



Stabilisation des berges de la plage
Jacques-Cartier sur le territoire de la
Ville de Québec par la Ville de
Québec

Étude d'impact sur l'environnement,
Addenda II – Deuxième série de
questions et commentaires –
Février 2020

Préparé pour :

Ville de Québec

Préparé par :

Stantec Experts-conseils ltée

N/Réf. : 167040090-200-EN-R-0003-C

27 avril 2020

Registre d'approbation

Le présent document, intitulé *Étude d'impact sur l'environnement, Addenda II – Deuxième série de questions et commentaires – Février 2020*, a été préparé par Stantec Experts-conseils Ltée. (« Stantec ») pour le compte de Ville de Québec (le « Client »). Toute utilisation de ce document par une tierce partie est strictement défendue. Le contenu de ce document illustre le jugement professionnel de Stantec à la lumière de la portée, de l'échéancier et d'autres facteurs limitatifs énoncés dans le document ainsi que dans le contrat entre Stantec et le Client. Les opinions exprimées dans ce document sont fondées sur les conditions et les renseignements qui existaient au moment de sa préparation et ne sauraient tenir compte des changements subséquents. Dans la préparation de ce document, Stantec n'a pas vérifié les renseignements fournis par d'autres. Toute utilisation de ce document par un tiers engage la responsabilité de ce dernier. Ce tiers reconnaît que Stantec ne pourra être tenue responsable des coûts ou des dommages, peu importe leur nature, le cas échéant, engagés ou subis par ce tiers ou par tout autre tiers en raison des décisions ou des mesures prises en fonction de ce document.

Préparé par Ammar Taha
(signature)

Ammar Taha, ing. en hydraulique, Ph. D.

Préparé par Anne Keough
(signature)

Anne Keough, biologiste, B. Sc.

Préparé par Oriana D. Farina Arboccó
(signature)

Oriana D. Farina Arboccó, biologiste, M. Sc.

Vérifié par Mario Heppell
(signature)

Mario Heppell, biol.- aménagiste, M. ATDR

Révision	Description	Auteurs	Vérification qualité	Revue indépendante
A	Préalable	A. Keough, A. Taha	M. Heppell	
B	À réviser	A. Keough, A. Taha	M. Heppell	
C	Finale	A. Keough, A. Taha, O. Farina	M. Heppell	



**ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT, ADDENDA II – DEUXIÈME SÉRIE DE QUESTIONS ET
COMMENTAIRES – FÉVRIER 2020**

Équipe de réalisation

Joelle Duguay	Biogiste, B. Sc., PMP	Chargée de projet
Oriana Farina	Biogiste, M. Sc	Chargée de projet
Mario Heppell	Biol.-aménagiste, M. ATDR	Chargé de projet adjoint
Ammar Taha	Ingénieur en hydraulique.	Responsable – Hydrologie
Navid Kimiaghalam	Ingénieur des ressources aquatiques	Modélisation
Anne Keough	Biogiste, B. Sc	Inventaires milieux biologiques, rédaction et intégration
Claire Lemieux	Hydrogéomorphologue, M. Sc	Hydraulique
Simon Chouinard	Technicien en écologie	Inventaires biologiques
Camille Zaroubi	Architecte paysagiste	Responsable - Milieu visuel (Paysage)
Sarah Bacon	Ingénierie – développement urbain	Milieu visuel (Paysage)
Philippe Roy	Géographe	Responsable – Cartographie, géomatique
Prosper Ravo Johanne Boulanger	Géographe, M. Sc Cartographe	Cartographie, géomatique Cartographie, géomatique



Table des matières

1.0	INTRODUCTION.....	1
2.0	QUESTIONS ET COMMENTAIRES.....	2
2.1	VARIANTES DE RÉALISATION.....	2
2.1.1	Enrochements végétalisés vs épis	2
2.2	ANALYSE DES VARIANTES	3
2.2.1	Modélisations hydrosédimentaires	3
2.2.2	Coupe-type	13
2.2.3	Épis.....	14
2.2.4	Recharge de plage.....	14
2.2.5	Enrochement végétalisé.....	15
2.3	CHOIX DES VARIANTES.....	16

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Comparaison du calibre d'enrochement nécessaire et de son épaisseur entre les variantes avec et sans épis	3
Tableau 2. Stations hydrométriques	5
Tableau 3. Crue journalière moyenne	5
Tableau 4. Données utilisées pour établir le portrait sédimentaire à l'aval de la rivière du Cap Rouge	7
Tableau 5. Comparaison des apports sédimentaires.....	7
Tableau 6. Bilan des superficies d'empierrement et des améliorations environnementales réalisées sous la LHE en fonction des deux variantes étudiées	18

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Corrélation entre les stations du Bras d'Henry et du Cap Rouge	6
Figure 2. Année 2000 transposée à l'exutoire de la rivière du Cap Rouge	6
Figure 3. Cas de base (sans épis), Modélisations des apports sans la rivière du Cap Rouge (en haut) et avec l'apport de la rivière du Cap Rouge (en bas).....	8
Figure 4. Cas avec Épis, Modélisations des apports sans la rivière du Cap Rouge (en haut) et avec l'apport de la rivière du Cap Rouge (en bas)	9
Figure 5. Suivi de l'étendue des MES injectées à l'embouchure de la rivière du Cap Rouge pour la marée haute (en haut) et la marée basse (en bas).....	10

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A COUPES-TYPES

ANNEXE B SIMULATIONS VISUELLES

ANNEXE C TENEURS EN MES MESURÉS AUX STATIONS DE SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'EAU DE LA RIVIÈRE DU CAP ROUGE

ANNEXE D EXPANSION DES HERBIERS



1.0 INTRODUCTION

La Ville de Québec constate depuis 2010 que les talus riverains et les berges du fleuve Saint-Laurent au niveau du parc de la Plage-Jacques-Cartier sont sujets à l'érosion et requièrent des interventions pour la limiter. Des études sur l'état des berges ont démontré que l'action érosive des vagues, des marées et des glaces, ainsi que le ruissellement de surface sont les principales causes de l'érosion des berges du parc de la Plage-Jacques-Cartier. Le degré d'érosion des sites affectés varie principalement de modéré à extrême. Les infrastructures publiques et privées longeant la plage sont donc susceptibles d'être endommagées par ce phénomène. Le suivi de la stabilité des berges a permis d'identifier des secteurs totalisant 1 215 mètres linéaires de rive qui nécessiteront des aménagements, selon un horizon de court à long terme.

Compte tenu de son envergure, le projet est soumis à l'article 31.1 de la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE) (L.R.Q., c. Q -2) et devra faire l'objet d'un décret gouvernemental en vertu de l'article 31.5 de cette loi.

Dans ce contexte, la Ville de Québec a déposé son étude d'impact sur l'environnement en mai 2018 en réponse à la directive qui lui a été transmise, en novembre 2015, par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). À la suite de son analyse, le MELCC a émis une première série de questions et commentaires (QC) le 26 juillet 2018 et d'autres QC complémentaires les 7 août 2018 et le 26 avril 2019. L'ensemble des réponses produites par Stantec a été déposé au Ministère en décembre 2019. Une deuxième et dernière série de QC a été transmise par le MELCC en février 2020. Le présent rapport constitue le second addenda à l'étude d'impact du projet et apporte les réponses à ces questions et commentaires.



2.0 QUESTIONS ET COMMENTAIRES

2.1 VARIANTES DE RÉALISATION

2.1.1 Enrochements végétalisés vs épis

QC2 - 1

Dans la réponse à la question QC-17, l'initiateur du projet mentionne que la technique d'enrochement végétalisé est possible grâce à l'ajout de deux épis, ce qui viendrait amoindrir les impacts fauniques du projet. Cependant, le ministère n'est pas en mesure de juger si les impacts sont moindres avec deux épis étant donné que la variante avec enrochements sans épis n'est pas présentée. L'initiateur du projet doit présenter la variante et les impacts des enrochements végétalisés sans la présence des épis et sans recharge de plage, selon les mêmes conditions hydrodynamiques que les études précédentes. Ainsi, la présentation de cette variante permettra la comparaison avec les autres options de variantes au tableau 9, en fonction des impacts appréhendés (présenté à la page 92).

La technique d'enrochement végétalisé proposée est en effet beaucoup plus efficace, ainsi que plus facilement réalisable avec la présence des épis. Davantage à l'abri des vagues de tempêtes et des glaces poussées par ces vagues lorsqu'elles se morcellent, les végétaux (plançons de saules) sont alors moins sollicités, se brisent moins et peuvent croître et s'installer en un couvert dense. Ce couvert finit lui-même par devenir un dissipateur efficace de l'énergie hydraulique, un capteur de sédiments amendant le sol de l'ouvrage et un élément très structurant de l'ouvrage par l'entrelacement des racines en profondeur.

C'est ensuite dans ces conditions de couvert végétal que l'utilisation de la berge par la faune aquatique et ripicole est la plus importante notamment durant les saisons printanières et estivales. Cette utilisation faunique est par ailleurs augmentée par le développement des herbiers dans les zones de sédimentation qui se forment de chaque côté des épis, herbiers qui créent des zones de reproduction, d'alevinage et d'abri pour de petites espèces de poissons. Cette situation générale constituerait une amélioration significative du milieu littoral actuel où les berges présentent des talus non végétés en érosion active et une plage dominée par des surfaces rocheuses constamment érodées par les courants, les vagues et les glaces au gré des marées.

Quant aux ouvrages en enrochement sans la présence des épis, bien que l'on puisse aussi les végétaliser « en partie », cette technique est nettement moins efficace et esthétique en raison du fait que l'enrochement lui-même doit alors être réalisé avec des pierres de plus gros calibres, sur une hauteur en crête plus élevée et sur une épaisseur plus profonde. De telles structures se trouvent ainsi moins accueillantes pour les végétaux en raison :

1. de la pente de l'ouvrage qui serait ainsi exposée directement aux assauts des vagues et des glaces morcelées;
2. des dimensions plus larges et profondes des interstices entre les pierres qui rendraient ainsi plus vulnérables ces végétaux face à l'énergie hydrodynamique du fleuve lors des conditions météorologiques hostiles;
3. de la difficulté, voire l'impossibilité, de maintenir des sols adéquats pour leur croissance entre les pierres et sous les ouvrages dans de telles conditions d'érosion agressive (l'effondrement des ouvrages des tronçons 1 et 3 en avril 2019 en témoigne);
4. de leur profondeur d'implantation plus importante (épaisseur) jusqu'au sol sous l'ouvrage permettant difficilement un enracinement aussi efficace;



ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT, ADDENDA II – DEUXIÈME SÉRIE DE QUESTIONS ET COMMENTAIRES – FÉVRIER 2020

5. de la surélévation nécessaire de la limite inférieure d'implantation des végétaux pour éviter qu'ils ne soient brisés et, malgré cela, leur densité serait néanmoins plus faible en raison des mortalités face aux diverses contraintes.

Le tableau suivant présente la comparaison des scénarios avec et sans épis, afin de mieux visualiser les différences techniques des ouvrages. Pour des fins de comparaison, un coefficient de forme arrondie (0,5) a été utilisé et une pente 2H :1V.

Tableau 1. Comparaison du calibre d'enrochement nécessaire et de son épaisseur entre les variantes avec et sans épis

Numéro du tronçon	Sans épis			Avec épis		
	Calibre de l'enrochement (m)	Épaisseur min. de l'enrochement (m)	Limite supérieure (m)	Calibre de l'enrochement (m)-	Épaisseur min. de l'enrochement (m)	Limite supérieure (m)
4	0,43 – 0,73	1,16	6.47	0,39-0,67	1.06	6.33
5	0,61-1.04	1,65	7.23	0,44-0,75	1.19	6.50
6	0,44-0,75	1.18	6.49	0,44-0,75	1.18	6.49
7	0,61 – 1.05	1,66	7.24	0,48-0,83	1.31	6.69

Il est à noter que la présence ou non des épis n'a pas d'effet sur les tronçons 1, 2, 3 et 6.

Les coupes-types présentées avec et sans épis à l'annexe A de ce document illustrent bien les différences pour les tronçons 4, 5 et 7. De plus, ces différences sont mises en évidence sur la simulation visuelle de l'annexe B montrant l'apparence anticipée de l'ouvrage du tronçon 5 avec et sans épis. On constate aisément la différence marquée entre ces deux représentations. L'impact négatif sur l'aspect esthétique de cette portion de berges s'avère significatif.

Enfin, en termes d'empietements, les différences entre les deux types d'ouvrages avec et sans épis sont discutées à la QC2-14. À ce niveau encore, la présence d'épis représente la meilleure option.

2.2 ANALYSE DES VARIANTES

2.2.1 Modélisations hydrosédimentaires

QC2 - 2

La question 1 du complément d'information (p. 80) mentionne que l'initiateur doit tenir compte des apports sédimentaires de la rivière du Cap Rouge dont l'embouchure se trouve en amont de la zone d'étude. L'étude du régime hydrosédimentaire présentée à l'annexe F exclut les apports de cette dernière, et ce, sans justificatif satisfaisant. Il s'agit pourtant d'un contributeur en matières en suspension (MES) qui peut s'avérer important dans la dynamique sédimentaire du site à l'étude. Dans les études de référence citées par le consultant (Roche 2005 et 2010), on y retrouve des valeurs maximales de concentrations en MES mesurées de l'ordre de 300 mg/L. Les apports de la rivière du Cap Rouge peuvent donc être significatifs par moment. Certaines zones pourraient donc être actuellement caractérisées comme ayant un bilan sédimentaire négatif dans des conditions hydrauliques normales, alors qu'en réalité, le bilan pourrait être positif si les apports de la rivière



du Cap Rouge étaient pris en compte. Cela a une répercussion sur le choix des aménagements de protection envisagés et la caractérisation de leurs impacts :

- **le bilan sédimentaire est donc jugé incomplet en l'absence des apports de la rivière du Cap Rouge. L'initiateur doit intégrer les apports de la rivière du Cap Rouge dans l'étude du régime hydrosédimentaire. Sur la base des résultats ajustés, l'initiateur doit revoir la justification des épis et recharge de plage proposée. L'évaluation des impacts de ces ouvrages doit aussi être ajustée sur la base des modélisations et de la justification mise à jour.**

L'étude du régime hydrosédimentaire a été réalisée strictement sur la base de critères reconnus de géomorphologie fluviale ne faisant appel à aucune modélisation hydraulique. L'initiateur et son consultant reconnaissent d'emblée que la rivière du Cap Rouge est effectivement un contributeur d'apports sédimentaires au fleuve Saint-Laurent. Cependant, les indices géomorphologiques du terrain semblaient démontrer de manière suffisamment évidente que ces apports contribuaient peu à l'engraissement des bas de talus (ou hauts de plage) de la Plage Jacques-Cartier. Il est vrai que la rivière connaît des épisodes de plus grands largages de matières en suspension (MES) pouvant atteindre 300 mg/l pouvant suggérer des apports significatifs par moment. Aussi, pour valider cette hypothèse, de nouvelles modélisations avec Mike 21SD ont été réalisées. À noter que pour ces modélisations, la version 2019 de logiciel Mike21SD a été rendue disponible et a été utilisée. Les résultats sont présentés ci-dessous, après avoir établi les débits de la rivière et analysé les données de MES afin d'en extraire les données utiles pour leur introduction dans les modèles.

Établissement des débits de la rivière du Cap Rouge

Une station hydrométrique a été en fonction sur la rivière du Cap Rouge de décembre 1974 à mai 1979, à 2,6 km en amont de son exutoire dans le fleuve. Le débit maximal enregistré a été de 30,30 m³/s et le débit moyen y a été de 1,72 m³/s. Le débit moyen au mois d'avril (crue printanière) a été de 7,42 m³/s. Cette station hydrométrique est située en pleine ville où le réseau pluvial dicte l'écoulement des eaux. Il est fastidieux de tracer le bassin versant supplémentaire situé entre la station hydrométrique et le fleuve, car il faudrait analyser le réseau d'égout pluvial. Le bassin versant à la station hydrométrique est de 70,7 km², et il a été estimé sommairement que le bassin versant supplémentaire est d'environ 3,0 km², et donc que le bassin versant total est d'environ 74 km².

La méthode d'estimation de la crue journalière moyenne par Anctil et al.(1998) est définie par l'équation suivante :

$$\bar{Q} = 1,61A^{0,70}$$

Où Q est la crue journalière moyenne (m³/s) et A est l'aire du bassin versant (km²). Toutefois, cette équation est applicable seulement aux bassins versants d'une superficie entre 100 km² et 96 600 km² et n'est donc pas applicable à la rivière du Cap Rouge (74 km²). Aussi, c'est plutôt la méthode d'estimation de la crue journalière moyenne par Messier et al. (2007), applicable aux bassins versants entre 10 km² et 360 km², qui a été jugée adéquate pour la situation présente. L'équation est donc la suivante :

$$\bar{Q} = 0,84A^{0,79}$$

Les résultats de ces calculs sont présentés au tableau 3.

En plus de la station Cap Rouge #53901, trois autres stations ont été utilisées. Le bassin versant de la rivière de Cap Rouge est très majoritairement situé dans la région des Basses-Terres du Saint-Laurent.



ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT, ADDENDA II – DEUXIÈME SÉRIE DE QUESTIONS ET COMMENTAIRES – FÉVRIER 2020

Aussi, les stations hydrométriques situées dans la région montagneuse au nord de Québec n'ont pas été considérées, car les caractéristiques de leur bassin versant respectif sont trop différentes. Le tableau suivant résume les stations qui ont été utilisées.

Tableau 2. Stations hydrométriques

# station	Rivière	Superficie Bassin Versant	Années disponibles	Distance par rapport au point d'injection dans Mike 21SD
53901	Du Cap Rouge	70,7 km ²	1974 à 1979	À 2,6 km au nord
50701	Portneuf	355 km ²	1966 à 2004	À 41 km au sud-ouest
050904	Saint-Charles	365 km ²	1969 à 2020	À 8 km au nord
023432	Bras d'Henri	154 km ²	1972 à 2020	À 22 km au sud

Pour chaque station, la crue journalière maximale de chaque année a été extraite et la moyenne de ces valeurs a été calculée pour obtenir la crue journalière moyenne. Une transposition vers le bassin versant a été réalisée selon le rapport des superficies des bassins versants (en considérant un coefficient de transposition de 1). La station du Cap Rouge a également été transposée pour tenir compte de l'ajout d'environ 3 km² entre la station et le fleuve. Le tableau 3 présente les résultats de cette analyse et il est ainsi possible de comparer la crue journalière moyenne avec l'équation de Messier et al. (2007).

Les stations du Cap Rouge et du Bras d'Henry ont des résultats comparables à la formule de Messier et al.(2007), ce qui valide que la station Bras d'Henry est similaire à Cap Rouge. Il apparaît que les stations Saint-Charles et Portneuf ont des bassins trop grands (360 km²) comparativement au bassin versant de la rivière du Cap Rouge (74 km²) pour permettre une comparaison.

Tableau 3. Crue journalière moyenne

	Crue journalière moyenne (m ³ /s)
Anctil et al. (1998) (<i>non applicable, car BV trop petit</i>)	32.8
Messier et al. (2007)	25.2
Cap Rouge #53901	23.9
Bras d'Henry (transposé) #23432	28.9
Portneuf (transposé) #50701	14.1
Saint-Charles (transposé) #50904	13.3

Pour les fins des modélisations à réaliser et pour obtenir des résultats comparables aux analyses hydrauliques effectuées précédemment dans le présent dossier, il a été jugé requis d'injecter le débit de l'année 2000 pour la rivière du Cap Rouge dans le modèle Mike 21SD. Tel que montré précédemment, la station Bras d'Henry est similaire à la station du Cap Rouge. Afin d'améliorer la transposition entre les deux stations, une analyse plus détaillée a été réalisée entre ces deux stations au lieu de simplement utiliser la proportion des superficies des bassins versants. Les deux stations ont été en fonction en même temps (1974 à 1979), donc il est possible de comparer directement le débit pour chaque journée aux deux stations et d'établir une corrélation. La figure suivante présente la corrélation entre les deux stations.



ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT, ADDENDA II – DEUXIÈME SÉRIE DE QUESTIONS ET COMMENTAIRES – FÉVRIER 2020

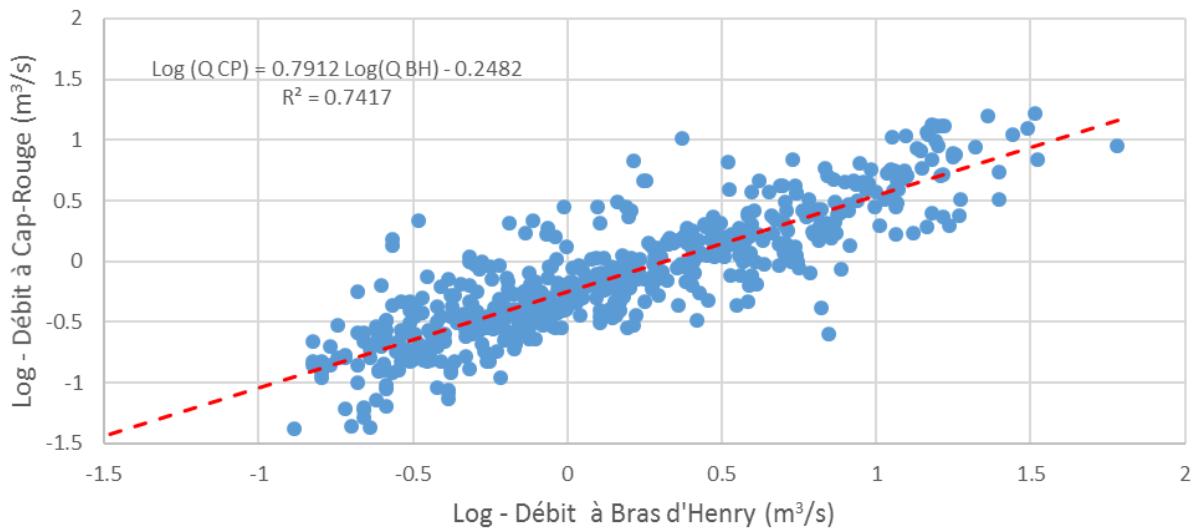


Figure 1. Corrélation entre les stations du Bras d'Henry et du Cap Rouge

La corrélation a été appliquée pour chaque journée de l'année 2000 afin de transposer les débits à partir de la station du Bras d'Henry vers la station du Cap Rouge. Enfin, une majoration de 4,6 % a été appliquée pour tenir en compte du bassin versant entre la station du Cap Rouge et l'exutoire au fleuve (ratio de la superficie des bassins versants). La figure 2 ci-dessous montre l'hydrogramme du débit de l'année 2000 de la rivière du Cap Rouge.

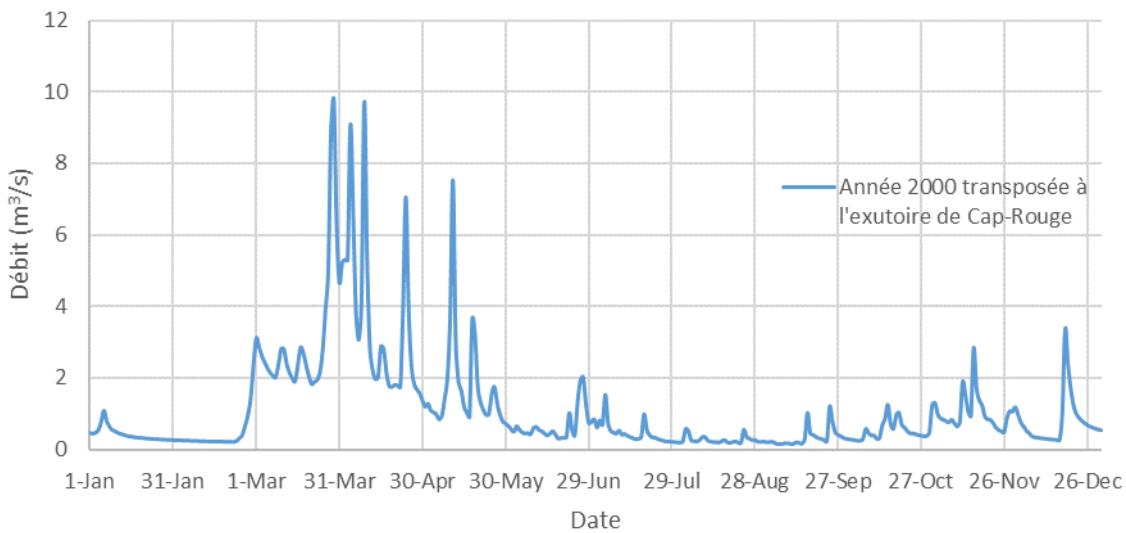


Figure 2. Année 2000 transposée à l'exutoire de la rivière du Cap Rouge

Il est à noter que, pour l'année 2000, le débit maximum est 17 m³/s pour la rivière du Cap Rouge comparativement à 14,800 m³/s pour le fleuve. L'apport total des sédiments de la rivière du Cap Rouge constitue donc un fragment très faible de l'apport global du fleuve (voir paragraphe suivant).



ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT, ADDENDA II – DEUXIÈME SÉRIE DE QUESTIONS ET COMMENTAIRES – FÉVRIER 2020

Établissement du portrait sédimentaire à l'aval de la rivière du Cap Rouge

Les données brutes des teneurs en MES de toutes les stations de qualité de l'eau de la rivière du Cap Rouge ont été obtenues en 2019 auprès du Conseil de bassin versant de la rivière du Cap Rouge (Andréanne Hains, comm. pers.). Celles de la station aval (R6) ont été colligées (Tableau complet présenté à l'annexe C) et analysées afin d'en extraire les données utiles pour les modélisations à réaliser, en l'occurrence la moyenne, la médiane, les valeurs minimum et maximum ainsi que l'écart-type.

Tableau 4. Données utilisées pour établir le portrait sédimentaire à l'aval de la rivière du Cap Rouge

Principales caractéristiques des données 2005-2017 de la station aval de la rivière Cap-Rouge

MES (mg/L)	MOYENNE	MEDIANE	MIN	MAX	ÉCART TYPE	n=
MARS	7	7				1
AVRIL	42,92	13,80	6,00	284,00	78,23	12
MAI	8,79	4,00	3,00	47,30	11,96	14
JUIN	13,93	4,00	3,00	103,00	27,40	13
JUILLET	21,68	7,00	4,00	107,00	28,35	14
AOÛT	21,33	10,80	2,00	107,00	28,41	17
SEPTEMBRE	6,10	3,00	2,00	25,80	6,23	15
OCTOBRE	5,92	5,00	3,00	14,10	3,37	15
NOVEMBRE	39,81	9,00	2,00	297,00	84,38	12
DÉCEMBRE	3,40	2,00	2,00	7,00	2,19	5

Afin d'évaluer l'impact des apports sédimentaires de la rivière du Cap Rouge, les modélisations du fleuve Saint-Laurent déjà réalisées lors de l'analyse hydraulique précédente (automne 2019) pour l'année moyenne de 2000, ont été produites à nouveau en intégrant dans le modèle, le débit moyen de la rivière du Cap Rouge (figure 2) ainsi que son apport sédimentaire moyen, tel que montré dans le tableau 5 avec une valeur moyenne annuelle de 10,8 mg/l pour le fleuve contre une moyenne de 17,1 mg/l pour la rivière du Cap Rouge.

Tableau 5. Comparaison des apports sédimentaires

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fleuve (mg/l)	6,9	3,6	4,6	23,8	15,6	11,8	11,0	6,8	6,5	8,6	18,1	12,8
Cap Rouge (mg/l)			7	42,9	8,79	13,9	21,7	21,3	6,1	5,9	39,8	3,4

Examen du bilan sédimentaire de la plage avec les apports de la rivière du Cap Rouge

Les résultats des nouvelles modélisations effectuées sur une année complète (année 2000) pour la condition naturelle de base i.e. sans la présence d'épis, et avec ou sans les apports sédimentaires de la rivière du Cap Rouge, sont présentés à la figure 3 ci-après. Ceux avec les deux épis proposés avec ou sans les apports de la rivière le sont à la figure 4. En comparant les modélisations sans ou avec les épis et en tenant compte ou non des apports de la rivière du Cap Rouge, il s'avère qu'aucune différence évidente ne peut être remarquée. Ces résultats corroborent clairement les conclusions de l'étude hydrosédimentaire précédente, à savoir que les apports de la rivière du Cap Rouge n'ont aucun impact significatif sur le bilan



ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT, ADDENDA II – DEUXIÈME SÉRIE DE QUESTIONS ET COMMENTAIRES – FÉVRIER 2020

sédimentaire de la plage Jacques-Cartier. Rappelons ici que les modèles reflètent davantage des tendances que des niveaux précis d'accumulations, mais que cela fournit néanmoins de très bons portraits.

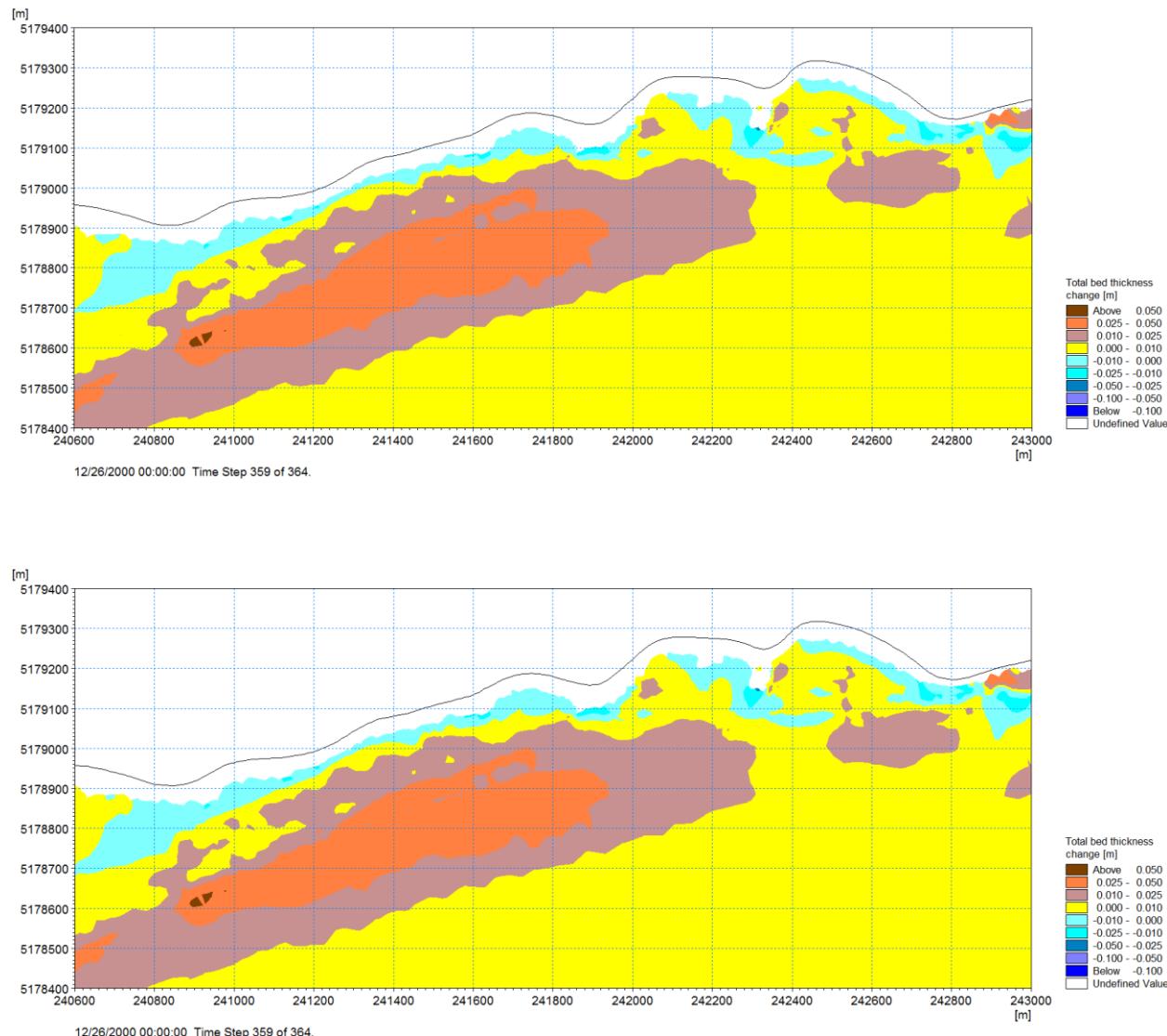


Figure 3. Cas de base (sans épis), Modélisations des apports sans la rivière du Cap Rouge (en haut) et avec l'apport de la rivière du Cap Rouge (en bas)



ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT, ADDENDA II – DEUXIÈME SÉRIE DE QUESTIONS ET COMMENTAIRES – FÉVRIER 2020

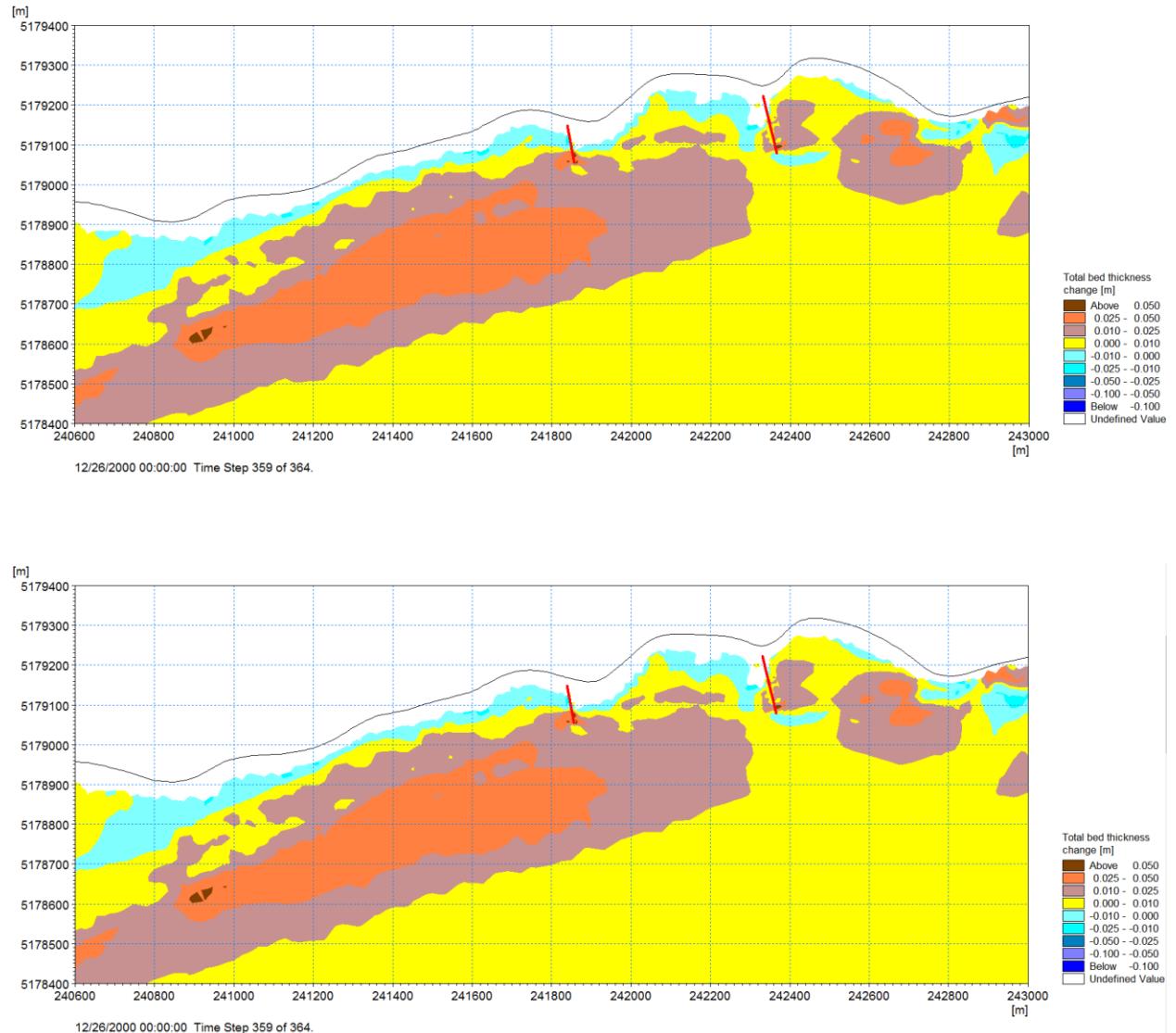


Figure 4. Cas avec Épis, Modélisations des apports sans la rivière du Cap Rouge (en haut) et avec l'apport de la rivière du Cap Rouge (en bas)

Suivi des apports de sédiments de la rivière du Cap Rouge lors de hautes concentrations de MES

Afin de pouvoir analyser l'impact des apports en sédiments de la rivière du Cap Rouge dans une période de haute concentration en MES, la valeur maximale mesurée en MES de 297 mg/l a été injectée à son embouchure avec le fleuve. L'image du bas de la figure 5 montre que l'étendue du panache d'émission des sédiments (zone brune) qui vient de la rivière du Cap Rouge demeure très limitée. Ce constat est similaire en cas d'épis et sans épis. D'autres simulations ont aussi été faites en injectant des particules à l'embouchure et la conclusion demeure la même. Ce constat s'explique par le fait que le débit de la rivière du Cap Rouge est trop faible pour influencer l'écoulement dans le fleuve (environ 10 m³/s pour Cap Rouge



ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT, ADDENDA II – DEUXIÈME SÉRIE DE QUESTIONS ET COMMENTAIRES – FÉVRIER 2020

vs environ 12 000 m³/s pour le fleuve). Ce constat est également confirmé dans les deux cas de marée haute (figure en haut) et marée basse (figure en bas).

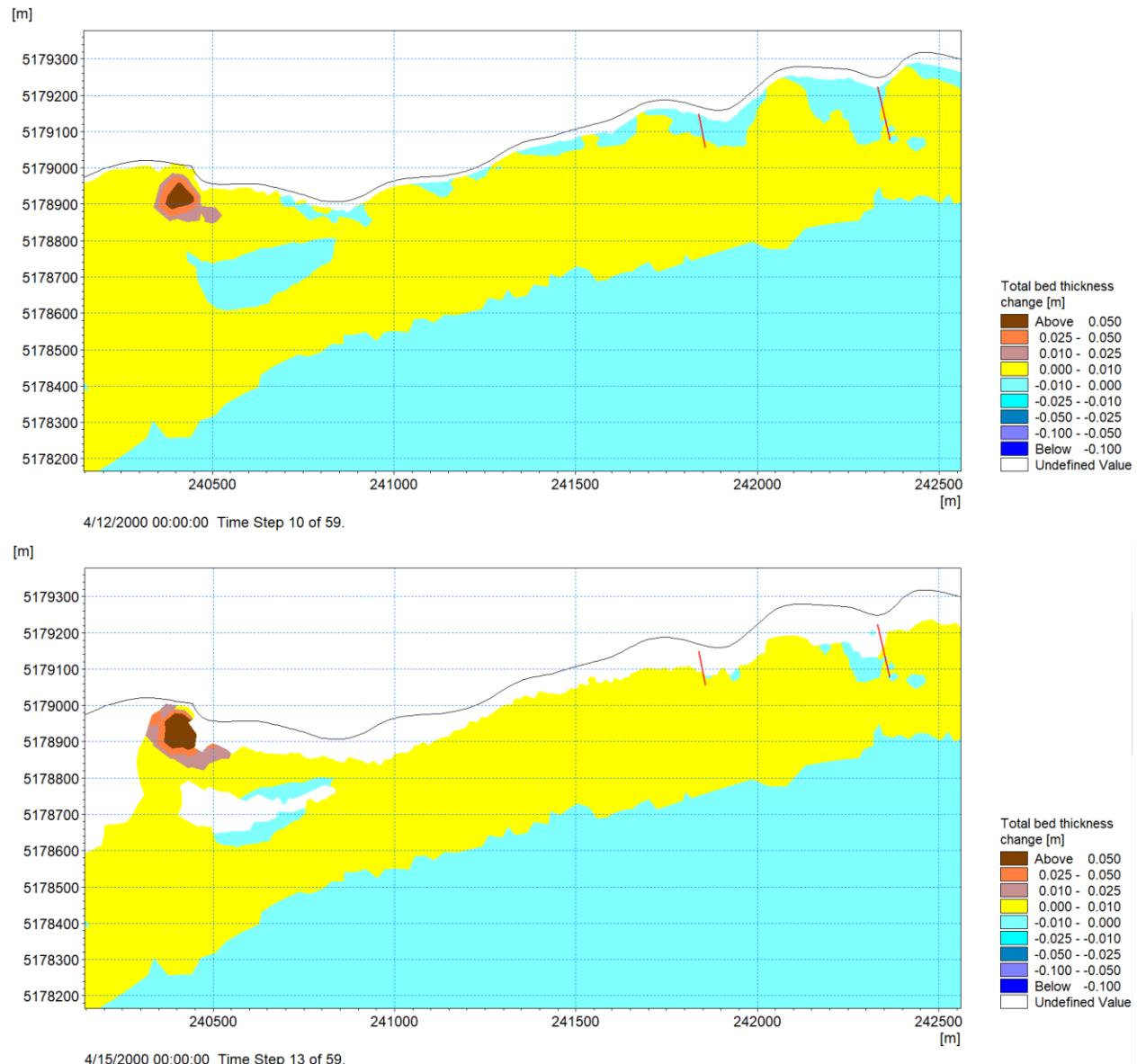


Figure 5. Suivi de l'étendue des MES injectées à l'embouchure de la rivière du Cap Rouge pour la marée haute (en haut) et la marée basse (en bas)



QC2 - 3

Dans la modélisation hydraulique présentée à l'annexe B, il est mentionné que la granulométrie de la charge sédimentaire a été supposée en se basant sur la littérature et sur la campagne d'analyse de sol sur la plage :

- l'initiateur doit fournir les sources utilisées dans la littérature ainsi que plus de détails sur la granulométrie choisie et sur les valeurs mesurées lors de la campagne d'analyse des sols.

En réponse à la question 1 du complément d'information, déposé en décembre 2019 aux pages 80 à 83, la revue initiale de littérature sur les caractéristiques de la charge sédimentaire a été étayée davantage et complétée, tout en y ajoutant les références. Ces dernières se trouvent au bas de la page 95 dans la section 5.0 Références du même document. Les détails sur les granulométries choisies pour les modélisations sont présentés au bas de la page 81 et haut de la page 82. En ce qui a trait aux résultats d'analyses granulométriques de la campagne réalisée à partir des sols de la plage, ceux-ci ont simplement été examinés afin de vérifier si elles pouvaient aussi servir pour établir les données d'entrées dans les modélisations à réaliser. C'est un jugement expert à partir de l'ensemble des données de littérature et du terrain qui a permis d'établir ces données d'entrées.

QC2 - 4

La modélisation hydraulique présentée à l'annexe F ne semble pas prendre en compte l'effet du courant de flot et de jusant sur le régime hydrosédimentaire. Les variations de niveaux d'eau en fonction des marées sont modélisées, mais l'inversion du courant ne l'est pas. En ce sens, des débits et des vitesses d'écoulement négatives auraient été présentés dans l'étude, si tel avait été le cas. Cela peut avoir un impact non négligeable sur le bilan sédimentaire calculé et sur les besoins de recharge de plage identifiés. Cela a aussi une influence sur les résultats obtenus pour évaluer l'impact des épis sur le transit sédimentaire. Cette information doit être incluse aux modélisations proposées.

La modélisation hydraulique de l'an 2000 (annexe F, décembre 2019, Stantec) est une modélisation d'une année moyenne qui inclut effectivement l'effet des courants de flot et de jusant. Aussi, les résultats sur le régime sédimentaire montrés dans le rapport hydraulique comprennent déjà entre autres les conséquences de ces phénomènes. De plus, il est impossible de déterminer l'impact de flot et de jusant indépendamment des autres phénomènes (vagues, courants, variations d'apport de sédiments) sans faire des modélisations destinées uniquement aux phénomènes de flot et jusant. Or, Stantec est d'avis que ces modélisations n'apporteraient pas davantage d'informations compte tenu qu'en pratique les mouvements de flot et de jusant viennent conjointement avec les autres phénomènes, tels que modélisés.

QC2 - 5

À l'annexe F, aucune modélisation de l'évolution sédimentaire des recharges de plage proposées n'est présentée en prenant en compte la pente, l'épaisseur et le calibre du matériel des recharges. Cet exercice permettrait d'évaluer l'impact des recharges sur les conditions hydrauliques, ainsi que la fréquence de recharge en fonction du taux d'érosion calculé. Il faut noter que cette modélisation est requise uniquement si des recharges de plage sont justifiées par des calculs de bilans sédimentaires complets incluant les apports de la rivière du Cap Rouge.

Tel que mentionné à la page 83 du document de réponses de décembre 2019, les modélisations incluant les recharges de plage ont été mises de côté en raison de leur faible épaisseur, soit d'environ 20 cm. En effet, elles ne permettaient pas de percevoir des changements suffisamment importants pour obtenir des résultats observables et concluants. Ces recharges, maintenant devenues optionnelles, auraient davantage une fonction de « maintien durable du profil de plage » et d'accueil plus confortable des



usagers de ces plages (substrat plus adéquat que celui des microplaquettes coupantes de shales) plutôt qu'une fonction de relèvement du profil afin de protéger les berges en éloignant les zones de dissipation de l'énergie des vagues (déferlement). Bien que cette dernière fonction se manifesterait aussi, celle-ci serait moins significative.

Toujours à la page 83 de ce rapport, on mentionnait que les modélisations avaient permis d'évaluer l'étendue des dépôts sédimentaires ainsi que les vitesses de courant et les hauteurs de vagues résiduelles le long des berges et d'ainsi vérifier, et si requis ajuster, le type et les dimensions des ouvrages en berges ainsi que les calibres des pierres à utiliser. La nécessité, l'étendue, la position et les quantités de matériaux des recharges avaient aussi été réévaluées. La synthèse des processus de sédimentation et d'érosion obtenus par modélisation est présentée dans le rapport technique (annexe F du même rapport). La déposition et l'érosion ont un impact direct sur le développement des herbiers pérennes et sur la fréquence de la recharge de plage, et le processus de déposition est clairement influencé par la présence et par la hauteur des épis. Selon la conclusion de ce rapport, les épis de 3,32 m de hauteur ont globalement un meilleur effet au niveau de la sédimentation sur les plages et de la protection des berges que ceux d'une hauteur de 2,00 m ou 4,51 m.

Enfin, à la page 83, on conclut que le design final des recharges présenté dans ce rapport a été établi en fonction des zones d'érosion et de sédimentation obtenues par les modélisations, de la position des herbiers existants, des élévations de la zone intertidale ainsi que de la propension anticipée de l'expansion des herbiers. Cela a permis de revoir la pertinence et la configuration de ces recharges. Ainsi, la recharge du tronçon 5 a été éliminée et celles des tronçons 6 et 7 ont été redécoupées. Les résultats sont présentés en réponse à la question 9 de ce rapport et illustrés sur la carte 6 – annexe I de ce rapport.

Suite au dépôt de ce rapport, les échanges intervenus entre la Ville de Québec, Stantec et les analystes du MELCC ont conduit au fait que ces recharges seraient toujours incluses au projet, mais qu'elles seraient plutôt optionnelles, en fonction des résultats du suivi topométrique de la plage et des berges ainsi que du suivi des herbiers intertidaux. Ces suivis détermineront le besoin de mettre en place ou non de telles recharges. Ceux-ci seraient réalisés sur un horizon de 15 ans (1-3-5-7-9-11-13 et 15 ans).

QC2 - 6

À la question 1 du complément d'information (p. 80), une liste présente les scénarios à modéliser et à évaluer en les comparants avec l'état de référence :

- **le scénario de protection de berges avec recharge de plage, mais sans épis, n'a pas été présenté. Ce scénario doit être évalué afin de vérifier quels types d'aménagements de protection en berges seraient nécessaires, ainsi que l'empiétement. Ainsi, une comparaison avec les autres options serait donc possible au tableau 9 présenté à la page 92. Telle que mentionnée précédemment, cette information est requise pour juger de l'acceptabilité du scénario retenu.**

Le modèle Mike 21SD permet de modéliser l'érosion/déposition en chaque point d'une plage. L'ajout d'une mince couche de recharge de plage (ex. 20 cm) partout dans le modèle aurait pour effet de remonter la bathymétrie. Cependant, les résultats obtenus seraient les mêmes, mais à une élévation plus élevée. Une telle modélisation serait ainsi identique au scénario existant sans épis.

Si la recharge de plage se fait seulement aux endroits où de l'érosion est prévue par le modèle Mike 21SD (indiqué en bleu sur les figures de la modélisation hydraulique (annexe F)), la quantité de recharge de plage serait très locale et les ±20 cm qu'on ajouterait en recharge de plage auraient un impact non significatif sur l'érosion/déposition. Comme la recharge serait réalisée uniquement aux endroits où de l'érosion est prévue, on peut s'attendre à ce qu'à long terme, on revienne aux conditions initiales une fois que toute l'érosion serait faite. Tel qu'expliqué à la RQC2-13, il convient de souligner que compte tenu de



la faible épaisseur à mettre en place si une recharge de plage devait être requise (10-20 cm), il s'avère difficile, voire impossible, de modéliser de façon perceptible, l'impact d'une telle recharge en sachant que la discréétion du modèle utilisé présente des mailles plus grandes que la recharge qui pourrait être envisagée.

La recharge de plage prévue ne créerait pas une réelle protection contre les vagues et elle n'aurait aucun impact sur les niveaux d'eau. En fait, la hauteur de protection et le dimensionnement de la protection des berges seraient perçus de façon relativement similaire avec ou sans recharge de plage. Les recommandations pour les protections de talus ne sont aucunement influencées par ces recharges de plages.

Il est à noter que si les recharges avaient été envisagées comme la seule méthode appliquée sur la plage afin de permettre de stabiliser les talus des berges, en appliquant uniquement du génie végétal sans enrochements, cela aurait été une tout autre situation. Il aurait nécessairement fallu les surdimensionner en utilisant de grands volumes de matériaux sur une épaisseur beaucoup plus importante (peut-être plus d'un mètre par endroits) et d'une granulométrie suffisamment grossière pour limiter la récurrence des recharges d'entretien à un nombre acceptable en termes de périodicité et de coûts. Des modélisations plus complexes auraient été requises pour déterminer leurs dimensions tout en limitant leur impact sur le milieu naturel (herbiers existants, faune aquatique, etc.). La plage Jacques-Cartier aurait présenté un tout autre aspect « peu invitant » pour les activités récrétouristiques et de loisirs extensifs que l'on veut y maintenir, voire même développer. Enfin, le recours à l'utilisation de géogrilles pourrait être davantage envisageable dans le but de réduire les récurrences et, par conséquent, les frais des recharges d'entretien.

QC2 - 7

À la section 2.1 de la modélisation hydraulique présentée (annexe F), les données de matières en suspension sont présentées au tableau 2-1 ainsi que les pourcentages de leur composition par période de l'année. La source de ces données doit être fournie par l'initiateur.

La réponse à la QC2-3 fournit les informations requises pour répondre à ce commentaire.

2.2.2 Coupe-type

QC2 - 8

À la QC-19, il était mentionné que l'étude devait présenter des coupes types pour chacun des tronçons en fonction des nouveaux aménagements proposés. Ces dernières ont été fournies à l'annexe H, toutefois les niveaux d'eau ne sont pas identifiés afin d'évaluer l'empiétement des structures en rive et littoral :

- **Les élévations des niveaux d'eau présentées sur les coupes types de l'annexe H doivent être identifiées (ex. : 2 ans, 20 ans, 100 ans, marée haute moyenne, etc.).**

Les coupes-types ont été ajustées de manière à bien refléter ces différents niveaux. Celles-ci sont présentées à l'annexe A du présent document. De plus, certaines de celles-ci ont fait l'objet de quelques corrections conformément aux discussions intervenues avec les analystes du MELCC. Par ailleurs, des coupes-types sans épis ont été ajoutées à celles-ci en réponse à la question QC2-1.



2.2.3 Épis

QC2 - 9

À la QC-36, il était mentionné que l'aménagement d'un épi peut avoir un impact sur le régime des glaces, même avec une légère inclinaison :

- si des épis s'avèrent nécessaires, la poussée statique des glaces sur les ouvrages doit être calculée pour s'assurer de leur stabilité en fonction du dimensionnement prévu.

À la section 8.4 de l'étude hydraulique (annexe B Note technique hydraulique (Stantec 2019)), le dimensionnement des épis a été réalisé selon la poussée statique des glaces (calibre 0,83-1,39 m; épaisseur de 2,22 m).

Le dimensionnement recommandé pour l'épi (à la section 10.1 de la même note technique hydraulique) est de calibre 0,85-1,40 m avec une épaisseur de 2,25 m, et correspond au dimensionnement pour résister aux glaces, car son dimensionnement est plus critique que pour juste résister aux vagues.

La stabilité des épis est fonction de la force imposée par la glace. La force statique thermale F peut s'exprimer avec la formule suivante (Fransson¹, 1988) où D est la largeur d'imposition de la glace sur l'épi (1 m longueur).

$$F_{\text{thermal}} = 180 D \text{ [kN]}$$

La force thermale imposée par la glace est égale donc à 180 kN/m' (20,2 tons/m') appliquée perpendiculairement à la paroi de l'épi dont la fraction horizontale est égale à $F_h=14$ tons/m' pour une paroi de 45 degrés. La conception des épis devrait ainsi permettre leur résistance à cette force.

Il est à noter que, lors de la préparation des plans et devis pour autorisation et construction, les dimensions des épis demeureront les mêmes. Si des besoins complémentaires de stabilisation devaient se manifester, des méthodes supplémentaires d'ancre des ouvrages seront appliquées. En fait, un critère environnemental de conception sera imposé au concepteur, à savoir que l'empreinte de chaque épi devra demeurer très similaire à celle prévue dans l'étude d'impact et ses documents connexes.

¹Fransson, L. 1988. Thermal ice pressure on structures in ice covers. Doctoral Thesis 1988:67D, Luleå University of Technology, Sweden, ISSN 0348-8373, 161p.

2.2.4 Recharge de plage

QC2 - 10

À la QC-37, des précisions étaient demandées en lien avec la géogrille proposée, puisqu'il s'agit d'une méthode peu fréquemment utilisée :

- à la section 6.2 de l'annexe B, l'initiateur recommande d'implanter une géogrille sur la base des vitesses du courant de flot et jusant, mais l'analyse de ce besoin doit aussi prendre en compte les résultats du calcul du bilan sédimentaire.

Ce concept a été introduit initialement afin de permettre le ralentissement de la migration des matériaux causée par les vagues extrêmes. Les discussions entre la Ville de Québec et le MELCC ainsi que la préoccupation à l'effet que la géogrille en polymère puisse avoir un impact environnemental potentiellement



plus négatif que son impact structural positif attendu, a mené au retrait de la géogrille du projet, et à recommander un suivi régulier de la déposition et de l'érosion de la plage et de procéder à une recharge, lorsque cela sera réellement requis. Les modélisations en régime transitoire d'une année complète avec des conditions moyennes (année 2000) a montré que le phénomène de déposition est plus important avec les épis, notamment pour les tronçons 4, 5, 6 et 7, tandis que ces épis n'ont pas d'impact significatif pour les tronçons 1, 2 et 3.

En conclusion, un suivi des conditions sédimentaires de la plage est nécessaire afin de déterminer du besoin ou non de la recharge de plage.

2.2.5 Enrochement végétalisé

QC2 - 11

À la section 7.3 de l'étude hydraulique (annexe B), le calibre des enrochements est présenté, toutefois aucun détail n'est fourni sur les calculs et paramètres. L'initiateur doit fournir l'équation ayant servi au dimensionnement de l'enrochement de protection des berges en tenant compte des vagues incluant les paramètres de conception utilisés.

Le calibre de l'enrochement est calculé selon la référence « Guide pratique - Dimensionnement du riprap » de la Société d'énergie de la Baie-James (SEBJ, 1997). La masse minimale de chaque unité d'enrochement capable de résister à l'action des vagues est calculée par l'équation suivante :

$$M_{\min} = \frac{\rho_r H_s^3}{K(S_r - 1)^3 (\cot \alpha)}$$

Où ρ_r est la masse volumique du roc (2650 kg/m^3), H_s est la hauteur de vague significative représentative (calculée par Stantec selon la méthode SEBJ), K est un coefficient expérimental de stabilité (1,75 pour l'absence de dommage par les vagues), S_r est la densité relative du roc (2,65), α est l'angle du talus (talus 2H : 1V donc $\cot \alpha = 2$).

La masse maximale M_{\max} est égale à 5 fois la masse minimale.

Enfin, le diamètre pour la masse minimale et maximale est calculé avec la formule suivante :

$$D = \left(\frac{M}{C_f \rho_r} \right)$$

Où D est le diamètre et C_f est le coefficient de forme (0,5 pour une forme arrondie).

Il est à noter que ces calculs s'appliquent aussi bien aux enrochements non-végétalisés, aux enrochements végétalisés et aux épis.



2.3 CHOIX DES VARIANTES

QC2 - 12

Aux sections 3.0, 4.0, 5.0 de l'étude hydraulique (annexe F), les scénarios analysés doivent tous être comparés au scénario de référence (état actuel sans épis) pour évaluer leur impact sur les vitesses d'écoulement. Cela permettra, par la suite, de comparer l'impact de chaque solution sur la même base de référence. De plus, les graphiques (sections 3.0, 4.0 et 6.0) doivent être présentés dans un format visible qui permet de faire la comparaison des résultats.

Stantec rappelle que la comparaison du scénario avec épis avec les scénarios sans épis est présentée à la section 7.1 « Pertinence des épis ».

Lors de la comparaison des résultats, il a été constaté que ceux des trois modélisations avec épis étaient très similaires. En comparant les figures avec l'état existant, le lecteur peut aisément percevoir que les trois modélisations avec épis sont similaires. Le meilleur moyen de visualiser les subtiles différences entre les trois scénarios d'épis consiste avec un œil expert à les comparer entre eux. Dans la démarche de dimensionnement, il a été conclu que le cas le plus acceptable à être réalisé serait l'épi à l'élévation 3,32 m, et c'est pourquoi ce scénario a été choisi comme scénario de base pour les fins de comparaison. De plus, l'objectif de ces modélisations était de comparer les impacts des différentes hauteurs des épis, ce qui justifie la comparaison entre les scénarios avec épis.

QC2 - 13

À la QC-44, en lien avec la section 7.3.4 de l'étude d'impact, l'initiateur devait préciser ce que sont les matériaux de calibre adéquat pour les recharges de plage, mais la réponse est remise aux plans et devis :

- les résultats des modélisations hydrodynamiques et hydrosédimentaires doivent permettre, à cette étape-ci du projet, d'évaluer sommairement le calibre de matériel de recharge de plage à mettre en place ainsi que l'épaisseur et la pente. Ces résultats permettront de déterminer et d'évaluer les impacts de la recharge sur le milieu récepteur l'initiateur doit donc fournir ces informations sur les recharges de plage proposées.**

Note : les recharges proposées empiètent sur les herbiers aquatiques du secteur. Le calibre des particules utilisées pour effectuer les recharges de plages (sable grossier à gravier fin) sera supérieur à celui du substrat meuble qui abrite actuellement les herbiers (argile et limon). Toutefois, les connaissances sur l'écologie de l'espèce dominante de ces herbiers, le scirpe piquant, ainsi que celle de la zizanie naine (espèce susceptible d'être désignée menacée) montrent que ces espèces ont besoin d'un substrat composé de particules fines (argile, limon, sable fin) pour s'implanter et survivre.

Le choix des matériaux pour la recharge de plage avait été basé sur l'analyse granulométrique des matériaux qui se trouvent actuellement sur la plage de façon naturelle. Les modélisations ont montré que des matériaux plus fins se déposeront dans certains tronçons comme le montre la figure 5-4 de la note hydraulique (annexe F (décembre 2019) de Stantec 2019). Aussi, il a été décidé que les recharges ne seraient aménagées uniquement si les résultats du suivi topométrique des plages et de la délimitation des herbiers autour des épis démontraient un besoin effectif de protection additionnelle. De plus, leur emplacement exact serait précisé au terrain de manière à induire le moins d'impact possible sur les habitats limitrophes. La conception détaillée de ces recharges sera établie en fonction des résultats des suivis post-travaux et les plans et devis seront présentés lors du dépôt de la demande d'autorisation ministérielle.

À titre indicatif, il convient de souligner que compte tenu de la faible épaisseur à mettre en place si une recharge de plage devait être requise (10-20 cm), il s'avère difficile, voire impossible, de modéliser de façon



perceptible, l'impact d'une telle recharge en sachant que la discréétisation du modèle utilisé présente des mailles plus grandes que la recharge qui pourrait être envisagée.

La proposition actuelle montre un empiétement à l'intérieur d'herbiers aquatiques uniquement au tronçon T4. Naturellement, peu d'herbiers sont présents dans ce secteur compte tenu de la faible accumulation de sédiments fins. En effet, seuls deux herbiers, H4 (134 m²) et H5 (45 m²), totalisant à eux deux 179 m² ont été identifiés. Ces herbiers sont peu diversifiés et se composent presque exclusivement de scirpe piquant. Aucune espèce floristique à statut n'y a été répertoriée. La perte de 169 m² d'herbier aquatiques résultant de la proposition d'aménagement d'une recharge au tronçon T4 sera largement compensée par l'expansion des herbiers aquatiques ailleurs sur le site. Pour cette zone en particulier, le développement de 3 591 m² d'herbier est anticipé (Annexe D).

Ce secteur est également peu propice aux mulettes puisqu'elle n'y trouve que peu ou pas de substrat meuble pour s'y enfouir. Par conséquent, dans l'éventualité où des travaux de recharge de plage étaient planifiés sur ce tronçon, leur impact sur les mulettes et la faune aquatique en général sera aussi minime.

QC2 - 14

À la QC-49, le tableau 7 liste les empiétements dans le milieu hydrique. La version révisée (tableau 9 de la page 92 du complément d'information) doit être revue avec les nouveaux scénarios ajoutés afin de comparer les impacts de ces derniers et d'ainsi justifier le choix des variantes retenues. L'évaluation des empiétements doit se faire selon la description présentée à la question 9 du complément d'information (p. 89).

Le tableau 6 présente les empiétements et les améliorations environnementales sous la ligne des hautes eaux (LHE) pour les deux variantes examinées, en l'occurrence celle proposée d'enrochements végétalisés avec épis et recharges (optionnelles) de plage et celle avec uniquement des enrochements, c'est-à-dire sans épis et sans recharges, mais avec de la végétalisation aux endroits où cela est possible. Les améliorations correspondent à cette végétalisation des enrochements sous la LHE, ainsi qu'à l'expansion des herbiers existants pour la variante avec épis. Une superficie a été calculée pour les enrochements situés sous la LHE. Toutefois, cet enrochement n'est pas considéré comme un empiétement dans le milieu naturel puisque, dans tous les cas, les aménagements proposés ne vont pas au-delà du pied de talus existant.

Aucune variante avec épis seuls ou avec recharges seules n'est proposée puisque pour assurer leur efficacité, celles-ci devraient alors avoir des dimensions trop importantes, et leur impact sur le milieu naturel, notamment au niveau des empiétements et de la dégradation du paysage, serait trop important, et ce, même si on restaurait ensuite toutes les berges érodées avec uniquement du génie végétal (fagots, fascines, matelas de branches, plantations, ensemencements, etc.).

En somme, la comparaison entre ces deux variantes démontre que la variante « sans épis » induirait plus de superficie en enrochement (5 512 m² vs 4 969 m²) que l'on ne pourrait végétaliser avec difficulté que sur 3 371 m² au lieu de 4 711 m². De plus, cette variante sans épis ne permettrait pas d'aménager la superficie de 2 006 m² de génie végétal sous la LHE sur le tronçon 7a, tel que prévu dans la variante avec épis. Par ailleurs, cette variante maintiendrait le *statu quo* de son apparence d'une plage dénudée avec quelques herbiers épars et peu denses sur un fond de roc omniprésent.

En contrepartie, la variante avec épis permet de construire nettement plus d'enrochements végétalisés conçus avec des pierres de plus petits calibres et mieux intégrer dans le paysage naturel. De plus, elle permet d'ajouter plus de 18 500 m² d'herbiers continus et plus denses, propices au développement d'une flore et d'une faune diversifiées contribuant assurément, du moins en partie, au rétablissement de quelques espèces à statut précaire tant floristiques que fauniques.



Tableau 6. Bilan des superficies d'empierrement et des améliorations environnementales réalisées sous la LHE en fonction des deux variantes étudiées

Variante →	Variante avec épis et recharges (m ²)							Variante sans épis, ni recharges (m ²)							
	Tronçon ↓	Herbier	Enrochement	Roc	Plage	Empiètement	Végétalisation	Total	Herbier	Enrochement	Roc	Plage	Empiètement	Végétalisation	Total
Enroch. végétal. T1	0	1 241	0	0	0	0	1 241	0	0	1 241	0	0	0	1241	0
Rép. enroch. T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enroch. végétal. T3	0	1 191	0	0	0	0	1 191	0	0	1 191	0	0	0	1191	0
Enroch. végétal. T4	0	586	0	0	0	0	586	0	0	586	0	0	0	217	0
Enroch. végétal. T5	0	761	0	0	0	0	761	0	0	761	0	0	0	0	0
Enroch. + génie végétal T6a	0	186	0	0	0	0	0	0	0	186	0	0	0	0	0
Enroch. végétal. T6b	0	605	0	0	0	0	605	0	0	605	0	0	0	395	0
Génie végétal T6c	0	0	0	0	0	0	231	0	0	0	0	0	0	231	0
Rép enroch. O	0	72	0	0	0	0	72	0	0	72	0	0	0	0	0
Génie végétal T7a	0	0	0	0	0	0	2 006	0	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
Enroch. végétal. T7a	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	0	s.o.	s.o.	0	543	0	0	0	0	0	0
Enroch. végétal. T7b	0	327	0	0	0	0	327	0	0	327	0	0	0	327	0
Épi A	91	0	406	218	624	0	624	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
Épi B	255	0	1 064	58	1 122	0	1 122	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
Herbier amont Épi A	0	0	0	0	0	5 546	0	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
Herbier aval Épi A	0	0	0	0	0	1 301	0	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
Herbier amont Épi B	0	0	0	0	0	7 205	0	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
Herbier aval Épi B	0	0	0	0	0	4 480	0	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
Recharge T4	169	0	1 446	3 770	5 216	0	5 216	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
Recharge T6	0	0	627	1 209	1 836	0	1 836	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
Recharge T7	0	0	3 436	6 744	10 180	0	10 180	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
Total	346	4 969	1 470	276	1 746	25 552	1 746	0	5 512	0	0	0	3 602	0	
Total avec recharges	515	4 969	6 979	11 999	18 978	25 552	18 978	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	

Les valeurs en italique sont optionnelles.

Les herbiers sont inclus soit sur des surfaces de plages dénudées ou de roc ou sur les deux.

Sur les enrochements, la végétalisation correspond à une nette amélioration par rapport aux talus actuels d'érosion active.

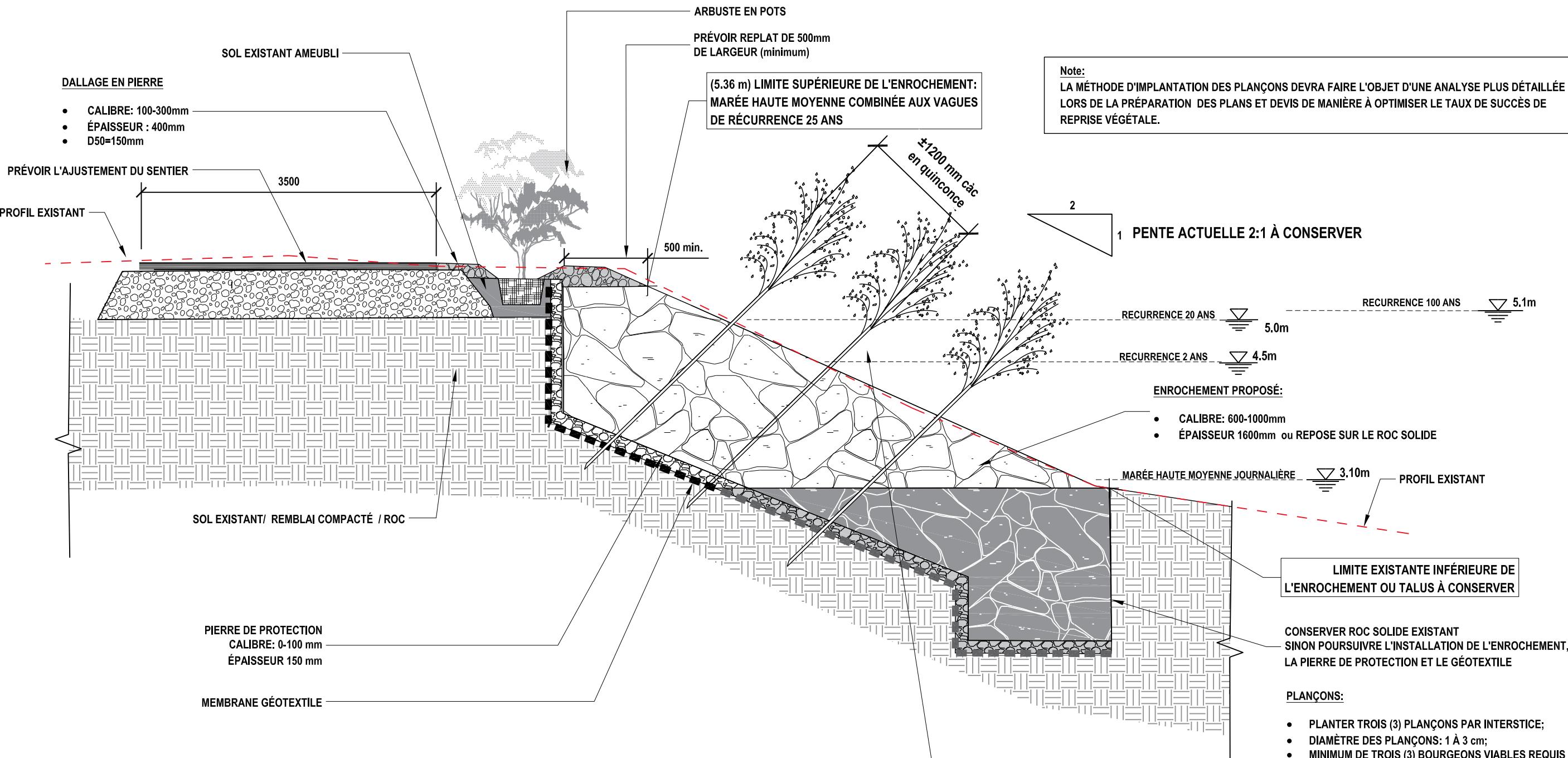
Sur les surfaces de plages dénudées et de roc de la Plage Jacques-Cartier, la végétalisation correspond à une expansion des herbiers existants (carte de l'annexe D).



**ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT, ADDENDA II – DEUXIÈME SÉRIE DE QUESTIONS ET
COMMENTAIRES – FÉVRIER 2020**

Annexe A COUPES-TYPES





NOTES POUR LA PLANTATION DES PLANÇONS:

1. Les espèces végétales choisies devront être pré-approuvées avant la plantation;
2. Les variétés arbustives sélectionnées devront avoir une hauteur minimale à maturité de 2000 mm;
3. Les végétaux doivent appartenir à des espèces convenant à la zone de rusticité des terrains où ils doivent être plantés.
4. Les végétaux doivent appartenir à des espèces convenant à l'emplacement où ils sont destinés.
5. À la fin de la saison d'automne de la première année de croissance, les tiges devront être coupées à +/- 30 cm de la surface de l'enrochement, après la chute des feuilles.
6. L'installation des boutures doit être effectuée pendant la période de dormance des végétaux, soit au printemps dès que les sols sont dégelés jusqu'à l'apparition des feuilles, ou à l'automne entre la fin de l'août (mi- septembre) et le début du gel des sols. Les travaux pourront se terminer au plus tard le 31 octobre.

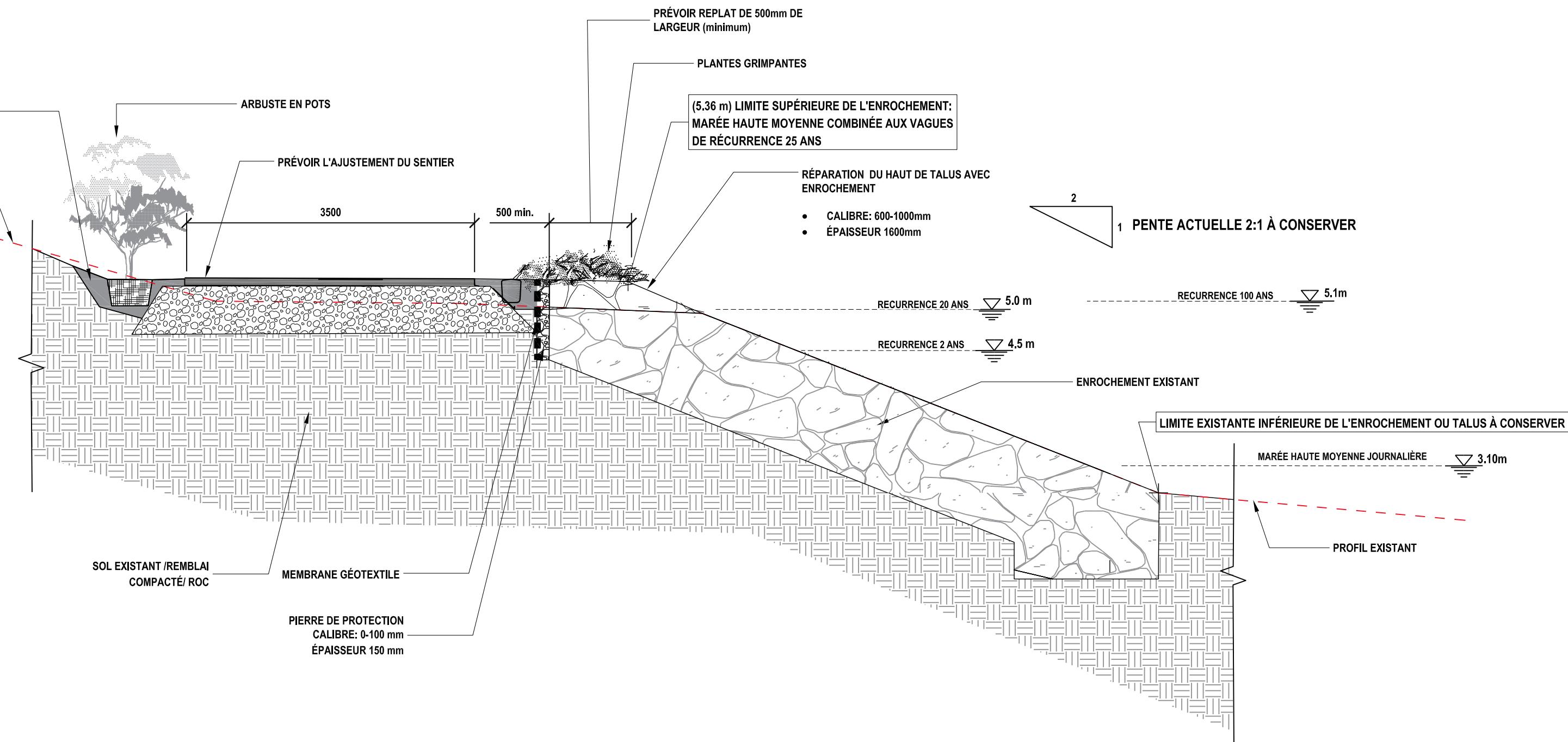
Nom fichier: 2020.04.08_167040090_COUPES.DWG
2019-10-27
AAAA.MM.JJ
Camille Zaroubi
Préparé
Mario Heppell
Vérifié
Camille Zaroubi
Dessiné
Joëlle Duguay
Chargé de projet

Client/Projet
VILLE DE QUÉBEC
ÉTUDE D'IMPACT, PLAGE
JACQUES-CARTIER
QUESTIONS MELCC

Titre
COUPE TYPE - Tronçon 1
N° Projet
167040090
Révision
00
Échelle
1:50
Feuille
01 de 14
Date Révision
2020.04.24
N° dessin
AM-01



Stantec Experts-conseils ltée
1260, boul. Lebourgneuf, bureau 250
Québec (Québec) G2K 2G2
Tél. 418.626.1688
www.stantec.com



Nom fichier: 2020.04.08_167040090_COUPES.DWG
2019-10-27
AAAA.MM.JJ
Camille Zaroubi
Préparé
Mario Heppell
Vérifié
Camille Zaroubi
Dessiné
Joëlle Duguay
Chargé de projet

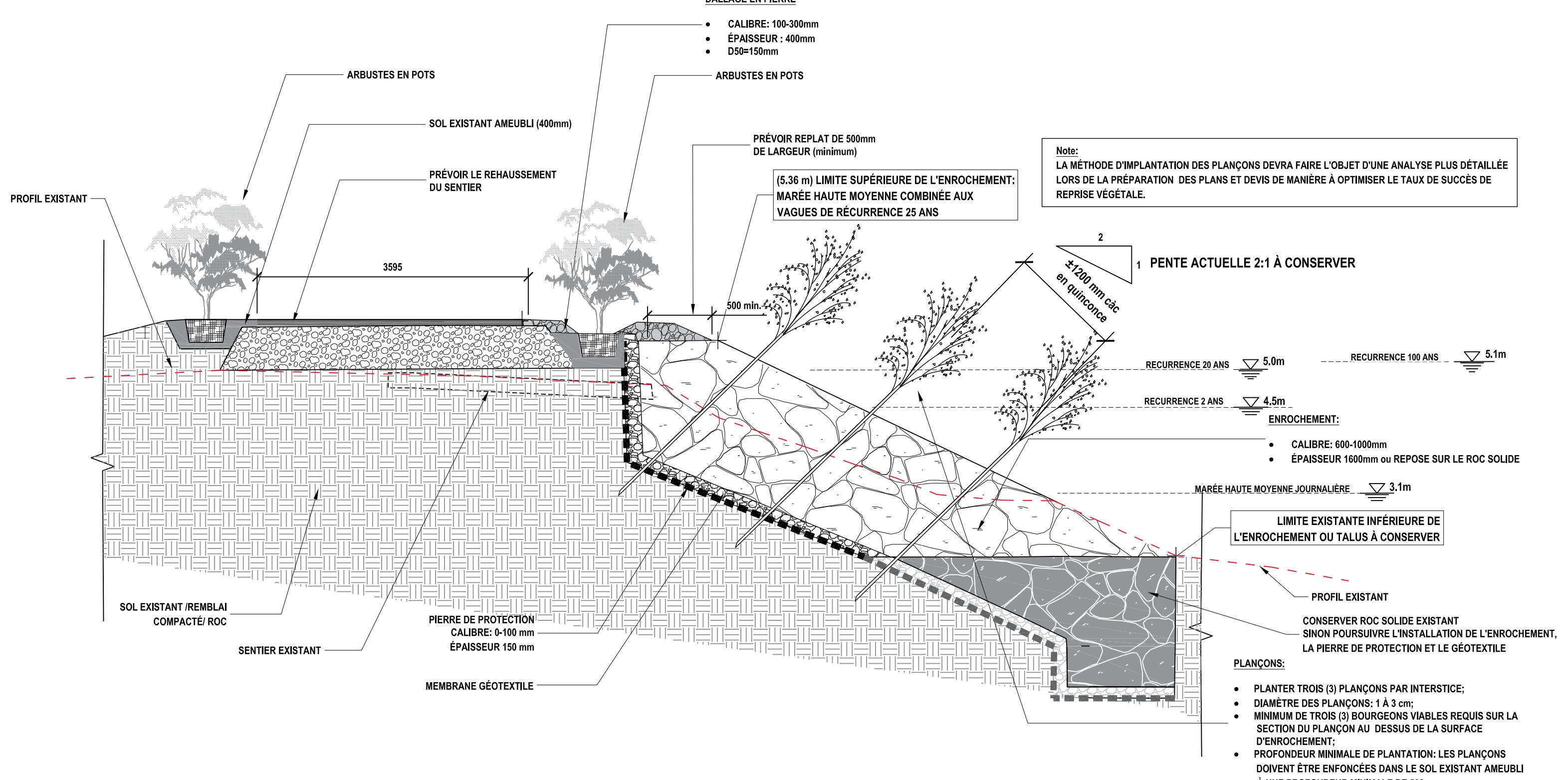
Client/Projet
VILLE DE QUÉBEC
ÉTUDE D'IMPACT, PLAGE
JACQUES-CARTIER
QUESTIONS MELCC

Titre
COUPE TYPE - Tronçon 2

N° Projet 167040090	Échelle 1:50	Date Révision 2020.04.24
Révision 00	Feuille 02 de 14	N° dessin AM-02



Stantec Experts-conseils ltée
1260, boul. Lebourgneuf, bureau 250
Québec (Québec) G2K 2G2
Tél. 418.626.1688
www.stantec.com

**NOTES POUR LA PLANTATION DES PLANÇONS:**

1. Les espèces végétales choisies devront être pré-approuvées avant la plantation;
2. Les variétés arbustives sélectionnées devront avoir une hauteur minimale générale à maturité de 2000 mm;
3. Les végétaux doivent appartenir à des espèces convenant à la zone de rusticité des terrains où ils doivent être plantés;
4. Les végétaux doivent appartenir à des espèces convenant à l'emplacement où ils sont destinés;
5. À la fin de la saison d'automne de la première année de croissance, les tiges devront être coupées à +/- 30 cm de la surface de l'enrochement, après la chute des feuilles;
6. L'installation des boutures doit être effectuée pendant la période de dormance des végétaux, soit au printemps dès que les sols sont dégelés jusqu'à l'apparition des feuilles, ou à l'automne entre la fin de l'août (mi-septembre) et le début du gel des sols. Les travaux pourront se terminer au plus tard le 31 octobre.

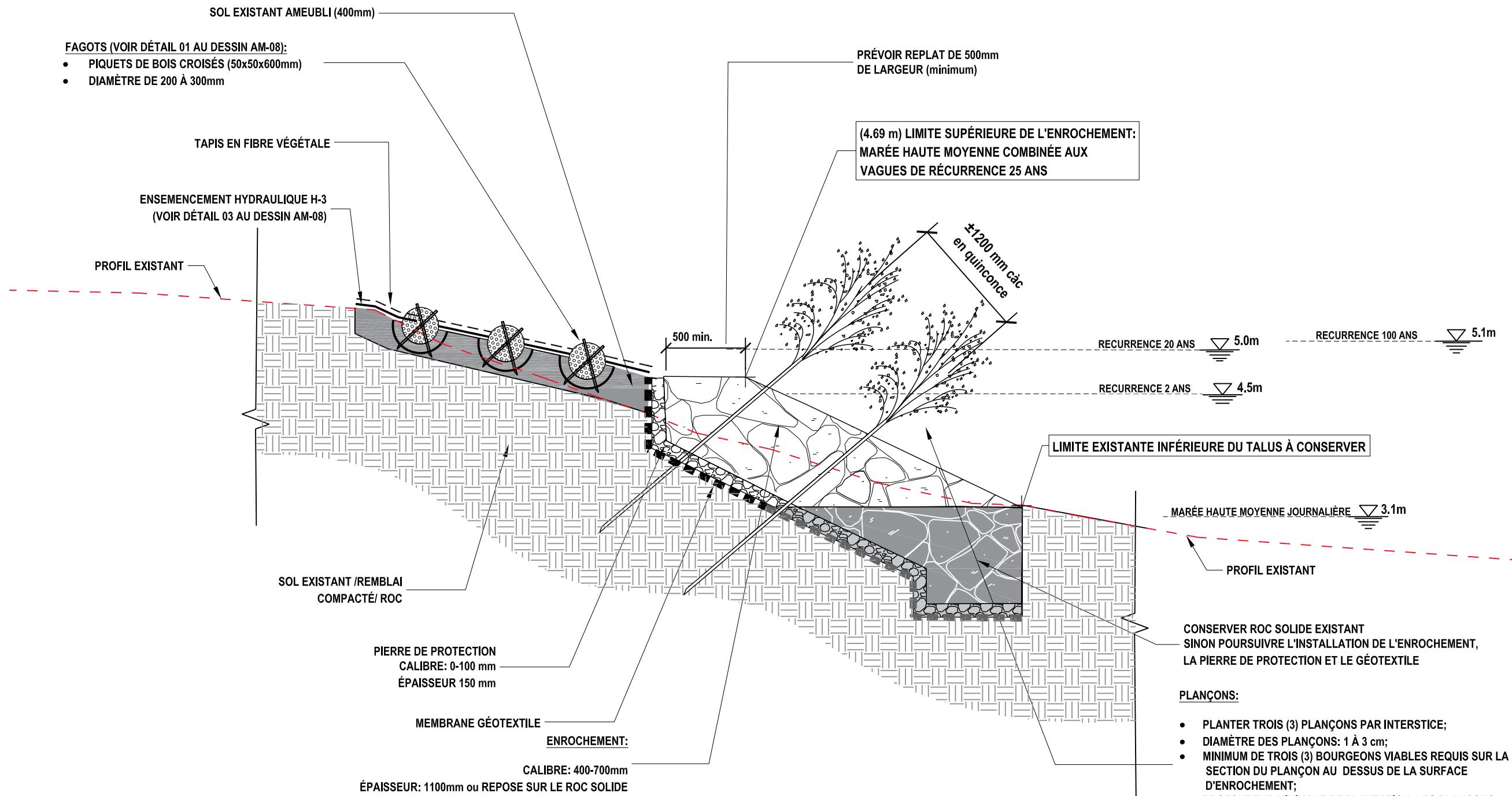
Nom fichier: 2020.04.08_167040090_COUPES.DWG
2019-10-27
AAAA.MM.JJ
Camille Zaroubi
Préparé
Mario Heppell
Vérifié
Camille Zaroubi
Dessiné
Joëlle Duguay
Chargé de projet

Client/Projet
VILLE DE QUÉBEC
ÉTUDE D'IMPACT, PLAGE
JACQUES-CARTIER
QUESTIONS MELCC

Titre
COUPE TYPE - Tronçon 3

N° Projet 167040090	Échelle 1:50	Date Révision 2020.04.24
Révision 00	Feuille 03 de 14	N° dessin AM-03

Note:
LA MÉTHODE D'IMPLANTATION DES PLANÇONS DEVRA FAIRE L'OBJET D'UNE ANALYSE PLUS DÉTAILLÉE
LORS DE LA PRÉPARATION DES PLANS ET DEVIS DE MANIÈRE À OPTIMISER LE TAUX DE SUCCÈS DE
REPRISE VÉGÉTALE.



NOTES POUR LA PLANTATION DES PLANÇONS:

- Les espèces végétales choisies devront être pré-approuvées avant la plantation;
- Les variétés arbustives sélectionnées devront avoir une hauteur minimale générale à maturité de 2000 mm;
- Les végétaux doivent appartenir à des espèces convenant à la zone de rusticité des terrains où ils doivent être plantés.
- Les végétaux doivent appartenir à des espèces convenant à l'emplacement où ils sont destinés.
- À la fin de la saison d'automne de la première année de croissance, les tiges devront être coupées à +/- 30 cm de la surface de l'enrochement, après la chute des feuilles.
- L'installation des boutures doit être effectuée pendant la période de dormance des végétaux, soit au printemps dès que les sols sont dégelés jusqu'à l'apparition des feuilles, ou à l'automne entre la fin de l'août (mi-septembre) et le début du gel des sols. Les travaux pourront se terminer au plus tard le 31 octobre.

Nom fichier: 2020.04.08_167040090_COUPES.DWG
2019-10-27
AAAA.MM.JJ
Camille Zaroubi
Préparé
Mario Heppell
Vérifié
Camille Zaroubi
Dessiné
Joëlle Duguay
Chargé de projet

Client/Projet
VILLE DE QUÉBEC
ÉTUDE D'IMPACT, PLAGE
JACQUES-CARTIER
QUESTIONS MELCC

Titre
COUPE TYPE - Tronçon 4

N° Projet 167040090	Échelle 1:50	Date Révision 2020.04.24
Révision 00	Feuille 04 de 14	N° dessin AM-04



Stantec Experts-conseils ltée
1260, boul. Lebourgneuf, bureau 250
Québec (Québec) G2K 2G2
Tél. 418.626.1688
www.stantec.com

SOL EXISTANT AMEUBLI (400mm)

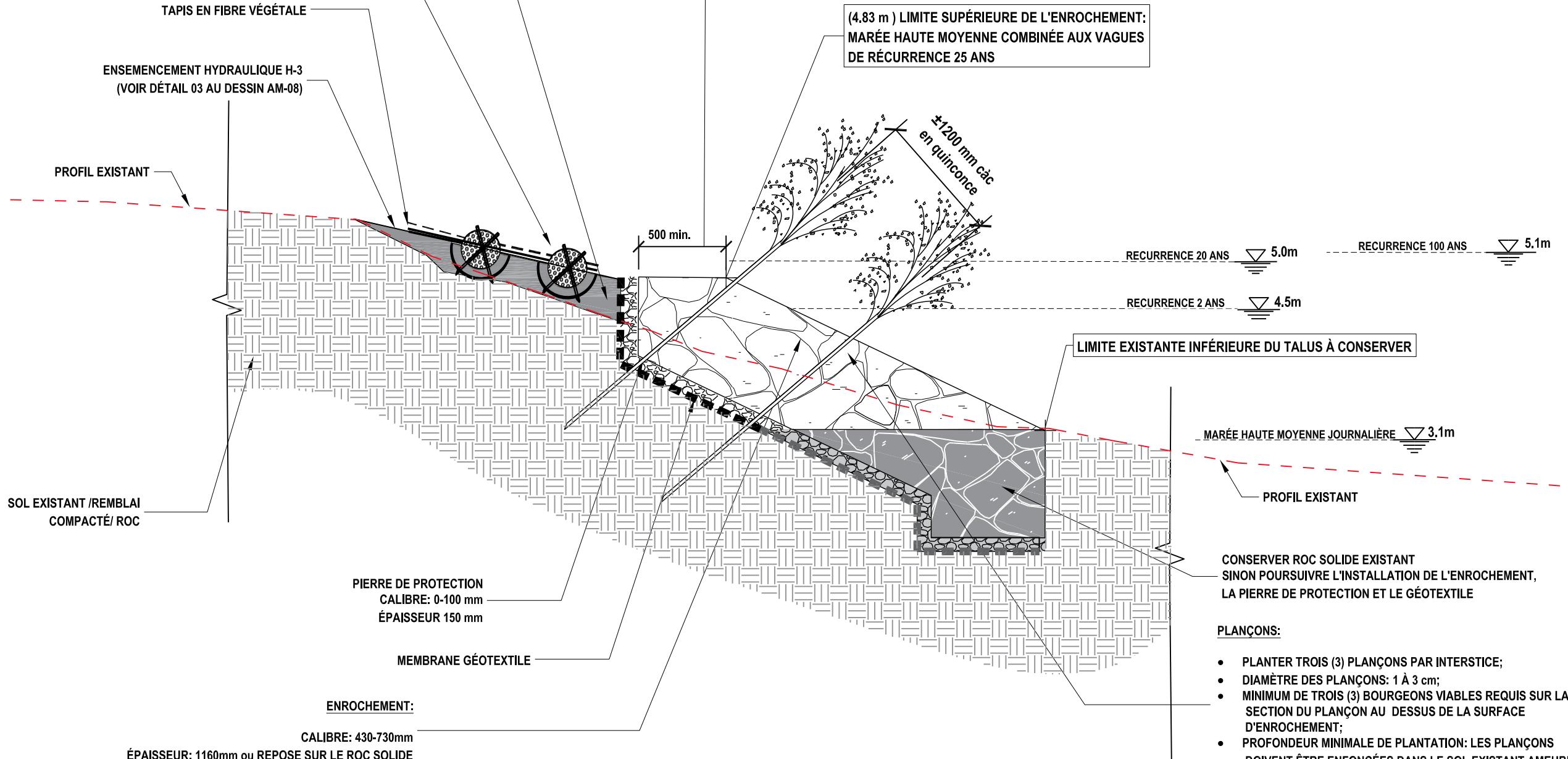
FAGOTS (VOIR DÉTAIL 01 AU DESSIN AM-08):

- PIQUETS DE BOIS CROISÉS (50x50x600mm)
- DIAMÈTRE DE 200 À 300mm

Note:

LA MÉTHODE D'IMPLANTATION DES PLANÇONS DEVRA FAIRE L'OBJET D'UNE ANALYSE PLUS DÉTAILLÉE LORS DE LA PRÉPARATION DES PLANS ET DEVIS DE MANIÈRE À OPTIMISER LE TAUX DE SUCCÈS DE REPRISE VÉGÉTALE.

PRÉVOIR REPLAT DE 500mm
DE LARGEUR (minimum)



NOTES POUR LA PLANTATION DES PLANÇONS:

1. Les espèces végétales choisies devront être pré-approuvées avant la plantation;
2. Les variétés arbustives sélectionnées devront avoir une hauteur minimale générale à maturité de 2000 mm;
3. Les végétaux doivent appartenir à des espèces convenant à la zone de rusticité des terrains où ils doivent être plantés.
4. Les végétaux doivent appartenir à des espèces convenant à l'emplacement où ils sont destinés.
5. À la fin de la saison d'automne de la première année de croissance, les tiges devront être coupées à +/- 30 cm de la surface de l'enrochement, après la chute des feuilles.
6. L'installation des boutures doit être effectuée pendant la période de dormance des végétaux, soit au printemps dès que les sols sont dégelés jusqu'à l'apparition des feuilles, ou à l'automne entre la fin de l'août (mi-septembre) et le début du gel des sols. Les travaux pourront se terminer au plus tard le 31 octobre.



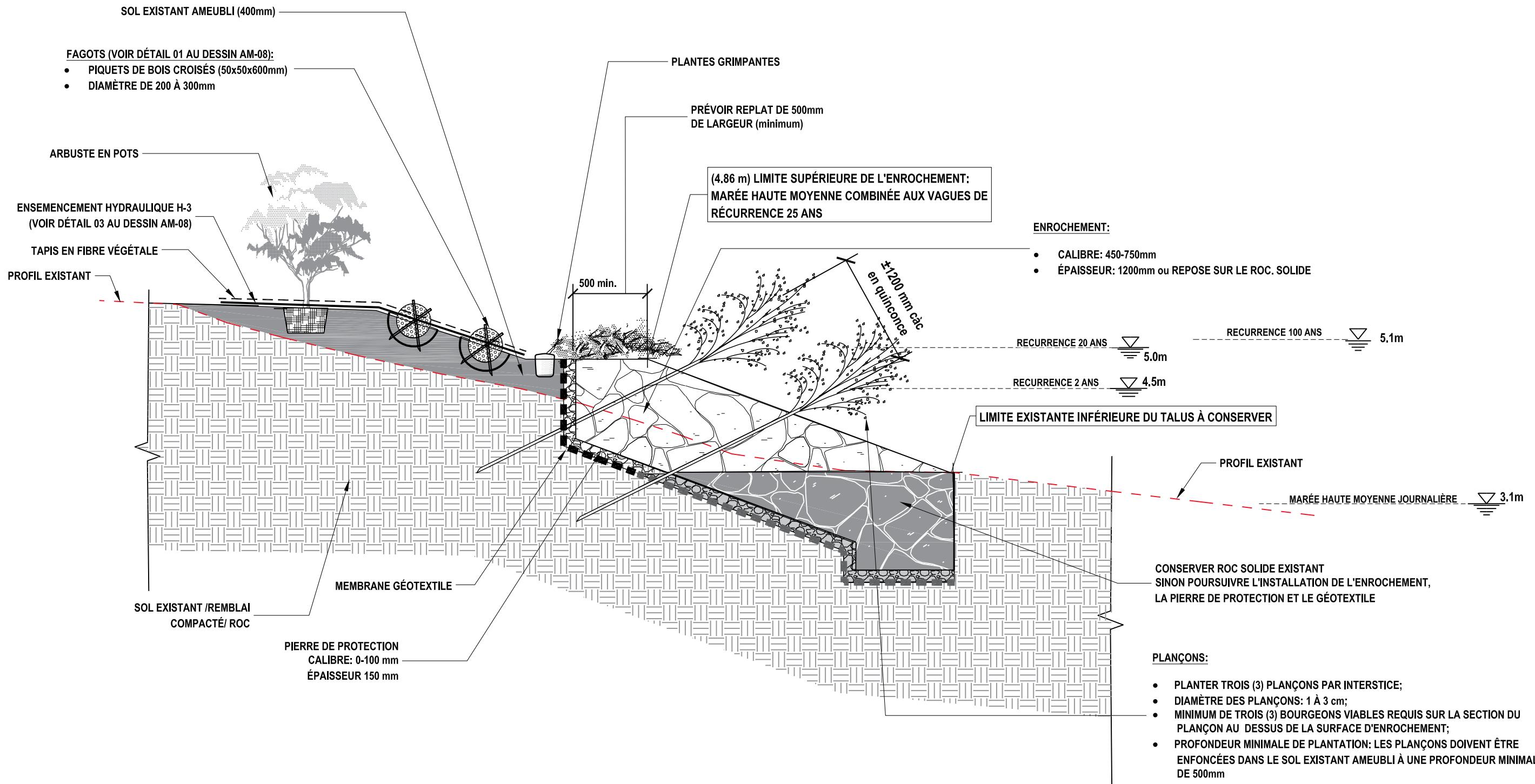
Stantec Experts-conseils ltée
1260, boul. Lebourgneuf, bureau 250
Québec (Québec) G2K 2G2
Tél. 418.626.1688
www.stantec.com

Nom fichier: 2020.04.08_167040090_COUPES.DWG
2019-10-27
AAAA.MM.JJ
Camille Zaroubi
Préparé
Mario Heppell
Vérifié
Camille Zaroubi
Dessiné
Joëlle Duguay
Chargé de projet

Client/Projet
VILLE DE QUÉBEC
ÉTUDE D'IMPACT, PLAGE
JACQUES-CARTIER
QUESTIONS MELCC

Titre
COUPE TYPE - Tronçon 4 - Sans Épi
N° Projet
167040090
Révision
00
Échelle
1:50
Feuille
05 de 14
Date Révision
2020.04.24
N° dessin
AM-04.1

Note:
LA MÉTHODE D'IMPLANTATION DES PLANÇONS DEVRA FAIRE L'OBJET D'UNE ANALYSE PLUS DÉTAILLÉE
LORS DE LA PRÉPARATION DES PLANS ET DEVIS DE MANIÈRE À OPTIMISER LE TAUX DE SUCCÈS DE
REPRISE VÉGÉTALE.



NOTES POUR LA PLANTATION DES PLANÇONS:

- Les espèces végétales choisies devront être pré-approuvées avant la plantation;
- Les variétés arbustives sélectionnées devront avoir une hauteur minimale générale à maturité de 2000 mm;
- Les végétaux doivent appartenir à des espèces convenant à la zone de rusticité des terrains où ils doivent être plantés;
- Les végétaux doivent appartenir à des espèces convenant à l'emplacement où ils sont destinés;
- À la fin de la saison d'automne de la première année de croissance, les tiges devront être coupées à +/- 30 cm de la surface de l'enrocement, après la chute des feuilles;
- L'installation des boutures doit être effectuée pendant la période de dormance des végétaux, soit au printemps dès que les sols sont dégelés jusqu'à l'apparition des feuilles, ou à l'automne entre la fin de l'août (mi-septembre) et le début du gel des sols. Les travaux pourront se terminer au plus tard le 31 octobre.

Nom fichier: 2020.04.08_167040090_COUPES.DWG
2019-10-27
AAAA.MM.JJ
Camille Zaroubi
Préparé
Mario Heppell
Vérifié
Camille Zaroubi
Dessiné
Joëlle Duguay
Chargé de projet

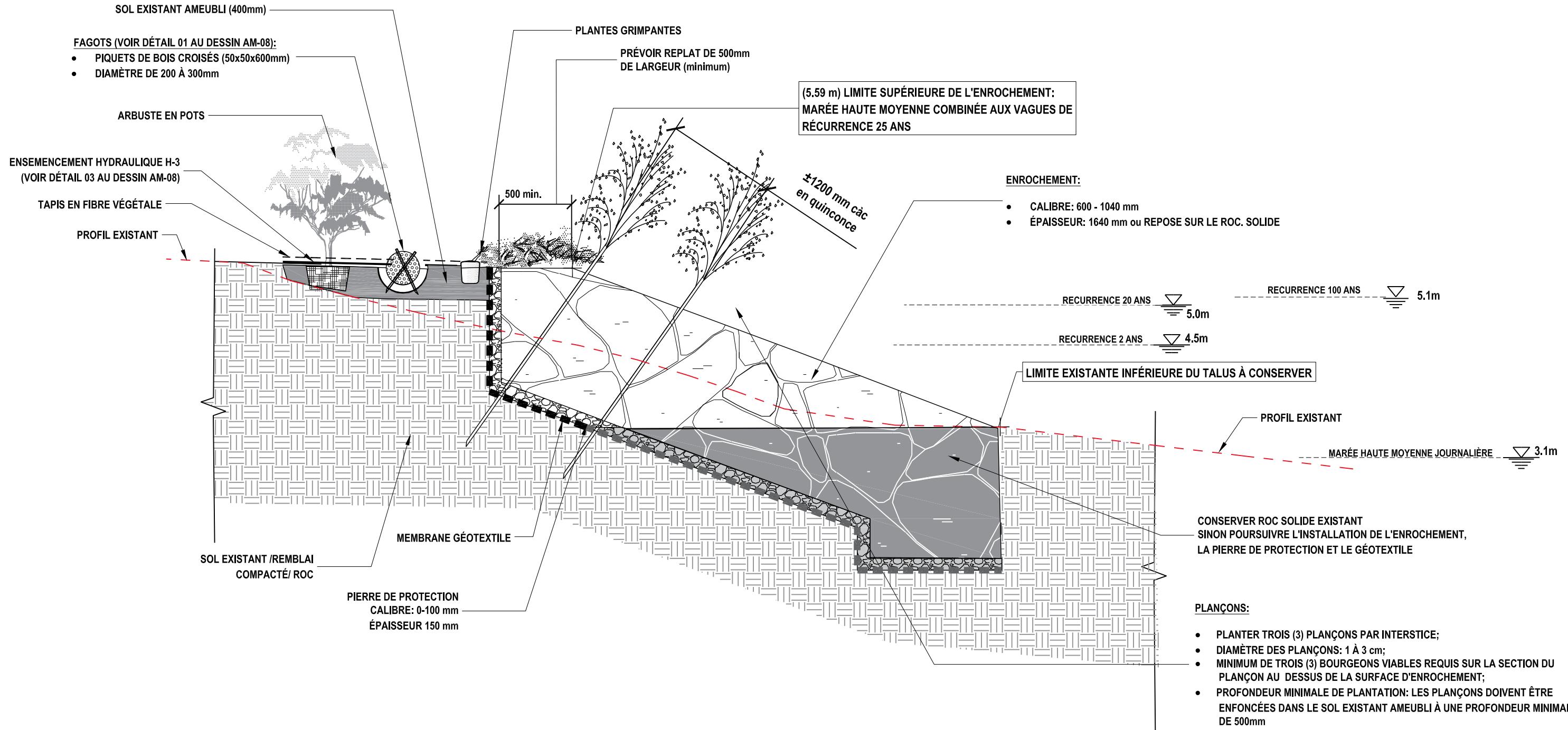
Client/Projet
VILLE DE QUÉBEC
ÉTUDE D'IMPACT, PLAGE
JACQUES-CARTIER
QUESTIONS MELCC

Titre
COUPE TYPE - Tronçon 5

N° Projet 167040090	Échelle 1:50	Date Révision 2020.04.24
Révision 00	Feuille 06 de 14	N° dessin AM-05

Note:

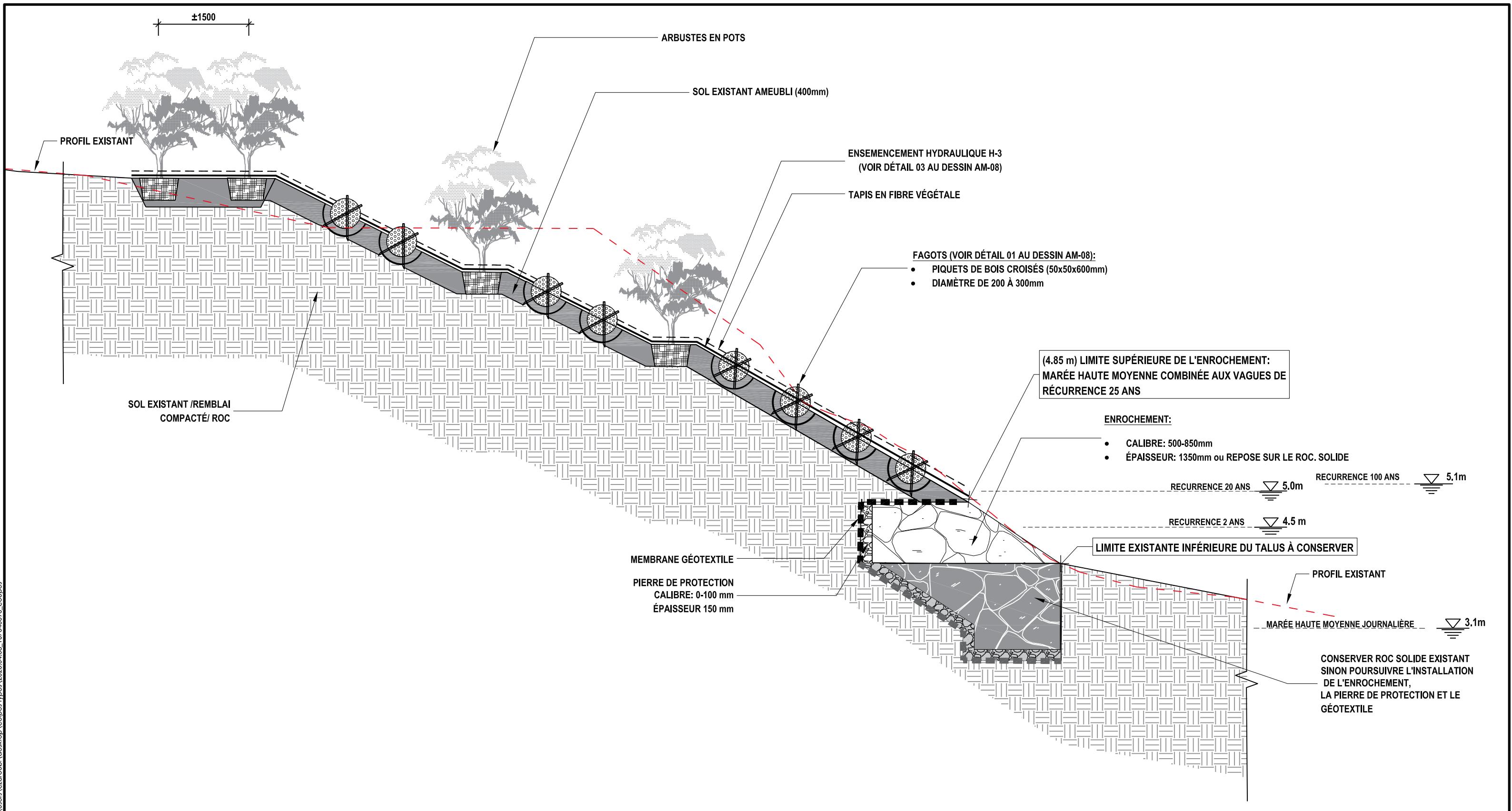
LA MÉTHODE D'IMPLANTATION DES PLANÇONS DEVRA FAIRE L'OBJET D'UNE ANALYSE PLUS DÉTAILLÉE LORS DE LA PRÉPARATION DES PLANS ET DEVIS DE MANIÈRE À OPTIMISER LE TAUX DE SUCCÈS DE REPRISE VÉGÉTALE.

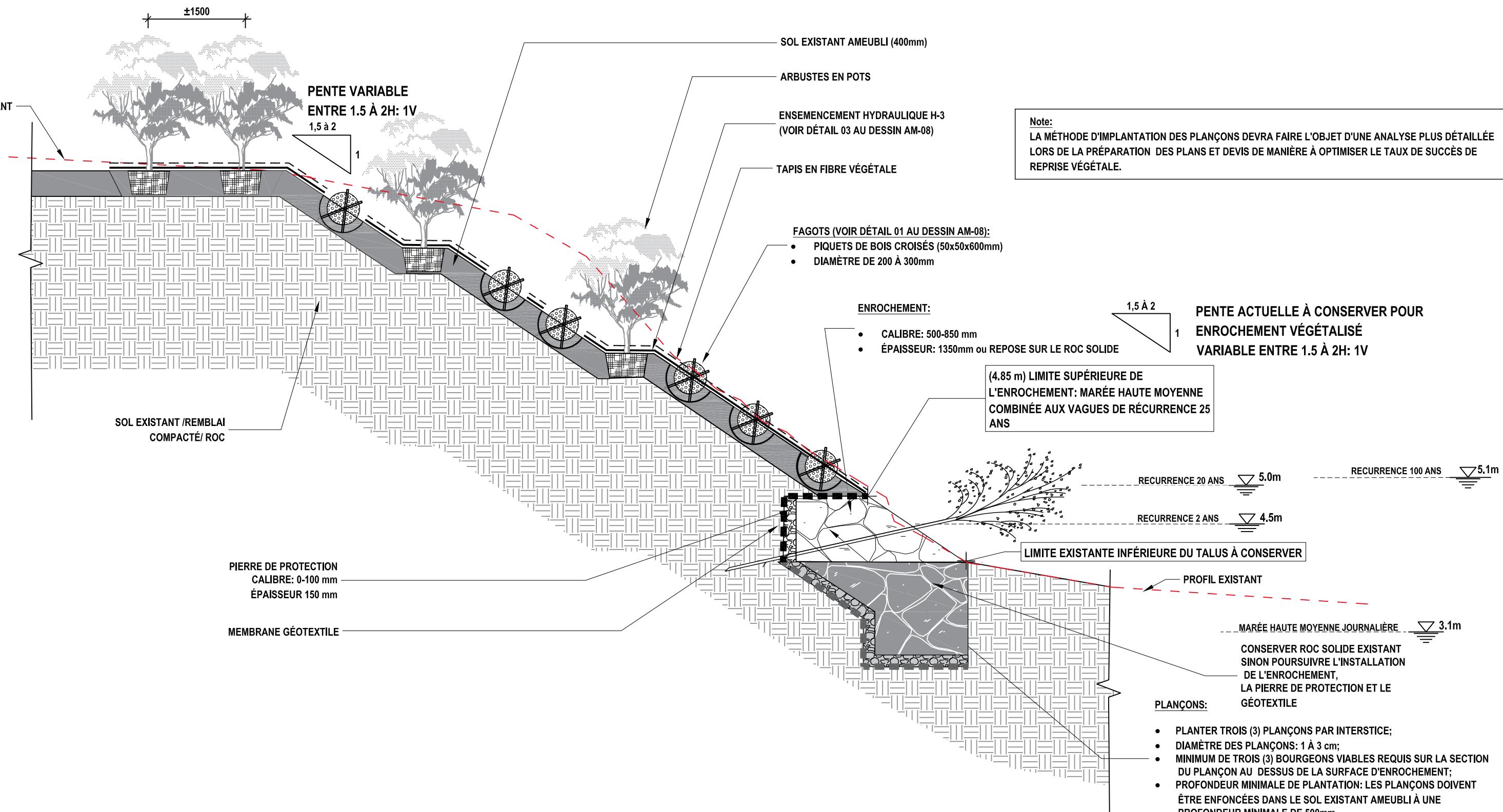


NOTES POUR LA PLANTATION DES PLANÇONS:

- Les espèces végétales choisies devront être pré-approuvées avant la plantation;
- Les variétés arbustives sélectionnées devront avoir une hauteur minimale générale à maturité de 2000 mm;
- Les végétaux doivent appartenir à des espèces convenant à la zone de rusticité des terrains où ils doivent être plantés;
- Les végétaux doivent appartenir à des espèces convenant à l'emplacement où ils sont destinés;
- À la fin de la saison d'automne de la première année de croissance, les tiges devront être coupées à +/- 30 cm de la surface de l'enrochement, après la chute des feuilles;
- L'installation des boutures doit être effectuée pendant la période de dormance des végétaux, soit au printemps dès que les sols sont dégelés jusqu'à l'apparition des feuilles, ou à l'automne entre la fin de l'août (mi-septembre) et le début du gel des sols. Les travaux pourront se terminer au plus tard le 31 octobre.

Nom fichier:	2020.04.08_167040090_COUPES.DWG	2019-10-27	AAAA.MM.JJ
Camille Zaroubi	Camille Zaroubi		
Préparé	Dessiné		
Mario Heppell	Joëlle Duguay		
Vérifié	Chargé de projet		





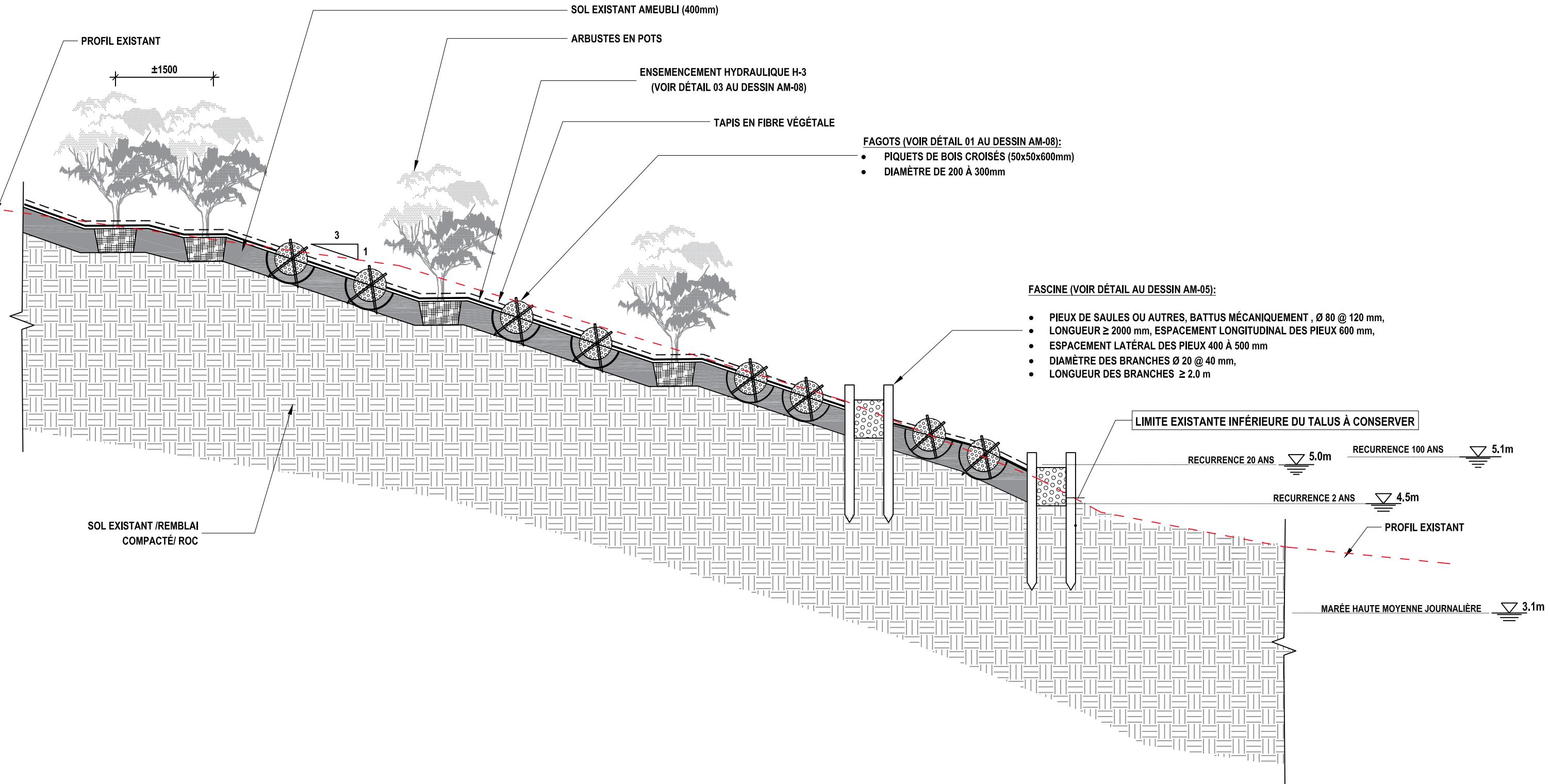
NOTES POUR LA PLANTATION DES PLANÇONS:

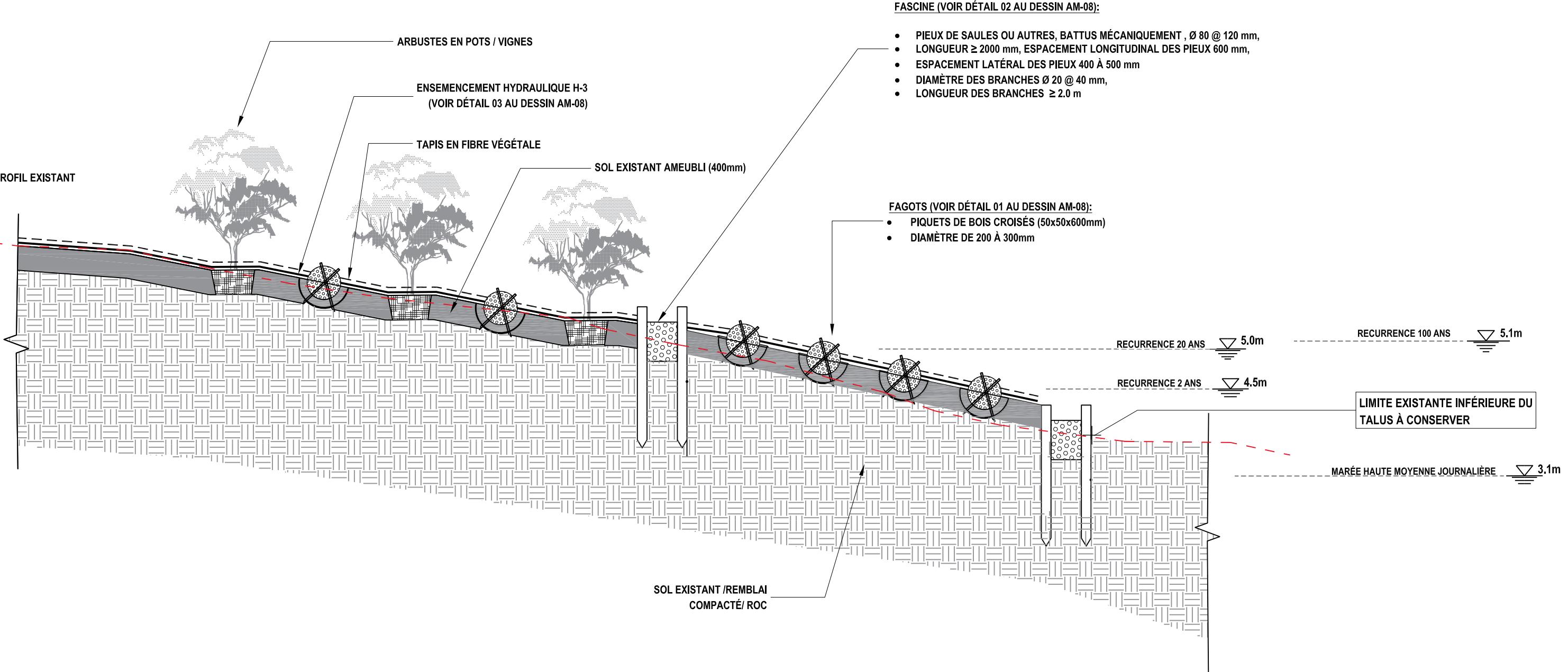
- Les espèces végétales choisies devront être pré-approuvées avant la plantation.
- Les variétés arbustives sélectionnées devront avoir une hauteur minimale générale à maturité de 2000 mm;
- Les végétaux doivent appartenir à des espèces convenant à la zone de rusticité des terrains où ils doivent être plantés.
- Les végétaux doivent appartenir à des espèces convenant à l'emplacement où ils sont destinés.
- À la fin de la saison d'automne de la première année de croissance, les tiges devront être coupées à +/- 30 cm de la surface de l'enrochement, après la chute des feuilles.
- L'installation des boutures doit être effectuée pendant la période de dormance des végétaux, soit au printemps dès que les sols sont dégelés jusqu'à l'apparition des feuilles, ou à l'automne entre la fin de l'août (mi-septembre) et le début du gel des sols. Les travaux pourront se terminer au plus tard le 31 octobre.

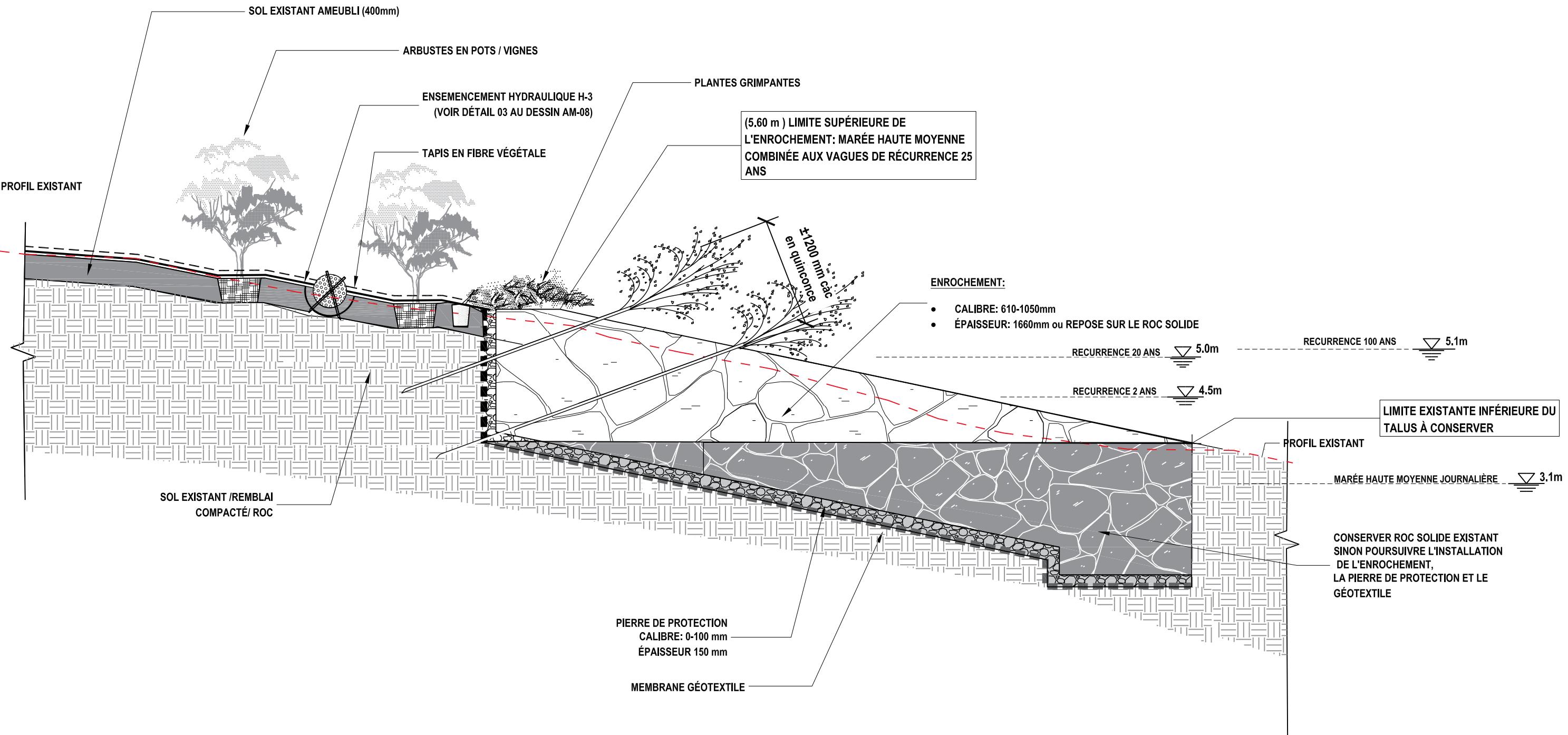
Nom fichier: 2020.04.08_167040090_COUPES.DWG
2019-10-27
AAAA.MM.JJ
Camille Zaroubi
Préparé
Mario Heppell
Vérifié
Camille Zaroubi
Dessiné
Joëlle Duguay
Chargé de projet

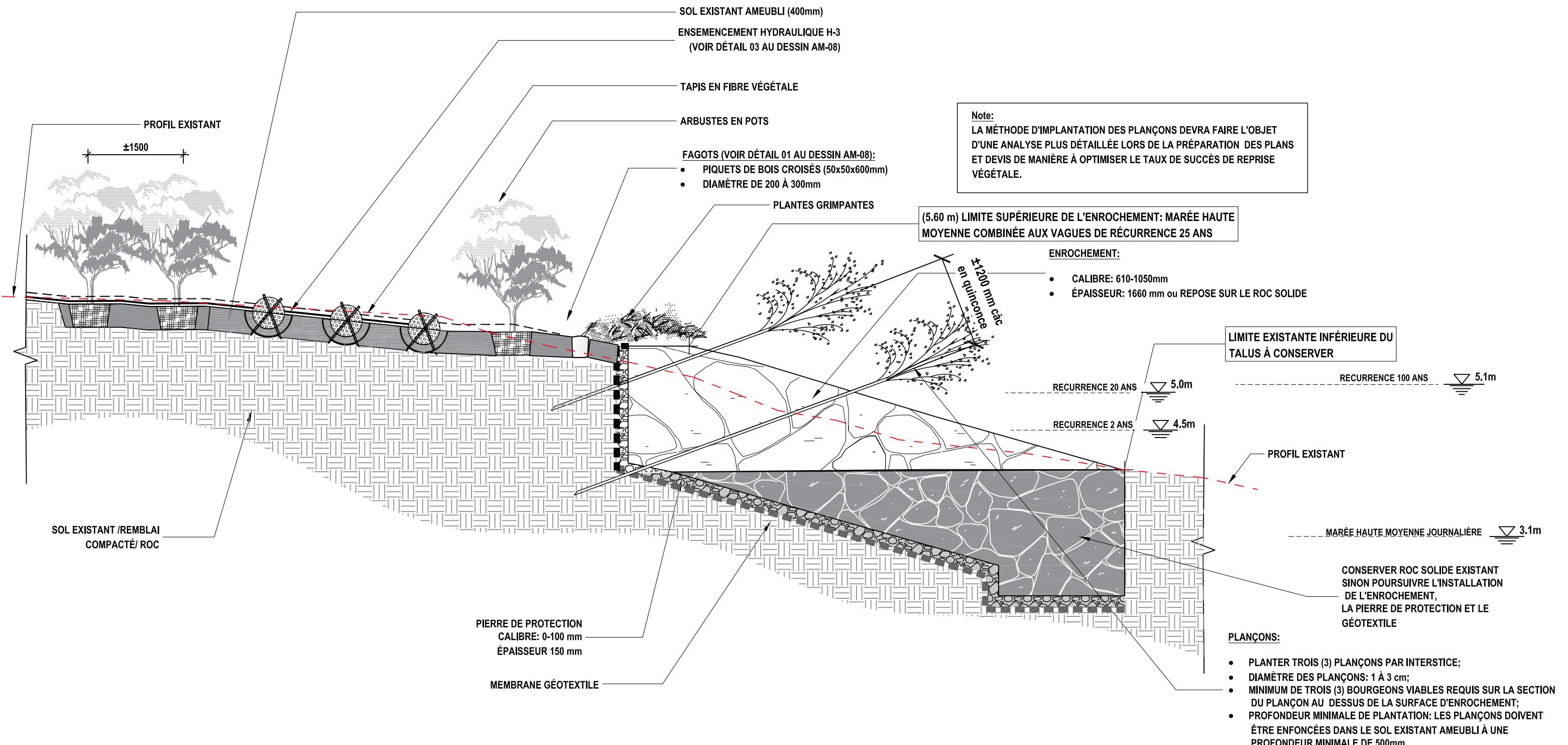
Client/Projet
VILLE DE QUÉBEC
ÉTUDE D'IMPACT, PLAGE
JACQUES-CARTIER
QUESTIONS MELCC

Titre
COUPE TYPE - Tronçon 6b
N° Projet
167040090
Révision
00
Échelle
1:50
Date Révision
2020.04.24
Feuille
09 de 14
N° dessin
AM-06b







**NOTES POUR LA PLANTATION DES PLANÇONS:**

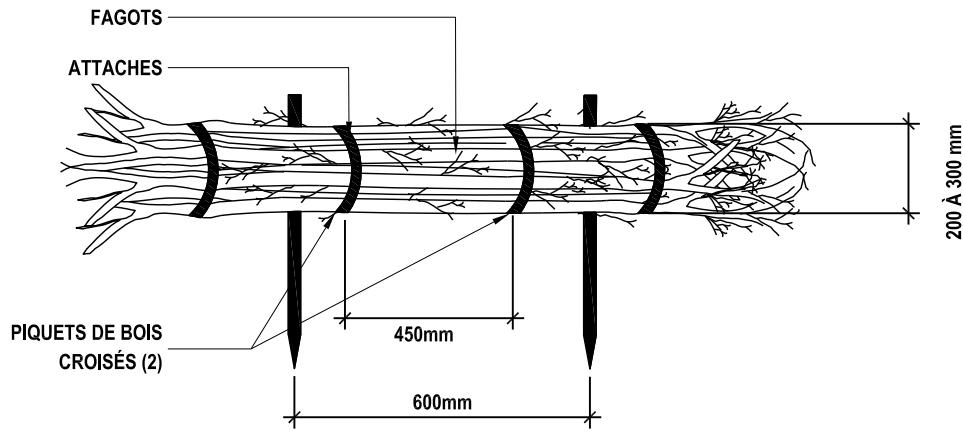
1. Les espèces végétales choisies devront être pré-approuvées avant la plantation.
2. Les variétés arbustives sélectionnées devront avoir une hauteur minimale générale à maturité de 2000 mm;
3. Les végétaux doivent appartenir à des espèces convenant à la zone de rusticité des terrains où ils doivent être plantés.
4. Les végétaux doivent appartenir à des espèces convenant à l'emplacement où ils sont destinés.
5. À la fin de la saison d'automne de la première année de croissance, les tiges devront être coupées à +/- 30 cm de la surface de l'enrochement, après la chute des feuilles.
6. L'installation des boutures doit être effectuée pendant la période de dormance des végétaux, soit au printemps dès que les sols sont dégelés jusqu'à l'apparition des feuilles, ou à l'automne entre la fin de l'août (mi-septembre) et le début du gel des sols. Les travaux pourront se terminer au plus tard le 31 octobre.

Nom fichier: 2020.04.08_167040090_COUPES.DWG
2019-10-27
AAAA.MM.JJ
Camille Zaroubi
Préparé
Mario Heppell
Vérifié
Camille Zaroubi
Dessiné
Joëlle Duguay
Chargé de projet

Client/Projet
VILLE DE QUÉBEC
ÉTUDE D'IMPACT, PLAGE
JACQUES-CARTIER
QUESTIONS MELCC

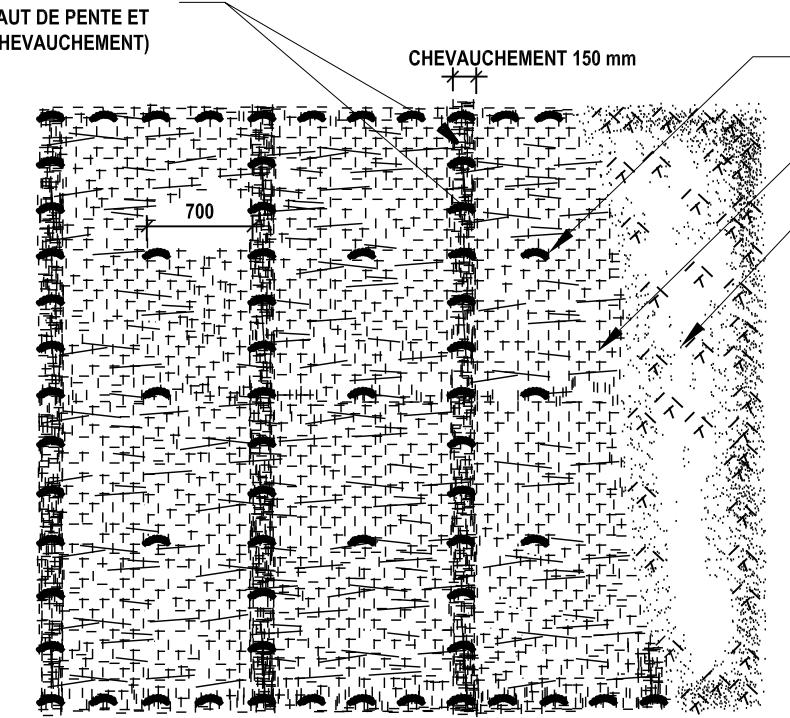
Titre
COUPE TYPE - Tronçon 7b

N° Projet 167040090	Échelle 1:50	Date Révision 2020.04.24
Révision 00	Feuille	N° dessin AM-07b
13 de 14		



01 FAGOTS - VUE LATÉRALE (sans échelle)

CRAMPON MÉTALLIQUE À 500 mm
CENTRE À CENTRE
(HAUT DE PENTE ET
CHEVAUCHEMENT)



02 FASCINES - VUE EN PLAN (sans échelle)

CHEVAUCHEMENT 150 mm

CRAMPON METALLIQUE À 1000 mm CENTRE À CENTRE

MATELAS

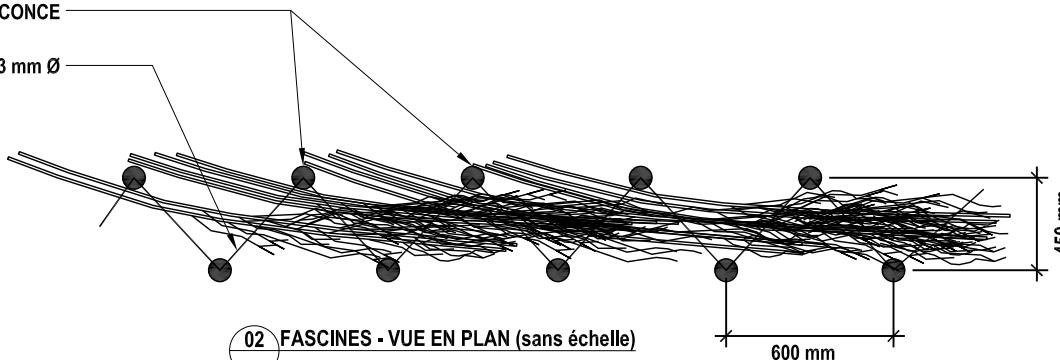
ENSEMENCEMENT HYDRAULIQUE SOUS LE MATELAS

pente

03 ENSEMENCEMENT HYDRAULIQUE PROTÉGÉ PAR UN MATELAS DE FIBRE DE BOIS
OU DE PAILLE - VUE EN PLAN (sans échelle)

PIEUX DISPOSÉS EN QUINCONCE

FIL DE FER OU PETIT CÂBLE, > 3 mm Ø



03 ENSEMENCEMENT HYDRAULIQUE PROTÉGÉ PAR UN MATELAS DE FIBRE DE BOIS
OU DE PAILLE - VUE EN PLAN (sans échelle)

NOTES POUR LA PLANTATION DES PLANÇONS:

- Les espèces végétales choisies devront être pré-approvées avant la plantation;
- Les variétés arbustives sélectionnées devront avoir une hauteur minimale générale à maturité de 2000 mm;
- Les végétaux doivent appartenir à des espèces convenant à la zone de rusticité des terrains où ils doivent être plantés.
- Les végétaux doivent appartenir à des espèces convenant à l'emplacement où ils sont destinés.
- À la fin de la saison d'automne de la première année de croissance, les tiges devront être coupées à +/- 30 cm de la surface de l'enrochemen, après la chute des feuilles.
- L'installation des boutures doit être effectuée pendant la période de dormance des végétaux, soit au printemps dès que les sols sont dégelés jusqu'à l'apparition des feuilles, ou à l'automne entre la fin de l'aoûtement (mi- septembre) et le début du gel des sols. Les travaux pourront se terminer au plus tard le 31 octobre.



Stantec Experts-conseils ltée
1260, boul. Lebourgneuf, bureau 250
Québec (Québec) G2K 2G2
Tél. 418.626.1688
www.stantec.com

Nom fichier: 2020.04.08_167040090_COUPES.DWG
2019-02-27
AAAA.MM.JJ

Camille Zaroubi
Préparé
Mario Heppell
Vérifié

Camille Zaroubi
Dessiné
Joëlle Duguay
Chargé de projet

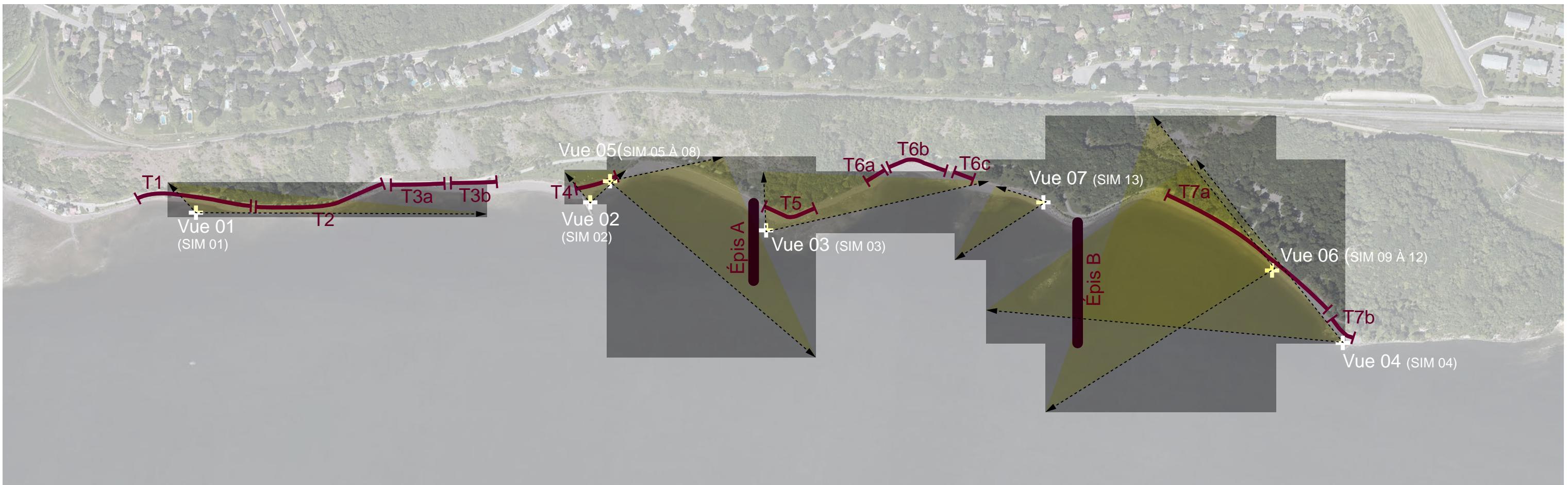
Client/Projet
VILLE DE QUÉBEC
ÉTUDE D'IMPACT, PLAGE
JACQUES-CARTIER
QUESTIONS MELCC

Titre
DÉTAILS TYPE

N° Projet
167040090
Révision
00
Échelle
1:50
Feuille
14 de 14
Date Révision
2020.04.24
N° dessin
AM-08

Annexe B SIMULATIONS VISUELLES





INDEX DES VUES

- **SIM 01** - Vue à partir de la plage à marée basse vers les tronçons 1, 2, 3a et 3b (Vers Nord) - **AVANT ET APRÈS**
- **SIM 02** - Vue à partir de la plage à marée basse vers le tronçon 4 (Vers Nord-Ouest) - **AVANT ET APRÈS**
- **SIM 03** - Vue à partir de la plage à marée basse vers les tronçons 5 et, 6b et 6c (Vers N-O) avec épis de 3.32 mètres - **AVANT ET APRÈS**
- **SIM 04** - Vue à partir de la plage à marée basse vers les tronçons 5 et 6a, 6b et 6c (Vers N-O) - **AVEC ET SANS ÉPIS**
- **SIM 05** - Vue vers l'épi B et les tronçons 6a, 6b, 6c et 7a depuis l'extrémité Est du tronçon 7b (Vers l'ouest) - **AVANT ET APRÈS**
- **SIM 06** - Vue vers les épis A et B (2 mètres de haut) depuis le tronçon 4 à marée basse (Vers le Nord) - **AVANT ET APRÈS**
- **SIM 07** - Vue vers les épis A et B (4.51 mètres de haut) depuis le tronçon 4 à marée basse (Vers le Nord) - **AVANT ET APRÈS**
- **SIM 08** - Vue vers les épis A et B (3.32 mètres de haut) depuis le tronçon 4 à marée haute (Vers le Nord) - **AVANT ET APRÈS**
- **SIM 09** - Vue vers les épis A et B (4.51 mètres de haut) depuis le tronçon 4 à marée haute (Vers le Nord) - **AVANT ET APRÈS**
- **SIM 10** - Vue vers les épis B et A (2 mètres de haut) depuis le tronçon 7a à marée basse (Vers l'ouest) - **AVANT ET APRÈS**
- **SIM 11** - Vue vers les épis B et A (4.51 mètres de haut) depuis le tronçon 7a à marée basse (Vers l'ouest) - **AVANT ET APRÈS**
- **SIM 12** - Vue vers les épis B et A (3.32 mètres de haut) depuis le tronçon 7a à marée haute (Vers l'ouest) - **AVANT ET APRÈS**
- **SIM 13** - Vue vers les épis B et A (4.51 mètres de haut) depuis le tronçon 7a à marée haute (Vers l'ouest) - **AVANT ET APRÈS**
- **SIM 14** - Vue vers l'épi A (3.32 mètres de haut) depuis l'épi B (Vers l'ouest) - **AVANT ET APRÈS**



AVANT



APRÈS

Tronçon 1
(voir coupe type AM-01)

Note:
• Génie végétal: Les simulations du génie végétal représentent la situation prévue après 2 années de croissance.

Tronçon 2
(voir coupe type AM-02)

Tronçon 3
(voir coupe type AM-03)

Épis A



Stantec Experts-conseils ltée
1260, boul. Lebourgneuf, bureau 250
Québec (Québec) G2K 2G2
Tél. 418.626.1688
www.stantec.com

- Heure de prise de vue: 8:39 AM
- Date de prise de vue: 9/22/2019
- Coordonnées de la prise de vue: X = 241107.4051 Y = 5178900.5233
- Hauteur de la marée: 0.8 m (référence zéro des cartes)

Nom fichier: 2019.02.21_167040090_COUPES.DWG
2019-02-26
AAAA.MM.JJ

Camille Zaroubi
Préparé
Mario Heppell
Vérifié

Camille Zaroubi
Dessiné
Joëlle Duguay
Chargé de projet

Client/Projet
VILLE DE QUÉBEC
ÉTUDE D'IMPACT, PLAGE
JACQUES-CARTIER
QUESTIONS MELCC

Titre
Vue à partir de la plage à marée basse vers les
tronçons 1, 2, 3a et 3b (Vers Nord)

N° Projet
167040090
Révision
01
Échelle

Date Révision
20-04-24
Feuille

N° dessin
SIM 01
de



AVANT



APRÈS

Tronçon 4
(voir coupes types AM-04 ET AM-04.1)

Note:

- Génie végétal: Les simulations du génie végétale représentent la situation prévue après 2 années de croissance
- Enrochement: Pour ce tronçon, bien que significatives, les différences structurales sont moins perceptibles que sur les coupes-types.



Stantec Experts-conseils ltée
1260, boul. Lebourgneuf, bureau 250
Québec (Québec) G2K 2G2
Tél. 418.626.1688
www.stantec.com

- Heure de prise de vue: 5:01 PM
- Date de prise de vue: 9/18/2019
- Coordonées de la prise de vue: X = 241639.0637 Y = 5179071.4430
- Hauteur de la marée: 0.8 m (référence zéro des cartes)

Nom fichier: 2019.02.21_167040090_COUPES.DWG
2019-02-26
AAAA.MM.JJ

Camille Zaroubi
Préparé
Mario Heppell
Vérifié

Camille Zaroubi
Dessiné
Joëlle Duguay
Chargé de projet

Client/Projet
VILLE DE QUÉBEC
ÉTUDE D'IMPACT, PLAGE
JACQUES-CARTIER
QUESTIONS MELCC

Titre
Vue à partir de la plage à marée basse vers le
tronçon 4 (Vers Nord-Ouest)

N° Projet
167040090
Révision
01
Échelle

Date Révision
20-04-24
Feuille

N° dessin
SIM 02
de



AVANT



APRÈS

Tronçon 5
(voir coupe type AM-05)

Note:

- Génie végétal: Les simulations du génie végétale représentent la situation prévue après 5 années de croissance.

Tronçon 6b Tronçon 6c
(voir coupes types AM-06b ET AM-06c)



Stantec Experts-conseils ltée
1260, boul. Lebourgneuf, bureau 250
Québec (Québec) G2K 2G2
Tél. 418.626.1688
www.stantec.com

- Heure de prise de vue: 9:09 AM
- Date de prise de vue: 9/22/2019
- Coordonnées de la prise de vue: X = 241882.1394 Y = 5179093.3630
- Hauteur de la marée: 0.9 m (référence zéro des cartes)

Nom fichier:	2019.02.21_167040090_COUPES.DWG	2019-02-26	AAAA.MM.JJ
Camille Zaroubi	Camille Zaroubi		
Préparé	Dessiné		
Mario Heppell	Joëlle Duguay		
Vérifié	Chargé de projet		

Client/Projet
VILLE DE QUÉBEC
ÉTUDE D'IMPACT, PLAGE
JACQUES-CARTIER
QUESTIONS MELCC

Titre
Vue à partir de la plage à marée basse vers les tronçons 5 et, 6b et 6c (Vers N-O) avec épis de 3.32 mètres

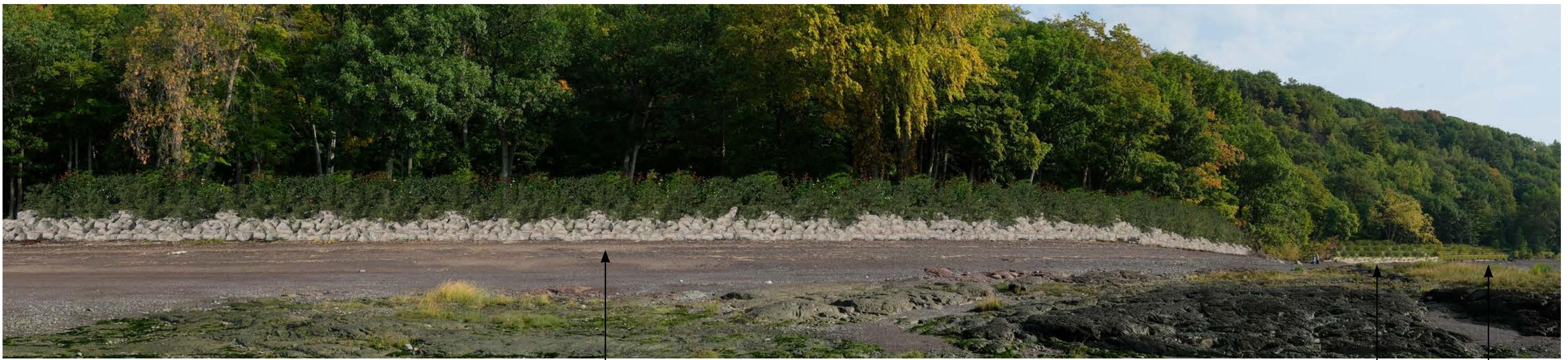
N° Projet	Échelle	Date Révision
167040090		20-04-24
Révision	Feuille	N° dessin
01		de
		SIM 03



AVEC ÉPIS

Tronçon 5
(voir coupe type AM-05)

Tronçon 6b Tronçon 6c
(voir coupes types AM-06b ET AM-06c)



SANS ÉPIS

Tronçon 5
(voir coupe type AM-05.1)

Note:

- Génie végétal: Les simulations du génie végétale représentent la situation prévue après 5 années de croissance.

Tronçon 6b Tronçon 6c
(voir coupes types AM-06b ET AM-06c)



Stantec Experts-conseils ltée
1260, boul. Lebourgneuf, bureau 250
Québec (Québec) G2K 2G2
Tél. 418.626.1688
www.stantec.com

- Heure de prise de vue: 9:09 AM
- Date de prise de vue: 9/2/2019
- Coordonées de la prise de vue: X = 241882.1394 Y = 5179093.3630
- Hauteur de la marée: 0.9 m (référence zéro des cartes)

Nom fichier: 2019.02.21_167040090_COUPES.DWG
2019-02-26
AAAA.MM.JJ

Camille Zaroubi
Préparé

Mario Heppell
Vérifié

Joëlle Duguay
Chargé de projet

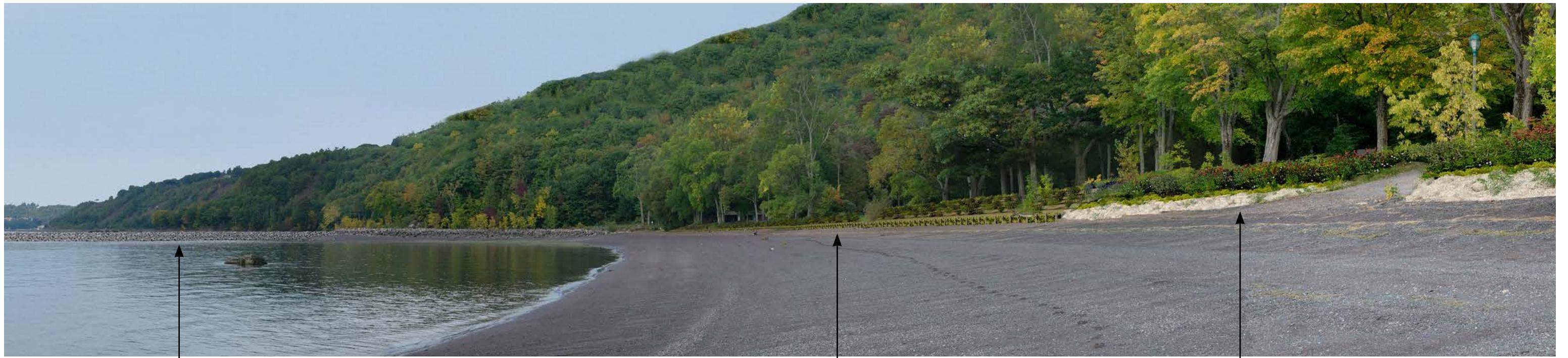
Client/Projet
VILLE DE QUÉBEC
ÉTUDE D'IMPACT, PLAGE
JACQUES-CARTIER
QUESTIONS MELCC

Titre	Vue à partir de la plage à marée basse vers les tronçons 5 et, 6b et 6c (Vers N-O) avec et sans épis		
N° Projet	167040090	Échelle	Date Révision 20-04-24
Révision	01	Feuille	N° dessin de SIM 04

SIM 04



AVANT



APRÈS

Épis B

Note:

- Génie végétal: Les simulations du génie végétale représentent la situation prévue après 5 années de croissance.

Tronçon 7a

(voir coupes types AM-07a et AM-07a1)

Tronçon 7b

(voir coupe type AM-07b)



Stantec Experts-conseils ltée
1260, boul. Lebourgneuf, bureau 250
Québec (Québec) G2K 2G2
Tél. 418.626.1688
www.stantec.com

- Heure de prise de vue: 9:24 AM
- Date de prise de vue: 9/22/2019
- Coordonées de la prise de vue: X = 242731.7750 Y = 5179163.8614
- Hauteur de la marée: 1.1 m (référence zéro des cartes)

Nom fichier: 2019.02.21_167040090_COUPES.DWG
2019-02-26
AAAA.MM.JJ

Camille Zaroubi
Préparé
Mario Heppell
Vérifié

Camille Zaroubi
Dessiné
Joëlle Duguay
Chargé de projet

Client/Projet
VILLE DE QUÉBEC
ÉTUDE D'IMPACT, PLAGE
JACQUES-CARTIER
QUESTIONS MELCC

Titre
Vue vers l'épi B et les tronçons 6a, 6b, 6c et 7a
depuis l'extrémité Est du tronçon 7b (Vers l'ouest)

N° Projet
167040090
Révision
01
Echelle

Date Révision
20-04-24
Feuille

N° dessin
SIM 05
de



AVANT



APRÈS

Notes:

- Génie végétal: Les simulations du génie végétale représentent la situation prévue après 2 années de croissance
- Herbiers: Il s'agit d'une projection du développement après un minimum de 5 années de croissance



Stantec Experts-conseils ltée
1260, boul. Lebourgneuf, bureau 250
Québec (Québec) G2K 2G2
Tél. 418.626.1688
www.stantec.com

- Heure de prise de vue: 9:59 AM
- Date de prise de vue: 9/22/2019
- Coordonées de la prise de vue: X = 241633.4510 Y = 5179132.1304
- Hauteur de la marée: 1.5 m (référence zéro des cartes)

Nom fichier: 2019.02.21_167040090_COUPES.DWG
2019-02-26
AAAA.MM.JJ
Camille Zaroubi
Préparé
Mario Heppell
Vérifié
Camille Zaroubi
Dessiné
Joëlle Duguay
Chargé de projet

Client/Projet
VILLE DE QUÉBEC
ÉTUDE D'IMPACT, PLAGE
JACQUES-CARTIER
QUESTIONS MELCC

Titre
Vue vers les épis A et B (2 mètres de haut) depuis le
tronçon 4 à marée basse (Vers le Nord)
N° Projet
167040090
Révision
01
Échelle
Date Révision
20-04-24
Feuille
N° dessin
de
SIM 06



AVANT



APRÈS

Tronçon 4
(voir coupes types AM-05 ET AM-04.1)

Notes:

- Génie végétal: Les simulations du génie végétale représentent la situation prévue après 2 années de croissance
- Herbiers: Il s'agit d'une projection du développement après un minimum de 5 années de croissance



Stantec Experts-conseils ltée
1260, boul. Lebourgneuf, bureau 250
Québec (Québec) G2K 2G2
Tél. 418.626.1688
www.stantec.com

- Heure de prise de vue: 9:59 AM
- Date de prise de vue: 9/22/2019
- Coordonées de la prise de vue: X = 241633.4510 Y = 5179132.1304
- Hauteur de la marée: 1.5 m (référence zéro des cartes)

Nom fichier: 2019.02.21_167040090_COUPES.DWG
2019-02-26
AAAA.MM.JJ

Camille Zaroubi
Préparé
Mario Heppell
Vérifié

Camille Zaroubi
Dessiné
Joëlle Duguay
Chargé de projet

Client/Projet
VILLE DE QUÉBEC
ÉTUDE D'IMPACT, PLAGE
JACQUES-CARTIER
QUESTIONS MELCC

Titre
Vue vers les épis A et B (4.51 mètres de haut) depuis
le tronçon 4 à marée basse (Vers le Nord)

N° Projet
167040090
Révision
01
Echelle

Date Révision
20-04-24
Feuille

N° dessin
SIM 07
de



AVANT



APRÈS

Tronçon 4
(voir coupes types AM-05 ET AM-04.1)

Épis B (3.32 mètres)

Épis A (3.32 mètres)



Stantec Experts-conseils ltée
1260, boul. Lebourgneuf, bureau 250
Québec (Québec) G2K 2G2
Tél. 418.626.1688
www.stantec.com

- Heure de prise de vue: 11:18 AM
- Date de prise de vue: 9/19/2019
- Coordonées de la prise de vue: X = 241633.4510 Y = 5179132.1304
- Hauteur de la marée: 4.0 m (référence zéro des cartes)

Nom fichier: 2019.02.21_167040090_COUPES.DWG
2019-02-26
AAAA.MM.JJ

Camille Zaroubi
Préparé
Mario Heppell
Vérifié

Camille Zaroubi
Dessiné
Joëlle Duguay
Chargé de projet

Client/Projet
VILLE DE QUÉBEC
ÉTUDE D'IMPACT, PLAGE
JACQUES-CARTIER
QUESTIONS MELCC

Titre
Vue vers les épis A et B (3.32 mètres de haut) depuis
le tronçon 4 à marée haute (Vers le Nord)

N° Projet
167040090
Révision
01
Echelle

Date Révision
20-04-24
Feuille

N° dessin
SIM 08
de



AVANT



APRÈS

Tronçon 4
(voir coupes types AM-05 ET AM-04.1)

Épis B (4.51 mètres)

Épis A (4.51 mètres)



Stantec Experts-conseils ltée
1260, boul. Lebourgneuf, bureau 250
Québec (Québec) G2K 2G2
Tél. 418.626.1688
www.stantec.com

- Heure de prise de vue: 11:18 AM
- Date de prise de vue: 9/19/2019
- Coordonées de la prise de vue: X = 241633.4510 Y = 5179132.1304
- Hauteur de la marée: 4.0 m (référence zéro des cartes)

Nom fichier: 2019.02.21_167040090_COUPES.DWG
2019-02-26
AAAA.MM.JJ

Camille Zaroubi
Préparé
Mario Heppell
Vérifié

Camille Zaroubi
Dessiné
Joëlle Duguay
Chargé de projet

Client/Projet
VILLE DE QUÉBEC
ÉTUDE D'IMPACT, PLAGE
JACQUES-CARTIER
QUESTIONS MELCC

Titre
Vue vers les épis A et B (4.51 mètres de haut) depuis
le tronçon 4 à marée haute (Vers le Nord)

N° Projet
167040090
Révision
01
Echelle

Date Révision
20-04-24
Feuille

N° dessin
SIM 09
de



AVANT



APRÈS

Notes:

- Génie végétal: Les simulations du génie végétale représentent la situation prévue après 2 années de croissance
- Herbiers: Il s'agit d'une projection du développement après un minimum de 5 années de croissance



Stantec Experts-conseils ltée
1260, boul. Lebourgneuf, bureau 250
Québec (Québec) G2K 2G2
Tél. 418.626.1688
www.stantec.com

- Heure de prise de vue: 9:19 AM
- Date de prise de vue: 9/22/2019
- Coordonées de la prise de vue: X = 242631.8603 Y = 5179243.6946
- Hauteur de la marée: 1.0 m (référence zéro des cartes)

Nom fichier: 2019.02.21_167040090_COUPES.DWG
2019-02-26
AAAA.MM.JJ
Camille Zaroubi
Préparé
Mario Heppell
Vérifié
Camille Zaroubi
Dessiné
Joëlle Duguay
Chargé de projet

Client/Projet
VILLE DE QUÉBEC
ÉTUDE D'IMPACT, PLAGE
JACQUES-CARTIER
QUESTIONS MELCC

Titre
Vue vers les épis B et A (2 mètres de haut) depuis le
tronçon 7a à marée basse (Vers l'ouest)
N° Projet
167040090
Révision
01
Échelle
Date Révision
20-04-24
Feuille
N° dessin
de
SIM 10



AVANT



APRÈS

Épis B (4.51 mètres)

Herbier

Tronçon 7a (voir coupes types AM-07a et AM-07a1)

Tronçon 7b
(voir coupe type AM-07b)

Notes:

- Génie végétal: Les simulations du génie végétale représentent la situation prévue après 2 années de croissance
- Herbiers: Il s'agit d'une projection du développement après un minimum de 5 années de croissance



Stantec Experts-conseils ltée
1260, boul. Lebourgneuf, bureau 250
Québec (Québec) G2K 2G2
Tél. 418.626.1688
www.stantec.com

- Heure de prise de vue: 9:19 AM
- Date de prise de vue: 9/22/2019
- Coordonnées de la prise de vue: X = 242631.8603 Y = 5179243.6946
- Hauteur de la marée: 1.0 m (référence zéro des cartes)

Nom fichier: 2019.02.21_167040090_COUPES.DWG
2019-02-26
AAAA.MM.JJ

Camille Zaroubi
Préparé
Mario Heppell
Vérifié

Camille Zaroubi
Dessiné
Joëlle Duguay
Chargé de projet

Client/Projet
VILLE DE QUÉBEC
ÉTUDE D'IMPACT, PLAGE
JACQUES-CARTIER
QUESTIONS MELCC

Titre
Vue vers les épis B et A (4.51 mètres de haut) depuis
le tronçon 7a à marée basse (Vers l'ouest)

N° Projet
167040090
Révision
01
Échelle

Date Révision
20-04-24
Feuille

N° dessin
de
SIM 11



AVANT



APRÈS

Épis B (3.32 mètres)

Tronçon 7a (voir coupes types AM-07a et AM-07a1)

Tronçon 7b
(voir coupe type AM-07b)



Stantec Experts-conseils ltée
1260, boul. Lebourgneuf, bureau 250
Québec (Québec) G2K 2G2
Tél. 418.626.1688
www.stantec.com

- Heure de prise de vue: 11:01 AM
- Date de prise de vue: 9/19/2019
- Coordonées de la prise de vue: X = 242631.8603 Y = 5179243.6946
- Hauteur de la marée: 4.1 m (référence zéro des cartes)

Nom fichier: 2019.02.21_167040090_COUPES.DWG
2019-02-26
AAAA.MM.JJ

Camille Zaroubi
Préparé
Mario Heppell
Vérifié

Camille Zaroubi
Dessiné
Joëlle Duguay
Chargé de projet

Client/Projet
VILLE DE QUÉBEC
ÉTUDE D'IMPACT, PLAGE
JACQUES-CARTIER
QUESTIONS MELCC

Titre	Vue vers les épis B et A (3.32 mètres de haut) depuis le tronçon 7a à marée haute (Vers l'ouest)		
N° Projet	167040090	Échelle	Date Révision 20-04-24
Révision	01	Feuille	N° dessin SIM 12
de			



AVANT



APRÈS

Épis B (4.51 mètres)

Tronçon 7a (voir coupes type AM-07a et AM-07a1)

Tronçon 7b
(voir coupe type AM-07b)



Stantec Experts-conseils ltée
1260, boul. Lebourgneuf, bureau 250
Québec (Québec) G2K 2G2
Tél. 418.626.1688
www.stantec.com

- Heure de prise de vue: 11:01 AM
- Date de prise de vue: 9/19/2019
- Coordonées de la prise de vue: X = 242631.8603 Y = 5179243.6946
- Hauteur de la marée: 4.1 m (référence zéro des cartes)

Nom fichier: 2019.02.21_167040090_COUPES.DWG
2019-02-26
AAAA.MM.JJ

Camille Zaroubi
Préparé
Mario Heppell
Vérifié

Camille Zaroubi
Dessiné
Joëlle Duguay
Chargé de projet

Client/Projet
VILLE DE QUÉBEC
ÉTUDE D'IMPACT, PLAGE
JACQUES-CARTIER
QUESTIONS MELCC

Titre	Vue vers les épis B et A (4.51 mètres de haut) depuis le tronçon 7a à marée haute (Vers l'ouest)		
N° Projet	167040090	Échelle	Date Révision 20-04-24
Révision	01	Feuille	N° dessin SIM 13
de			



AVANT



APRÈS

Herbier

Épis A

Note:

- *Herbiers: Il s'agit d'une projection du développement après un minimum de 5 années de croissance*



Stantec Experts-conseils ltée
1260, boul. Lebourgneuf, bureau 250
Québec (Québec) G2K 2G2
Tél. 418.626.1688
www.stantec.com

- Heure de prise de vue: 11:10 AM
- Date de prise de vue: 11/04/2018
- Coordonées de la prise de vue: X = 242220.0403 Y = 5179258.5329
- Hauteur de la marée: 0.5 m (référence zéro des cartes)

Nom fichier: 2019.02.21_167040090_COUPES.DWG
2019-02-26
AAAA.MM.JJ
Camille Zaroubi
Préparé
Mario Heppell
Vérifié
Camille Zaroubi
Dessiné
Joëlle Duguay
Chargé de projet

Client/Projet
VILLE DE QUÉBEC
ÉTUDE D'IMPACT, PLAGE
JACQUES-CARTIER
QUESTIONS MELCC

Titre
Vue vers l'épis A (3.32 mètres de haut) depuis l'épis
B (Vers l'ouest)
N° Projet
167040090
Révision
01
Échelle
Date Révision
20-04-24
Feuille
N° dessin
de
SIM 14

**Annexe C TENEURS EN MES MESURÉS AUX STATIONS DE SUIVI
DE LA QUALITÉ DE L'EAU – RIVIÈRE DU CAP ROUGE**



RIVIÈRE CAP-ROUGE

Matières en suspension (mg/L)

1. Données brutes 2005-2017 de la station aval de la rivière Cap-Rouge (classées par date)

DATE	MES	Station aval
2005-11-02	3	Station 5
2006-03-19	7	Station 5
2006-04-19	8	Station 5
2006-05-10	9	Station 5
2006-06-11	3	Station 5
2006-06-14	7	Station 5
2006-08-10	7	Station 5
2006-09-12	10,1	Station 5
2006-10-16	5	Station 5
2006-11-08	13,2	Station 5
2006-12-05	7	Station 5
2007-04-02	28,2	Station 5
2007-04-30	284	Station 5
2007-07-09	7	Station 5
2007-08-20	3	Station 5
2007-09-10	3	Station 5
2007-10-14	5	Station 5
2007-11-11	2	Station 5
2007-12-10	2	Station 5
2008-04-28	18,9	Station 5
2008-05-11	4	Station 5
2008-06-17	103	Station 5
2008-07-15	6	Station 5
2008-08-26	2	Station 5
2008-09-23	2	Station 5
2008-10-28	4	Station 5
2008-11-10	6	Station 5
2008-12-09	4	Station 5
2009-04-21	17,3	Station 5
2009-05-20	3	Station 5
2009-06-15	4	Station 5
2009-06-16	4	Station 5
2009-07-13	25,7	Station 5
2009-08-04	16,6	Station 5
2009-09-15	3	Station 5
2009-10-13	6	Station 5
2009-11-16	3	Station 5
2009-12-14	2	Station 5
2010-04-13	6	Station 5
2010-05-11	3	Station 5
2010-07-19	25,7	Station 5
2010-08-16	16,6	Station 5
2010-09-20	3	Station 5
2010-10-18	6	Station 5
2010-11-15	3	Station 5
2010-12-06	2	Station 5
2011-06-26	4	Station 5
2011-07-25	4	Station 5
2011-08-29	107	Station 5
2011-09-26	2	Station 5
2011-10-31	3	Station 5
2011-11-28	297	Station 5
2012-04-03	8	Station 9
2012-04-25	8	Station 9
2012-05-07	3	Station 9
2012-05-23	47,3	Station 9
2012-06-06	5	Station 9
2012-06-21	3	Station 9
2012-07-03	6	Station 9
2012-07-18	37,8	Station 9

DATE	MES	Station aval
2012-08-07	51,3	Station 9
2012-08-28	16,9	Station 9
2012-09-11	3	Station 9
2012-09-20	6	Station 9
2012-10-03	4	Station 9
2012-10-22	10	Station 9
2012-11-07		Station 9
2012-11-26	9	Station 9
2013-04-08	4	Station 9
2013-04-24	5	Station 9
2013-05-07	4	Station 9
2013-05-22	8	Station 9
2013-06-05		Station 9
2013-06-26	4	Station 9
2013-07-09	4	Station 9
2013-07-30	7	Station 9
2013-08-15	13,6	Station 9
2013-08-29	4	Station 9
2013-09-11	6	Station 9
2013-09-25	4	Station 9
2013-10-09	4	Station 9
2013-10-29	14,1	Station 9
2013-11-07	9	Station 9
2013-11-19	18,7	Station 9
2014-04-07	62	Station 9
2014-04-23	55,3	Station 9
2014-05-08	3	Station 9
2014-05-28	19,7	Station 9
2014-06-03	15,3	Station 9
2014-06-25	6	Station 9
2014-07-07	5	Station 9
2014-07-29	107	Station 9
2014-08-06	8	Station 9
2014-08-25	2	Station 9
2014-09-03	25,8	Station 9
2014-09-23	12,6	Station 9
2014-10-06	6	Station 9
2014-10-27	3	Station 9
2014-11-05	73	Station 9
2014-11-19	4	Station 9
2015-05-05	3	Station 6
2015-05-28	6	Station 6
2015-06-25		Station 6
2015-07-28	4	Station 6
2015-08-25	4	Station 6
2015-09-16	5	Station 6
2015-10-27	4	Station 6
2016-04-26	9	Station 6
2016-05-17	3	Station 6
2016-06-20	3	Station 6
2016-07-20	40,6	Station 6
2016-08-23	24,9	Station 6
2016-09-07	3	Station 6
2016-10-05	3	Station 6
2017-04-25	10,3	Station 6
2017-05-17	7	Station 6
2017-06-20	12,8	Station 6
2017-07-26	9	Station 6
2017-08-23	62,4	Station 6
2017-09-12	3	Station 6
2017-10-17	11,7	Station 6

RIVIÈRE CAP-ROUGE
Matières en suspension (mg/L)

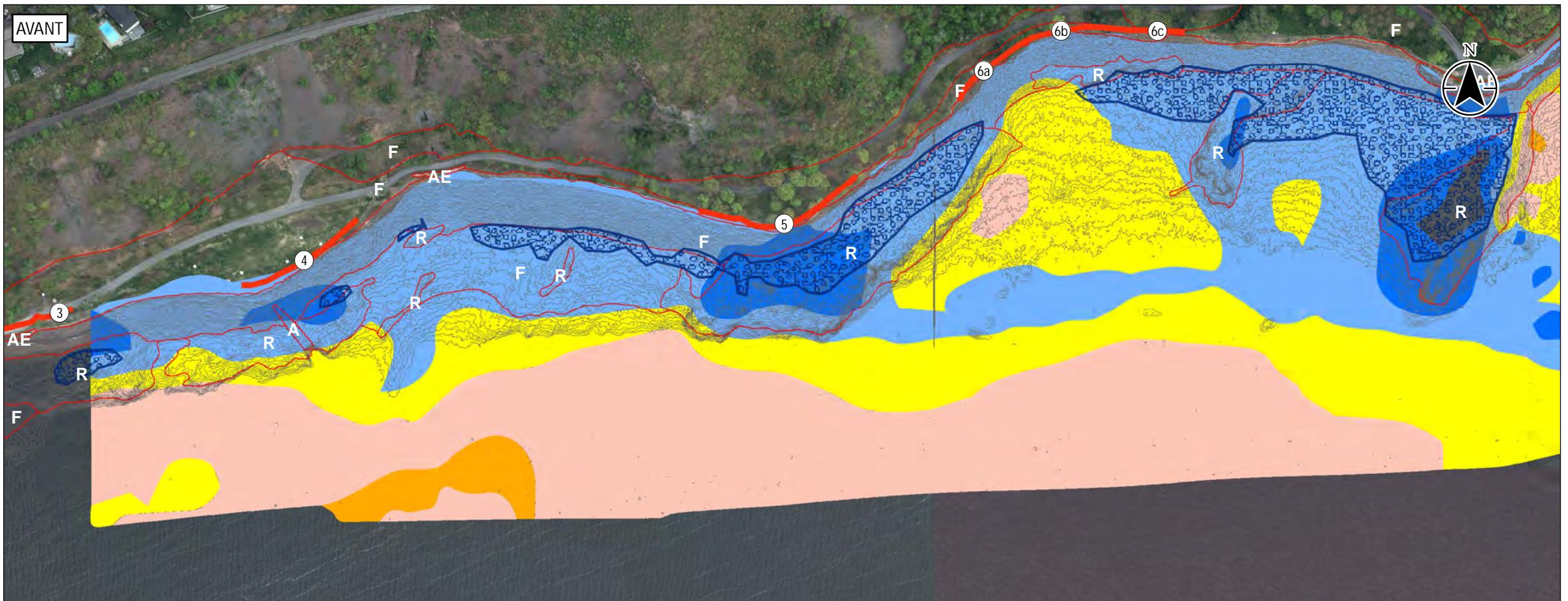
2. Données brutes 2005-2017 de la station aval de la rivière Cap-Rouge (classées par mois)

MOIS	MES	NOM DE LA STATION AVAL	DATE
MARS	7	Station 5	2006-03-19
AVRIL	6,00	Station 5	2010-04-13
AVRIL	8,00	Station 9	2012-04-03
AVRIL	8,00	Station 5	2006-04-19
AVRIL	8,00	Station 9	2012-04-25
AVRIL	9,00	Station 6	2016-04-26
AVRIL	10,30	Station 6	2017-04-25
AVRIL	17,30	Station 5	2009-04-21
AVRIL	18,90	Station 5	2008-04-28
AVRIL	28,20	Station 5	2007-04-02
AVRIL	55,30	Station 9	2014-04-23
AVRIL	62,00	Station 9	2014-04-07
AVRIL	284,00	Station 5	2007-04-30
MAI	3,00	Station 6	2015-05-05
MAI	3,00	Station 9	2012-05-07
MAI	3,00	Station 9	2014-05-08
MAI	3,00	Station 5	2010-05-11
MAI	3,00	Station 6	2016-05-17
MAI	3,00	Station 5	2009-05-20
MAI	4,00	Station 9	2013-05-07
MAI	4,00	Station 5	2008-05-11
MAI	6,00	Station 6	2015-05-28
MAI	7,00	Station 6	2017-05-17
MAI	8,00	Station 9	2013-05-22
MAI	9	Station 5	2006-05-10
MAI	19,70	Station 9	2014-05-28
MAI	47,30	Station 9	2012-05-23
JUIN	3,00	Station 5	2006-06-11
JUIN	3,00	Station 6	2016-06-20
JUIN	3,00	Station 9	2012-06-21
JUIN	4,00	Station 5	2009-06-15
JUIN	4,00	Station 5	2009-06-16
JUIN	4,00	Station 5	2011-06-26
JUIN	4,00	Station 9	2013-06-26
JUIN	5,00	Station 9	2012-06-06
JUIN	6,00	Station 9	2014-06-25
JUIN	7	Station 5	2006-06-14
JUIN	12,80	Station 6	2017-06-20
JUIN	15,30	Station 9	2014-06-03
JUIN	103,00	Station 5	2008-06-17
JUIN		Station 9	2013-06-05
JUIN		Station 6	2015-06-25
JUILLET	4,00	Station 9	2013-07-09
JUILLET	4,00	Station 5	2011-07-25
JUILLET	4,00	Station 6	2015-07-28
JUILLET	5,00	Station 9	2014-07-07
JUILLET	6,00	Station 9	2012-07-03
JUILLET	6,00	Station 5	2008-07-15
JUILLET	7	Station 5	2007-07-09
JUILLET	7,00	Station 9	2013-07-30
JUILLET	9,00	Station 6	2017-07-26
JUILLET	25,70	Station 5	2009-07-13
JUILLET	25,70	Station 5	2010-07-19
JUILLET	37,80	Station 9	2012-07-18
JUILLET	40,60	Station 6	2016-07-20
JUILLET	107,00	Station 9	2014-07-29
AOÛT	2,00	Station 9	2014-08-25
AOÛT	2,00	Station 5	2008-08-26
AOÛT	3,00	Station 5	2007-08-20
AOÛT	4,00	Station 9	2013-04-08

MOIS	MES	NOM DE LA STATION AVAL	DATE
AOÛT	4,00	Station 6	2015-08-25
AOÛT	4,00	Station 9	2013-08-29
AOÛT	5,00	Station 9	2013-04-24
AOÛT	7	Station 5	2006-08-10
AOÛT	8,00	Station 9	2014-08-06
AOÛT	13,60	Station 9	2013-08-15
AOÛT	16,60	Station 5	2009-08-04
AOÛT	16,60	Station 5	2010-08-16
AOÛT	16,90	Station 9	2012-08-28
AOÛT	24,90	Station 6	2016-08-23
AOÛT	51,30	Station 9	2012-08-07
AOÛT	62,40	Station 6	2017-08-23
AOÛT	107,00	Station 5	2011-08-29
SEPTEMBRE	2,00	Station 5	2008-09-23
SEPTEMBRE	2,00	Station 5	2011-09-26
SEPTEMBRE	3,00	Station 6	2016-09-07
SEPTEMBRE	3,00	Station 5	2007-09-10
SEPTEMBRE	3,00	Station 9	2012-09-11
SEPTEMBRE	3,00	Station 6	2017-09-12
SEPTEMBRE	3,00	Station 5	2009-09-15
SEPTEMBRE	3,00	Station 5	2010-09-20
SEPTEMBRE	4,00	Station 9	2013-09-25
SEPTEMBRE	5,00	Station 6	2015-09-16
SEPTEMBRE	6,00	Station 9	2013-09-11
SEPTEMBRE	6,00	Station 9	2012-09-20
SEPTEMBRE	10,10	Station 5	2006-09-12
SEPTEMBRE	12,60	Station 9	2014-09-23
SEPTEMBRE	25,80	Station 9	2014-09-03
OCTOBRE	3,00	Station 6	2016-10-05
OCTOBRE	3,00	Station 9	2014-10-27
OCTOBRE	3,00	Station 5	2011-10-31
OCTOBRE	4,00	Station 9	2012-10-03
OCTOBRE	4,00	Station 9	2013-10-09
OCTOBRE	4,00	Station 6	2015-10-27
OCTOBRE	4,00	Station 5	2008-10-28
OCTOBRE	5,00	Station 5	2007-10-14
OCTOBRE	5,00	Station 5	2006-10-16
OCTOBRE	6,00	Station 9	2014-10-06
OCTOBRE	6,00	Station 5	2009-10-13
OCTOBRE	6,00	Station 5	2010-10-18
OCTOBRE	10,00	Station 9	2012-10-22
OCTOBRE	11,70	Station 6	2017-10-17
OCTOBRE	14,10	Station 9	2013-10-29
NOVEMBRE	2,00	Station 5	2007-11-11
NOVEMBRE	3	Station 5	2005-11-02
NOVEMBRE	3,00	Station 5	2010-11-15
NOVEMBRE	3,00	Station 5	2009-11-16
NOVEMBRE	4,00	Station 9	2014-11-19
NOVEMBRE	6,00	Station 5	2008-11-10
NOVEMBRE	9,00	Station 9	2013-11-07
NOVEMBRE	9,00	Station 9	2012-11-26
NOVEMBRE	13,20	Station 5	2006-11-08
NOVEMBRE	18,70	Station 9	2013-11-19
NOVEMBRE	73,00	Station 9	2014-11-05
NOVEMBRE	297,00	Station 5	2011-11-28
NOVEMBRE		Station 9	2012-11-07
DÉCEMBRE	2,00	Station 5	2010-12-06
DÉCEMBRE	2,00	Station 5	2007-12-10
DÉCEMBRE	2,00	Station 5	2009-12-14
DÉCEMBRE	4,00	Station 5	2008-12-09
DÉCEMBRE	7,00	Station 5	2006-12-05

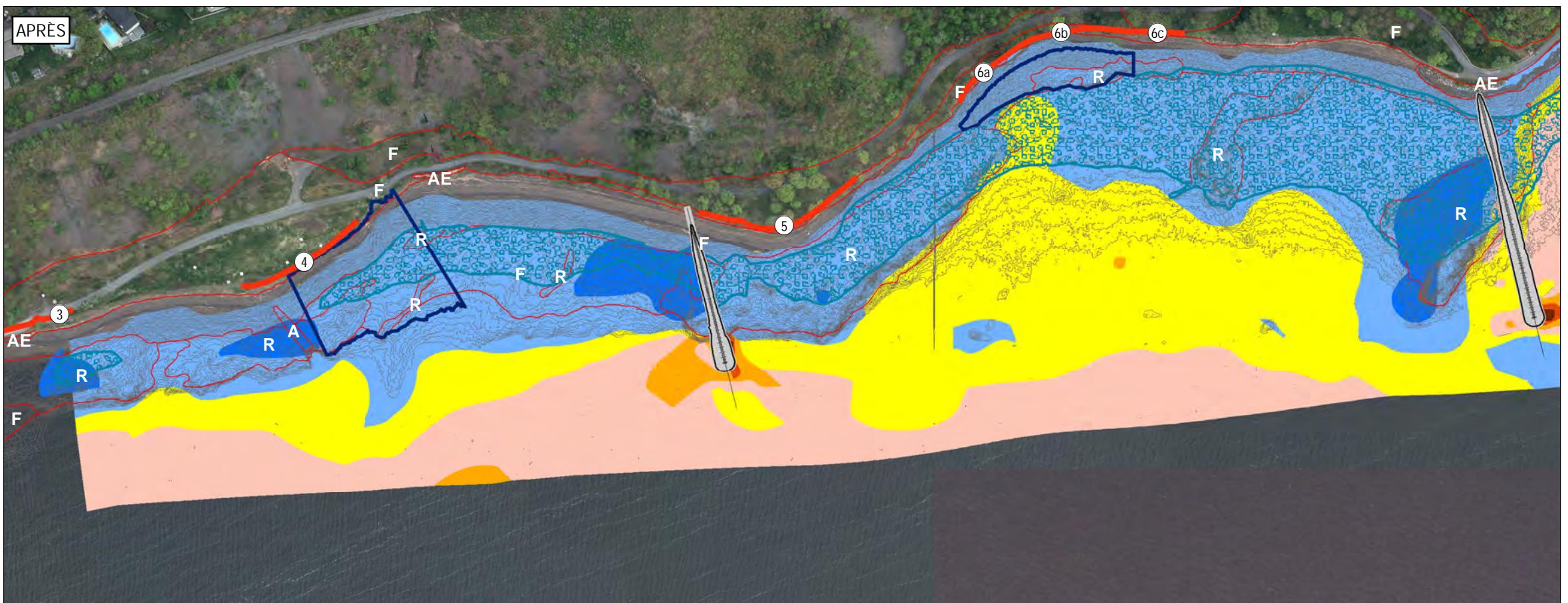
Annexe D EXPANSION DES HERBIERS





- ① Tronçon et identifiant
- Curve de niveau (interval: 0,1 m)
- Épi en enrochemen
- Zone de recharge
- Dépôts de surface**
 - Limite du dépôt sus-jacent
 - F Alluvions
 - A Anthropique
 - AE Enrochemen
 - R Roc
- Zone de dynamique sédimentaire (m)**

-0,025 à -0,010
-0,010 à 0,000
0,000 à 0,010
0,010 à 0,025
0,025 à 0,050
0,050 à 0,100
Plus de 0,100
- Herbier actuel
- Herbier anticipé



0 50 100 mètres
1:3 000
(Au format original 11x17)

Sources

- 1. Système de coordonnées : NAD 1983 MTM 7
- 2. Modélisation hydraulique, zone de recharge, épi, dépôts de surface: Stantec, 2019
- 3. Herbiers actuels : Stantec, 2017
- 4. Imagerie aérienne: Ville de Québec, 2015 (haute résolution) et DigitalGlobe, 2017 (basse résolution)



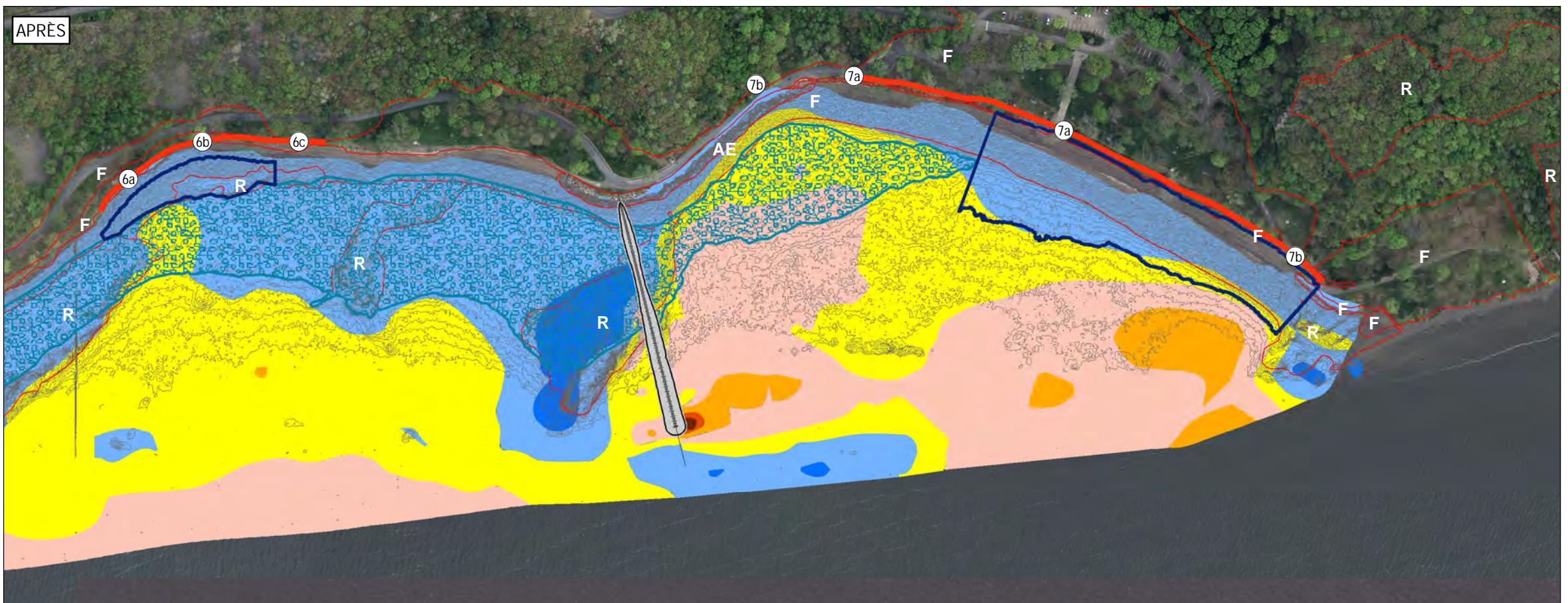
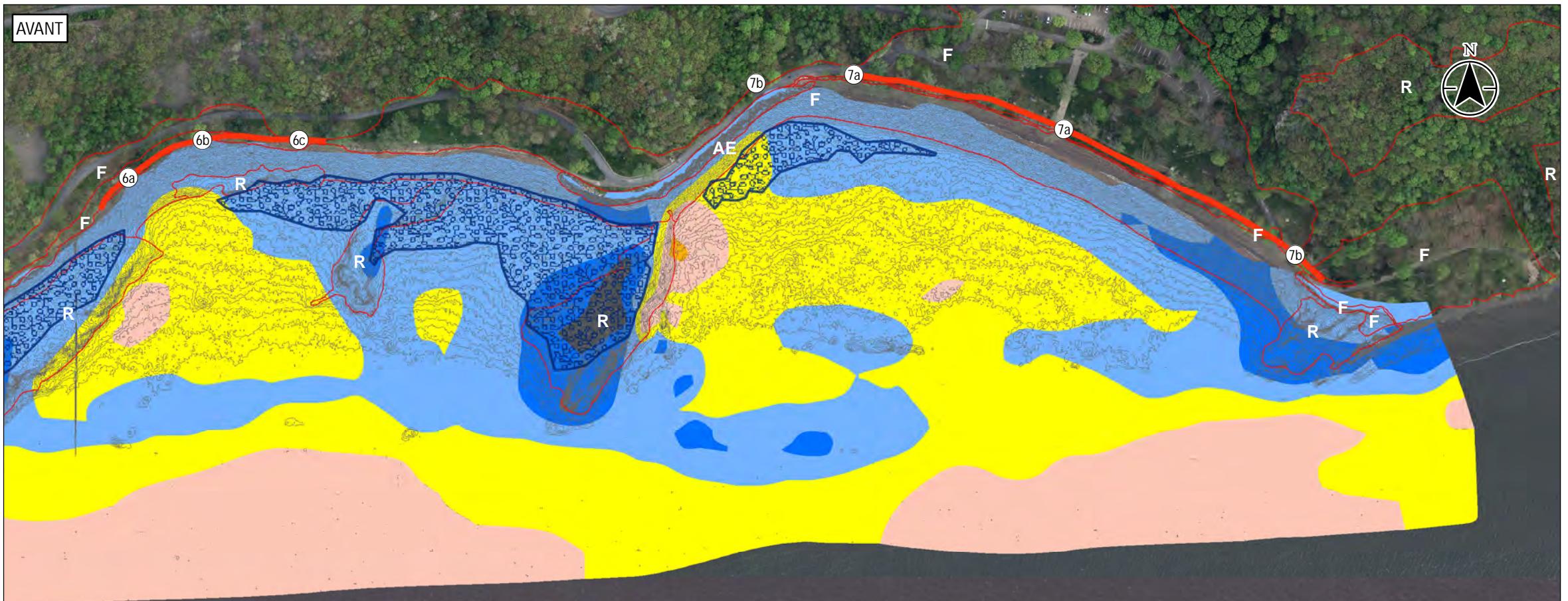
Localisation du projet 167040090-C0014 REVO
Parc de la Plage-Jacques-Cartier Préparé par J.Boulanger/E. Duong le 2019-12-13
Québec, Québec Vérifié par Philippe Roy le 2019-12-13
Révision indépendante par Mario Heppell le 2019-12-13

Client/Projet Ville de Québec
Projet de stabilisation des berges
de la Plage-Jacques-Cartier

Carte No.

6

Titre Expansion anticipée des herbiers avec
épi à 3,32 m



- Curbe de niveau (intervalle: 0,1 m)
- Épi en enrochement
- Zone de recharge
- Dépôts de surface
- Limite du dépôt sus-jacent
- F Alluvions
- A Anthropique
- AE Enrochemement
- R Roc
- Zone de dynamique sédimentaire (m)
- 0,025 à -0,010
- 0,010 à 0,000
- 0,000 à 0,010
- 0,010 à 0,025
- 0,025 à 0,050
- 0,050 à 0,100
- Plus de 0,100
- Herbier actuel
- Herbier anticipé

0 50 100 mètres
1:3 000
(Au format original 11x17)

Sources

- 1. Système de coordonnées : NAD 1983 MTM 7
- 2. Modélisation hydraulique, zone de recharge, épi, dépôts de surface: Stantec, 2019
- 3. Herbiers actuels : Stantec, 2017
- 4. Imagerie aérienne: Ville de Québec, 2015 (haute résolution) et DigitalGlobe, 2017 (basse résolution)



Localisation du projet 167040090-C0014 REVO
Parc de la Plage-Jacques-Cartier Préparé par J.Boulanger/E. Duong le 2019-12-13
Québec, Québec Vérifié par Philippe Roy le 2019-12-13
Révision indépendante par Mario Heppell le 2019-12-13

Client/Projet Ville de Québec
Projet de stabilisation des berges
de la Plage-Jacques-Cartier

Carte No.

6

Titre Expansion anticipée des herbiers avec
épi à 3,32 m