

HYDRO-QUÉBEC

PROJET N° : 171-04567-00

# COMPLEXE DE LA ROMAINE. SUIVI ENVIRONNEMENTAL EN PHASE EXPLOITATION

## SUIVI DE LA QUALITÉ GRANULOMÉTRIQUE DES FRAYÈRES À SAUMON NATURELLES. SUIVI 2017-2018

OCTOBRE 2020







# COMPLEXE DE LA ROMAINE. SUIVI ENVIRONNEMENTAL EN PHASE EXPLOITATION

## SUIVI DE LA QUALITÉ GRANULOMÉTRIQUE DES FRAYÈRES À SAUMON NATURELLES. SUIVI 2017-2018

HYDRO-QUÉBEC

PROJET N° : 171-04567-00  
DATE : OCTOBRE 2020

WSP CANADA INC.  
1135, BOULEVARD LEBOURGNEUF  
QUÉBEC (QUÉBEC) G2K 0M5  
CANADA

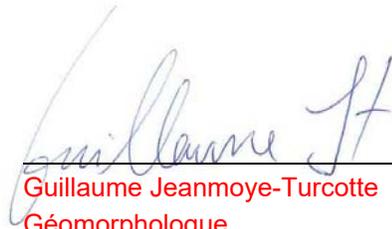
TÉLÉPHONE : +1 418 623-2254  
TÉLÉCOPIEUR : +1 418 624-1857  
WSP.COM



---

# SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR



---

Guillaume Jeanmoye-Turcotte  
Géomorphologue

RÉVISÉ ET APPROUVÉ CHEZ WSP PAR



---

Responsable scientifique  
Louis Belzile  
Directeur de projet

RÉVISÉ ET APPROUVÉ CHEZ HYDRO-QUÉBEC PAR



---

Responsable scientifique  
Mylène Levasseur

WSP Canada Inc. (WSP) a préparé ce rapport uniquement pour son destinataire HYDRO-QUÉBEC, conformément à la convention de consultant convenue entre les parties. Advenant qu'une convention de consultant n'ait pas été exécutée, les parties conviennent que les Modalités Générales à titre de consultant de WSP régiront leurs relations d'affaires, lesquelles vous ont été fournies avant la préparation de ce rapport.

Ce rapport est destiné à être utilisé dans son intégralité. Aucun extrait ne peut être considéré comme représentatif des résultats de l'évaluation. Les conclusions présentées dans ce rapport sont basées sur le travail effectué par du personnel technique, entraîné et professionnel, conformément à leur interprétation raisonnable des pratiques d'ingénierie et techniques courantes et acceptées au moment où le travail a été effectué.

Le contenu et les opinions exprimées dans le présent rapport sont basés sur les observations et/ou les informations à la disposition de WSP au moment de sa préparation, en appliquant des techniques d'investigation et des méthodes d'analyse d'ingénierie conformes à celles habituellement utilisées par WSP et d'autres ingénieurs/techniciens travaillant dans des conditions similaires, et assujettis aux mêmes contraintes de temps, et aux mêmes contraintes financières et physiques applicables à ce type de projet.

WSP dénie et rejette toute obligation de mise à jour du rapport si, après la date du présent rapport, les conditions semblent différer considérablement de celles présentées dans ce rapport ; cependant, WSP se réserve le droit de modifier ou de compléter ce rapport sur la base d'informations, de documents ou de preuves additionnels.

WSP ne fait aucune représentation relativement à la signification juridique de ses conclusions.

La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport relève uniquement de la responsabilité de son destinataire. Si un tiers utilise, se fie, ou prend des décisions ou des mesures basées sur ce rapport, ledit tiers en est le seul responsable. WSP n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages que pourrait subir un tiers suivant l'utilisation de ce rapport ou quant aux dommages pouvant découler d'une décision ou mesure prise basée sur le présent rapport.

WSP a exécuté ses services offerts au destinataire de ce rapport conformément à la convention de consultant convenue entre les parties tout en exerçant le degré de prudence, de compétence et de diligence dont font habituellement preuve les membres de la même profession dans la prestation des mêmes services ou de services comparables à l'égard de projets de nature analogue dans des circonstances similaires. Il est entendu et convenu entre WSP et le destinataire de ce rapport que WSP n'offre aucune garantie, expresse ou implicite, de quelque nature que ce soit. Sans limiter la généralité de ce qui précède, WSP et le destinataire de ce rapport conviennent et comprennent que WSP ne fait aucune représentation ou garantie quant à la suffisance de sa portée de travail pour le but recherché par le destinataire de ce rapport.

En préparant ce rapport, WSP s'est fié de bonne foi à l'information fournie par des tiers, tel qu'indiqué dans le rapport. WSP a raisonnablement présumé que les informations fournies étaient correctes et WSP ne peut donc être tenu responsable de l'exactitude ou de l'exhaustivité de ces informations.

Les bornes et les repères d'arpentage utilisés dans ce rapport servent principalement à établir les différences d'élévation relative entre les emplacements de prélèvement et/ou d'échantillonnage et ne peuvent servir à d'autres fins. Notamment, ils ne peuvent servir à des fins de nivelage, d'excavation, de construction, de planification, de développement, etc.

L'original du fichier électronique que nous vous transmettons sera conservé par WSP pour une période minimale de dix ans. WSP n'assume aucune responsabilité quant à l'intégrité du fichier qui vous est transmis et qui n'est plus sous le contrôle de WSP. Ainsi, WSP n'assume aucune responsabilité quant aux modifications faites au fichier électronique suivant sa transmission au destinataire.

Ces limitations sont considérées comme faisant partie intégrante du présent rapport.

---

# ÉQUIPE DE RÉALISATION

## HYDRO-QUÉBEC

Coordonnatrice du suivi environnemental      Maude Richard-St-Vincent  
Responsable scientifique                              Mylène Levasseur, Ph D.

## WSP CANADA INC. (WSP)

Directeur de projet et rédaction                      Louis Belzile, Biologiste  
Chargée de projet et rédaction                      Marie-Ève Larouche, Géomorphologue, M.Sc.  
Responsable scientifique, analyse et rédaction      Guillaume Jeanmoye-Turcotte, Géomorphologue M. Sc.  
Collaborateur    Jonathan Roger, Géomorphologue, M. Sc.  
Infographie     Diane Gagné  
    Dominic Delorme  
Relecture et édition                                      Linette Poulin

### Travaux de terrain :

Carl Gauthier	Marie-Claude Julien	Jonathan Roger
Olivier Barthell-Mailhot	Terry Laberge	François Sabourin
Benoît Chabot	Marie-Ève Larouche	Julie Simard
Dominick Cuerrier	Frédéric Milord	Antoine Therrien
Félix Dionne-Guertin	Benoît Paquet	Joanie Tremblay
Stéphane Geissel	Nicolas Rathé	Frédéric Tremblay

## UANAN EXPERTS-CONSEILS INC.

### Aides de terrain d'Ekuanitshit

David Basile (coordonnateur)	Robert Guillemette	Keanu Nolin
Matthew Andrew	Jean-Philippe Hervieux	Omer Nolin
Moïse-Alexis Basile	Marie-Philip Leclerc	Michel-Pierre Petiquay-Roy
Pierre Desjardins	Athanase Napess Mestokosho	Robert Wapistan
Maxime Desjardins		

### Référence à citer :

---

WSP. 2020. *COMPLEXE DE LA ROMAINE. SUIVI ENVIRONNEMENTAL EN PHASE EXPLOITATION. SUIVI DE LA QUALITÉ GRANULOMÉTRIQUE DES FRAYÈRES À SAUMON NATURELLES. SUIVI 2017-2018. RAPPORT PRODUIT POUR HYDRO-QUÉBEC. 53 PAGES ET ANNEXES.*



---

## SOMMAIRE EXÉCUTIF

Conformément à ses engagements, Hydro-Québec a entrepris une étude visant à faire le suivi de la dynamique sédimentaire au droit de deux frayères à saumon situées aux PK 34 et 46 de la rivière Romaine. Plus précisément, l'étude a pour but d'analyser la variation temporelle de la teneur de deux classes de particules fines (soit celle < 2 mm et celle < 0,125 mm) dans le substrat de fraie, en relation avec le régime hydrologique de la rivière.

Le suivi de 2017-2018 fait suite au suivi 2016-2017 ainsi qu'à l'étude de référence (2005-2006) et aux études complémentaires réalisées sur deux ans (2009-2010 et 2010-2011), toutes trois menées en conditions naturelles. Ce rapport présente les résultats obtenus au cours de la seconde année de suivi en phase d'exploitation (mode transitoire), à la suite de la mise en service de Romaine-2 et de Romaine-1. Le protocole d'échantillonnage est globalement le même que celui développé sur les mêmes sites d'étude lors de l'établissement de l'état de référence en 2005-2006 et ensuite amélioré entre 2009 et 2011 (p. ex. ajout de trains de trappes à sédiments sur les frayères afin d'échantillonner adéquatement la charge de fond lors de la crue printanière, ajout de trappes à sédiments dans les tributaires pour caractériser les apports de sédiments provenant de ceux-ci, collecte de carottes cryogéniques pour caractériser la structure verticale du substrat des frayères). De plus, au cours des deux derniers suivis (2016-2017 et 2017-2018), deux sondes à niveaux d'eau ont acquis des données sur les tributaires et des galets traceurs ont été implantés dans les tributaires, qui se jettent dans la Romaine à proximité de chacune des deux frayères étudiées, afin de documenter les conditions hydrosédimentaires de ces derniers.

Au cours du suivi 2017-2018, l'échantillonnage a donc été effectué au moyen de carottages cryogéniques, de galets traceurs, de cubes d'infiltration (qui imitent un nid de saumon) et de trappes à sédiments. Les cubes et les trappes ont été installés à l'intérieur de quatre îlots sur chacune des deux frayères vers la fin août – début septembre 2017, et laissés en place pour une période de 11 mois, jusqu'en juillet 2018. Un certain nombre d'entre eux ont été relevés à trois occasions au cours de cette période (c.-à-d. immédiatement à la suite de l'installation des appareils [septembre], une fois lors de la période automnale [novembre], et une dernière fois après la crue printanière [juillet]).

Les résultats provenant des carottes cryogéniques montrent qu'au niveau du substrat des frayères, la structure verticale n'a pas changé, comparativement aux carottes prélevées en conditions naturelles et à celles de l'an dernier (2016-2017). Compte tenu du contexte géomorphologique plus global de la vallée, ce substrat est un sédiment ancien et hérité de conditions hydrologiques passées. À cet égard, il est peu probable que la structure verticale du substrat des frayères soit modifiée dans les conditions hydrologiques actuelles et futures. À la lumière de ces résultats et afin de diminuer l'empreinte sur les frayères naturelles de la rivière Romaine, il est suggéré de cesser l'extraction de substrat via les carottes cryogéniques pour les suivis prévus en 2023 et en 2026.

En ce qui concerne la composition granulométrique de la charge de fond de la rivière Romaine, les résultats des trappes à sédiments installées sur les frayères ne montrent que peu de changement entre les études menées en conditions naturelles et la présente étude. En effet, le contenu des trappes est toujours essentiellement sableux pour les deux frayères. De plus, les résultats sont comparables aux résultats de l'an dernier (suivi 2016-2017). Par exemple, le contenu des trappes sur la frayère du PK 46 indique que des sédiments un peu plus grossiers qu'à la frayère du PK 34 sont captés pour l'ensemble de la période d'incubation.

Pour ce qui est des apports sédimentaires provenant des tributaires, selon le contenu des trappes à sédiment installées dans le lit de ces derniers, ils semblent majoritairement associés à la classe granulométrique des sables. Cependant, la détection des galets traceurs en juillet 2018 indique clairement que des particules de la taille des graviers et des cailloux peuvent parfois être transportés par ces cours d'eau et se distribuer dans la rivière Romaine selon la configuration de l'embouchure (enceinte rocheuse au PK 34 versus et delta au PK 46).

Cela concorde avec les résultats obtenus au cours de la campagne de 2016-2017. Ainsi, la compétence des tributaires semble dépasser la capacité de prise en charge des sédiments par la Romaine, surtout pour les sédiments plus grossiers, ce qui va dans le sens des observations du suivi précédent. Les sources d'apports des sédiments alimentant les tributaires sont principalement sablo-silteuses, mais des sédiments plus grossiers ont tout de même été captés par les trappes.

Enfin, en ce qui concerne la dynamique sédimentaire à l'échelle des nids de saumons artificiels, pour ce qui est du pourcentage de particules  $< 0,125$  mm, les données de 2017-2018 ressemblent aux résultats des études précédentes. En effet, les valeurs sont plus élevées à la fin de la période d'incubation qu'au début sur les deux frayères et dépassent la valeur seuil de 0,17 %. Toutefois, la valeur finale à la fin de la période d'incubation est plus faible que les valeurs finales des études précédentes (en conditions naturelles et aménagées) pour les deux frayères.

Pour ce qui est de la teneur en particules  $< 2$  mm, les résultats sont quelque peu différents de ceux en conditions naturelles pour une deuxième année consécutive. En effet, en conditions naturelles, une augmentation significative avec des écarts relativement importants était observée sur les deux frayères entre le début et la fin des trois périodes d'incubation étudiées (2005-2006, 2009-2010 et 2010-2011), dépassant même parfois le seuil de 20 % de l'indice de Peterson (1978), comme en juillet 2011. En 2017-2018, les deux frayères montrent une augmentation significative entre le début et la fin de la période d'incubation. En revanche, la hausse est plus petite que celles observées en conditions naturelles, tout comme en 2016-2017. Il va de soi, qu'à la fin de la période d'incubation 2017-2018, le pourcentage  $< 2$  mm est donc inférieur au seuil de 20 % pour les deux frayères.

Il est trop tôt pour se prononcer définitivement quant aux causes des variations des pourcentages des particules de 2 mm et de 0,125 mm dans les nids artificiels (cubes) de saumons implantés dans les frayères naturelles de la rivière Romaine cette année (2017-2018) puisqu'il s'agit du second suivi en conditions d'exploitation. Le prochain suivi, prévu en 2018-2019, permettra de valider les tendances observées et de bonifier les résultats de la présente étude et des études antérieures.

# TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION .....	1
2	ZONE D'ÉTUDE .....	5
3	MISE EN CONTEXTE ET OBJECTIFS .....	7
3.1	<b>CONDITIONS HYDROSÉDIMENTAIRES NATURELLES (AVANT AMÉNAGEMENT) .....</b>	<b>7</b>
3.2	<b>OBJECTIFS SPÉCIFIQUES DE L'ÉTUDE .....</b>	<b>7</b>
4	MÉTHODOLOGIE .....	9
4.1	<b>DYNAMIQUE HYDROSÉDIMENTAIRE À L'ÉCHELLE DES FRAYÈRES À SAUMON .....</b>	<b>9</b>
4.1.1	EXTRACTIONS AU CAROTTIER CRYOGÉNIQUE .....	9
4.1.2	TRAPPES À SÉDIMENTS .....	10
4.2	<b>APPORT SÉDIMENTAIRE PROVENANT DES TRIBUTAIRES AU DROIT DES FRAYÈRES NATURELLES ..</b>	<b>11</b>
4.2.1	TRAPPES À SÉDIMENTS .....	11
4.2.2	IMPLANTATION ET DÉTECTION DES TRANSPONDEURS.....	11
4.3	<b>DYNAMIQUE SÉDIMENTAIRE À L'ÉCHELLE DU NID DE SAUMON.....</b>	<b>12</b>
4.4	<b>PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE.....</b>	<b>12</b>
4.4.1	ACTIVITÉS PLANIFIÉES ET RÉALISÉES .....	15
4.5	<b>ANALYSES GRANULOMÉTRIQUES ET STATISTIQUES .....</b>	<b>25</b>
4.5.1	ÉCHANTILLONS RETENUS POUR LES ANALYSES.....	25
4.5.2	ANALYSES GRANULOMÉTRIQUES .....	25
4.5.3	ANALYSES STATISTIQUES .....	27
5	RÉSULTATS .....	29
5.1	<b>DYNAMIQUE HYDROSÉDIMENTAIRE À L'ÉCHELLE DES FRAYÈRES À SAUMON .....</b>	<b>29</b>
5.1.1	COMPOSITION GRANULOMÉTRIQUE DE LA STRUCTURE VERTICALE DES FRAYÈRES.....	29
5.1.2	CHARGE DE FOND INTERCEPTÉE PAR LES TRAPPES À SÉDIMENTS INSTALLÉES SUR LES FRAYÈRES.....	32

# TABLE DES MATIÈRES (suite)

<b>5.2</b>	<b>APPORT SÉDIMENTAIRE PROVENANT DES TRIBUTAIRES AU DROIT DES FRAYÈRES NATURELLES.....</b>	<b>33</b>
5.2.1	TRAPPES À SÉDIMENTS .....	33
5.2.2	SUIVI DES TRANSPONDEURS .....	36
<b>5.3</b>	<b>DYNAMIQUE SÉDIMENTAIRE À L'ÉCHELLE DU NID DE SAUMON.....</b>	<b>38</b>
5.3.1	VARIATIONS DE LA TENEUR EN PARTICULES PLUS FINES QUE 2 MM .....	38
5.3.2	VARIATIONS DE LA TENEUR EN PARTICULES PLUS FINES QUE 0,125 MM .....	48
<b>6</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>51</b>
	<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>53</b>

# TABLE DES MATIÈRES (suite)

## TABLEAUX

TABLEAU 4-1	SOMMAIRE DES EXTRACTIONS AU CAROTTIER CRYOGÉNIQUE AUX FRAYÈRES DES PK 34 ET 46 .....	15
TABLEAU 4-2	NOMBRE DE GALETS TRACEURS ET DE TRANSPONDEURS LIBRES DÉPLOYÉS À CHAQUE TRANSECT TRANSVERSAL DANS LES TRIBUTAIRES AU PK 34 ET AU PK 46.....	15
TABLEAU 4-3	SÉQUENCE PLANIFIÉE DES TRAVAUX EN RIVIÈRE ET DES ACTIVITÉS RÉALISÉES.....	21
TABLEAU 4-4	ÉTAT DES TRAPPES À SÉDIMENTS AU MOMENT DE LEUR EXTRACTION ET CONSTAT DE LEUR ACTIVATION LORS DE CHAQUE CAMPAGNE DE TERRAIN .....	24
TABLEAU 4-5	SOMMAIRE DES EXTRACTIONS DE CUBES PAR ÎLOT ET PAR FRAYÈRE .....	24
TABLEAU 4-6	NOMBRE D'ÉCHANTILLONS AYANT FAIT L'OBJET D'UNE ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE .....	25
TABLEAU 4-7	CLASSIFICATION GRANULOMÉTRIQUE (MODIFIÉE D'APRÈS WENTWORTH, 1922).....	26
TABLEAU 5-1	ANALYSE VISUELLE DE LA PROPORTION EN SABLE À DIFFÉRENTES PROFONDEURS DANS LE SUBSTRAT DES FRAYÈRES DU PK 34 ET DU PK 46 DE LA RIVIÈRE ROMAINE .....	30
TABLEAU 5-2	VALEURS DU D <sub>10</sub> , DU D <sub>50</sub> ET DU D <sub>90</sub> DES ÉCHANTILLONS PRÉLEVÉS À LA FRAYÈRE DU PK 34 ET DU PK 46 DE LA RIVIÈRE ROMAINE ET CLASSES GRANULOMÉTRIQUES ASSOCIÉES SELON L'ÉCHELLE DE WENTWORTH (1922) (TOUTES STRATES CONFONDUES).....	31
TABLEAU 5-3	PROPORTION DES SÉDIMENTS FINS (%) < 0,125 MM ET < 2 MM DES ÉCHANTILLONS PRÉLEVÉS SUR LA FRAYÈRE DU PK 34 ET DU PK 46 DE LA RIVIÈRE ROMAINE (TOUTES STRATES CONFONDUES).....	31
TABLEAU 5-4	VALEURS DU D <sub>10</sub> , DU D <sub>50</sub> ET DU D <sub>90</sub> CALCULÉES À PARTIR DU CONTENU DES TRAPPES À SÉDIMENTS SUR LES FRAYÈRES.....	32

# TABLE DES MATIÈRES (suite)

TABLEAU 5-5	VALEURS DU D <sub>10</sub> , DU D <sub>50</sub> ET DU D <sub>90</sub> CALCULÉES À PARTIR DU CONTENU DES TRAPPES À SÉDIMENTS DANS LES TRIBUTAIRES.....	36
TABLEAU 5-6	COMPARAISON ENTRE LE NOMBRE DE TRANSPONDEURS IMPLANTÉS ET DÉTECTÉS POUR LES PÉRIODES D'ÉCHANTILLONNAGE ENTRE AOÛT 2016 ET JUILLET 2018 DANS LES TRIBUTAIRES DU PK 34 ET DU PK 46 ET À LEUR CONFLUENCE AVEC LA RIVIÈRE ROMAINE .....	39
TABLEAU 5-7	DÉPLACEMENT MOYEN (M) DES TRANSPONDEURS RETROUVÉS POUR LES PÉRIODES D'ÉCHANTILLONNAGE ENTRE AOÛT 2017 ET JUILLET 2018 DANS LES TRIBUTAIRES DU PK 34 ET DU PK 46 ET À LEUR CONFLUENCE AVEC LA RIVIÈRE ROMAINE .....	39

# TABLE DES MATIÈRES (suite)

## FIGURES

FIGURE 4-1	CAROTTIER CRYOGÉNIQUE UTILISÉ POUR LE PRÉLÈVEMENT DE CAROTTES DE SÉDIMENTS DANS LE SUBSTRAT DES FRAYÈRES NATURELLES.....	9
FIGURE 4-2	TRAPPES À SÉDIMENTS UTILISÉES POUR LA PRÉSENTE ÉTUDE.....	10
FIGURE 4-3	À GAUCHE, DISPOSITION D'UN TRAIN DE TRAPPES À SÉDIMENTS. À DROITE, VUE D'UN TRAIN DE TRAPPES DÉSORMAIS EN ALUMINIUM, AVANT SON INSTALLATION.....	10
FIGURE 4-4	CUBES D'INFILTRATIONS AVEC LEUR SAC D'ÉCHANTILLONNAGE PARTIELLEMENT REPLIÉ VERS LE BAS AVANT L'INSTALLATION. ....	12
FIGURE 4-5	SÉQUENCE PLANIFIÉE ET RÉALISÉE DES TRAVAUX EN RIVIÈRE POUR L'ÉTUDE DE LA QUALITÉ GRANULOMÉTRIQUE DU SUBSTRAT DE FRAIE ET DE LA CAPACITÉ DE TRANSPORT SÉDIMENTAIRE AU PK 34 ET AU PK 46 DE LA RIVIÈRE ROMAINE LORS DE LA PÉRIODE D'INCUBATION 2017-2018 .....	13
FIGURE 5-1	POURCENTAGE DES DIFFÉRENTES CLASSES DE SÉDIMENTS RÉCOLTÉES PAR LES TRAPPES .....	34
FIGURE 5-2	INSTALLATION, EXTRACTION DES APPAREILS D'ÉCHANTILLONNAGES ET CAROTTAGE CRYOGÉNIQUE EN FONCTION DE L'HYDROGRAMME DE LA RIVIÈRE ROMAINE ET DES NIVEAUX D'EAU DES TRIBUTAIRES AU PK 34 ET AU PK 46.....	35
FIGURE 5-3	VARIATION DE LA PROPORTION MOYENNE DE PARTICULES < 2 MM DANS LE SUBSTRAT DES CUBES D'INFILTRATION (NIDS ARTIFICIELS) À LA FRAYÈRE DU PK 34 DE LA RIVIÈRE ROMAINE D'AOÛT 2017 À JUILLET 2018.....	45

# TABLE DES MATIÈRES *(suite)*

FIGURE 5-4	VARIATION DE LA PROPORTION MOYENNE DE PARTICULES < 2 MM DANS LE SUBSTRAT DES CUBES D'INFILTRATION (NIDS ARTIFICIELS) À LA FRAYÈRE DU PK 46 DE LA RIVIÈRE ROMAINE D'AOÛT 2017 À JUILLET 2018 .....	46
FIGURE 5-5	VARIATION DE LA PROPORTION MOYENNE DE PARTICULES < 0,125 MM DANS LE SUBSTRAT DES CUBES D'INFILTRATION (NIDS ARTIFICIELS) À LA FRAYÈRE DU PK 34 DE LA RIVIÈRE ROMAINE D'AOÛT 2017 À JUILLET 2018 .....	47
FIGURE 5-6	VARIATION DE LA PROPORTION MOYENNE DE PARTICULES < 0,125 MM DANS LE SUBSTRAT DES CUBES D'INFILTRATION (NIDS ARTIFICIELS) À LA FRAYÈRE DU PK 46 DE LA RIVIÈRE ROMAINE D'AOÛT 2017 À JUILLET 2018 .....	49

# TABLE DES MATIÈRES (suite)

---

## CARTES

CARTE 1-1	SITUATION DU PROJET .....	2
CARTE 2-1	LOCALISATION DES PRINCIPALES FRAYÈRES À SAUMON NATURELLES DU COURS PRINCIPAL DE LA RIVIÈRE ROMAINE .....	6
CARTE 4-1	LOCALISATION DES CAROTTAGES RÉALISÉS EN JUILLET 2018 SUR LES FRAYÈRES DU PK 34 ET DU PK 46 DE LA RIVIÈRE ROMAINE.....	17
CARTE 4-2	NOMBRE DE TRANSPONDEURS IMPLANTÉS DANS LES TRIBUTAIRES DU PK 34 ET DU PK 46 DE LA RIVIÈRE ROMAINE EN AOÛT 2017 .....	19
CARTE 5-1	DÉPLACEMENT DES GALETS TRACEURS ENTRE AOÛT 2016 ET JUILLET 2018 DANS LE TRIBUTAIRE DU PK 34 DE LA RIVIÈRE ROMAINE .....	41
CARTE 5-2	DÉPLACEMENT DES GALETS TRACEURS ENTRE AOÛT 2016 ET JUILLET 2018 DANS LE TRIBUTAIRE DU PK 46 DE LA RIVIÈRE ROMAINE .....	43

---

## ANNEXES

1	REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE
2	CAROTTIER CRYOGÉNIQUE
3	POSITION DES ÎLOTS EN 2005-2006, 2009-2010, 2010-2011 ET 2016-2017
4	POURCENTAGE DES DIFFÉRENTES CLASSES DE SÉDIMENTS RÉCOLTÉS PAR LES TRAPPES EN 2016-2017
5	DONNÉES BRUTES DES CUBES PAR ÎLOTS EN 2016-2017
6	HYDROGRAMME JOURNALIER MOYEN AU PK 16 DE LA RIVIÈRE ROMAINE EN 2005-2006, 2009-2010 ET 2010-2011
7	POURCENTAGE DES DIFFÉRENTES CLASSES DE SÉDIMENTS RÉCOLTÉS PAR LES TRAPPES EN 2005-2006, 2009-2010 ET 2010-2011



# 1 INTRODUCTION

Hydro-Québec a amorcé, en mai 2009, la construction d'un complexe hydroélectrique de 1 550 MW sur la rivière Romaine, au nord de la municipalité de Havre-Saint-Pierre, sur la Côte-Nord. À échéance, chacun des quatre aménagements hydroélectriques de ce complexe, situés respectivement au PK 191,9 (Romaine-4), au PK 158,4 (Romaine-3), au PK 90,3 (Romaine-2) et au PK 52,5 (Romaine-1), comprendra un barrage en enrochement, une centrale et un réservoir (carte 1-1). Leur mise en service s'échelonna de 2014 à 2021, soit 2014 pour Romaine-2, 2015 pour Romaine-1, 2017 pour Romaine-3 et 2021 pour Romaine-4.

La mise en eau des réservoirs et le début de l'exploitation du complexe de la Romaine ont entraîné une modification du régime hydrologique, particulièrement dans le tronçon entre l'embouchure et la centrale de Romaine-1. Auparavant, le régime de la rivière Romaine était typique des rivières de la Côte-Nord, c'est-à-dire caractérisé par des crues printanières généralement fortes (1 500 m<sup>3</sup>/s en moyenne) et des étiages hivernaux prononcés (entre 75 et 100 m<sup>3</sup>/s). Ce régime a été remplacé, depuis la mise en service des centrales, par un régime d'exploitation où le module annuel demeure environ le même, mais où le débit devrait varier à l'intérieur d'une plage plus restreinte, soit entre 200 et 400 m<sup>3</sup>/s en mode pleine exploitation.

Pour obtenir les autorisations gouvernementales nécessaires à la construction du Complexe de la Romaine, Hydro-Québec a réalisé une vaste étude d'impact sur l'environnement. Un des nombreux rapports sectoriels accompagnant cette étude d'impact portait sur la dynamique hydrosédimentaire des trois frayères à saumon atlantique situées en aval de l'aménagement projeté de la Romaine-1 (GENIVAR, 2007a). Ce rapport visait surtout à décrire les caractéristiques sédimentaires de ces frayères en conditions naturelles (période d'incubation 2005-2006) et à prévoir les effets sur celles-ci à la suite des changements hydrologiques en lien avec la mise en place des aménagements hydroélectriques.

Après l'analyse de l'étude d'impact du Complexe de la Romaine, les autorités gouvernementales ont formulé plusieurs questions et commentaires concernant, d'une part, la dynamique sédimentaire de la rivière Romaine au droit des frayères à saumon et, d'autre part, le protocole d'échantillonnage et certains aspects des résultats de l'étude sectorielle (GENIVAR, 2007).

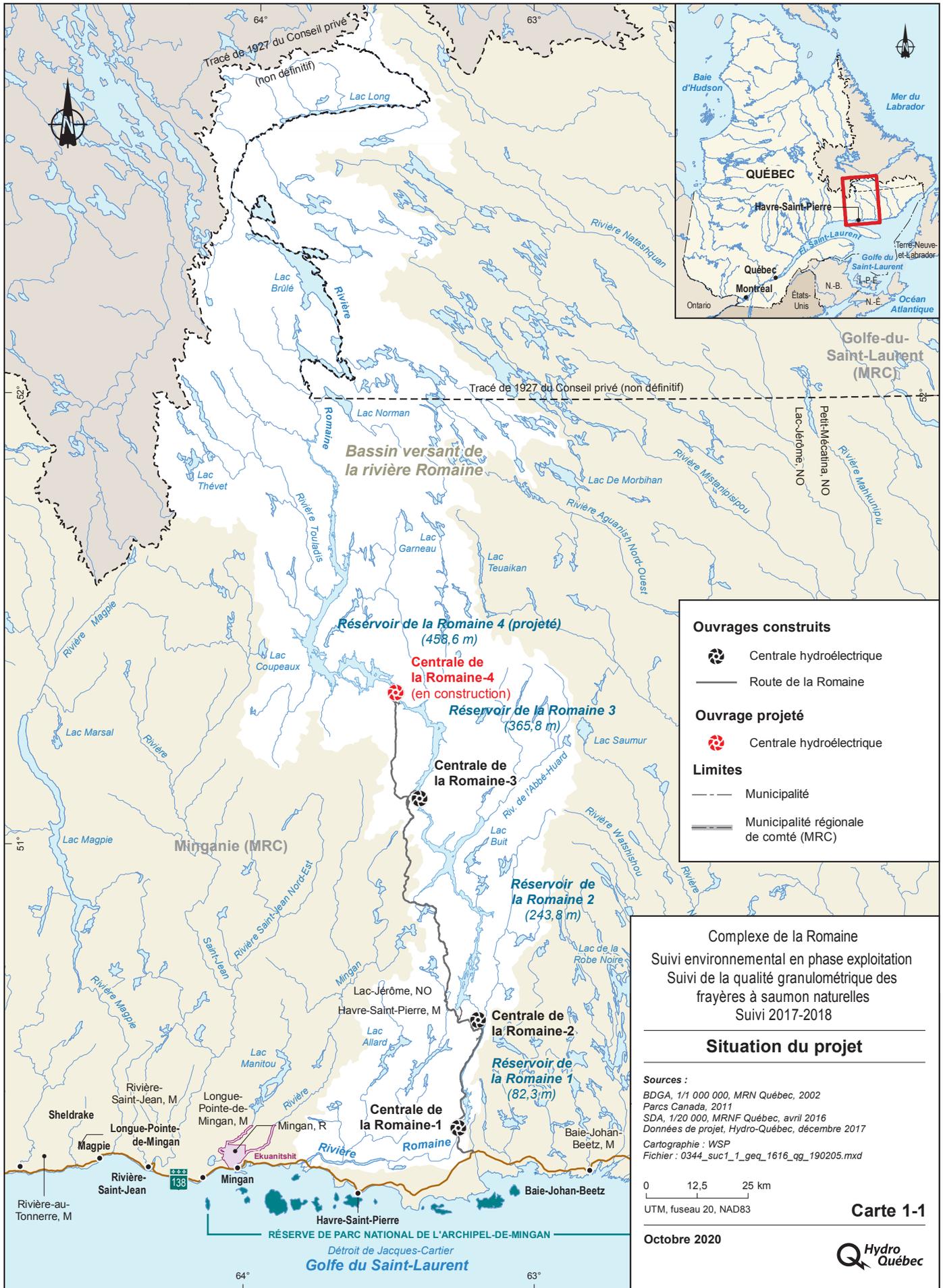
Par conséquent, il est devenu nécessaire d'entreprendre une étude complémentaire sur le sujet en conditions naturelles dont les sources spécifiques d'engagement d'Hydro-Québec sont les suivantes :

- 1 Certificat d'autorisation du MDDEP<sup>1</sup> (décret n° 530-2009 délivré le 6 mai 2009) :
  - Condition 1, sous la mention « Lettre de monsieur Paul DesRoches, d'Hydro-Québec, à monsieur Gilles Brunet, du MDDEP, datée du 25 mars 2009, concernant le complexe de la Romaine – information complémentaire et engagements d'Hydro-Québec ».

Les engagements d'Hydro-Québec qui accompagnent cette lettre précisent le protocole de l'étude complémentaire des conditions sédimentaires des frayères à saumon en conditions naturelles. Ces engagements impliquent également que le protocole d'échantillonnage de 2005-2006 sera réitéré, notamment en améliorant le plan initial, et que l'étude débutera dès 2009 et couvrira deux périodes d'incubation consécutives.

---

<sup>1</sup> Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) depuis octobre 2018.



- 2 Autorisation en vertu de la Loi sur les pêches de Pêches et Océans Canada MPO (autorisation n° 2009-12 délivrée le 11 mai 2009) :
- Condition 1.4.1 qui stipule que : les travaux seront effectués suivant les pratiques décrites dans le document intitulé « Complexe de la Romaine-Suivi complémentaire pour la sédimentologie. Mise à jour des réponses aux questions QC-74 et QC-76 (Hydro-Québec, mars 2009) »;
  - Condition 2.5.1 qui stipule que : « La requérante devra soumettre au MPO, d’ici le 31 décembre 2013, une étude complémentaire sur la dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique, qui aura pour objectif de déterminer les paramètres hydrologiques du régime de débit d’entretien requis, soit le moment, l’amplitude, la durée, la fréquence et la forme de l’hydrogramme ».

L’étude complémentaire a par conséquent été effectuée en conditions naturelles, soit avant le début des travaux de construction, et a été réalisée durant deux périodes d’incubation consécutives, soit au cours des années 2009-2010 et 2010-2011 (GENIVAR, 2011 et 2012; Environnement Illimité, 2012). Elle comprenait deux volets, le premier portant sur les conditions sédimentaires au droit des frayères à saumon et le second sur la dynamique sédimentaire à l’échelle du nid de saumon. Il est à noter qu’une étude sur la survie des embryons de saumon a été effectuée en parallèle lors de la période d’incubation 2010-2011 et que ces résultats ont fait l’objet d’un rapport distinct.

De plus, conformément à ses engagements et pour respecter les prescriptions énoncées dans la condition 2 du certificat d’autorisation (CA) du ministère du Développement durable, de l’Environnement et des Parcs (MDDEP)<sup>1</sup>, ainsi que dans l’autorisation de Pêches et Océans Canada (MPO) émise en vertu de la *Loi sur les pêches*, Hydro-Québec a élaboré un programme détaillé de suivi environnemental qui s’étend de 2009 à 2040. Son objectif général est de vérifier l’évolution du milieu et l’efficacité des mesures d’atténuation afin qu’Hydro-Québec puisse apporter les correctifs nécessaires, au besoin.

Le volet du programme de suivi environnemental 2009-2040 (mis à jour en 2014) qui porte spécifiquement sur la qualité granulométrique des frayères à saumon naturelles stipule qu’Hydro-Québec doit effectuer le suivi des teneurs en sables et en particules fines dans le pavement des frayères à saumons en 2016, 2017, 2018, 2023 et 2026. La présente étude a donc pour objectif de présenter les résultats de la deuxième des cinq années de suivi prévues en phase exploitation. Cette deuxième année de suivi vise à refléter les conditions pour la période d’incubation de 2017-2018, suivant la mise en service de la centrale de la Romaine-2 qui a eu lieu en 2014. Notons que l’étude tient également compte des conditions liées à la mise en service de la centrale de la Romaine-1, qui a eu lieu en 2015, et de la centrale de la Romaine-3, puisqu’elle a été mise en service à l’automne 2017.

Globalement, cette étude décrit la dynamique sédimentaire à l’échelle du nid de saumon au droit des frayères des PK 34 et 46 de la rivière Romaine lors de la période d’incubation des œufs de saumon. Dans la rivière Romaine, cette période débute lors de la fraie, soit à l’automne, et se termine à l’émergence des alevins au printemps.

Plus précisément, cette étude vise à analyser la variation temporelle de la teneur en particules fines dans le substrat de fraie et le transport en charge de fond en relation avec les événements hydrologiques majeurs de la rivière, comme la période de crues automnales, l’été hivernal et la crue printanière. En grande partie, comme prévu, cette étude réitère le protocole d’échantillonnage de l’étude de GENIVAR (2007a) menée en 2005-2006, laquelle avait été reprise en 2009-2010 et en 2010-2011, en y apportant toutefois certaines améliorations au plan méthodologique (voir rapports de GENIVAR (2011 et 2012) pour les détails et l’étude d’Environnement Illimité (2012) de 2009-2011). L’étude de 2016-2017 (WSP, 2019) correspond au premier suivi en mode exploitation, mais en phase transitoire puisque les centrales Romaine-3 et Romaine-4 étaient en construction.

En somme, le présent rapport rend compte des résultats obtenus après la deuxième année d'échantillonnage en conditions d'exploitation (mode transitoire<sup>2</sup>), laquelle s'est déroulée de septembre 2017 à juillet 2018. Après une brève mise en contexte, les aspects suivants sont traités dans l'ordre : la zone d'étude, les méthodes, les résultats et les conclusions. Il est important de spécifier que la section « Discussion » sera reportée au prochain rapport, soit celui de 2018-2019.

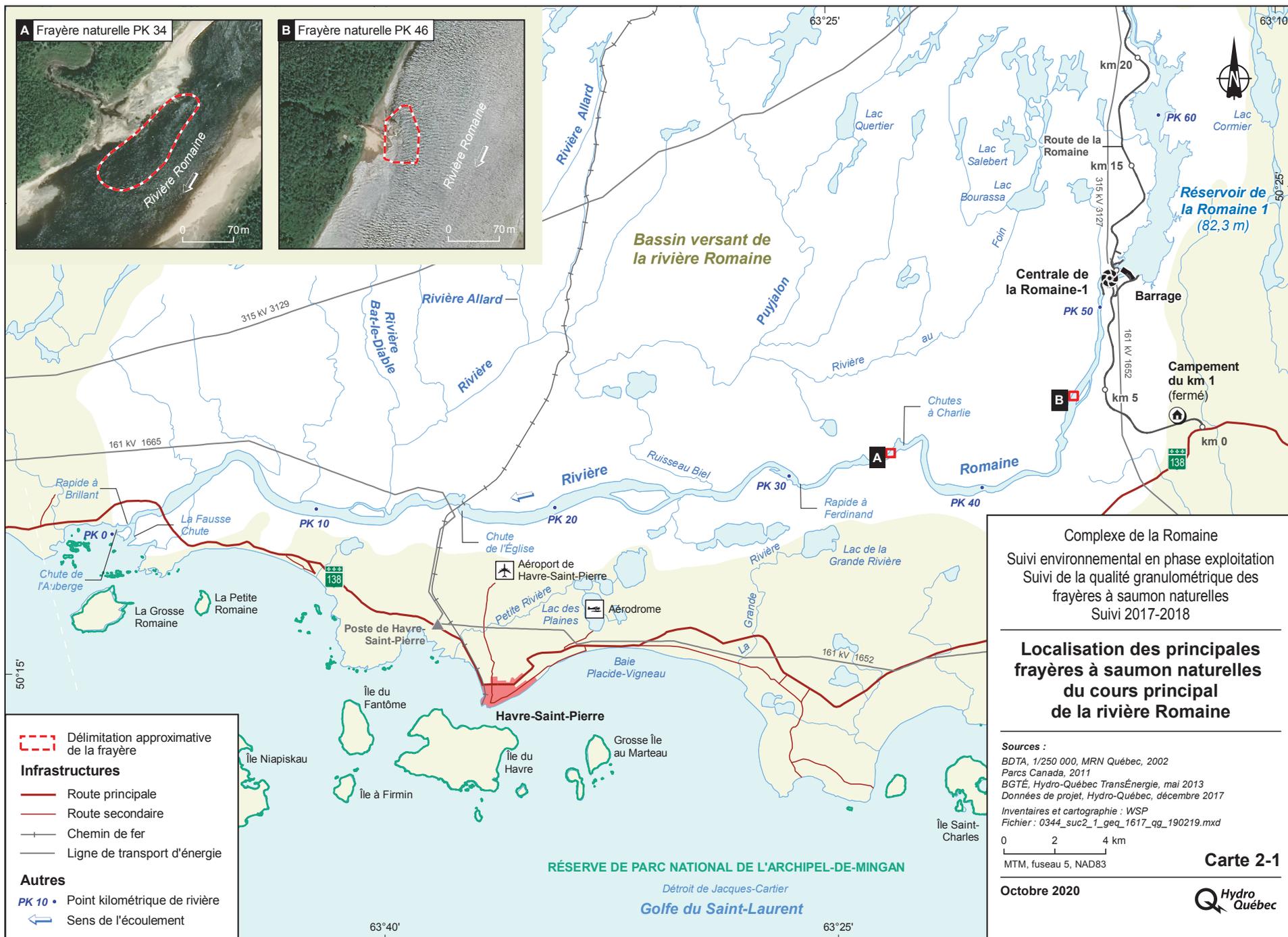
---

2 Puisque la centrale de la Romaine-4 est en construction.

## 2 ZONE D'ÉTUDE

Le tronçon de la rivière Romaine ciblé pour cette étude se situe entre l'embouchure et la centrale de la Romaine-1 (carte 2-1). Sur le plan géomorphologique, cette section de rivière s'écoule sur la plaine côtière, telle que décrite par Poly-Géo inc. (2002, 2006a et 2016). Ce tronçon correspond également à la portion de la rivière Romaine accessible au saumon et comprend les deux principales frayères (PK 34 et 46), dont la dynamique sédimentaire a déjà été étudiée en conditions naturelles en 2005-2006 (GENIVAR, 2007a), en 2009-2010 (GENIVAR, 2011) et en 2010-2011 (GENIVAR, 2012). La zone d'étude spécifique à la caractérisation de la dynamique sédimentaire à l'échelle du nid de saumon se limite à ces deux principales frayères.

Comme décrit en détail dans l'étude de référence (GENIVAR, 2007a), les contextes hydraulique et sédimentaire sont différents pour ces deux frayères. La frayère du PK 34 est profonde (2 à 4 m) et est située dans le talweg de la rivière, tandis que la frayère du PK 46 se trouve en bordure du talweg de la Romaine et en périphérie du haut-fond que constitue le delta du tributaire du PK 46 (carte 2-1).



# 3 MISE EN CONTEXTE ET OBJECTIFS

---

## 3.1 CONDITIONS HYDROSÉDIMENTAIRES NATURELLES (AVANT AMÉNAGEMENT)

La rivière Romaine s'écoule sur un lit fluvial composé de sédiments anciens (dont font partie les frayères), sur lequel circulent les sédiments fins et sableux, très mobiles, tout au long de la période d'incubation. Ces sédiments fins, qui s'infiltrent dans le substrat fraîchement remanié par le saumon lors de la fraie ou qui se déposent par la suite, ont pour conséquence de diminuer la qualité granulométrique du substrat des frayères à saumon pendant la période d'incubation. En effet, les études menées en conditions naturelles sur les deux principales frayères de la rivière Romaine en 2005-2006, 2009-2010 et 2010-2011 ont mis en évidence une dégradation de la qualité du substrat de fraie durant les périodes d'incubation.

Une description détaillée, qui synthétise l'état des connaissances sur le contexte géologique et géomorphologique pour comprendre dans quels types d'environnement et de dépôts anciens s'est incisée la rivière et dans quels types de sédiments elle s'écoule actuellement, a été présentée dans le rapport traitant de la première année du suivi en phase exploitation (2016-2017) (WSP, 2019).

---

## 3.2 OBJECTIFS SPÉCIFIQUES DE L'ÉTUDE

La présente étude de suivi de la qualité granulométrique des frayères à saumon des PK 34 et 46 porte sur la période d'incubation 2017-2018. Elle correspond à la deuxième année du programme de suivi environnemental en phase exploitation (mode transitoire) puisque les centrales de la Romaine-2, de la Romaine-1 et de la Romaine-3 ont été mises en service respectivement en 2014, en 2015 et à l'automne 2017, et que la centrale de la Romaine-4 est encore en construction.

Tout comme les études précédentes (GENIVAR, 2007a; GENIVAR, 2011; GENIVAR, 2012; WSP, 2019), cette étude vise à analyser la variation temporelle de la teneur en particules fines dans le substrat de fraie et le transport en charge de fond pour la période d'incubation de 2017-2018. Plus spécifiquement, le rapport consiste à :

- 1 caractériser le substrat à l'échelle de la frayère en analysant à nouveau la structure verticale du substrat des frayères et en analysant la compétence de l'écoulement de la rivière Romaine;
- 2 mesurer les apports en sédiments provenant des tributaires;
- 3 mesurer la teneur en sédiments fins dans les nids de saumon artificiels.

La section qui suit présente la démarche méthodologique pour y parvenir.



# 4 MÉTHODOLOGIE

La démarche méthodologique suivie pour atteindre les objectifs de l'étude est essentiellement la même que celle utilisée dans l'étude de la dynamique sédimentaire des frayères à saumon du tronçon aval de la rivière Romaine menée en 2005-2006 et reprise en 2009-2010, en 2010-2011 et en 2016-2017 (GENIVAR, 2007a; GENIVAR, 2011; GENIVAR, 2012; WSP, 2019).

Les appareils d'échantillonnage utilisés lors de l'étude pour caractériser la dynamique hydrosédimentaire à l'échelle des frayères, les apports sédimentaires provenant des tributaires et la dynamique sédimentaire à l'échelle du nid de saumon sont succinctement décrits à la section 4.1, 4.2 et 4.3. La section 4.4 porte sur la description détaillée du plan d'échantillonnage envisagé et réalisé tandis que la section 4.5 porte sur les différentes analyses granulométriques et statistiques effectuées sur les échantillons collectés et retenus lors de la période d'incubation concernée.

## 4.1 DYNAMIQUE HYDROSÉDIMENTAIRE À L'ÉCHELLE DES FRAYÈRES À SAUMON

### 4.1.1 EXTRACTIONS AU CAROTTIER CRYOGÉNIQUE

Le prélèvement de carottes de sédiments a été effectué dans le lit des frayères des PK 34 et 46 afin d'évaluer la structure verticale de leur substrat. Pour y arriver, un carottier cryogénique (figure 4-1) a été utilisé, tout comme lors de l'étude de 2009-2011 (Environnement Illimité, 2012). La description détaillée de cette technique d'échantillonnage est présentée dans le rapport d'Environnement Illimité (2012), ainsi qu'à l'annexe 2 du présent document. De plus, des photos illustrant l'emploi de cette technique en 2017-2018 sont regroupées à l'annexe 1.



**Figure 4-1** Carottier cryogénique utilisé pour le prélèvement de carottes de sédiments dans le substrat des frayères naturelles

## 4.1.2 TRAPPES À SÉDIMENTS

L'implantation de trappes à sédiments dans le substrat des frayères vise à suivre l'évolution temporelle du transport sédimentaire en charge de fond au droit des frayères pendant la période d'incubation (figure 4-2). Des trains de trappes sont utilisés pour échantillonner la période de crue printanière étant donné les plus grandes quantités de sédiments transportés et afin d'éviter que les trappes se saturent (figure 4-3). Une description détaillée des trappes à sédiments a été présentée dans le rapport de l'étude initiale (GENIVAR, 2007a) et dans les rapports subséquents (GENIVAR, 2011 et 2012). Quelques améliorations apportées ensuite à cette méthode sont présentées dans l'étude de 2010-2011 (GENIVAR, 2012). Pour l'étude de 2017-2018, les trains de trappes ont été modifiés; les trappes sont désormais en aluminium (figure 4-3) et leur couvercle a été modifié afin d'être plus solide et plus facile à implanter et à activer.



Figure 4-2 Trappes à sédiments utilisées pour la présente étude.

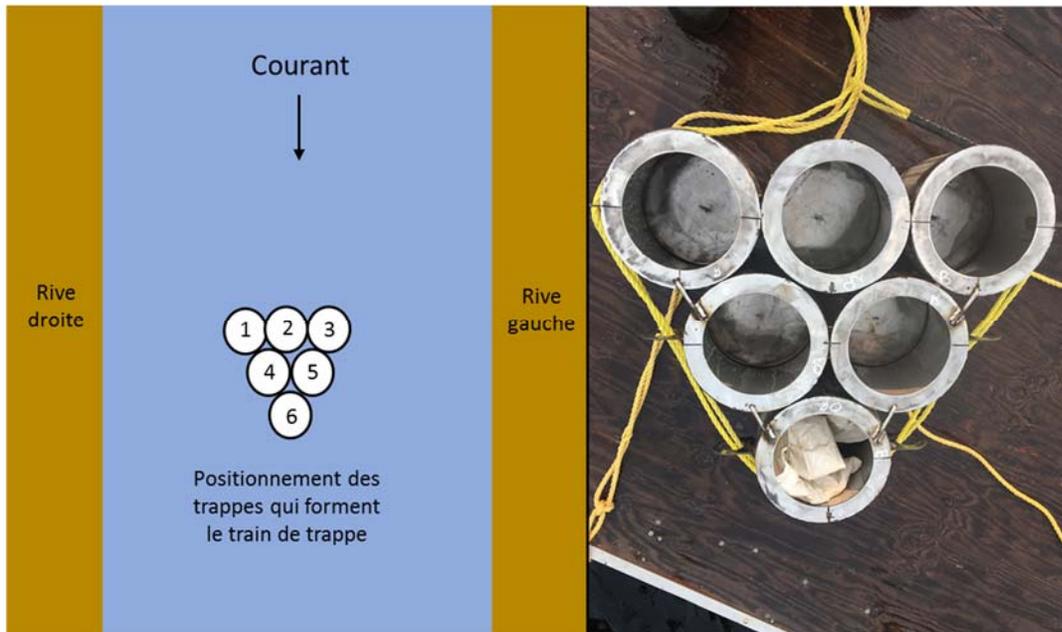


Figure 4-3 À gauche, disposition d'un train de trappes à sédiments. À droite, vue d'un train de trappes désormais en aluminium, avant son installation

---

## 4.2 APPORT SÉDIMENTAIRE PROVENANT DES TRIBUTAIRES AU DROIT DES FRAYÈRES NATURELLES

---

### 4.2.1 TRAPPES À SÉDIMENTS

L'implantation de trappes à sédiments dans le lit des tributaires se jetant au droit des frayères du PK 34 et du PK 46 vise à suivre l'évolution temporelle du transport sédimentaire en charge de fond provenant de ces cours d'eau pendant la période d'incubation. Une description détaillée des trappes à sédiments a été présentée dans le rapport de l'étude initiale (GENIVAR, 2007a) et dans les rapports subséquents (GENIVAR, 2011 et 2012). Quelques améliorations apportées ensuite à cette méthode sont présentées dans l'étude de 2010-2011 (GENIVAR, 2012), comme mentionné précédemment.

---

### 4.2.2 IMPLANTATION ET DÉTECTION DES TRANSPONDEURS

L'utilisation de transpondeurs passifs constitue une nouvelle technique d'échantillonnage, complémentaire aux trappes à sédiments, qui a été déployée dans les tributaires au droit de chacune des deux frayères, à partir de 2016-2017 (WSP, 2019). Il s'agit donc d'une seconde année d'utilisation de cette technique d'échantillonnage.

L'objectif de cette nouvelle technique est de tenter de décrire davantage la contribution des tributaires sur la dynamique sédimentaire des deux frayères. Pour ce faire, tout comme en 2016-2017, des galets naturels, c'est-à-dire arrondis à subarrondis, ont été sélectionnés selon différentes tailles et percés afin d'y insérer un transpondeur passif. La perforation a été colmatée à l'aide d'une fine pellicule de mastic à base de ciment. Afin de les repérer facilement selon leur taille différente, les galets ont été peints selon un code de couleur en fonction de leur taille.

Les transpondeurs passifs qui ont été insérés dans des galets dont l'axe A (l'axe le plus long des galets) est d'environ 160 mm, sont qualifiés de galets fixes. Ces derniers ont été mis en place en 2016 à une quinzaine de centimètres sous la surface du lit de chacun des tributaires au PK 34 et PK 46, tandis que d'autres ont été déposés sur le lit, afin d'établir des repères statiques le long des deux cours d'eau. Ces repères fixes donnent un positionnement de référence aux galets traceurs et permettent de documenter des épisodes d'érosion ou de sédimentation à un endroit précis.

Les galets traceurs sont pour leur part de moins grandes dimensions, de sorte qu'ils soient aptes à être mobilisés par le courant. Ainsi, l'axe A des galets traceurs varie selon les catégories suivantes : 75-85 mm (correspond à 80 mm dans tableau 4-7), 55-65 mm (60 mm), 35-45 mm (40 mm) et 15-25 mm (20 mm).

Une campagne d'implantation en septembre 2017 et deux campagnes de détection (novembre 2017 et juillet 2018) des galets instrumentés visant à relever et à enregistrer leurs positions au moyen d'une antenne et d'un GPS-RTK ont permis de mesurer leur déplacement depuis leur mise en place initiale (voir section 4.4.1.2 pour plus de détails). Il est important de mentionner que les galets fixes ainsi que les galets traceurs ayant été implantés l'année précédente sont encore présents dans les tributaires et peuvent être à nouveau détectés en 2017-2018.

---

## 4.3 DYNAMIQUE SÉDIMENTAIRE À L'ÉCHELLE DU NID DE SAUMON

Les cubes d'infiltration (figure 4-4), installés dans le substrat des frayères, font office de nids artificiels fraîchement aménagés par le saumon, c'est à dire exempt de sédiments fins au début de la période d'incubation. Ces cubes d'infiltration, extraits ensuite à différents moments lors de la période d'incubation, permettent de suivre l'évolution temporelle de la teneur en sédiments fins dans le substrat afin d'en évaluer la qualité à l'échelle du nid de saumon.

Une description détaillée des cubes d'infiltration et de leur fonctionnement a été présentée dans le rapport de l'étude initiale (GENIVAR, 2007a) et dans les rapports subséquents (GENIVAR, 2011 et 2012). Quelques améliorations apportées à ces appareils ensuite sont présentées dans l'étude de 2010-2011 (GENIVAR, 2012).

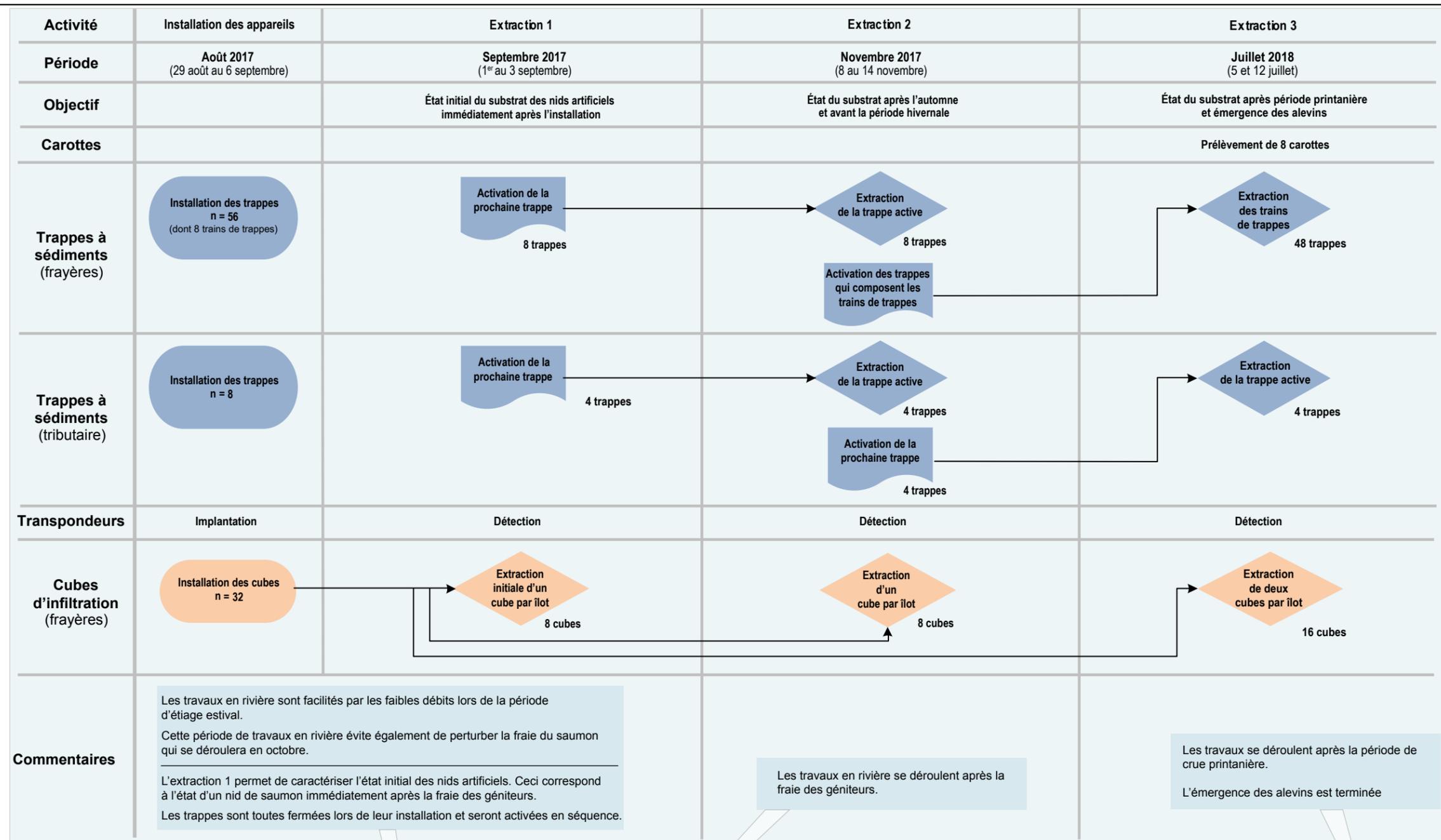


**Figure 4-4** Cubes d'infiltrations avec leur sac d'échantillonnage partiellement replié vers le bas avant l'installation.

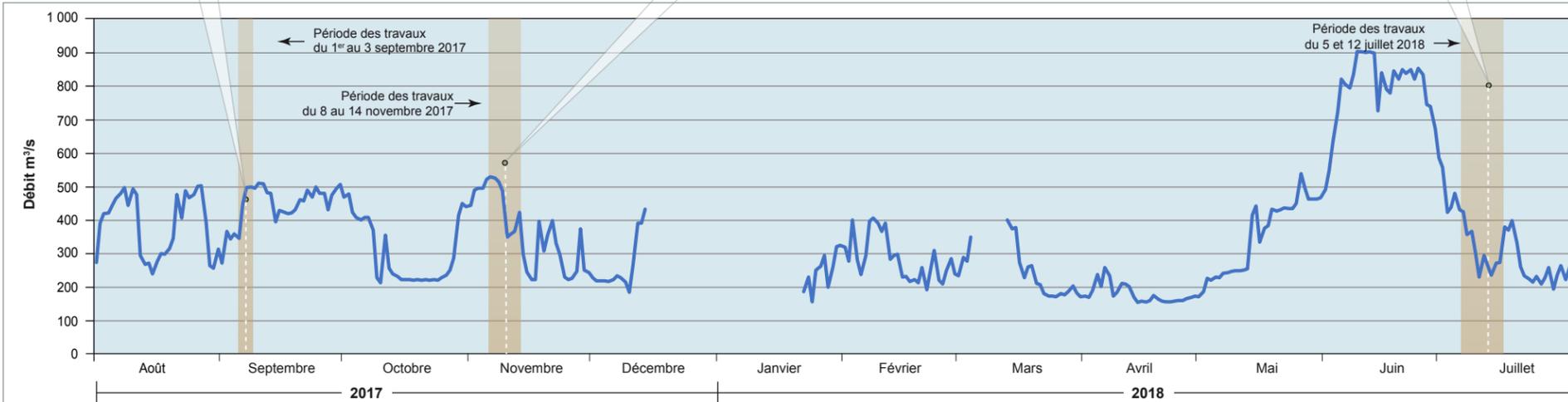
---

## 4.4 PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

La figure 4-5 présente la séquence planifiée et réalisée des travaux en rivière. L'installation et la séquence d'extraction des appareils d'échantillonnage ont été prévues initialement en fonction de l'hydrogramme moyen de la Romaine. Tout comme en 2016-2017, le plan d'échantillonnage de 2017-2018 est légèrement différent de celui de 2009-2010 et de 2010-2011.



Hydrogramme 2017-2018 de la rivière Romaine



Note : Débit moyen journalier à la station hydrométrique du PK 16

Complexe de la Romaine  
Suivi environnemental en phase exploitation  
Suivi de la qualité granulométrique des frayères à saumon naturelles - Suivi 2017-2018

**Séquence planifiée et réalisée des travaux en rivière pour l'étude de la qualité granulométrique du substrat de fraie et de la capacité de transport sédimentaire aux PK 34 et PK 46 de la rivière Romaine lors de la période d'incubation 2017-2018**

Fichier : 0344\_suf4\_5\_geq\_1592\_qg\_190905.ai

Figure 4-5

Septembre 2019





D'abord, pour réduire l'empreinte de l'ensemble des appareils sur les frayères, il a été décidé, en collaboration avec les ministères concernés, de diminuer le nombre d'appareils d'échantillonnage sur ces dernières. Ainsi, une seule extraction à l'automne a été planifiée. Ensuite, en raison des conditions de glace imprévisibles et périlleuses en mode exploitation, il a été jugé préférable de ne plus réaliser d'extractions durant la période hivernale.

#### 4.4.1 ACTIVITÉS PLANIFIÉES ET RÉALISÉES

##### 4.4.1.1 CAROTTAGE CRYOGÉNIQUE

Le plan d'échantillonnage est identique à celui effectué en 2016-2017. Les carottes de sédiments ont été prélevées après l'émergence des alevins, les 6, 7 et 9 juillet 2018. Au total, quatre carottes ont été échantillonnées sur chacune des deux frayères (carte 4-1), afin d'obtenir un portrait détaillé de la structure verticale du substrat de ces dernières à la fin de la période d'incubation.

Le tableau 4-1 présente le sommaire des extractions aux deux frayères. Aucune problématique particulière n'est survenue et quatre carottes par frayère ont été récupérées.

**Tableau 4-1** Sommaire des extractions au carottier cryogénique aux frayères des PK 34 et 46

FRAYÈRE	ACTIVITÉS PRÉVUES	ACTIVITÉS RÉALISÉES
PK 34	4 carottes	4 carottes
PK 46	4 carottes	4 carottes

##### 4.4.1.2 IMPLANTATION ET DÉTECTION DES TRANSPONDEURS DANS LES TRIBUTAIRES

Le plan d'échantillonnage est globalement similaire à celui effectué en 2016-2017, avec quelques modifications afin d'optimiser la méthode. Par exemple, il faut dire que le nombre total de traceurs implantés est différent de l'an dernier; les galets fixes n'ont pas été implantés à nouveau cette année (car les anciens sont encore là), ni d'ailleurs les transpondeurs traceurs de 12 mm (car on les retrouvait rarement). Davantage de galets traceurs de plus grande taille (p. ex. 20-40 mm) et de transpondeurs traceurs de 24 mm ont plutôt été implantés. Enfin, il est à mentionner que lors de chaque période de détection, les anciens traceurs ayant été implantés en 2016-2017 peuvent être détectés à nouveau.

Spécifiquement, à l'embouchure du tributaire du PK 34 de la rivière Romaine, un total de 58 galets instrumentés (galets traceurs) (photo, annexe 1) et transpondeurs libres a été positionné le long de quatre transects (tableau 4-2, carte 4-2). Le premier transect se situe en amont des trappes à sédiment et le deuxième transect se situe plus en aval, entre les deux couples de trappes. Le troisième transect se situe à l'embouchure du tributaire et le quatrième, sur le delta. Depuis la première implantation en août 2016, 128 galets ou transpondeurs, au total, ont été implantés dans le tributaire situé au PK 34 de la rivière Romaine

**Tableau 4-2** Nombre de galets traceurs et de transpondeurs libres déployés à chaque transect transversal dans les tributaires au PK 34 et au PK 46

Type de galets	Taille du transpondeur (mm)	Taille de l'axe A des galets (mm)	PK 34	PK 46	Couleur
			Mis en place	Mis en place	
Galet traceur	12	80	9	10	Orange
	12	60	6	15	Vert
	12	40	7	12	Rouge
	12	20	11	12	Jaune
Transpondeur traceur <sup>1</sup>	24	n/a	25	47	Rouge

<sup>1</sup> Transpondeur libre : non fixé à un galet.

Un total de 96 galets traceurs et transpondeurs libres a été positionné dans le tributaire du PK 46 (tableau 4-2, carte 4-2). Tout comme lors de l'implantation d'août 2016, le nombre supérieur de galets implantés à cette frayère est lié à sa dynamique sédimentaire plus active que celle du tributaire du PK 34. Les galets ont été positionnés selon sept transects perpendiculaires à l'écoulement. Le transect 1 correspond au transect le plus en amont, tandis que le transect 7 correspond au transect le plus en aval.

Une première tournée de détection a été effectuée le 15 novembre 2017 sur le tributaire au PK 34 (débit de la Romaine de 242 m<sup>3</sup>/s) et le 14 novembre 2017 au tributaire du PK 46 (débit de 297 m<sup>3</sup>/s). Une deuxième tournée de détection a été effectuée les 6 et 8 juillet 2018 (débits respectifs de 315 et 279 m<sup>3</sup>/s) au PK 46 et le 7 juillet 2018 (débit de 230 m<sup>3</sup>/s) au PK 34.

À chaque tournée, le lit et les berges des tributaires ont été balayés à gué avec l'antenne de détection de l'amont vers l'aval (voir photo dans annexe 1). L'embouchure des tributaires a également été balayée le long de transects transversaux à la berge de la rivière Romaine et espacée d'environ 2-3 m. Les transects ont été prolongés le plus loin possible sur le delta des tributaires, selon le niveau d'eau et la facilité à y circuler à gué (voir photo dans annexe 1).

#### 4.4.1.3 IMPLANTATION ET EXTRACTION DES CUBES ET DES TRAPPES

L'installation des appareils (cubes et trappes) dans les îlots d'échantillonnage des deux frayères et dans les tributaires qui s'y jettent, ainsi que leur extraction selon la séquence prévue au plan d'échantillonnage, ont été réalisées par une équipe technique d'une dizaine de personnes (aides techniques, techniciens de la faune, géomorphologues, biologistes) dont certains sont des plongeurs professionnels. Dans chacune des deux frayères à l'étude (PK 34 et PK 46), les mêmes quatre îlots d'échantillonnage correspondant à des zones, jugées en 2010-2011 relativement homogènes et réparties de façon à représenter la variété des écoulements et de la granulométrie des frayères (GENIVAR, 2012), ont été ciblés afin d'y installer les appareils d'échantillonnage (cubes et trappes) (cartes 4-3 et 4-4). La répartition de ces îlots pour les quatre études antérieures est présentée à l'annexe 3.

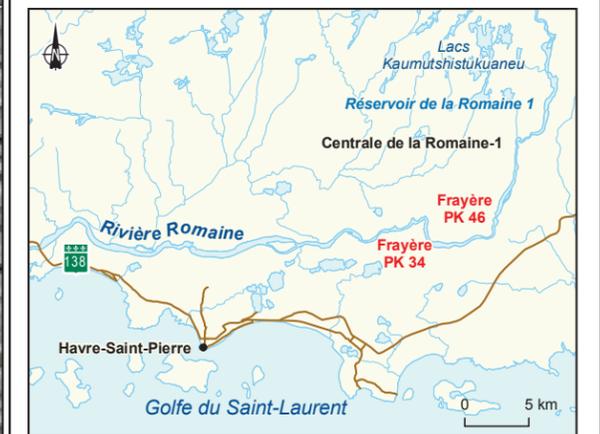
L'installation des appareils (cubes, trappes et trains de trappe) a été réalisée à la fin août/début septembre 2017, selon l'échéancier prévu (tableau 4-3), au moment où se produit habituellement l'étiage estival dans la Romaine (fin août et début de septembre), de façon à faciliter les travaux en rivière et à éviter le dérangement de la fraie (laquelle a lieu généralement dans le dernier tiers d'octobre depuis la première mise en eau en 2014 (Jean Therrien, comm. pers. 2016). L'installation a ainsi été effectuée du 29 août au 6 septembre 2017, alors que les débits journaliers de la Romaine se situaient entre 255 et 365 m<sup>3</sup>/s (figure 4-5).

Quatre cubes d'infiltration ont été installés par îlot, et ce, même s'il n'y avait que trois extractions planifiées. Le cube supplémentaire avait pour objectifs de servir de cube de remplacement dans l'éventualité où un cube ne pouvait être extrait convenablement lors d'une extraction planifiée pendant la période d'incubation, ou de servir de double lors de l'extraction finale prévue à la mi-juillet 2018.

Trois activités d'extraction ont par la suite été réalisées à des moments précis de l'année (tableau 4-3), soit :

- immédiatement après l'installation des appareils, soit les 1<sup>er</sup> et 3 septembre 2017, pour établir l'état initial du substrat contenu dans les cubes d'infiltration nouvellement installés.
- les 8 et 12 novembre 2017, après la fraie du saumon, afin d'évaluer la capacité de transport sédimentaire de la rivière Romaine et des tributaires lors de la période automnale et avant la période hivernale;
- les 10 et 11 juillet 2018, après l'émergence des alevins, afin d'évaluer la capacité de transport sédimentaire de la rivière Romaine et des tributaires lors de la période hivernale et de la période printanière.

Il est à mentionner que les trappes simples ont été activées à la suite de leur installation en août/septembre, puis extraites en novembre 2017. Les trains de trappes ont quant à eux été activés en novembre, pour permettre d'enregistrer la capacité de prise en charge des sédiments par la rivière durant la totalité de la période d'incubation, à la suite de l'extraction de novembre et qui inclut la période printanière. Par conséquent, elles ont été extraites au début juillet 2018.



-  Carotte extraite en juillet 2018 (carottier cryogénique)
-  Sens de l'écoulement
-  Limite approximative de la frayère

Complexe de la Romaine  
 Suivi environnemental en phase exploitation  
 Suivi de la qualité granulométrique des  
 frayères à saumon naturelles  
 Suivi 2017-2018

**Localisation des carottages réalisés en  
 juillet 2018 sur les frayères du PK 34 et  
 du PK 46 de la rivière Romaine**

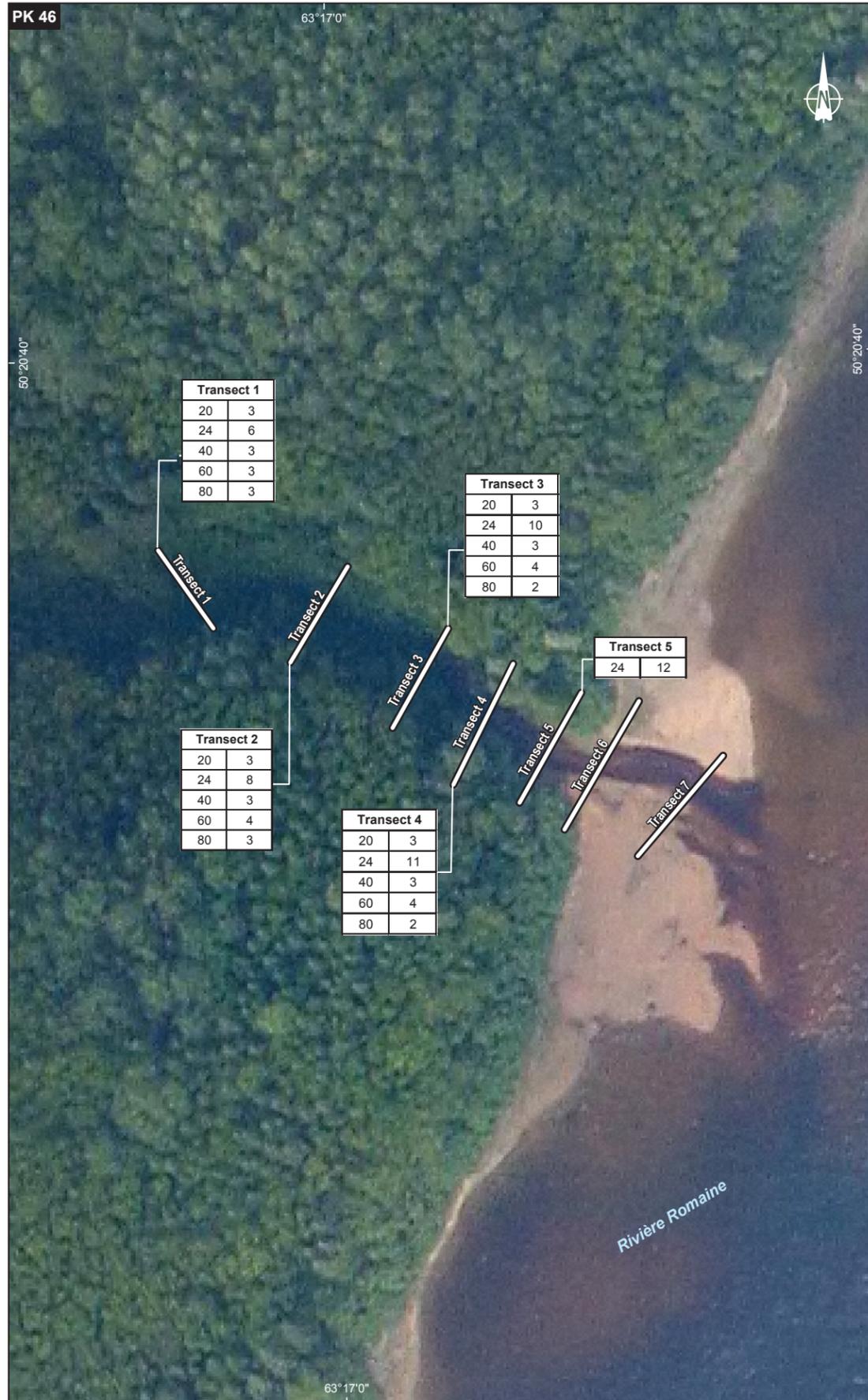
Sources :  
 Ortho-image (Pléiades), résolution 50 cm, Hydro-Québec, 2014  
 Inventaires et cartographie : WSP, 2018  
 Fichier : 0344\_suc4\_1\_geq\_1593\_qg\_190219.mxd

Carte 4-1

Octobre 2020







— Identification du transect

Transect 1	
20	4
24	10
40	2
60	2
80	2

— Quantité implantée

— Taille des galets (mm)

— Transect

— Sens de l'écoulement



Complexe de la Romaine  
 Suivi environnemental en phase exploitation  
 Suivi de la qualité granulométrique des  
 frayères à saumon naturelles  
 Suivi 2017-2018

**Nombre de transpondeurs implantés  
 dans les tributaires du PK 34 et du PK 46  
 de la rivière Romaine en août 2017**

Sources :  
 Orthophoto, résolution 30 cm, Hydro-Québec, 2004  
 Inventaires et cartographie : WSP, juillet 2018  
 Fichier : 0344\_suc4\_2\_geq\_1658\_gg\_190219.mxd

0 7 14 m  
 MTM, fuseau 5, NAD83

Octobre 2020



**Tableau 4-3 Séquence planifiée des travaux en rivière et des activités réalisées**

Activités prévues	Période planifiée	Activités réalisées			Constat
		Appareil	Période réalisée	Plage de débits journaliers (m <sup>3</sup> /s)*	
<b>Installation des appareils</b> 32 cubes 64 trappes : - 56 en frayère dont 8 trains de trappes - 8 en tributaires	Août 2017	32 cubes 64 trappes : - 56 en frayère dont 8 trains de trappes - 8 en tributaires	30, 31 août et 3 septembre 2017	255 et 341	Activités réalisées comme prévu.
<b>Extraction 1</b> 8 cubes Activation 8 trappes Activation 4 trappes en tributaires	Août 2017	8 cubes Activation 8 trappes Activation 4 trappes en tributaires	1, 3, 5 et 6 septembre 2017	270 et 341	Activités réalisées comme prévu.
<b>Extraction 2</b> 8 cubes 4 trappes en tributaires Activation 8 trains de trappes	Novembre 2017	8 cubes 3 trappes en tributaires Activation 8 trains de trappes	8, 9, 12 et 14 novembre 2017	478 et 497	Activités réalisées comme prévu
<b>Extraction 3</b> 16 cubes 8 trains de trappes 4 trappes en tributaires	Juillet 2018	16 cubes 8 trains de trappes 2 trappes en tributaires	10 et 11 juillet 2018	227 et 264	Activités réalisées comme prévu
<b>8 carottes cryogéniques</b>	Juillet 2018	<b>8 carottes cryogéniques</b>	6, 7 et 9 juillet 2018	230 et 311	Activités réalisées comme prévu.

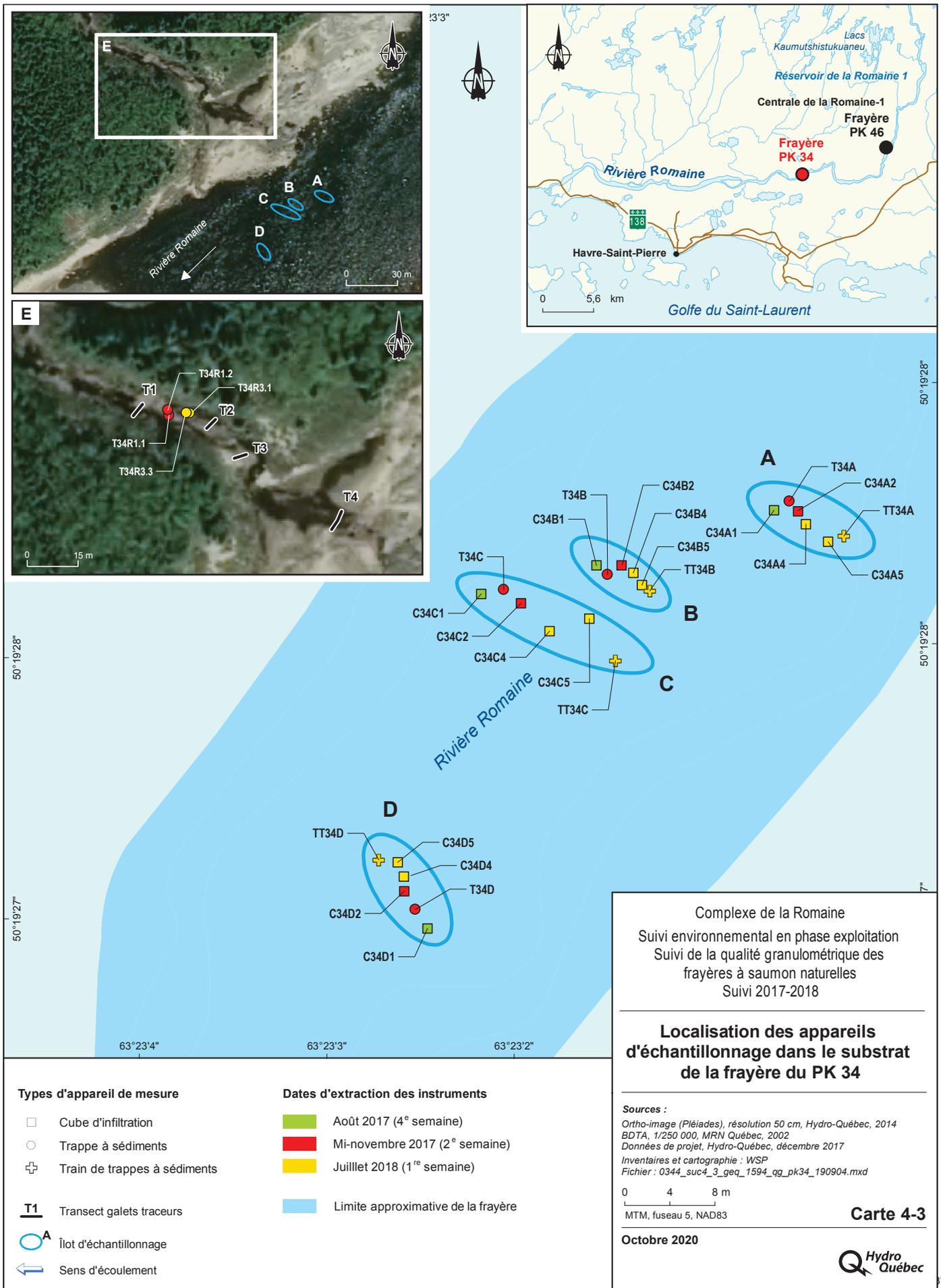
\* Débits journaliers moyens à la station hydrométrique du PK 16

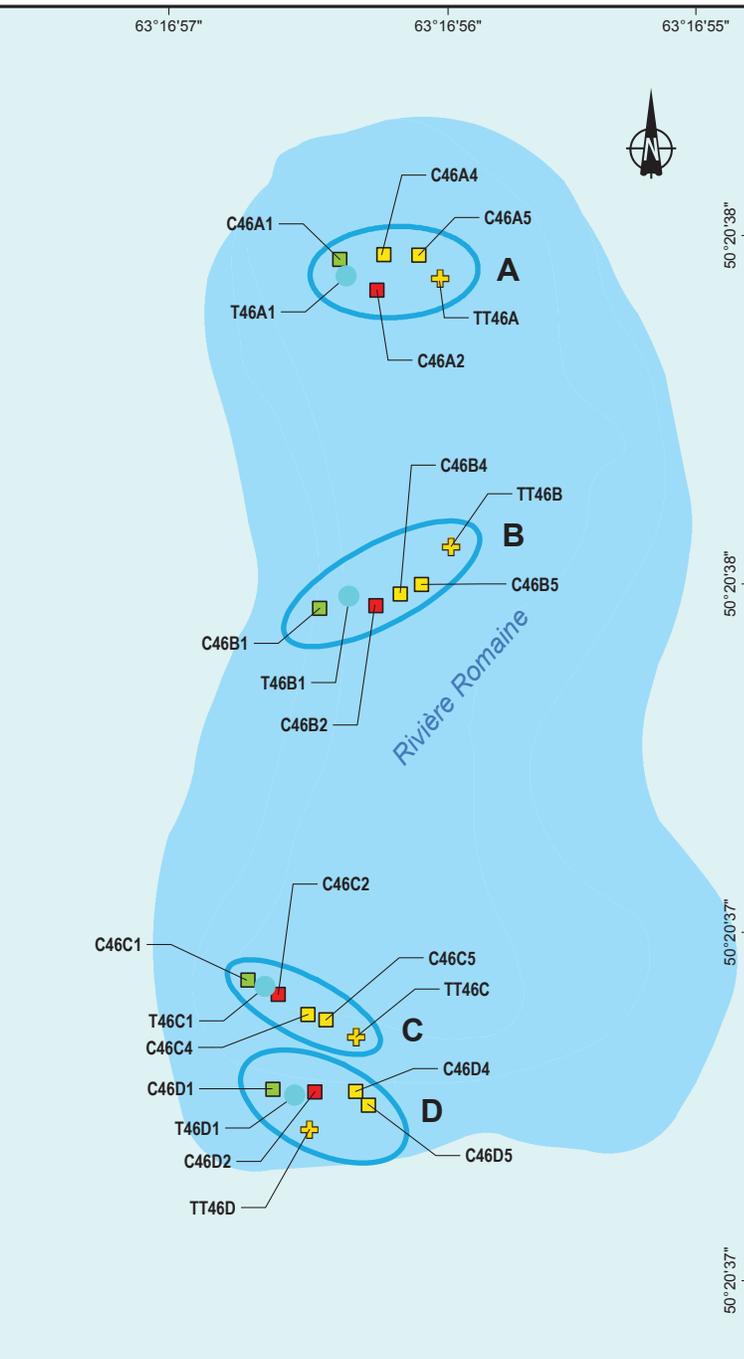
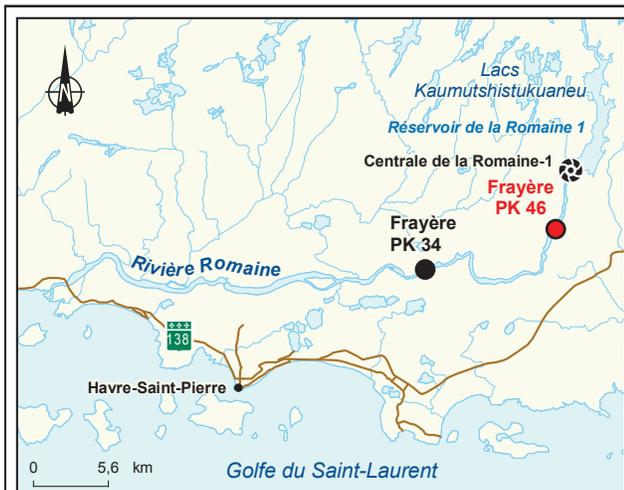
## Trappes

Le tableau 4-4 résume le constat de leur activation (réussie ou non) et l'état des trappes au moment de leur extraction (c.-à-d. partiellement remplie, presque pleine ou pleine) pour l'extraction de novembre 2017. Pour l'extraction de juillet 2018, c'est l'épaisseur de matériel collecté pour chaque trappe des trains de trappe qui est présentée. Tout comme en 2016-2017 deux paires de trappes à sédiments ont été installées dans le lit de chacun des tributaires, tout juste en amont de leur confluence avec la rivière Romaine (cartes 4-3 et 4-4). Les paires de trappes installées dans les tributaires ont été activées et extraites selon le même patron que celles implantées dans les frayères.

En termes de contenu en sédiments, la situation se résume comme suit :

- cette année, aucune trappe n'a été perdue (ensevelie/arrachée) comparativement à l'an dernier (2016-2017);
- en novembre 2017, les trappes du PK 34 étaient pleines (îlot A, B, C et D). Au PK 46, les trappes retirées étaient toutes pleines, à l'exception de celle de l'îlot D, qui était partiellement pleine;
- en juillet 2018, les trappes à sédiments qui forment les trains de trappes du PK 34 étaient presque pleines (îlots A, B, C et D). Au PK 46, les trappes qui composent les trains de trappes des îlots A, B, C et D étaient également toutes presque pleines ou pleines.





Complexe de la Romaine  
Suivi environnemental en phase exploitation  
Suivi de la qualité granulométrique des frayères  
à saumon naturelles  
Suivi 2017-2018

### Localisation des appareils d'échantillonnage dans le substrat de la frayère du PK 46

Sources :  
Ortho-image (Pléiades), résolution 50 cm, Hydro-Québec, 2014  
BDTA, 1/250 000, MRN Québec, 2002  
Données de projet, Hydro-Québec, décembre 2017  
Inventaires et cartographie : WSP  
Fichier : 0344\_suc4\_4\_geq\_1595\_qg\_pk46\_190904.mxd

0 4 8 m  
MTM, fuseau 5, NAD83

Octobre 2020

Carte 4-4



#### Types d'appareil de mesure

- Cube d'infiltration
- Trappe à sédiments
- Train de trappes à sédiments

**T1** Transect galets traceurs

**A** Îlot d'échantillonnage

Sens d'écoulement

#### Dates d'extraction des instruments

- Août 2017 (4<sup>e</sup> semaine)
- Mi-novembre 2017 (2<sup>e</sup> semaine)
- Juillet 2018 (1<sup>er</sup> semaine)

Limite approximative de la frayère

**Tableau 4-4 État des trappes à sédiments au moment de leur extraction et constat de leur activation lors de chaque campagne de terrain**

Frayère	Îlot	Août 2017		Novembre 2017		Juillet 2018					
		État des trappes	Activation	État des trappes	Activation	État des trappes composant le train de trappes <sup>1</sup> (en cm)					
						T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6
PK 34	A	-	Réussie	Pleine	Réussie	35	35	35	36	36	35
	B	-	Réussie	Pleine	Réussie	36	36	36	36	36	36
	C	-	Réussie	Pleine	Réussie	38	38	38	37	37	38
	D	-	Réussie	Pleine	Réussie	38	38	38	38	38	36
	Tributaire (trappe #1)	-	Réussie	-- <sup>2</sup>	Réussie	-- <sup>2</sup>					
	Tributaire (trappe #2)	-	Réussie	-- <sup>2</sup>	Réussie	-- <sup>2</sup>					
PK 46	A	-	Réussie	Pleine	Réussie	38	34	34	34	36	36
	B	-	Réussie	Pleine	Réussie	32	34	34	32	34	32
	C	-	Réussie	Pleine	Réussie	34	36	36	38	38	38
	D	-	Réussie	Partielle	Réussie	36	36	36	38	37	38
	Tributaire (trappe #1)	-	Réussie	-- <sup>2</sup>	Réussie	-- <sup>2</sup>					
	Tributaire (trappe #2)	-	Réussie	-- <sup>2</sup>	Réussie	-- <sup>2</sup>					

1 Épaisseur de matériel dans chaque trappe (profondeur des trappes de 38 cm). Voir le schéma de la figure 4-3 pour la position des trappes dans le train de trappes.

2 L'état de la trappe n'a pas été caractérisé lors de l'extraction. Toutefois, le contenu a été analysé quantitativement.

## Cubes

Le tableau 4-5 présente un sommaire des extractions de cubes d'infiltration prévues et celles effectuées pour chaque îlot des frayères (voir photo dans annexe 1). Comparativement au suivi précédent (2016-2017), le mécanisme de fermeture des sacs des cubes d'infiltration a bien fonctionné cette année, et ce, pour tous les cubes lors des trois extractions. En effet, certains échantillons avaient dû être rejetés l'an dernier en raison d'une perte de sédiments lors des manipulations de fermeture des sacs et pendant les extractions. Cette année, au PK46 (îlot B), le cube n° 2 a été extrait en août et le cube n° 1 en novembre 2017. Par contre, cela n'affecte pas la qualité de ces échantillons et ils peuvent être conservés pour les analyses granulométriques.

**Tableau 4-5 Sommaire des extractions de cubes par îlot et par frayère**

Frayère	Îlot	Août 2017		Novembre 2017		Juillet 2018	
		Prévue	Réalisée	Prévue	Réalisée	Prévue	Réalisée
PK 34	A	1	1	1	1	2	2
	B	1	1	1	1	2	2
	C	1	1	1	1	2	2
	D	1	1	1	1	2	2
	<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
PK 46	A	1	1	1	1	2	2
	B	1	1	1	1	2	2
	C	1	1	1	1	2	2
	D	1	1	1	1	2	2
	<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

## 4.5 ANALYSES GRANULOMÉTRIQUES ET STATISTIQUES

### 4.5.1 ÉCHANTILLONS RETENUS POUR LES ANALYSES

Le nombre d'échantillons retenus pour les analyses est ventilé par frayère, par type d'appareil d'échantillonnage et par mois d'extraction au tableau 4-6. Les cubes 34D4, 34A5 et 34B5 de la frayère du PK 34 extraits en juillet 2018 ne sont pas valides en raison de la perte de matériel lors du transport jusqu'à Québec. Ils sont exclus des analyses en raison de la quantité significative de matériel perdu. Toutefois, le nombre de cubes restants (5) est jugé suffisant pour procéder à des analyses statistiques. Par ailleurs, le cube 46A1 (de la frayère du PK 46) a été exclu en raison de mauvaises manipulations au laboratoire lors de son analyse.

Les trappes à sédiments ont toutes été extraites correctement (voir tableau 4-4), mais deux trappes retirées en novembre 2017 ont été exclues par la suite, en raison de mauvaises manipulations entre l'extraction et les analyses (trappe B et trappe C du PK-34). Au moment de l'extraction, les trappes installées dans la rivière Romaine ont été caractérisées visuellement pour évaluer qualitativement leur degré de remplissage. En ce qui a trait aux trappes dans les tributaires, elles n'ont pas été caractérisées visuellement. Par contre, elles ont toutes été retrouvées pour la période d'août 2017 à novembre 2017 (2/2) sur les deux tributaires, alors que seulement une trappe a été retrouvée par tributaire (1/2) pour la période de novembre 2017 à juillet 2018. Chaque trappe contenait suffisamment de matériel pour effectuer une analyse granulométrique.

Seulement deux des quatre carottes extraites à la frayère du PK 34 ont été retenues pour les analyses granulométriques. En effet, les carottes PK34-F03 et PK34-F04 étaient presque entièrement composées d'argile comme une des carottes extraites à la fin de la période d'incubation 2016-2017. Ces deux carottes sont tout de même considérées comme étant un résultat. Au total, à la frayère du PK 34 et du PK 46, six carottes cryogéniques ont fait l'objet d'analyses granulométriques.

**Tableau 4-6 Nombre d'échantillons ayant fait l'objet d'une analyse granulométrique**

Extraction	Frayère PK 34			Frayère PK 46		
	Cube retenu/prévu	Trappe <sup>1</sup> retenue/prévue	Carotte retenue /prévue	Cube retenu /prévu	Trappe <sup>1</sup> retenu /prévu	Carotte retenue /prévue
Août 2017	4/4	n/a	n/a	3/4	n/a	n/a
Novembre 2017	4/4	2/4 [2/2]	n/a	4/4	4/4 [2/2]	n/a
Juillet 2018	5/8	4/4 <sup>2</sup> [1/2]	2/4	8/8	4/4 <sup>2</sup> [1/2]	4/4

1 Trappes des îlots de la frayère (rivière Romaine) et du tributaire associé [entre accolades].

2 Trains de trappes pour la frayère.

### 4.5.2 ANALYSES GRANULOMÉTRIQUES

Comme lors des études antérieures, à la suite de l'extraction des carottes, des cubes et des trappes, les échantillons recueillis ont été analysés au laboratoire de sédimentologie de WSP, à Québec. D'abord, un tri des classes granulométriques grossières (> 16 mm) a été effectué selon les classes granulométriques suivantes :  $\geq 128$  mm, 90 à < 128 mm, 64 à < 90 mm, 45 à < 64 mm, 32 à < 45 mm, 16 à < 32 mm et < 16 mm, avec un gabarit métallique. Ensuite, toutes ces fractions granulométriques ont été pesées.

En ce qui a trait à la fraction granulométrique < 16 mm de tous les échantillons, elle a été séchée à l'étuve, puis un sous-échantillon a été prélevé et tamisé selon les classes suivantes :  $\geq 8$  mm, 4 à < 8 mm, 2 à < 4 mm, 1 à < 2 mm, 0,5 à < 1 mm, 0,25 à < 0,5 mm, 0,125 à < 0,25 mm, 0,063 à < 0,125 mm et < 0,063 mm. Le poids de chacune de ces sous-fractions a été mesuré avec une balance de précision ( $\pm 0,01$  g).

Cette procédure est identique à celle utilisée en 2005-2006 (GENIVAR, 2007a), en 2009-2010 (GENIVAR, 2011), en 2010-2011 (GENIVAR, 2012) et en 2016-2017 (WSP, 2019) et permet ainsi la comparaison des résultats. Les classes granulométriques utilisées dans ce rapport (tableau 4-7) font référence à la classification de Wentworth (1922).

**Tableau 4-7 Classification granulométrique (modifiée d'après Wentworth, 1922)**

Taille (mm)	Classe granulométrique
≥ 256	Bloc
64 - < 256	Galet
16 - < 64	Caillou
2 - < 16	Gravier
1 - < 2	Sable très grossier
0,500 - < 1	Sable grossier
0,250 - < 0,500	Sable moyen
0,125 - < 0,250	Sable fin
0,063 - < 0,125	Sable très fin
0,031 - < 0,063	Silt grossier
0,015 - < 0,031	Silt moyen
0,008 - < 0,015	Silt fin
0,002 - < 0,008	Silt très fin
<0,002	Argile

### **Cubes d'infiltration**

Les analyses granulométriques des échantillons provenant des cubes d'infiltration ont permis de calculer deux indices, soit l'indice 2 mm (Peterson, 1978) et l'indice 0,125 mm (Levasseur et coll., 2006a). Ils correspondent respectivement à la proportion (%) de particules <2 mm et < 0,125 mm dans chaque échantillon<sup>3</sup>. Selon Peterson (1978), une proportion inférieure à 20 % de sédiments fins (< 2 mm) dans le substrat suggère un bon taux de survie des embryons. Pour leur part, Levasseur et coll. (2006a) concluent, à la suite de leur étude réalisée sur la rivière Sainte-Marguerite au cours de deux périodes d'incubation consécutives, qu'une proportion de sédiments fins (< 0,125 mm) inférieure à 0,17 % dans le substrat au cours de la période d'incubation, entraîne un taux de survie des embryons supérieur à 75 %.

### **Trappes à sédiments et carottes cryogéniques**

Le logiciel Gradistat (Blott et Pye, 2001) a permis de calculer les paramètres granulométriques suivants pour chacun des échantillons analysés provenant des trappes à sédiments et du carottage cryogénique :

- $D_{10}$  : le diamètre des particules au 10<sup>e</sup> percentile de la répartition statistique granulométrique (en d'autres mots, le diamètre maximal des particules les plus fines dont le groupe représente 10 % de la masse totale de l'échantillon). Ce paramètre offre des informations sur la taille minimale des particules d'un échantillon sans pour autant tenir compte des valeurs extrêmes (au  $D_{min}$  ou  $D_1$ );
- $D_{50}$  : le diamètre des particules au 50<sup>e</sup> percentile de la distribution granulométrique. Il s'agit de la médiane de la répartition granulométrique de l'échantillon;

<sup>3</sup> Il est à mentionner que les potentiels apports végétaux (ex. matières organiques) sont indirectement intégrés dans les échantillons de sédiments récoltés. En effet, les échantillons contiennent tout ce qui est inorganique et organique.

- $D_{90}$ : le diamètre des particules au 90<sup>e</sup> percentile de la répartition granulométrique (en d'autres mots, le diamètre des particules au-delà duquel se retrouvent les plus grosses particules qui, cumulées, représentent 10 % de la masse totale de l'échantillon). Ce paramètre offre des informations sur la taille maximale des particules d'un échantillon sans pour autant tenir compte des valeurs extrêmes (au  $D_{max}$  ou  $D_{100}$ ).

Pour chaque carotte de sédiments, le pourcentage de différentes classes granulométriques (< 2 mm, < 0,125 mm et < 0,063 mm) est calculé et, pour les trappes, le pourcentage des différentes classes granulométriques est représenté selon les classes suivantes : 16-64 mm, 2-16 mm, 0,125-2 mm et < 0,125 mm.

---

### 4.5.3 ANALYSES STATISTIQUES

Comme lors des études antérieures, des analyses statistiques ont été effectuées uniquement sur les résultats relatifs au contenu des cubes avec les mêmes approches que celles suivies en 2010-2011 (GENIVAR, 2012). Pour les résultats obtenus au moyen du carottage cryogénique et des trappes à sédiments, aucune analyse statistique n'est nécessaire.

Les analyses réalisées sur le contenu des cubes d'infiltration ont porté sur le pourcentage de deux catégories de particules, soit celles < 2 mm et celles < 0,125 mm servant au calcul des deux indices. Ces analyses ont consisté à comparer, à l'aide d'une analyse de variance (ANOVA), le pourcentage moyen de ces deux catégories de particules entre les périodes d'extraction des cubes (août 2017, novembre 2017 et juillet 2018), et ce, pour chaque frayère séparément. La séquence des opérations réalisées est la suivante :

- vérification de la normalité des données ;
- vérification de l'homogénéité des variances;
- calcul des statistiques de base : moyenne, erreur type et écart-type;
- analyse de variance à facteurs multiples (période, frayère, îlot);
- analyse de variance entre les périodes par frayère, couplée à un test de rang multiple sur les moyennes;
- calcul du coefficient de variation pour les échantillons extraits en juillet par îlot.

La normalité des données a été vérifiée à l'aide de tests de Kolmogorov-Smirnov et du Chi-carré (*goodness of fit*), qui ont permis de constater que ce critère était respecté. Il n'a donc pas été nécessaire de transformer les données.

L'homogénéité des variances a été vérifiée au moyen des tests de comparaison des variances de Fisher, de Bartlett et de Levene. Les variances se sont révélées suffisamment homogènes pour poursuivre l'analyse, ce qui est une condition préalable pour pouvoir utiliser l'ANOVA qui est très robuste par rapport à la normalité des données, mais plus sensible si l'homogénéité des variances n'est pas respectée.

Après avoir réalisé l'ANOVA, un test de rang multiple, soit le Least Significant Difference (LSD), a été appliqué afin d'identifier les paires de périodes d'extraction différentes entre elles. Mentionnons en effet que l'ANOVA détecte l'existence de différences entre les échantillons (dans ce cas-ci les périodes d'extraction), mais n'identifie pas les paires différentes entre elles, d'où la nécessité de procéder au test de rang multiple. Le test LSD est considéré comme le plus puissant lorsque les comparaisons ont été planifiées (test *a priori*), comme dans le cas actuel. Le test fonctionne sur la base de la variance résiduelle de l'ANOVA, laquelle détermine l'écart minimal que doivent avoir deux périodes pour être déclarées significativement différentes. La codification utilisée est l'attribution d'une lettre identique aux groupes qui ne sont pas significativement différents ( $p > 0,05$ ). La lettre « a » est généralement attribuée au groupe obtenant la moyenne la plus élevée. Par convention, pour un test statistique effectué avec une précision de 95 % ( $\alpha = 0,05$ ), les logiciels fournissent une probabilité ( $p$ ) qui doit être interprétée ainsi : si  $p \geq 0,05$  alors les échantillons ne sont pas significativement différents; si  $p < 0,05$  alors ils sont significativement différents.

Enfin, des coefficients de variation ont été calculés pour les deux catégories de particules, sur les îlots de chacune des frayères, pour l'extraction de juillet (cubes et doublons). Cela permet d'évaluer l'hétérogénéité des échantillons intra-îlot. Soulignons que ce descripteur statistique est influencé par les valeurs qu'il décrit. Ainsi, le même écart entre deux valeurs fournira un coefficient de variation plus élevé si ces valeurs sont faibles comparativement à ce qui survient si elles sont élevées. Dans la présente étude, les valeurs de l'indice des particules < 0,125 mm (%) sont faibles et, par conséquent, les coefficients de variation seront relativement élevés.

# 5 RÉSULTATS

Ce chapitre présente tout d'abord les résultats de la structure verticale du substrat des frayères et la charge de fond sur les frayères du PK 34 et PK 46, ce qui renseigne sur la dynamique hydrosédimentaire à l'échelle des frayères pour la période d'incubation 2017-2018. Viennent ensuite les résultats relatifs aux trappes à sédiments et aux transpondeurs installés dans les tributaires pour cette même période, qui décrivent les apports sédimentaires provenant de ces cours d'eau. Enfin, la dernière section décrit les variations du pourcentage des deux catégories de particules fines (< 2 mm et < 0,125 mm) dans les nids de saumon artificiels (cubes d'infiltration) installés au droit des deux frayères, d'août 2017 à juillet 2018. Comme mentionné dans l'introduction, la section discussion est reportée au prochain rapport, soit celui de 2018-2019, et portera sur les trois années en mode exploitation (2016-2017, 2017-2018 et 2018-2019).

## 5.1 DYNAMIQUE HYDROSÉDIMENTAIRE À L'ÉCHELLE DES FRAYÈRES À SAUMON

### 5.1.1 COMPOSITION GRANULOMÉTRIQUE DE LA STRUCTURE VERTICALE DES FRAYÈRES

L'extraction des carottes cryogéniques a permis d'obtenir un portrait de la structure verticale du substrat des frayères pour les 40 premiers centimètres sous la surface, soit environ la profondeur maximale des nids de saumon. Ces carottes sont représentatives du substrat de frayère non remanié par une femelle saumon lors de la construction de son nid. L'analyse visuelle de la stratigraphie des carottes et l'analyse granulométrique des échantillons composites en laboratoire ont permis de déterminer la proportion de chaque classe de sédiments. Il importe de mentionner que l'analyse visuelle consiste en une appréciation basée sur le jugement des observateurs; il ne s'agit pas d'une mesure précise de la teneur en sable des carottes.

#### ANALYSE VISUELLE

L'analyse visuelle de la proportion en sable pour chaque tranche de 5 cm des carottes montre que pour la frayère du PK 34, la majorité des strates présente une proportion apparente de sable située entre 20 et 50 % (tableau 5-1; annexe 1). Plus spécifiquement, les carottes F01 et F02 montrent majoritairement une proportion apparente en sable variant entre 20 et 50 % sur les 20 premiers centimètres et entre 10 et 20 % sur les centimètres suivants. La carotte F03 est composée d'une proportion apparente de sable entre 10 et 20 % sur les premiers 15 centimètres. Les 5 premiers centimètres de la carotte F04 sont composés de sable à plus de 50 %, suivis de 10 cm où la proportion de sable varie entre 20 et 50 %. La base des carottes F03 et F04 indique que l'épaisseur du substrat de la frayère à ces endroits est réduite, puisque le contact avec l'unité d'argile se situe parfois à moins de 20 cm sous la surface. Pour les carottes F01 et F02, le contact se situe quant à lui à 30 et 25 cm sous la surface, respectivement. Cela indique que les saumons ne disposent pas d'une épaisse couche de substrat propice pour creuser leurs nids à ces endroits. Lors du suivi de l'an dernier (2016-2017), une des quatre carottes extraites de cette frayère indiquait que l'unité d'argile se situait à environ 20 cm sous la surface du lit (WSP, 2019).

En ce qui concerne la frayère du PK 46, la proportion apparente en sable est relativement uniforme au sein d'une même carotte, mais varie d'une carotte à l'autre (tableau 5-1; annexe 1). Ainsi, la carotte F02 (localisée le plus près de la rive) et la carotte F04 (carte 4-1) contiennent une proportion apparente en sable variant entre 20 et 50 % sur les 30 premiers centimètres.

Par ailleurs, la carotte F01 montre une proportion apparente en sable supérieure à 50 % sur toute sa longueur, tandis que la carotte F03, située le plus loin de la rive, montre une proportion apparente en sable entre 20 et 50 % pour les 15 premiers centimètres, et de plus de 50 % pour les 25 centimètres suivants.

Soulignons qu'aucune des carottes du PK 46 n'a atteint l'unité argileuse dans les premiers 40 centimètres. Une seule l'avait atteint lors du suivi de l'an dernier à environ 30 cm (WSP, 2019). Ceci indique que l'unité d'argile se trouve généralement à une plus grande profondeur qu'à la frayère du PK 34. Cette information indique que la frayère du PK 46 offre une plus grande épaisseur de sable et gravier que la frayère du PK 34.

Pour résumer, on constate que le contact avec l'unité argileuse d'origine glacio-marine dans les carottes prélevées au PK 34 est atteint dès 15 cm dans certaines carottes cryogéniques (F03 et F04), tandis qu'au PK 46, aucune carotte ne présente de traces des argiles d'origine glacio-marine.

**Tableau 5-1 Analyse visuelle de la proportion en sable à différentes profondeurs dans le substrat des frayères du PK 34 et du PK 46 de la rivière Romaine**

Station	PK 34				PK 46			
	F01	F02	F03	F04	F01	F02	F03	F04
<b>Profondeur atteinte (cm)</b>	<b>62</b>	<b>59</b>	<b>61</b>	<b>53</b>	<b>64</b>	<b>65</b>	<b>64</b>	<b>63</b>
Strate depuis la surface du substrat (cm)	0-5	B	B	C	A	B	B	B
	5-10	B	B	C	B	A	B	B
	10-15	B	B	C	B	A	B	B
	15-20	B	B	-*	-*	A	B	A
	20-25	C	C	-	-	B	B	B
	25-30	C	-*	-	-	B	B	A
	30-35	-*	-	-	-	A	B	A
	35-40	-	-	-	-	A	B	A

- A :** Substrat grossier avec matrice sableuse : graviers, galets et blocs non jointifs et proportion apparente de sable > 50 % ;
- B :** Substrat grossier avec matrice sableuse : graviers, galets et blocs non jointifs et proportion apparente de sable > 20 et ≤ 50 % ;
- C :** Substrat grossier avec matrice de gravier : galets et blocs non jointifs et proportion apparente de sable ≥ 10 et ≤ 20 % ;
- D :** Substrat grossier jointif : graviers, galets et blocs jointifs et sable apparent absents ou en très faible proportion, soit < 10 %.
- \* Contact avec l'unité argileuse d'origine glaciomarine.

## ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

Les analyses granulométriques ont été réalisées sur des échantillons composites de chaque carotte. Rappelons que deux carottes au PK 34 n'ont pas été analysées (F03 et F04) en raison de la prédominance du contenu en argile. Les analyses granulométriques confirment les résultats précédents des analyses visuelles. En effet, le substrat des deux frayères n'est pas identique, mais contient cependant une certaine proportion de sédiments sableux. Les résultats montrent que la frayère du PK 46 est caractérisée par un substrat généralement plus fin que la frayère du PK 34, avec des valeurs de  $D_{50}$  variant de 6 à 10 mm (gravier) comparativement aux valeurs de  $D_{50}$  de la frayère du PK 46 qui varient de 14 à 44 mm (gravier et caillou) (tableau 5-2). Ces résultats sont très similaires à ceux du suivi de 2016-2017 (WSP, 2019).

Le résultat des analyses granulométriques des échantillons composites de chacune des carottes de la frayère du PK 34 indique que le  $D_{90}$  correspond à la taille des cailloux pour la carotte F01 et à la taille des blocs pour la carotte F02 (tableau 5-2). Pour ce qui est du  $D_{10}$ , la carotte F01 se situe dans les sables grossiers et la F02, dans les graviers. Bref, le substrat à la station F01 est légèrement plus fin qu'à la station F02.

**Tableau 5-2 Valeurs du D<sub>10</sub>, du D<sub>50</sub> et du D<sub>90</sub> des échantillons prélevés à la frayère du PK 34 et du PK 46 de la rivière Romaine et classes granulométriques associées selon l'échelle de Wentworth (1922) (toutes strates confondues).**

Frayère	Station	D <sub>10</sub>		D <sub>50</sub>		D <sub>90</sub>	
		Taille (mm)	Classe granulométrique	Taille (mm)	Classe granulométrique	Taille (mm)	Classe granulométrique
PK 34	F01	0,553	Sable grossier	14,873	Gravier	44,349	Caillou
	F02	2,661	Gravier	44,170	Caillou	608,608	Bloc
PK 46	F01	0,387	Sable moyen	6,694	Gravier	41,718	Caillou
	F02	0,599	Sable grossier	10,884	Gravier	43,124	Caillou
	F03	0,440	Sable moyen	7,198	Gravier	39,863	Caillou
	F04	0,422	Sable moyen	10,728	Gravier	46,426	Caillou

Il y a donc de légères variations entre les carottes en ce qui concerne les proportions des classes granulométriques les plus fines, tandis qu'une certaine hétérogénéité est constatée pour les classes les plus grossières, comme mentionné dans les études antérieures. Ainsi, la carotte F01 montre une proportion de particules < 2 mm de 23,43 %, ce qui dépasse le seuil de 20 % de l'indice Peterson (1978) (tableau 5-3). De plus, cette carotte a un pourcentage de sédiments < 0,125 mm supérieur à 0,17 %, donc au-delà du seuil établi par Levasseur et coll. (2006a). En contrepartie, l'échantillon composite de l'autre carotte (F02) a une proportion de sédiments < 2 mm inférieure à 20 % et un pourcentage de sédiments < 0,125 mm inférieur à 0,17 %.

L'analyse granulométrique des échantillons composites des carottes de la frayère du PK 46 montre des similitudes quant à la distribution statistique du diamètre des particules entre les stations, avec un D<sub>90</sub> correspondant aux cailloux, un D<sub>50</sub> correspondant aux graviers et un D<sub>10</sub> qui correspond à un sable moyen (F01, F03 et F04) ou grossier (F02) (tableau 5-2). Les résultats des analyses granulométriques des échantillons composites indiquent que les proportions de sable (<2 mm) se situent toutes au-delà du seuil de 20 % et au-delà du seuil de 0,17 % pour les particules < 0,125 mm (tableau 5-3).

**Tableau 5-3 Proportion des sédiments fins (%) < 0,125 mm et < 2 mm des échantillons prélevés sur la frayère du PK 34 et du PK 46 de la rivière Romaine (toutes strates confondues).**

Frayère	Station	< 0,125 mm (%)	< 2 mm (%)
PK 34 <sup>a</sup>	F01	0,28	23,43
	F02	0,07	9,35
PK 46	F01	1,40	32,05
	F02	0,81	21,89
	F03	0,55	21,97
	F04	0,85	20,43

a) Deux des quatre carottes prélevées (soit F03 et F04) n'ont pas pu être analysées en raison du contenu élevé en argile

Enfin, tout comme lors du précédent suivi, les valeurs du D<sub>90</sub> sont globalement plus faibles pour la frayère du PK 46 comparativement à la frayère du PK 34. À l'inverse cependant, les proportions de particules <2 mm et <0,125 mm y sont plus élevées.

En somme, les résultats présentés aux tableaux 5-2 et 5-3 sont similaires à ceux de 2016-2017. Le substrat des frayères ne semble pas avoir changé et les différences observées à chacune d'entre elles sont les mêmes. À la lumière de ces résultats et afin de diminuer l'empreinte sur les frayères naturelles de la rivière Romaine, il est suggéré de cesser l'extraction de substrat via les carottes cryogéniques pour les suivis prévus en 2023 et 2026. Les membres innus du CTER d'Ekuanitshit sont en accord avec cette proposition (réf. rencontre du CTER du 10 mars 2020).

## 5.1.2 CHARGE DE FOND INTERCEPTÉE PAR LES TRAPPES À SÉDIMENTS INSTALLÉES SUR LES FRAYÈRES

Les résultats relatifs à la variation du transport de la charge de fond pour la période d'incubation 2017-2018 portent sur le contenu des trappes qui a été recueilli entre août 2017 et novembre 2017 et le contenu des trains de trappes recueilli entre novembre 2017 et juillet 2018, sur les deux frayères.

Tout d'abord, la majorité des trappes extraites pendant la période d'incubation contenait des sédiments au moment de leur extraction et était souvent presque pleine (tableau 4-4), ce qui témoigne d'un transport en charge de fond actif.

Les données des extractions du mois de novembre 2017 montrent que le poids total des sédiments récoltés par les trappes extraites au PK 34 est inférieur à celui au PK 46. À l'inverse, entre novembre 2017 et juillet 2018, les trappes ont intercepté des quantités supérieures de sédiments à la frayère du PK 34. L'ensemble de ces résultats et des données brutes sont disponibles à l'annexe 4. Au-delà de la quantité de sédiments collectés, c'est principalement leur type et leur taille qu'il est intéressant de connaître, puisque cela permet de déterminer la compétence de l'écoulement de la rivière pour une période considérée.

En effet, l'analyse granulométrique du contenu des trappes pour la frayère du PK 34 (tableau 5-4, figure 5-1 et annexe 4) permet de dégager les constats suivants :

- Entre août 2017 et novembre 2017, la majorité des particules recueillies ont un diamètre compris entre 0,125 mm et 2 mm et la taille des plus grosses particules correspond à un sable très grossier.
- Entre novembre 2017 et juillet 2018, la majorité des particules recueillies sont des sables grossiers à très grossiers. Tout comme à la période précédente (août-novembre 2017), très peu de sédiments plus grossiers (graviers, cailloux) ont été interceptés.

**Tableau 5-4 Valeurs du D<sub>10</sub>, du D<sub>50</sub> et du D<sub>90</sub> calculées à partir du contenu des trappes à sédiments sur les frayères.**

Frayère	Période	Îlot	D <sub>10</sub> (mm)	D <sub>50</sub> (mm)	D <sub>90</sub> (mm)	Classe granulométrique correspondant au D <sub>90</sub>
PK 34	Août à novembre 2017	A	0,356	0,779	1,703	Sable très grossier
		B	-	-	-	-
		C	-	-	-	-
		D	0,271	0,546	1,144	Sable très grossier
	Novembre 2017 à juillet 2018	A*	0,260	0,592	1,166	Sable très grossier
		B*	0,252	0,427	0,971	Sable grossier
		C*	0,276	0,592	1,678	Sable très grossier
		D*	0,262	0,483	1,674	Sable très grossier
PK 46	Août à novembre 2017	A	0,094	0,203	2,358	Gravier
		B	0,160	0,817	21,080	Caillou
		C	0,180	0,704	4,463	Gravier
		D	0,185	0,592	7,149	Gravier
	Novembre 2017 à juillet 2018	A*	0,254	0,862	3,288	Gravier
		B*	0,116	0,209	4,649	Gravier
		C*	0,180	0,734	18,337	Caillou
		D*	0,266	0,485	4,649	Gravier

\* Valeur calculée en considérant le contenu du train de trappes (6 trappes, voir annexe 4) comme un seul échantillon.

En ce qui concerne la frayère du PK 46, l'analyse granulométrique du contenu des trappes (tableau 5-4; figure 5-1 et annexe 4) révèle que :

- Entre août 2017 et novembre 2017, la majorité des particules recueillies ont un diamètre compris entre 0,125 mm et 2 mm. Toutefois, comparativement à la frayère du PK 34, les trappes ont également capté une certaine quantité de sédiments plus grossiers. En effet, les valeurs des  $D_{90}$  correspondent aux graviers pour l'îlot A, C et D et aux cailloux pour l'îlot B.
- Entre novembre 2017 et juillet 2018, le contenu de trappes est similaire à celui de la période précédente, avec une proportion de gravier un peu plus importante. Les valeurs des  $D_{90}$  correspondent aux graviers pour les îlots A, B et D et aux cailloux pour l'îlot C.

Globalement, les propriétés granulométriques de la charge de fond interceptée sur les deux frayères et les tendances observées sont comparables aux résultats du suivi précédent. Par exemple, le contenu des trappes sur la frayère du PK 46 indique que des sédiments captés sont un peu plus grossiers qu'à la frayère du PK 34, et ce, pendant l'ensemble de la durée de la période d'incubation.

---

## 5.2 APPORT SÉDIMENTAIRE PROVENANT DES TRIBUTAIRES AU DROIT DES FRAYÈRES NATURELLES

Les résultats sur la capacité de transport des tributaires du PK 34 et du PK 46 se jetant au droit des deux frayères sont obtenus par le biais de l'analyse granulométrique du contenu des trappes à sédiments à la section 5.2.1 et par le suivi des transpondeurs à la section 5.2.2.

---

### 5.2.1 TRAPPES À SÉDIMENTS

Au PK 34, le contenu prélevé dans la paire de trappes entre août 2017 et novembre 2017 correspond majoritairement (91 %) à des sédiments dont la taille est inférieure à 2 mm, avec une valeur de  $D_{50}$  qui correspond aux sables grossiers (figure 5-1, annexe 4). Le  $D_{90}$  indique que les plus grosses particules interceptées sont de la taille des sables très grossiers (tableau 5-5). Entre novembre 2017 et juillet 2018, le  $D_{50}$  correspond aux sables moyens tandis que la taille du  $D_{90}$  des correspond aux graviers.

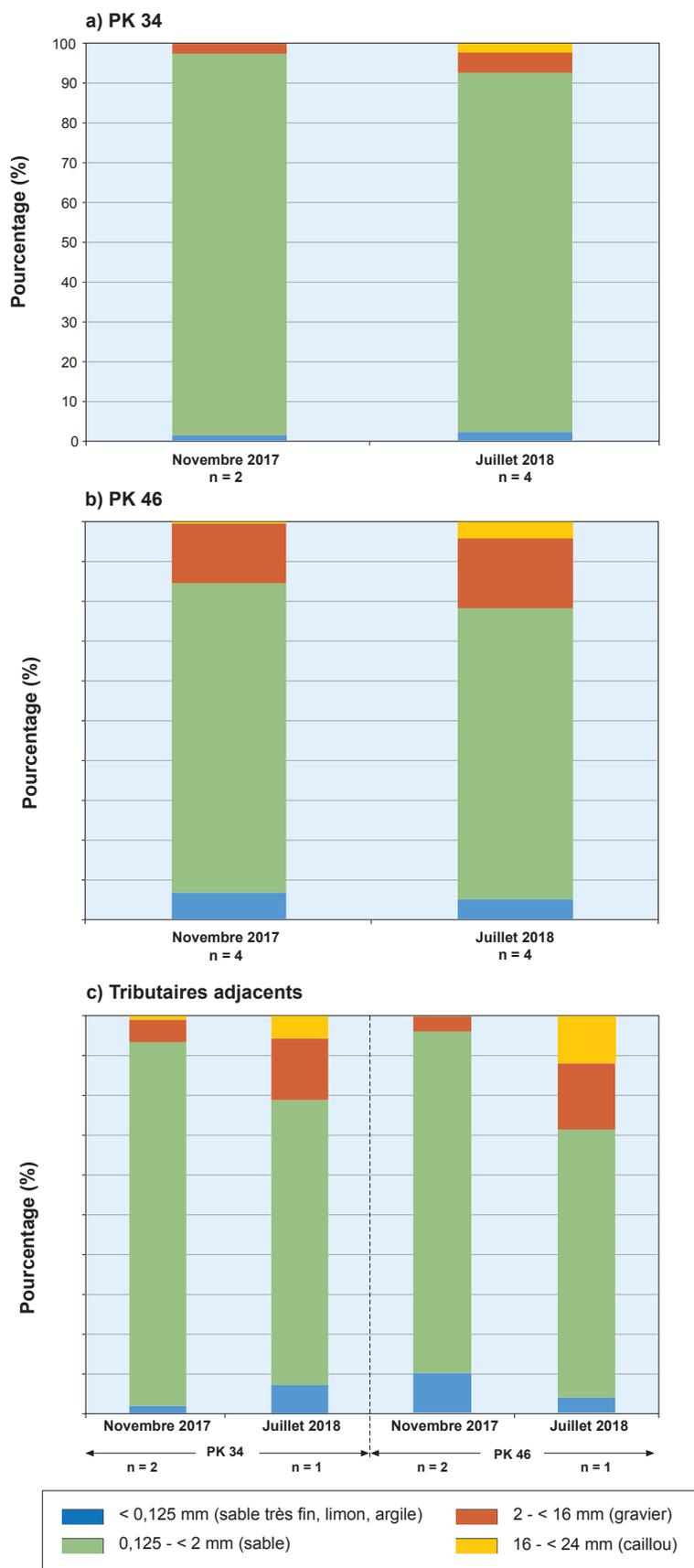
Bref, les trappes dans le tributaire ont intercepté une charge de fond plus grossière entre novembre 2017 et juillet 2018 qu'entre août 2017 et novembre 2017. La crue printanière survenue sur ce tributaire au printemps 2018 a permis de transporter des sédiments de plus grandes tailles comparativement aux événements hydrologiques de la période d'août 2017 à novembre 2017 (figure 5-2).

En ce qui concerne le tributaire du PK 46, la charge sédimentaire captée par les trappes extraites en novembre 2017 contient une proportion importante (96 %) de particules < 2 mm (figure 5-1, annexe 4). La majorité des sédiments sont donc compris dans la classe granulométrique comprise entre 0,125 mm et 2 mm, avec un  $D_{50}$  correspondant aux sables grossiers. Le  $D_{90}$  correspond aux sables très grossiers (tableau 5-5).

Entre novembre 2017 et juillet 2018, le  $D_{50}$  correspond aux sables grossiers, tandis que la taille du  $D_{90}$  correspond aux cailloux. Comme mentionné précédemment, la crue printanière survenue sur ce tributaire a permis de transporter des sédiments de plus grandes tailles comparativement aux événements hydrologiques de la période d'août 2017 à novembre 2017 (figure 5-2).

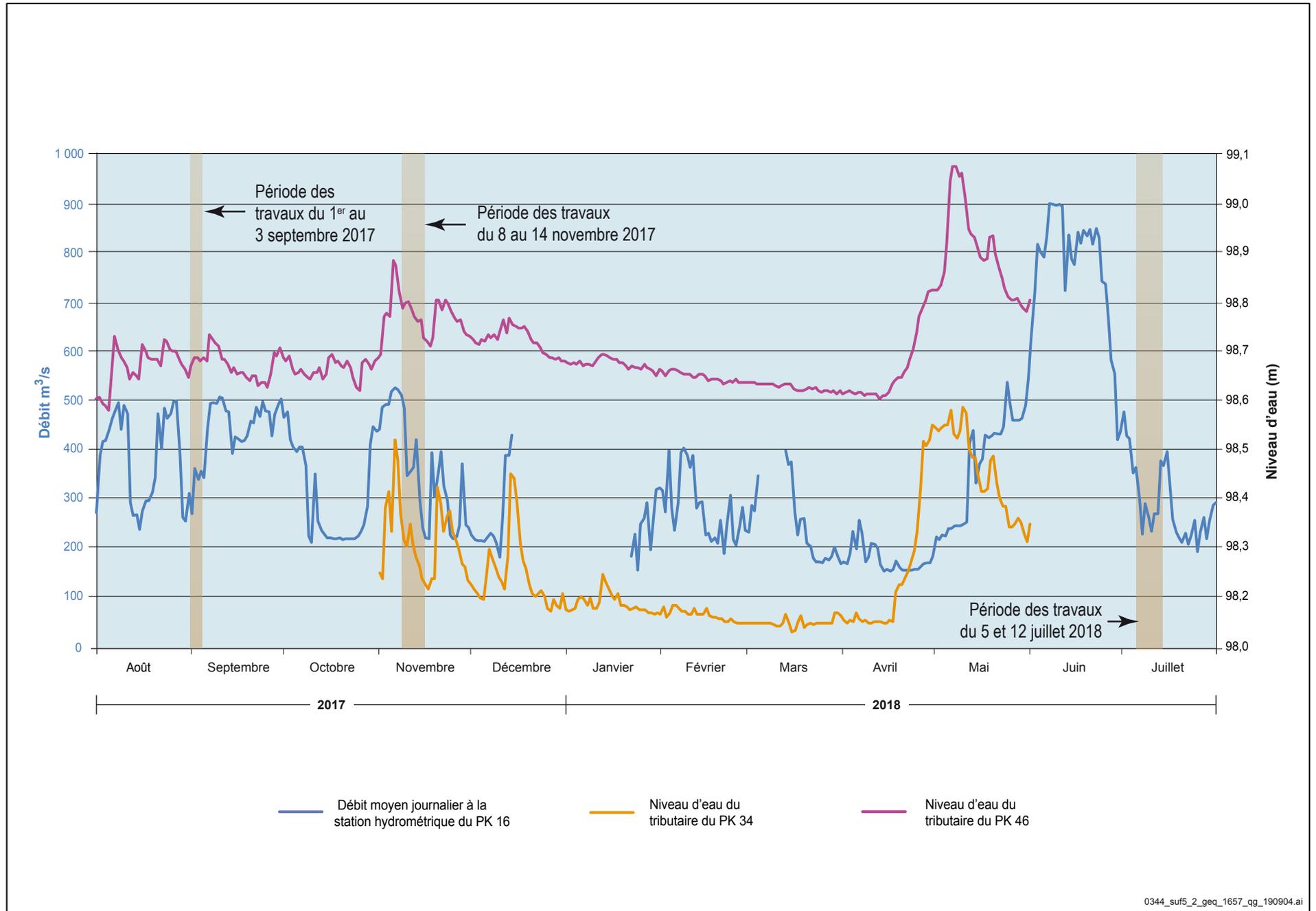
Comme mentionné dans l'étude de suivi menée en 2016-2017 (WSP, 2019), ces résultats démontrent encore une fois que ces deux tributaires sont très dynamiques et qu'ils ont la capacité de déplacer de grosses particules, même s'ils sont globalement caractérisés par un transport sédimentaire composé majoritairement de sables.

Figure 5-1 Pourcentage des différentes classes de sédiments récoltés par les trappes



0344\_suf5\_1\_geq\_1618\_qg\_classe\_190904.ai

Figure 5-2 Installations, extractions des appareils d'échantillonnage et carottage cryogénique en fonction de l'hydrogramme de la rivière Romaine et des niveaux d'eau des tributaires au PK 34 et au PK 46



0344\_suf5\_2\_geq\_1657\_qg\_190904.ai

**Tableau 5-5 Valeurs du D<sub>10</sub>, du D<sub>50</sub> et du D<sub>90</sub> calculées à partir du contenu des trappes à sédiments dans les tributaires.**

Localisation	Période	D <sub>10</sub> (mm)	D <sub>50</sub> (mm)	D <sub>90</sub> (mm)	Classe granulométrique correspondant au D <sub>90</sub>
PK 34	Août à novembre 2017*	0,244	0,551	1,753	Sable très grossier
	Novembre 2017 à juillet 2018**	0,138	0,391	10,456	Gravier
PK 46	Août à novembre 2017*	0,127	0,631	1,672	Sable très grossier
	Novembre 2017 à juillet 2018**	0,266	0,975	17,993	Caillou

\* Valeur obtenue en considérant le contenu des deux trappes comme un seul échantillon.

\*\* Valeur obtenue en considérant le contenu d'une seule trappe, car la deuxième n'a pas été retrouvée.

## 5.2.2 SUIVI DES TRANSPONDEURS

Comme mentionné à la section 4.2.2, l'utilisation de transpondeurs constitue une nouvelle technique d'échantillonnage, complémentaire aux trappes à sédiments, qui a été déployée dans les tributaires au droit de chacune des deux frayères pour la deuxième fois depuis le début du programme de suivi. L'objectif est de tenter de décrire davantage la contribution des tributaires à la dynamique sédimentaire de ces deux frayères. Il est à mentionner que la différence entre les vieux et les nouveaux transpondeurs détectés n'a pas été effectuée dans les analyses. Les pourcentages détectés sont calculés sur le total de l'année d'implantation.

### *Déplacements des transpondeurs au PK 34*

Au tributaire du PK 34, 33 % des transpondeurs implantés en août 2017 ont été détectés en novembre 2017 (tableau 5-6; le pourcentage total est calculé en fonction du nombre de transpondeurs trouvés, divisé par le nombre total de transpondeurs). Il faut dire qu'en novembre 2017, la présence d'une couverture de glace partielle sur le tributaire a réduit la superficie disponible pour la détection des transpondeurs. Les galets traceurs de différentes tailles ont été détectés dans des proportions qui varient entre 9 et 33 % et montrent des déplacements moyens variant entre 1,7 et 22 m. Le déplacement le plus court est associé aux sédiments de taille de 60 mm, tandis que le déplacement le plus grand est associé à des tailles moindres (20 mm). Les transpondeurs libres (c.-à-d. non insérés dans des galets) de 24 mm détectés en novembre (48 %) montrent un déplacement moyen de 51,9 m, ce qui est plus élevé que le déplacement des galets, comme anticipé. Rappelons qu'aucun galet fixe de 160 mm, ni transpondeur libre de 12 mm n'a été implanté en août 2017 en raison des très faibles taux de détection lors de la période d'incubation précédente (2016-2017). Pour cette période (août à novembre 2017), une crue d'automne survenue avant la période de détection a pu influencer les déplacements des transpondeurs. Le manque de données de niveau d'eau ne permet toutefois pas de tirer des conclusions plus précises (figure 5-2).

En juillet 2018, le taux de détection moyen a doublé, atteignant 66 % (comparativement à 33 % en novembre 2017 avec une couverture de glace). Cela représente un meilleur taux de détection qu'en juillet 2017 (56 %); il s'agit d'un taux de détection appréciable après une période de 8 mois, qui comprend la crue printanière. Pendant cette période, la crue printanière débutant à la mi-avril a été caractérisée par des niveaux d'eau supérieurs à la cote de 98,5 m dans ce tributaire. De plus, ces niveaux d'eau sont restés plus longtemps à un niveau élevé comparativement à l'automne (figure 5-2). Les mesures de niveaux d'eau manquantes à partir du début de juin 2018 sur ce tributaire ne permettent pas d'apprécier l'impact de la crue printanière sur ces résultats (figure 5-2). Cependant, cette crue printanière, d'une plus grande ampleur que celle de l'automne, a permis des déplacements plus importants des transpondeurs. De ce fait, les galets traceurs et les transpondeurs ont pu, par exemple, être ensevelis par des apports de sédiments ou transportés au-delà de la zone échantillonnée.

En juillet 2018, les galets traceurs de 80, 60, 40 et 20 mm ont été détectés dans des proportions de 33 %, 50 %, 71 % et 64 %, respectivement. La distance moyenne (distance moyenne sur les deux ans de prise de données) de déplacement des galets de 80 mm est de 3,0 m, celles des galets de 60 mm est de 4,2 m et celle des galets de 40 mm est de 4, m. Les galets de 20 mm, quant à eux, se sont déplacés de 10,7 m en moyenne. Par ailleurs, le taux de détection des transpondeurs libres de 24 mm en juillet 2018 est de 80 %, comparativement à 48 % en novembre 2017. En moyenne, ils se sont déplacés de 48,3 m.

Spatialement, entre août 2016 et juillet 2017, la totalité des galets traceurs et des transpondeurs se sont retrouvés à l'intérieur de l'enceinte rocheuse à l'embouchure du tributaire (carte 5-1). En juillet 2017, quelques transpondeurs avaient suivi le thalweg (en rive droite du tributaire) et abouti le long de la rive droite de la rivière Romaine, alors que d'autres avaient été expulsés de l'enceinte rocheuse par le courant principal (en rive gauche du tributaire) (carte 5-1). La situation est différente cette année, puisque les galets traceurs se sont déplacés moins loin vers l'aval entre août 2017 et juillet 2018 (carte 5-1), probablement parce que les conditions hydrologiques sur le tributaire ont été caractérisées par des débits plus faibles cette année comparativement à l'an dernier. Par contre, tout comme lors du dernier suivi, on voit bien que le tributaire a la compétence de transporter des sédiments relativement grossiers (20 à 80 mm).

### ***Déplacements des transpondeurs au PK 46***

En ce qui concerne le tributaire du PK 46, le taux de détection moyen en novembre 2017 est de 14 % (tableau 5-6, carte 5-2). Ce faible taux peut s'expliquer par la présence d'une couverture de glace dans le tributaire ayant limité la détection des galets traceurs et des transpondeurs libres. Aucun des galets traceurs de taille 80, 60 et 40 mm n'a été retrouvé. Les galets traceurs de taille de 20 mm ont été retrouvés quant à eux dans une proportion de 8 %, avec un déplacement moyen de 2,2 m (tableau 5-7). Les transpondeurs libres de tailles 24 mm ont pour leur part été retrouvés dans une proportion de 26 %, avec des déplacements moyens de 16,2 m.

Il est important de mentionner que les déplacements des transpondeurs libres et des galets traceurs sont associés aux conditions hydrologiques du tributaire. À cet effet, quatre événements de crues sont survenus entre août et novembre 2017 dans ce tributaire, soit en août, en septembre et en octobre (figure 5-2).

En juillet 2018, le taux de détection global est de 46 % (vs 14 % en novembre). Les galets traceurs de 80, 60 et 40 mm ont été détectés dans des proportions de 40 %, 27 % et 25 % respectivement, alors qu'aucun n'avait été détecté en novembre 2017. La distance moyenne de déplacement des galets de 80 mm est de 12,1 m, celle des galets de 60 mm est de 5,9 m et celle des galets de 40 mm est de 19,2 m. Quant aux galets de 20 mm, leur taux de détection est de 58 % et ils se sont déplacés sur une distance de 29,2 m en moyenne. Enfin, les transpondeurs libres de 24 mm ont été détectés dans une proportion de 55 %, comparativement à 26 % lors de la campagne de novembre 2017. Ils se sont déplacés de 30,5 m en moyenne.

Comme au PK 34, la crue printanière a débuté à la mi-avril 2018 et a été caractérisée par des valeurs des niveaux d'eau supérieures à la cote de 99 m dans ce tributaire, comparativement à 98,7 m à l'automne (août à novembre 2017). De plus, on observe que ces niveaux d'eau sont restés plus longtemps à un niveau élevé contrairement à l'automne (figure 5-2). Les mesures de niveaux d'eau manquantes à partir du début de juin 2018 sur ce tributaire ne permettent pas d'apprécier l'impact global de la crue printanière sur ces résultats (figure 5-2). Cependant, cette crue printanière, d'une plus grande envergure que celle de l'automne, a permis des déplacements importants des transpondeurs.

Spatialement, entre août 2017 et juillet 2018, les galets traceurs et les transpondeurs ont principalement transité par le thalweg du tributaire pour se retrouver légèrement étalés directement à l'embouchure du tributaire, mais majoritairement concentrés au droit du thalweg du tributaire sur le delta, un peu plus au large dans la Romaine (carte 5-2). La dispersion spatiale des galets entre juillet 2017 et juillet 2018 est très similaire.

En somme, les résultats indiquent que la dynamique hydrosédimentaire est différente sur les deux tributaires. En effet, il y a encore cette année un plus grand succès de détection des transpondeurs libres et des galets traceurs au PK 34 qu'au PK 46. De plus, leurs déplacements sont plus longs au PK 46 qu'au PK 34, sauf pour les transpondeurs libres (contrairement au suivi précédent). Il est fort probable que la dynamique hydrosédimentaire et que la configuration de l'embouchure de chacun de ces tributaires influencent grandement les déplacements des traceurs. De plus, les variations interannuelles des conditions hydrosédimentaires de chacun des sites doivent aussi être prises en compte dans l'interprétation des résultats. Néanmoins, les résultats de ce deuxième suivi en exploitation sont prometteurs et le fait que d'autres galets traceurs seront implantés lors des prochaines années de suivi augmentera le nombre de traceurs qui seront susceptibles d'être détectés d'année en année.

---

## 5.3 DYNAMIQUE SÉDIMENTAIRE À L'ÉCHELLE DU NID DE SAUMON

L'analyse effectuée vise à caractériser la variation de la teneur en particules fines pour la période d'incubation 2017-2018 pour deux catégories de particules ( $< 2$  mm et  $< 0,125$  mm) associées aux indices 2 mm de Peterson (1978) et 0,125 mm de Levasseur et coll. (2006a). Les analyses statistiques présentées dans les sections 5.3.1 et 5.3.2 ont été effectuées sur une seule frayère à la fois.

---

### 5.3.1 VARIATIONS DE LA TENEUR EN PARTICULES PLUS FINES QUE 2 MM

Les figures 5-3 et 5-4 illustrent l'évolution du pourcentage moyen de particules  $< 2$  mm durant la période d'incubation 2017-2018 aux deux frayères étudiées. Ces figures montrent également les résultats des comparaisons entre les différentes périodes d'extraction et les variations du débit de la rivière Romaine à la station hydrométrique 073801 (PK 16). Les données brutes par îlots sont présentées à l'annexe 5.

À la première extraction effectuée au tout début de septembre 2017 (débits moyens journaliers de 238 à 370 m<sup>3</sup>/s lors de la pose et de la première extraction), le nid artificiel représente l'état initial du substrat qui correspond à un nid qui vient d'être creusé par un saumon. À ce moment, les teneurs moyennes des particules  $< 2$  mm étaient de 8,3 % au PK 34 (figure 5-3) et de 7,9 % au PK 46 (figure 5-4). Tout comme pour l'ensemble des études précédentes, ces valeurs sont sous le seuil de 20 %, en dessous duquel Peterson (1978) considère que le taux de survie des embryons est bon. Cela indique clairement qu'après l'installation des nids artificiels, le substrat des deux frayères est de bonne qualité pour le développement des œufs de saumon.

À l'automne, vers la mi-novembre 2017, lors de la seconde extraction, les débits moyens journaliers se situaient entre 297 et 512 m<sup>3</sup>/s. Durant la période d'environ deux mois et demi entre l'installation des cubes et cette extraction, les débits ont été variables : ils ont été relativement élevés entre septembre et le début octobre (entre 400 et 500 m<sup>3</sup>/s), puis ils ont diminué à environ 225 m<sup>3</sup>/s pour une durée de deux semaines, et sont enfin remontés à environ 500 m<sup>3</sup>/s au début du mois de novembre. Le pourcentage moyen des particules  $< 2$  mm pour la frayère du PK 34 (7,0 %) n'est pas significativement différent ( $p < 0,05$ ) de l'état initial (8,3 %). Cependant, à la frayère du PK 46, le pourcentage moyen en novembre (11,8 %) est significativement plus élevé qu'à l'état initial (7,9 %). Toutefois, il demeure en-dessous de la valeur seuil de 20 % de l'indice de Peterson.

Au début du mois de juillet 2018, à la suite d'une période de huit mois caractérisée par une succession de pointes de débits d'environ 300 à 400 m<sup>3</sup>/s (sur de courtes durées) et d'une crue de printemps moyennement forte (pointe à environ 900 m<sup>3</sup>/s), une augmentation significative des particules  $< 2$  mm (15,7 %) est notée comparativement à l'extraction de novembre 2017 à la frayère du PK 34. Cette augmentation est aussi significativement différente de l'état initial. En juillet 2018, sur la frayère du PK 46, le pourcentage de particule  $< 2$  mm (12 %) est statistiquement plus élevé que l'état initial observé, mais similaire à celui de l'automne.

**Tableau 5-6 Comparaison entre le nombre de transpondeurs implantés et détectés pour les périodes d'échantillonnage entre août 2016 et juillet 2018 dans les tributaires du PK 34 et du PK 46 et à leur confluence avec la rivière Romaine**

Type de galets	Taille des transpondeurs (mm)	Taille de l'axe A des galets couleur	PK 34					PK 46				
			Implantés (août 2016)	Détectés (juillet 2017)	Implantés (août 2017)	Détectés (novembre 2017)	Détectés (juillet 2018)	Implantés (août 2016)	Détectés (juillet 2017)	Implantés (août 2017)	Détectés (novembre 2017)	Détectés (juillet 2018)
Galet fixe	24	160	10	50 %	0	-	-	29	62 %	0	-	-
Galet traceur	12	80	5	40 %	9	22 %	33 %	4	75 %	10	0 %	40 %
	12	60	5	80 %	6	33 %	50 %	4	25 %	15	0 %	27 %
	12	40	5	100 %	7	29 %	71 %	4	25 %	12	0 %	25 %
	12	20	5	20 %	11	9 %	64 %	4	50 %	12	8 %	58 %
Transpondeur libre <sup>1</sup>	12	n/a	25	16 %	0	-	-	28	7 %	-	-	-
	24	n/a	15	73 %	25	48 %	80 %	37	32 %	47	26 %	55 %
<b>Total</b>			<b>70</b>	<b>48 %</b>	<b>58</b>	<b>33 %</b>	<b>66 %</b>	<b>110</b>	<b>36 %</b>	<b>96</b>	<b>14 %</b>	<b>46 %</b>

<sup>1</sup> Transpondeur libre : non fixé à un galet.

**Tableau 5-7 Déplacement moyen (m) des transpondeurs retrouvés pour les périodes d'échantillonnage entre août 2017 et juillet 2018 dans les tributaires du PK 34 et du PK 46 et à leur confluence avec la rivière Romaine**

Type de galets	Taille des transpondeurs (mm)	Taille de l'axe A des galets couleur	PK 34			PK 46		
			Déplacement (entre août et novembre 2017)	Déplacement (entre novembre 2017 et juillet 2018)	Distance moyenne (entre août 2017 et juillet 2018)	Déplacement (entre août et novembre 2017)	Déplacement (entre novembre 2017 et juillet 2018)	Déplacement moyen (entre août 2017 et juillet 2018)
Galet traceur	12	80	18,7	3	11,6	-	12,1	12,1
	12	60	1,7	4,2	3,6	-	5,9	5,9
	12	40	13,8	4,02	8,0	-	19,2	19,2
	12	20	22	8,8	10,7	2,2	28,8	29,2
Transpondeur libre <sup>1</sup>	24	n/a	51,9	22	48,3	16,2	23,6	30,5

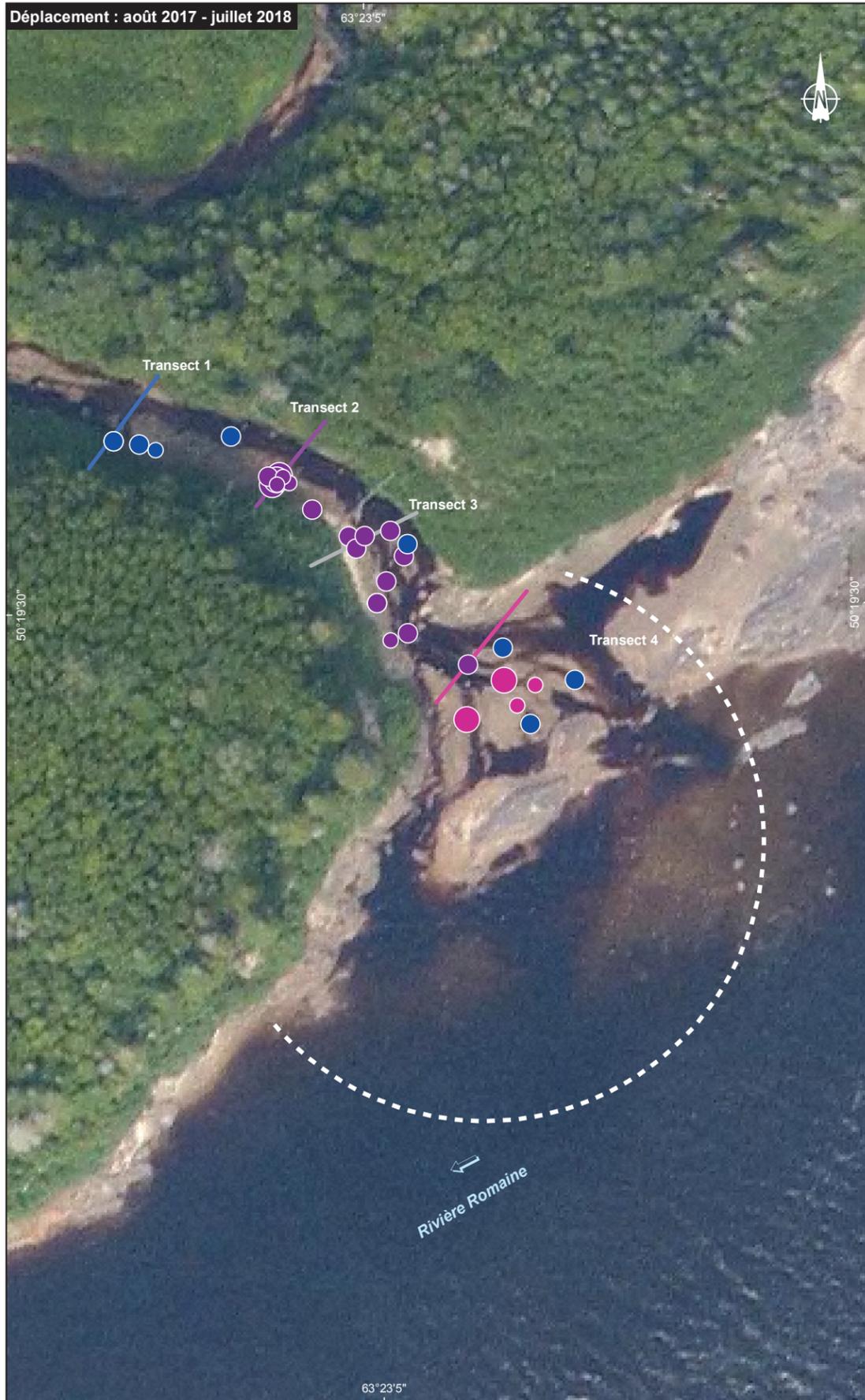
<sup>1</sup> Transpondeur libre : non fixé à un galet.



Déplacement : août 2016 - juillet 2017 63°23'5"



Déplacement : août 2017 - juillet 2018 63°23'5"



**Transects d'implantation**

- Transect 1
- Transect 2
- Transect 3
- Transect 4

**Taille des galets (mm)**

Couleur en fonction du transect d'implantation

- 12
- 20
- 24
- 40

**Autre**

- Sens de l'écoulement
- Limite approximative de détection des transpondeurs



Complexe de la Romaine  
Suivi environnemental en phase exploitation  
Suivi de la qualité granulométrique des  
frayères à saumon naturelles  
Suivi 2017-2018

**Déplacement des galets traceurs  
entre août 2016 - juillet 2017 et  
août 2017 à juillet 2018 dans le  
tributaire du PK 34 de la rivière Romaine**

Sources :  
Orthophoto, résolution 30 cm, Hydro-Québec, 2004

Inventaires et cartographie : WSP, juillet 2018  
Fichier : 0344\_suc5\_1\_geq\_1614\_gg\_190905.mxd

0 7 14 m  
MTM, fuseau 5, NAD83

Carte 5-1

Octobre 2020





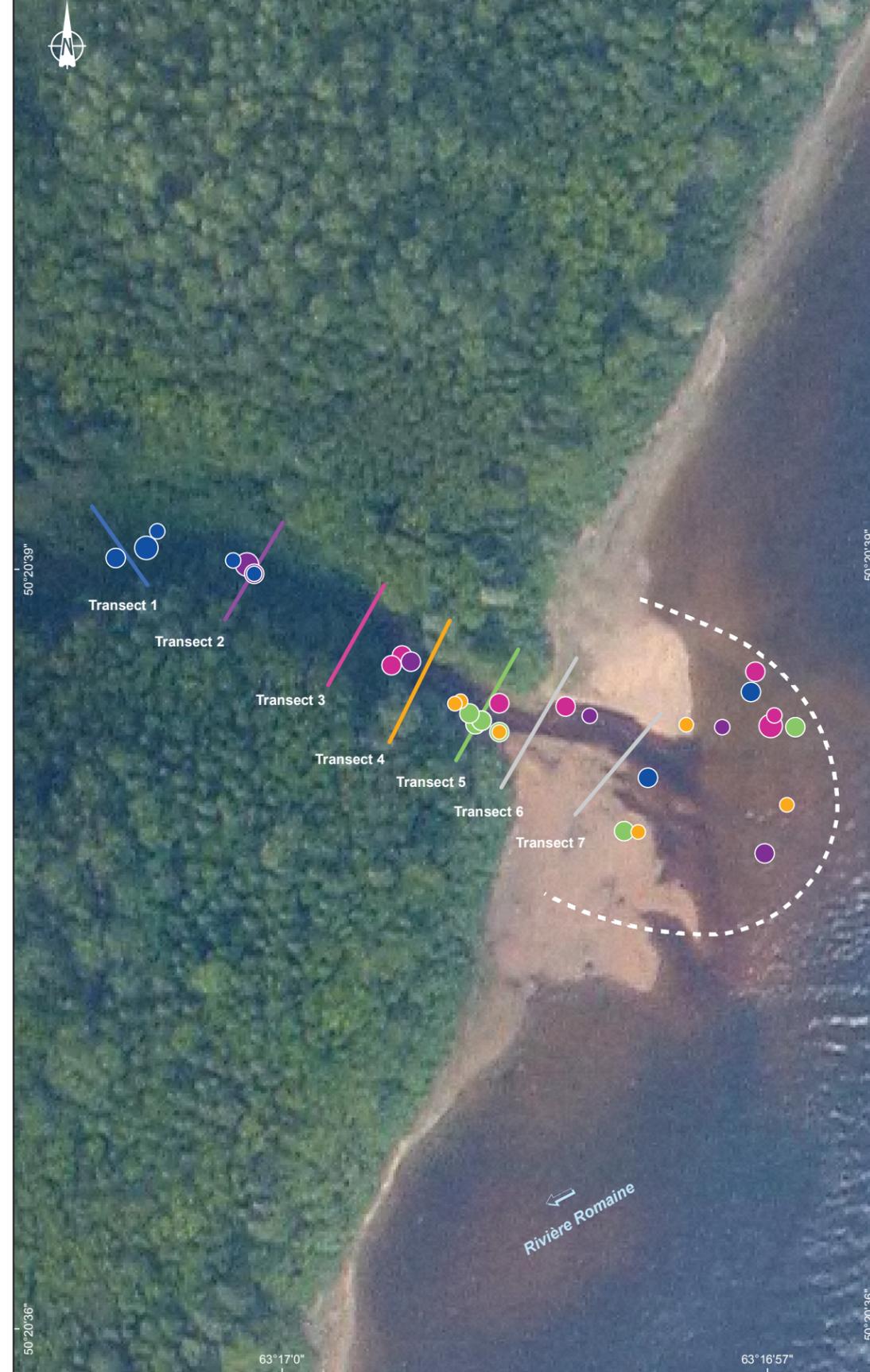
Déplacement : août 2016 - juillet 2017

63°16'57"



Déplacement : août 2017 - juillet 2018

63°16'57"



### Transect d'implantation

- Transect 1
- Transect 2
- Transect 3
- Transect 4
- Transect 5
- Transect 6
- Transect 7

### Taille des galets (mm)

Couleur en fonction du transect d'implantation

- 12
- 20
- 24
- 40

### Autres

- ← Sens de l'écoulement
- - - Limite approximative de détection des transpondeurs



Complexe de la Romaine  
 Suivi environnemental en phase exploitation  
 Suivi de la qualité granulométrique des  
 frayères à saumon naturelles  
 Suivi 2017-2018

**Déplacement des galets traceurs  
 entre août 2016, juillet et août 2017  
 et juillet 2018 dans le tributaire du  
 PK 46 de la rivière Romaine**

Sources :  
 Orthophoto, résolution 30 cm, Hydro-Québec, 2004

Inventaires et cartographie : WSP, juillet 2018  
 Fichier : 0344\_suc5\_2\_geq\_1615\_gg\_190905.mxd

0 7 14 m

MTM, fuseau 5, NAD83

Octobre 2020

Carte 5-2





Figure 5-3 Variation de la proportion moyenne de particules < 2 mm dans le substrat des cubes d'infiltration (nids artificiels) à la frayère du PK 34 de la rivière Romaine d'août 2017 à juillet 2018

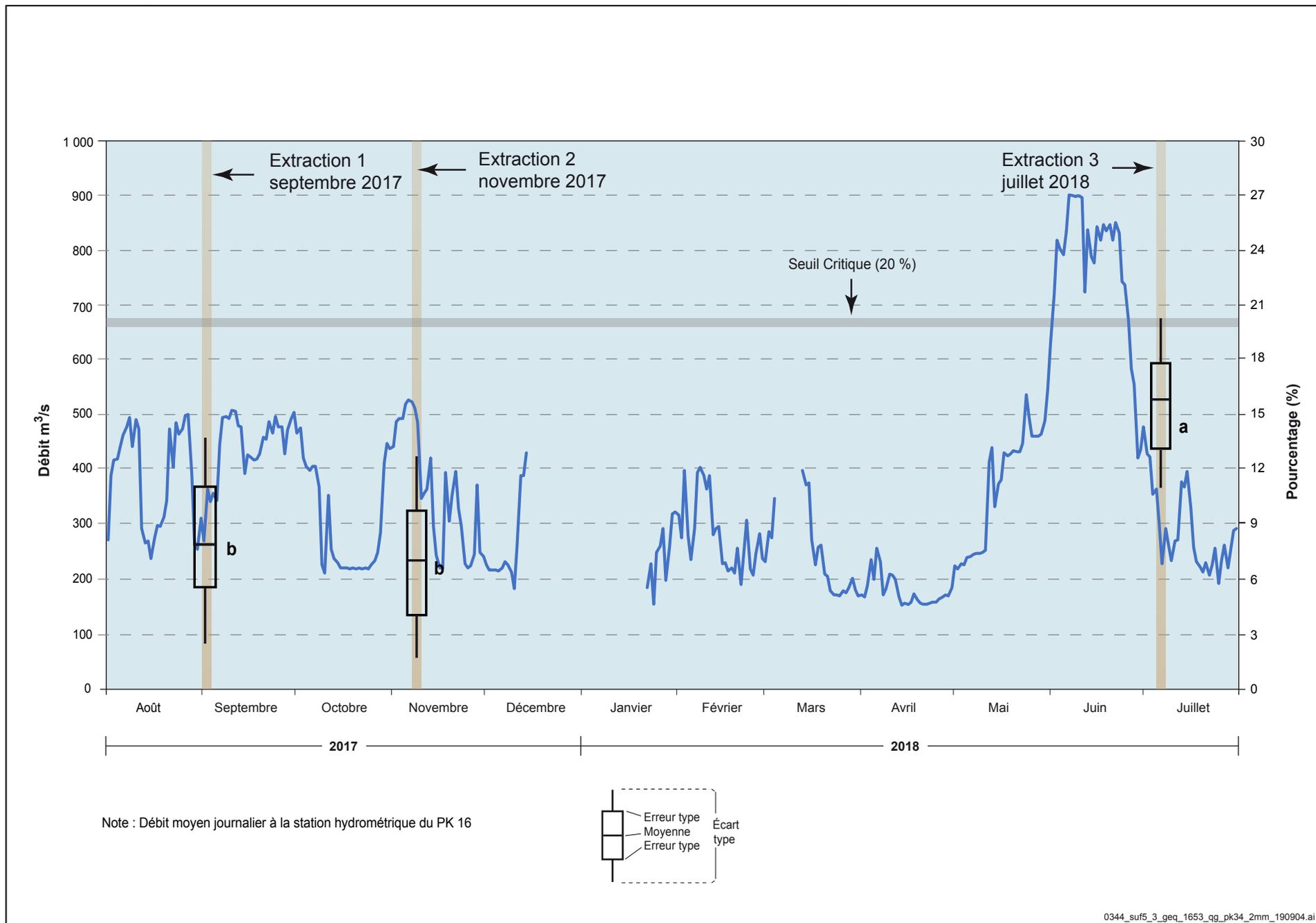


Figure 5-4 Variation de la proportion moyenne de particules < 2 mm dans le substrat des cubes d'infiltration (nids artificiels) à la frayère du PK 46 de la rivière Romaine d'août 2017 à juillet 2018

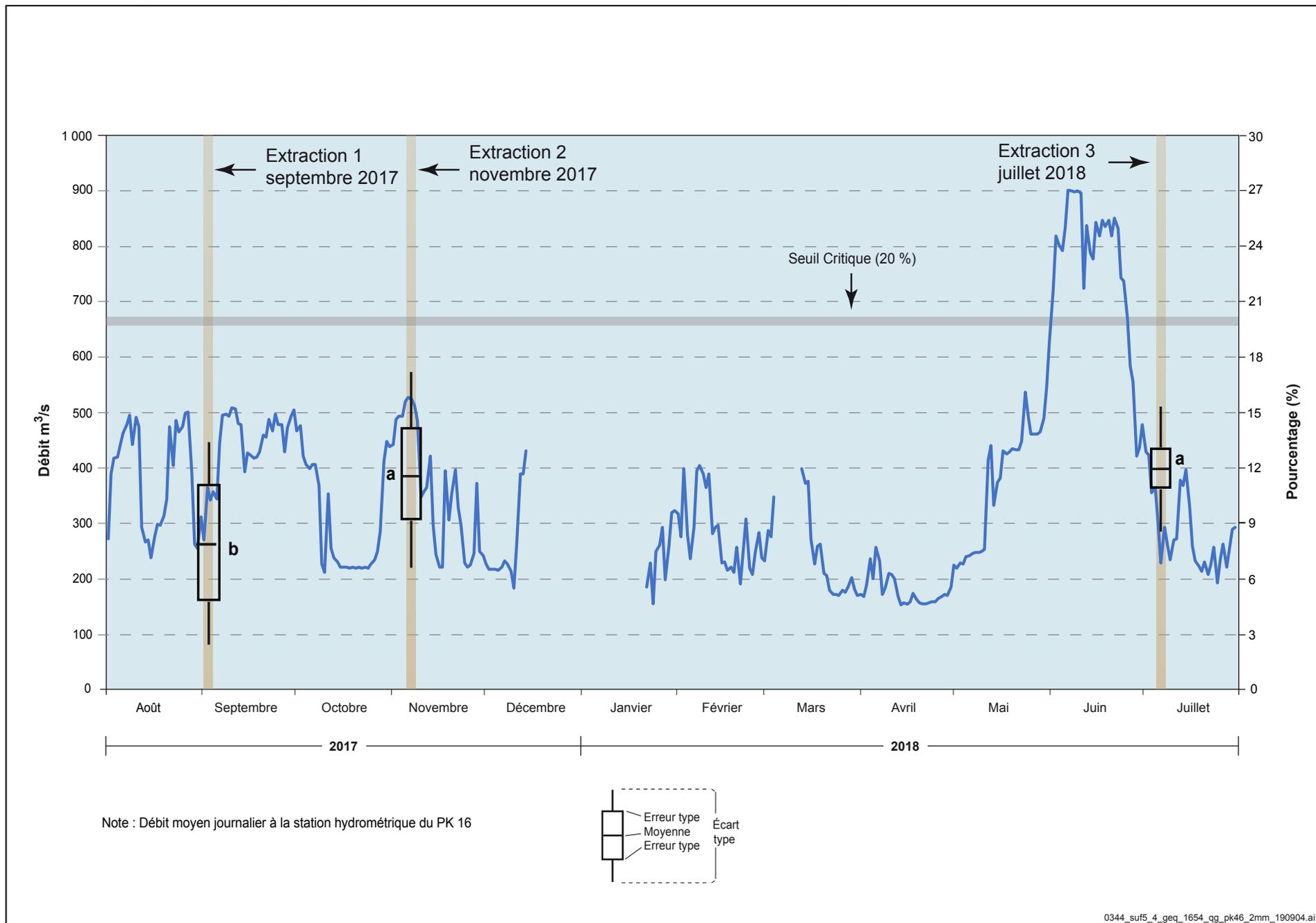
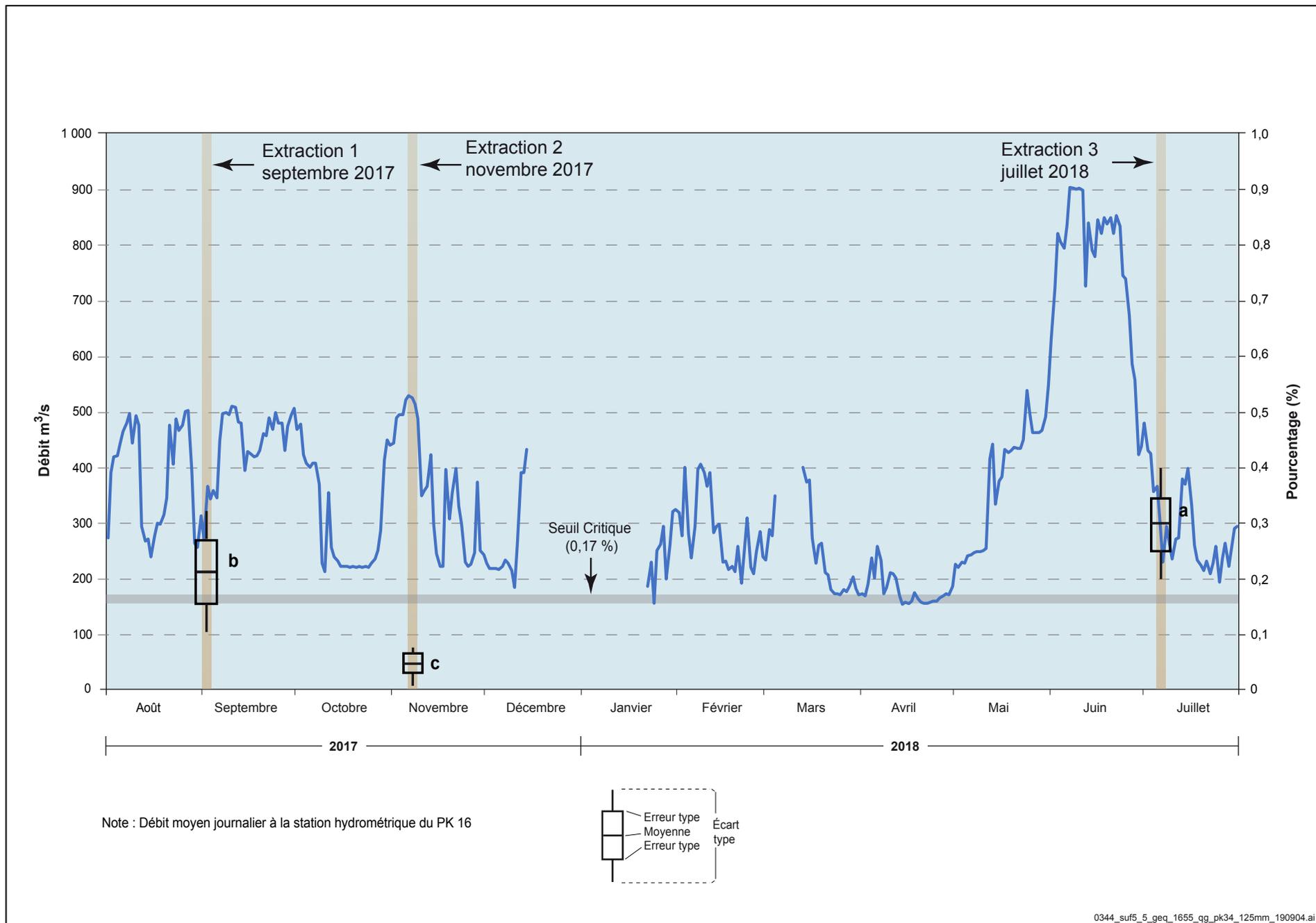


Figure 5-5 Variation de la proportion moyenne de particules < 0,125 mm dans le substrat des cubes d'infiltration (nids artificiels) à la frayère du PK 34 de la rivière Romaine d'août 2017 à juillet 2018



Malgré ces augmentations, les valeurs restent tout de même sous la valeur seuil de 20 % de l'indice de Peterson. Si on compare ces résultats avec ceux du suivi de l'an dernier (2016-2017), les valeurs du pourcentage de particules < 2 mm à la fin de la période d'incubation sont un peu plus élevées. Par contre, les conditions hydrologiques ont été bien différentes entre ces deux suivis. En effet, la période de la crue printanière du présent suivi (2017-2018) ressemble davantage aux périodes printanières (ampleur et durée) des trois études menées en conditions naturelles (2005-2006 : ~1300 m<sup>3</sup>/s; 2009-2010 : ~1200 m<sup>3</sup>/s; 2010-2011 : ~1000 m<sup>3</sup>/s) qu'à celle de l'étude de 2016-2017 (une seule pointe ~500 m<sup>3</sup>/s de courte durée). D'ailleurs, les valeurs du pourcentage de particules < 2 mm à la fin de ces périodes d'incubation sont aussi globalement plus élevées que les valeurs du suivi précédent (2016-2017).

En somme, comme mentionné pour les études précédentes, autant en conditions naturelles qu'aménagées, la variation de la teneur en < 2 mm dans les nids artificiels pendant la période d'incubation diffère d'une frayère à l'autre face aux mêmes événements hydrologiques de la rivière Romaine, principalement en raison de la configuration des sites (exemples : caractéristiques et hydrologies différentes des tributaires, proximité de la chute au PK 34, présence d'une enceinte rocheuse qui piège les sédiments au PK 34).

Toutefois, même si le contenu en particules < 2 mm des nids artificiels n'a pas évolué de la même manière dans le substrat des deux frayères naturelles, il est toujours demeuré sous le seuil critique de 20 % tout au long de la période d'incubation, assurant ainsi une bonne survie des œufs selon l'indice de Peterson.

---

### 5.3.2 VARIATIONS DE LA TENEUR EN PARTICULES PLUS FINES QUE 0,125 MM

Les variations du pourcentage moyen des particules < 0,125 mm durant la période d'incubation aux frayères du PK 34 et du PK 46 sont illustrées aux figures 5-5 et 5-6, respectivement. Les données brutes par îlots sont présentées à l'annexe 5.

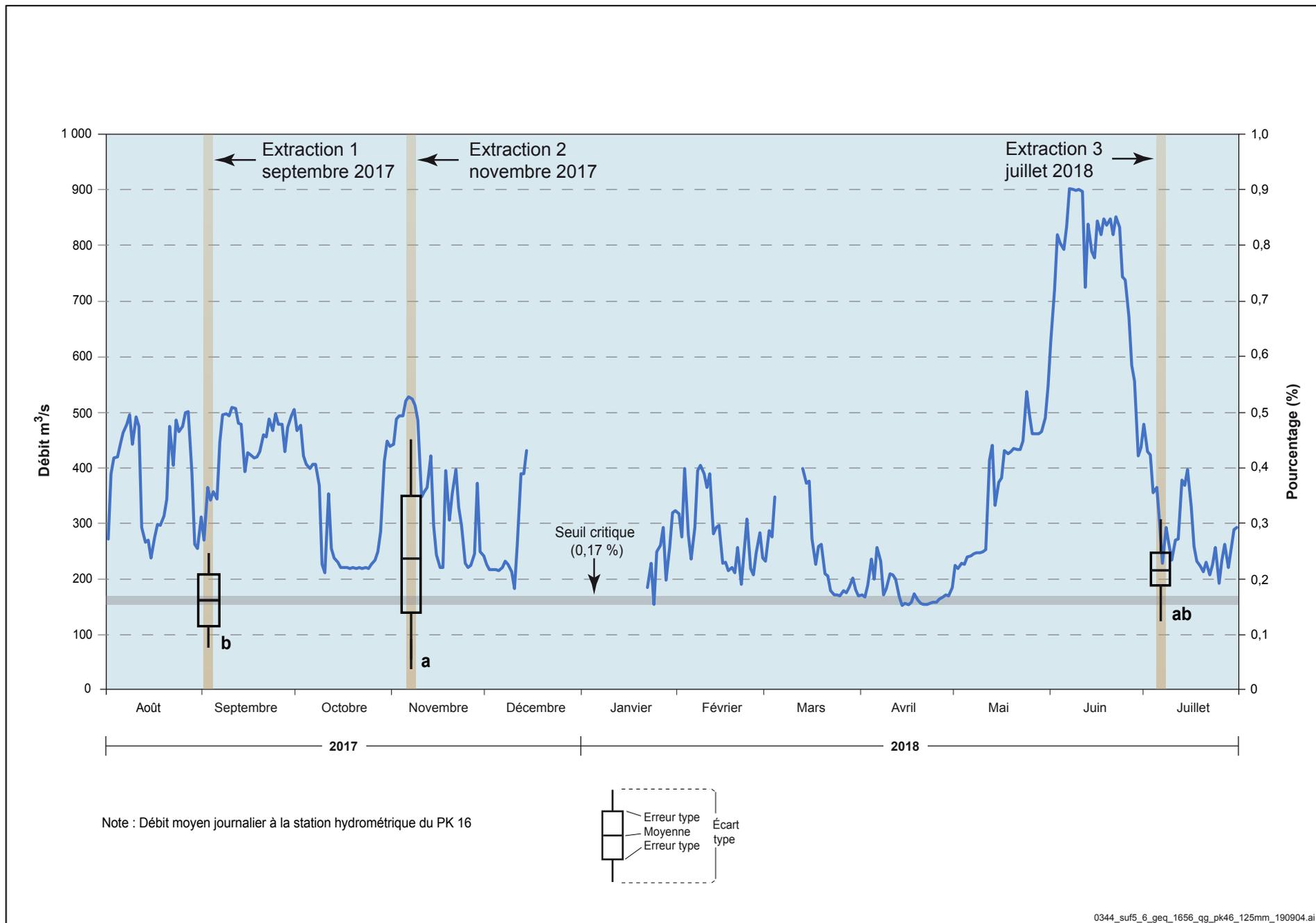
À la première extraction effectuée au début du mois de septembre 2017 (débits moyens journaliers de 238 à 370 m<sup>3</sup>/s lors de la pose et de la première extraction), le nid artificiel représente l'état initial du substrat qui correspond à un nid qui vient d'être creusé. À ce moment, les pourcentages moyens de particules < 0,125 mm sont de 0,22 % au PK 34 et de 0,17 % au PK 46.

Au début du mois de novembre 2017, la proportion moyenne de particules < 0,125 mm diminue à 0,04 % (de manière significative) au PK 34 et augmente à 0,24 % au PK 46 (valeur significativement différente de celle observée en août 2017).

Entre l'extraction de novembre 2017 et celle de juillet 2018, une hausse significative ( $p \leq 0,05$ ) de la proportion moyenne des particules < 0,125 mm a été observée à la frayère du PK 34 (figure 5-5), tandis qu'au PK 46 (figure 5-6), on note une baisse de cette proportion, mais qui n'est pas significative ( $p > 0,05$ ).

Il est important de mentionner que les données de 2017-2018 permettent de tirer des constats similaires aux études précédentes. En effet, les pourcentages moyens de particules < 0,125 mm sont plus élevés à la fin de la période d'incubation qu'au début sur les deux frayères, et ils dépassent la valeur seuil de 0,17 %. De plus, sur les deux frayères, la valeur finale à la fin de la période d'incubation 2017-2018 est plus faible que les valeurs finales observées lors des suivis précédents.

Figure 5-6 Variation de la proportion moyenne de particules < 0,125 mm dans le substrat des cubes d'infiltration (nids artificiels) à la frayère du PK 46 de la rivière Romaine d'août 2017 à juillet 2018





## 6 CONCLUSION

Cette présente étude du suivi de la qualité granulométrique des frayères naturelles à saumon des PK 34 et 46 porte sur la période d'incubation 2017-2018. Elle correspond à la seconde année du programme de suivi environnemental en phase exploitation (mode transitoire), puisque les centrales de la Romaine-2, de la Romaine-1 et de la Romaine-3 ont été mises en service respectivement en 2014, en 2015 et en 2017, et que la mise en service de la centrale de la Romaine-4 suivra dans les prochaines années.

Tout comme les études précédentes réalisées en conditions hydrologiques naturelles, cette étude vise à analyser la variation temporelle de la teneur en particules fines dans le substrat de fraie des saumons et le transport en charge de fond pour la période d'incubation 2017-2018. Plus spécifiquement, le rapport visait à :

- 1 caractériser le substrat à l'échelle de la frayère en analysant à nouveau la structure verticale du substrat des frayères et en analysant la compétence de l'écoulement de la rivière Romaine;
- 2 mesurer les apports de sédiments provenant des tributaires;
- 3 mesurer la teneur en sédiments fins dans les nids artificiels de saumon.

Les résultats provenant des carottes cryogéniques montrent qu'au niveau du **substrat des frayères**, la structure verticale n'a pas changé comparativement aux carottes prélevées en conditions naturelles. À la frayère du PK 46, les valeurs du  $D_{90}$  sont globalement plus faibles qu'à la frayère du PK 34, et la proportion de particules  $< 2$  mm et  $< 0,125$  mm y est plus élevée. L'analyse des carottes cryogéniques prélevées tant en 2009 qu'en 2017 et 2018 a aussi permis de constater que l'épaisseur des strates de matériaux granulaires au-dessus de l'argile est particulièrement mince à la frayère du PK 34, voire même inexistante à certains endroits. Cela tend à démontrer, tout comme en 2016-2017, que les sédiments composant le lit de la rivière sont plutôt grossiers et qu'ils ne se renouvellent pas d'année en année. Compte tenu du contexte géomorphologique global de la vallée de la Romaine, le substrat des frayères est un sédiment ancien et hérité de conditions hydrologiques passées. À cet égard, il est peu probable que la structure verticale du substrat des frayères soit modifiée dans les conditions hydrologiques actuelles et futures. À la lumière de ces résultats et afin de diminuer l'empreinte sur les frayères naturelles de la rivière Romaine, il est suggéré de cesser l'extraction de substrat via les carottes cryogéniques pour les suivis prévus en 2023 et en 2026. Les membres innus du CTER d'Ekuanitshit sont en accord avec cette proposition. L'utilisation de méthodes d'échantillonnage non intrusives (p. ex. géoradar, photogrammétrie) pourrait être éventuellement envisagée, au besoin.

En ce qui concerne la **composition granulométrique de la charge de fond** de la rivière Romaine, les résultats des trappes à sédiments des frayères montrent que globalement, les propriétés granulométriques de la charge de fond interceptée sur les deux frayères et les tendances observées sont comparables aux résultats de l'an dernier (2016-2017). Par exemple, le contenu des trappes sur la frayère du PK 46 indique que des sédiments un peu plus grossiers qu'à la frayère du PK 34 sont captés, et ce, pendant l'ensemble de la durée de la période d'incubation. Au niveau du PK 34, les sédiments étaient plutôt des sables grossiers ou très grossiers. On note que pour les deux frayères, le contenu des trappes demeure essentiellement sableux. Il est encore trop tôt pour tenter de conclure sur les causes probables de ce résultat. Les prochaines années de suivis permettront de confirmer ou d'infirmer cette tendance et d'améliorer notre compréhension de la compétence de l'écoulement de la Romaine en exploitation.

Pour ce qui est des **apports sédimentaires provenant des tributaires**, selon le contenu des trappes à sédiment des tributaires de l'année dernière, la capacité de transport sédimentaire semblait limitée à la classe granulométrique des sables. Cependant, cette année, les trappes à sédiments contenaient des cailloux au PK 46 et des graviers au PK 34 à la suite de la période de crue printanière.

D'ailleurs, on observe que la taille des sédiments est plus grossière en juillet 2018 qu'en novembre 2017 aux deux frayères. En plus de montrer que les tributaires ont la compétence de transporter des sédiments de tailles plus importantes, ces résultats indiquent que de tels sédiments sont présents dans les tributaires et qu'ils peuvent donc également se retrouver sur les frayères dans la Romaine.

La méthode combinée des trappes à sédiment/galets traceurs et sondes à niveau d'eau installés dans chacun des deux tributaires permet de suivre l'évolution des conditions hydrosédimentaires à l'embouchure des tributaires et de suivre leur influence sur le patron de la distribution des sédiments à l'interface de la Romaine et, par conséquent, sur les frayères. Encore cette année, les résultats ont permis de démontrer que les tributaires ont une compétence de transport plus importante qu'anticipée et qu'ils ont un rôle important à jouer sur la dynamique sédimentaire des frayères.

Enfin, en ce qui concerne la **dynamique sédimentaire à l'échelle des nids de saumons artificiels**, pour ce qui est du pourcentage de particules < 0,125 mm, les données de 2017-2018 ressemblent aux résultats des études précédentes. En effet, les valeurs sont plus élevées à la fin de la période d'incubation qu'au début sur les deux frayères, et dépassent la valeur seuil de 0,17 %. Toutefois, la valeur finale à la fin de la période d'incubation est plus faible que les valeurs finales des études précédentes pour les deux frayères.

Pour ce qui est de la teneur en particules < 2 mm, les résultats sont quelque peu différents de ceux notés en conditions naturelles pour une deuxième année consécutive. En effet, en conditions naturelles, une augmentation significative avec des écarts relativement importants était observée sur les deux frayères entre le début et la fin des trois périodes d'incubation étudiées (2005-2006, 2009-2010 et 2010-2011), dépassant même le seuil de 20 % de l'indice de Peterson (1978) en juillet 2011. En 2017-2018, les deux frayères montrent également une augmentation significative entre le début et la fin de la période d'incubation. Toutefois, la hausse est plus petite que celles observées en conditions naturelles, tout comme en 2016-2017. De plus, à la fin de la période d'incubation 2017-2018, le pourcentage de particules < 2 mm était inférieur au seuil de 20 % pour les deux frayères.

Comme mentionné pour les études précédentes, autant en conditions naturelles qu'aménagées, la variation de la teneur en particules fines dans les nids artificiels pendant la période d'incubation diffère d'une frayère à l'autre face aux mêmes événements hydrologiques de la rivière Romaine. Ceci s'explique principalement par les caractéristiques intrinsèques des deux sites qui sont différentes (e.g. caractéristiques et hydrologies différentes des tributaires, proximité de la chute au PK 34, présence d'une enceinte rocheuse qui piège les sédiments au PK 34).

En somme, les résultats de cette seconde année de suivi en exploitation suggèrent que la qualité granulométrique du substrat des frayères naturelles se maintient, même si le régime hydrologique de la Romaine a changé. Les suivis à venir permettront de préciser les tendances observées.

Finalement, il est à mentionner que lors de la présentation des résultats de ce rapport au CTER d'Ekuanitshit du 10 mars 2020, plusieurs questions ont été posées en lien avec ce suivi et celui de la survie des embryons. Puisque des œufs de saumon ont déjà été déposés à l'intérieur des nids artificiels (cubes d'infiltration) dans le cadre d'une autre étude (Levasseur et coll., 2006 b), afin de faire une analyse en parallèle entre la survie des embryons et la quantité de sédiments fins dans les nids de saumon pendant l'incubation, il nous a été demandé s'il était envisageable de faire de même lors du prochain suivi prévu sur la rivière Romaine. Hydro-Québec suggère ainsi de bonifier le protocole d'échantillonnage du prochain suivi de la survie des embryons prévu en 2023. Le protocole habituel utilisant les capsules d'incubation pourrait être similaire. Toutefois, sur la frayère du PK 46, puisque les conditions le permettent, des embryons de saumon provenant de la Romaine pourraient être déposés à l'intérieur des cubes qui seraient extraits à la fin de la période d'incubation. Ceci permettrait, par le fait même, de comparer le taux de succès des deux méthodes d'échantillonnage.

# RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BLOTT, S.J., PYE, K. 2001. Gradstat : A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 26, p. 1237-1248.
- ENVIRONNEMENT ILLIMITÉ INC. 2012. Conditions hydrosédimentaires au droit des frayères à saumon, Rapport d'étude 2009-2011, pour Hydro-Québec Équipement et services partagés. 66 p. et annexes.
- GENIVAR. 2007a. *Complexe de la rivière Romaine – Dynamique hydrosédimentaire des frayères à saumon atlantique*. Rapport sectoriel. Pelletier, P., Levasseur, M., Bouazza, Z., Delage, P.-L. et Hamdi, S. GENIVAR Société en commandite pour Hydro-Québec Équipement, Unité Environnement, 84 p. et annexes.
- GENIVAR. 2007 b. *Complexe de la rivière Romaine – Détermination du régime de débits réservés*. Rapport sectoriel. Rapport de GENIVAR Société en commandite pour Hydro-Québec, unité Équipement, Direction de l'environnement et services techniques, 94 p. et annexes.
- GENIVAR. 2011. *Complexe de la Romaine – Dynamique sédimentaire à l'échelle du nid de saumon atlantique – Période d'incubation 2009-2010*. Rapport d'étape. Hardy, F., Belzile, L., Therrien, J. GENIVAR inc. pour Hydro-Québec Équipement et services partagés. 61 p. et annexe.
- GENIVAR. 2012. *Complexe de la Romaine – Dynamique sédimentaire à l'échelle du nid de saumon atlantique – Période d'incubation 2010-2011*. Rapport d'étape. Hardy, F., Therrien, J. GENIVAR inc. Pour Hydro-Québec Équipement, Unité Environnement. 67 pages.
- LEVASSEUR, M., BERGERON, N.E., LAPOINTE, M.F., BÉRUBÉ, F. 2006 a. Effects of silt and very fine sand dynamics in Atlantic salmon (*Salmo salar*) redds on embryo hatching success. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 63, p. 1450-1459.
- LEVASSEUR, M., BÉRUBÉ, F. AND BERGERON, N.E. 2006 b. A field method for the concurrent measurement of fine sediment content and embryo survival in artificial redds. *Earth Surface Processes and Landforms* (31), 526-530.
- PETERSON, R.H. 1978. Physical characteristics of Atlantic salmon spawning gravels in some New Brunswick streams. St-Andrew (NB), Fisheries and Oceans Canada, 28 pages.
- POLY-GÉO INC. 2006a. Étude de la dynamique sédimentaire. Complexe de la Romaine, 119 pages + annexes.
- POLY-GÉO INC. 2006b. Caractérisation des sols indurés (ortsteins) et évaluation de leur toxicité potentielle dans les secteurs inondés par les réservoirs projetés. Complexe de la Romaine, Étude de la dynamique sédimentaire. 121 pages + annexes.
- POLY-GÉO INC. 2004. Étude de photo-interprétation du corridor routier, Volume 1 : Matériaux de surface et formes de terrain. Complexe de la Romaine, Avant-projet. 42 pages + annexes.
- POLY-GÉO INC. 2002. Étude de la géomorphologie, Aménagement hydroélectrique de la Romaine-1, 62 pages + annexes.
- WENTWORTH, C.K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, vol. 30, p. 377-392.
- WSP. 2019. Complexe de la Romaine. Suivi environnemental en phase d'exploitation. Suivi de la qualité granulométrique des frayères à saumon naturelles. Suivi 2016-2017. Préparé pour Hydro-Québec Production. 64 p. et annexes.
- WSP. 2018. Complexe de la Romaine. Suivi environnemental 2016 en phase exploitation. Suivi de la population de saumon atlantique. Préparé pour Hydro-Québec Production. 104 p. et annexes. Version finale.



# ANNEXE

1

REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE





Photo 1 Galets traceurs sur les berges du tributaire du PK 34 avant leurs implantations.



Photo 2 Transpondeur de 24 mm qui est déposé librement dans le tributaire ou inséré dans un galet traceur.



Photo 3 Détection des transpondeurs passifs dans l'embouchure du tributaire au PK 46 de la rivière Romaine



Photo 4 Ponton de 16 pieds qui a servi de plate-forme de travail et bateau de sécurité pour le carottage de la frayère naturelle au PK 34 de la rivière Romaine.



Photo 5 Installation du carottier cryogénique à travers le trou central du ponton de 16 pieds



Photo 6 Cubes d'infiltration avant leur installation dans le substrat des frayères de la rivière Romaine

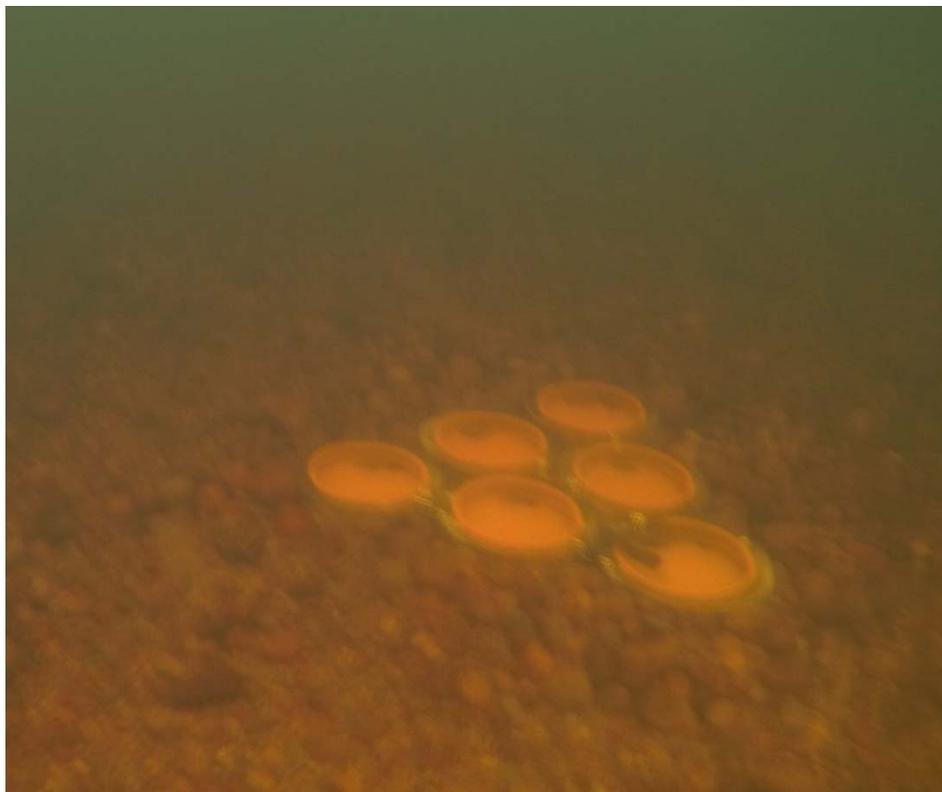


Photo 7 Train de trappes avant son extraction sur l'îlot C au PK 46 de la rivière Romaine



Photo 8 Train de trappes après son extraction sur l'îlot C au PK 46 de la rivière Romaine



Photo 9 Cube d'infiltration avant son extraction sur l'îlot A au PK 34 de la rivière Romaine.



Photo 10 Cube d'infiltration après son extraction sur l'îlot A au PK 34 de la rivière Romaine.



Photo 11 Carotte résultante du forage F01 sur la frayère naturelle au PK 34 de la rivière Romaine



Photo 12 Carotte résultante du forage F02 sur la frayère naturelle au PK 34 de la rivière Romaine



Photo 13 Carotte résultante du forage F03 sur la frayère naturelle au PK 34 de la rivière Romaine



Photo 14 Carotte résultante du forage F04 sur la frayère naturelle au PK 34 de la rivière Romaine

Photo 15

Carotte résultante du forage F01 sur la frayère naturelle au PK 46 de la rivière Romaine



Photo 16

Carotte résultante du forage F02 sur la frayère naturelle au PK 46 de la rivière Romaine





Photo 17 Carotte résultante du forage F03 sur la frayère naturelle au PK 46 de la rivière Romaine



Photo 18 Carotte résultante du forage F04 sur la frayère naturelle au PK 46 de la rivière Romaine



Photo 19 Vue de l'intérieur de la carotte F04 (couche 0-15 cm) sur la frayère naturelle au PK 46 de la rivière Romaine

# ANNEXE

## 2

### CAROTTIER CRYOGÉNIQUE





**SUIVI DE LA QUALITÉ GRANULOMÉTRIQUE  
DES FRAYÈRES À SAUMON NATURELLES  
SUIVI 2016-2017**

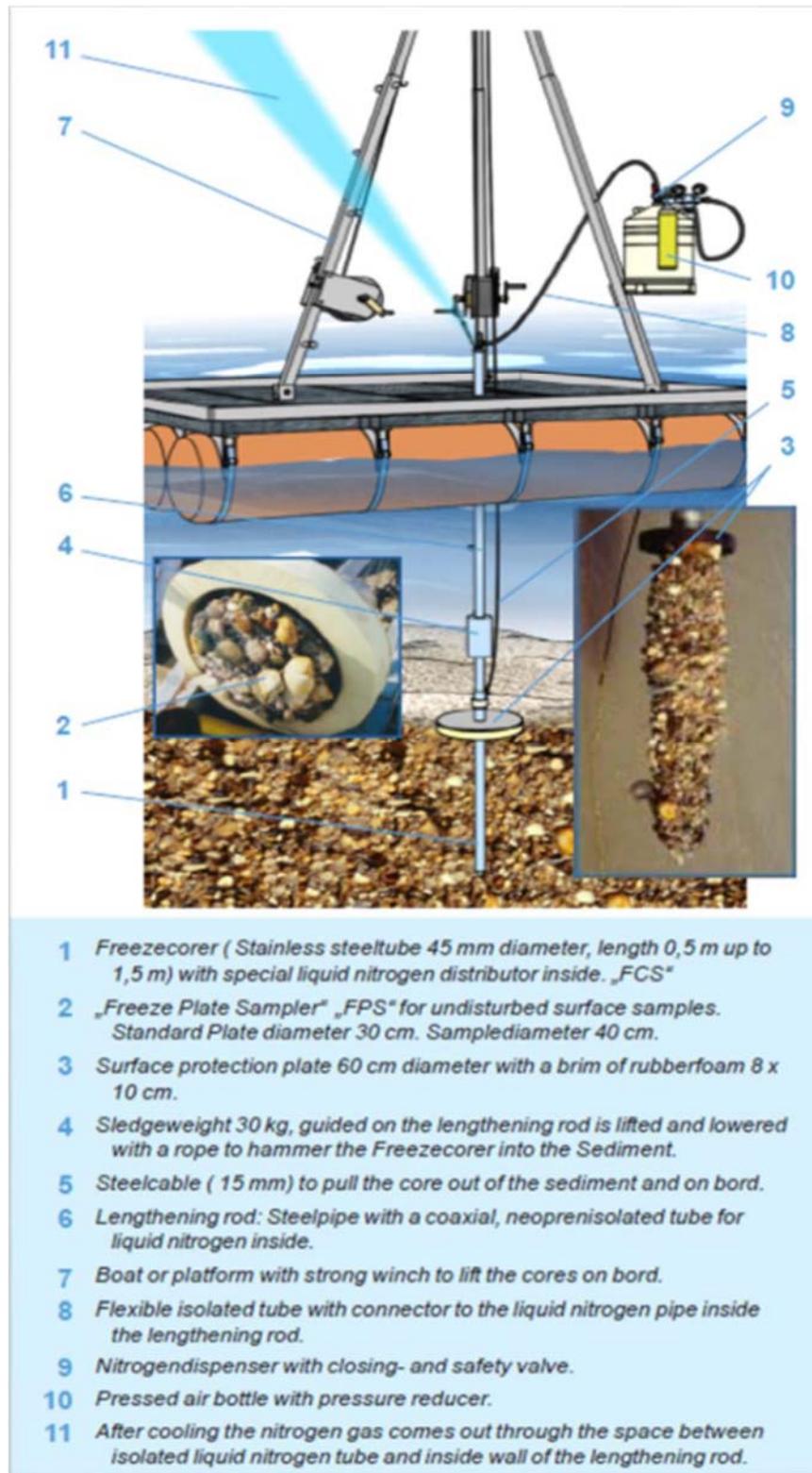
---

Description du carottier cryogénique et de la technique d'échantillonnage.

Le carottier est opéré à partir d'une embarcation de type ponton. Trois travailleurs prennent place sur le ponton. Une deuxième embarcation fait office d'équipe de surveillance et de sécurité. L'embarcation de sécurité est ancrée en aval du ponton de carottage pour aviser rapidement, dans une éventuelle situation d'urgence, les travailleurs (dévalaison de l'embarcation, homme à la mer, etc.). Cette équipe agit également comme premiers répondants (secouristes et évacuation).

Afin d'effectuer les travaux de carottage, l'embarcation est complètement stable sur la rivière. Deux ancres de type Rocna (soc de charrue) sont utilisées et ancrées dans un angle de 45 degrés en amont de la frayère, puis une en aval de l'embarcation. L'assemblage du matériel d'échantillonnage (carottier cryogénique) ne débute que lorsque l'embarcation est considérée complètement stable et fixe à l'aide d'un test de tension sur les ancres. Le carottier est mis en place et fixé sur le ponton à l'aide d'un trépied directement au-dessus du trou central du ponton (*moon pool*). Les étapes d'assemblages reposent sur les consignes fournies par la compagnie à la suite de l'achat du matériel. Le trépied est préalablement fixé après quoi les travailleurs procèdent à l'assemblage du mât d'échantillonnage cryogénique et terminent par le branchement des différentes composantes (figure 1.1). Les travailleurs mettent en place le mât cryogénique dans le trou central du ponton et descendent celui-ci jusqu'au contact avec les sédiments du lit de la rivière (figure 1.2). Ensuite, ils procèdent au martèlement afin d'enfoncer le mât dans le substrat. Une fois enfoncé, le mât est injecté d'azote liquide et un temps d'attente est nécessaire pour assurer l'englacement souhaité. Finalement, le retrait du mât cryogénique recouvert de sédiments gelés est effectué à l'aide d'un treuil disposé sur le trépied. La déconnexion du mât cryogénique est nécessaire pour récupérer la carotte d'échantillonnage (figure 1.3). Les sédiments sont identifiés et photographiés dans un premier temps afin de conserver la stratigraphie. Par la suite, les sédiments sont dégelés et conservés dans des chaudières de plastiques afin de réaliser les analyses sédimentologiques en laboratoire.

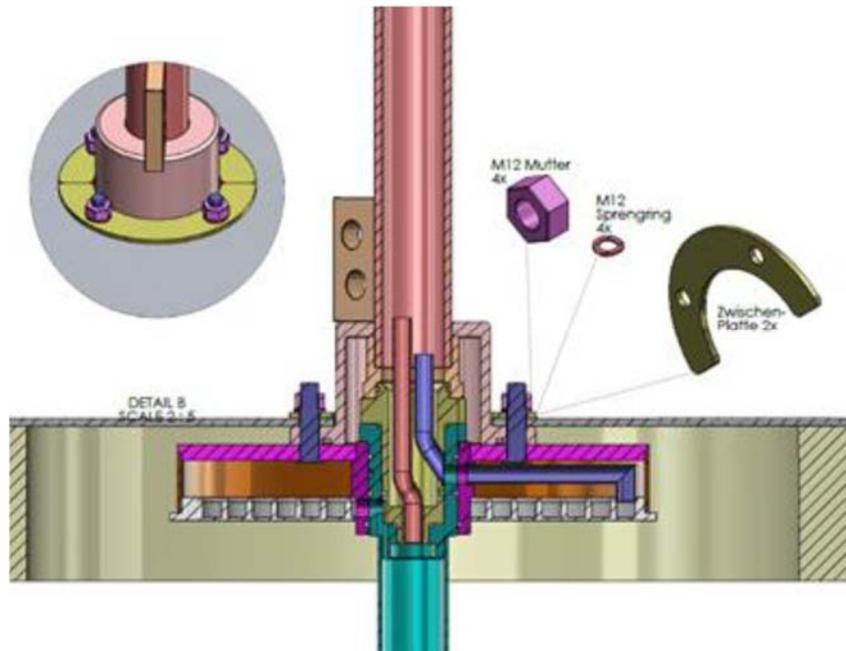
**SUIVI DE LA QUALITÉ GRANULOMÉTRIQUE  
DES FRAYÈRES À SAUMON NATURELLES  
SUIVI 2016-2017**



**Figure 1.1**      **Détail des composantes du carottier cryogénique**

**SUIVI DE LA QUALITÉ GRANULOMÉTRIQUE  
DES FRAYÈRES À SAUMON NATURELLES  
SUIVI 2016-2017**

---



**Figure 1.2 Plan du mât cryogénique**



**Figure 1.3 Exemple du mât cryogénique déconnecté**



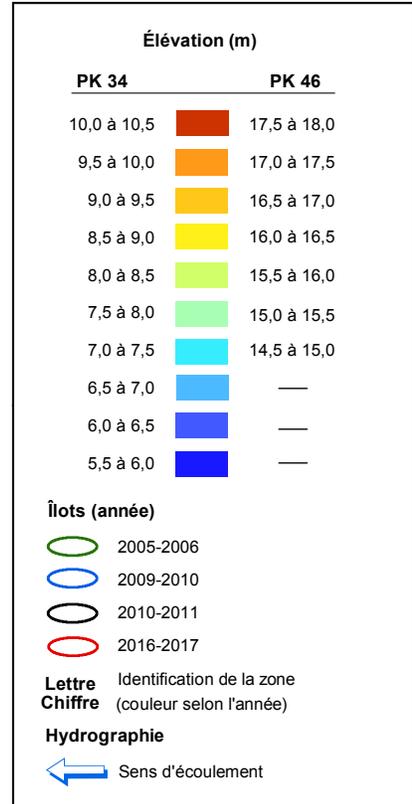
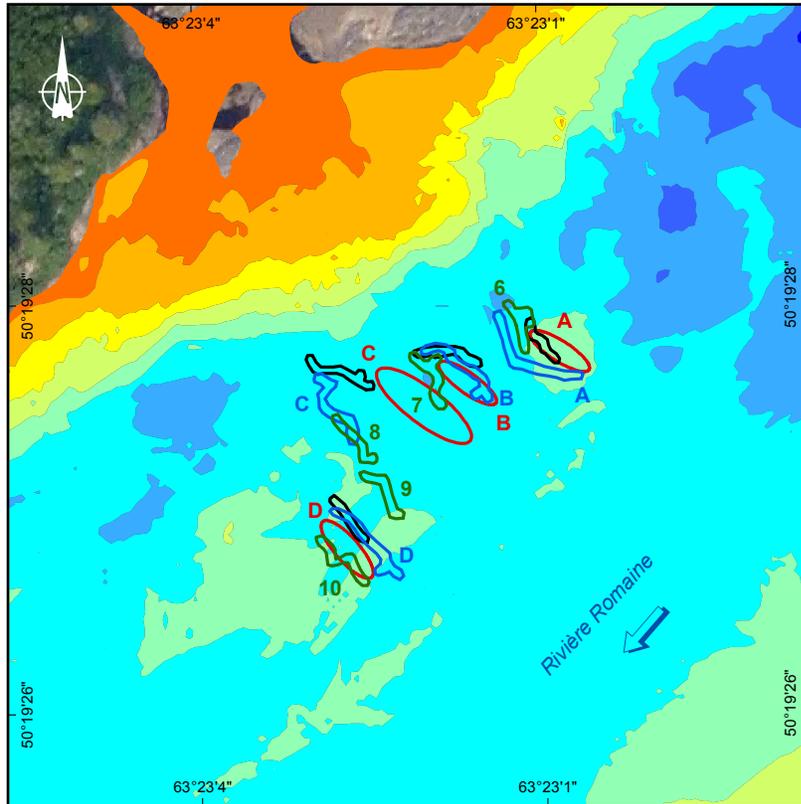
# ANNEXE

## 3

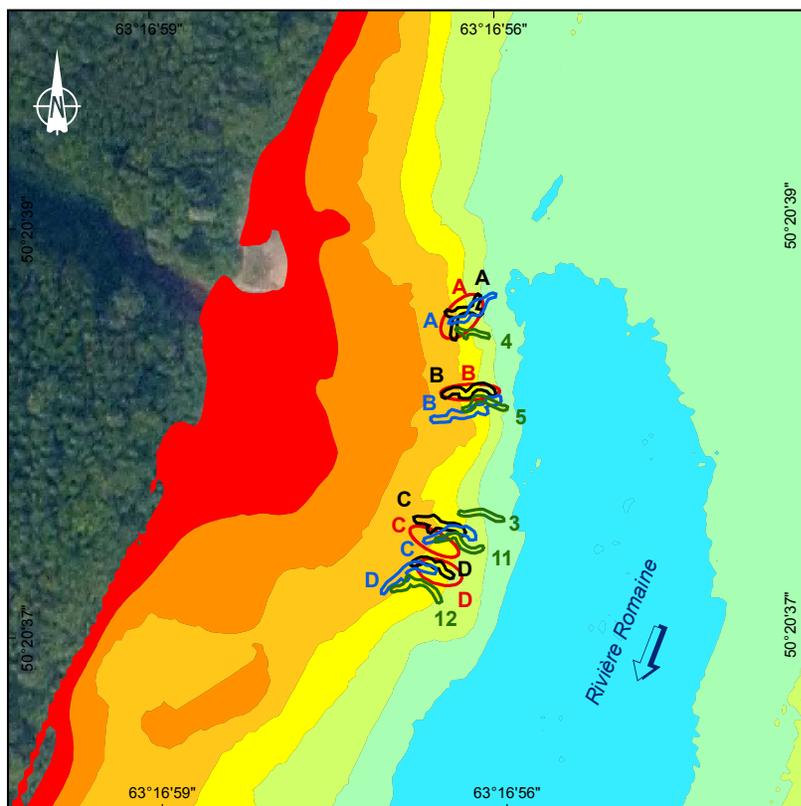
**POSITION DES ÎLOTS EN 2005-2006,  
2009-2010, 2010-2011 ET 2016-2017**



### PK 34



### PK 46



Complexe de la Romaine  
 Suivi environnemental en phase exploitation  
 Suivi de la qualité granulométrique des  
 frayères à saumon naturelles  
 Suivi 2017-2018

---

**Localisation des instruments dans  
 les îlots sur les principales frayères  
 naturelles à saumon atlantique en  
 2005-2006, 2009-2010, 2010-2011  
 et 2016-2017**

---

**Sources :**  
 Orthophoto, résolution 30 cm, Hydro-Québec, 2004  
 Bathymétrie, Environnement illimité, 2009  
 Inventaires et cartographie : WSP  
 Fichier : 0344\_sucA3\_1\_geq\_1646\_qg\_190904.mxd

0 12 24 m  
 MTM, fuseau 5, NAD83

**Carte A3-1**  
 Hydro Québec

Septembre 2019



# ANNEXE

# 4

**POURCENTAGE DES  
DIFFÉRENTES CLASSES DE  
SÉDIMENTS RÉCOLTÉS PAR  
LES TRAPPES EN 2016-2017**



**SUIVI DE LA QUALITÉ GRANULOMÉTRIQUE DES FRAYÈRES À SAUMON NATURELLES**  
**SUIVI 2017-2018**

**Tableau A4-1 Proportion (%) des classes de sédiments interceptés par les trappes**

Frayère	Période	Îlot	Poids total (g)	< 0,125 mm (%)	0,125 à 2 mm (%)	2 à 4 mm (%)	4 à 8 mm (%)	8 à 16 mm (%)	16 à 32 mm (%)	>32 mm (%)	Classe granulométrique (D <sub>50</sub> )
PK 34	Août à novembre 2017	A	840,60	0,90	95,63	1,56	0,90	1,00	0,0	0,0	Sable grossier
		B	--	--	--	--	--	--	--	--	--
		C	--	--	--	--	--	--	--	--	--
		D	542,40	1,71	96,98	0,74	0,35	0,22	0,0	0,0	Sable grossier
		Total (moy.) <sup>1</sup>	1383,00	1,31	96,31	1,15	0,63	0,61	0,0	0,0	--
	Tributaire	18648	1,76	91,62	5,08	0,28	0,30	0,96	0,0	Sable grossier	
	Novembre 2017 à juillet 2018	A	69496,40	2,50	90,35	1,70	1,73	1,29	1,37	1,07	Sable moyen
		B	72785,41	3,11	91,41	1,20	1,53	2,19	0,22	0,34	Sable moyen
		C	74506,83	1,65	90,79	1,27	1,34	2,47	1,30	1,18	Sable grossier
		D	71999,26	2,28	89,08	1,57	2,40	2,51	1,66	0,50	Sable moyen
Total (moy.) <sup>1</sup>		288787,91	2,39	90,41	1,44	1,75	2,12	1,14	0,77	--	
Tributaire	11262	6,65	72,22	5,05	3,31	7,16	5,15	0,45	Sable moyen		
PK 46	Août à novembre 2017	A	2718,00	15,61	73,34	4,42	5,39	1,24	0,0	0,0	Sable fin
		B	498,30	6,24	63,80	6,08	6,60	2,55	8,49	0,0	Sable grossier
		C	9028,00	4,44	79,62	4,78	7,35	3,81	0,0	0,0	Sable grossier
		D	383,70	2,68	68,86	8,81	11,52	5,42	2,71	0,0	Sable grossier
		Total (moy.) <sup>1</sup>	12628,00	7,24	71,41	6,02	7,72	3,26	2,80	0,0	--
	Tributaire	17860	9,42	86,23	3,54	0,40	0,41	0,0	0,0	Sable grossier	
	Novembre 2017 à juillet 2018	A	69476,10	4,04	79,23	9,39	4,70	2,14	0,18	0,33	Sable grossier
		B	60441,56	10,93	74,63	3,60	3,91	4,10	1,65	1,18	Sable fin
		C	69026,79	4,07	55,81	7,30	10,80	10,07	9,68	2,26	Sable grossier
		D	66239,49	1,82	83,36	3,73	5,01	4,32	1,63	0,13	Sable moyen
Total (moy.) <sup>1</sup>		265183,95	5,22	73,26	6,01	6,11	5,16	3,29	0,96	--	
Tributaire	5638	4,04	67,32	6,65	4,11	6,05	10,57	1,26	Sable grossier		

<sup>1</sup>Total pour le poids et moyenne pour les %



# ANNEXE

# 5

**DONNÉES BRUTES DES CUBES  
PAR ÎLOTS EN 2017-2018**



## **< 2 mm**

### Évolution entre les îlots d'une même frayère

La teneur en particules de diamètre inférieur à 2 mm dans chacun des îlots des deux frayères suggère des patrons de variation similaires concernant les processus sédimentaires à l'échelle de la frayère (tableau A5-1 et figure A5-1). L'îlot A de la frayère du PK 34 affiche une légère augmentation des teneurs en particules < 2 mm où les teneurs passent de 7,7 % à 8,3 % entre août 2017 et juillet 2018. Les îlots B et C eux aussi affichent une augmentation pour la même période, passant respectivement de 3,5 % à 16,1 % et 5,8 % à 15,3 %. L'îlot D affiche une augmentation des teneurs en particules < 2 mm où les teneurs passent de 16,2 % à 20,5 %, c'est d'ailleurs le seul îlot de cette frayère à afficher des valeurs légèrement supérieures au seuil critique de 20 % de l'indice de Peterson.

Les îlots de la frayère du PK 46 présentent des résultats semblables. Les îlots B et C affichent une hausse entre août 2017 et juillet 2018 (absence de donnée en août 2017 pour l'îlot A et baisse pour l'îlot D). On note la même chose pour les îlots A et D enregistrent respectivement une hausse de la teneur en particules < 2 mm entre novembre 2017 et juillet 2018. Aucune valeur n'excède le seuil critique de l'indice de Peterson pour la frayère du PK46.

Par ailleurs, deux échantillons (le cube d'infiltration et le cube témoin) ont été prélevés en juillet 2018 à chacun des îlots. Ceci permet de mesurer la variabilité du pourcentage de particules < 2 mm à l'intérieur d'un même îlot (tableau A5-2). On ne peut pas dire grand-chose sur les résultats au PK 34 en raison du manque de données. Par contre, au PK 46, on voit que les îlots B et D sont sensiblement homogènes, par contre les îlots A et C sont assez hétérogènes.

**SUIVI DE LA QUALITÉ GRANULOMÉTRIQUE DES FRAYÈRES À SAUMON NATURELLES  
SUIVI 2017-2018**

**Tableau A5-1 Pourcentage de particules < 2 mm dans les cubes d'infiltration aux frayères du PK 34 et du PK 46 par îlot et par période d'extraction**

Îlot	Période d'extraction		
	Août 2017 (%)	Novembre 2017 (%)	Juillet 2018 (%)
Frayère PK 34			
A	7,7	15,0	8,3 <sup>2</sup> NA <sup>3</sup>
B	3,5	4,0	16,1 <sup>2</sup> NA <sup>3</sup>
C	5,8	4,9	15,3 <sup>2</sup> 18,1 <sup>3</sup>
D	16,2	4,2	NA <sup>2</sup> 20,5 <sup>3</sup>
<b>Moyenne</b>	8,3	7,0	15,7
<b>Écart-type</b>	5,5	5,3	4,6
Frayère PK 46			
A	-- <sup>1</sup>	6,0	14,2 <sup>2</sup> 9,2 <sup>3</sup>
B	4,7	12,8	14,2 <sup>2</sup> 13,9 <sup>3</sup>
C	4,9	18,6	9,2 <sup>2</sup> 6,4 <sup>3</sup>
D	14,2	9,5	14,5 <sup>2</sup> 14,5 <sup>3</sup>
<b>Moyenne</b>	7,9	11,8	12,0
<b>Écart-type</b>	5,4	5,3	3,2

<sup>1</sup> Échantillon non valide (voir section 4.5.1).

<sup>2</sup> Cube # 4

<sup>3</sup> Cube # 5

**Tableau A5-2 Statistiques relatives à la variabilité du pourcentage de particules < 2 mm dans les différents îlots de la frayère du PK 34 et du PK 46, en juillet 2018**

Îlot	N <sup>1</sup>	Moyenne (%)	Écart-type (%)	Erreur type (%)	C.V. <sup>2</sup> (%)	I.C. <sup>3</sup>
Frayère PK 34						
A	1	-- <sup>4</sup>	-- <sup>4</sup>	-- <sup>4</sup>	-- <sup>4</sup>	-- <sup>4</sup>
B	1	-- <sup>4</sup>	-- <sup>4</sup>	-- <sup>4</sup>	-- <sup>4</sup>	-- <sup>4</sup>
C	2	16,7	2,0	1,04	10	±2,7
D	1	-- <sup>4</sup>	-- <sup>4</sup>	-- <sup>4</sup>	-- <sup>4</sup>	-- <sup>4</sup>
Frayère PK 46						
A	2	11,7	3,5	2,5	21	±4,9
B	2	14,1	0,2	0,2	1	±0,3
C	2	7,8	2,0	1,4	18	±2,8
D	2	14,5	0	0	0	±0

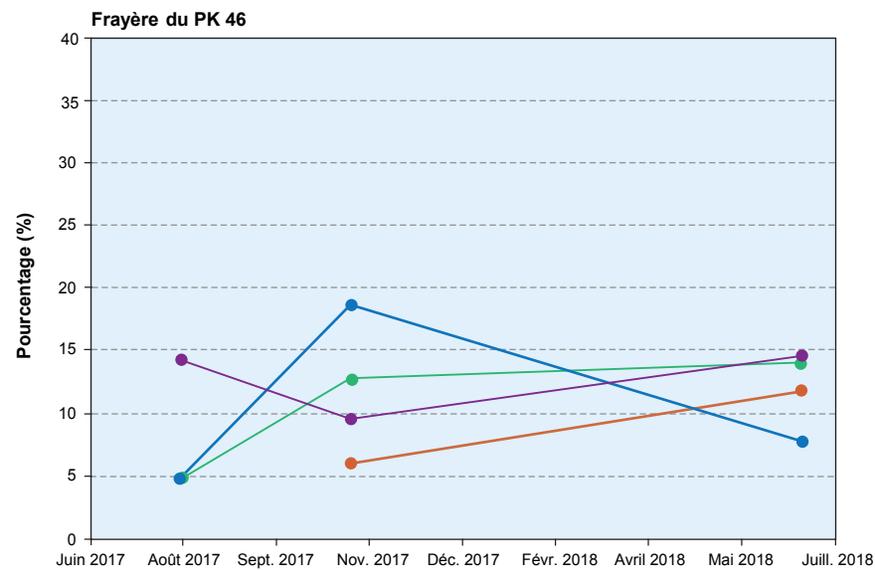
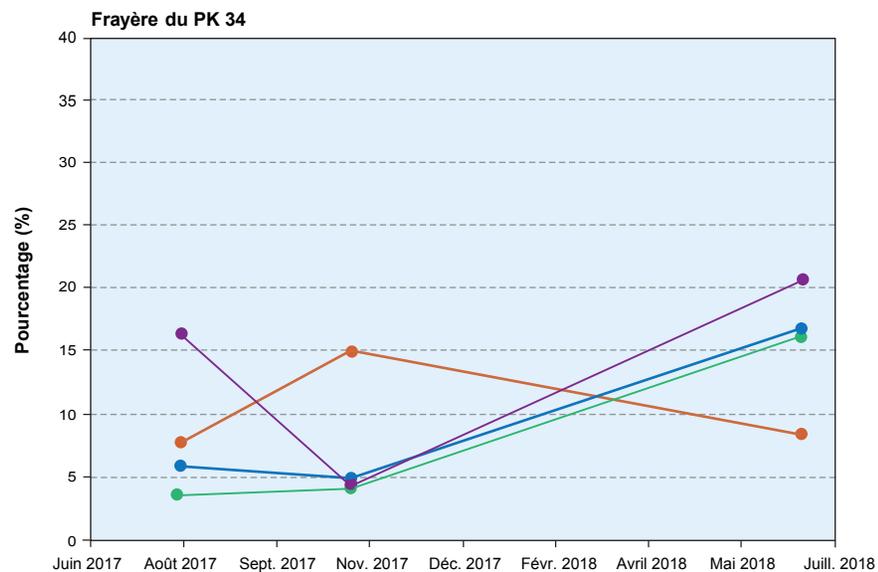
<sup>1</sup> Voir le tableau 4-6

<sup>2</sup> C.V. : coefficient de variation

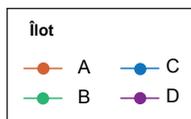
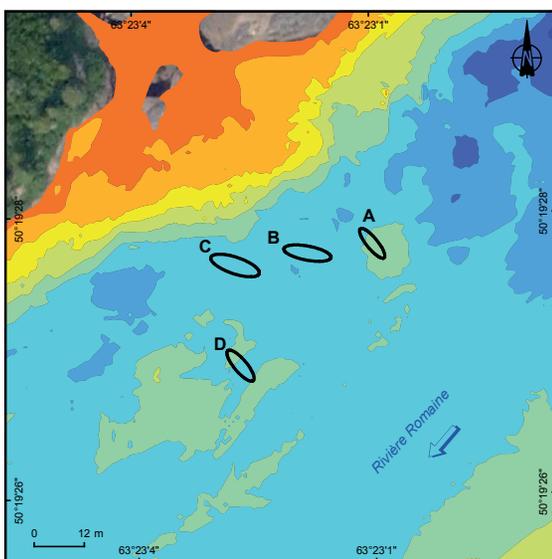
<sup>3</sup> I.C. : intervalle de confiance (à 95 %)

<sup>4</sup> 1 cube de non valide

Figure A5-1 Variation du pourcentage de particules < 2 mm dans les cubes d'infiltration des différents îlots des frayères du PK 34 et du PK 46 d'août 2017 à juillet 2018

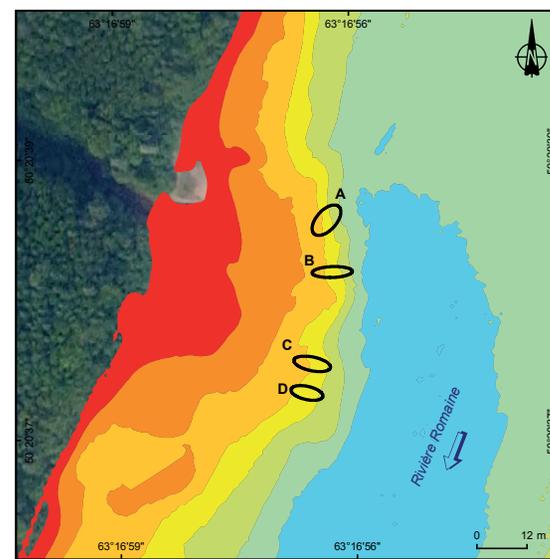


PK 34



Bathymétrie, Environnement Illimité, 2009

PK 46



0344\_sufA5\_1\_geq\_1647\_qg\_2mm\_190410.ai

## **< 0,125 mm**

### Évolution entre les îlots d'une même frayère

Le tableau A5-3 et la figure A5-2 montre les variations temporelles du pourcentage de particules < 0,125 mm à chacun des îlots durant la période d'échantillonnage. Pour les deux frayères, tous les îlots présentent des valeurs plus élevées en juillet 2018 qu'à l'état initial en août 2017 (sauf C du Pk34 et l'îlot B du PK46).

Au PK 34, les îlots A, B et D ont évolué de façon relativement semblable pendant cette période, alors qu'ils affichent une hausse de leurs teneurs en particules plus fines que 0,125 mm entre août 2017 et juillet 2018. La hausse pour l'îlot A étant de 0,15 % à une moyenne de 0,31 %, celle de l'îlot B est de 0,25 à 0,41 alors qu'elle est de 0,12 à 0,32 pour l'îlot D. L'îlot C a connu une baisse, ses valeurs sont restées relativement stables, variant de 0,35 % à 0,22 %.

À la frayère du PK 46, une augmentation du pourcentage de particules < 0,125 mm du début à la fin de la période d'échantillonnage est observée pour les îlots A, C et D. La hausse pour l'îlot C étant de 0,12 % à une moyenne de 0,19 % alors qu'elle est de 0,12 à 0,23 pour l'îlot D. Pour l'îlot B, le pourcentage diminue légèrement entre août 2017 et juillet 2018 avec des pourcentages respectifs de 0,26% et de 0,19 %.

Tout comme pour les particules < 2 mm, les échantillons de juillet (cube et cube témoin) permettent de calculer les statistiques décrivant la variabilité des particules < 0,125 mm à l'intérieur de chaque îlot (tableau A5-4). Pour les particules de diamètre inférieur à 0,125 mm, cette variabilité intra-îlot est grande et certaines valeurs du coefficient de variation dépassent 40 %. Soulignons que ces coefficients de variation sont élevés notamment en raison des faibles valeurs de cet indice.

**SUIVI DE LA QUALITÉ GRANULOMÉTRIQUE DES FRAYÈRES À SAUMON NATURELLES  
SUIVI 2017-2018**

**Tableau A5-3 Pourcentage de particules < 0,125 mm dans les cubes d'infiltration aux frayères du PK 34 et du PK 46 par îlot et par période d'extraction**

Îlot	Période d'extraction		
	Août 2017 (%)	Novembre 2017 (%)	Juillet 2018 (%)
<b>Frayère PK 34</b>			
A	0,15	0,08	0,31 <sup>2</sup> --1,3
B	0,25	0,02	0,41 <sup>2</sup> --1,3
C	0,35	0,06	0,31 <sup>2</sup> 0,13 <sup>3</sup> --1,3
D	0,12	0,02	0,32 <sup>3</sup>
<b>Moyenne</b>	0,22	0,04	0,30
<b>Écart-type</b>	0,11	0,03	0,10
<b>Frayère PK 46</b>			
A	-- <sup>1</sup>	0,14	0,39 <sup>2</sup> 0,13 <sup>3</sup>
B	0,26	0,55	0,16 <sup>2</sup> 0,22 <sup>3</sup>
C	0,12	0,14	0,22 <sup>2</sup> 0,16 <sup>3</sup>
D	0,12	0,12	0,31 <sup>2</sup> 0,16 <sup>3</sup>
<b>Moyenne</b>	0,17	0,24	0,22
<b>Écart-type</b>	0,08	0,21	0,09

<sup>1</sup> Échantillon non valide (voir section 4.5.1).

<sup>2</sup> Cube # 4

<sup>3</sup> Cube # 5

**Tableau A5-4 Statistiques relatives à la variabilité du pourcentage de particules < 0,125 mm dans les différents îlots de la frayère du PK 34 et du PK 46, en juillet 2018**

Îlot	N <sup>a</sup>	Moyenne (%)	Écart-type (%)	Erreur type (%)	C.V. <sup>2</sup> (%)	I.C. <sup>3</sup>
<b>Frayère PK 34</b>						
A	1	-- <sup>4</sup>	-- <sup>4</sup>	-- <sup>4</sup>	-- <sup>4</sup>	-- <sup>4</sup>
B	1	-- <sup>4</sup>	-- <sup>4</sup>	-- <sup>4</sup>	-- <sup>4</sup>	-- <sup>4</sup>
C	2	0,22	0,13	0,09	40	±0,17
D	1	-- <sup>4</sup>	-- <sup>4</sup>	-- <sup>4</sup>	-- <sup>4</sup>	-- <sup>4</sup>
<b>Frayère PK 46</b>						
A	2	0,26	0,18	0,13	50	±0,25
B	2	0,19	0,04	0,03	15	±0,06
C	2	0,19	0,04	0,03	17	±0,06
D	2	0,23	0,10	0,07	31	±0,14

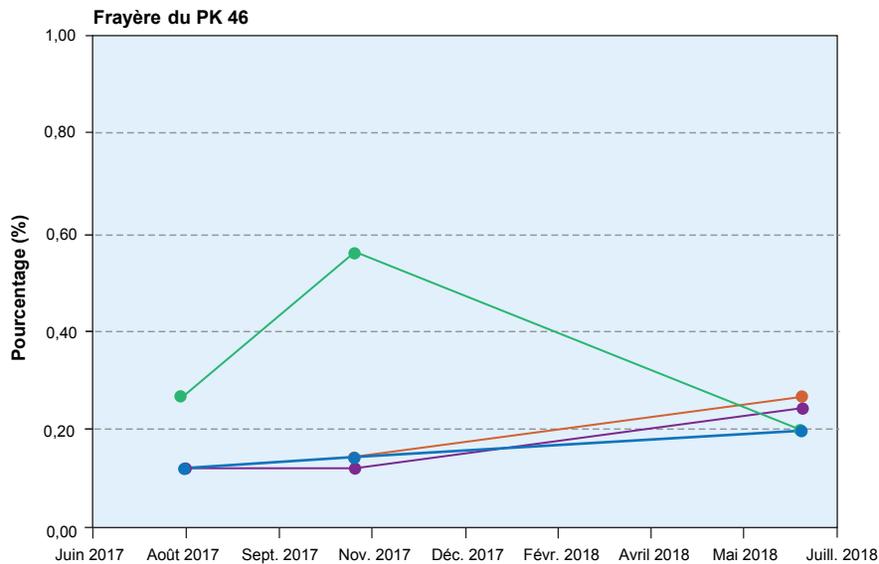
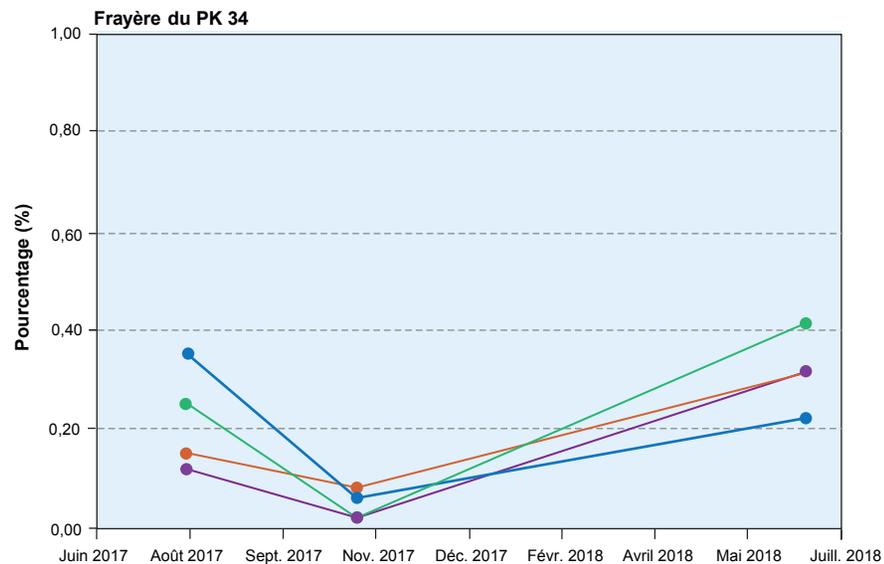
<sup>1</sup>. Voir le tableau 4-6

<sup>2</sup>. C.V. : coefficient de variation

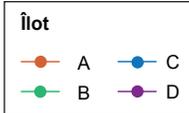
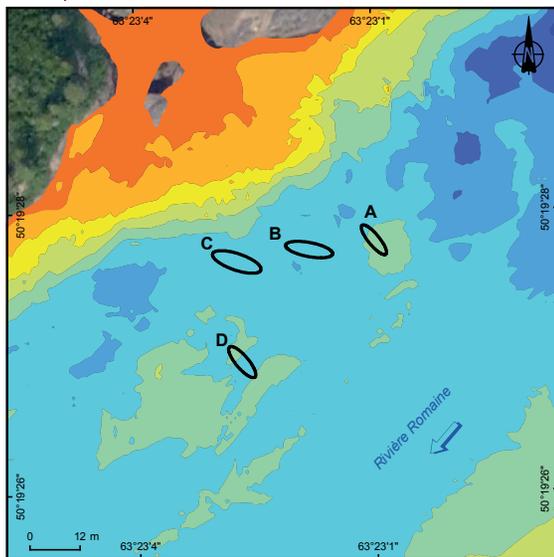
<sup>3</sup>. I.C. : intervalle de confiance (à 95 %)

<sup>4</sup> 1 cube non valide

Figure A5-2 Variation du pourcentage de particules < 0,125 mm dans les cubes d'infiltration des différents îlots des frayères du PK 34 et du PK 46 d'août 2017 à juillet 2018



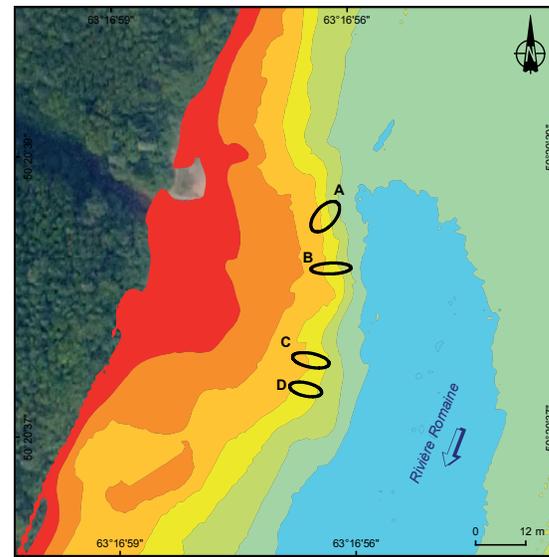
PK 34,5



Élévation (m)	
PK 34	PK 46
10,0 à 10,5	17,5 à 18,0
9,5 à 10,0	17,0 à 17,5
9,0 à 9,5	16,5 à 17,0
8,5 à 9,0	16,0 à 16,5
8,0 à 8,5	15,5 à 16,0
7,5 à 8,0	15,0 à 15,5
7,0 à 7,5	14,5 à 15,0
6,5 à 7,0	—
6,0 à 6,5	—
5,5 à 6,0	—

Bathymétrie, Environnement Illimité, 2009

PK 46



0344\_sufA5\_2\_geq\_1647\_qg\_125mm\_190905.ai

# ANNEXE

## 6

**HYDROGRAMME JOURNALIER  
MOYEN AU PK 16 DE LA RIVIÈRE  
ROMAINE EN 2005-2006, 2009-2010,  
2010-2011 ET 2016-2017**



Figure A6-1 Variation de la proportion de particules < 0,125 mm dans le substrat des cubes d'infiltration (nids artificiels) à la frayère du PK 34 et PK 46, de septembre 2005 à juillet 2006 (GENIVAR, 2007a).

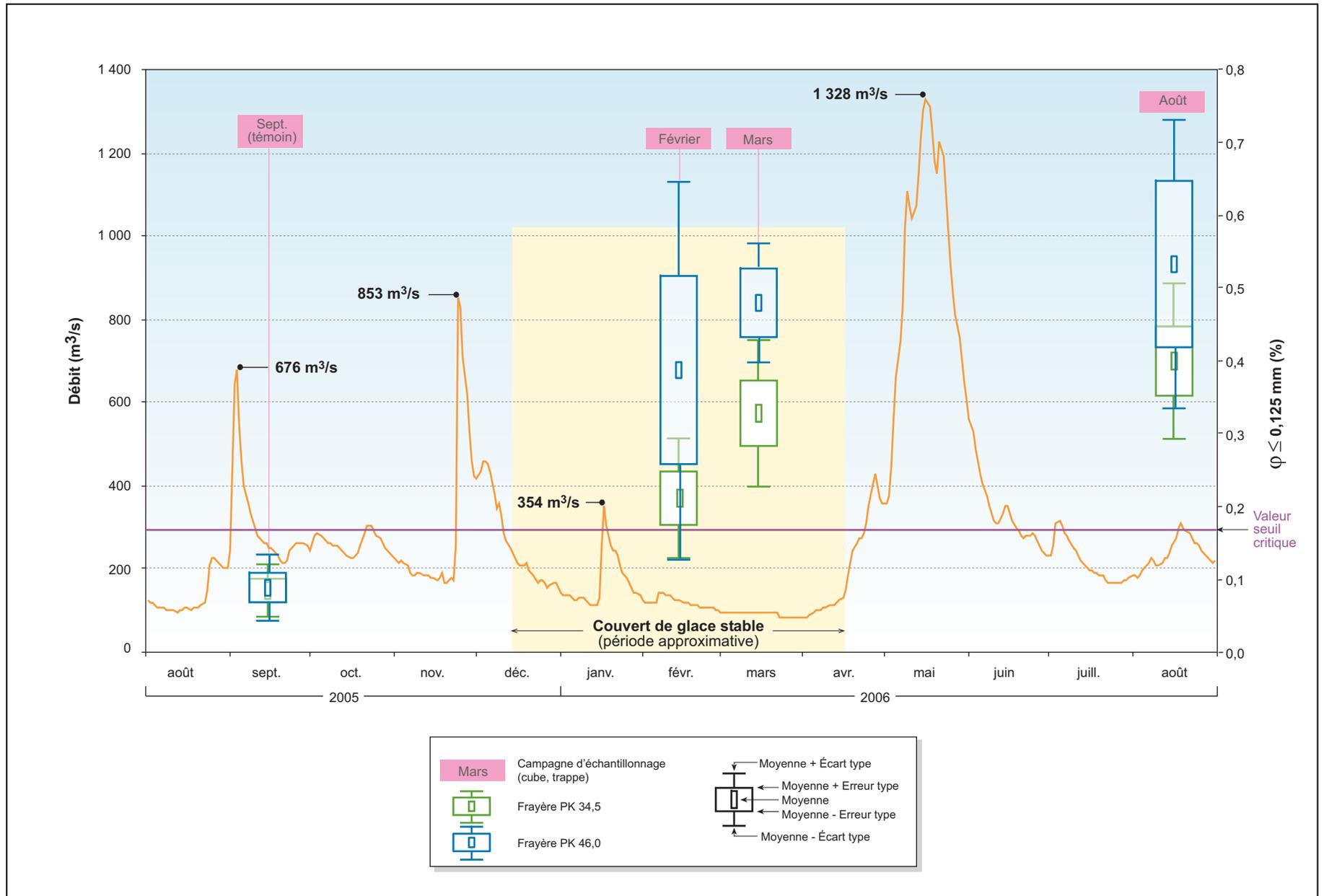


Figure A6-2 Variation de la proportion de particules < 2 mm dans le substrat des cubes d'infiltration (nids artificiels) à la frayère du PK 34 et PK 46, de septembre 2005 à juillet 2006 (GENIVAR, 2007a).

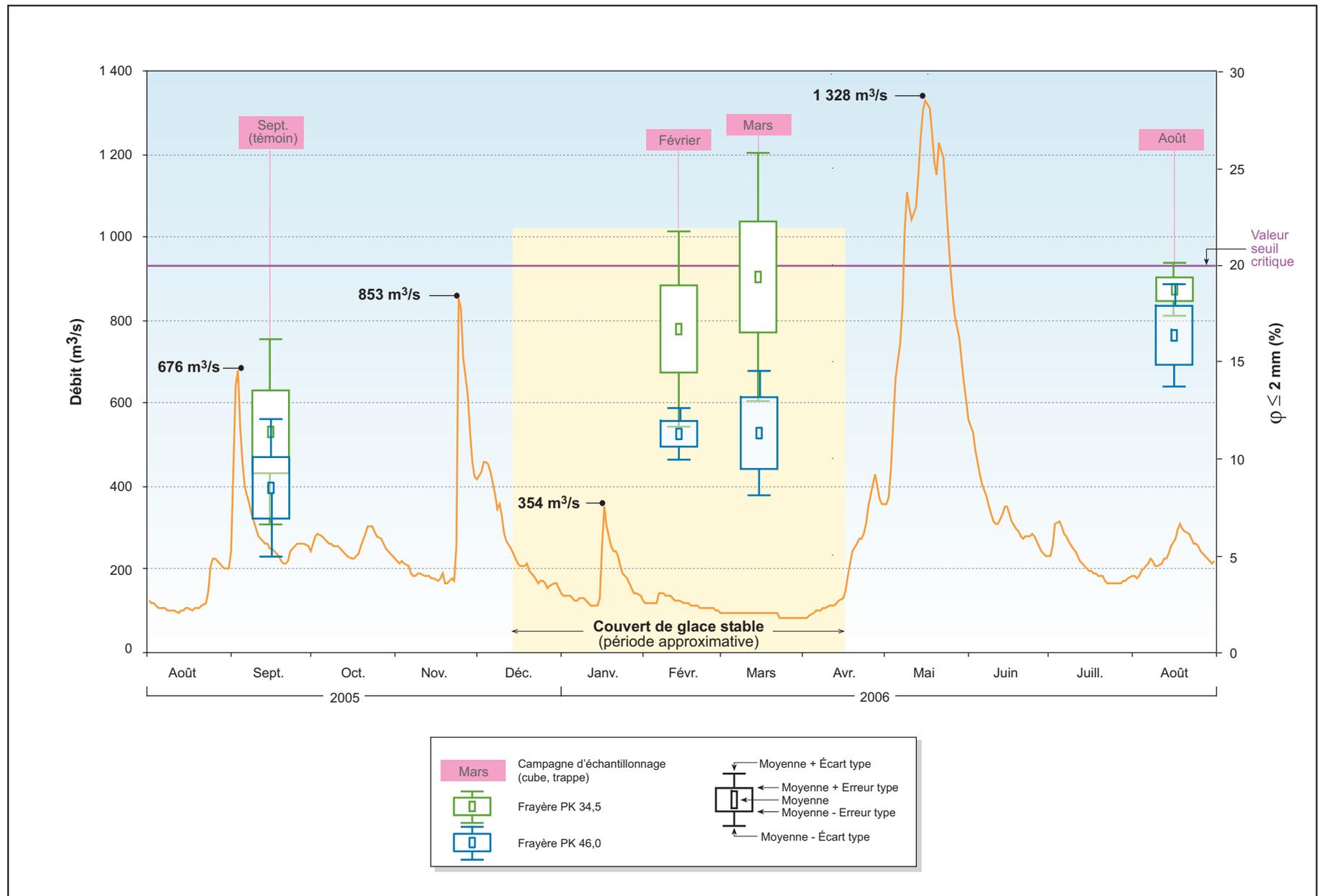
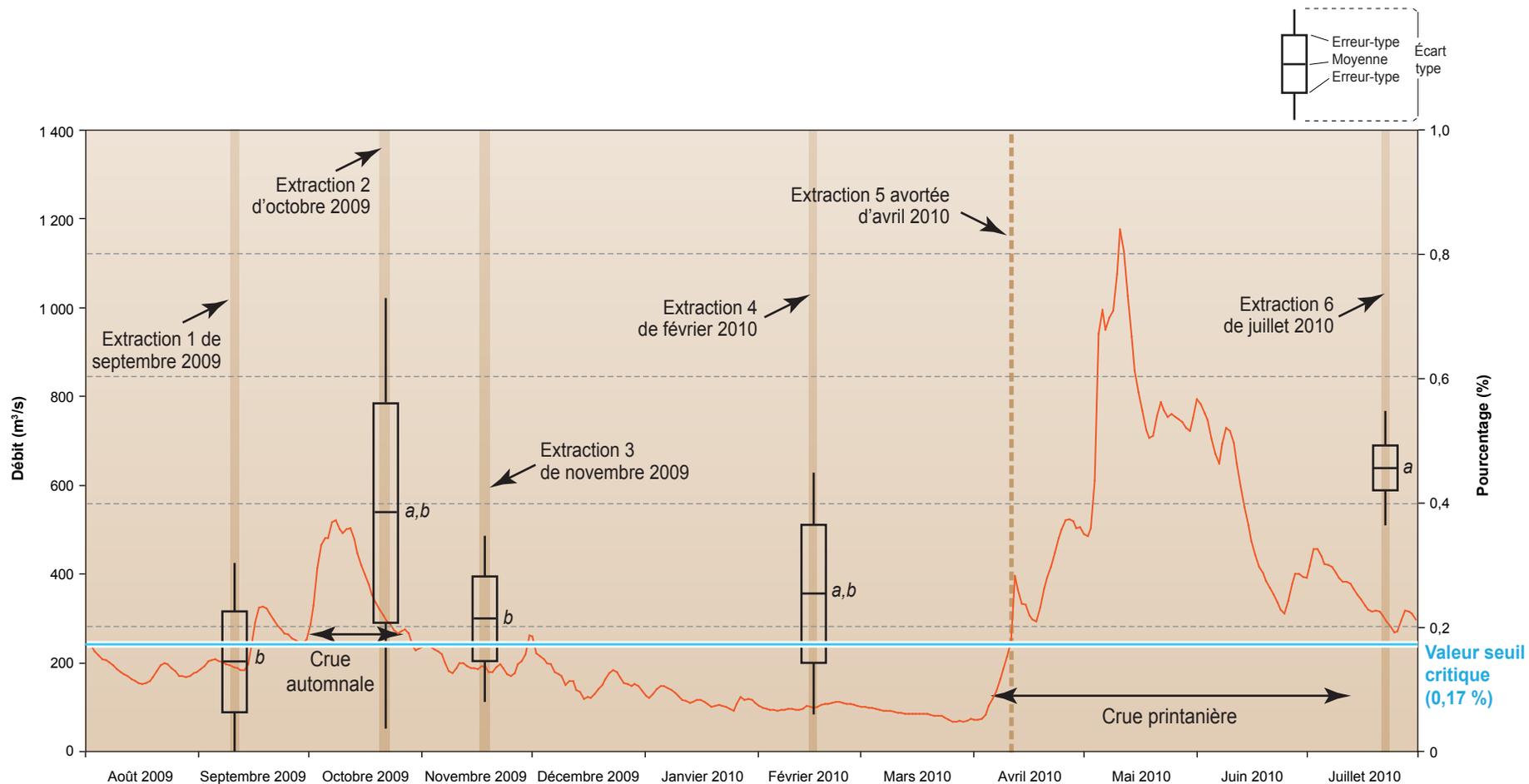


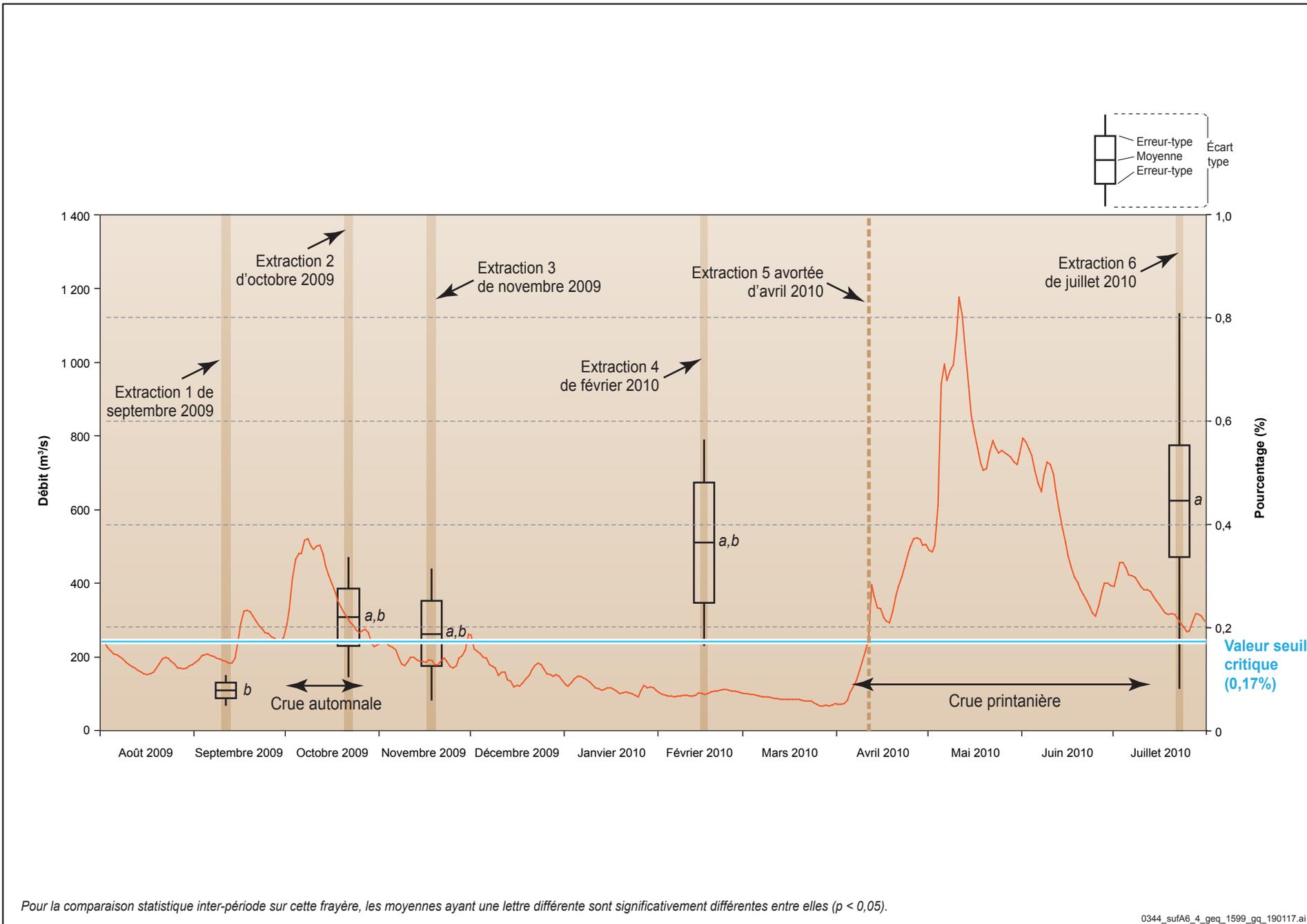
Figure A6-3 **Variation de la proportion de particules < 0,125 mm dans le substrat des cubes d'infiltration (nids artificiels) à la frayère du PK 34, de septembre 2009 à juillet 2010 (GENIVAR. 2011)**



Pour la comparaison statistique inter-période sur cette frayère, les moyennes ayant une lettre différente sont significativement différentes entre elles ( $p < 0,05$ ).

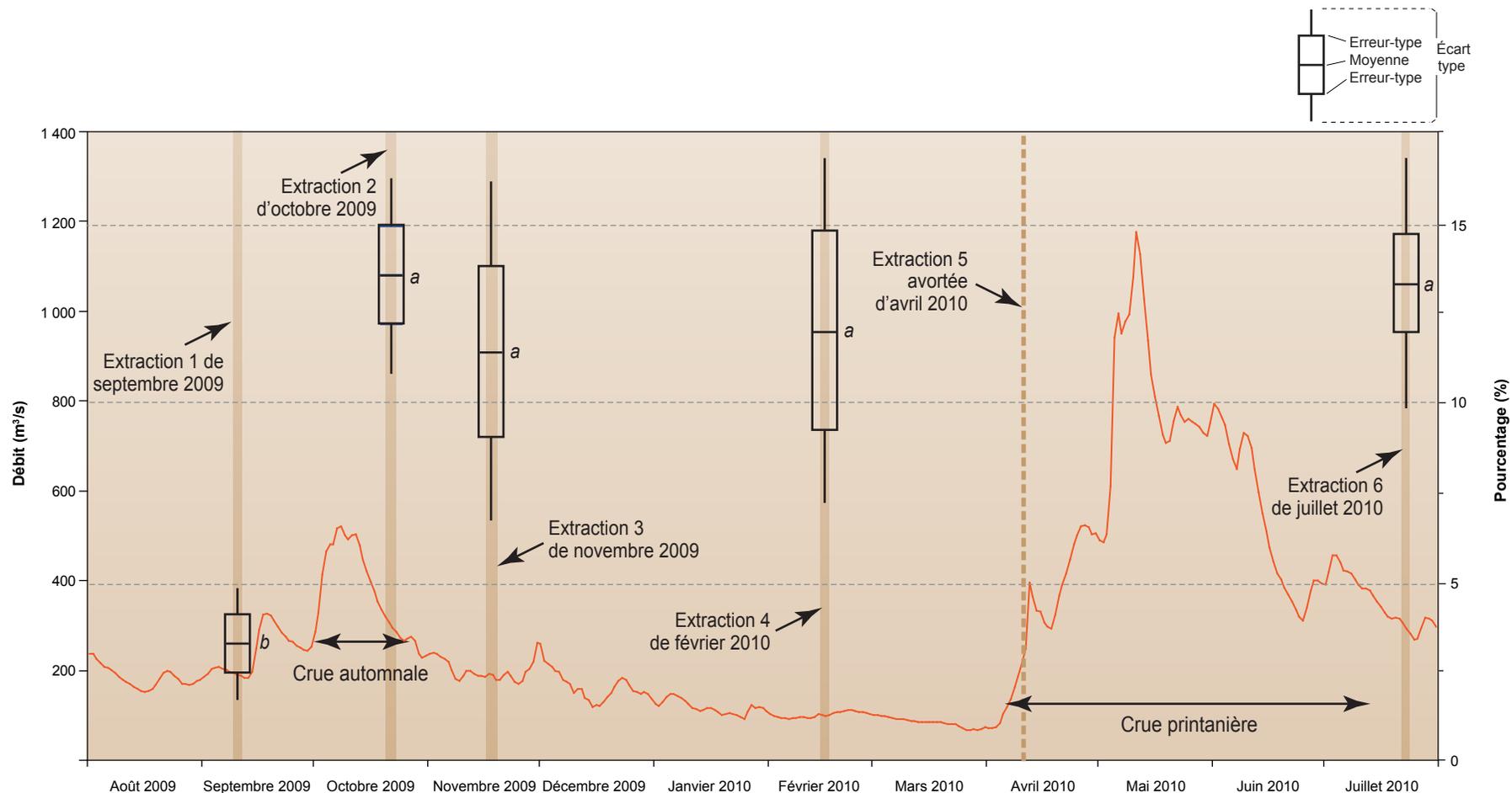
0344\_sufA6\_3\_geq\_1598\_gq\_190117.ai

Figure A6-4 **Variation de la proportion de particules < 0,125 mm dans le substrat des cubes d'infiltration (nids artificiels) à la frayère du PK 46, de septembre 2009 à juillet 2010 (GENIVAR. 2011)**



0344\_sufA6\_4\_geq\_1599\_gg\_190117.ai

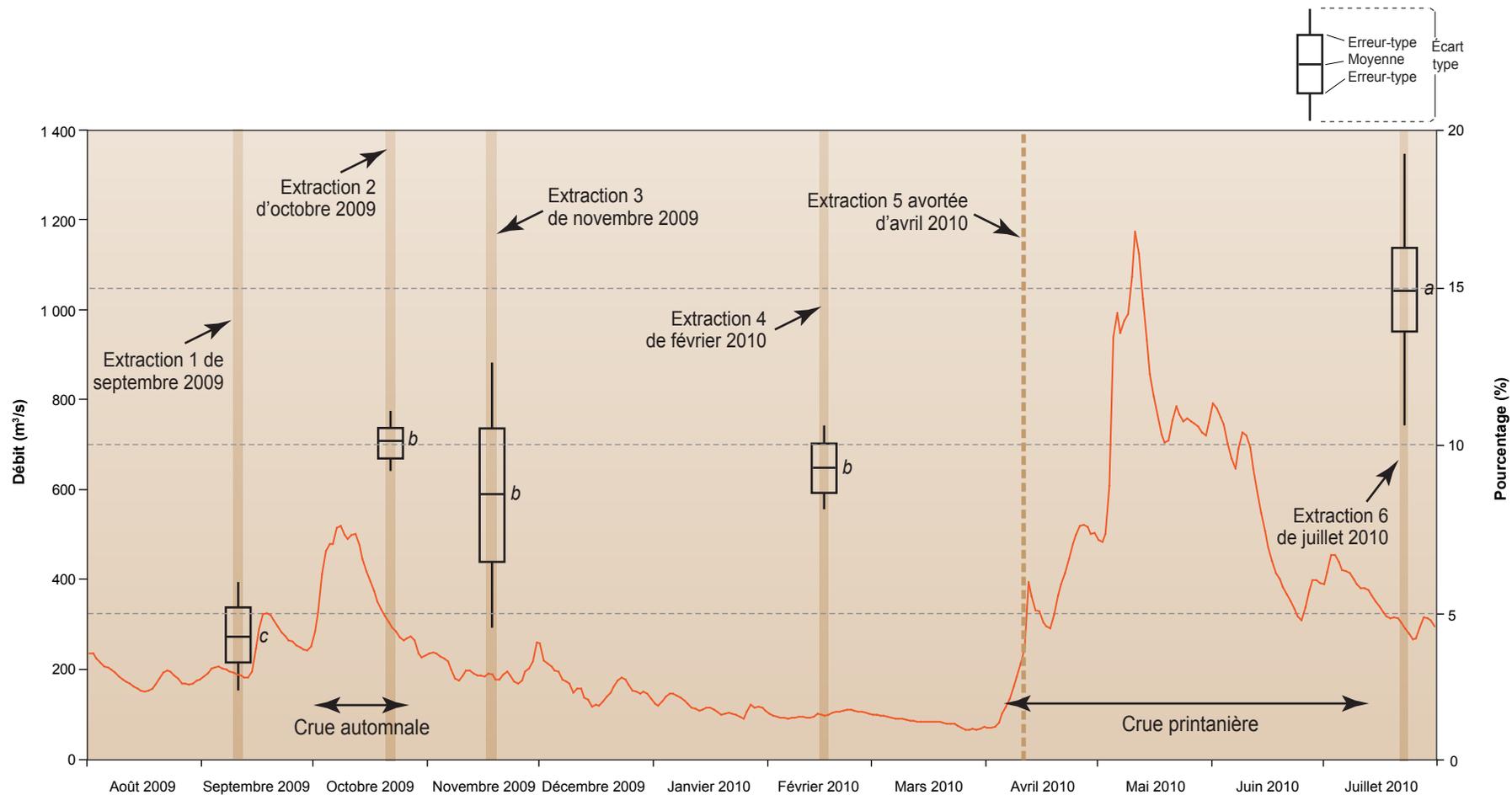
Figure A6-5 **Variation de la proportion de particules < 2 mm dans le substrat des cubes d'infiltration (nids artificiels) à la frayère du PK 34, de septembre 2009 à juillet 2010 (GENIVAR. 2011)**



Pour la comparaison statistique inter-période sur cette frayère, les moyennes ayant une lettre différente sont significativement différentes entre elles ( $p < 0,05$ ).

0344\_sufA6\_5\_geq\_1600\_gq\_190117.ai

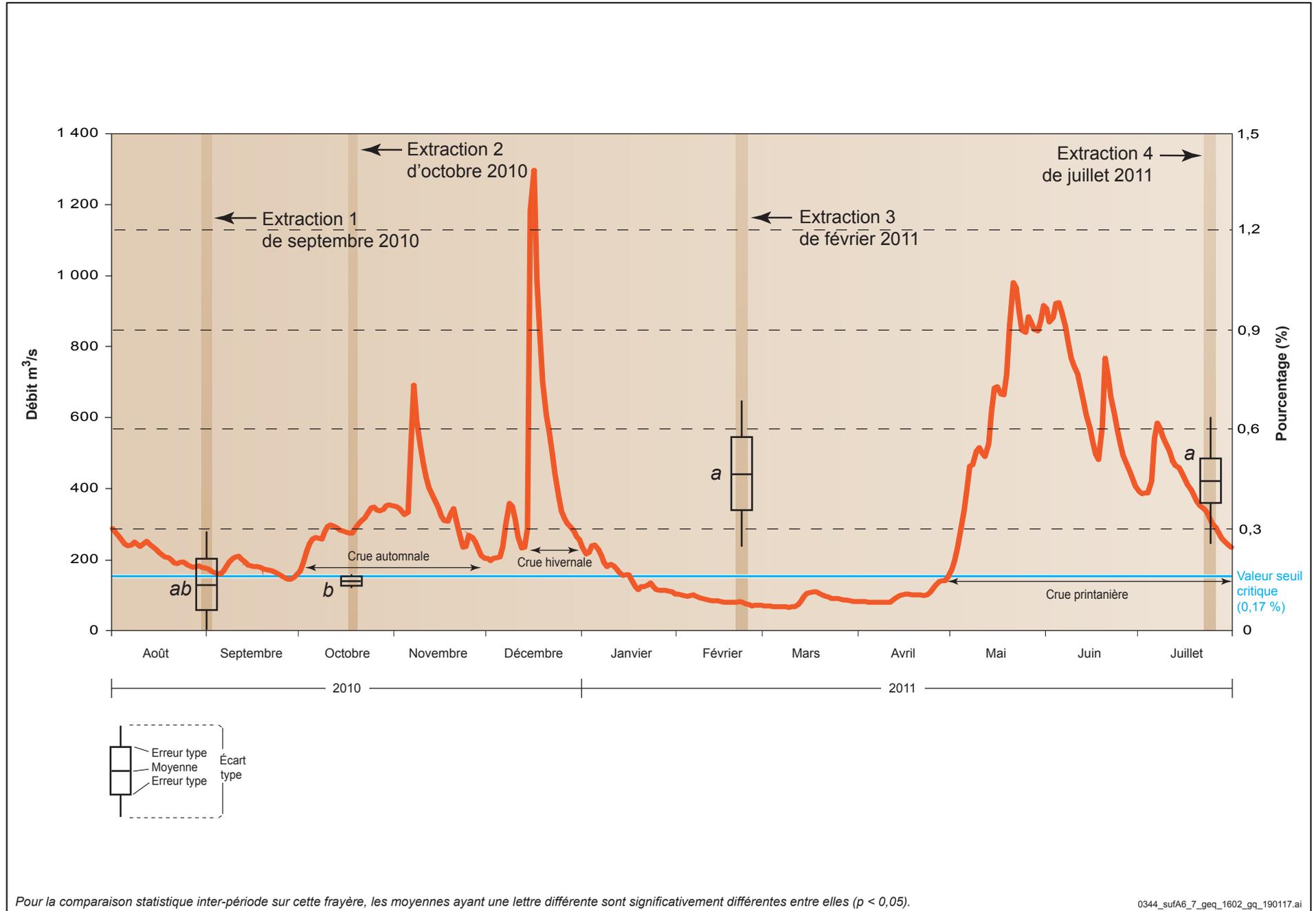
Figure A6-6 **Variation de la proportion de particules < 2 mm dans le substrat des cubes d'infiltration (nids artificiels) à la frayère du PK 46, de septembre 2009 à juillet 2010 (GENIVAR. 2011).**



Pour la comparaison statistique inter-période sur cette frayère, les moyennes ayant une lettre différente sont significativement différentes entre elles ( $p < 0,05$ ).

0344\_sufA6\_6\_geq\_1601\_gq\_190117.ai

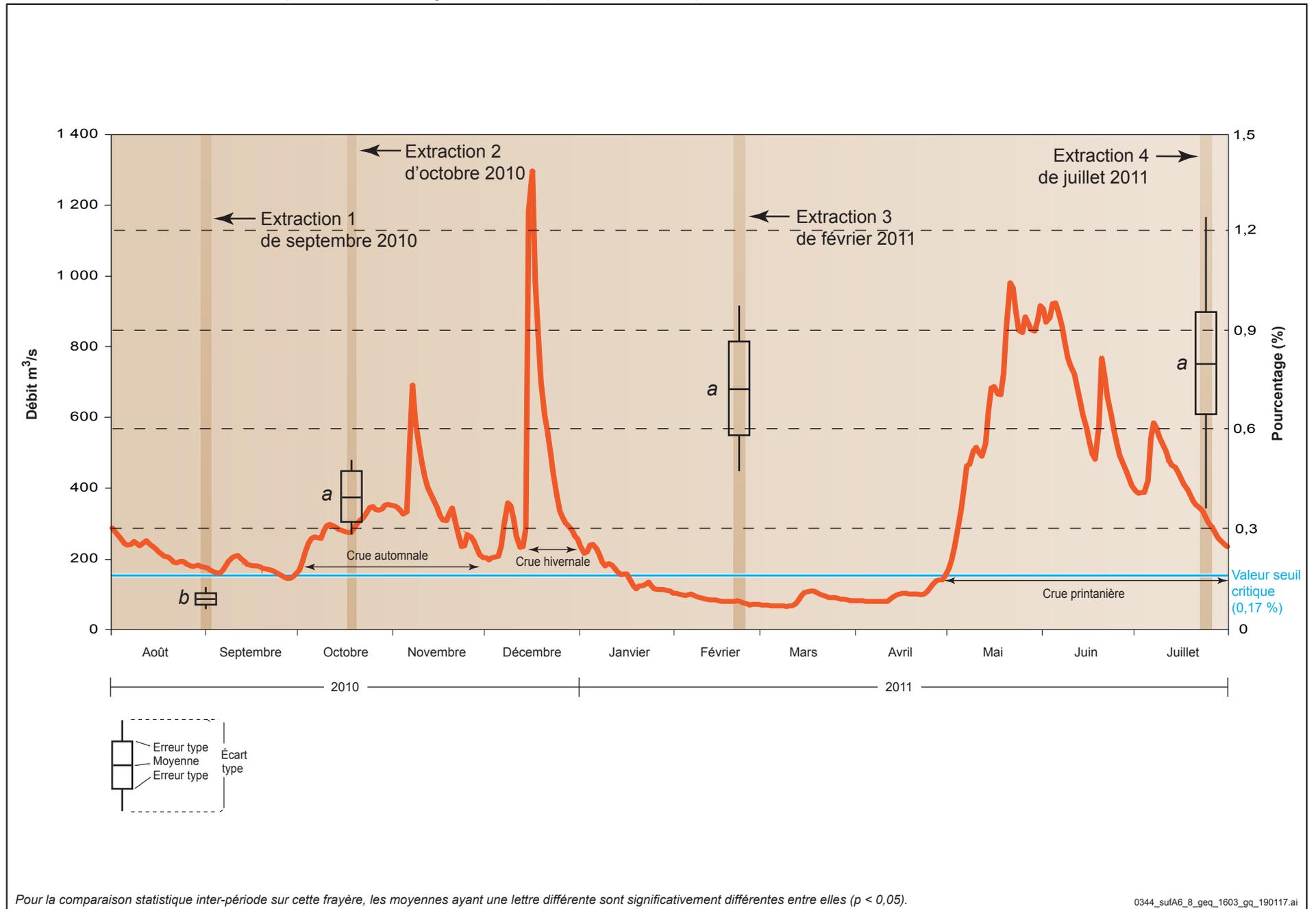
Figure A6-7 **Variation de la proportion de particules < 0,125 mm dans le substrat des cubes d'infiltration (nids artificiels) à la frayère du PK 34, de septembre 2010 à juillet 2011 (GENIVAR, 2012).**



Pour la comparaison statistique inter-période sur cette frayère, les moyennes ayant une lettre différente sont significativement différentes entre elles ( $p < 0,05$ ).

0344\_sufA6\_7\_geq\_1602\_gq\_190117.ai

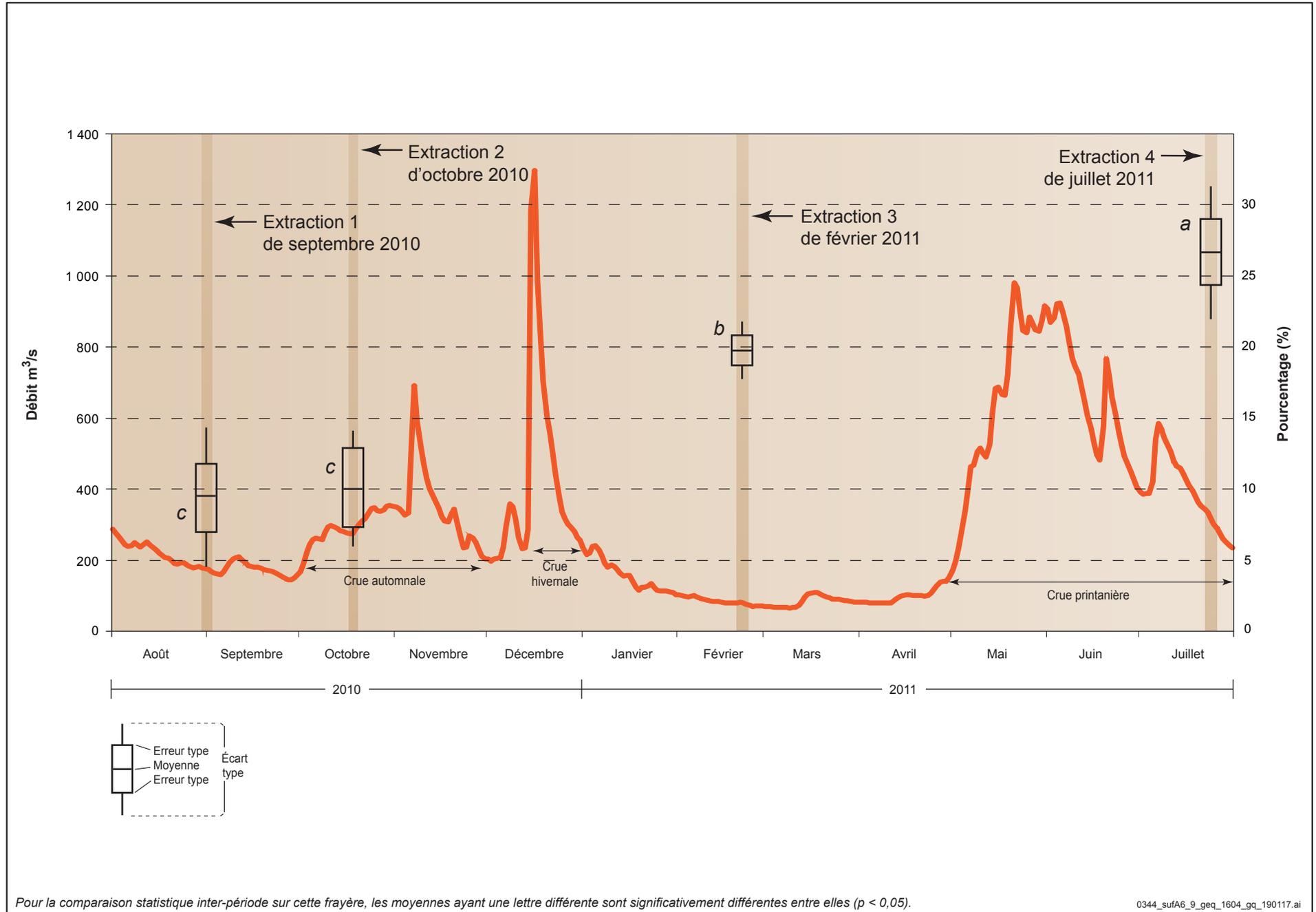
Figure A6-8 **Variation de la proportion de particules < 0,125 mm dans le substrat des cubes d'infiltration (nids artificiels) à la frayère du PK 46, de septembre 2010 à juillet 2011 (GENIVAR, 2012)**



Pour la comparaison statistique inter-période sur cette frayère, les moyennes ayant une lettre différente sont significativement différentes entre elles ( $p < 0,05$ ).

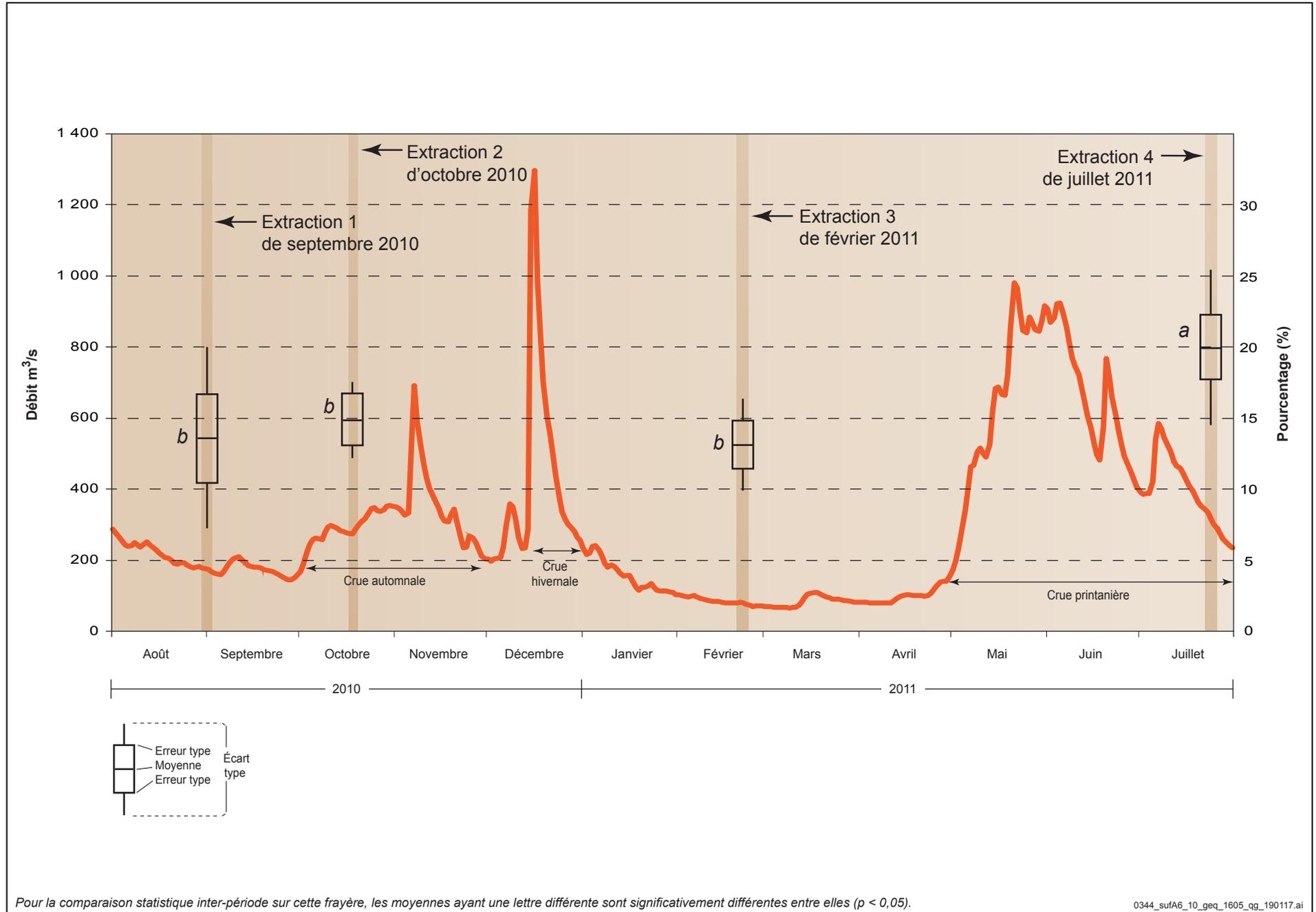
0344\_sufA6\_8\_geq\_1603\_gq\_190117.ai

Figure A6-9 **Variation de la proportion de particules < 2 mm dans le substrat des cubes d'infiltration (nids artificiels) à la frayère du PK 34, de septembre 2010 à juillet 2011 (GENIVAR, 2012).**



0344\_sufA6\_9\_geq\_1604\_gq\_190117.ai

Figure A6-10 **Variation de la proportion de particules < 2 mm dans le substrat des cubes d'infiltration (nids artificiels) à la frayère du PK 46, de septembre 2010 à juillet 2011 (GENIVAR, 2012).**



Pour la comparaison statistique inter-période sur cette frayère, les moyennes ayant une lettre différente sont significativement différentes entre elles ( $p < 0,05$ ).

0344\_sufA6\_10\_geq\_1605\_qg\_190117.ai

Figure A6-11 Variation de la proportion moyenne de particules < 0,125 mm dans le substrat des cubes d'infiltration (nids artificiels) à la frayère du PK 34 de la rivière Romaine d'août 2016 à juillet 2017

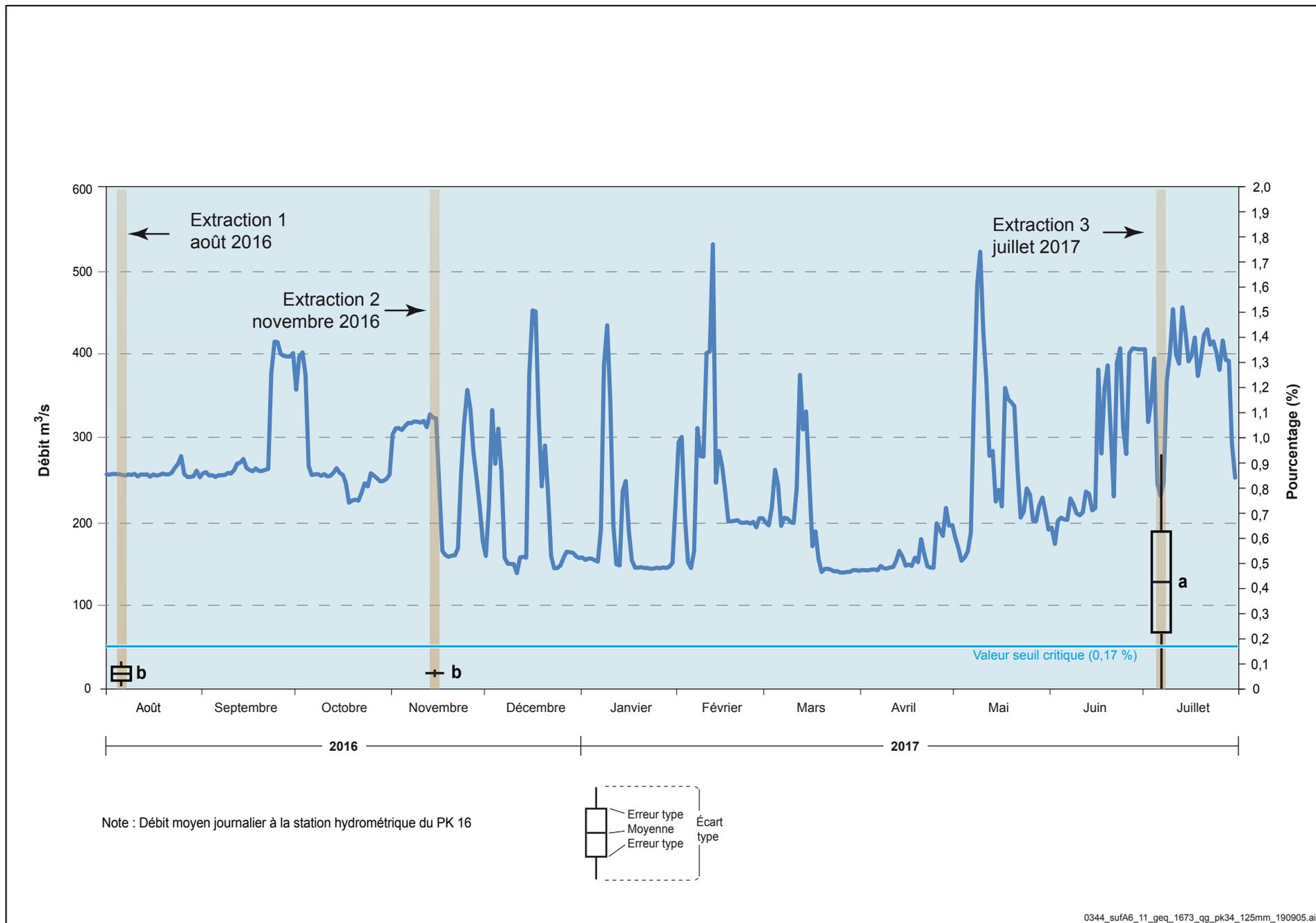


Figure A6-12 Variation de la proportion moyenne de particules < 0,125 mm dans le substrat des cubes d'infiltration (nids artificiels à la frayère du PK 46 de la rivière Romaine d'août 2016 à juillet 2017)

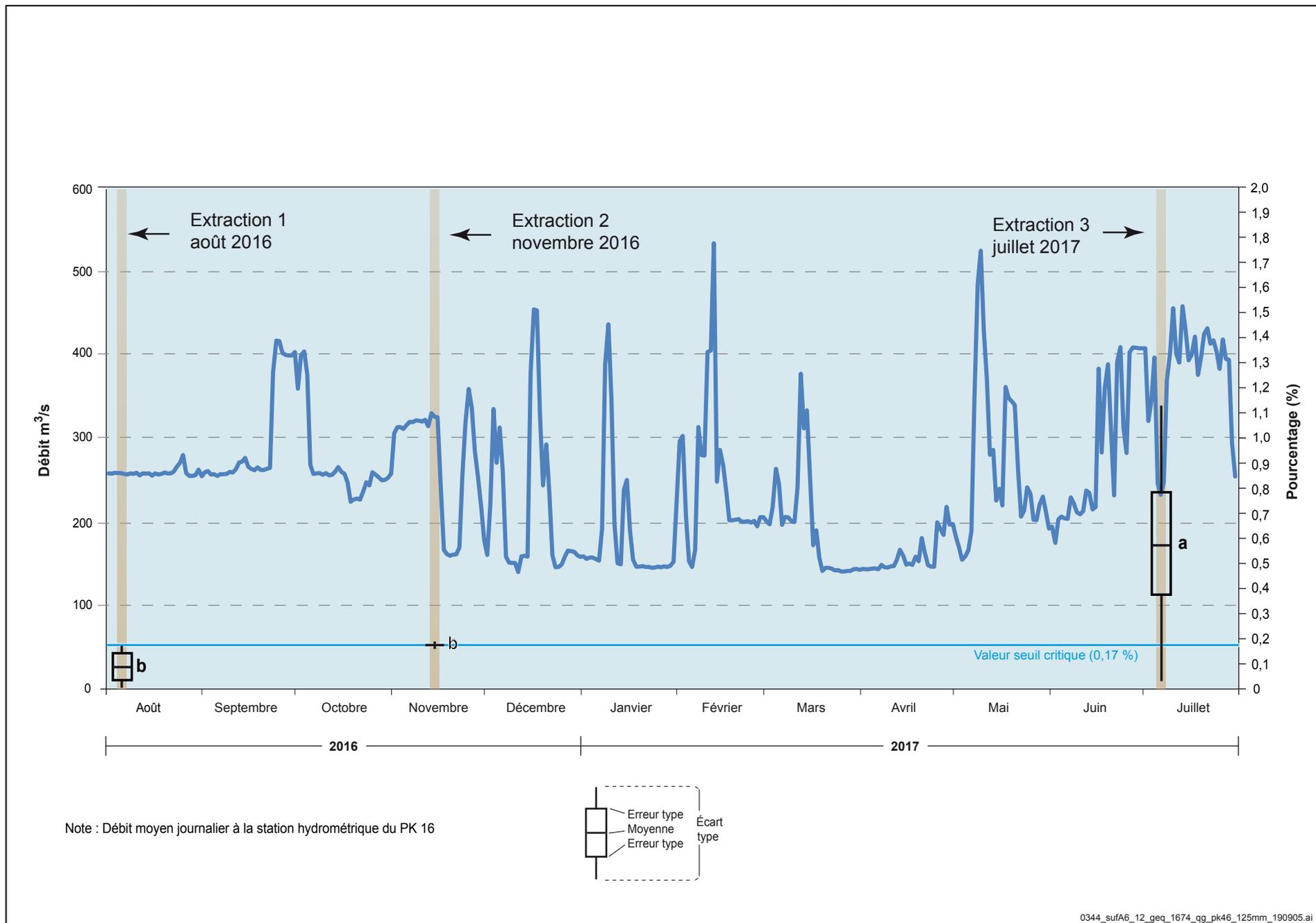


Figure A6-13 Variation de la proportion moyenne de particules < 2 mm dans le substrat des cubes d'infiltration (nids artificiels) à la frayère du PK 34 de la rivière Romaine d'août 2016 à juillet 2017

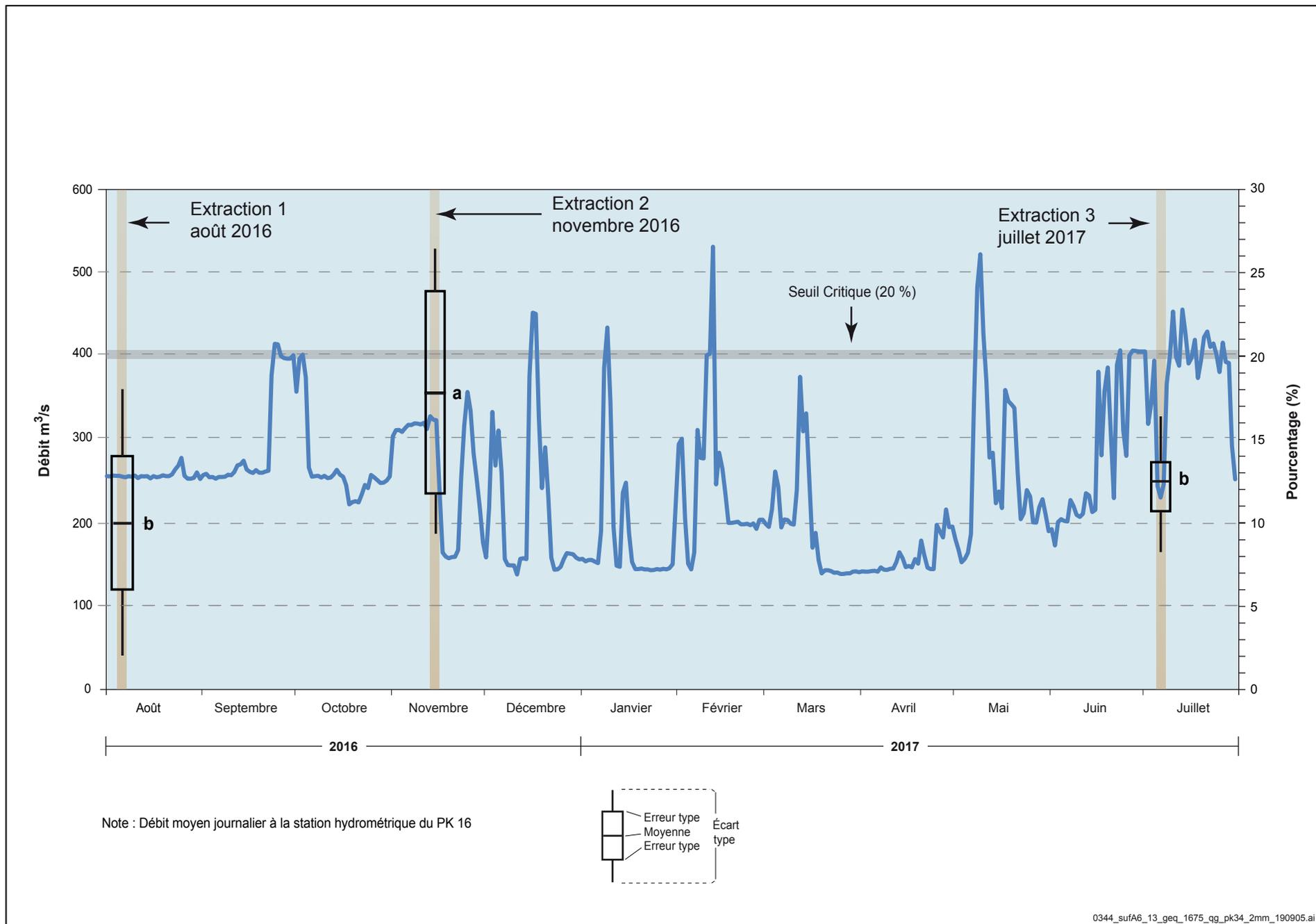
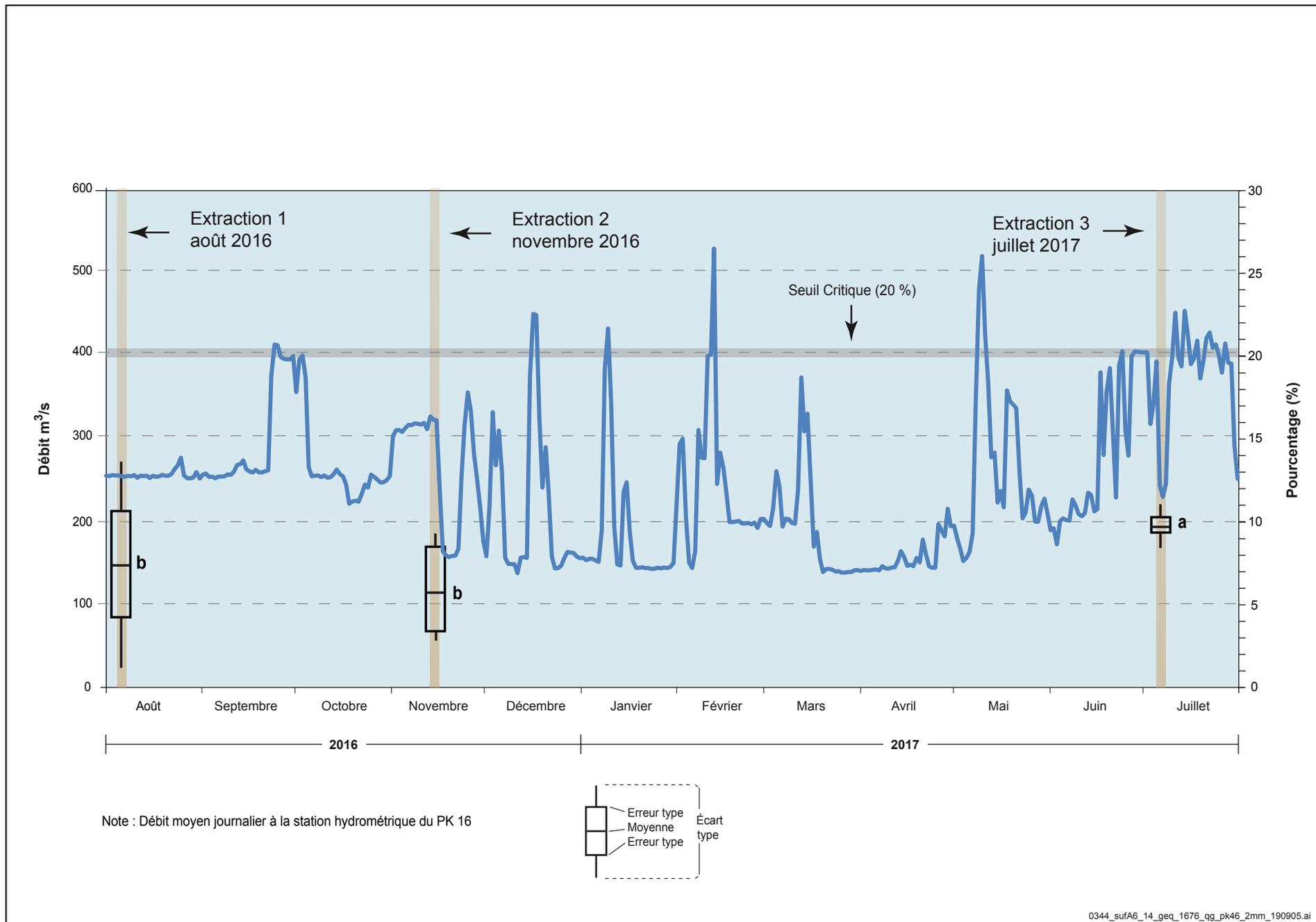


Figure A6-14 Variation de la proportion moyenne de particules < 2 mm dans le substrat des cubes d'infiltration (nids artificiels) à la frayère du PK 46 de la rivière Romaine d'août 2016 à juillet 2017



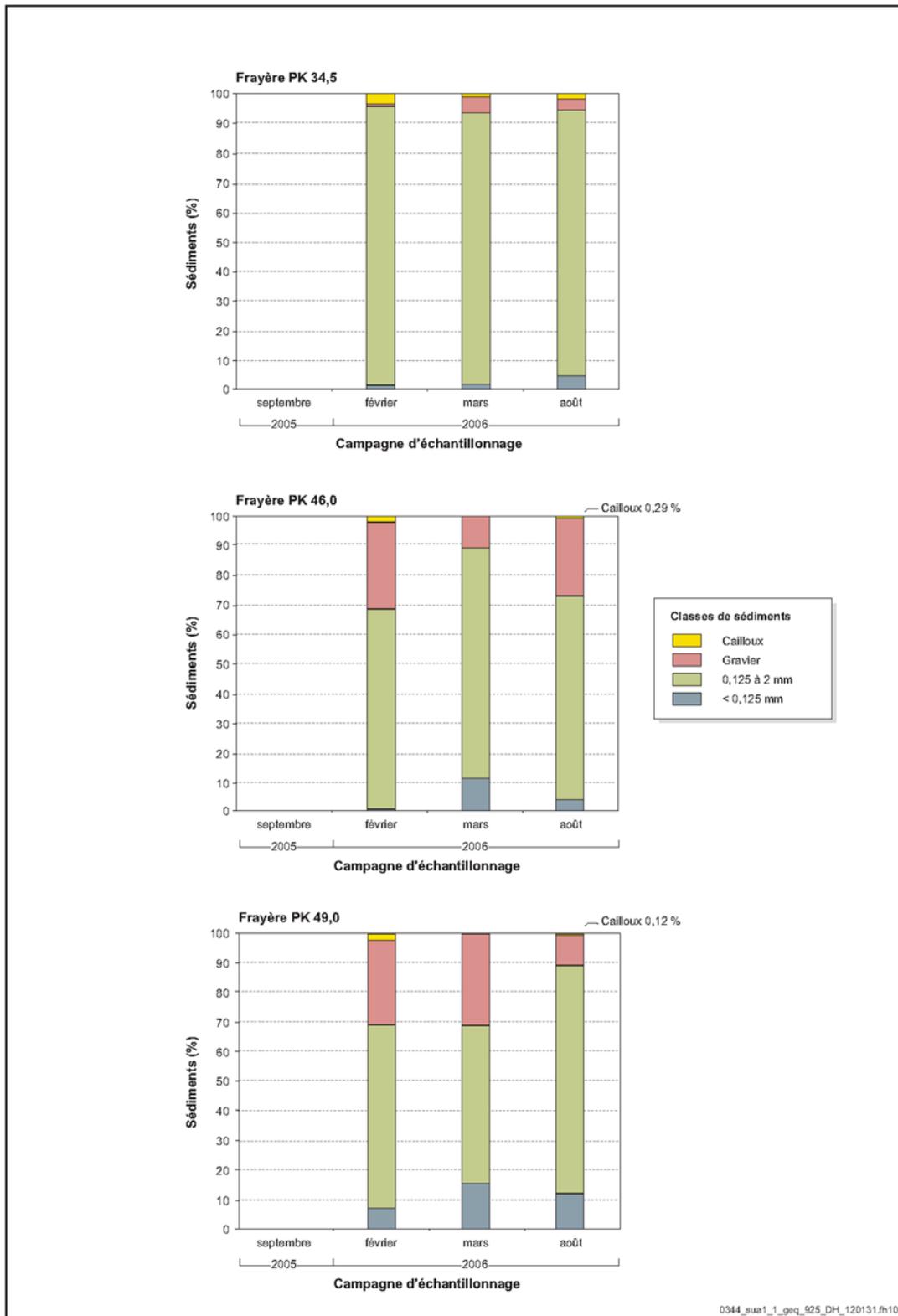
# ANNEXE

## 7

**POURCENTAGE DES DIFFÉRENTES  
CLASSES DE SÉDIMENTS RÉCOLTÉS  
PAR LES TRAPPES EN 2005-2006,  
2009-2010, 2010-2011 ET 2016-2017**

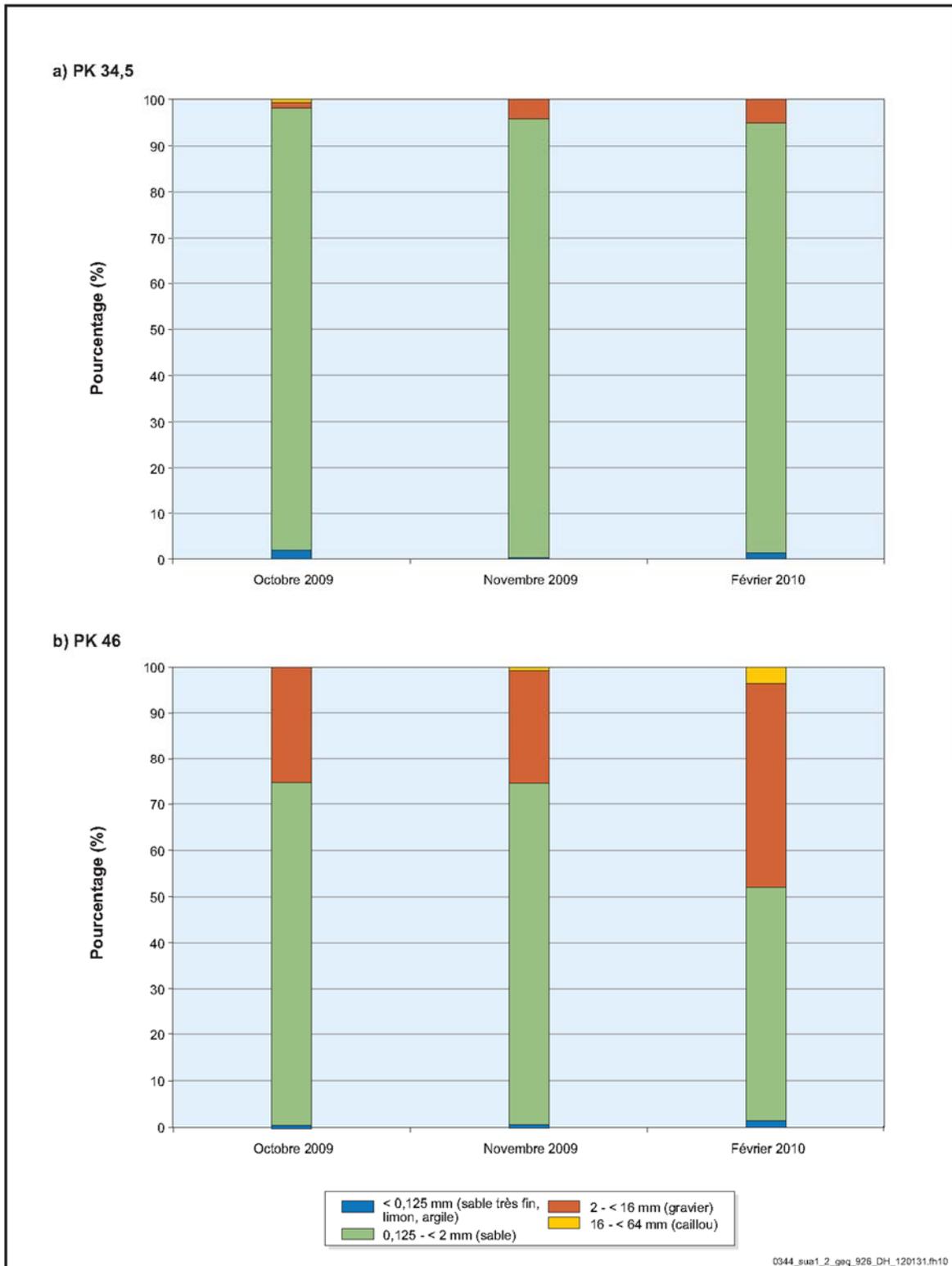


Annexe 7-1 Pourcentage des différentes classes de sédiments récoltés par les trappes en 2005-2006 (GENIVAR, 2007a).



0344\_sua1\_1\_geq\_925\_DH\_120131.fr10

Annexe 7-2 Pourcentage des différentes classes de sédiments récoltés par les trappes en 2009-2010 (GENIVAR. 2011).



Annexe 7-3 Pourcentage des différentes classes de sédiments récoltés par les trappes en 2010-2011 (GENIVAR, 2012).

