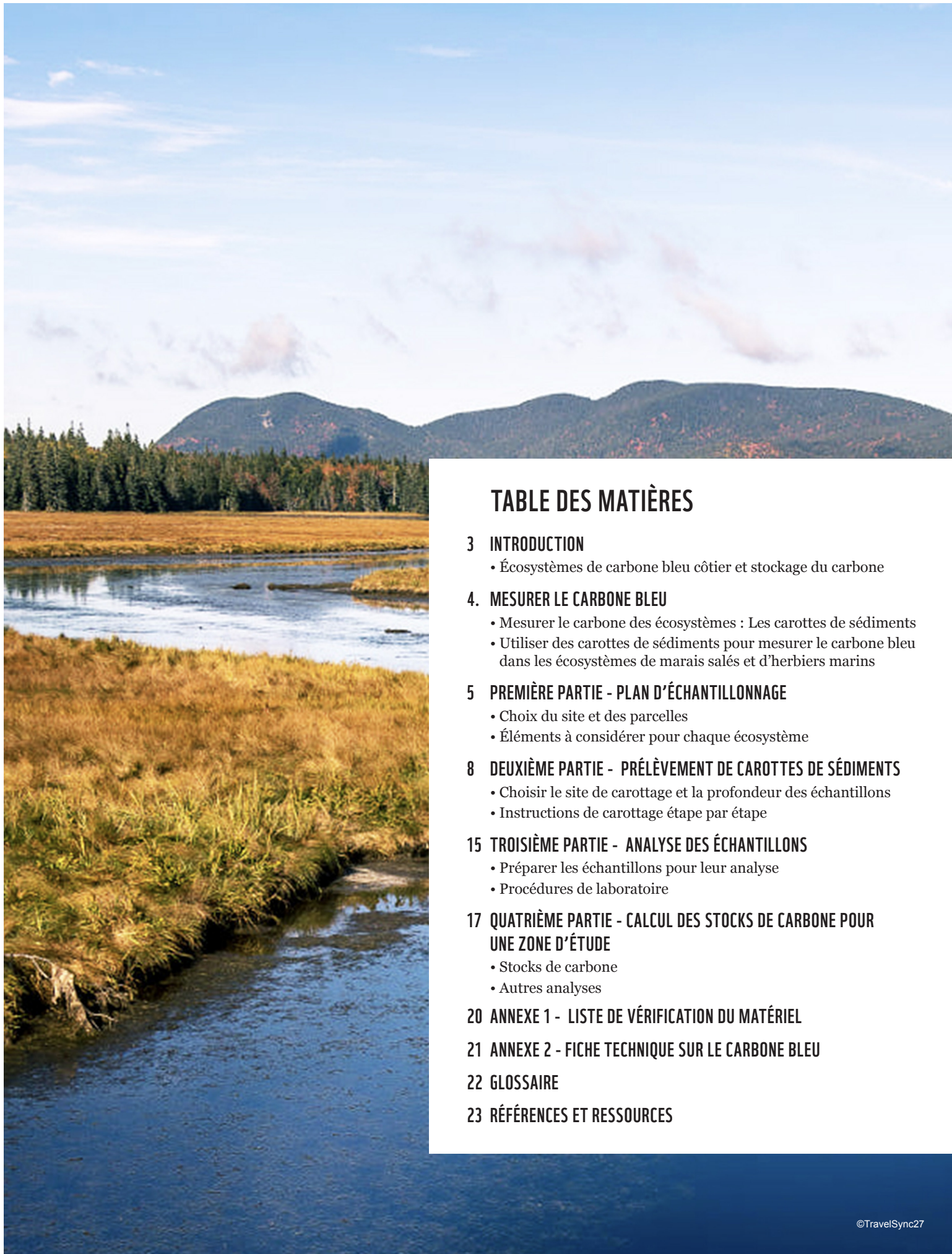




# MESURER LE CARBONE DANS LES SÉDIMENTS CÔTIERS



## TABLE DES MATIÈRES

### 3 INTRODUCTION

- Écosystèmes de carbone bleu côtier et stockage du carbone

### 4. MESURER LE CARBONE BLEU

- Mesurer le carbone des écosystèmes : Les carottes de sédiments
- Utiliser des carottes de sédiments pour mesurer le carbone bleu dans les écosystèmes de marais salés et d'herbiers marins

### 5 PREMIÈRE PARTIE - PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

- Choix du site et des parcelles
- Éléments à considérer pour chaque écosystème

### 8 DEUXIÈME PARTIE - PRÉLÈVEMENT DE CAROTTES DE SÉDIMENTS

- Choisir le site de carottage et la profondeur des échantillons
- Instructions de carottage étape par étape

### 15 TROISIÈME PARTIE - ANALYSE DES ÉCHANTILLONS

- Préparer les échantillons pour leur analyse
- Procédures de laboratoire

### 17 QUATRIÈME PARTIE - CALCUL DES STOCKS DE CARBONE POUR UNE ZONE D'ÉTUDE

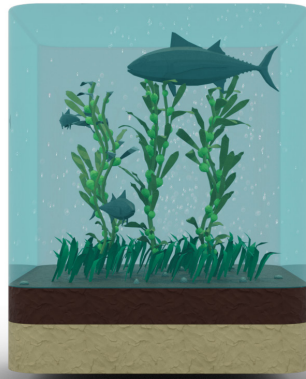
- Stocks de carbone
- Autres analyses

### 20 ANNEXE 1 - LISTE DE VÉRIFICATION DU MATÉRIEL

### 21 ANNEXE 2 - FICHE TECHNIQUE SUR LE CARBONE BLEU

### 22 GLOSSAIRE

### 23 RÉFÉRENCES ET RESSOURCES



# INTRODUCTION

## ÉCOSYSTÈMES DE CARBONE BLEU CÔTIER ET STOCKAGE DU CARBONE

Les écosystèmes de carbone bleu côtier sont des milieux humides occupant l'espace entre la terre et la mer. Ils sont formés par le dépôt des matières végétales et des sédiments sur des milliers d'années. Au Canada, ces écosystèmes, y compris les marais salés et les herbiers marins, se trouvent le long des trois côtes.

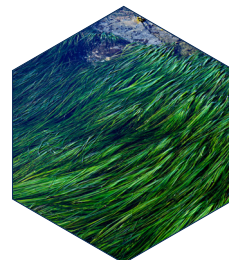
Dans les marais salés et les herbiers marins très productifs, le carbone est stocké dans la végétation et dans les sédiments. Le dioxyde de carbone est converti en biomasse végétale par photosynthèse, puis stocké temporairement dans la matière végétale, comme les feuilles et les racines. Le stockage à long terme du carbone se fait dans les sédiments. À mesure que les plantes poussent et vieillissent, la matière organique s'accumule dans les sédiments, emprisonnant le carbone pendant de longues périodes. Ce processus de capture et de stockage du carbone atmosphérique est appelé « **séquestration du carbone** ».

Les feuilles et les racines des plantes des marais salés et des herbiers marins peuvent aussi modifier l'écoulement de l'eau et prévenir l'érosion, ce qui contribue à l'accumulation de matière organique dans le système. Au fil du temps, les matières végétales et animales ainsi que les sédiments se déposent en couches successives, les plus anciennes en dessous et les plus récentes au-dessus. Chaque couche contient de l'information correspondant à une période précise.

En raison de la capacité des écosystèmes côtiers à capter et à stocker le carbone atmosphérique, on s'intéresse de plus en plus à leur rôle dans les solutions climatiques basées sur la nature. Les efforts récents visant à mieux comprendre le potentiel de stockage du carbone des écosystèmes côtiers ont mené à la mise au point de méthodes permettant de mesurer à la fois la quantité de carbone stocké dans une zone (les **stocks de carbone**) et la vitesse à laquelle le carbone s'accumule (le **taux d'accumulation du carbone**). Ce guide explique comment prélever des **carottes de sédiments** pour mesurer le carbone bleu.



Les **marais salés** sont des habitats régulièrement inondés de la zone intertidale où prédominent des peuplements d'herbes denses et de petits arbustes halotolérants.



Les **herbiers marins** se distinguent par des plantes florales appartenant à quatre familles de plantes qui poussent dans des milieux marins entièrement salins.

# UTILISER DES CAROTTES DE SÉDIMENTS POUR MESURER LE CARBONE BLEU

## MESURER LE CARBONE DES ÉCOSYSTÈMES : LES CAROTTES DE SÉDIMENTS

Les carottes de sédiments sont des sections cylindriques de sédiments prélevées dans le sol qui agissent comme des capsules temporelles superposées. À partir de ces sections, nous pouvons ensuite mesurer le carbone stocké dans chaque couche. Enfin, en additionnant la quantité de carbone stocké dans les couches de la carotte, nous pouvons avoir une bonne idée de la quantité de carbone stockée dans l'ensemble des sédiments. Il s'agit de renseignements essentiels pour quantifier le rôle des habitats de carbone bleu dans l'atténuation des changements climatiques.

## UTILISER DES CAROTTES DE SÉDIMENTS POUR MESURER LE CARBONE BLEU DANS LES ÉCOSYSTÈMES DE MARAIS SALÉS ET D'HERBIERS MARINS

Ce guide porte principalement sur la mesure des **stocks de carbone** des écosystèmes côtiers végétalisés, mais les carottes de sédiments peuvent aussi fournir des informations sur d'autres processus physiques et biologiques, y compris :

- Le **taux d'accumulation des sédiments**, qui aident à comprendre l'équilibre entre l'accrétion (c.-à-d., l'accumulation sédimentaire au fil du temps) et l'érosion. Les changements dans les taux de sédimentation peuvent indiquer des perturbations dans les écosystèmes locaux, et l'équilibre entre l'accrétion et l'érosion est important pour déterminer la résilience d'un écosystème à l'élévation du niveau de la mer.
- La **biodiversité et les bio-indicateurs de changement**, qui peuvent être examinés à l'aide de divers outils génétiques, microscopiques et biogéochimiques. Les données obtenues aident à comprendre les changements des communautés et des espèces en relation avec un environnement changeant.
- Les **matériaux d'origine anthropique et les marqueurs d'événements mondiaux**, qui peuvent être trouvés dans les carottes de sédiments et nous renseigner sur les changements climatiques mondiaux ainsi que sur l'utilisation locale des côtes.

**Dans ce guide et dans la vidéo d'accompagnement (ci-dessous), nous expliquerons les méthodes permettant de mesurer le carbone bleu dans les sédiments des écosystèmes de marais salés et d'herbiers marins.**



[VISIONNER LES VIDÉOS](#)

- Introduction au carottage de sédiments
- Sélection du site et matériel requis
- Profondeur des carottes
- Carottage des sédiments
- Compaction des sédiments
- Extraction des carottes de sédiments
- Extrusion des carottes – Matériel requis
- Préparation à l'extrusion des carottes
- Transfert des carottes sur l'appareil d'extrusion
- Découpe et sous-sectionnement des carottes de sédiments
- Analyse des échantillons de carottes

Tous les projets de surveillance du carbone bleu se divisent en quatre grandes étapes :

1. Plan d'échantillonnage
2. Prélèvement des carottes de sédiments
3. Analyse des échantillons
4. Calcul des stocks de carbone pour une zone d'étude

# 1

## PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

La méthode la plus courante pour mesurer avec précision le carbone dans les écosystèmes consiste à prélever des échantillons sur le terrain. Mais avant de s'y rendre, il est important d'avoir un plan clair comprenant le lieu d'échantillonnage, le nombre de parcelles et d'échantillons nécessaires et la meilleure façon de délimiter ces parcelles. On appelle ce plan le « **plan d'échantillonnage** ».

Les objectifs de votre projet détermineront les stocks de carbone des écosystèmes que vous mesurerez et les échantillons que vous prélèverez. Si la priorité est d'analyser le stock total de carbone des écosystèmes d'une zone précise, votre plan d'échantillonnage doit être axé sur le prélèvement de carottes de sédiments et la mesure de la biomasse végétale. Dans certains cas, d'autres facteurs environnementaux, comme la salinité ou le pH, peuvent aussi fournir un contexte supplémentaire intéressant à vos données sur les stocks de carbone. Il est important de savoir exactement ce que vous mesurerez pour préparer tout l'équipement nécessaire pour le travail de terrain.

### CHOIX DU SITE ET DES PARCELLES



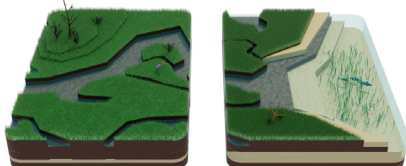
#### ZONE D'ETUDE

ENSEMBLE DE LA ZONE QUE VOUS  
SOUHAITEZ ÉTUDIER



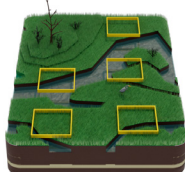
#### SITES D'ÉTUDE

SITES CHOISIS POUR REFLÉTER LES  
VARIATIONS DE LA ZONE D'ÉTUDE



#### PARCELLES

ZONES OÙ SONT PRÉLEVÉS  
LES ÉCHANTILLONS



Le plan d'échantillonnage est un cadre permettant de choisir l'objet et le lieu d'échantillonnage pour estimer le carbone stocké dans une plus grande zone écosystémique. Il permet de mesurer de façon stratégique de petites portions (c.-à-d. des sites et des parcelles) d'une zone d'étude plus vaste. La combinaison des mesures de plusieurs parcelles permet d'estimer la valeur pour la zone à l'étude.

La **zone à l'étude** englobe l'ensemble de la zone à étudier.

À l'intérieur de cette zone, on désigne des **sites d'étude** plus petits et uniformes pour refléter les variations de la zone à l'étude. Les sites d'étude sont choisis en fonction des caractéristiques de l'écosystème, du type de gestion ou des intérêts de la communauté.

Les **parcelles** sont délimitées à l'intérieur des sites à l'étude afin de prélever un échantillon représentatif de ceux-ci. L'échantillonnage sur le terrain se fait à l'intérieur de ces parcelles. L'emplacement des parcelles est choisi en fonction de la stratégie d'échantillonnage.

## CHOIX DU SITE ET DES PARCELLES

La **stratégie d'échantillonnage** est un plan permettant de décider l'emplacement des sites et des parcelles dans la zone à l'étude. Elle consiste à cartographier les parcelles et les sites à l'étude afin d'estimer le plus efficacement possible le stock de carbone pour l'ensemble de la zone à l'étude. Chaque stratégie d'échantillonnage comporte des avantages et des limites. Le choix d'une stratégie d'échantillonnage dépend des caractéristiques du paysage et des objectifs du projet. Par exemple, on utilise la **stratification** (facultative) pour diviser la zone d'étude en **parcelles** distinctes plus petites. Ce processus réduit le coût de l'échantillonnage en augmentant l'efficacité statistique de vos données de terrain. La stratification peut être effectuée en divisant la zone d'étude en parcelles uniques en fonction de mesures sur le terrain, comme la composition des communautés végétales, l'inondation causée par les marées, les gradients de salinité, l'élévation ou les perturbations anthropiques, ou à l'aide de variables de télédétection ([ces outils numériques peuvent s'avérer utiles](#) – en anglais).

Des **outils** facilement accessibles peuvent être utiles pour définir les limites du projet et appliquer la stratification à la zone d'étude d'un projet.

### 1. DÉTERMINER LA RÉPARTITION DES ÉCHANTILLONS

- Décidez du nombre d'échantillons à prélever dans la zone d'étude à l'aide d'outils de planification et de considérations pratiques.
- Tenez compte de la taille de la zone d'étude, de la variation estimée dans cette zone et des objectifs de votre projet (taux d'erreur admissible dans vos estimations) pour déterminer le nombre d'échantillons nécessaires.
- Définissez la limite maximale de votre capacité d'échantillonnage, en tenant compte des contraintes du projet (p. ex., budget, main-d'œuvre, accessibilité du site).
- Utilisez les outils disponibles pour vous aider à choisir les méthodes statistiques.

### 2. DÉLIMITER DES PARCELLES D'ÉCHANTILLONNAGE DANS CHAQUE SITE

- Déterminez l'emplacement des sites d'échantillonnage dans la zone d'étude de votre projet en utilisant l'une des stratégies d'échantillonnage suivantes : de commodité, linéaire, aléatoire stratifié, systématique, probabiliste par grille ou composite.

Il existe des méthodes de terrain qui aident à choisir les emplacements d'échantillonnage, ainsi que des outils numériques qui ciblent automatiquement les sites d'échantillonnage en fonction de stratégies définies par l'utilisateur ([ces outils peuvent s'avérer utiles](#) – en anglais).

## CALENDRIER DU TRAVAIL DE TERRAIN

Le choix du moment pour effectuer le travail de terrain est un facteur important dans sa planification. Ce choix dépend de l'emplacement de la zone d'étude et des objectifs de recherche. Le prélèvement d'une carotte de sédiments est plus facile à partir du printemps jusqu'à l'automne, lorsque le risque de neige ou de gel est moindre. De plus, si des échantillons de végétation sont nécessaires, on recommande de les faire pendant la période de croissance maximale.

Dans la plupart des cas, il est préférable de prélever les échantillons à marée basse pour éviter qu'un excès d'eau ne compromette l'intégrité des échantillons. Vous trouverez plus d'information sur les marées [ici](#).

## ÉLÉMENTS À CONSIDÉRER POUR CHAQUE ÉCOSYSTÈME



### MARAIS SALÉ

Dans les écosystèmes de marais salés, la stratification se fait le plus souvent en divisant la zone d'étude en sites constitués de « hauts marais » et de « bas marais ». On peut procéder par l'observation des différences de végétation ou par une combinaison d'imagerie satellitaire et d'observations sur le terrain.

Si la végétation présente un intérêt, on recommande d'effectuer un relevé avant de collecter les données sur le carbone. La végétation doit être échantillonnée le long de multiples transects parallèles, depuis les hautes terres du marais jusqu'à la limite de la mer. En plus des relevés de végétation, on recommande de mesurer les profondeurs des sédiments le long de ces transects, car ces mesures peuvent aider à choisir des parcelles d'échantillonnage appropriées. Pour ce faire, il faut utiliser une sonde à neutrons à des intervalles de 10 m le long des transects. Le plan d'échantillonnage le plus efficace dans les marais salés permet de saisir la variation de l'élévation, de la végétation et des inondations par les marées d'un site à l'autre. À partir de ces données et des observations faites sur le terrain, on applique habituellement un plan de parcelle linéaire.



### HERBIERS MARINS

L'amplitude des marées a une influence importante sur les caractéristiques des écosystèmes d'herbiers marins. C'est pourquoi les échantillons devraient être prélevés le long de transects qui s'étendent parallèlement au rivage et selon la profondeur des sédiments. Pour chaque site, on recommande une stratégie d'échantillonnage aléatoire ou probabiliste par grille, et au moins deux réplicats, afin de prélever des échantillons représentatifs des parcelles avec les mêmes élévations, pentes et strates.

Les échantillons dans la zone intertidale doivent être prélevés à **marée basse** pour faciliter l'accès au site et minimiser les perturbations causées par l'excès d'eau.

## AUTRES ÉLÉMENTS À CONSIDÉRER

L'accès au site peut être restreint pour diverses raisons, y compris la présence d'obstacles physiques (p. ex., une rivière qui bloque l'accès) ou des restrictions légales (p. ex., le site est protégé). Avant de vous rendre sur le terrain, assurez-vous d'avoir tous les permis et toutes les autorisations nécessaires à la réalisation du projet. Vous pouvez aussi prévoir d'autres sites durant la phase de planification.

## RÉSUMÉ DE LA SECTION : PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

- Définissez la superficie totale de la zone à l'étude du projet.
- Procédez à la stratification (facultatif) de la zone à l'étude en « sites » plus petits et homogènes et en « parcelles » représentatives.
- Choisissez un plan approprié pour vos parcelles (stratégie d'échantillonnage).
- Déterminez le nombre d'échantillons nécessaires en tenant compte des aspects statistiques et pratiques.
- Assurez-vous que votre calendrier d'échantillonnage tienne compte des fluctuations saisonnières et des marées.
- Adaptez le plan d'échantillonnage aux écosystèmes de marais salés ou d'herbiers marins.

# 2

## PRÉLÈVEMENT DE CAROTTES DE SÉDIMENTS

### MATÉRIEL



Il existe de nombreux types de carottiers, chacun comportant ses avantages et ses limites. Dans ce guide et dans les vidéos d'accompagnement, nous présenterons une méthode de carottage par poussée à l'aide d'un tube en PVC – une méthode utilisée couramment dans les écosystèmes côtiers. D'autres types de carottiers peuvent être utilisés selon le budget, la disponibilité et la pertinence par rapport à l'écosystème à l'étude.

Chaque région géographique et chaque zone à l'étude présente des défis particuliers. Il est donc possible que vous deviez adapter les méthodes décrites aux conditions du terrain. Notez que le matériel requis est similaire pour les écosystèmes de marais salés et ceux d'herbiers marins.

### LISTE DU MATÉRIEL

#### *Pour préparer la parcelle :*



GPS



PLANCHETTE  
À PINCE



RUBAN À MESURER  
DE 50 M



CARNET DE NOTES



QUADRAT\*

\*(facultatif pour mesurer la biomasse végétale)

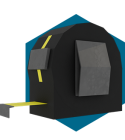
#### *Pour prélever une carotte de sédiments :*



CAROTTIER FAIT D'UN  
TUBE EN PVC



MASSE



RUBAN À MESURER



UNE PLANCHE DE  
CONTREPLAQUÉ



GANTS DE TRAVAIL



PELLE

**Note :** Carottier fait d'un tube en PVC. Le tube doit avoir une longueur égale à la profondeur voulue pour le carottage (généralement entre 30 cm et 1 m), avec un espace libre d'environ 20 cm. On utilise généralement un tube de 3 ou 4 po (7,6 ou 10,2 cm) de diamètre. Les bouchons doivent correspondre au diamètre du tube en PVC. Il en faut un pour chaque extrémité de la carotte.

#### *Pour extraire la carotte, et emballer et découper la carotte :*



DISPOSITIF D'EXTRACTION  
SUR MESURE



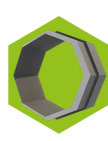
GRATTOIR  
À PEINTURE



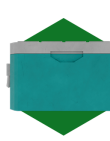
ESCABEAU



PETITE MASSE



COLLIER EN PVC



GLACIÈRE



SACS  
REFERMABLES



MARQUEUR  
PERMANENT

**Note :** Dispositif d'extraction fabriqué sur mesure, composé d'un piston s'ajustant exactement à l'intérieur du tube, d'une tige métallique et d'une plateforme assurant la stabilité.

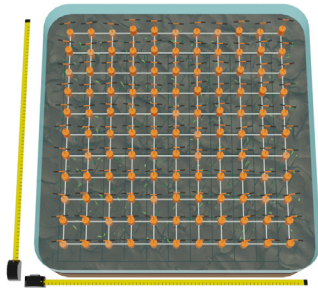
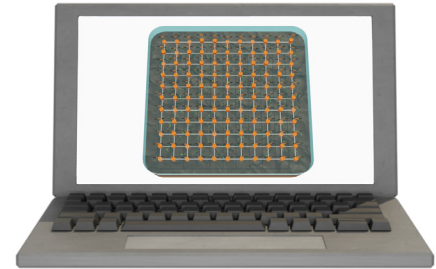
## CHOISIR LE SITE DE CAROTTAGE ET LA PROFONDEUR DES ÉCHANTILLONS



Dans chaque parcelle d'échantillonnage, vous devez choisir un site de carottage représentatif de l'ensemble de la parcelle. De cette façon, les données de carbone que vous collecterez reflèteront davantage les conditions moyennes de la zone plus vaste à laquelle vous allez extrapoler les données.

Facultatif : Pour trouver un site de carottage représentatif, mesurez la profondeur des sédiments dans une zone de 10 m sur 10 m au moyen d'une sonde à neutrons ou d'une tarière. Vous pouvez faire un plan numérique à l'avance ou utiliser des méthodes manuelles sur le terrain.

**Méthode 1 : Grille par superposition numérique.** Utilisez un logiciel SIG pour appliquer une grille de 1 m sur 1 m à votre parcelle de 10 m sur 10 m. Notez la profondeur du refus à chaque point d'intersection identifiée par le logiciel.



**Méthode 2 : Grille de rubans sur le terrain.** Placez deux rubans à mesurer de 10 m perpendiculairement. Mesurez la profondeur du refus à chaque mètre. Déplacez le ruban un mètre à la fois, et répétez l'opération jusqu'à ce que vous ayez pris des mesures sur toute la grille.

À l'aide des mesures obtenues, calculez la profondeur moyenne de votre parcelle quadrillée. Choisissez un site de carottage dont la profondeur est le plus près possible de la moyenne. Si vous constatez que votre site de carottage initial est beaucoup plus, ou beaucoup moins profond que la moyenne, déplacez le carottier vers un site plus représentatif.

Le prélèvement d'échantillons à différentes profondeurs d'une parcelle fournit également des renseignements sur la **profondeur du refus**, c'est-à-dire la profondeur à laquelle le carottier ne peut être enfoncé davantage dans les sédiments. Elle indique la transition entre les sédiments organiques (riches en carbone) et les sédiments minéraux (pauvres en carbone) ou le substratum.

Il est important de prélever des échantillons jusqu'à la profondeur du refus, car c'est la seule façon de mesurer la quantité réelle de carbone stocké dans l'écosystème. Si l'échantillonnage n'atteint pas la profondeur de refus, il est probable que l'estimation du stock de carbone soit erronée.

Une fois que vous avez choisi votre site de carottage, notez les informations suivantes dans un carnet ou remplissez la fiche technique que vous trouverez à l'annexe 2.

- Date et heure
- Conditions du site
- Conditions atmosphériques
- Marées

### RÉSUMÉ DE LA SECTION : EMLACEMENT ET PROFONDEUR DES CAROTTES

- Mesurez la profondeur du refus à l'aide d'une sonde à neutrons ou d'une tarière.
- Choisissez un site de carottage représentatif.
- Notez les informations suivantes dans un carnet ou une fiche technique :
  - Date et heure
  - Conditions du site
  - Conditions atmosphériques
  - Marées

## INSTRUCTIONS DE CAROTTAGE ÉTAPE PAR ÉTAPE



Il faut trois personnes pour prélever les carottes de sédiments en toute sécurité à l'aide de la méthode du tube en PVC : deux personnes pour tenir la planche de bois qui servira de plateforme de frappe, et une personne pour enfoncer le tube avec la masse. Les deux personnes qui tiennent la planche devraient porter des gants pour leur sécurité et leur confort.

Une fois que vous avez choisi l'emplacement où vous prélèverez la carotte, repérez une surface plate à proximité pour y déposer votre matériel et vos outils.

**Note :** À l'aide d'une règle, tracez des lignes de graduation sur l'extérieur du tube de carottage en PVC pour mesurer la profondeur à laquelle il s'enfonce dans les sédiments.

### ENFONCER LE CAROTTIER

1. Placez le tube en PVC à l'endroit où vous souhaitez prélever un échantillon, l'extrémité biseautée vers le bas, et tenez-le aussi droit que possible.
2. Poussez doucement le tube dans le sol jusqu'à ce qu'il puisse tenir seul.
3. Une fois le tube suffisamment enfoncé, déposez une planche de bois sur le dessus de façon à ce qu'elle puisse amortir les chocs de la masse.
4. Les deux personnes qui tiennent la planche doivent se placer de chaque côté, tandis que la personne qui manipule la masse doit se trouver entre les deux.
5. Vérifiez que le tube est droit et que la planche est en place, puis commencez à enfoncer le tube dans le sol à l'aide de la masse.
6. Assurez-vous que le tube reste droit à chaque coup (c'est-à-dire qu'il ne s'enfonce pas en angle). Selon le type de sédiments, la tâche peut s'avérer facile ou très difficile. N'hésitez pas à vous relayer, au besoin.
7. Continuez à enfoncer le tube à l'aide de la masse jusqu'à la profondeur souhaitée (la profondeur du refus ou une profondeur prédéterminée).





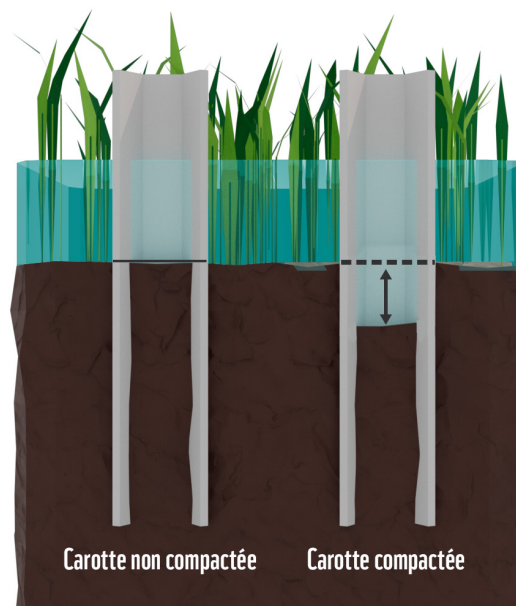
## MESURER LA COMPACTION DES SÉDIMENTS



Lorsque vous enfoncez le tube en PVC dans le sol, les sédiments peuvent se compacter. Il est important de mesurer cette compaction.

1. Le tube toujours enfoncé dans le sol, mesurez la distance entre le haut du tube et la surface des sédiments, à l'extérieur et à l'intérieur du tube. La différence entre ces deux mesures correspond à la valeur de la compaction.
  - a. Extérieur de la carotte : du haut du carottier à la surface du sol.
  - b. Intérieur de la carotte : du haut du carottier au haut de la carotte.
2. Placez un bouchon sur le haut du tube.

À cette étape, vous pouvez également noter la profondeur approximative de la carotte, selon les marques sur l'extérieur du tube. Toutefois, vous obtiendrez la longueur réelle de la carotte par les sous-sections découpées pendant le processus d'extraction, décrit ci-dessous.



## RÉSUMÉ DE LA SECTION : ENFONCER LE CAROTTIER ET MESURER LA COMPACTION DES SÉDIMENTS

1. Alignez le carottier sur le site de carottage, puis poussez-le dans le sol.
2. Placez une planche de bois sur le carottier et enfoncez-le à l'aide d'une masse jusqu'à la profondeur souhaitée.
3. Mesurez la compaction de la carotte et notez la valeur dans un carnet :
  - Extérieur de la carotte : du haut du carottier à la surface du sol.
  - Intérieur de la carotte : du haut du carottier au haut de la carotte.

## PRÉLÈVEMENT DE LA CAROTTE DE SÉDIMENTS



Pour extraire la carotte du sol, suivez les étapes suivantes :

1. Vérifiez que vous avez mis un bouchon sur le tube en PVC.
2. À l'aide d'une pelle, creusez autour du tube afin de réduire la succion qui s'est créée entre le tube et les sédiments. Vous pouvez aussi le faire bouger doucement d'avant en arrière pour le dégager.
3. Dès que vous pouvez voir l'extrémité inférieure du tube, **placez-y l'autre bouchon** afin d'éviter que des sédiments ne s'échappent par le bout.
4. Si vous travaillez dans de l'eau stagnante, ou si les sédiments sont gorgés d'eau ou rocailleux, cette étape peut être difficile.



**Note :** Les étapes suivantes sont particulièrement importantes pour le carottage dans des herbiers marins.

5. S'il est difficile de creuser autour du tube pour arriver à placer le bouchon à sa base, vous risquez de perdre une partie des sédiments situés au fond de la carotte. Dans ce cas, il serait alors préférable de choisir un autre emplacement et de réessayer, plutôt que de risquer de vous retrouver avec une carotte plus courte que prévu.
6. Il est important de **maintenir la carotte à la verticale** lorsque vous la retirez du sol afin que les sédiments ne se mélangent pas à l'intérieur du tube avant que vous découpiez la carotte en sous-sections.

**Autre méthode pour retirer la carotte :** utilisez un collier de serrage et un cric ([voyez un exemple ici](#)).

## RÉSUMÉ DE LA SECTION : PRÉLÈVEMENT D'UNE CAROTTE DE SÉDIMENTS

- Dégagez la carotte des sédiments environnants en creusant autour de celle-ci ou en bougeant le tube en PVC délicatement d'avant en arrière pour réduire la succion.
- Lorsque l'extrémité inférieure du carottier est visible, placez-y un bouchon afin d'éviter toute perte de sédiments.
- Transportez la carotte vers la **zone de travail** en veillant à la maintenir en position verticale.

# PRÉLÈVEMENT DE CAROTTES DE SÉDIMENTS

## EXTRACTION DE LA CAROTTE

Avant de sectionner la carotte de sédiments en vue de l'entreposer et de l'analyser, assurez-vous d'avoir étiqueté vos sacs pour chaque sous-section avec le numéro d'identification unique de la carotte (ou Core ID) composé de la **date**, de l'**emplacement** et de la **profondeur de la section**.

Par exemple, le numéro d'identification *UC-02-B : 0-2 cm*, désigne une carotte prélevée à « Ucluelet » sur la « parcelle 2 » à « l'emplacement d'échantillonnage B » à un intervalle de profondeur de « 0 à 2 cm ».

Il existe diverses méthodes pour sectionner les carottes de sédiments. Nous décrivons ici le processus consistant à faire remonter la carotte verticalement depuis la base à l'aide d'un dispositif d'extraction sur mesure qui s'insère parfaitement dans le tube en PVC. Chaque sous-section est ensuite coupée à partir du haut du tube.



**Note :** Selon la densité des sédiments et la longueur de la carotte, vous pourriez avoir besoin d'un escabeau ainsi que d'une petite masse pour pousser la carotte vers le dispositif d'extrusion. Veuillez vous reporter à cette vidéo d'accompagnement pour voir comment procéder.



Avant de découper la carotte de sédiments en sections, vous devrez la placer avec précaution sur le dispositif d'extraction. Veuillez vous reporter à cette vidéo d'accompagnement pour voir comment procéder.

1. Une personne doit maintenir la carotte aussi droite que possible et la placer à côté du piston du dispositif d'extraction, tandis qu'une autre personne retire le bouchon avant de placer rapidement et avec précaution la carotte sur le piston.

**Note :** Si les sédiments sont meubles, rocailloux ou gorgés d'eau, vous pourriez en perdre une petite quantité, mais c'est normal.

2. Si possible, enfoncez légèrement la carotte sur le piston pour la stabiliser. Toutefois, il est important que quelqu'un tienne le tube pendant cette opération pour éviter que la carotte ne tombe du dispositif d'extrusion.



## SECTIONNEMENT DES CAROTTES DE SÉDIMENTS

1. Lorsque vous êtes prêt à commencer à sectionner la carotte, placez le collier en PVC de la profondeur désirée sur le dessus du tube et faites descendre doucement le tube sur le piston jusqu'à ce que les sédiments arrivent à la hauteur de la partie supérieure du collier.
2. À l'aide d'un grattoir à peinture, d'un petit morceau de plexiglas ou d'un couteau dentelé, coupez ou tranchez soigneusement la carotte entre le collier et le tube.  
**Note :** Un couteau dentelé est particulièrement utile pour les carottes de sédiments des marais salés qui contiennent parfois des racines.
3. Retirez le collier en PVC et glissez la sous-section dans le sac refermable portant l'étiquette correspondante.
4. Demandez à une personne de noter toute information pertinente dans un carnet afin de bien documenter les sous-sections.  
**Note :** Si des roches ou d'autres matières couvrent plusieurs sous-sections, placez-les dans la sous-section où la majeure partie a été trouvée et prenez-en note. De même, si la surface de la carotte n'est pas plate, ce qui est souvent le cas, estimez la hauteur moyenne à partir des mesures prises autour du collier en PVC.
5. À l'aide du collier, continuez à découper des sections de 2 cm sur toute la longueur de la carotte.  
**Note :** Il est probable que la dernière section ne mesure pas exactement 2 cm, mais c'est normal. Vous pouvez le noter.
6. Une fois toutes les sections découpées, vous obtiendrez la longueur totale de la carotte. **Notez cette valeur sur la fiche technique.**
7. Placez tous les sacs d'échantillons dans une glacière jusqu'à ce qu'ils puissent être transportés vers un congélateur pour un entreposage à long terme.



## RÉSUMÉ DE LA SECTION : EXTRACTION, DÉCOUPAGE ET EMBALLAGE

- Placez la carotte sur le dispositif d'extraction.
- Placez le collier en PVC sur le dessus du carottier et faites descendre doucement le tube jusqu'à ce que les sédiments apparaissent.
- Continuez à pousser jusqu'à ce que les sédiments arrivent à la hauteur de la partie supérieure du collier.
- Coupez entre le collier en PVC et le haut du carottier pour prélever une section.
- Placez la section dans le sac refermable correspondant, notez le nom de l'échantillon et la profondeur.
- Répétez ces étapes pour toute la carotte.
- Placez les échantillons dans une glacière pour les transporter jusqu'à un congélateur.

# 3

## ANALYSE DES ÉCHANTILLONS

### PRÉPARER LES ÉCHANTILLONS POUR LEUR ANALYSE



Les échantillons doivent être immédiatement placés dans une glacière et transférés dans un congélateur à  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  le plus tôt possible pour une conservation à long terme. Avant d'être traités en laboratoire, ils doivent être décongelés au réfrigérateur à une température de  $5\text{ à }6\text{ }^{\circ}\text{C}$  pendant 2 à 5 jours. Si vous avez accès à une étuve de séchage, vous pouvez préparer les sous-sections pour l'analyse en laboratoire.

Le stock de carbone total du sol dans une zone à l'étude est déterminé par la quantité de carbone dans une zone définie et par la profondeur des sédiments. Pour chaque site de carottage, vous devez connaître les renseignements suivants :

- La profondeur des sédiments (cm)
- La masse volumique apparente sèche ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )
- La teneur en carbone organique (%)

Nous décrivons ici les étapes à suivre en laboratoire pour obtenir la masse volumique apparente sèche et la teneur en carbone organique de vos échantillons.

Pour préparer les échantillons aux fins d'analyse, chaque échantillon doit être pesé, séché et broyé. Pour ce faire, vous aurez besoin du matériel suivant :

- Balance
- Étuve de séchage
- Plateaux en métal
- Gants
- Ruban à mesurer ou règle
- Carnet de notes
- Fioles de verre, sacs de papier ou sacs refermables de type Ziploc
- Sarrau
- Chaussures fermées
- Marqueur permanent



### PROCÉDURES DE LABORATOIRE MASSE VOLUMIQUE APPARENTE SÈCHE

1. Veillez à porter des gants, un sarrau et des chaussures fermées.
2. Toutes les sections doivent être décongelées à  $5\text{ ou }6\text{ }^{\circ}\text{C}$  pendant 48 à 96 heures avant le traitement en laboratoire.
3. Préparez des plateaux en métal pour peser et sécher les sections. Identifiez chaque plateau en inscrivant au fond un numéro unique à l'aide d'un marqueur permanent.
4. Notez le numéro et le poids du plateau dans un carnet.
5. Placez l'échantillon dans une étuve à  $65\text{ }^{\circ}\text{C}$  pendant environ 48 à 96 heures.
  - a. Une fois ce temps écoulé, pesez l'échantillon, notez son poids et remettez-le dans l'étuve à  $65\text{ }^{\circ}\text{C}$  pendant 1 heure, puis pesez-le de nouveau. Soustrayez le deuxième poids du premier. Si la différence obtenue est supérieure ou égale à  $-0,1\text{ g}$ , l'échantillon est alors considéré comme ayant atteint un poids stable. Si ce n'est pas le cas, poursuivez le séchage pendant 2 à 24 heures, puis répétez ces étapes.
6. Quand l'échantillon a atteint un poids stable, notez le poids sec final.

L'analyse du carbone nécessite plus de matériel. C'est pourquoi, à ce stade, les échantillons sont souvent envoyés à un laboratoire spécialisé dans ce type d'analyse. Toutefois, si vous disposez du matériel nécessaire, suivez les étapes ci-dessous.

## CARBONE

Matériel pour l'analyse de la teneur en carbone inorganique et organique :

- Creusets
- Four à moufle

La préparation de l'échantillon est la suivante :

1. À l'aide de ruban adhésif et d'un marqueur permanent, préparez et étiquetez les contenants d'entreposage des échantillons avec les informations ci-dessous.
  - a. Site
  - b. Numéro d'identification de la carotte
  - c. Échantillon
  - d. Profondeur
  - e. Date
2. Broyez les échantillons jusqu'à ce que les sédiments soient homogènes et ne contiennent plus de particules identifiables.
3. Pour ce faire, vous pouvez utiliser un moulin à café, un mortier et un pilon ou un appareil d'homogénéisation des sédiments.
4. Placez l'échantillon dans un contenant d'entreposage étiqueté.
5. Les échantillons sont maintenant prêts pour l'analyse ou ils peuvent être envoyés à un laboratoire (le cas échéant, vérifiez les exigences du laboratoire pour leur préparation et leur emballage).



## CARBONE ORGANIQUE

Les étapes ci-dessous décrivent comment mesurer le carbone organique à l'aide de la méthode de combustion par perte au feu (PAF550) :

1. Inscrivez au crayon un numéro d'identification unique sur chaque creuset.
2. Notez le numéro d'identification et le poids des creusets.
3. Placez 1 g de l'échantillon de sédiments dans un creuset.
4. Placez le creuset dans un four à moufle à 550 °C pendant 4 heures.
  - a. Le préchauffage du four prend un certain temps; veillez à mettre les échantillons dans le four avant le préchauffage.
  - b. Il est très important de ne pas ouvrir le four lorsque la température dépasse 100 °C.
5. Éteignez le four après 4 heures.
6. Attendez que le four refroidisse; cela peut prendre un certain temps (au moins 6 heures).
7. Retirez les creusets et laissez-les reposer jusqu'à ce qu'ils atteignent la température ambiante (environ 20 minutes).
8. Pesez les échantillons et notez leur poids dans un carnet.

## CARBONE INORGANIQUE (FRACTION CARBONATÉE SEULEMENT)

1. Placez les échantillons utilisés pour l'analyse de la matière organique dans un four à moufle réglé à 950 °C pendant 2 heures.
  - a. Le préchauffage du four prend un certain temps; veillez à mettre les échantillons dans le four avant le préchauffage.
  - b. Il est très important de ne pas ouvrir le four lorsque la température dépasse 100 °C.
2. Éteignez le four après 2 heures.
3. Attendez que le four refroidisse; cela peut prendre un certain temps (au moins 6 heures).
4. Retirez les creusets et laissez-les reposer jusqu'à ce qu'ils atteignent la température ambiante (environ 20 minutes).
5. Pesez les échantillons et notez leur poids dans un carnet.

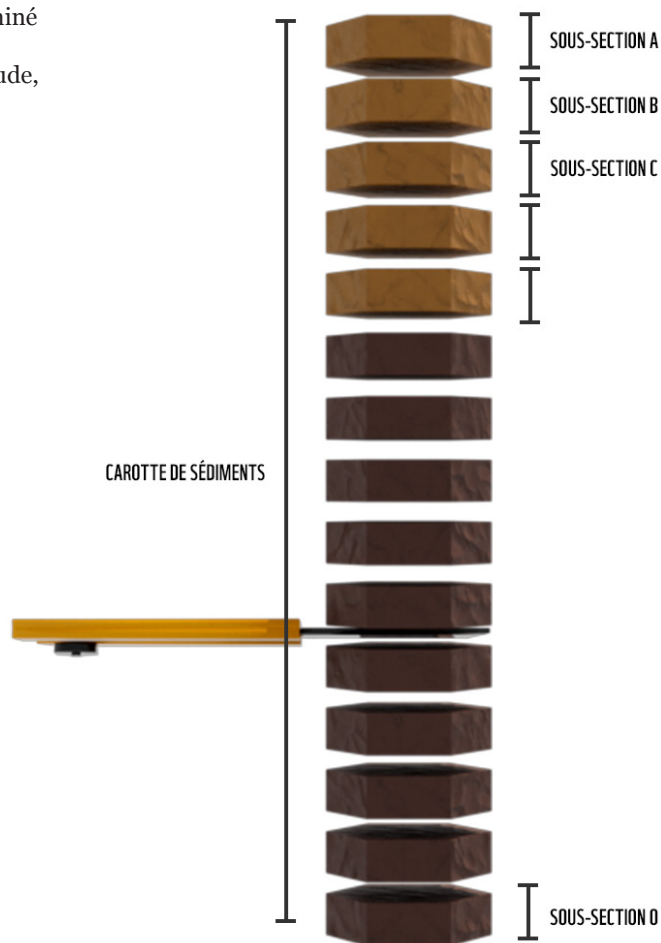
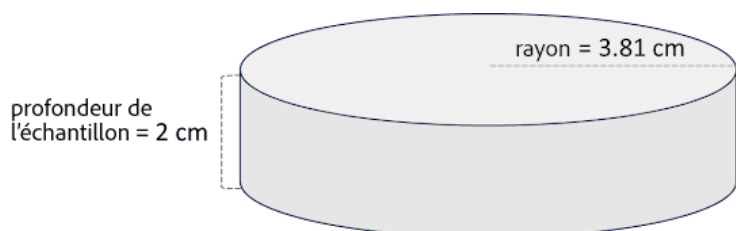
**Note :** La méthode décrite ci-dessus permet de mesurer les composés carbonatés présents dans les sédiments, qui comptent souvent pour une part importante du carbone inorganique. Cependant, elle ne permet pas de quantifier le carbone lié aux minéraux, ou d'autres formes de carbone inorganique non carbonaté, présent dans les minéraux stables. Son principal avantage réside dans son faible coût, car cette méthode nécessite le même matériel que celui pour l'analyse du carbone organique. Par conséquent, on peut estimer la teneur en carbone total d'un échantillon en ajoutant du carbone organique à la fraction inorganique (carbonatée) mesurée. Or, pour obtenir les résultats les plus précis, les échantillons doivent être envoyés à un laboratoire qui mesurera la quantité totale de carbone à l'aide d'un analyseur CHN.

# 4

## CALCUL DES STOCKS DE CARBONE POUR UNE ZONE D'ÉTUDE

Le stock de carbone total des sédiments dans une zone à l'étude est déterminé par la quantité de carbone dans une zone définie et par la profondeur des sédiments. Pour calculer le carbone total des sédiments dans la zone à l'étude, vous devez connaître les renseignements suivants :

- La profondeur des sédiments (cm)
- L'intervalle de profondeur des sous-échantillons (cm) = profondeur inférieure (cm) – profondeur supérieure (cm)
- La masse volumique apparente sèche (g/cm<sup>3</sup>)
- Le carbone organique total (%)



### MASSE VOLUMIQUE APPARENTE SÈCHE

La masse volumique apparente sèche peut être calculée à partir de la masse (g) de l'échantillon après séchage et de son volume d'origine.

**Équation 1 :**

$$\text{Masse volumique apparente sèche (g/cm}^3\text{)} = \text{masse du sol sec (g)} \div \text{volume initial de l'échantillon (cm}^3\text{)}$$

Où le volume de l'échantillon est calculé à l'aide des éléments suivants :

**Équation 2 :**

$$\text{Volume initial de l'échantillon pré-séché} = [\pi \times (\text{rayon du tube en PVC})^2] \times (\text{profondeur de l'échantillon})$$

Dans l'exemple ci-dessus, en utilisant un tube en PVC de 3 po (7,62 cm) de diamètre et une sous-section d'une profondeur de 2 cm, le volume de l'échantillon serait de **Volume de l'échantillon =  $[\pi \times (3,81)^2] \times 2 = 91,2 \text{ cm}^3$**

# CALCUL DES STOCKS DE CARBONE POUR UNE ZONE D'ÉTUDE

## STOCKS DE CARBONE

Le stock de carbone moyen des carottes de sédiments peut être déterminé comme suit :

1. Pour chaque sous-section de carotte, calculez la masse volumique du carbone organique des sédiments :

**Équation 3 :**

**Masse volumique du carbone des sédiments (g/cm<sup>3</sup>) = masse volumique apparente (g/cm<sup>3</sup>) × (% de C<sub>org</sub>/100)**

**Note :** La teneur totale en carbone (%) peut être remplacée par la teneur en carbone organique (% de C<sub>org</sub>) pour déterminer la masse volumique du carbone organique dans le sol (g C<sub>org</sub>/cm<sup>3</sup>).

2. Pour calculer la quantité de carbone dans une sous-section, multipliez chaque valeur de masse volumique de carbone des sédiments obtenue à l'équation 1 par l'intervalle de profondeur des sous-sections (cm) :

**Équation 4 :**

**Stock de carbone moyen de la sous-section (g/cm<sup>2</sup>) = masse volumique de carbone des sédiments (g/cm<sup>3</sup>) × intervalle de profondeur des sous-sections (cm)**

3. Pour obtenir le stock de carbone moyen (g/cm<sup>2</sup>) de la carotte, additionnez les valeurs de chaque sous-section calculées ci-dessus :

**Équation 5 :**

**Stock de carbone moyen de la carotte (g/cm<sup>2</sup>) = somme des stocks de carbone moyens des sous-sections**

**Note :** La somme des sous-sections doit être égale à 100 % de la carotte pour obtenir le stock de carbone moyen.

4. Convertissez le stock de carbone moyen de la carotte (g/cm<sup>2</sup>) de l'équation 5 en kg/m<sup>2</sup> en multipliant par 10 ou, plus formellement :

**Équation 6 :**

**Stock de carbone moyen de la carotte (kg/m<sup>2</sup>) = stock de carbone moyen de la carotte (g/cm<sup>2</sup>) × (1 kg/1000 g) × (10 000 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)**

Répétez les étapes 1 à 4 pour chaque carotte.

## CARBONE TOTAL DANS L'ÉCOSYSTÈME

Le stock de carbone d'une zone à l'étude peut être déterminé comme suit :

6. Pour obtenir le stock de carbone moyen de chaque site à l'étude (kg/m<sup>2</sup>), additionnez les valeurs de carbone moyen de l'équation 6 (kg/m<sup>2</sup>) obtenues pour chaque carotte et divisez cette somme par le nombre de carottes prélevées dans chaque site.

**Équation 7 :**

**Stock de carbone moyen du site (kg/m<sup>2</sup>) = somme des stocks de carbone moyens des carottes (g/cm<sup>2</sup>) ÷ nombre de carottes**

7. Multipliez le stock de carbone moyen du site par la superficie du site (en mètres carrés) pour obtenir le stock de carbone total de chaque site (kg C).

**Équation 8 :**

**Stock de carbone total du site à l'étude (kg C) = stock de carbone moyen du site à l'étude (kg C/m<sup>2</sup>) × taille du site à l'étude (m<sup>2</sup>)**

8. Additionnez les stocks de carbone totaux des sites et divisez par la somme de la taille des sites. On obtient ainsi le stock de carbone moyen de la zone à l'étude (kg C/m<sup>2</sup>).

**Équation 9 :**

**Stock de carbone moyen de la zone à l'étude (kg C/m<sup>2</sup>) = somme des stocks de carbone totaux des sites (kg C) ÷ somme de la taille des sites (m<sup>2</sup>)**

9. Enfin, pour calculer le stock de carbone total de la zone à l'étude (kg C), multipliez le stock de carbone moyen de la zone à l'étude par la taille de la zone à l'étude (en mètres carrés).

**Équation 10 :**

**Stock de carbone total de la zone d'étude (kg C) = stock de carbone moyen de la zone à l'étude (kg C/m<sup>2</sup>) × superficie de la zone à l'étude (m<sup>2</sup>)**

**Note :** \*Les valeurs du carbone calculées ici sont exprimées en unités « C ». Si vous voulez obtenir les valeurs en « équivalents CO<sub>2</sub> », multipliez par 3,67.

# CALCUL DES STOCKS DE CARBONE POUR UNE ZONE D'ÉTUDE

## AUTRES ANALYSES

Bien que le carbone organique soit au centre des préoccupations en matière de surveillance du carbone bleu, d'autres analyses en laboratoire peuvent fournir des informations essentielles sur l'historique, l'origine et la stabilité des stocks de carbone de votre projet.

### GROSSEUR DES GRAINS

- La grosseur des grains (ou grosseur des particules) correspond à la mesure du diamètre des grains de sédiments qui constituent votre échantillon. Les grains sédimentaires sont classés en plusieurs catégories selon leur taille respective, allant des très petites particules colloïdales, en passant par les particules d'argile, de limon, de sable, de gravier, et les galets, jusqu'aux plus grosses, comme les blocs (vous trouverez un tableau des tailles en anglais ici).
- La grosseur des grains est un indicateur principal d'un milieu sédimentaire. Par exemple, les sédiments à grains fins (argile ou limon) indiquent souvent à une meilleure préservation du carbone, car ils offrent une plus grande surface de liaison pour la matière organique et indiquent des environnements de faible énergie où le carbone est moins susceptible d'être emporté. Des grains qui présentent une grosseur constante révèlent un environnement stable, tandis qu'un changement brusque de leur grosseur peut indiquer un historique de tempêtes, de tsunamis ou de changements dans les marées.

### TENEUR EN CARBONE INORGANIQUE

- Le carbone inorganique désigne une sous-catégorie de composés carbonatés présents dans les sédiments qui ne proviennent pas de la photosynthèse, mais plutôt de processus géologiques (p. ex., l'altération) et de l'activité biologique (p. ex., les coquilles d'animaux).
- Ces composés contiennent du carbone à l'état chimiquement inorganique et sont appelés carbonates (p. ex., carbonate de calcium provenant de coquilles ou de calcaires). Les silicates sont également liés au carbone inorganique. Le carbone inorganique peut contribuer de façon importante aux processus du cycle du carbone dans certains écosystèmes.
- La mesure de la teneur en carbone inorganique de vos échantillons peut vous aider à mieux comprendre la capacité de séquestration du carbone de la zone qui vous intéresse. Il existe de nombreuses méthodes pour analyser le carbone inorganique (vous trouverez plus d'information [ici](#) – en anglais), lesquelles peuvent être combinées à une analyse du carbone organique pour déterminer la teneur totale en carbone de vos échantillons.

### ANALYSE DES ISOTOPES DE L'AZOTE ET DU CARBONE

- Les sols et les sédiments proviennent soit de matières végétales présentes dans l'écosystème (autochtones), soit de matières organiques ou inorganiques transportées depuis des environnements adjacents (allochtones).
- Les isotopes du carbone ( $\delta^{13}\text{C}$ ) et de l'azote ( $\delta^{15}\text{N}$ ), ainsi que leurs taux respectifs dans le sol d'origine, sont souvent conservés pendant les processus de sédimentation, ce qui permet de déterminer l'origine des sédiments prélevés dans vos carottes. Par exemple, les mesures de  $\delta^{15}\text{N}$  dans les sols agricoles de terres activement cultivées peuvent être supérieures de 5 ‰ par rapport aux sols peu travaillés et aux sols forestiers voisins, car l'épandage de fumier et la récolte peuvent augmenter la concentration en  $^{15}\text{N}$ .
- Vous trouverez plus d'information [ici](#) (en anglais).

### GÉOCHRONOLOGIE : TECHNIQUES DE DATATION DES SÉDIMENTS

- Pour comprendre le taux d'accumulation du carbone au fil du temps, vous devez d'abord déterminer le taux d'accumulation des sédiments, appelé « taux d'accrétion des sédiments ». Deux méthodes principales permettent de connaître le taux d'accrétion des sédiments : la datation au carbone 14 et la datation par le plomb et le césium.

#### DATATION AU CARBONE 14

- La datation au carbone 14 est utilisée pour les reconstitutions sur de longues périodes en permettant de mesurer l'accumulation de sédiments sur une échelle de temps allant de 200 à 50 000 ans.
- Elle repose sur la mesure de l'isotope radioactif du carbone ( $^{14}\text{C}$ ) contenu dans les matières organiques d'un échantillon. Cette valeur est comparée à des estimations internationales normalisées de la composition atmosphérique en carbone 14 couvrant une période allant de 1950 (avant les essais nucléaires) jusqu'à 60 000 ans auparavant (les valeurs mesurées les plus anciennes).
- À partir des estimations d'âge et des profondeurs de votre carotte, il est possible de reconstituer l'accumulation de sédiments à long terme au moyen d'outils ouverts ([DOI: 10.1214/11-BA618](https://doi.org/10.1214/11-BA618)). Vous trouverez plus d'information [ici](#) (en anglais).

#### DATATION PAR LE PLOMB ET LE CÉSIMUM ( $^{210}\text{Pb}$ ET $^{137}\text{Cs}$ )

- Le plomb 210 ( $^{210}\text{Pb}$ ) et le césium 137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) peuvent être utilisés pour déterminer le taux d'accumulation des sédiments afin d'obtenir des datations plus récentes, de 0 à 200 ans. En général, on analyse de 10 à 20 sections d'une carotte de sédiments pour couvrir une période d'accumulation d'environ 160 ans.
- Le plomb 210 est présent à l'état naturel et présente une vitesse de désintégration relativement rapide, ce qui permet une accumulation continue dans les sédiments.
- Le césium 137 est un isotope « marqueur » provenant des essais nucléaires du milieu du 20<sup>e</sup> siècle, où les concentrations maximales dans les sédiments correspondent à celles de 1963.

En connaissant l'âge des sédiments à différentes profondeurs, on peut calculer le taux d'enfouissement du carbone.

# ANNEXE 1. LISTE DE VÉRIFICATION DU MATÉRIEL

Une version téléchargeable de la liste de vérification du matériel est [disponible ici](#).

## **Pour préparer la parcelle :**

- GPS
- Planchettes à pince
- Ruban à mesurer de 50 m
- Quadrats

## **Pour prélever une carotte de sédiments :**

- Carottier fait d'un tube en PVC ou en acrylique. Le tube doit avoir une longueur égale à la profondeur voulue pour le carottage (généralement entre 30 cm et 1 m), avec un espace libre d'environ 20 cm. On utilise généralement un tube de 4 po (10,2 cm) de diamètre, mais un de 3 po (7,6 cm) convient également.
- Bouchons correspondant au diamètre du tube en PVC (un pour chaque extrémité de la carotte)
- Masse
- Au moins une planche de contreplaqué pour servir de surface de frappe
- Gants de travail
- Ruban à mesurer (1 m)
- Pelle
- Dispositif d'extraction

## **Pour extraire la carotte :**

- Dispositif d'extraction sur mesure, composé d'un piston parfaitement adapté à l'intérieur du tube, d'une tige métallique et d'une plateforme pour la stabilité.
- Escabeau
- Petite masse
- Grattoir à peinture, petit morceau de plexiglas ou couteau dentelé
- Collier en PVC ou en acrylique de la profondeur de sous-section souhaitée, habituellement de 1, 2 ou 5 cm.
- Sacs refermables de type Ziploc ou contenants en polypropylène (vérifier auprès du laboratoire pour ses préférences)
- Marqueur permanent pour l'identification des sacs d'échantillons
- Glacière pour l'entreposage temporaire des échantillons

# ANNEXE 2. FICHE TECHNIQUE SUR LE CARBONE BLEU

Vous trouverez ci-dessous un exemple de fiche technique. Une version téléchargeable est [disponible ici](#).

## FICHE TECHNIQUE SUR LE CARBONE BLEU

Nom du projet : Échantillonnage de sédiments côtiers

Zone d'étude (lieu) : Ucluelet

Nom du site à l'étude : Emplacement d'échantillonnage B

### Notes sur la parcelle

Identification de la parcelle: UC-02

Date: 25 juin 2026 Heure: 11 h 32 HNP

Conditions atmosphériques: Ciel légèrement couvert, 17 °C, 0,2 mm de précipitations

Marées: Marée haute à 12 h 52 HNP (2,836 m), marée basse à 18 h 2 HNP (1,429 m)

### Notes sur la carotte

Numéro d'identification de la carotte (Core ID): UC-02-B

Latitude: 48,929 72° N

Longitude: 125,543 36° O

Datum:

(Facultatif) Photos?  Oui  Non

### Enfoncer la carotte dans le sol et indiquer :

La profondeur extérieure (cm) 50

La profondeur intérieure (cm) 45

### Extraire la carotte et commencer le sectionnement :

Numéro d'identification de la carotte	Numéro de l'échantillon	Intervalle de profondeur des échantillons		Notes
		Profondeur inférieure (cm)	Profondeur supérieure (cm)	
UC-02-B	1	0	2	Végétation, sol meuble, brun foncé, quelques pierres
UC-02-B	2	2	4	Présence de racines, sol brun foncé, quelques pierres

# GLOSSAIRE

**Stock de carbone moyen :** mesure de la masse volumique du carbone dans un réservoir de carbone, exprimée en carbone par unité de superficie, généralement en kg/m<sup>2</sup> (kilogrammes par mètre carré) ou en t/ha (tonnes par hectare).

**Biodiversité :** la variabilité entre les organismes vivants de toutes origines, y compris les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes.

**Bio-indicateurs de changement :** matières biologiques (p. ex., grains de pollen ou micro-organismes) préservées dans les sédiments et dont la présence nous informe sur les conditions climatiques ou écologiques passées.

**Masse volumique apparente :** masse divisée par le poids d'un échantillon.

**Réservoir de carbone :** système qui a la capacité de stocker ou de libérer du carbone.

**Taux d'accumulation du carbone :** quantité de carbone entrant dans un réservoir de carbone au cours d'une période donnée.

**Séquestration de carbone :** processus de capture et de stockage du carbone atmosphérique dans un réservoir de carbone.

**Stock de carbone :** mesure de la quantité de carbone dans un réservoir de carbone.

**Longueur de carotte :** longueur d'un échantillon de carotte qui a été prélevé.

**Profondeur du refus :** stade auquel un carottier ne peut être poussé davantage dans le milieu où l'on veut prélever un échantillon.

**Marée haute :** état de la marée à son niveau le plus élevé.

**Carbone inorganique :** quantité de carbone dans la matière inorganique d'un échantillon.

**Isotope :** atomes ayant le même nombre de protons, mais un nombre différent de neutrons; peut servir à déduire la date d'un objet grâce à la demi-vie distincte de l'isotope (c.-à-d. le taux de désintégration).

**Perte au feu :** méthode scientifique permettant de déterminer la portion de matière organique dans un échantillon de sol en brûlant l'échantillon à une chaleur de 450 à 950 °C.

**Marée basse :** état de la marée à son niveau le plus bas.

**Carbone organique :** quantité de carbone dans la matière organique d'un échantillon.

**Parcelle :** zone désignée d'un site où sont prélevés des échantillons.

**Datation au carbone 14 :** utilisation de la désintégration d'un isotope radioactif du carbone (<sup>14</sup>C) pour mesurer l'âge d'objets contenant des matières à base de carbone.

**Marais salé :** habitats régulièrement inondés de la zone intertidale où prédominent des peuplements d'herbes denses et de petits arbustes halotolérants.

**Herbiers marins :** plantes florales appartenant à quatre familles de plantes qui poussent dans des milieux marins entièrement salins.

**Profondeur d'une section :** haut et bas d'un échantillon de carotte ou d'une section par rapport à la couche de sol.

**Carotte de sédiments :** échantillon vertical d'un dépôt de sédiments ou de sol qui capture les couches stratigraphiques et conserve la séquence de dépôt de ces couches (les plus récentes au-dessus et les plus anciennes vers le bas).

**Zone d'étude :** zone délimitée au sein d'une région plus vaste qui se distingue par les types d'écosystèmes qu'elle abrite.

**Site d'étude :** emplacement précis, à l'intérieur d'une zone d'étude, qui est divisé en parcelles.

**Stock total de carbone :** mesure de la quantité totale de carbone dans un réservoir de carbone, habituellement exprimée en kilogrammes ou en tonnes.

# RÉFÉRENCES ET RESSOURCES

Bansal, S., Creed, I.F., Tangen, B.A., Bridgham, S.D., Desai, A. R., Krauss, K. W., Neubauer, S.C. *et al.* (2023). « Practical Guide to Measuring Wetland Carbon Pools and Fluxes ». *Wetlands*, 43(8), 105. DOI: 10.1007/s13157-023-01722-2.

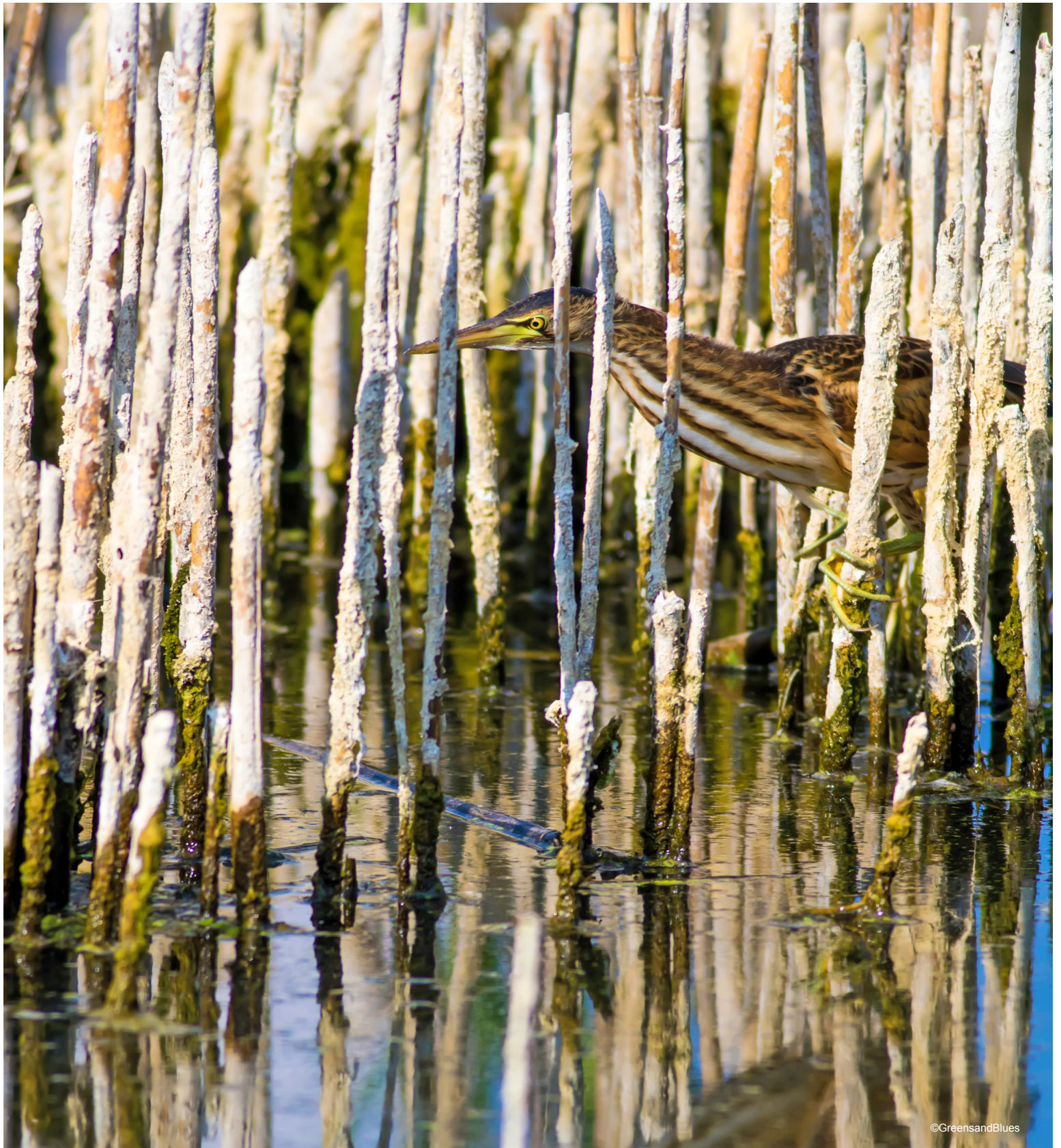
Hamayas Stewardship Network. (n.d.). *Eelgrass monitoring manual*. Nanwakolas Council.

Howard, J., Hoyt, S., Isensee, K., Pidgeon, E., et Telszewski, M. (2014). *Coastal Blue Carbon: Methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrass meadows*. Conservation International, Commission océanographique intergouvernementale de l'UNESCO, Union internationale pour la conservation de la nature.

Love, K. (2022). *Quantifying coastal blue carbon: A literature review of blue carbon methods in Canadian ecosystems*. WWF-Canada.

Murray, S.M., Milligan, B., Ashford, O., Bonotto, E., Cifuentes-Jara, M., Glass L., Howard, J. *et al.* (2023). *The blue carbon handbook: Blue carbon as a nature-based solution for climate action and sustainable development*. High Level Panel for a Sustainable Ocean Economy.

Short, F., Hessing-Lewis, M., Prentice, C., Sanders-Smith, R., Gaeckie, J., et Helms, A. (2016). *Protocole d'échantillonnage de sédiments d'herbiers marins et étude sur le terrain. Colombie-Britannique, Washington et Oregon*. Commission de coopération environnementale (CCE), plan opérationnel 2015 et 2016, Prochaines étapes des recherches scientifiques aux fins de l'élaboration de politiques sur le carbone bleu de l'Amérique du Nord .



©GreensandBlues

WWF-Canada. 2026. Mesurer le carbone dans les sédiments côtiers, Canada. WWF-Canada. Toronto, Canada.

Le WWF-Canada est une œuvre de bienfaisance enregistrée auprès du gouvernement fédéral (no 11930 4954 RR0001) et une organisation nationale officielle du World Wildlife Fund for Nature, dont le siège social est à Gland, en Suisse. Le WWF est connu sous le nom de World Wildlife Fund au Canada et aux États-Unis.

Publié (2026) par le WWF-Canada, Toronto, Ontario, Canada. © (2026) WWF-Canada. Aucune photographie de cette production ne peut être reproduite. wwf.ca WWF® et ©1986 Symbole du Panda sont des marques déposées du WWF. Tous droits réservés.



Pour que la nature,  
les espèces et les humains  
cohabitent en harmonie.

[wwf.ca/fr](http://wwf.ca/fr)