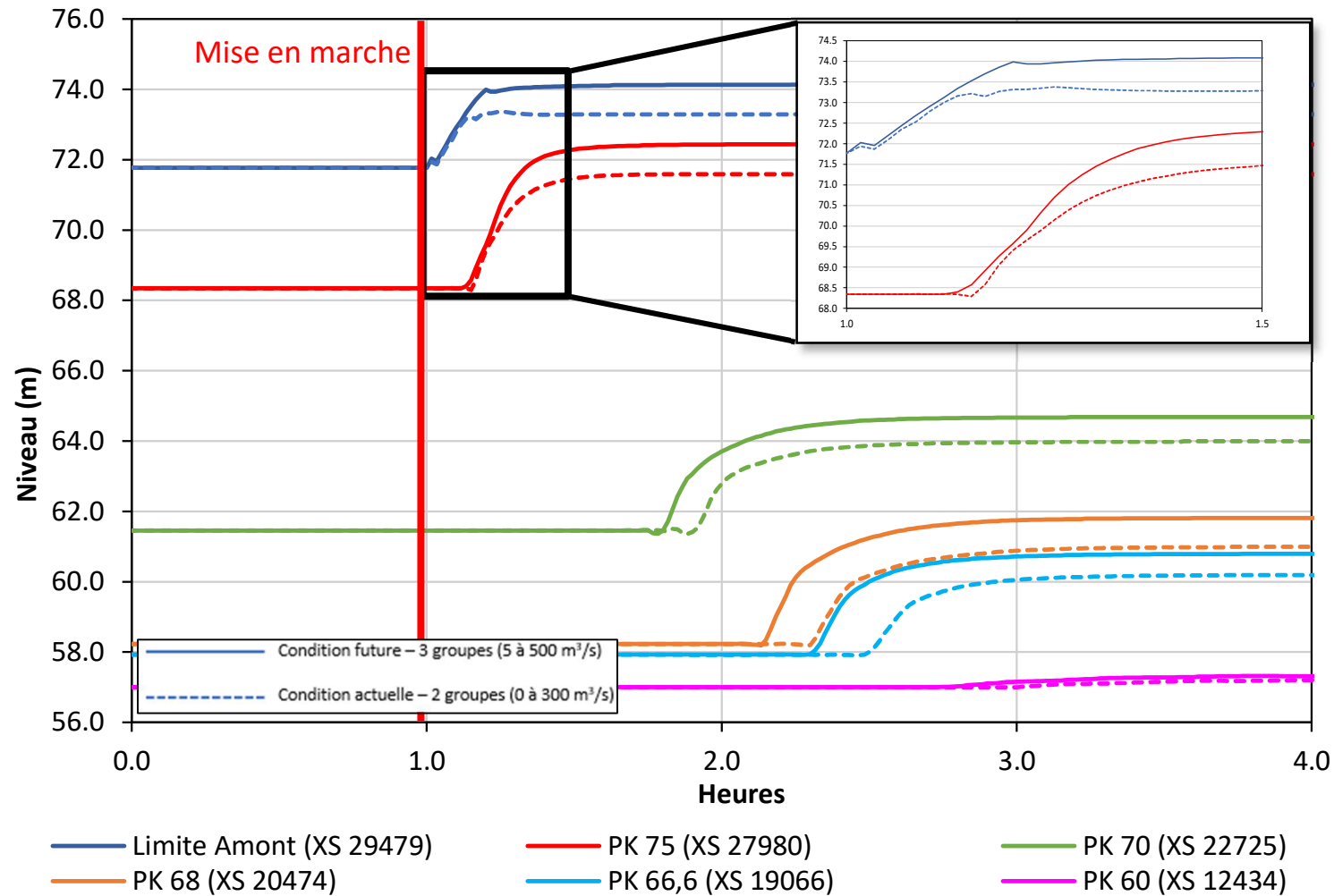


Figure 6-25 Variation temporelle du niveau d'eau aux sections sélectionnées lors du démarrage de la centrale SM-3

6.3.2 Vitesse d'écoulement

Les variations temporelles de la vitesse sur les sections choisies pendant la mise en marche de la centrale SM-3 sont présentées à la figure 6-26. Ces vitesses varient en fonction de la géométrie locale de la rivière, notamment en fonction des largeurs et des surfaces mouillées des sections d'écoulement. Des variations marquées sont observées aux endroits où la section s'élargit brusquement, en particulier lorsque le niveau d'eau franchit un seuil critique et déclenche un écoulement vers un bras secondaire.

La figure 6-27 illustre les vitesses maximales atteintes dans les conditions de référence et projetée, ainsi que les écarts correspondants, le long du tronçon modélisé lors de la phase transitoire de mise en marche de la centrale. En général, la vitesse maximale diminue de l'amont vers l'aval. Dans la condition future, les vitesses maximales sont globalement plus élevées qu'en condition actuelle. La vitesse maximale varie de 3,3 m/s aux abords du PK 74 dans le scénario projeté comparé à 2,8 m/s en condition de référence. En amont du PK 64, les vitesses maximales dépassent majoritairement 1,5 m/s en condition de référence, et 2 m/s en condition projetée.

Les écarts de vitesses maximales entre les deux conditions varient principalement entre 0,2 et 0,6 m/s. L'écart maximal hors du canal de fuite est observé vers le PK 65, atteignant environ 0,8 m/s.

Les vitesses maximales dans le tronçon situé entre la centrale et le PK 64 sont présentées aux figures 6-28 à 6-31. Les zones encerclées en rouge correspondent aux secteurs où une augmentation notable des vitesses a été observée en condition projetée par rapport à la condition de référence. Il est à noter que le modèle hydraulique étant unidimensionnel (1D), les vitesses d'écoulement sont calculées uniquement aux sections transversales pour chacune des trois sous-sections (chenal principal, berges gauche et droite). La représentation bidimensionnelle des vitesses maximales est une représentation grossière qui provient d'une interpolation spatiale entre les sous-sections et les sections transversales. Une analyse plus détaillée des vitesses bidimensionnelles nécessiterait un modèle bidimensionnel.

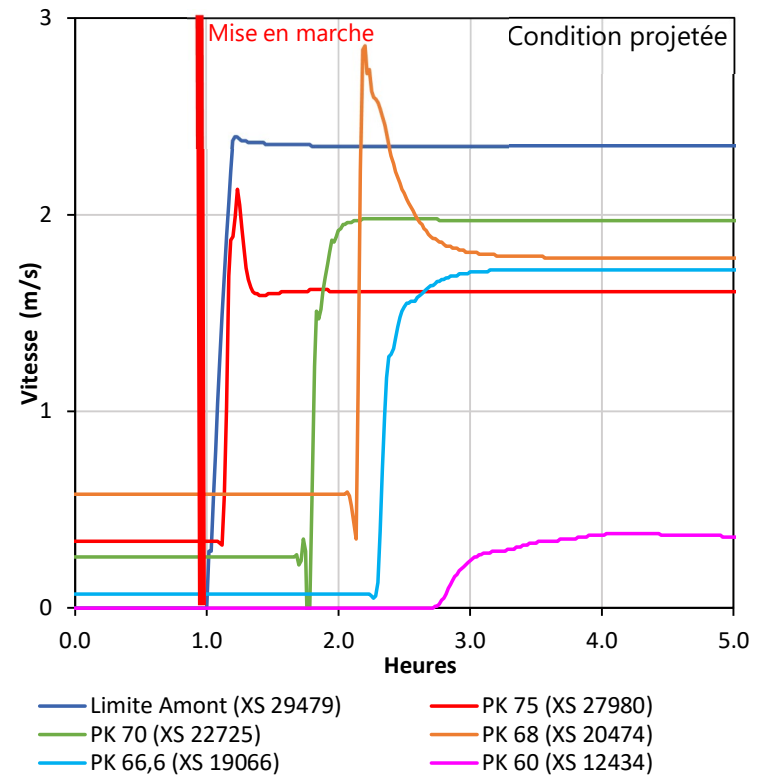
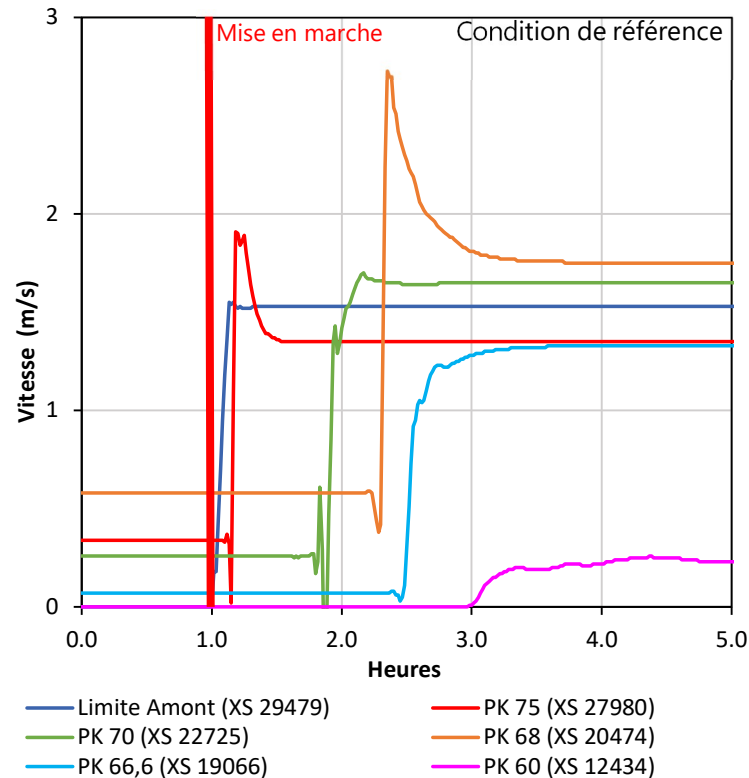


Figure 6-26 Variation temporelle de la vitesse aux sections de contrôle lors de mise en marche de la centrale SM-3 – Conditions de référence et projetée

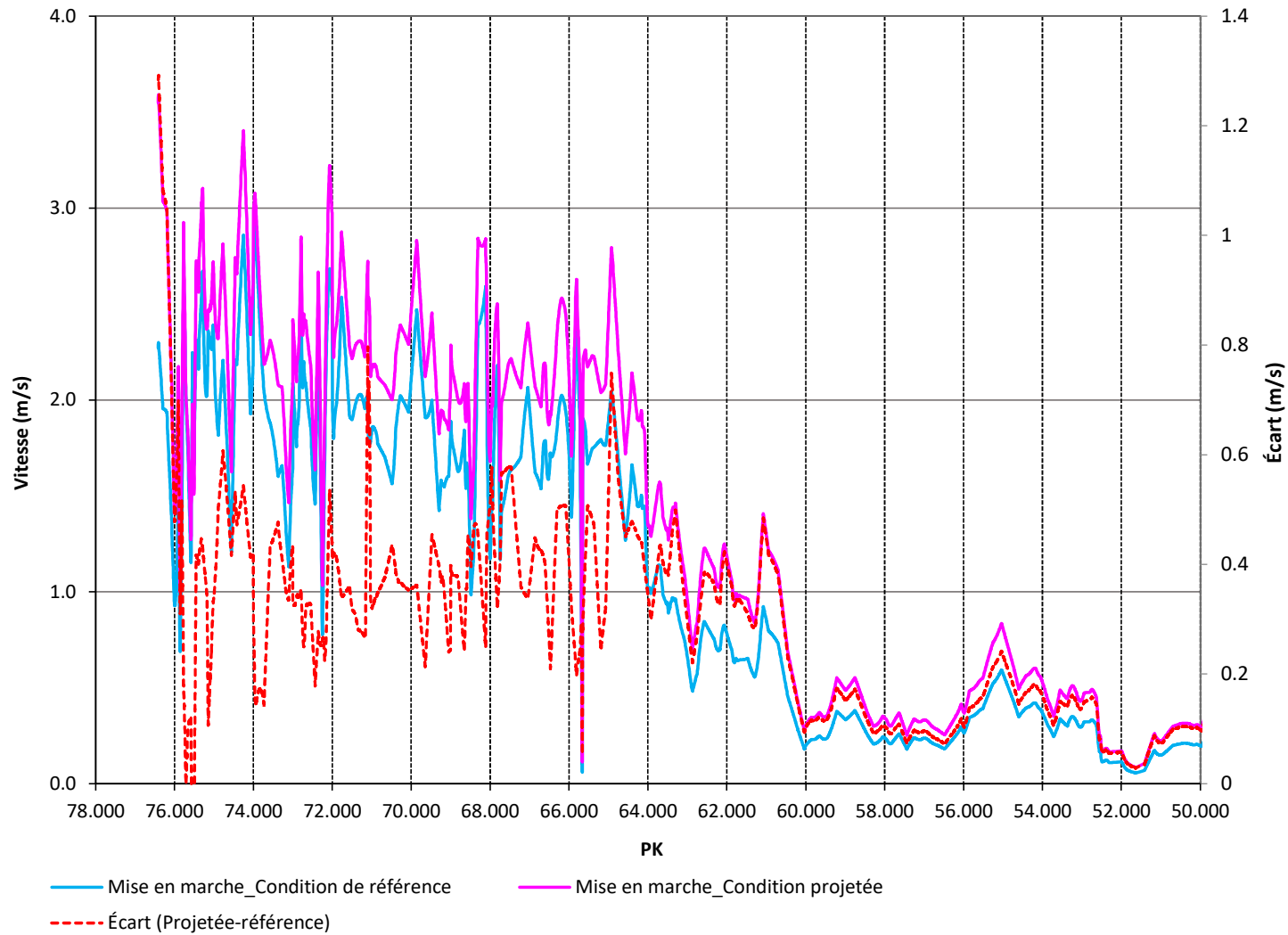


Figure 6-27 Vitesses maximales de l'écoulement et l'écart – Régime transitoire – Mise en marche – Condition de référence et projetée

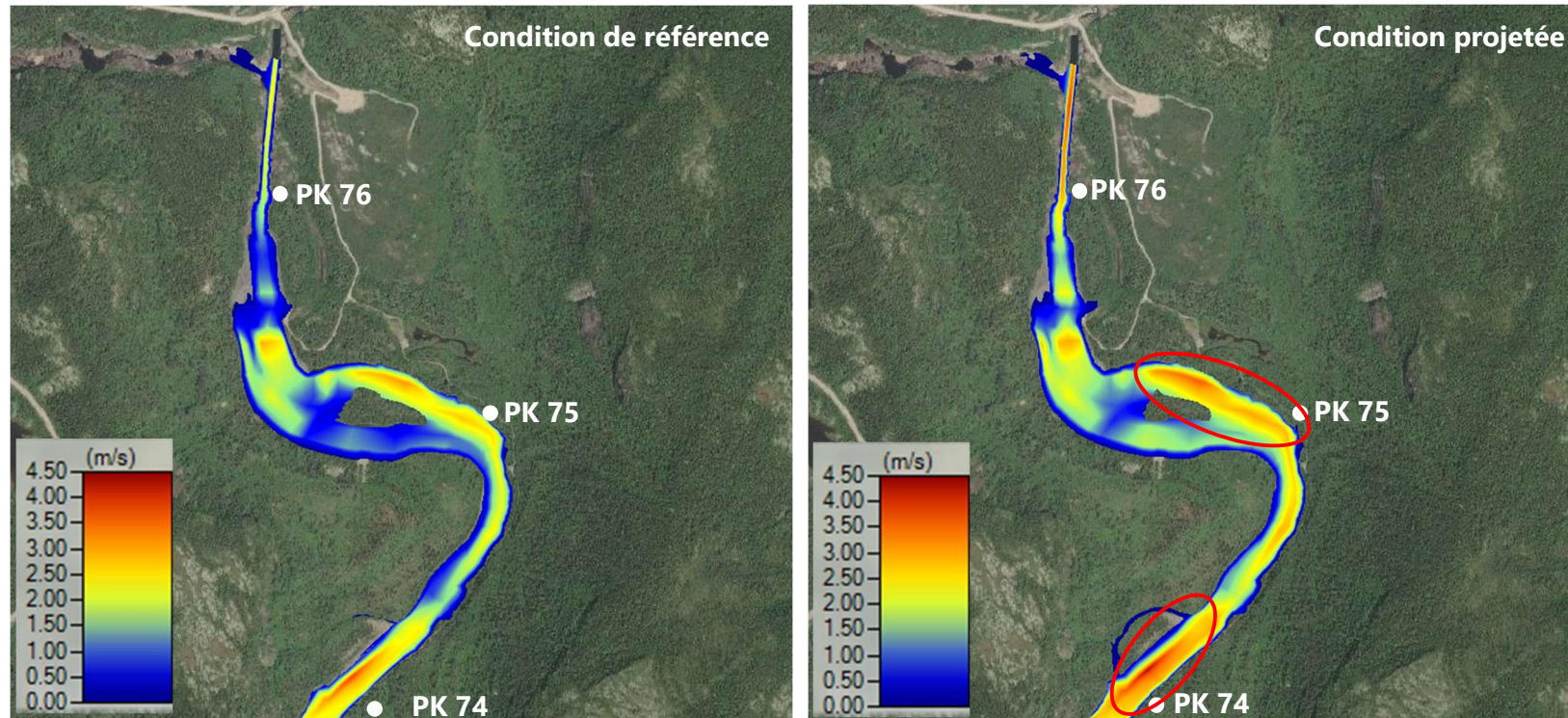


Figure 6-28 Vitesses maximales en conditions de référence et projetée – Mise en marche – De la Centrale SM-3 à PK 74

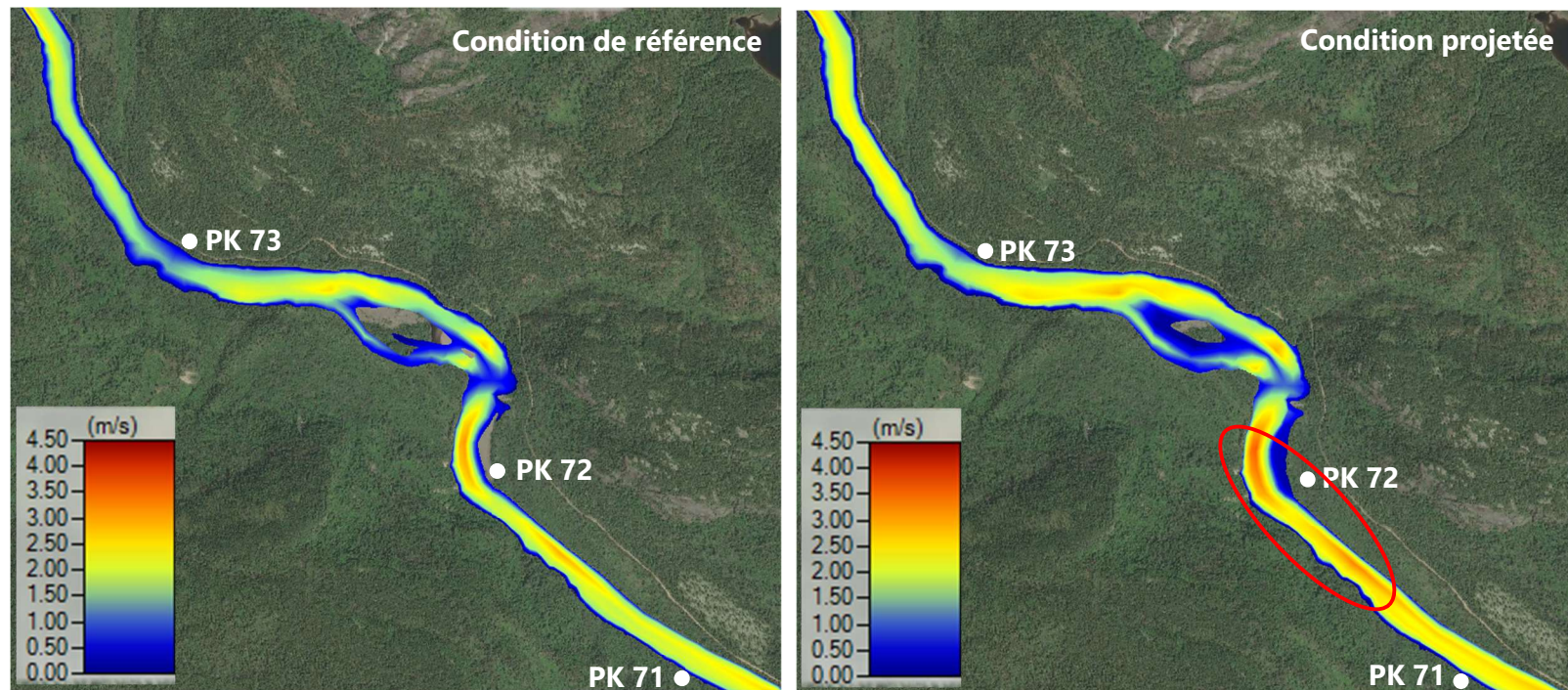


Figure 6-29 Vitesses maximales en conditions de référence et projetée – Mise en marche – Du PK 74 à PK 71

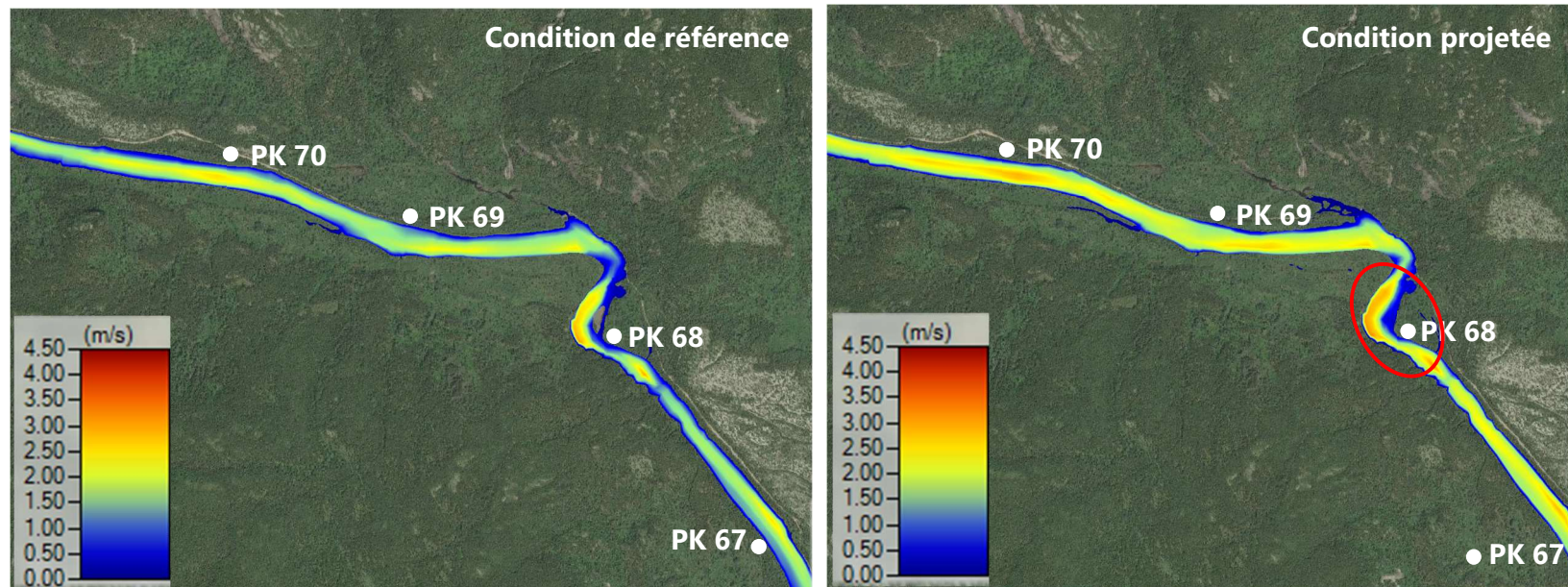


Figure 6-30 Vitesses maximales en conditions de référence et projetée – Mise en marche – Du PK 71 à PK 67

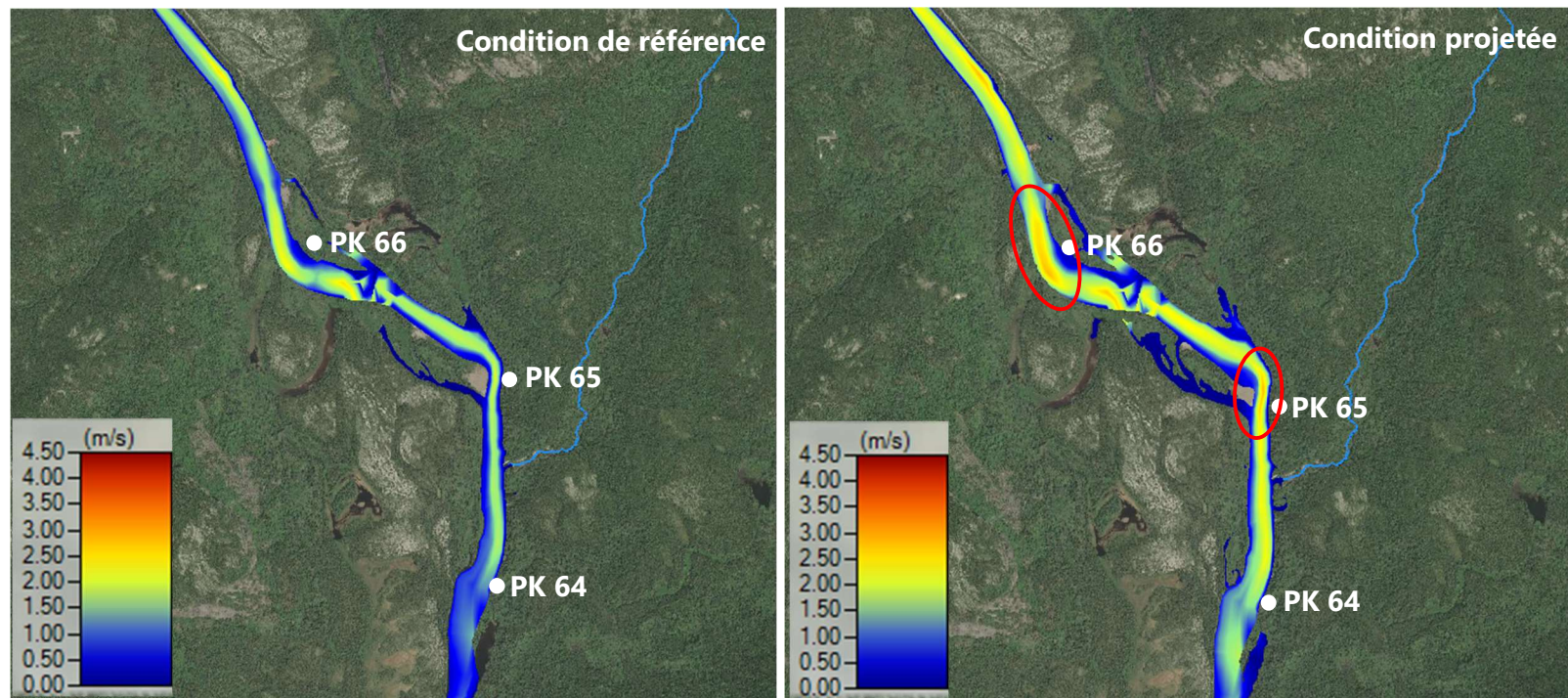


Figure 6-31 Vitesses maximales en conditions de référence et projetée – Mise en marche – Du PK 67 à PK 64

7 CONCLUSIONS & RECOMMANDATIONS

Dans le cadre de l'étude hydraulique du tronçon en aval de SM-3, la modélisation 1D du tronçon de la centrale SM-3 au PK-50 de la rivière Sainte-Marguerite est réalisée avec le logiciel HEC-RAS. Les données bathymétriques de 2023 et 2024 ainsi que les données LiDAR d'Hydro-Québec ont été intégrées au modèle pour simuler l'impact hydraulique de l'ajout d'un troisième groupe T/A et de l'augmentation de la capacité de la centrale de SM-3.

Le modèle a été calé et validé à l'aide de mesures de niveaux d'eau et de jaugeages de débit, réalisés les 23 mai, 26 juillet et 27 juillet 2024. L'ajustement de la rugosité des fonds et l'ajout de sections transversales interpolées a permis d'obtenir des résultats satisfaisants pour le calage, avec une marge d'erreur inférieure à $\pm 0,10$ m pour la grande majorité des sections transversale. Le modèle est validé et les résultats sont considérés satisfaisants.

Les différents scénarios ont été simulés avec le modèle dûment validé afin de comparer la condition de référence à la condition projetée, en intégrant à la fois les régimes permanents et transitoires. Les scénarios de régime permanent comprennent les débits turbinés maximaux ($300 \text{ m}^3/\text{s}$ en condition de référence comparé à $500 \text{ m}^3/\text{s}$ en condition projetée) ainsi que le débit médian estival ($100 \text{ m}^3/\text{s}$ en condition de référence comparé à $55 \text{ m}^3/\text{s}$ en condition projetée). Les scénarios de régime transitoire concernent la phase de mise en marche (passage de l'arrêt au débit turbiné maximal), permettant d'analyser les dynamiques hydrauliques associées aux variations opérationnelles.

Les comparaisons des niveaux d'eau entre les conditions de référence et projetée pour le débit turbiné maximal révèlent un écart moyen de $0,48$ m sur le tronçon modélisé avec un maximum de $1,14$ m au PK 72,7. Les écarts sont plus notables entre les PK 72 et 74,5. L'analyse de la surface d'écoulement met en évidence une augmentation du niveau d'eau de $0,6$ m au PK 66,5 au droit d'un chalet en rive gauche.

En ce qui concerne le débit médian estival, les écarts demeurent relativement faibles. Toutefois, dans les conditions projetées, ce débit est inférieur à celui observé dans la condition de référence, conduisant à des niveaux d'eau plus bas dans le scénario futur. En moyenne, la baisse est de $0,24$ m, avec une diminution maximale absolue atteignant $0,51$ m au PK 73,7.

Les profondeurs d'eau ont été également examinées sur le tronçon modélisé lors des débits élevés et médian estival, en conditions de référence et projetées. Entre les PK 74 et 76, les profondeurs en condition projetée en condition médiane estivale sont inférieures à 1 m dans quatre secteurs dont un a déjà des profondeurs inférieures à 1 m en conditions de références, constituant un obstacle à la navigation sur ce tronçon.

Pour étudier les impacts de l'augmentation du débit sur la dynamique du tronçon modélisé, les vitesses d'écoulement et leurs écarts pour les régimes permanents ont été analysés sur le tronçon fluvial entre le PK 76 et 66. En condition projetée, la vitesse moyenne pour les débits turbinés maximaux augmente de 1,5 m/s à 1,8 m/s, avec une augmentation notable des vitesses en amont du PK 64, avec un pic à 3,2 m/s autour du PK 74, comparé au 2,9 m/s en condition de référence. Pour le débit médian estival, la vitesse moyenne diminue de 1,0 m/s à 0,8 m/s dans la condition projetée. Dans la condition projetée, la vitesse correspondant au débit médian estival à la frayère située au PK 75 atteint 1,0 m/s, comparativement à 1,1 m/s dans la condition de référence. À la frayère du PK 68, la vitesse en condition projetée atteint 1,3 m/s, contre 1,4 m/s dans la condition de référence.

Par ailleurs, les contraintes de cisaillement généralisé ont été calculées à partir des vitesses de l'écoulement et des profondeurs d'eau issues des simulations hydrodynamiques. L'évaluation du risque de mobilité du lit fluvial repose sur la comparaison entre les contraintes de cisaillement simulées et les seuils critiques d'érosion. Ces seuils sont déterminés en fonction de la granulométrie de surface du tronçon, qui n'est toutefois pas encore connue à ce stade. On évalue donc, à ce stade du projet, uniquement l'augmentation des contraintes de cisaillement sur le lit sans pour autant statuer sur l'impact de cette augmentation. Les zones avec les augmentations de cisaillement les plus marquées se situent entre les PK 76 et 74,5, PK 72,5 et 71,5, aux PK 70 et PK 68 ainsi qu'entre les PK 66,5 et 65,5.

Les analyses d'écoulements transitoires ont mis en évidence des variations notables des niveaux d'eau et des vitesses d'écoulement pendant la phase de mise en marche de la centrale SM-3. Lors de la mise en marche, une augmentation progressive des niveaux d'eau est observée, plus rapide dans les sections amont que dans les sections aval.

Les temps de stabilisation varient considérablement selon la position le long du tronçon à l'étude. En condition projetée, ils évoluent de 20 à 40 minutes pour la mise en marche de la centrale. De manière générale, les temps de stabilisation en condition projetée sont légèrement supérieurs à ceux de la condition de référence, en raison de l'augmentation du débit maximal turbiné et de la durée des manœuvres qui est plus longue en condition projetée.

De plus, les vitesses maximales en condition transitoire de mise en marche sont généralement plus élevées dans la condition projetée, avec des écarts généralement entre 0,2 et 0,6 m/s, atteignant jusqu'à 0,8 m/s à proximité du PK 65.

8 RÉFÉRENCE

Van Rijn (1989). Handbook of Sediment Transport by Currents and Waves. Rapport H 461, Delft Hydraulics

WSP (2020). Barrage sainte-marguerite-2 (x0003239) et digue ouest (x2083192) - Sommaire du plan de gestion des eaux retenues

ANNEXE A

RESULTATS DETAILLÉS DU MODÈLE HYDRAULIQUE (HEC-RAS)



A.1. Résultats de la simulation du débit turbiné maximal – Condition de référence

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisaillement_Rive gauche	Cisaillement_Chenal	Cisaillement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	29479	300	62.26	73.29	73.41	0.00043	1.53		20.42	1.68	196.93	18.86	0.15
SM3-PK50	29366	300	62.96	73.18	73.34	0.00068	1.8		30.53		167.04	18.78	0.19
SM3-PK50	29254	302	62.71	73.15	73.27	0.00042	1.52		21.1		198.27	20.43	0.16
SM3-PK50	29151	302	62.64	73.11	73.22	0.00038	1.48	0.32	19.41		204.6	21.41	0.15
SM3-PK50	29032	302	62.9	73.11	73.17	0.00018	1.08	0.38	9.58	0.46	280.97	37.5	0.13
SM3-PK50	28963	302	63.96	73.12	73.15	0.0001	0.77	0.3	5.16	0.22	391.34	65.4	0.1
SM3-PK50	28941	302	65.25	73.12	73.15	0.00012	0.81	0.28	5.68	0.34	374.48	66.3	0.11
SM3-PK50	28924	302	66.02	73.11	73.15	0.00015	0.88	0.54	6.74	0.3	344.86	63.8	0.12
SM3-PK50	28894	302	67.55	73.08	73.14	0.0003	1.06		11.4		284.55	68.95	0.17
SM3-PK50	28861	302	68.85	73.03	73.12	0.00051	1.34	0.21	14.88	0.12	224.97	71.02	0.24
SM3-PK50	28819	302	65.86	73.06	73.08	8.8E-05	0.61	0.21	2.72	0.19	501.27	143.9	0.1
SM3-PK50	28773	302	68.23	73.01	73.06	0.00048	1.05		10.19		288.66	131.34	0.23
SM3-PK50	28730	302	68.64	72.89	73.02	0.00173	1.54		25.12		195.63	126.65	0.4
SM3-PK50	28671	302	68.98	72.82	72.91	0.00142	1.28	1	21.99		235.89	146.15	0.32
SM3-PK50	28615	302	69.62	72.73	72.81	0.00199	1.31		26.78		230.31	165.91	0.36
SM3-PK50	28542	302	69.92	72.65	72.7	0.00066	0.98		9.94		309.3	200.04	0.25
SM3-PK50	28506	302	70.03	72.64	72.68	0.00046	0.92	0.56	6.57	0.94	327.79	222.6	0.24
SM3-PK50	28470	302	69.44	72.62	72.66	0.00044	0.87		6		346.55	246.15	0.23
SM3-PK50	28411	302	69.49	72.4	72.62	0.00412	2.08	2.25	38.53		145.51	149.7	0.67
SM3-PK50	28283	302	69.21	71.96	72.16	0.00285	2.01		23.65		150.01	176.13	0.7
SM3-PK50	28141	302	68.93	71.71	71.79	0.00075	1.24	0.8	11.68	0.82	242.89	149.5	0.31
SM3-PK50	28107	302	68.9	71.69	71.77	0.00068	1.27	2.84	11.46	1.03	239.64	134	0.3
SM3-PK50	27980	302	67.53	71.59	71.69	0.00059	1.35	0.21	12.34	0.12	223.89	102.1	0.29
SM3-PK50	27844	302	66.74	71.4	71.54	0.0016	1.67	6.64	39.48		181.45	68.16	0.33
SM3-PK50	27734	302	65.95	71	71.19	0.00442	1.89	2.99	92.07	2.78	160.38	69.1	0.4
SM3-PK50	27521	302	65.53	70.55	70.62	0.00046	1.19	0.75	11.41	0.44	255.83	92.24	0.23
SM3-PK50	27423	302	67.5	70.25	70.47	0.00287	2.08	1.41	50.1	0.66	145.47	80.08	0.49

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisailement_Rive gauche	Cisailement_Chenal	Cisailement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	27381	302	67.4	70.13	70.34	0.00325	2		52.95	0.25	150.73	89.42	0.49
SM3-PK50	27214	302	66.93	69.53	69.96	0.00364	2.9		47.07		104.06	77.05	0.8
SM3-PK50	27034	302	66.46	68.97	69.17	0.00185	1.96		29.02		153.94	93.39	0.49
SM3-PK50	26929	302	66.01	68.77	68.98	0.00182	2.05	6.97	31.44	8.38	148.61	77.4	0.48
SM3-PK50	26877	302	65.78	68.72	68.89	0.0014	1.81	1.38	25.52	6.5	167.43	85.5	0.41
SM3-PK50	26821	302	65.55	68.66	68.82	0.00113	1.79	1.08	22.05	0.55	168.52	81.2	0.4
SM3-PK50	26590	302	64.65	68.52	68.61	0.00043	1.34	0.55	11.17	0.62	225.45	80.6	0.26
SM3-PK50	26436	302	64.28	68.38	68.5	0.00096	1.53	1.45	25.51	1.52	197.98	68.7	0.29
SM3-PK50	26235	302	64.09	68.18	68.3	0.00103	1.55		27.39	0.65	194.35	68.46	0.29
SM3-PK50	26038	302	63.9	68.05	68.12	0.00066	1.2	0.49	16.34	0.34	252.49	95.5	0.23
SM3-PK50	25965	302	63.2	68.03	68.09	0.00016	1.07		4.77	0.16	283.48	89.07	0.19
SM3-PK50	25870	302	64.08	67.96	68.06	0.00032	1.42	0.44	8.61	0.43	212.82	74.4	0.27
SM3-PK50	25773	302	64.76	67.86	68	0.00082	1.66		14.05		181.65	98.96	0.39
SM3-PK50	25670	302	64.64	67.8	67.93	0.00057	1.56		11.64		193.9	91.91	0.34
SM3-PK50	25548	302	64.64	67.62	67.75	0.00228	1.64	6.27	42.1	7.25	184.66	94.8	0.38
SM3-PK50	25434	302	64.04	67.31	67.43	0.00331	1.5	3.14	55.46	4.54	201.6	114.69	0.36
SM3-PK50	25305	302	63	66.95	67.09	0.00193	1.62		43.42		186.8	78.6	0.33
SM3-PK50	25194	302	63.37	66.8	66.88	0.00143	1.29	3.24	22.74	1.7	234.32	140.5	0.32
SM3-PK50	25115	302	63.37	66.41	66.58	0.00633	1.85	6.57	102.73	16.71	163.64	94.58	0.45
SM3-PK50	25011	302	61.2	66.11	66.14	0.00055	0.72	0.1	18.7	0.32	420.66	118.5	0.12
SM3-PK50	24909	302	62.43	65.86	66.03	0.00194	1.82	1.16	39.96		165.58	76.37	0.4
SM3-PK50	24828	302	61.66	65.58	65.87	0.00237	2.35	0.86	49.66	3.86	128.87	56.3	0.5
SM3-PK50	24728	302	61.68	65.45	65.65	0.00127	1.97		26.6		153.15	70.64	0.43
SM3-PK50	24627	302	61.7	65.4	65.53	0.00043	1.61	0.33	11.65	0.31	187.68	64.5	0.3
SM3-PK50	24425	302	61.74	65.23	65.42	0.00073	1.92	0.34	16.82	0.6	157	64.62	0.39
SM3-PK50	24224	302	61.78	65.15	65.27	0.00043	1.54	0.07	10.69		195.75	75.84	0.31
SM3-PK50	24008	302	61.8	65.04	65.18	0.00047	1.61	0.4	11.5	0.7	187.73	72.6	0.32

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisaillement_Rive gauche	Cisaillement_Chenal	Cisaillement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	23819	302	61.81	64.97	65.09	0.00043	1.51	0.21	10.29	0.7	199.53	79.8	0.31
SM3-PK50	23784	302	61.81	64.96	65.07	0.00042	1.49	0.3	9.95	0.56	202.72	81	0.3
SM3-PK50	23690	302	60.97	64.92	65.03	0.0004	1.51		10.16	0.13	199.59	74.69	0.3
SM3-PK50	23510	302	61.05	64.85	64.96	0.00036	1.46	0.28	9.36	0.32	206.58	76.5	0.28
SM3-PK50	23328	302	61.13	64.77	64.87	0.0006	1.46		14.09		206.77	85.67	0.3
SM3-PK50	23146	302	61.21	64.61	64.7	0.00122	1.4		28.85		216.49	89.22	0.29
SM3-PK50	22934	302	61.05	64.24	64.39	0.00171	1.72	0.32	29.42	0.82	175.3	99	0.41
SM3-PK50	22725	302	60.89	63.99	64.13	0.0008	1.65	0.52	13.73	0.36	183.14	103.6	0.4
SM3-PK50	22519	302	60.73	63.71	63.92	0.00124	2.02		20.94		149.32	86.39	0.49
SM3-PK50	22305	302	60.57	63.57	63.68	0.00053	1.48	0.29	10.49	0.45	204.73	100.4	0.33
SM3-PK50	22135	302	60.18	63.44	63.58	0.00064	1.67	0.8	13.2	0.47	180.62	84	0.36
SM3-PK50	21956	302	59.79	63.34	63.45	0.0007	1.46	1.67	14.31	1.6	207.52	97.1	0.32
SM3-PK50	21901	302	60.64	63.28	63.4	0.00114	1.52	2.41	21.79	3.05	198.92	99.8	0.34
SM3-PK50	21864	302	60.82	63.23	63.35	0.00153	1.54		29.58		196.36	98.67	0.35
SM3-PK50	21821	302	60.63	63.15	63.28	0.00186	1.59		32.69		189.83	105	0.38
SM3-PK50	21709	302	60.38	62.96	63.07	0.00167	1.48		26.39	1.76	203.69	125.3	0.37
SM3-PK50	21598	302	60.12	62.76	62.91	0.00134	1.71	1.48	21.47	1.25	176.89	105.9	0.42
SM3-PK50	21422	302	59.44	62.52	62.69	0.00116	1.81	1.39	22.35	1.1	166.96	81.7	0.4
SM3-PK50	21327	302	59.51	62.41	62.54	0.00158	1.61	3.1	31.21	3.04	187.92	90.2	0.36
SM3-PK50	21175	302	59.27	62.06	62.19	0.00306	1.6	2.89	56.96	3.31	189.74	92	0.36
SM3-PK50	21016	302	59.03	61.75	61.83	0.00127	1.29	0.88	20.81	0.23	234.59	133.34	0.31
SM3-PK50	20954	302	58.45	61.66	61.77	0.0006	1.48	1.42	13.92	1.31	204.81	82.4	0.3
SM3-PK50	20920	302	57.42	61.64	61.75	0.00054	1.44	0.77	12.97	0.98	209.92	81.2	0.29
SM3-PK50	20844	302	55.42	61.66	61.7	0.00011	0.97	0.1	3.73	0.15	312.33	87	0.16
SM3-PK50	20775	302	52.3	61.64	61.69	0.00014	1.04	0.26	4.3	0.23	290.78	81	0.18
SM3-PK50	20668	302	58.62	61.37	61.59	0.00248	2.03		34.67		148.42	103.3	0.54
SM3-PK50	20474	302	57.83	60.99	61.15	0.00171	1.75		25.54	1.28	172.42	112.17	0.45

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisaillement_Rive gauche	Cisaillement_Chenal	Cisaillement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	20441	302	56.39	60.96	61.09	0.00113	1.58		20.08	0.19	191.26	103.42	0.37
SM3-PK50	20357	302	52.72	60.95	61.01	0.00019	1.15	0.09	7.3	0.17	262.35	61.1	0.18
SM3-PK50	20319	302	53.75	60.91	61	0.00028	1.33	0.09	9.88	0.47	227.95	56.8	0.21
SM3-PK50	20269	302	56.84	60.87	60.98	0.00055	1.5	0.26	14.51	0.09	201.87	72.2	0.29
SM3-PK50	20178	302	57.08	60.81	60.92	0.00068	1.49	0.88	14.74	1.2	203.2	89.2	0.31
SM3-PK50	20104	302	56.05	60.82	60.87	0.00019	1.03	0.32	6.12	0.34	292.84	83.76	0.18
SM3-PK50	20071	302	55.39	60.78	60.86	0.00025	1.27	0.29	9.07	0.21	237.79	58.9	0.2
SM3-PK50	19824	302	56.55	60.66	60.77	0.00048	1.48	0.56	13.83	0.23	204.22	66.7	0.27
SM3-PK50	19579	302	57.71	60.52	60.62	0.00072	1.43		14.44	0.44	210.58	101.79	0.32
SM3-PK50	19400	302	57.55	60.37	60.49	0.00069	1.58	0.24	12.44	0.5	190.78	102.66	0.37
SM3-PK50	19223	302	57.1	60.27	60.38	0.00052	1.51	0.81	10.62	0.4	200.05	92.8	0.33
SM3-PK50	19066	302	56.79	60.2	60.29	0.00059	1.33		12.17		226.89	106.19	0.29
SM3-PK50	18972	302	57.07	60.1	60.21	0.00094	1.51		16.5		200.22	110.61	0.36
SM3-PK50	18828	302	56.98	59.96	60.03	0.00139	1.2	9.55	19.47		248.01	120.28	0.29
SM3-PK50	18666	302	56.81	59.69	59.83	0.00107	1.7	4.9	16.88	0.5	187.13	88.9	0.39
SM3-PK50	18441	302	56.68	59.36	59.55	0.00151	1.93	2.54	16.92	0.44	165.47	84.8	0.46
SM3-PK50	18295	302	56.97	59.26	59.34	0.00068	1.26	2.86	10.01	1.27	246.71	134.7	0.3
SM3-PK50	18167	302	57.26	59.02	59.15	0.00226	1.65	15.48	23.81	1.1	186.37	136.98	0.49
SM3-PK50	18020	302	56.2	58.83	58.92	0.00061	1.29	0.9	8.82	1.27	234.32	156	0.34
SM3-PK50	17888	302	55.13	58.74	58.85	0.00042	1.49	0.16	9.69	0.71	202.87	82.2	0.3
SM3-PK50	17725	302	55.69	58.65	58.77	0.00055	1.54	0.28	10.85	0.74	196.35	91.92	0.34
SM3-PK50	17554	302	56.25	58.45	58.59	0.00161	1.63	2.56	22.74	3.08	189.04	109.5	0.4
SM3-PK50	17428	302	54.21	58.31	58.41	0.00099	1.42	1.11	17.16	1.24	215.18	104.6	0.32
SM3-PK50	17286	302	52.16	58.15	58.28	0.00075	1.62		21.96		186.12	60.32	0.29
SM3-PK50	17112	302	52.87	58.06	58.16	0.00056	1.41	0.22	12.94	0.75	214.2	88.3	0.29
SM3-PK50	16930	302	53.57	57.96	58.05	0.0006	1.35	0.06	12.44		223.96	104.6	0.29
SM3-PK50	16765	302.41	54.28	57.85	57.95	0.00066	1.4	0.18	13.15	0.42	216.89	103.6	0.31

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisaillement_Rive gauche	Cisaillement_Chenal	Cisaillement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	16517	302.41	54.45	57.66	57.76	0.00083	1.42		14.64		212.69	116.71	0.34
SM3-PK50	16301	302.41	54.63	57.54	57.6	0.00053	1.08		8.69		280.13	168.14	0.27
SM3-PK50	16066	302.41	53.38	57.42	57.49	0.00041	1.14		8.81		265.09	117.81	0.24
SM3-PK50	15880	302.41	52.12	57.4	57.43	0.00015	0.79		3.93		382.89	138.4	0.15
SM3-PK50	15702	302.41	50.87	57.35	57.4	0.00015	0.98		5.53		307.63	80.33	0.16
SM3-PK50	15487	302.41	52.57	57.34	57.36	8.6E-05	0.66		2.63		459.21	147.09	0.12
SM3-PK50	15270	302.41	54.28	57.32	57.34	0.00014	0.62		2.75		484.19	244.41	0.14
SM3-PK50	15151	302.41	53.69	57.29	57.32	0.00024	0.76		4.4		400.01	209.74	0.17
SM3-PK50	14945	302.41	53.09	57.25	57.28	0.00012	0.76		3.24		398.36	146.86	0.15
SM3-PK50	14730	302.41	52.5	57.23	57.25	7.9E-05	0.66		2.39		457.6	145.46	0.12
SM3-PK50	14568	302.41	52.41	57.22	57.24	0.0001	0.63		2.56		481.65	190.07	0.13
SM3-PK50	14459	302.41	52.32	57.2	57.23	9.8E-05	0.78		3.49		388.26	105.92	0.13
SM3-PK50	14267	302.41	52.13	57.18	57.21	9.2E-05	0.72		3.03		422.46	124.27	0.12
SM3-PK50	14092	302.41	51.94	57.17	57.19	6.6E-05	0.66		2.46		458.68	118.74	0.11
SM3-PK50	13868	302.41	52.58	57.16	57.17	8.8E-05	0.55		2.01		551.06	236.25	0.11
SM3-PK50	13693	302.41	52.79	57.15	57.16	4.3E-05	0.5		1.48		600.44	170.15	0.09
SM3-PK50	13587	302.41	50.67	57.14	57.16	4.5E-05	0.59		1.92		508.52	113.88	0.09
SM3-PK50	13474	302.41	50.66	57.12	57.15	9.2E-05	0.77		3.38		392.24	103.37	0.13
SM3-PK50	13342	302.41	51.26	57.11	57.13	7.1E-05	0.69		2.68		438.4	111.95	0.11
SM3-PK50	13099	302.41	51.94	57.09	57.11	8.6E-05	0.62		2.42		484.38	166.33	0.12
SM3-PK50	12849	302.41	51.99	57.09	57.1	3.4E-05	0.39		0.96		772.67	271.53	0.07
SM3-PK50	12614	302.41	52.05	57.08	57.09	1.3E-05	0.27		0.44		1105.77	319.71	0.05
SM3-PK50	12434	302.41	50.59	57.08	57.09	0.00001	0.24		0.34		1261.17	369.18	0.04
SM3-PK50	12255	302.41	49.14	57.08	57.08	1.4E-05	0.26		0.4		1176.32	385.64	0.05
SM3-PK50	12050	302.41	48.61	57.08	57.08	6E-06	0.2		0.22		1509.23	371	0.03
SM3-PK50	11850	302.41	48.09	57.07	57.08	1.7E-05	0.28		0.5		1062.29	355.27	0.05
SM3-PK50	11614	302.41	49.04	57.07	57.07	2.1E-05	0.29		0.55		1034.37	390.63	0.06

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisaillement_Rive gauche	Cisaillement_Chenal	Cisaillement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	11389	302.41	49.99	57.07	57.07	2.2E-05	0.29		0.54		1049.86	415.6	0.06
SM3-PK50	11153	302.41	50.94	57.06	57.06	2.4E-05	0.31		0.61		983.7	375.13	0.06
SM3-PK50	10900	302.41	50.63	57.06	57.06	1.6E-05	0.25		0.4		1205.19	464.18	0.05
SM3-PK50	10685	302.41	50.32	57.05	57.06	0.00001	0.21		0.27		1471.99	530.01	0.04
SM3-PK50	10447	302.41	50.2	57.05	57.05	6E-06	0.2		0.23		1499.76	390.08	0.03
SM3-PK50	10223	302.41	50.07	57.05	57.05	6E-06	0.2		0.23		1493.22	389.71	0.03
SM3-PK50	10031	302.41	49.89	57.05	57.05	7E-06	0.19		0.22		1559.77	467.24	0.03
SM3-PK50	9837	302.41	49.7	57.05	57.05	3E-06	0.14		0.11		2181.18	546.04	0.02
SM3-PK50	9649	302.41	49.74	57.05	57.05	5E-06	0.18		0.18		1710.36	436.48	0.03
SM3-PK50	9488	302.41	49.78	57.05	57.05	3E-06	0.17		0.16		1744.53	354.07	0.02
SM3-PK50	9289	302.41	49.49	57.05	57.05	4E-06	0.18		0.17		1690.34	366.69	0.03
SM3-PK50	9070	302.41	49.19	57.04	57.05	5E-06	0.18		0.18		1650.87	395.34	0.03
SM3-PK50	8877	302.41	48.9	57.04	57.05	2E-06	0.16		0.13		1910.55	348.95	0.02
SM3-PK50	8623	302.41	49.01	57.04	57.04	4E-06	0.19		0.18		1607.29	308.25	0.03
SM3-PK50	8383	302.41	49.11	57.04	57.04	4E-06	0.23		0.25		1327.85	207.98	0.03
SM3-PK50	8137	302.41	48.83	57.04	57.04	5E-06	0.26		0.33		1159.38	187.62	0.03
SM3-PK50	7911	302.41	48.54	57.04	57.04	8E-06	0.31		0.46		980.06	157.75	0.04
SM3-PK50	7656	302.41	48.26	57.03	57.04	1.1E-05	0.38		0.69		789.78	117.08	0.05
SM3-PK50	7436	302.41	48.26	57.03	57.04	1.6E-05	0.4		0.83		750.18	141.62	0.06
SM3-PK50	7215	302.41	48.27	57.03	57.03	1.1E-05	0.34		0.59		879.33	156.71	0.05
SM3-PK50	7002	302.41	48.27	57.03	57.03	5E-06	0.25		0.3		1194.86	182.08	0.03
SM3-PK50	6810	302.41	48.15	57.02	57.03	7E-06	0.29		0.42		1027.57	159.88	0.04
SM3-PK50	6635	302.41	48.03	57.02	57.03	7E-06	0.3		0.45		995.53	160.84	0.04
SM3-PK50	6448	302.41	47.91	57.02	57.03	6E-06	0.29		0.4		1039.5	153.1	0.04
SM3-PK50	6266	302.41	47.76	57.02	57.02	4E-06	0.22		0.24		1375.25	233.73	0.03
SM3-PK50	6119	302.41	47.61	57.02	57.02	3E-06	0.17		0.15		1830.59	403.33	0.02
SM3-PK50	5954	303	47.25	57.02	57.02	5E-06	0.23		0.26		1331.93	257.28	0.03

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisailement_Rive gauche	Cisailement_Chenal	Cisailement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	5769	303	46.89	57.01	57.02	1.6E-05	0.41		0.84		743.1	133.78	0.06
SM3-PK50	5567	303	46.53	57.01	57.02	5E-06	0.24		0.29		1237.5	195.25	0.03
SM3-PK50	5344	303	46.17	57.01	57.01	6E-06	0.22		0.25		1396.72	313.24	0.03
SM3-PK50	5200	303	46.3	57.01	57.01	5E-06	0.22		0.25		1371.67	261.43	0.03
SM3-PK50	5025	303	45.6	57.01	57.01	5E-06	0.21		0.23		1428.15	282.71	0.03
SM3-PK50	4957	303.01	45.95	57.01	57.01	2E-06	0.19		0.17		1579.37	216.84	0.02
SM3-PK50	4894	303	46.42	57.01	57.01	4E-06	0.2		0.21		1501.6	286.36	0.03
SM3-PK50	4717	303	47.08	57.01	57.01	2E-06	0.12		0.08		2507.42	579.68	0.02
SM3-PK50	4548	303	46.88	57.01	57.01	1E-06	0.1		0.05		3164.3	672.49	0.01
SM3-PK50	4391	303	46.68	57.01	57.01	1E-06	0.08		0.03		3778.61	667.73	0.01
SM3-PK50	4211	303	45.98	57.01	57.01	0	0.05		0.01		5811.44	1052.6	0.01
SM3-PK50	4031	303	45.29	57.01	57.01	0	0.04		0.01		6740.78	1125.2	0.01
SM3-PK50	3812	303	45.75	57.01	57.01	0	0.05		0.01		5736.16	900.37	0.01
SM3-PK50	3562	303	46.21	57.01	57.01	1E-06	0.15		0.1		2034.54	272.3	0.02
SM3-PK50	3305	303	46.07	57.01	57.01	1E-06	0.12		0.06		2608.7	399.04	0.01
SM3-PK50	3090	303	45.92	57.01	57.01	1E-06	0.15		0.1		1997.4	248.21	0.02
SM3-PK50	2909	303	45.85	57.01	57.01	1E-06	0.15		0.1		1997.36	247.51	0.02
SM3-PK50	2676	303	45.79	57.01	57.01	1E-06	0.15		0.09	0.01	2071.26	268.61	0.02
SM3-PK50	2483	303	45.72	57.01	57.01	1E-06	0.14		0.09		2113.64	290.17	0.02
SM3-PK50	2366	303	45.71	57.01	57.01	2E-06	0.13		0.11		2313.51	329.35	0.02
SM3-PK50	2255	303	44.86	57.01	57.01	2E-06	0.19		0.21		1599.29	176.04	0.02
SM3-PK50	2199	303	41.19	57.01	57.01	2E-06	0.19		0.21		1605.13	176.04	0.02
SM3-PK50	2122	303	40.9	57.01	57.01	4E-06	0.2		0.25		1536.47	220.36	0.02
SM3-PK50	2002	303	46.42	57.01	57.01	2E-06	0.14		0.13		2125.91	300.75	0.02
SM3-PK50	1782	303	45.79	57.01	57.01	2E-06	0.13		0.11		2324	345.81	0.02
SM3-PK50	1536	303	45.16	57.01	57.01	1E-06	0.12		0.09		2514.39	341.29	0.01
SM3-PK50	1309	303	45.19	57.01	57.01	3E-06	0.12		0.11		2449.59	549.7	0.02

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisaillement_Rive gauche	Cisaillement_Chenal	Cisaillement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	1079	303	45.27	57	57.01	2E-06	0.14		0.13		2106.37	302.58	0.02
SM3-PK50	872	303	45.25	57	57.01	2E-06	0.15		0.13		2045.26	247.82	0.02
SM3-PK50	687	303	43.98	57	57	3E-06	0.18		0.2		1674.33	224.02	0.02
SM3-PK50	423	303	42.71	57	57	3E-06	0.22		0.28		1391.14	157.68	0.02
SM3-PK50	298	303	43.17	57	57	3E-06	0.21		0.25		1465.63	157.88	0.02
SM3-PK50	193	303	38.82	57	57	3E-06	0.21		0.26		1417.32	150.66	0.02
SM3-PK50	72	303	43.06	57	57	3E-06	0.23		0.29		1346.41	149.08	0.02

A.2. Résultats de la simulation du débit turbiné maximal – Condition projetée

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisaillement_Rive gauche	Cisaillement_Chenal	Cisaillement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	29479	500	62.26	74.13	74.41	0.00095	2.35		46.7	7.99	214.66	18.93	0.22
SM3-PK50	29366	500	62.96	73.87	74.26	0.00156	2.78		72.14		179.98	18.8	0.29
SM3-PK50	29254	502	62.71	73.79	74.08	0.00098	2.37		50.69		211.55	20.55	0.24
SM3-PK50	29151	502	62.64	73.71	73.98	0.00085	2.31	2.48	44.96	0.19	217.78	21.41	0.23
SM3-PK50	29032	502	62.9	73.73	73.86	0.00038	1.65	1.77	21.21	1.97	305.83	37.5	0.19
SM3-PK50	28963	502	63.96	73.75	73.82	0.00021	1.16	1.31	10.89	1.19	436.05	65.4	0.14
SM3-PK50	28941	502	65.25	73.74	73.82	0.00023	1.21	1.19	11.89	1.3	418.45	66.3	0.15
SM3-PK50	28924	502	66.02	73.72	73.81	0.00028	1.31	1.82	13.89	1.41	387.37	63.8	0.17
SM3-PK50	28894	502	67.55	73.67	73.8	0.00053	1.54	1.38	22.42	0.94	325.96	69.1	0.23
SM3-PK50	28861	502	68.85	73.59	73.77	0.00082	1.9	2.57	26.41	1.9	266.07	71.02	0.31
SM3-PK50	28819	502	65.86	73.64	73.68	0.00014	0.86	0.62	4.57	0.75	599.6	143.9	0.14
SM3-PK50	28773	502	68.23	73.56	73.66	0.00064	1.39		16.68		362.35	134.16	0.27
SM3-PK50	28730	502	68.64	73.42	73.61	0.00183	1.91		35		263.13	129.2	0.43
SM3-PK50	28671	502	68.98	73.36	73.49	0.00151	1.6	4.82	30.5	4.09	314.9	146.2	0.35
SM3-PK50	28615	502	69.62	73.27	73.39	0.00185	1.57	2.72	34.01	2.81	320.66	166.8	0.36
SM3-PK50	28542	502	69.92	73.21	73.28	0.00066	1.19	0.97	13.32	1.05	421.05	201.18	0.26
SM3-PK50	28506	502	70.03	73.19	73.26	0.00044	1.11	1.64	8.49	2.02	453.57	222.6	0.25
SM3-PK50	28470	502	69.44	73.19	73.24	0.0004	1.03	0.45	7.54	0.53	485.5	247.2	0.24
SM3-PK50	28411	502	69.49	72.94	73.18	0.00335	2.18	9.88	44.94	4.79	230.96	164.4	0.59
SM3-PK50	28283	502	69.21	72.67	72.83	0.00145	1.81	2.23	21.26	2.42	277.85	182.25	0.47
SM3-PK50	28141	502	68.93	72.57	72.66	0.0005	1.35	2.57	11.83	2.49	372.94	149.5	0.27
SM3-PK50	28107	502	68.9	72.54	72.65	0.00051	1.42	4.68	12.44	2.98	359.25	134	0.28
SM3-PK50	27980	502	67.53	72.44	72.58	0.00054	1.61	2.48	14.53	2.51	316.53	102.1	0.3
SM3-PK50	27844	502	66.74	72.19	72.42	0.00193	2.11	14.67	50.35	2.06	241.32	72.5	0.37
SM3-PK50	27734	502	65.95	71.73	72.02	0.00488	2.38	17.9	129.46	29.24	214.53	69.1	0.44
SM3-PK50	27521	502	65.53	71.24	71.37	0.0006	1.57	4.29	18.34	2.42	325.17	92.24	0.27
SM3-PK50	27423	502	67.5	70.89	71.22	0.00291	2.56	8.8	66.99	8.63	197.2	80.08	0.52

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisaillement_Rive gauche	Cisaillement_Chenal	Cisaillement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	27381	502	67.4	70.78	71.08	0.00303	2.4	7.22	62.33	9.07	211.96	89.5	0.5
SM3-PK50	27214	502	66.93	70.23	70.74	0.00276	3.15	3.79	45.98	9.22	164.1	79	0.71
SM3-PK50	27034	502	66.46	69.86	70.09	0.00121	2.12	4.71	28.53	4.07	238.15	93.4	0.42
SM3-PK50	26929	502	66.01	69.7	69.97	0.0013	2.27	11.88	32.99	11.76	226.54	77.4	0.43
SM3-PK50	26877	502	65.78	69.7	69.9	0.00099	2	5.98	26.25	8.26	255.38	85.5	0.37
SM3-PK50	26821	502	65.55	69.64	69.85	0.00085	2.02	6.01	23.55	4.05	252.47	81.2	0.37
SM3-PK50	26590	502	64.65	69.54	69.67	0.00042	1.63	2.37	14.11	2.26	311.53	80.6	0.27
SM3-PK50	26436	502	64.28	69.38	69.56	0.00098	1.88	5.99	33.74	5.24	269.48	68.7	0.31
SM3-PK50	26235	502	64.09	69.17	69.36	0.00105	1.91	3.64	35.83	4.95	264.18	68.5	0.31
SM3-PK50	26038	502	63.9	69.06	69.17	0.00061	1.44	3.13	20.56	2.18	351.19	95.5	0.24
SM3-PK50	25965	502	63.2	69.04	69.14	0.00018	1.34	0.58	6.59	0.88	376.47	89.08	0.21
SM3-PK50	25870	502	64.08	68.95	69.11	0.00033	1.75	1.82	11.3	1.73	290.02	74.4	0.28
SM3-PK50	25773	502	64.76	68.91	69.07	0.0005	1.75	1.82	13.23	0.78	286.82	99.8	0.33
SM3-PK50	25670	502	64.64	68.87	69.02	0.00041	1.71	1.48	11.93	1.31	294.11	92.9	0.31
SM3-PK50	25548	502	64.64	68.76	68.91	0.00133	1.71	9.42	38.3	10.43	297.07	94.8	0.31
SM3-PK50	25434	502	64.04	68.4	68.5	0.00564	1.39	30.01	111.74	31.71	363.15	171.9	0.31
SM3-PK50	25305	502	63	67.83	68	0.00201	1.88	4.82	44.14	1.61	267.55	115.15	0.39
SM3-PK50	25194	502	63.37	67.7	67.8	0.00115	1.39	8.55	27.72	5.27	363.74	140.5	0.28
SM3-PK50	25115	502	63.37	67.29	67.48	0.00693	1.92	35.63	149.17	48.01	264.35	111.6	0.4
SM3-PK50	25011	502	61.2	66.97	67.02	0.00074	0.96	2.75	30.16	2.74	524.09	118.5	0.15
SM3-PK50	24909	502	62.43	66.68	66.92	0.00182	2.18	11.29	43.23	5.79	240.79	76.5	0.4
SM3-PK50	24828	502	61.66	66.4	66.81	0.00233	2.85	7.03	39.82	12.78	190.85	56.3	0.52
SM3-PK50	24728	502	61.68	66.27	66.56	0.00121	2.37	2.76	24.84	2.76	219.07	70.8	0.44
SM3-PK50	24627	502	61.7	66.22	66.44	0.00051	2.09	2.4	16.96	2.02	243.19	64.5	0.35
SM3-PK50	24425	502	61.74	66.01	66.31	0.00079	2.42	2.82	23.25	3.81	209.44	64.62	0.43
SM3-PK50	24224	502	61.78	65.95	66.14	0.00049	1.96	1.42	15.29	1.55	256.97	76	0.34
SM3-PK50	24008	502	61.8	65.81	66.03	0.00054	2.06	1.83	16.81	2.02	244.74	72.6	0.36

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisaillement_Rive gauche	Cisaillement_Chenal	Cisaillement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	23819	502	61.81	65.73	65.92	0.00049	1.93	1.51	14.83	2.5	262.04	79.8	0.34
SM3-PK50	23784	502	61.81	65.72	65.9	0.00047	1.9	1.61	14.32	2.33	266.34	81	0.34
SM3-PK50	23690	502	60.97	65.66	65.86	0.00048	1.97	1.03	15.4	1.55	256.05	74.8	0.34
SM3-PK50	23510	502	61.05	65.59	65.77	0.00045	1.91	1.55	14.39	1.79	263.73	76.5	0.33
SM3-PK50	23328	502	61.13	65.49	65.66	0.00071	1.86	1.26	20.7	1.2	269.82	87.2	0.34
SM3-PK50	23146	502	61.21	65.3	65.46	0.00148	1.8	2.83	43.71	2.74	278.84	90.12	0.33
SM3-PK50	22934	502	61.05	64.91	65.13	0.00162	2.08	4.16	37.7	5.82	242.46	99	0.42
SM3-PK50	22725	502	60.89	64.68	64.88	0.00074	1.97	2.85	17.17	2.33	256.02	103.6	0.4
SM3-PK50	22519	502	60.73	64.4	64.69	0.00113	2.39	3.05	24.42	2.18	211.67	87.4	0.49
SM3-PK50	22305	502	60.57	64.29	64.46	0.00054	1.82	1.95	14.09	1.91	277.54	100.4	0.35
SM3-PK50	22135	502	60.18	64.12	64.35	0.00071	2.11	2.92	18.71	2.61	239.16	84	0.4
SM3-PK50	21956	502	59.79	64.02	64.2	0.00077	1.84	4.44	19.94	3.11	276.47	97.1	0.35
SM3-PK50	21901	502	60.64	63.96	64.14	0.00118	1.88	5.89	29.85	6.43	268.34	99.8	0.37
SM3-PK50	21864	502	60.82	63.9	64.09	0.00161	1.91	2.99	40.85	2.31	263.39	99.14	0.37
SM3-PK50	21821	502	60.63	63.83	64.02	0.00179	1.92	1.82	42.46	1.95	261.95	106.1	0.39
SM3-PK50	21709	502	60.38	63.68	63.83	0.00137	1.71	3.33	29.96	4.95	295.77	126.2	0.36
SM3-PK50	21598	502	60.12	63.49	63.69	0.0011	1.97	5.08	24.56	3.59	256.96	105.9	0.41
SM3-PK50	21422	502	59.44	63.24	63.49	0.00117	2.23	4.84	28.38	4.19	229.51	81.7	0.43
SM3-PK50	21327	502	59.51	63.14	63.34	0.0016	1.98	7.12	40.8	7.14	256.57	90.2	0.38
SM3-PK50	21175	502	59.27	62.79	62.98	0.00305	1.95	17.92	72.99	12.11	265.06	92	0.37
SM3-PK50	21016	502	59.03	62.51	62.63	0.00104	1.49	6.05	23.38	3.53	346	133.5	0.3
SM3-PK50	20954	502	58.45	62.39	62.57	0.0007	1.9	3.26	20.13	3.39	267.7	82.4	0.34
SM3-PK50	20920	502	57.42	62.37	62.54	0.00065	1.87	4.18	19.7	3.41	271.68	81.2	0.33
SM3-PK50	20844	502	55.42	62.39	62.48	0.00016	1.33	0.64	6.45	0.8	378.39	87	0.2
SM3-PK50	20775	502	52.3	62.36	62.47	0.0002	1.44	1.2	7.56	0.91	351.82	81	0.22
SM3-PK50	20668	502	58.62	62.1	62.35	0.00216	2.24	3.59	44.24	3.6	224.66	105.11	0.49
SM3-PK50	20474	502	57.83	61.81	61.97	0.00133	1.78	2.64	24.72	5.37	282.65	145.7	0.41

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisailement_Rive gauche	Cisailement_Chenal	Cisailement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	20441	502	56.39	61.77	61.93	0.0011	1.81	3.27	26.4	3.55	278.46	108.9	0.36
SM3-PK50	20357	502	52.72	61.73	61.86	0.0003	1.62	1.02	12.94	1.21	311.88	61.1	0.23
SM3-PK50	20319	502	53.75	61.67	61.85	0.00043	1.85	1.21	17.14	2.2	272.88	56.8	0.27
SM3-PK50	20269	502	56.84	61.62	61.82	0.00068	1.96	2.14	22.35	1.62	257.06	72.2	0.33
SM3-PK50	20178	502	57.08	61.57	61.75	0.00072	1.85	3.42	20.2	3.44	273.01	89.2	0.34
SM3-PK50	20104	502	56.05	61.58	61.68	0.00027	1.41	1.47	10.24	1.12	359.64	83.76	0.22
SM3-PK50	20071	502	55.39	61.51	61.67	0.0004	1.79	1.7	15.64	1.86	284.28	58.9	0.26
SM3-PK50	19824	502	56.55	61.32	61.53	0.00069	2.02	3.04	23.5	2.16	249.77	66.7	0.33
SM3-PK50	19579	502	57.71	61.16	61.33	0.00084	1.81	1.18	21.77	2.69	277.23	102.1	0.35
SM3-PK50	19400	502	57.55	60.99	61.19	0.00072	1.97	2.54	16.96	2.7	256.79	102.66	0.4
SM3-PK50	19223	502	57.1	60.88	61.07	0.00063	1.96	2.51	15.75	2.22	259.24	92.8	0.38
SM3-PK50	19066	502	56.79	60.8	60.95	0.00071	1.72	1.38	18.54	0.83	291.72	107.1	0.33
SM3-PK50	18972	502	57.07	60.69	60.87	0.00102	1.89	2.13	23.18	1.17	266.27	111.4	0.39
SM3-PK50	18828	502	56.98	60.58	60.67	0.00127	1.4	12.47	22.34	3.12	367.91	120.29	0.29
SM3-PK50	18666	502	56.81	60.25	60.48	0.00124	2.17	8.41	22.48	4.04	259.12	88.9	0.44
SM3-PK50	18441	502	56.68	59.9	60.18	0.00165	2.39	7.42	19.52	4.69	260.4	84.8	0.5
SM3-PK50	18295	502	56.97	59.81	59.93	0.00072	1.55	4.95	13.01	3.02	344.03	134.7	0.33
SM3-PK50	18167	502	57.26	59.66	59.8	0.00137	1.72	10.76	19.4	4.65	310.04	137.4	0.41
SM3-PK50	18020	502	56.2	59.54	59.65	0.00046	1.45	2.26	9.69	2.52	347.81	156	0.31
SM3-PK50	17888	502	55.13	59.39	59.59	0.00053	1.96	1.92	14.62	3.04	261.57	82.2	0.35
SM3-PK50	17725	502	55.69	59.3	59.49	0.00062	1.96	2.64	14.35	2.29	262.42	91.92	0.38
SM3-PK50	17554	502	56.25	59.2	59.32	0.00101	1.64	10.93	17.08	5.57	371.93	109.5	0.34
SM3-PK50	17428	502	54.21	59.05	59.19	0.00094	1.7	4.19	17.65	4.59	321.72	104.6	0.33
SM3-PK50	17286	502	52.16	58.8	59.05	0.00113	2.22	2.49	34.1	0.99	227.15	62.2	0.37
SM3-PK50	17112	502	52.87	58.68	58.86	0.00072	1.86	2.86	20.29	2.99	271.2	88.3	0.34
SM3-PK50	16930	502	53.57	58.57	58.72	0.00072	1.75	2.18	18.1	2	289.74	104.6	0.34
SM3-PK50	16765	502.41	54.28	58.43	58.6	0.0008	1.81	2.58	19.01	2.29	280.44	103.6	0.35

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisaillement_Rive gauche	Cisaillement_Chenal	Cisaillement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	16517	502.41	54.45	58.21	58.37	0.00099	1.81		21.93		278.01	121.45	0.38
SM3-PK50	16301	502.41	54.63	58.08	58.18	0.00059	1.34		12.4		373.62	174.56	0.29
SM3-PK50	16066	502.41	53.38	57.91	58.03	0.0006	1.55		15.41		323.34	122.16	0.3
SM3-PK50	15880	502.41	52.12	57.87	57.93	0.00027	1.11		7.65		452.59	156.21	0.21
SM3-PK50	15702	502.41	50.87	57.77	57.88	0.00031	1.47		12.05		341.33	81.73	0.23
SM3-PK50	15487	502.41	52.57	57.76	57.8	0.00016	0.97		5.44		520.59	148.96	0.16
SM3-PK50	15270	502.41	54.28	57.72	57.76	0.00021	0.86		4.93		583.13	245.85	0.18
SM3-PK50	15151	502.41	53.69	57.67	57.73	0.00037	1.04		8.11		480.84	212.88	0.22
SM3-PK50	14945	502.41	53.09	57.6	57.66	0.00024	1.12		6.93		450.23	151.05	0.21
SM3-PK50	14730	502.41	52.5	57.56	57.61	0.00016	0.99		5.28		506.38	149	0.17
SM3-PK50	14568	502.41	52.41	57.54	57.58	0.00021	0.92		5.41		544.17	201.02	0.18
SM3-PK50	14459	502.41	52.32	57.48	57.56	0.00021	1.2		8.1		418.89	107.45	0.19
SM3-PK50	14267	502.41	52.13	57.45	57.51	0.0002	1.1		6.99		456.13	124.55	0.18
SM3-PK50	14092	502.41	51.94	57.43	57.48	0.00015	1.03		5.86		489.31	119.72	0.16
SM3-PK50	13868	502.41	52.58	57.4	57.44	0.00018	0.82		4.39		609.3	237.3	0.16
SM3-PK50	13693	502.41	52.79	57.38	57.41	9.7E-05	0.78		3.51		640.45	171.68	0.13
SM3-PK50	13587	502.41	50.67	57.36	57.4	0.00011	0.94		4.75		533.5	114.72	0.14
SM3-PK50	13474	502.41	50.66	57.3	57.38	0.00022	1.22		8.38		411.86	105.27	0.2
SM3-PK50	13342	502.41	51.26	57.29	57.35	0.00017	1.1		6.68		458.5	112.8	0.17
SM3-PK50	13099	502.41	51.94	57.25	57.3	0.00024	0.98		6.15		511.6	190.76	0.19
SM3-PK50	12849	502.41	51.99	57.23	57.25	8.1E-05	0.62		2.36		810.68	273.03	0.11
SM3-PK50	12614	502.41	52.05	57.22	57.23	3.2E-05	0.44		1.1		1149.2	320.72	0.07
SM3-PK50	12434	502.41	50.59	57.22	57.22	2.5E-05	0.38		0.85		1310.83	373.12	0.07
SM3-PK50	12255	502.41	49.14	57.21	57.22	3.3E-05	0.41		1.02		1226.77	390.88	0.07
SM3-PK50	12050	502.41	48.61	57.21	57.21	1.4E-05	0.32		0.57		1557	373.6	0.05
SM3-PK50	11850	502.41	48.09	57.2	57.21	4.2E-05	0.45		1.25		1105.66	356.23	0.08
SM3-PK50	11614	502.41	49.04	57.19	57.2	5.1E-05	0.47		1.37		1079.59	394.5	0.09

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisaillement_Rive gauche	Cisaillement_Chenal	Cisaillement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	11389	502.41	49.99	57.17	57.18	5.3E-05	0.46		1.35		1095	418.73	0.09
SM3-PK50	11153	502.41	50.94	57.16	57.17	5.8E-05	0.49		1.54		1021.01	375.82	0.1
SM3-PK50	10900	502.41	50.63	57.15	57.16	3.9E-05	0.4		1.03		1248.84	465.85	0.08
SM3-PK50	10685	502.41	50.32	57.14	57.15	2.4E-05	0.33		0.68		1520.36	531.41	0.06
SM3-PK50	10447	502.41	50.2	57.14	57.14	1.6E-05	0.33		0.61		1534.54	402.03	0.05
SM3-PK50	10223	502.41	50.07	57.14	57.14	1.7E-05	0.33		0.62		1527.71	412.31	0.05
SM3-PK50	10031	502.41	49.89	57.13	57.14	1.7E-05	0.31		0.58		1599.02	469.1	0.05
SM3-PK50	9837	502.41	49.7	57.13	57.13	7E-06	0.23		0.28		2226.64	546.5	0.04
SM3-PK50	9649	502.41	49.74	57.13	57.13	1.2E-05	0.29		0.47		1746.25	448.73	0.05
SM3-PK50	9488	502.41	49.78	57.13	57.13	9E-06	0.28		0.42		1772.85	355.18	0.04
SM3-PK50	9289	502.41	49.49	57.12	57.13	0.00001	0.29		0.45		1719.37	371.48	0.04
SM3-PK50	9070	502.41	49.19	57.12	57.13	1.2E-05	0.3		0.49		1681.6	401.5	0.05
SM3-PK50	8877	502.41	48.9	57.12	57.12	6E-06	0.26		0.34		1937.28	349.79	0.04
SM3-PK50	8623	502.41	49.01	57.12	57.12	0.00001	0.31		0.49		1630.39	312.87	0.04
SM3-PK50	8383	502.41	49.11	57.11	57.12	1.1E-05	0.37		0.67		1342.72	208.94	0.05
SM3-PK50	8137	502.41	48.83	57.11	57.12	1.5E-05	0.43		0.89		1172.1	188.43	0.05
SM3-PK50	7911	502.41	48.54	57.1	57.11	2.1E-05	0.51		1.24		989.96	159.36	0.07
SM3-PK50	7656	502.41	48.26	57.08	57.1	2.9E-05	0.63		1.88		796.04	117.65	0.08
SM3-PK50	7436	502.41	48.26	57.07	57.1	4.4E-05	0.66		2.24		756.85	142.77	0.09
SM3-PK50	7215	502.41	48.27	57.07	57.09	2.9E-05	0.57		1.6		886.32	157.49	0.08
SM3-PK50	7002	502.41	48.27	57.07	57.08	1.3E-05	0.42		0.83		1203.02	182.36	0.05
SM3-PK50	6810	502.41	48.15	57.06	57.08	1.8E-05	0.49		1.13		1034.1	160.03	0.06
SM3-PK50	6635	502.41	48.03	57.06	57.07	0.00002	0.5		1.22		1001.69	162.39	0.06
SM3-PK50	6448	502.41	47.91	57.06	57.07	1.7E-05	0.48		1.09		1045.07	153.89	0.06
SM3-PK50	6266	502.41	47.76	57.06	57.06	1.1E-05	0.36		0.65		1383.87	233.91	0.05
SM3-PK50	6119	502.41	47.61	57.06	57.06	9E-06	0.27		0.4		1845.74	404.6	0.04
SM3-PK50	5954	503	47.25	57.05	57.06	1.4E-05	0.38		0.72		1340.56	257.49	0.05

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisaillement_Rive gauche	Cisaillement_Chenal	Cisaillement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	5769	503	46.89	57.03	57.05	4.4E-05	0.67		2.3		745.76	134.69	0.09
SM3-PK50	5567	503	46.53	57.04	57.04	1.3E-05	0.41		0.79		1241.84	195.29	0.05
SM3-PK50	5344	503	46.17	57.03	57.04	1.6E-05	0.36		0.69		1403.31	313.48	0.05
SM3-PK50	5200	503	46.3	57.03	57.04	1.3E-05	0.37		0.68		1376.78	261.73	0.05
SM3-PK50	5025	503	45.6	57.03	57.04	1.3E-05	0.35		0.64		1433.33	283.44	0.05
SM3-PK50	4957	503	45.95	57.03	57.03	7E-06	0.32		0.46		1583.34	217.44	0.04
SM3-PK50	4894	503	46.42	57.03	57.03	1.1E-05	0.33		0.57		1506.75	286.9	0.05
SM3-PK50	4717	503	47.08	57.03	57.03	5E-06	0.2		0.22		2518.02	580.66	0.03
SM3-PK50	4548	503	46.88	57.03	57.03	3E-06	0.16		0.13		3176.61	674.14	0.02
SM3-PK50	4391	503	46.68	57.03	57.03	2E-06	0.13		0.09		3790.83	668.36	0.02
SM3-PK50	4211	503	45.98	57.03	57.03	1E-06	0.09		0.04		5830.7	1053.81	0.01
SM3-PK50	4031	503	45.29	57.03	57.03	0	0.07		0.03		6761.35	1125.32	0.01
SM3-PK50	3812	503	45.75	57.03	57.03	1E-06	0.09		0.04		5752.36	901.71	0.01
SM3-PK50	3562	503	46.21	57.03	57.03	4E-06	0.25		0.28		2039.02	272.43	0.03
SM3-PK50	3305	503	46.07	57.03	57.03	3E-06	0.19		0.18		2615.27	399.05	0.02
SM3-PK50	3090	503	45.92	57.02	57.03	4E-06	0.25		0.28		2001.11	248.26	0.03
SM3-PK50	2909	503	45.85	57.02	57.03	4E-06	0.25		0.28		2000.98	247.52	0.03
SM3-PK50	2676	503	45.79	57.02	57.03	4E-06	0.24		0.25	0.03	2075.24	268.92	0.03
SM3-PK50	2483	503	45.72	57.02	57.02	4E-06	0.24		0.26		2117.54	290.32	0.03
SM3-PK50	2366	503	45.71	57.02	57.02	4E-06	0.22		0.3		2318.03	329.53	0.03
SM3-PK50	2255	503	44.86	57.02	57.02	7E-06	0.31		0.57		1601.33	176.13	0.03
SM3-PK50	2199	503	41.19	57.02	57.02	7E-06	0.31		0.57		1607.12	176.28	0.03
SM3-PK50	2122	503	40.9	57.02	57.02	0.00001	0.33		0.68		1538.75	220.56	0.04
SM3-PK50	2002	503	46.42	57.02	57.02	5E-06	0.24		0.35		2129.21	300.86	0.03
SM3-PK50	1782	503	45.79	57.02	57.02	5E-06	0.22		0.3		2327.59	346.92	0.03
SM3-PK50	1536	503	45.16	57.02	57.02	3E-06	0.2		0.25		2517.82	341.43	0.02
SM3-PK50	1309	503	45.19	57.01	57.02	7E-06	0.2		0.31		2454.62	551.16	0.03

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisaillement_Rive gauche	Cisaillement_Chenal	Cisaillement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	1079	503	45.27	57.01	57.02	5E-06	0.24		0.36		2108.67	302.94	0.03
SM3-PK50	872	503	45.25	57.01	57.01	5E-06	0.25		0.36		2046.99	247.95	0.03
SM3-PK50	687	503	43.98	57.01	57.01	8E-06	0.3		0.56		1675.49	224.17	0.04
SM3-PK50	423	503	42.71	57	57.01	9E-06	0.36		0.77		1391.52	157.7	0.04
SM3-PK50	298	503	43.17	57	57.01	8E-06	0.34		0.68		1465.92	157.89	0.04
SM3-PK50	193	503	38.82	57	57.01	8E-06	0.35		0.73		1417.5	150.68	0.04
SM3-PK50	72	503	43.06	57	57.01	9E-06	0.37		0.81		1346.41	149.08	0.04

A.3. Résultats de la simulation du débit médian estival – Condition de référence

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisailllement_Rive gauche	Cisailllement_Chenal	Cisailllement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	29479	100	62.26	72.51	72.52	0.00006	0.55		2.83		181.38	18.78	0.06
SM3-PK50	29366	100	62.96	72.49	72.51	9.4E-05	0.65		4.04		154.17	18.75	0.07
SM3-PK50	29254	102	62.71	72.49	72.5	5.8E-05	0.55		2.8		184.85	20.32	0.06
SM3-PK50	29151	102	62.64	72.48	72.5	5.2E-05	0.53		2.6		191.16	21.26	0.06
SM3-PK50	29032	102	62.9	72.48	72.49	2.7E-05	0.4		1.4	0.01	256.65	37.47	0.05
SM3-PK50	28963	102	63.96	72.48	72.49	1.7E-05	0.29		0.79		348.63	63.95	0.04
SM3-PK50	28941	102	65.25	72.48	72.49	0.00002	0.31	0.01	0.89		331.57	66.29	0.04
SM3-PK50	28924	102	66.02	72.48	72.49	2.5E-05	0.34	0.01	1.08	0.01	303.62	63.8	0.05
SM3-PK50	28894	102	67.55	72.48	72.49	5.1E-05	0.42		1.79		244.37	63.93	0.07
SM3-PK50	28861	102	68.85	72.47	72.48	0.0001	0.55		2.61		185.92	66.77	0.1
SM3-PK50	28819	102	65.86	72.47	72.47	1.9E-05	0.25	0.01	0.51	0.01	413.85	143.9	0.05
SM3-PK50	28773	102	68.23	72.46	72.47	0.00014	0.47		2.22		217.7	127.92	0.11
SM3-PK50	28730	102	68.64	72.35	72.44	0.0021	1.32		20.9		77.15	73.17	0.41
SM3-PK50	28671	102	68.98	72.12	72.28	0.00728	1.76		53.44		58	76.47	0.64
SM3-PK50	28615	102	69.62	71.94	71.99	0.00263	0.97		18.18		105.46	147.47	0.37
SM3-PK50	28542	102	69.92	71.83	71.86	0.00084	0.69		6.26		147.82	191.94	0.25
SM3-PK50	28506	102	70.03	71.8	71.83	0.0008	0.71		5.16		142.95	215.56	0.28
SM3-PK50	28470	102	69.44	71.77	71.8	0.00074	0.71		4.99		144.31	206.69	0.27
SM3-PK50	28411	102	69.49	71.54	71.77	0.00325	2.14		37.96		47.77	39.67	0.62
SM3-PK50	28283	102	69.21	71.05	71.26	0.00448	2.02		37.93		50.42	57.92	0.69
SM3-PK50	28141	102	68.93	70.5	70.61	0.00336	1.47		21.93		69.23	102.98	0.57
SM3-PK50	28107	102	68.9	70.38	70.5	0.00348	1.49		22.49		68.52	103.29	0.58
SM3-PK50	27980	102	67.53	70.13	70.19	0.00092	1.11		10.43		91.65	77.92	0.33
SM3-PK50	27844	102	66.74	69.98	70.04	0.00131	1.11		20.73		92.22	55.84	0.27
SM3-PK50	27734	102	65.95	69.79	69.85	0.00193	1.1		34.95		92.55	47.49	0.25
SM3-PK50	27521	102	65.53	69.59	69.61	0.00019	0.61		3.58		168.3	87.2	0.14
SM3-PK50	27423	102	67.5	69.41	69.49	0.00224	1.28		22.96		79.52	75.18	0.4

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisaillement_Rive gauche	Cisaillement_Chenal	Cisaillement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	27381	102	67.4	69.31	69.39	0.00269	1.27		25.55		80.33	82	0.41
SM3-PK50	27214	102	66.93	68.71	68.94	0.0041	2.14		30.75		47.61	60.64	0.77
SM3-PK50	27034	102	66.46	68.02	68.14	0.00332	1.54		23.35		66.29	90.67	0.57
SM3-PK50	26929	102	66.01	67.62	67.78	0.00399	1.75		29.77		58.13	74.88	0.64
SM3-PK50	26877	102	65.78	67.52	67.64	0.00235	1.52		21.03		67.1	72.73	0.51
SM3-PK50	26821	102	65.55	67.44	67.53	0.00136	1.32		14.87		77.12	67.47	0.4
SM3-PK50	26590	102	64.65	67.29	67.32	0.00028	0.79		4.66		128.74	74.63	0.19
SM3-PK50	26436	102	64.28	67.22	67.26	0.00051	0.85		9.2		120.35	63.34	0.2
SM3-PK50	26235	102	64.09	67.12	67.16	0.00048	0.82		8.65		123.91	64.39	0.19
SM3-PK50	26038	102	63.9	67.06	67.08	0.00032	0.64		5.34		159.64	89.53	0.15
SM3-PK50	25965	102	63.2	67.05	67.06	5.7E-05	0.52		1.25		197.35	85.28	0.11
SM3-PK50	25870	102	64.08	67.03	67.05	0.00012	0.7		2.37		145.15	68.36	0.15
SM3-PK50	25773	102	64.76	66.94	67.01	0.00083	1.11		7.66		92.12	93.64	0.36
SM3-PK50	25670	102	64.64	66.89	66.94	0.00038	0.91		4.71		111.94	87.79	0.26
SM3-PK50	25548	102	64.64	66.34	66.47	0.00772	1.58		55.27		64.42	87.57	0.59
SM3-PK50	25434	102	64.04	65.82	65.92	0.00168	1.41		17.34		72.14	67.14	0.44
SM3-PK50	25305	102	63	65.66	65.71	0.00126	1.04		20.18		98.35	58.58	0.26
SM3-PK50	25194	102	63.37	65.46	65.52	0.00215	1.08		23.29		94.56	84.47	0.33
SM3-PK50	25115	102	63.37	65.06	65.21	0.00612	1.69		59.97		60.52	58.95	0.53
SM3-PK50	25011	102	61.2	64.76	64.76	0.00026	0.38		6.12		265.14	110.44	0.08
SM3-PK50	24909	102	62.43	64.53	64.63	0.00278	1.42		30.41		71.97	63.71	0.43
SM3-PK50	24828	102	61.66	64.31	64.44	0.00197	1.6		27.27		63.91	43.02	0.42
SM3-PK50	24728	102	61.68	64.18	64.27	0.00115	1.39		15.31		73.54	53.18	0.38
SM3-PK50	24627	102	61.7	64.14	64.18	0.00022	0.92		4.14		111.06	55.78	0.21
SM3-PK50	24425	102	61.74	64	64.08	0.00076	1.29		9.43		79.04	61.77	0.36
SM3-PK50	24224	102	61.78	63.91	63.96	0.00036	0.98		5.18		104.24	70.86	0.26
SM3-PK50	24008	102	61.8	63.83	63.88	0.00037	1		5.38		101.91	67.55	0.26

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisaillement_Rive gauche	Cisaillement_Chenal	Cisaillement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	23819	102	61.81	63.76	63.81	0.00037	0.97		5.15		105.13	74.26	0.26
SM3-PK50	23784	102	61.81	63.75	63.8	0.00036	0.95		4.97		107.08	75.73	0.26
SM3-PK50	23690	102	60.97	63.73	63.77	0.00024	0.89		4.03		115.14	66.73	0.22
SM3-PK50	23510	102	61.05	63.69	63.72	0.00022	0.85		3.71		119.8	69.04	0.21
SM3-PK50	23328	102	61.13	63.62	63.67	0.00041	0.89		6.11		114.26	74.22	0.23
SM3-PK50	23146	102	61.21	63.52	63.55	0.00084	0.83		12.1		122.44	82.51	0.22
SM3-PK50	22934	102	61.05	63.2	63.28	0.00169	1.26		18.49		80.73	72.1	0.38
SM3-PK50	22725	102	60.89	62.97	63.03	0.00064	1.13		7.39		90.29	75.98	0.33
SM3-PK50	22519	102	60.73	62.74	62.84	0.00123	1.41		12.13		72.48	72.07	0.45
SM3-PK50	22305	102	60.57	62.59	62.63	0.00051	0.96		5.47		106.45	97.5	0.29
SM3-PK50	22135	102	60.18	62.5	62.55	0.00043	0.98		5.45		103.55	79.18	0.28
SM3-PK50	21956	102	59.79	62.43	62.47	0.00043	0.85		5.73		120.4	88.56	0.23
SM3-PK50	21901	102	60.64	62.39	62.43	0.00087	0.92		9.79		110.32	95.22	0.27
SM3-PK50	21864	102	60.82	62.36	62.4	0.00106	0.91		12.34		111.76	93.61	0.27
SM3-PK50	21821	102	60.63	62.29	62.34	0.00165	1.01		16.07		100.88	101.05	0.32
SM3-PK50	21709	102	60.38	62.04	62.1	0.00256	1.12		19.43		90.86	117.23	0.41
SM3-PK50	21598	102	60.12	61.74	61.84	0.0022	1.38		17.97		73.67	87.91	0.48
SM3-PK50	21422	102	59.44	61.47	61.55	0.00104	1.21		12.12		84.55	70.49	0.35
SM3-PK50	21327	102	59.51	61.37	61.42	0.00143	1.06		16.74		95.92	80.13	0.31
SM3-PK50	21175	102	59.27	61.06	61.11	0.00267	1.03		30.02		99.11	86.01	0.31
SM3-PK50	21016	102	59.03	60.63	60.69	0.00258	1.09		20.07		93.72	117.47	0.39
SM3-PK50	20954	102	58.45	60.55	60.59	0.00045	0.9		6.27		113.94	78.81	0.24
SM3-PK50	20920	102	57.42	60.54	60.58	0.00033	0.83		5.22		122.17	73.58	0.21
SM3-PK50	20844	102	55.42	60.54	60.55	3.4E-05	0.46		0.94		220.03	76.56	0.09
SM3-PK50	20775	102	52.3	60.54	60.55	4.1E-05	0.5		1.1		203.95	68.49	0.09
SM3-PK50	20668	102	58.62	60.32	60.44	0.00251	1.52		26.88		67.18	61.01	0.46
SM3-PK50	20474	102	57.83	59.84	59.94	0.00254	1.41		24.07		72.46	74.35	0.46

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisailement_Rive gauche	Cisailement_Chenal	Cisailement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	20441	102	56.39	59.81	59.87	0.00085	1.08		12.25		94.65	62.3	0.28
SM3-PK50	20357	102	52.72	59.8	59.81	0.00005	0.52		1.62		195.06	54.8	0.09
SM3-PK50	20319	102	53.75	59.79	59.81	8.1E-05	0.61		2.32		166.36	52.33	0.11
SM3-PK50	20269	102	56.84	59.77	59.8	0.00026	0.81		4.75		125.41	66.11	0.19
SM3-PK50	20178	102	57.08	59.71	59.76	0.00062	0.96		7.5		106.73	84.5	0.27
SM3-PK50	20104	102	56.05	59.71	59.72	6.8E-05	0.51		1.67		201.02	78.7	0.1
SM3-PK50	20071	102	55.39	59.7	59.72	6.7E-05	0.58		2.03		176.15	54.24	0.1
SM3-PK50	19824	102	56.55	59.66	59.69	0.00018	0.73		3.69		138.89	63.48	0.16
SM3-PK50	19579	102	57.71	59.55	59.59	0.00057	0.89		6.63		114.54	96.69	0.26
SM3-PK50	19400	102	57.55	59.42	59.48	0.00074	1.07		7.05		95.46	97.45	0.34
SM3-PK50	19223	102	57.1	59.33	59.37	0.00037	0.89		4.52		114.19	89.71	0.25
SM3-PK50	19066	102	56.79	59.28	59.31	0.00035	0.77		4.68		132.9	96.73	0.21
SM3-PK50	18972	102	57.07	59.22	59.26	0.00066	0.93		7.39		109.17	95.79	0.28
SM3-PK50	18828	102	56.98	59.06	59.1	0.00159	0.88	6.89	13.76		117.85	108.93	0.28
SM3-PK50	18666	102	56.81	58.88	58.93	0.00053	0.95		7.2		106.81	76.02	0.26
SM3-PK50	18441	102	56.68	58.76	58.81	0.0005	0.96		7.11		106.75	72.94	0.25
SM3-PK50	18295	102	56.97	58.73	58.75	0.00026	0.62	1.08	2.98		167.52	131.61	0.18
SM3-PK50	18167	102	57.26	58.3	58.41	0.00583	1.49	13.41	26.1		69.95	130.95	0.68
SM3-PK50	18020	102	56.2	57.82	57.89	0.00074	1.12		7.56		91.25	87.53	0.35
SM3-PK50	17888	102	55.13	57.78	57.82	0.00018	0.8		3.19		128	70.2	0.19
SM3-PK50	17725	102	55.69	57.74	57.78	0.00028	0.87		4.09		117.09	79.05	0.23
SM3-PK50	17554	102	56.25	57.47	57.55	0.00237	1.26		19.92		81.27	94.55	0.43
SM3-PK50	17428	102	54.21	57.32	57.35	0.00045	0.84		7.19		121.48	73.92	0.21
SM3-PK50	17286	102	52.16	57.28	57.31	0.0002	0.74		4.87		137.02	51.91	0.15
SM3-PK50	17112	102	52.87	57.25	57.27	0.00015	0.68		3.16		149.73	68.11	0.15
SM3-PK50	16930	102	53.57	57.22	57.25	0.00016	0.66		3.07		155.2	80.72	0.15
SM3-PK50	16765	102.41	54.28	57.19	57.21	0.00021	0.67		3.37		152.4	91.57	0.17

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisailement_Rive gauche	Cisailement_Chenal	Cisailement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	16517	102.41	54.45	57.13	57.15	0.00029	0.68		3.7		151.26	114.95	0.19
SM3-PK50	16301	102.41	54.63	57.09	57.1	0.00017	0.5		2.04		205.05	162.65	0.14
SM3-PK50	16066	102.41	53.38	57.06	57.07	8.1E-05	0.46		1.51		222.7	115.38	0.11
SM3-PK50	15880	102.41	52.12	57.05	57.06	2.4E-05	0.3		0.6		336.97	130.84	0.06
SM3-PK50	15702	102.41	50.87	57.05	57.06	2.3E-05	0.36		0.76		283.56	79.23	0.06
SM3-PK50	15487	102.41	52.57	57.05	57.05	1.4E-05	0.25		0.38		416.04	145.35	0.05
SM3-PK50	15270	102.41	54.28	57.04	57.05	2.7E-05	0.25		0.45		416.68	243.99	0.06
SM3-PK50	15151	102.41	53.69	57.04	57.04	4.2E-05	0.29		0.69		347.91	207.7	0.07
SM3-PK50	14945	102.41	53.09	57.03	57.04	1.8E-05	0.28		0.44		366.62	144.72	0.06
SM3-PK50	14730	102.41	52.5	57.03	57.03	1.1E-05	0.24		0.32		428.2	143.28	0.04
SM3-PK50	14568	102.41	52.41	57.03	57.03	1.5E-05	0.23		0.35		445.78	183.5	0.05
SM3-PK50	14459	102.41	52.32	57.02	57.03	1.3E-05	0.28		0.45		370.07	105	0.05
SM3-PK50	14267	102.41	52.13	57.02	57.03	1.2E-05	0.25		0.39		402.66	124.1	0.05
SM3-PK50	14092	102.41	51.94	57.02	57.02	9E-06	0.23		0.31		440.95	118.17	0.04
SM3-PK50	13868	102.41	52.58	57.02	57.02	1.2E-05	0.2		0.27		518.27	235.66	0.04
SM3-PK50	13693	102.41	52.79	57.02	57.02	6E-06	0.18		0.18		578.3	169.29	0.03
SM3-PK50	13587	102.41	50.67	57.02	57.02	6E-06	0.21		0.23		494.73	113.42	0.03
SM3-PK50	13474	102.41	50.66	57.01	57.02	1.1E-05	0.27		0.41		381.65	102.33	0.04
SM3-PK50	13342	102.41	51.26	57.01	57.02	9E-06	0.24		0.33		427.57	111.49	0.04
SM3-PK50	13099	102.41	51.94	57.01	57.01	0.00001	0.22		0.29		471.33	151.81	0.04
SM3-PK50	12849	102.41	51.99	57.01	57.01	4E-06	0.14		0.12		751.84	270.89	0.03
SM3-PK50	12614	102.41	52.05	57.01	57.01	2E-06	0.09		0.05		1082.01	319.16	0.02
SM3-PK50	12434	102.41	50.59	57.01	57.01	1E-06	0.08		0.04		1234.24	367.24	0.01
SM3-PK50	12255	102.41	49.14	57.01	57.01	2E-06	0.09		0.05		1149.09	384.63	0.02
SM3-PK50	12050	102.41	48.61	57.01	57.01	1E-06	0.07		0.03		1483.38	369.79	0.01
SM3-PK50	11850	102.41	48.09	57.01	57.01	2E-06	0.1		0.06		1038.92	354.75	0.02
SM3-PK50	11614	102.41	49.04	57.01	57.01	3E-06	0.1		0.07		1010.38	388.56	0.02

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisaillement_Rive gauche	Cisaillement_Chenal	Cisaillement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	11389	102.41	49.99	57.01	57.01	3E-06	0.1		0.07		1025.97	413.94	0.02
SM3-PK50	11153	102.41	50.94	57.01	57.01	3E-06	0.11		0.07		964.16	374.77	0.02
SM3-PK50	10900	102.41	50.63	57.01	57.01	2E-06	0.09		0.05		1182.58	463.37	0.02
SM3-PK50	10685	102.41	50.32	57.01	57.01	1E-06	0.07		0.03		1447.13	529.29	0.01
SM3-PK50	10447	102.41	50.2	57.01	57.01	1E-06	0.07		0.03		1482.27	385.66	0.01
SM3-PK50	10223	102.41	50.07	57.01	57.01	1E-06	0.07		0.03		1476.57	366.55	0.01
SM3-PK50	10031	102.41	49.89	57.01	57.01	1E-06	0.07		0.03		1539.71	466.28	0.01
SM3-PK50	9837	102.41	49.7	57.01	57.01	0	0.05		0.01		2157.72	545.8	0.01
SM3-PK50	9649	102.41	49.74	57.01	57.01	1E-06	0.06		0.02		1692.27	430.16	0.01
SM3-PK50	9488	102.41	49.78	57.01	57.01	0	0.06		0.02		1729.98	353.5	0.01
SM3-PK50	9289	102.41	49.49	57.01	57.01	0	0.06		0.02		1675.53	364.22	0.01
SM3-PK50	9070	102.41	49.19	57.01	57.01	1E-06	0.06		0.02		1635.27	392.17	0.01
SM3-PK50	8877	102.41	48.9	57.01	57.01	0	0.05		0.01		1896.84	348.52	0.01
SM3-PK50	8623	102.41	49.01	57	57.01	0	0.06		0.02		1595.59	305.88	0.01
SM3-PK50	8383	102.41	49.11	57	57.01	0	0.08		0.03		1320.32	207.49	0.01
SM3-PK50	8137	102.41	48.83	57	57.01	1E-06	0.09		0.04		1152.93	187.2	0.01
SM3-PK50	7911	102.41	48.54	57	57	1E-06	0.11		0.05		975.02	156.92	0.01
SM3-PK50	7656	102.41	48.26	57	57	1E-06	0.13		0.08		786.57	116.78	0.02
SM3-PK50	7436	102.41	48.26	57	57	2E-06	0.14		0.1		746.77	141.02	0.02
SM3-PK50	7215	102.41	48.27	57	57	1E-06	0.12		0.07		875.8	156.32	0.02
SM3-PK50	7002	102.41	48.27	57	57	1E-06	0.09		0.04		1190.7	181.94	0.01
SM3-PK50	6810	102.41	48.15	57	57	1E-06	0.1		0.05		1024.26	159.85	0.01
SM3-PK50	6635	102.41	48.03	57	57	1E-06	0.1		0.05		992.4	160.05	0.01
SM3-PK50	6448	102.41	47.91	57	57	1E-06	0.1		0.05		1036.66	152.7	0.01
SM3-PK50	6266	102.41	47.76	57	57	0	0.07		0.03		1370.83	233.64	0.01
SM3-PK50	6119	102.41	47.61	57	57	0	0.06		0.02		1822.97	403.08	0.01
SM3-PK50	5954	103	47.25	57	57	1E-06	0.08		0.03		1327.46	257.17	0.01

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisaillement_Rive gauche	Cisaillement_Chenal	Cisaillement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	5769	103	46.89	57	57	2E-06	0.14		0.1		741.72	133.3	0.02
SM3-PK50	5567	103	46.53	57	57	1E-06	0.08		0.03		1235.3	195.23	0.01
SM3-PK50	5344	103	46.17	57	57	1E-06	0.07		0.03		1393.38	313.11	0.01
SM3-PK50	5200	103	46.3	57	57	1E-06	0.08		0.03		1369.05	261.28	0.01
SM3-PK50	5025	103	45.6	57	57	1E-06	0.07		0.03		1425.48	282.33	0.01
SM3-PK50	4957	103	45.95	57	57	0	0.07		0.02		1577.32	216.54	0.01
SM3-PK50	4894	103	46.42	57	57	0	0.07		0.02		1499.07	286.1	0.01
SM3-PK50	4717	103	47.08	57	57	0	0.04		0.01		2502.11	579.18	0.01
SM3-PK50	4548	103	46.88	57	57	0	0.03		0.01		3158.15	671.66	0
SM3-PK50	4391	103	46.68	57	57	0	0.03		0		3772.51	667.41	0
SM3-PK50	4211	103	45.98	57	57	0	0.02		0		5801.81	1051.99	0
SM3-PK50	4031	103	45.29	57	57	0	0.02		0		6730.48	1125.15	0
SM3-PK50	3812	103	45.75	57	57	0	0.02		0		5727.93	899.69	0
SM3-PK50	3562	103	46.21	57	57	0	0.05		0.01		2032.38	272.24	0.01
SM3-PK50	3305	103	46.07	57	57	0	0.04		0.01		2605.54	399.03	0
SM3-PK50	3090	103	45.92	57	57	0	0.05		0.01		1995.51	248.18	0.01
SM3-PK50	2909	103	45.85	57	57	0	0.05		0.01		1995.55	247.51	0.01
SM3-PK50	2676	103	45.79	57	57	0	0.05		0.01	0	2069.27	268.45	0.01
SM3-PK50	2483	103	45.72	57	57	0	0.05		0.01		2111.61	290.09	0.01
SM3-PK50	2366	103	45.71	57	57	0	0.04		0.01		2311.3	329.27	0.01
SM3-PK50	2255	103	44.86	57	57	0	0.06		0.02		1598.27	175.99	0.01
SM3-PK50	2199	103	41.19	57	57	0	0.06		0.02		1604.11	175.92	0.01
SM3-PK50	2122	103	40.9	57	57	0	0.07		0.03		1535.26	220.25	0.01
SM3-PK50	2002	103	46.42	57	57	0	0.05		0.01		2124.16	300.7	0.01
SM3-PK50	1782	103	45.79	57	57	0	0.04		0.01		2322.1	345.23	0.01
SM3-PK50	1536	103	45.16	57	57	0	0.04		0.01		2512.62	341.21	0
SM3-PK50	1309	103	45.19	57	57	0	0.04		0.01		2447.08	548.97	0.01

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisaillement_Rive gauche	Cisaillement_Chenal	Cisaillement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	1079	103	45.27	57	57	0	0.05		0.02		2105.17	302.38	0.01
SM3-PK50	872	103	45.25	57	57	0	0.05		0.02		2044.43	247.76	0.01
SM3-PK50	687	103	43.98	57	57	0	0.06		0.02		1673.72	223.94	0.01
SM3-PK50	423	103	42.71	57	57	0	0.07		0.03		1391	157.67	0.01
SM3-PK50	298	103	43.17	57	57	0	0.07		0.03		1465.44	157.87	0.01
SM3-PK50	193	103	38.82	57	57	0	0.07		0.03		1417.23	150.66	0.01
SM3-PK50	72	103	43.06	57	57	0	0.08		0.03		1346.41	149.08	0.01

A.4. Résultats de la simulation du débit médian estival – Condition projetée

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisaillement_Rive gauche	Cisaillement_Chenal	Cisaillement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	29479	55	62.26	72.24	72.24	0.00002	0.31		0.91		176.32	18.76	0.03
SM3-PK50	29366	55	62.96	72.23	72.24	3.1E-05	0.37		1.31		149.3	18.74	0.04
SM3-PK50	29254	57	62.71	72.23	72.24	1.9E-05	0.32		0.93		179.65	20.27	0.03
SM3-PK50	29151	57	62.64	72.23	72.23	1.8E-05	0.31		0.86		185.79	21.18	0.03
SM3-PK50	29032	57	62.9	72.23	72.23	9E-06	0.23		0.48	0	247.16	37.4	0.03
SM3-PK50	28963	57	63.96	72.23	72.23	6E-06	0.17		0.27		332.53	62.84	0.02
SM3-PK50	28941	57	65.25	72.23	72.23	7E-06	0.18		0.31		315.04	64.52	0.03
SM3-PK50	28924	57	66.02	72.23	72.23	9E-06	0.2		0.38		287.53	63.59	0.03
SM3-PK50	28894	57	67.55	72.23	72.23	0.00002	0.25		0.65		228.51	63.33	0.04
SM3-PK50	28861	57	68.85	72.22	72.23	4.2E-05	0.34		1		169.79	65.66	0.07
SM3-PK50	28819	57	65.86	72.23	72.23	8E-06	0.15		0.2		378.43	143.12	0.03
SM3-PK50	28773	57	68.23	72.22	72.23	7.6E-05	0.39		1.45		147.14	74.31	0.09
SM3-PK50	28730	57	68.64	72.16	72.2	0.00121	0.9		10.18		63.52	71.46	0.3
SM3-PK50	28671	57	68.98	71.94	72.02	0.00498	1.28		30.18		44.53	71.12	0.52
SM3-PK50	28615	57	69.62	71.68	71.72	0.00342	0.84		15.82		67.57	141.41	0.39
SM3-PK50	28542	57	69.92	71.47	71.49	0.00134	0.7		7.19		81.51	147.7	0.3
SM3-PK50	28506	57	70.03	71.4	71.44	0.0017	0.81		7.61		69.94	152.66	0.38
SM3-PK50	28470	57	69.44	71.36	71.39	0.00107	0.74		5.86		77.05	136.52	0.31
SM3-PK50	28411	57	69.49	71.17	71.31	0.00221	1.65		23.31		34.64	31.89	0.5
SM3-PK50	28283	57	69.21	70.79	70.92	0.00391	1.59		25.6		35.8	53.15	0.62
SM3-PK50	28141	57	68.93	70.14	70.26	0.00523	1.52		25.62		37.56	74.44	0.68
SM3-PK50	28107	57	68.9	69.98	70.09	0.00418	1.5		23.75		38.07	65.26	0.63
SM3-PK50	27980	57	67.53	69.66	69.71	0.00119	1.01		9.64		56.27	66.81	0.35
SM3-PK50	27844	57	66.74	69.52	69.55	0.00108	0.85		13.3		67.02	52.13	0.24
SM3-PK50	27734	57	65.95	69.38	69.42	0.00126	0.78		18.53		73.54	46.8	0.2
SM3-PK50	27521	57	65.53	69.25	69.26	0.00011	0.41		1.72		139.33	85.03	0.1
SM3-PK50	27423	57	67.5	69.11	69.16	0.00196	0.99		15.05		57.6	73.02	0.36

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisaillement_Rive gauche	Cisaillement_Chenal	Cisaillement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	27381	57	67.4	69.03	69.08	0.00213	0.97		16.11		58.74	75.41	0.35
SM3-PK50	27214	57	66.93	68.47	68.62	0.00409	1.71		21.83		33.42	60.1	0.73
SM3-PK50	27034	57	66.46	67.8	67.88	0.0034	1.23		16.79		46.33	90.45	0.55
SM3-PK50	26929	57	66.01	67.28	67.42	0.00654	1.67		31.39		34.04	68.32	0.76
SM3-PK50	26877	57	65.78	67.11	67.22	0.00406	1.47		23.02		38.67	66.28	0.62
SM3-PK50	26821	57	65.55	67.01	67.08	0.00198	1.18		13.83		48.16	66.38	0.44
SM3-PK50	26590	57	64.65	66.78	66.8	0.00025	0.62		3.14		91.86	70.78	0.17
SM3-PK50	26436	57	64.28	66.73	66.75	0.00039	0.63		5.58		89.78	60.08	0.17
SM3-PK50	26235	57	64.09	66.66	66.68	0.00033	0.6		4.95		94.63	60.38	0.15
SM3-PK50	26038	57	63.9	66.61	66.62	0.00022	0.47		3.08		121.22	81.57	0.12
SM3-PK50	25965	57	63.2	66.6	66.61	3.4E-05	0.36		0.63		160.18	82.11	0.08
SM3-PK50	25870	57	64.08	66.59	66.61	7.4E-05	0.49		1.24		115.84	66.94	0.12
SM3-PK50	25773	57	64.76	66.51	66.56	0.00084	1.04		6.99		54.83	60.87	0.35
SM3-PK50	25670	57	64.64	66.46	66.49	0.00043	0.77		3.74		74.47	83.41	0.26
SM3-PK50	25548	57	64.64	65.94	66.05	0.00712	1.5		49.95		38	52.51	0.56
SM3-PK50	25434	57	64.04	65.43	65.51	0.00209	1.22		14.68		46.74	64.66	0.46
SM3-PK50	25305	57	63	65.28	65.3	0.00073	0.74		10.29		77.19	52.64	0.19
SM3-PK50	25194	57	63.37	65.12	65.16	0.00192	0.86		15.41		66.3	80.32	0.3
SM3-PK50	25115	57	63.37	64.71	64.81	0.00708	1.42		48.23		40.15	56.73	0.54
SM3-PK50	25011	57	61.2	64.34	64.35	0.00015	0.26		2.95		219.85	109.05	0.06
SM3-PK50	24909	57	62.43	64.07	64.16	0.00417	1.3		29.67		43.73	59.54	0.49
SM3-PK50	24828	57	61.66	63.85	63.93	0.00141	1.24		17.11		46.09	35.3	0.35
SM3-PK50	24728	57	61.68	63.74	63.8	0.00106	1.11		10.77		51.33	49.04	0.35
SM3-PK50	24627	57	61.7	63.7	63.73	0.00015	0.66		2.26		86.98	54.38	0.17
SM3-PK50	24425	57	61.74	63.56	63.62	0.00089	1.09		7.6		52.36	59.71	0.37
SM3-PK50	24224	57	61.78	63.45	63.48	0.00037	0.79		3.75		72.35	68.56	0.24
SM3-PK50	24008	57	61.8	63.37	63.41	0.00037	0.8		3.83		71.32	66.6	0.25

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisaillement_Rive gauche	Cisaillement_Chenal	Cisaillement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	23819	57	61.81	63.3	63.33	0.00041	0.8		3.93		71.34	71.96	0.26
SM3-PK50	23784	57	61.81	63.29	63.32	0.00039	0.79		3.81		72.46	73.03	0.25
SM3-PK50	23690	57	60.97	63.26	63.29	0.0002	0.67		2.55		84.72	65.07	0.19
SM3-PK50	23510	57	61.05	63.23	63.25	0.00016	0.63		2.2		89.78	63.37	0.17
SM3-PK50	23328	57	61.13	63.18	63.21	0.00037	0.7		4.09		81.91	71.52	0.21
SM3-PK50	23146	57	61.21	63.08	63.1	0.00074	0.65		8.09		87.68	78.13	0.2
SM3-PK50	22934	57	61.05	62.82	62.87	0.00145	1.03		13.18		55.1	59.1	0.34
SM3-PK50	22725	57	60.89	62.63	62.66	0.0005	0.87		4.72		65.32	67.6	0.28
SM3-PK50	22519	57	60.73	62.42	62.48	0.00126	1.15		8.97		49.67	68.04	0.43
SM3-PK50	22305	57	60.57	62.25	62.28	0.0005	0.77		3.88		74.42	93.35	0.27
SM3-PK50	22135	57	60.18	62.18	62.21	0.00032	0.72		3.18		78.81	76.24	0.23
SM3-PK50	21956	57	59.79	62.14	62.16	0.00027	0.6		3.03		95.09	82.27	0.18
SM3-PK50	21901	57	60.64	62.11	62.13	0.00064	0.68		5.71		83.91	91.34	0.23
SM3-PK50	21864	57	60.82	62.08	62.1	0.00074	0.66		6.92		86.57	90.83	0.22
SM3-PK50	21821	57	60.63	62.03	62.06	0.00135	0.76		9.94		75.08	99.32	0.28
SM3-PK50	21709	57	60.38	61.74	61.79	0.00341	1		17.46		57.19	109.32	0.44
SM3-PK50	21598	57	60.12	61.39	61.47	0.00251	1.25		15.96		45.55	69.78	0.49
SM3-PK50	21422	57	59.44	61.11	61.16	0.00081	0.94		7.79		60.87	61.66	0.3
SM3-PK50	21327	57	59.51	61.03	61.06	0.00115	0.82		10.63		69.93	73.76	0.27
SM3-PK50	21175	57	59.27	60.8	60.83	0.00184	0.73		16.48		77.66	84.78	0.24
SM3-PK50	21016	57	59.03	60.3	60.35	0.0042	1.03		20.95		55.21	108.06	0.46
SM3-PK50	20954	57	58.45	60.17	60.19	0.00036	0.67		3.88		84.6	75.97	0.2
SM3-PK50	20920	57	57.42	60.16	60.18	0.00021	0.6		2.83		95.47	68.56	0.16
SM3-PK50	20844	57	55.42	60.16	60.17	1.6E-05	0.3		0.4		191.67	73.48	0.06
SM3-PK50	20775	57	52.3	60.16	60.17	1.6E-05	0.32		0.43		180.18	58.17	0.06
SM3-PK50	20668	57	58.62	59.99	60.06	0.00235	1.21		18.74		47.23	57.76	0.43
SM3-PK50	20474	57	57.83	59.45	59.53	0.00311	1.27		21.77		44.79	62.37	0.48

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisaillement_Rive gauche	Cisaillement_Chenal	Cisaillement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	20441	57	56.39	59.42	59.45	0.00042	0.77		6.24		73.8	46.88	0.2
SM3-PK50	20357	57	52.72	59.41	59.42	2.1E-05	0.33		0.64		174.54	51.59	0.06
SM3-PK50	20319	57	53.75	59.41	59.42	3.7E-05	0.39		0.96		146.67	50.77	0.07
SM3-PK50	20269	57	56.84	59.4	59.41	0.00016	0.56		2.42		101.28	64.36	0.14
SM3-PK50	20178	57	57.08	59.35	59.38	0.00056	0.74		5.03		76.55	81.94	0.25
SM3-PK50	20104	57	56.05	59.34	59.35	3.3E-05	0.33		0.73		172.9	75.13	0.07
SM3-PK50	20071	57	55.39	59.34	59.34	0.00003	0.36		0.83		156.76	52.9	0.07
SM3-PK50	19824	57	56.55	59.32	59.33	9.4E-05	0.49		1.7		117.33	62.69	0.11
SM3-PK50	19579	57	57.71	59.23	59.26	0.00048	0.68		4.21		84.14	94.05	0.23
SM3-PK50	19400	57	57.55	59.11	59.14	0.00077	0.87		5.22		65.65	94.68	0.33
SM3-PK50	19223	57	57.1	59.02	59.05	0.00028	0.66		2.66		86.88	88.63	0.21
SM3-PK50	19066	57	56.79	58.99	59.01	0.00022	0.54		2.47		105.36	91.94	0.16
SM3-PK50	18972	57	57.07	58.95	58.97	0.00047	0.68		4.21		83.81	91.41	0.23
SM3-PK50	18828	57	56.98	58.83	58.85	0.00124	0.67	2.7	8.32		87.19	103.93	0.24
SM3-PK50	18666	57	56.81	58.71	58.73	0.00024	0.61		2.98		94.05	72.62	0.17
SM3-PK50	18441	57	56.68	58.66	58.68	0.0002	0.57		2.62		99.27	72.31	0.16
SM3-PK50	18295	57	56.97	58.65	58.65	0.0001	0.37	0.37	1.09		156.19	131.15	0.11
SM3-PK50	18167	57	57.26	58.12	58.21	0.00818	1.34	5.97	23.54		43.29	127.54	0.75
SM3-PK50	18020	57	56.2	57.48	57.52	0.00064	0.89		5.21		63.71	76.11	0.31
SM3-PK50	17888	57	55.13	57.45	57.47	9.3E-05	0.54		1.51		105.67	63.55	0.13
SM3-PK50	17725	57	55.69	57.42	57.44	0.00018	0.61		2.16		92.76	75.37	0.18
SM3-PK50	17554	57	56.25	57.22	57.27	0.00181	0.96		12.47		59.32	84.1	0.37
SM3-PK50	17428	57	54.21	57.12	57.13	0.00019	0.53		2.94		107.19	68.94	0.14
SM3-PK50	17286	57	52.16	57.1	57.11	7.3E-05	0.45		1.76		128.02	50.14	0.09
SM3-PK50	17112	57	52.87	57.09	57.1	5.4E-05	0.41		1.14		139.22	63.55	0.09
SM3-PK50	16930	57	53.57	57.08	57.09	6.1E-05	0.4		1.12		144.04	75.96	0.09
SM3-PK50	16765	57.41	54.28	57.07	57.08	8.1E-05	0.41		1.25		141.3	89.23	0.1

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisaillement_Rive gauche	Cisaillement_Chenal	Cisaillement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	16517	57.41	54.45	57.05	57.05	0.00011	0.41		1.35		141.54	113.88	0.12
SM3-PK50	16301	57.41	54.63	57.03	57.03	0.00006	0.29		0.71		195.54	160.57	0.08
SM3-PK50	16066	57.41	53.38	57.02	57.02	2.7E-05	0.26		0.5		217.95	115.16	0.06
SM3-PK50	15880	57.41	52.12	57.02	57.02	8E-06	0.17		0.19		332.12	129.97	0.03
SM3-PK50	15702	57.41	50.87	57.02	57.02	7E-06	0.2		0.24		280.93	79.11	0.03
SM3-PK50	15487	57.41	52.57	57.02	57.02	4E-06	0.14		0.12		411.39	145.19	0.03
SM3-PK50	15270	57.41	54.28	57.01	57.01	9E-06	0.14		0.15		409.62	243.95	0.03
SM3-PK50	15151	57.41	53.69	57.01	57.01	1.4E-05	0.17		0.22		342.66	207.49	0.04
SM3-PK50	14945	57.41	53.09	57.01	57.01	6E-06	0.16		0.14		363.53	144.56	0.03
SM3-PK50	14730	57.41	52.5	57.01	57.01	4E-06	0.13		0.1		425.37	143.07	0.02
SM3-PK50	14568	57.41	52.41	57.01	57.01	5E-06	0.13		0.11		442.37	182.86	0.03
SM3-PK50	14459	57.41	52.32	57.01	57.01	4E-06	0.16		0.14		368.34	104.91	0.03
SM3-PK50	14267	57.41	52.13	57.01	57.01	4E-06	0.14		0.12		400.77	124.08	0.03
SM3-PK50	14092	57.41	51.94	57.01	57.01	3E-06	0.13		0.1		439.29	118.12	0.02
SM3-PK50	13868	57.41	52.58	57.01	57.01	4E-06	0.11		0.08		515.25	235.6	0.02
SM3-PK50	13693	57.41	52.79	57.01	57.01	2E-06	0.1		0.06		576.24	169.21	0.02
SM3-PK50	13587	57.41	50.67	57.01	57.01	2E-06	0.12		0.07		493.46	113.37	0.02
SM3-PK50	13474	57.41	50.66	57	57.01	4E-06	0.15		0.13		380.68	102.24	0.02
SM3-PK50	13342	57.41	51.26	57	57	3E-06	0.13		0.1		426.55	111.45	0.02
SM3-PK50	13099	57.41	51.94	57	57	3E-06	0.12		0.09		470.18	150.71	0.02
SM3-PK50	12849	57.41	51.99	57	57	1E-06	0.08		0.04		749.94	270.84	0.01
SM3-PK50	12614	57.41	52.05	57	57	1E-06	0.05		0.02		1079.77	319.11	0.01
SM3-PK50	12434	57.41	50.59	57	57	0	0.05		0.01		1231.77	367.06	0.01
SM3-PK50	12255	57.41	49.14	57	57	1E-06	0.05		0.02		1146.63	384.56	0.01
SM3-PK50	12050	57.4	48.61	57	57	0	0.04		0.01		1481.01	369.68	0.01
SM3-PK50	11850	57.4	48.09	57	57	1E-06	0.06		0.02		1036.75	354.7	0.01
SM3-PK50	11614	57.4	49.04	57	57	1E-06	0.06		0.02		1008.25	388.37	0.01

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisaillement_Rive gauche	Cisaillement_Chenal	Cisaillement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	11389	57.4	49.99	57	57	1E-06	0.06		0.02		1023.82	413.79	0.01
SM3-PK50	11153	57.4	50.94	57	57	1E-06	0.06		0.02		962.33	374.73	0.01
SM3-PK50	10900	57.4	50.63	57	57	1E-06	0.05		0.02		1180.6	463.3	0.01
SM3-PK50	10685	57.4	50.32	57	57	0	0.04		0.01		1444.88	529.22	0.01
SM3-PK50	10447	57.4	50.2	57	57	0	0.04		0.01		1480.62	385.24	0.01
SM3-PK50	10223	57.4	50.07	57	57	0	0.04		0.01		1475.12	365.96	0.01
SM3-PK50	10031	57.4	49.89	57	57	0	0.04		0.01		1537.87	466.2	0.01
SM3-PK50	9837	57.4	49.7	57	57	0	0.03		0		2155.73	545.78	0
SM3-PK50	9649	57.4	49.74	57	57	0	0.03		0.01		1690.7	429.61	0.01
SM3-PK50	9488	57.4	49.78	57	57	0	0.03		0.01		1728.68	353.45	0
SM3-PK50	9289	57.4	49.49	57	57	0	0.03		0.01		1674.31	364.02	0.01
SM3-PK50	9070	57.4	49.19	57	57	0	0.04		0.01		1633.84	391.88	0.01
SM3-PK50	8877	57.4	48.9	57	57	0	0.03		0		1895.57	348.48	0
SM3-PK50	8623	57.4	49.01	57	57	0	0.04		0.01		1594.57	305.67	0.01
SM3-PK50	8383	57.4	49.11	57	57	0	0.04		0.01		1319.62	207.44	0.01
SM3-PK50	8137	57.4	48.83	57	57	0	0.05		0.01		1152.35	187.16	0.01
SM3-PK50	7911	57.4	48.54	57	57	0	0.06		0.02		974.54	156.84	0.01
SM3-PK50	7656	57.4	48.26	57	57	0	0.07		0.03		786.29	116.75	0.01
SM3-PK50	7436	57.4	48.26	57	57	1E-06	0.08		0.03		746.47	140.97	0.01
SM3-PK50	7215	57.4	48.27	57	57	0	0.07		0.02		875.46	156.28	0.01
SM3-PK50	7002	57.4	48.27	57	57	0	0.05		0.01		1190.31	181.92	0.01
SM3-PK50	6810	57.4	48.15	57	57	0	0.06		0.02		1023.97	159.84	0.01
SM3-PK50	6635	57.39	48.03	57	57	0	0.06		0.02		992.15	160.02	0.01
SM3-PK50	6448	57.4	47.91	57	57	0	0.06		0.01		1036.43	152.66	0.01
SM3-PK50	6266	57.4	47.76	57	57	0	0.04		0.01		1370.48	233.63	0.01
SM3-PK50	6119	57.4	47.61	57	57	0	0.03		0.01		1822.35	403.06	0
SM3-PK50	5954	57.99	47.25	57	57	0	0.04		0.01		1327.07	257.16	0.01

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisaillement_Rive gauche	Cisaillement_Chenal	Cisaillement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	5769	57.99	46.89	57	57	1E-06	0.08		0.03		741.6	133.26	0.01
SM3-PK50	5567	57.99	46.53	57	57	0	0.05		0.01		1235.12	195.23	0.01
SM3-PK50	5344	57.99	46.17	57	57	0	0.04		0.01		1392.99	313.1	0.01
SM3-PK50	5200	57.98	46.3	57	57	0	0.04		0.01		1368.81	261.27	0.01
SM3-PK50	5025	57.99	45.6	57	57	0	0.04		0.01		1425.23	282.29	0.01
SM3-PK50	4957	57.99	45.95	57	57	0	0.04		0.01		1577.12	216.51	0
SM3-PK50	4894	57.99	46.42	57	57	0	0.04		0.01		1498.8	286.07	0.01
SM3-PK50	4717	57.99	47.08	57	57	0	0.02		0		2501.59	579.14	0
SM3-PK50	4548	57.99	46.88	57	57	0	0.02		0		3157.53	671.58	0
SM3-PK50	4391	57.99	46.68	57	57	0	0.02		0		3771.9	667.37	0
SM3-PK50	4211	57.99	45.98	57	57	0	0.01		0		5800.85	1051.93	0
SM3-PK50	4031	57.98	45.29	57	57	0	0.01		0		6729.46	1125.14	0
SM3-PK50	3812	57.98	45.75	57	57	0	0.01		0		5727.11	899.62	0
SM3-PK50	3562	57.98	46.21	57	57	0	0.03		0		2032.13	272.24	0
SM3-PK50	3305	57.99	46.07	57	57	0	0.02		0		2605.17	399.03	0
SM3-PK50	3090	57.99	45.92	57	57	0	0.03		0		1995.36	248.18	0
SM3-PK50	2909	57.99	45.85	57	57	0	0.03		0		1995.4	247.51	0
SM3-PK50	2676	57.99	45.79	57	57	0	0.03		0	0	2069.1	268.44	0
SM3-PK50	2483	57.99	45.72	57	57	0	0.03		0		2111.43	290.09	0
SM3-PK50	2366	57.98	45.71	57	57	0	0.03		0		2311.1	329.26	0
SM3-PK50	2255	57.98	44.86	57	57	0	0.04		0.01		1598.22	175.99	0
SM3-PK50	2199	57.99	41.19	57	57	0	0.04		0.01		1604.06	175.91	0
SM3-PK50	2122	57.99	40.9	57	57	0	0.04		0.01		1535.19	220.25	0
SM3-PK50	2002	57.99	46.42	57	57	0	0.03		0		2124.07	300.69	0
SM3-PK50	1782	57.99	45.79	57	57	0	0.02		0		2322	345.2	0
SM3-PK50	1536	57.98	45.16	57	57	0	0.02		0		2512.52	341.21	0
SM3-PK50	1309	57.98	45.19	57	57	0	0.02		0		2446.91	548.93	0

Tronçon	Station	Débit total	Fond du chenal	Niveau d'eau	Altitude de la ligne d'énergie	Pente de la ligne d'énergie	Vitesse dans le chenal	Cisaillement_Rive gauche	Cisaillement_Chenal	Cisaillement_Rive droite	Section mouillée	Largeur en surface	Nombre de Froude dans le chenal
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)			
SM3-PK50	1079	57.99	45.27	57	57	0	0.03		0		2105.08	302.37	0
SM3-PK50	872	57.99	45.25	57	57	0	0.03		0		2044.27	247.75	0
SM3-PK50	687	57.98	43.98	57	57	0	0.03		0.01		1673.65	223.93	0
SM3-PK50	423	57.99	42.71	57	57	0	0.04		0.01		1390.95	157.67	0
SM3-PK50	298	57.98	43.17	57	57	0	0.04		0.01		1465.44	157.87	0
SM3-PK50	193	57.98	38.82	57	57	0	0.04		0.01		1417.23	150.66	0
SM3-PK50	72	57.98	43.06	57	57	0	0.04		0.01		1346.41	149.08	0