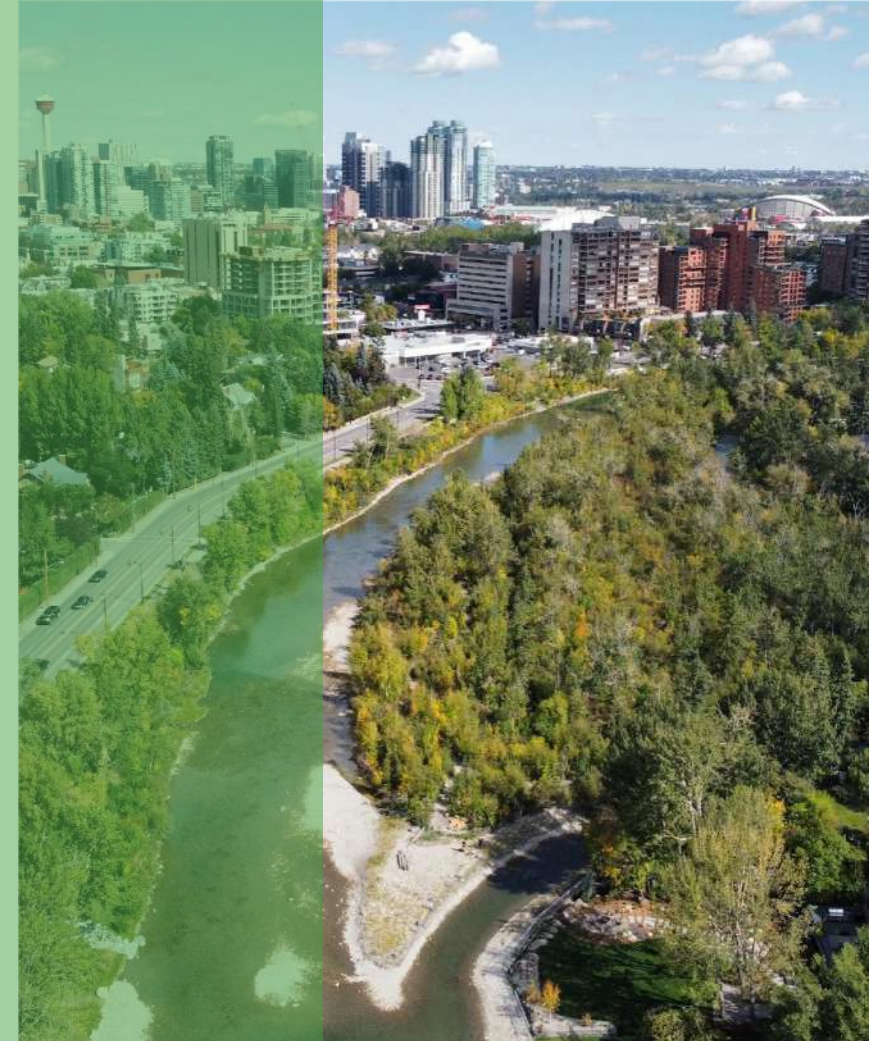


LE PROGRAMME DE SUIVI DES BERGES DE LA VILLE DE CALGARY

MIKE GALLANT, MSCE, P.ENG., CPESC

13 FÉVRIER 2024

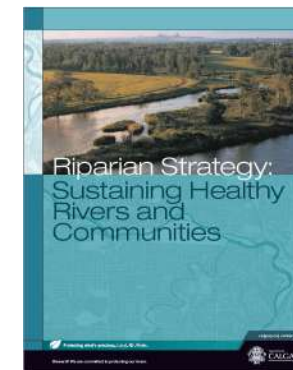
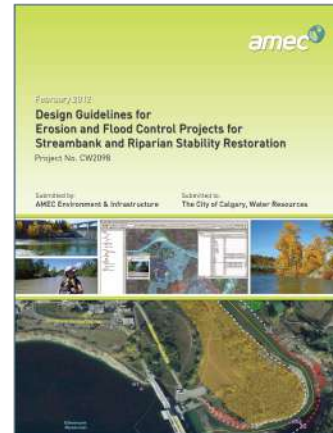
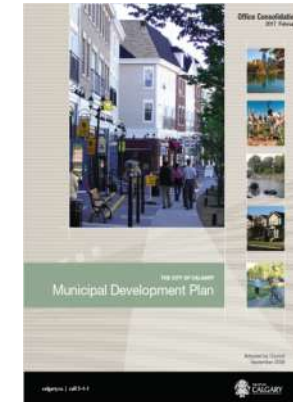
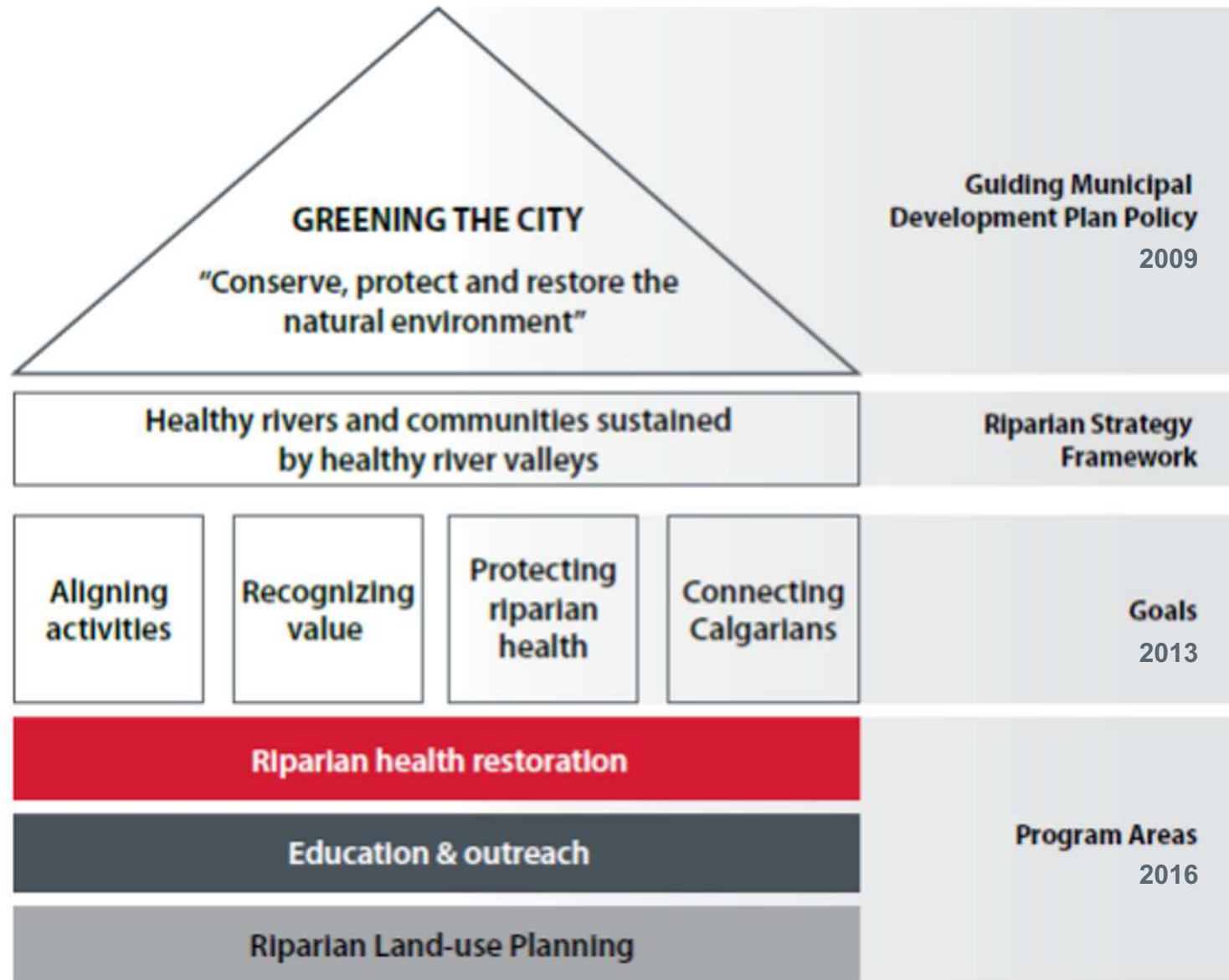


SUJETS ABORDÉS

- LES INITIATIVES DE LA VILLE DE CALGARY
- APERÇU DU PROGRAMME DE SUIVI DES BERGES
- L'EFFICACITÉ DE LA SURVEILLANCE DES BERGES
 - LES OBJECTIFS, LES APPROCHES ET LES MÉTHODES UTILISÉES
 - CONCLUSIONS ET RÉSULTATS
- DÉMONSTRATION GÉNIE VÉGÉTAL ET PROJET ÉDUCATIF -
CONTEXTE ET RÉSULTATS DE SUIVI
- REMERCIEMENTS ET QUESTIONS



DE POLITIQUE D'ORIENTATION À PROGRAMME D' ACTIONS



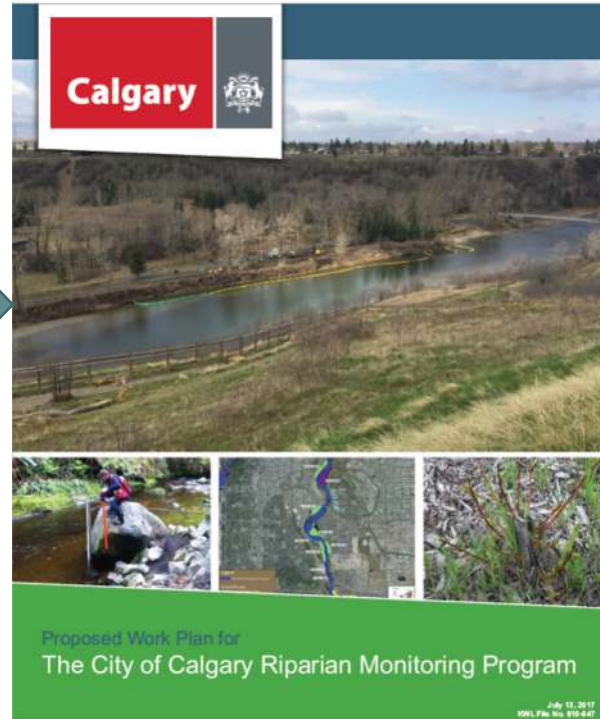
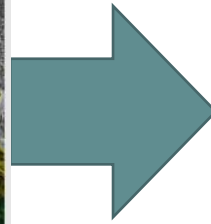
LA POLITIQUE DE PROTECTION DES SOURCES D'EAU DE LA VILLE DE CALGARY

APPROUVÉE PAR LE CONSEIL MUNICIPAL EN OCTOBRE 2020

- ÉLÉMENTS CLÉS DU PLAN DE PROTECTION DES SOURCES D'EAU ET DU PROGRAMME D'ACTION POUR LES BERGES REFLÉTÉS DANS LA POLITIQUE
- LES ASPECTS DE RESTAURATION ET DE SURVEILLANCE DES BERGES SONT IMPLANTÉS À TRAVERS LE PROGRAMME D'ACTION POUR LES BERGES (RIPARIAN ACTION PROGRAM, RAP)



ACTIONS CLÉS DU RAP: SURVEILLER LA SANTÉ DES BANDES RIVERAINES ET ÉVALUER LA PERFORMANCE



Les objectifs principaux sont de mieux comprendre:

- Les tendances à long terme de la santé des berges
- L'efficacité et le succès des techniques de plantation et de génie végétal

Trois mesures clés du RAP:

- Intégration des techniques de génie végétal
- Surveillance et évaluation de la performance des bandes riveraines
- Renforcement des capacités de restauration des bandes riveraines

Programme de suivi des berges (Riparian Monitoring Program, RMP) : surveillance de l'efficacité sur 5 ans

RMP: EFFICACITÉ ET SUIVI DES TENDANCES

Trend Monitoring

Used to establish the nature and direction of riparian health change

Effectiveness Monitoring

Monitoring to assess post-construction conditions and to evaluate changes resulting from the implemented projects

Riparian Health Inventory Sites



Bioengineering Bank Restoration Projects



Site 73 - Caissons de bois - Sue Higgins Park

Riparian Restoration Projects



Site 29 - Soulèvement riverain - Sue Higgins Park



ÇA CONSISTE EN QUOI UNE BERGE EFFICIENTE?

BUT: STABILISATION DES BERGES PAR LA PROTECTION ET LA RÉDUCTION DE L'ÉROSION

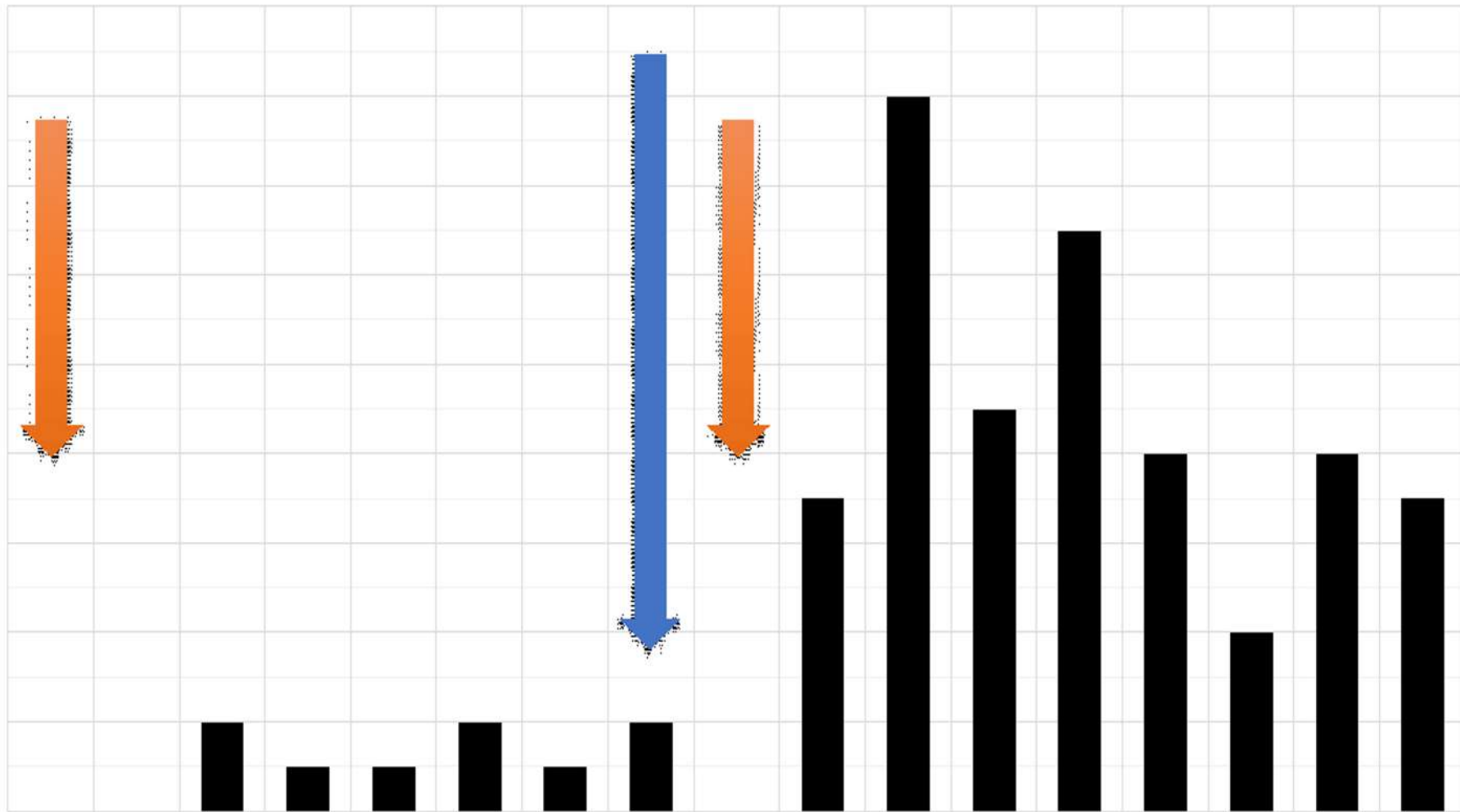
CONSTRUCTION: GÉNIE VÉGÉTAL + COMPOSANTES VÉGÉTALES

EXEMPLES: ENROCHEMENT VÉGÉTALISÉ, BOUTURAGE, COUCHE DE VÉGÉTATION, CAISSON VIVANT

L'EFFICACITÉ DU SUIVI DES OBJECTIFS

- Évaluation de l'efficacité:
 - Techniques de plantation et de génie végétal
 - Procédures d'entretien
- Identification des avantages et limites des techniques de génie végétal
- Développer des recommandations pour:
 - Améliorations de la conception
 - Future surveillance des besoins à long terme
- Rapports
 - Rapports de surveillance annuelle
 - Rapport récapitulatif de fin de programme

PROJETS DE GÉNIE VÉGÉTAL DE CALGARY - 2005-2021



APPROCHE GÉNÉRALE

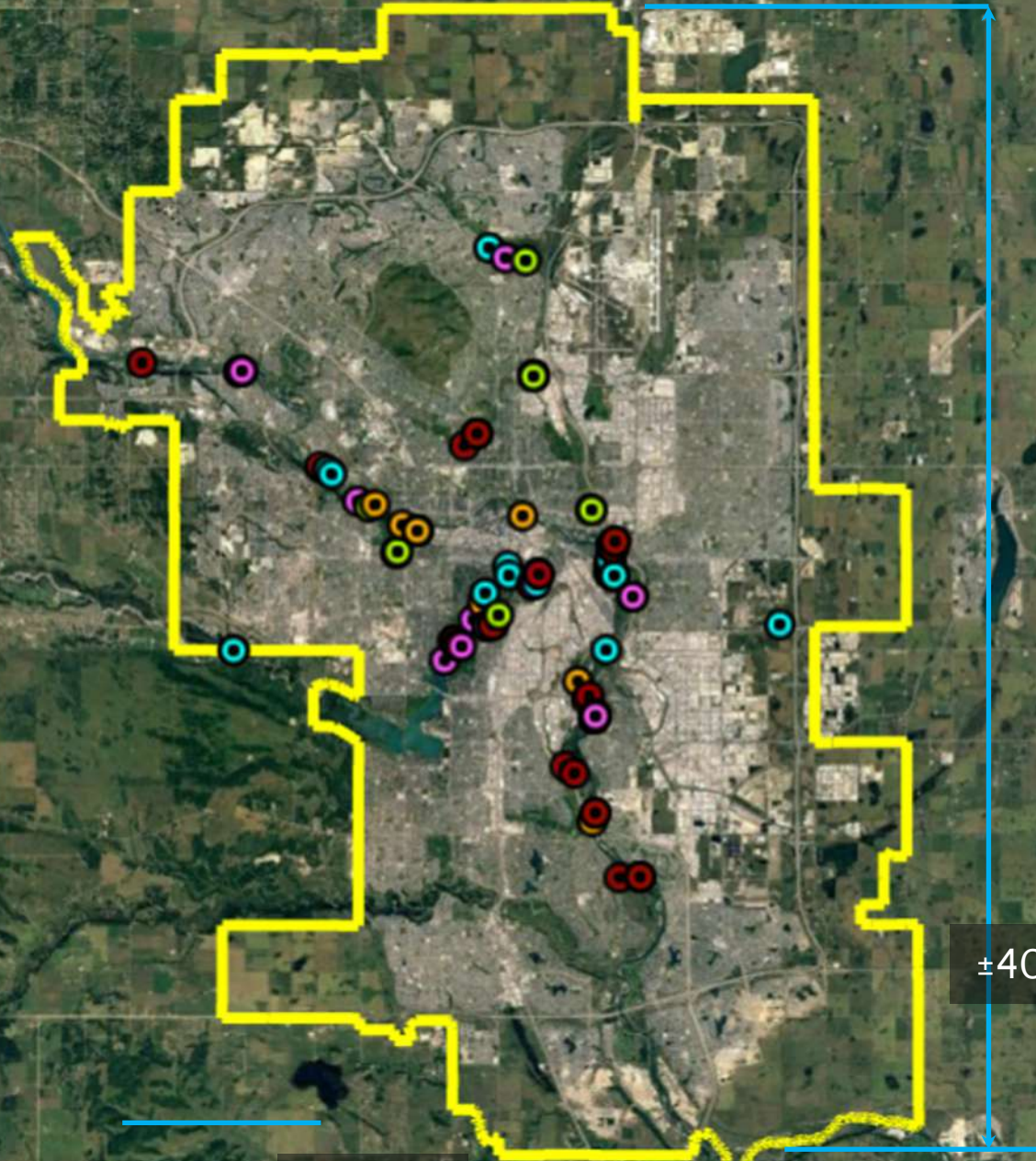
- IDENTIFICATION DE SITES POTENTIELS
- CLASSIFICATION DES SITES EN 5 TYPOLOGIES ET 3 CLASSES D'ÂGE
- MISE EN PLACE DE MÉTHODES DE COLLECTE DE DONNÉES ET DE SYSTÈMES DE NOTATION
- ÉVALUATION DES SITES SÉLECTIONNÉS
- IDENTIFICATION DES SUCCÈS ET APPRENTISSAGES
- RECOMMANDATIONS
- DOCUMENTS ET RAPPORTS



Vegetated Riprap Vegetated Retaining Wall Vegetated Crib Wall Primarily Vegetative Planting



LEGEND			
Year	No. of Sites	Revisit Sites	Failure Sites
2018	19	0	5
2019	18	0	1
2020	21	9	1
2021	21	12	0
2022	20	9	0
Total	99	30	7



Watercourse	No. of Sites
Bow River	41
Elbow River	17
Nose Creek	4
West Nose Creek	3
Confederation Creek	1
Shaganappi Creek	2
Forest Lawn Creek	1
Total	69

Project Delivery	No. of Sites
City of Calgary	51
External	18

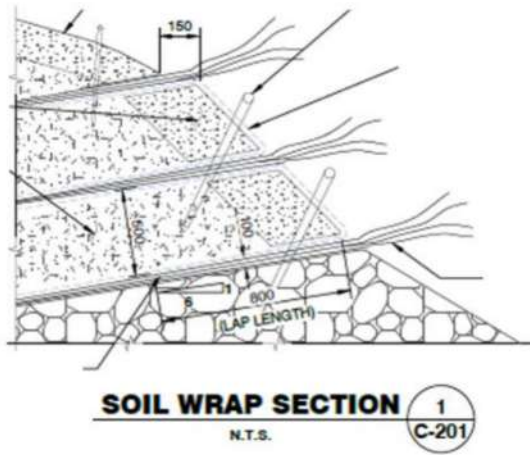
±40km

±25km

L'EFFICACITÉ DES SITES - 2018 À 2022

MÉTHODES DE COLLECTE DE DONNÉES

ÉVALUATION ET RECHERCHE DOCUMENTAIRE



TERRAIN: ÉVALUATION STRUCTURELLE



TERRAIN: ÉVALUATION DE LA VÉGÉTATION



TERRAIN: ÉVALUATION DES DÉFAILLANCES



STATISTIQUES ET LIMITES DES DONNÉES

- BUT DU PROJET : DES STATISTIQUES VALIDES
- ÉCHANTILLONNAGE DE SITE ET DE LA VÉGÉTATION
- TESTS STATISTIQUES POUR LA SIGNIFICATIVITÉ DES VALEURS MÉDIANES/MOYENNES À $P < 0.05$
- LIMITES DE L'ANALYSE ET DE LA COLLECTE DE DONNÉES
- RÉSULTATS IMPORTANTS OBTENUS
- LES RÉSULTATS NON-SIGNIFICATIFS NE SONT PAS INCLUS DANS LE RAPPORT FINAL

Typology	Age Class			
	Year 1	Year 3	Year 5+	Total
Vegetated Riprap	7	8	6	21
Vegetated Retaining Wall	1	2	6	9
Vegetated Crib Wall	8	8	6	22
Primarily Vegetative	11	8	6	25
Planting	5	5	5	15
Total	32	31	29	92

Limites de l'analyse et de la collecte de données

- Collecte de données sur 5 ans
- Documentation disponible
- Observation limitée des activités sur les sites
- Limite de disponibilité de certains types de site
- Coûts, complexité de construction et prérequis pour les autorisations réglementaires ne sont pas inclus dans l'analyse des techniques

POINTS SAILLANTS DU JEU DE DONNÉES DU RMP

- ENSEMBLE DE DONNÉES UNIQUES ET IMPORTANTES
- 69 SITES ET 99 ÉTUDES
- 7040 BOUTURES DE 14 ESPÈCES
- 3872 VÉGÉTAUX DE 31 ESPÈCES CULTIVÉS EN POT
- DONNÉES DE SURVIE ET CROISSANCE:
 - SURVIE APRÈS UN ANS, LONGUEUR DE LA POUSSE ANNUELLE, CROISSANCE APICALE ET DIAMÈTRE ANALYSÉ POUR LES ANNÉES 1, 3 ET 5 ANS ET PLUS
- 57 ESPÈCES D'HERBACÉS



TECHNIQUES DE GÉNIE VÉGÉTAL



LIT DE PLANÇONS
ÉCHANTILLON: 37



MATELAS DE BRANCHES
ÉCHANTILLON: 7



FASCINE
ÉCHANTILLON: 11



BOUTURE
ÉCHANTILLON: 21



PLANTATION
ÉCHANTILLON: 55



CAISSON VÉGÉTALISÉ
ÉCHANTILLON: 10



MUR DE SOUTÈNEMENT VÉGÉTALISÉ



ENROCHEMENT VÉGÉTALISÉ
ÉCHANTILLON: 24



TRESSAGE DE BRANCHE
ÉCHANTILLON: 1

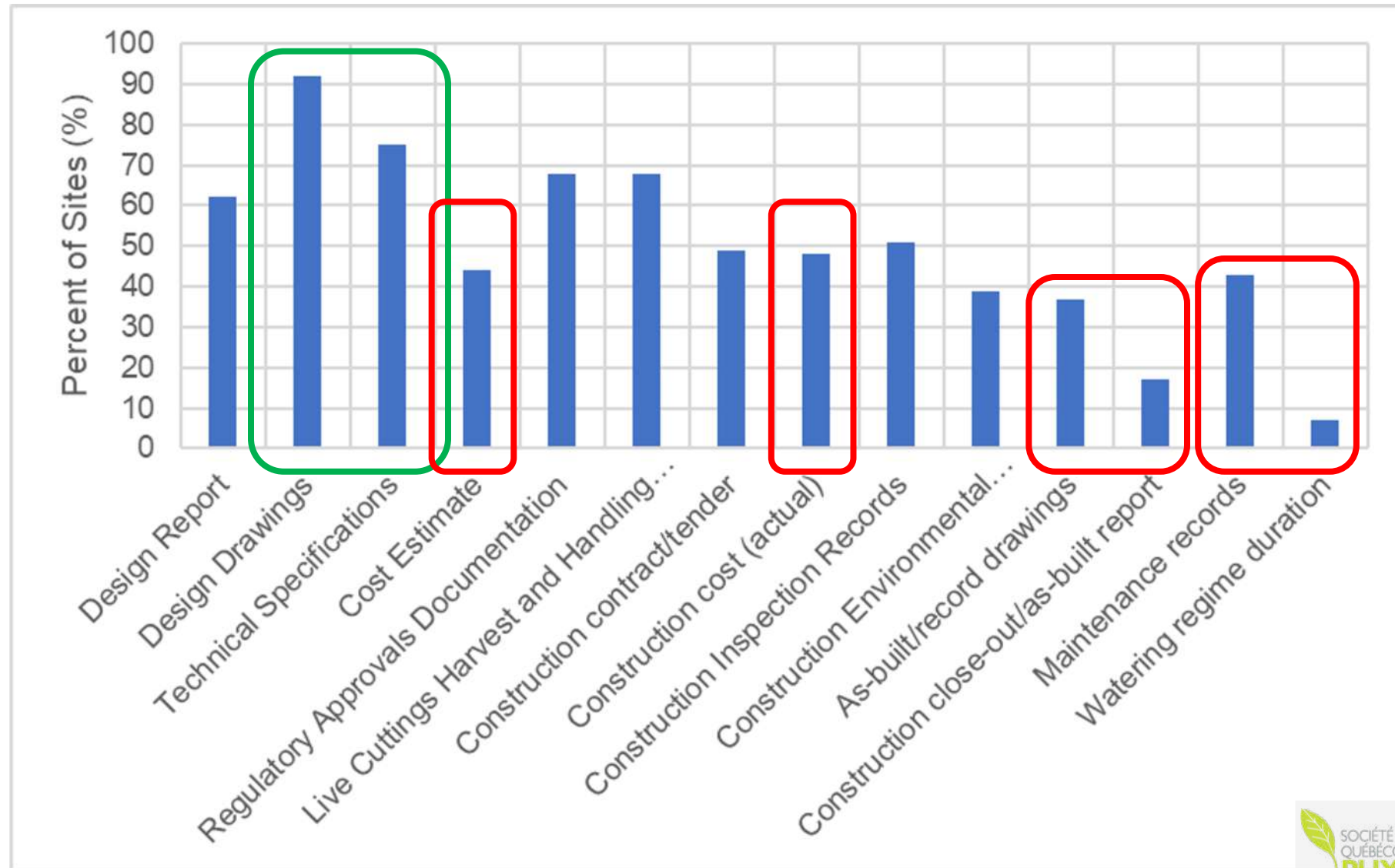
**La grandeur de l'échantillon réfère au nombre de transects effectués de chaque technique*

APERÇU DES CONSTATS/OBSERVATIONS ET RÉSULTATS

- RÉSULTATS DU PROJET DISPONIBLES
- STABILITÉ DU SITE ET OBSERVATIONS DE LA CONDITION DES MATÉRIAUX
- AMÉLIORATIONS DE L'HABITAT
- CONCEPTION ET INSTALLATION VÉGÉTALE
- ÉTABLISSEMENT DE LA VÉGÉTATION
- PRATIQUES DE CONSTRUCTION ET D'ENTRETIEN
- RECOMMANDATIONS DE SURVEILLANCE DE LA PERFORMANCE APRÈS LA MISE EN PLACE
- FACTEURS SPÉCIFIQUES AUX SITES LIMITANT LE SUCCÈS DU PROJET
- DÉFAILLANCES DES SITES
- ÉVALUATION



CONCLUSIONS: RÉSULTATS SELON DOCUMENTATION





GLOBALEMENT, LA STABILITÉ DU SITE EST BONNE



PROBLÉMATIQUES AVEC MATÉRIAUX DE REMBLAI ET ~10% DES SITES AVEC ÉROSION MINEURE

CONSTATS GÉNÉRAUX/ OBSERVATIONS

STABILITÉ DU SITE ET CONDITION DES MATÉRIAUX



GLOBALEMENT, LES MATÉRIAUX SONT EN BONNE CONDITION



21 DES 69 SITES (30%) ONT DES MATÉRIAUX RÉMANENTS SYNTHÉTIQUES QUI PEUVENT POSER DES RISQUES POUR LA BIODIVERSITÉ

CONCEPTION ET INSTALLATION VÉGÉTALE

**BOUTURES EN PROFONDEUR
ET BON TAUX D'HUMIDITÉ
DU SOL**



CHALEUR ET SÉCHERESSE



**BOUTURES PEU PROFONDES
ET SOL EN ANAÉROBIE**



SOLS COMPACTÉS



CONCEPTION ET INSTALLATION VÉGÉTALE - MOMENT DE PLANTATION



PLANTÉ EN AOÛT EN DEHORS DE LA PÉRIODE DE DORMANCE RECOMMANDÉE

PLANTÉ EN AVRIL PENDANT LA PÉRIODE RECOMMANDÉE

Vegetation Type ¹	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC		
Native Plant Seeding ²				*	*	*	*				+	+	+	+
Container Plants ³											+	+	+	+
Live Cuttings - Harvest ⁴														
Live Cuttings - Installation ⁵														



GRANDES BOUTURES ENRACINÉES - PARFAIT POUR CONSTRUCTION D'ÉTÉ



INNOVATION: FOURCHES SOUDÉES À UN GODET

CONSTATS GÉNÉRAUX/ OBSERVATIONS

CONSTRUCTION ET ENTRETIEN



2024



PROBLÉMATIQUES D'INSTALLATION ET D'ENTRETIEN (EX: PAS DE DÉSHÉRBAGE, VÉGÉTAUX ENDOMMAGÉS, PAS D'IRRIGATION)



ENTRETIEN: RÉPARATIONS ET RETRAIT DE CLÔTURE



**COUVERT VÉGÉTAL
COMPLET ET RÉDUCTION
DE VÉGÉTAUX
ENVAHISSANTS**



DRAGEONNEMENT

CONSTATS GÉNÉRAUX/ OBSERVATIONS

ÉTABLISSEMENT DE LA VÉGÉTATION



**CROISSANCE DES
RACINES À TRAVERS LES
INSTALLATIONS**



**SUCCESSION VÉGÉTALE
OBSERVÉE (POUSSES
D'ÉPINETTE)**

CONSTATS GÉNÉRAUX/ OBSERVATIONS – PARCOURS

SITES PARCOURUS



POUSSES



RÉGÉNÉRATION DE LA VÉGÉTATION



APERÇU DES RÉSULTATS STATISTIQUES

- SURVIE DE LA VÉGÉTATION LIGNEUSE SUITE À L'ANNÉE 1
- DONNÉES DE CROISSANCE VÉGÉTATION LIGNEUSE (ANNÉES 1, 3 ET 5 ANS ET PLUS)
- COUVERT VÉGÉTAL LIGNEUX ET DENSITÉ DES POUSSES
- SUCCÈS DE LA GERMINATION DES SEMENCES
- COUVERT D'HERBACÉS ET DIVERSITÉ DES ESPÈCES
- SUIVI DES ESPÈCES HERBACÉES ENVAHISSANTES
- IMPACTS DE LA COMPACTION DU SOL SUR LA CROISSANCE DES VÉGÉTAUX
- SUCCÈS DES TECHNIQUES DE GÉNIE VÉGÉTAL



RÉSULTATS STATISTIQUES - SURVIE À LA PREMIÈRE ANNÉE

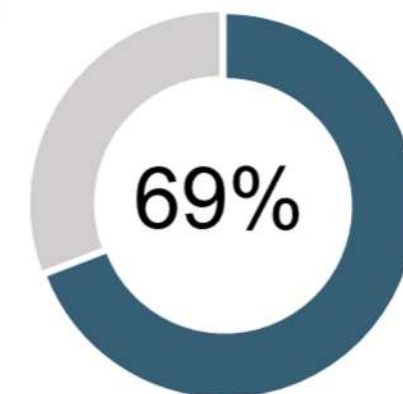
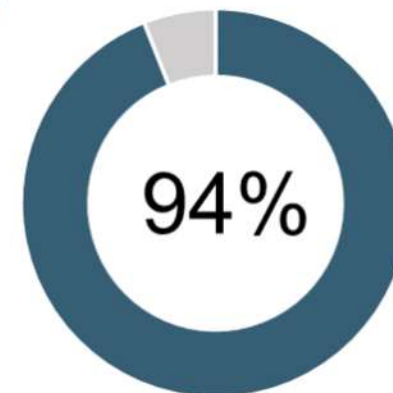
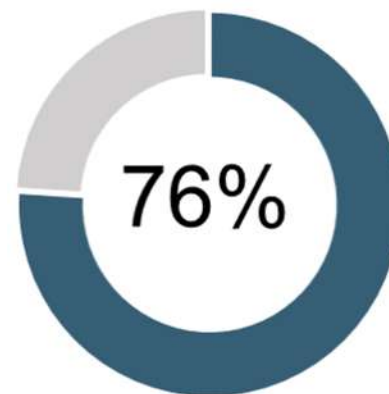
APERÇU VÉGÉTAUX LIGNEUX - SURVIE À L'ANNÉE
1



PLANTS EN POT - SURVIE À L'ANNÉE 1

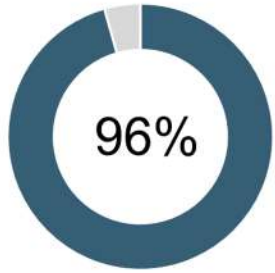


BOUTURES - SURVIE À L'ANNÉE 1

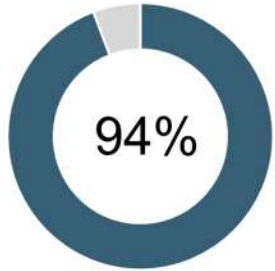


RÉSULTATS STATISTIQUES - SURVIE À LA PREMIÈRE ANNÉE

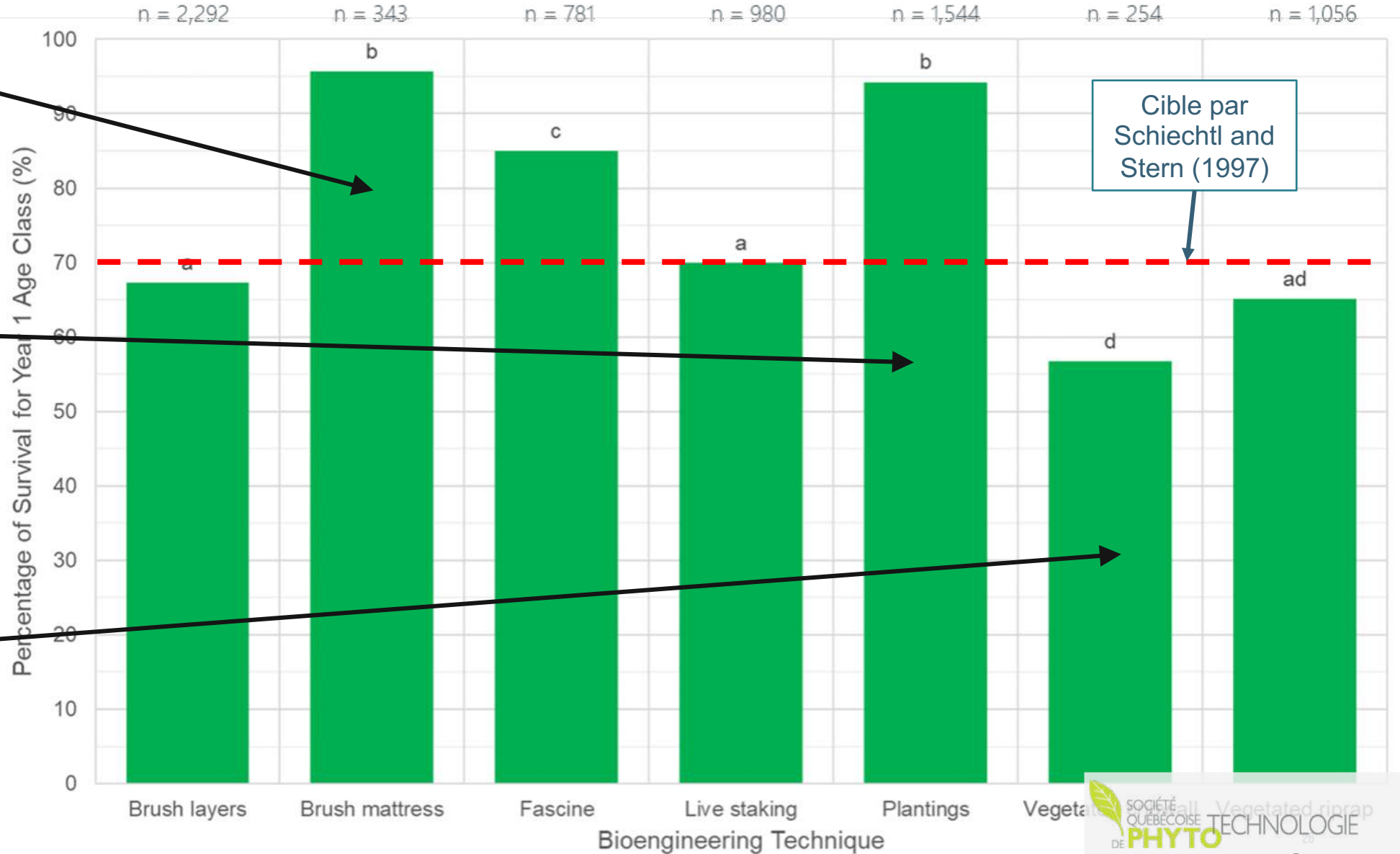
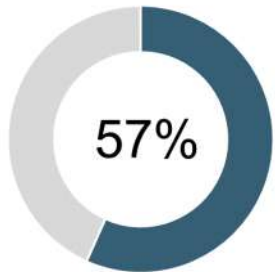
MATELAS DE BRANCHES



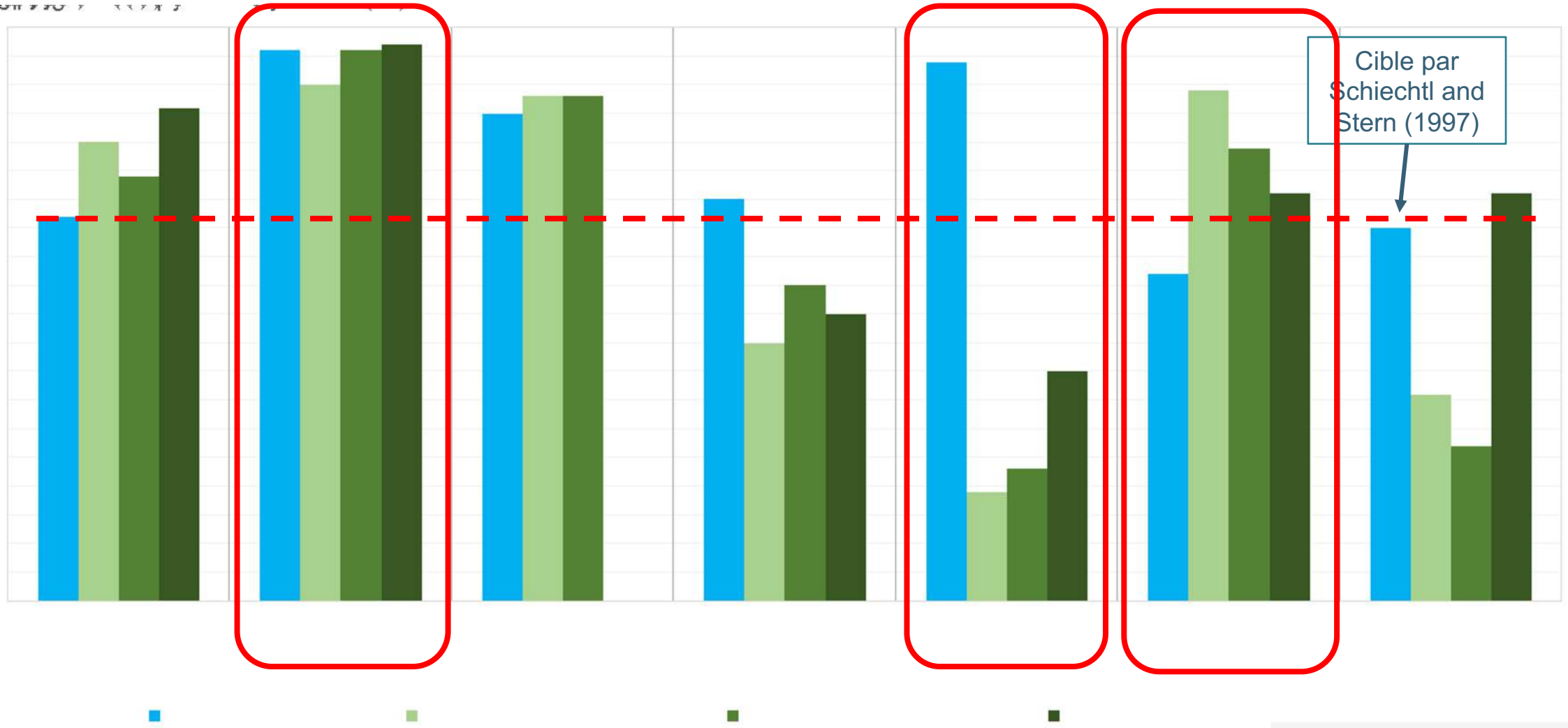
PLANTATION



CAISSON VÉGÉTALISÉ



RÉSULTATS STATISTIQUES - COUVERTURE VÉGÉTALE LIGNEUSE CLASSÉE PAR TECHNIQUE



AUTRES RÉSULTATS STATISTIQUES

AMENDEMENT DU SOL



Mélange des amendements dans le rapport final

CLÔTURE



Surveillance temporaire des clôtures pour 3 ans

COMPACTION DU SOL



78% des sites avec compaction du sol significatif

ESPÈCES D'ARBUSTES LES PLUS PERFORMANTES

- **SAULE DE L'INTÉRIEUR (*SALIX INTERIOR*)**
 - **BASÉ SUR: LA SURVIE À LA PREMIÈRE ANNÉE, LA CROISSANCE APICALE ET LA LONGUEUR DES POUSSES**
- **AUTRES PROPRIÉTÉS BÉNÉFIQUES:**
 - **HABILITÉ À FAIRE DES RACINES À PARTIR DE BOUTURES ET ENRACINEMENT EN PROFONDEUR**
 - **TOLÉRANCE AUX INONDATIONS, À DE GRANDES VITESSES D'ÉCOULEMENT HYDRIQUE, AUX SUBMERSIONS ET AUX SÉCHERESSES**
 - **DRAGEONNE ET SE RÉPAND RAPIDEMENT**
- **INCLURE D'AUTRES ESPÈCES POUR UNE MEILLEURE BIODIVERSITÉ**



ESPÈCES D'HERBACÉS LES PLUS PERFORMANTES

- 57 ESPÈCES ATTENDUES
- HERBACÉS INDIGÈNES LES PLUS PERFORMANTS IDENTIFIÉS
- PLUS DE LA MOITIÉ (N=28) DES ESPÈCES À SEMENCES N'ONT PAS ÉTÉ OBSERVÉS
- 11 ESPÈCES ONT ÉTÉ ENSEMENCÉES 5 FOIS ET PLUS ET N'ONT PAS ÉTÉ RETROUVÉES
- IL FAUT FAVORISER UN MÉLANGE DE SEMENCES



EXEMPLE DE DONNÉES

SUIVI DE PERFORMANCE APRÈS CONSTRUCTION

- COMPARER DONNÉES DU RMP AUX DONNÉES DU NOUVEAU SITE
- BOUTURES PEUPLIER BAUMIER: BON À L'ANNÉE 1, MAIS RETARD À L'ANNÉE 3
- IDENTIFIER TRAJECTOIRES DES PLANTS
- AIDER À IDENTIFIER LES MESURES D'ATTÉNUATION SI NÉCESSAIRES



Species	Post-Construction Year	RMP Shoot Length Data			Measured Average Shoot Length (cm)
		25 th PCTL	Mean	75 th PCTL	
		(cm)	(cm)	(cm)	
Balsam poplar (<i>Populus balsamifera</i>)	1	26	44	56	58
Balsam poplar (<i>Populus balsamifera</i>)	3	67	99	129	68

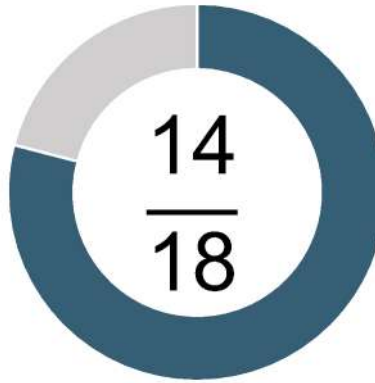
CLASSEMENTS

Overall Score

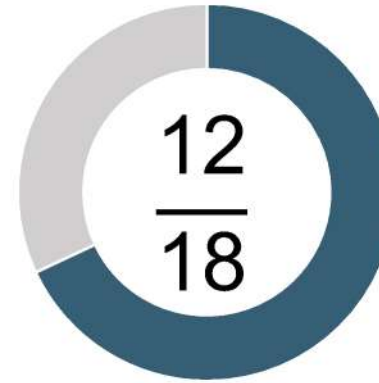
Rating	Weighted Score
Design	/18
Implementation	/18
Maintenance	/18
Success	/24
BRQI	/22
Total	/100

Rating Scores and Categories

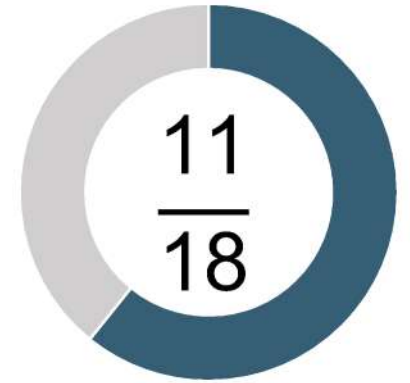
Score	Categories
75-100	Good
50-74	Fair
0-49	Poor



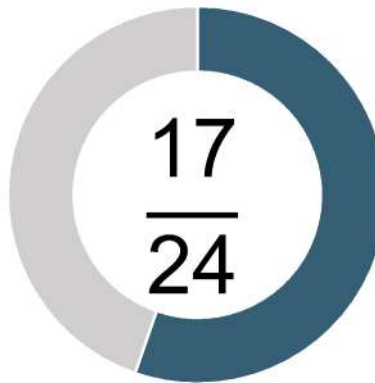
CONCEPTION



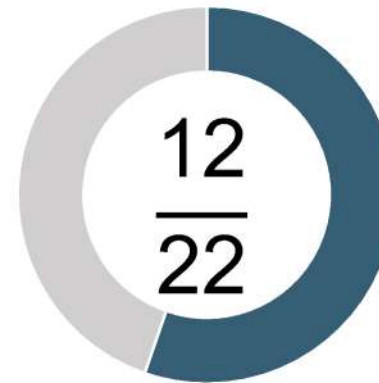
IMPLEMENTATION



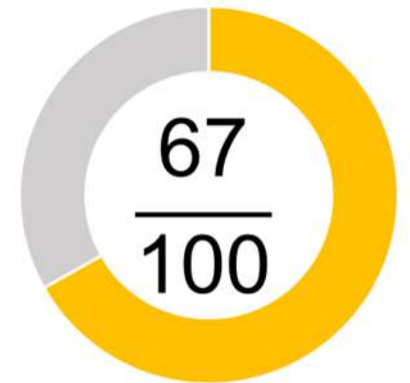
ENTRETIEN



SUCCÈS



BRQI



TOTAL

SITE AVEC LE PLUS HAUT POINTAGE

REPLACEMENT MUR DE SOUTÈNEMENT AVENUE RIVERDALE PHASE 2 - EN AVAL

GRILLAGE VÉGÉTALISÉ AVEC MATELAS DE BRANCHES ET PROTECTION DE PIED AVEC

EXCELLENTE IMPLANTATION DES BOUTURES ENRACINÉES PROFONDÉMENT

POINTAGE GLOBAL: 92/100



RMP PROJET SPÉCIAL: SURVEILLANCE BDEP

- DÉMONSTRATION GÉNIE VÉGÉTAL ET PROJET ÉDUCATIF (BIOENGINEERING DEMONSTRATION AND EDUCATION PROJECT, BDEP)
- PARTENARIAT ENTRE AEPF FISHES ET CoC CONSTRUCTION TERMINÉE EN JUIN 2019
- 680 M DE LA RIVIÈRE BOW À INGLEWOOD (CALGARY)
- 10 ZONES DE TRAITEMENT PAR GÉNIE VÉGÉTAL
- 14 TECHNIQUES UTILISÉES

BEFORE

kwj KERR WOOD LEIDAL
consulting engineers

AFTER

SITE 4 - 215 M DE LONG

- SOL RECOUVERT D'UN ENROCHEMENT
- VIDE REMPLI PAR ENROCHEMENT ET PLANTATION EN MOTTES
- VIDE REMPLI PAR ENROCHEMENT ET PLANTATION COMMUNE

SITE 2 - 135 M DE LONG

- FASCINE EN CAISSON
- MATELAS DE BRANCHES AVEC FASCINE
- LIT DE PLANÇONS
- BOUTURE
- PLANTATION RIVERAINE

SITE 1 - 370 M DE LONG

- ENROCHEMENT VÉGÉTALISÉ AVEC TUTEURAGE
- CAISSON DE BOIS + TAPIS VÉGÉTAL
- CAISSON DE BOIS AVEC ABRI À POISSONS
- MATELAS DE BRANCHES AVEC LIT DE PLANÇONS ET FASCINE
- PLANTATION RIVERAINE

BDEP SURVEILLANCE APRÈS CONSTRUCTION

OBJECTIFS: MONTRER PROGRESSION DU PROJET...

- **HABITAT DES POISSONS**
- **HABITAT FAUNIQUE**
- **SANTÉ RIVERAINE**
- **INTÉGRITÉ STRUCTURELLE DES BERGES**

... SUR UN SITE TYPIQUE D'ENROCHEMENT

- **PROGRAMME SUR 10 ANS: 2019, 2020, 2021, 2023 ET 2028**
- **SURVEILLÉ DANS LE CADRE DU RMP**



BDEP 2019-2021: RÉSUMÉ DES RÉSULTATS DE SUIVI

- Documentation des poissons et oiseaux utilisant ces habitats améliorés
- Plus grand nombre d'animaux sauvages utilisant le corridor faunique de 2019 à 2021
- Santé riveraine s'est améliorée sur tous les sites de +9% à +29%
- Pas d'érosion, d'affouillement ou de déplacement identifié jusqu'à maintenant
- Matériaux utilisés restent en bon état
- Couvert végétal des berges au site 1 était de 89%, site 2 était de 83% et site 4 de 6% en 2021
- Habitat des poissons/faunique, passage de la faune et santé riveraine améliorés VS site conventionnel





PARTAGE DES RÉSULTATS

RMP - ZONES RIVERAINES DE CALGARY: CALGARY.CA/RIPARIAN

DÉMONSTRATION GÉNIE VÉGÉTAL ET PROJET ÉDUCATIF : CALGARY.CA/BDEP

Calgary

**The City of Calgary Riparian Monitoring Program
2018 Summary of Recommendations for Project Managers**

May 2019

The City of Calgary (The City) Riparian Monitoring Program (RMP) is a 5-year monitoring program (2018-2022) with the goal of providing a better understanding of:

1. Long-term riparian health trends, and
2. The effectiveness, limitations, and success factors of recent and ongoing river bank bioengineering, and riparian planting projects to inform continual improvements and best practices for project managers.

2018 Effectiveness Monitoring Sites
RMP monitoring sites were selected from a list provided by The City of 116 bioengineering bank and riparian planting projects constructed over the period of 2007 to 2016. In 2018 the monitoring sites consisted of 19 bioengineering planting sites (shown below in green), and 23 riparian planting sites (shown below in blue). These sites were located along the Bow River, Elbow River, Horse Creek, West Horse Creek, Fish Creek, Shaganappi Creek, and Confederation Creek. Of those sites, 4 bank and 6 riparian sites were identified as failures due to vegetation survival of less than 25% or due to unsuitability for monitoring.

Recommendations on How to Improve Riparian Projects

1. Improve project documentation and record keeping, and share it with the RMP team.
Why? Projects cannot be monitored as part of the RMP without an understanding of the design, implementation and maintenance that occurred. As-built drawings and maintenance records were particularly difficult to track down in 2018. RMP ratings for each project are based on available documentation; projects with incomplete documentation received lower ratings.
2. Apply a soil amendment on live cuttings.
Why? Applying a soil amendment was found to have a statistically significant increase on leader growth and a higher total cutting survival.
How? Use the soil amendment shown in Guideline M of the Design Guidelines for Erosion and Flood Control: Streambanks and Riparian (AMEC, 2012).

2018 RMP Effectiveness Monitoring Sites

Soil amendment application

304 002



RÉSUMÉ

- Données manquantes sur conditions structurelles et l'implantation des végétaux sur les sites de génie végétal
- Connaissances uniques dues à l'importance du jeu de données et du nombre de sites
- Conclusions corroborent l'amélioration par les projets de génie végétal, l'implantation, l'entretien et le succès général de ces projets

Équipe de la Ville de Calgary

Norma Posada (City PM), George Roman, Pamela Duncan, Harpreet Sandhu, Sandy Davis, Narayan Pokhrel, Jonathan Slaney, Caitlyn Howe, Sarah Marshall, Maggie Nelson, Reed Frocklage, Rene Letourneau, Tim Walls, Jason Weiler, James Papineau

Former Water Resources and Parks Business Units Project Managers



ORGANISATIONS EXTERNES

Friends of Fish Creek, Trout Unlimited, Valley Ridge Golf Course, Alberta Agriculture and Irrigation, Alberta Forestry et Parks and Tourism

2024

REMERCIEMENTS ET QUESTIONS

MIKE GALLANT, MSCE, P.ENG., CPESC

MGALLANT@KWL.CA

WWW.KWL.CA

Équipe KWL

KWL: Craig Kipkie, Mike Gallant, Deighen Blakely et Dave Murray

Terra Erosion Control: Pierre Raymond

Cows and Fish: Kathryn Hull

Longview Ecological: Alan Dodd

INRAE: Andre Evette, Delphine Jaymond et Marie-Anne Dusz

Ausenco: Kirsten Norris

