

**GUIDE D'APPLICATION DE LA MÉTHODE ÉCO-GÉOMORPHOLOGIQUE  
POUR LE DOMAINE MARITIME DANS LE CADRE DE L'APPLICATION DE  
LA *POLITIQUE DE PROTECTION DES RIVES, DU LITTORAL ET DES  
PLAINES INONDABLES***

Sous la direction de  
Pascal Bernatchez, Ph.D.  
Université du Québec à Rimouski

Réalisé pour le compte du ministère du Développement Durable, de  
l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques  
(MDDELCC) et du  
ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des  
transports du Québec (MTMDET) (Projet MTMDET CC14.1)

Décembre 2018



**Développement durable,  
Environnement et Lutte  
contre les changements  
climatiques**

**Québec** 

**Transports,  
Mobilité durable  
et Électrification  
des transports**

**Québec** 

  
**Fondsvert**

**Guide d'application de la méthode éco-géomorphologique pour le domaine maritime dans le cadre de l'application de la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables***

**RÉFÉRENCE SUGGÉRÉE**

Houde-Poirier, M., Touchette, M. et Bernatchez, P., 2018. Guide d'application de la méthode éco-géomorphologique pour le domaine maritime dans le cadre de l'application de la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables. Chaire de recherche en géoscience côtière, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Document remis au ministère du développement durable, de l'environnement et de la lutte aux changements climatiques et au ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports du Québec, décembre 2018, 76 p. + annexes.

## **ÉQUIPE DE RÉALISATION**

**Pascal Bernatchez**, Ph. D., Professeur et titulaire

**Myriane Houde-Poirier**, M. Sc., professionnelle de recherche

**Maud Touchette**, M. Sc., professionnelle de recherche

Université du Québec à Rimouski  
Département de biologie, chimie et géographie  
Chaire de recherche en géoscience côtière  
Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières (LDGIZC)  
300, allée des Ursulines, case postale 3300  
Rimouski (Québec) G5L 3A1

Chargé de projet au ministère du Développement durable, de l'Environnement  
et de la Lutte aux changements climatiques

**Francis Bourret**, biologiste, M. Sc.  
Direction de l'agroenvironnement et du milieu hydrique (DAEMH)  
Direction générale des politiques de l'eau (DGPE)  
Ministère du Développement durable, de l'Environnement  
et de la Lutte contre les changements climatiques.  
Édifice Marie-Guyart, 8<sup>e</sup> étage  
675, boulevard René-Lévesque Est  
Québec (Québec) G1R 5V7  
Téléphone : 418 521-3885, poste 4971  
Courriel : francis.bourret@mddelcc.gouv.qc.ca

Chargée de projet au ministère des Transports, de la Mobilité durable et de  
l'Électrification des transports

**Isabelle Falardeau**, géographe, M. Sc. Eau  
Direction de l'environnement et de la recherche  
Service de l'environnement (SE)  
Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des  
transports  
930, chemin Sainte-Foy, 6<sup>e</sup> étage  
Québec (Québec) G1S 4X9  
Téléphone : 418 643-7828, poste 24054  
Courriel : isabelle.falardeau@transport.gouv.qc.ca

## TABLE DES MATIÈRES

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | INTRODUCTION .....  | 13 |
| 2     | DOMAINE D'APPLICATION DE LA MÉTHODE ÉCO-<br>GÉOMORPHOLOGIQUE.....                                     | 14 |
| 3     | CAS GÉOMORPHOLOGIQUES TYPES .....   | 16 |
| 3.1   | Définition des portions de la côte permettant de localiser les<br>critères éco-géomorphologiques..... | 16 |
| 3.1.1 | L'estran .....  | 16 |
| 3.1.2 | La haute-plage .....  | 17 |
| 3.1.3 | L'arrière-plage .....   | 21 |
| 3.1.4 | Segmentation des côtes à marais maritime .....  | 21 |
| 3.2   | Les six grands types de côtes relatifs à la méthode éco-<br>géomorphologique.....                     | 22 |
| 3.2.1 | Côte d'accumulation granulaire .....  | 23 |
| 3.2.2 | Côte dunaire ou dunifiée .....  | 28 |
| 3.2.3 | Côte à marais maritime et milieu humide d'eau douce.....  | 29 |
| 3.2.4 | Côte rocheuse sans falaise .....  | 33 |
| 3.2.5 | Côte à falaise .....  | 35 |
| 3.2.6 | Côte artificialisée .....   | 38 |
| 4     | LOCALISATION DE LA LIMITE GÉOMORPHOLOGIQUE SELON LES<br>CAS GÉOMORPHOLOGIQUES .....                   | 41 |
| 4.1   | Typologie des critères éco-géomorphologiques .....  | 41 |
| 4.1.1 | Sommet d'un escarpement.....  | 41 |
| 4.1.2 | Pied et crête de dune .....   | 42 |
| 4.1.3 | Végétation éparses et dense.....  | 43 |
| 4.1.4 | Terrasse de plage (côte mixte).....   | 43 |
| 4.1.5 | Fin du milieu humide côtier.....  | 45 |
| 4.1.6 | Sommet d'infrastructure .....   | 47 |
| 4.2   | Positionnement de la limite géomorphologique .....  | 47 |
| 4.2.1 | Côtes exposées : les côtes d'accumulation granulaire.....   | 47 |
| 4.2.2 | Côtes exposées : les côtes dunaires ou dunifiées .....  | 50 |
| 4.2.3 | Côtes exposées : les marais maritimes frangeants.....   | 52 |
| 4.2.4 | Côtes exposées : les côtes rocheuses (sans falaise).....  | 55 |
| 4.2.5 | Côtes exposées : les côtes à falaise.....   | 55 |
| 4.2.6 | Côtes exposées : les côtes artificialisées.....   | 57 |
| 4.2.7 | Côtes abritées : les côtes d'accumulation granulaire .....  | 58 |
| 4.2.8 | Côtes abritées : les marais maritimes abrités .....   | 60 |
| 4.2.9 | Clé de détermination de la limite géomorphologique .....  | 60 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 5     | DÉTERMINATION DE LA LIMITE GÉOMORPHOLOGIQUE SUR LE<br>TERRAIN .....   | 64 |
| 5.1   | Délimitation de la limite géomorphologique sur le terrain.....  | 64 |
| 5.1.1 | Démarche de détermination de la limite géomorphologique<br>sur les côtes exposées .....   | 65 |
| 5.1.2 | Détermination de la limite géomorphologique sur les côtes<br>abritées (végétation continue) et les marais maritimes<br>frangeants ..... | 66 |
| 5.2   | Cas particuliers .....  | 69 |
| 5.2.1 | Embouchure et estuaire de rivière .....   | 69 |
| 5.2.2 | Versants continentaux .....   | 70 |
| 5.2.3 | Côte à falaise artificialisée .....   | 71 |
| 5.2.4 | Descente de bateau .....  | 72 |
| 5.2.5 | Milieus anthropisés .....   | 72 |
| 5.2.6 | Cas où la méthode éco-géomorphologique ne s'applique<br>pas .....   | 74 |
| 6     | CONCLUSION .....  | 75 |
| 7     | RÉFÉRENCES .....  | 76 |
|       | ANNEXE A .....  | 77 |
|       | ANNEXE B .....  | 79 |

## LISTE DES FIGURES

|                   |   |    |
|-------------------|---|----|
| <b>FIGURE 1.</b>  | Limites du domaine d'application de la méthode éco-géomorphologique dans (A) le Saint-Laurent et (B) la baie des Chaleurs.....  | 15 |
| <b>FIGURE 2.</b>  | Distinction entre le haut estran (à gauche du trait jaune) et le bas estran (à droite du trait jaune) sur une côte d'accumulation granulaire (flèche littorale). Le trait pointillé jaune situe la flexure. ....                    | 17 |
| <b>FIGURE 3.</b>  | Délimitation de la haute-plage (entre les traits pointillés) sur une côte d'accumulation granulaire (terrasse de plage). Le trait de droite constitue la ligne de rivage. L'arrière-plage débute au sommet de la microfalaise. .... | 18 |
| <b>FIGURE 4.</b>  | Côte d'accumulation granulaire (terrasse de plage) où il n'y a pas de haute-plage. Le haut estran est directement adjacent à l'arrière-plage. Ces deux portions sont séparées par un front de végétation dense. ....                | 18 |
| <b>FIGURE 5.</b>  | Profil type de plage sableuse à l'état stable (modifiée de Fraser et Bernatchez, 2006).....   | 19 |
| <b>FIGURE 6.</b>  | Profil type de plage sableuse à l'état actif (modifiée de Fraser et Bernatchez, 2006).....  | 19 |
| <b>FIGURE 7.</b>  | Haute-plage devant une falaise meuble .....   | 20 |
| <b>FIGURE 8.</b>  | Profil type d'une côte à falaise (modifiée de Fraser et Bernatchez, 2006).....  | 20 |
| <b>FIGURE 9.</b>  | Segmentation des côtes à marais maritime .....  | 21 |
| <b>FIGURE 10.</b> | Schorre inférieur (îlots de végétation à droite) séparé du schorre supérieur (à gauche) par une microfalaise d'érosion (Montmagny).....   | 22 |
| <b>FIGURE 11.</b> | Vue aérienne d'une terrasse de plage (Longue-Pointe-de-Mingan, Côte-Nord).....  | 23 |
| <b>FIGURE 12.</b> | Profil transversal d'une côte à terrasse de plage (Longue-Pointe-de-Mingan, Côte-Nord). ....  | 24 |
| <b>FIGURE 13.</b> | Terrasse de plage composée de sédiments de la taille des galets (Anse-au-Griffon, Gaspésie).....  | 24 |

|  |    |
|--|----|
| <b>FIGURE 14.</b> Terrasse de plage présentant une dune bordière (Longue-Pointe-de-Mingan, Côte-Nord) .....  | 25 |
| <b>FIGURE 15.</b> Terrasse de plage présentant une dune bordière au front de l'arrière-plage (Longue-Pointe-de-Mingan, Côte-Nord).....   | 25 |
| <b>FIGURE 16.</b> Vue aérienne d'une côte à flèche littorale (Moisie, Côte-Nord) ..  | 26 |
| <b>FIGURE 17.</b> Côte à flèche littorale (Rivière-Saint-Jean, Côte-Nord) ; la face exposée (ou extérieure) se trouve à droite et la face abritée (ou intérieure) se trouve à gauche.....      | 27 |
| <b>FIGURE 18.</b> Vue aérienne d'un tombolo double abritant une lagune côtière aux Îles-de-la-Madeleine .....  | 28 |
| <b>FIGURE 19.</b> Côte dunifiée (Dune-du-Sud, Îles-de-la-Madeleine).....   | 29 |
| <b>FIGURE 20.</b> Tombolo dunifié aux Îles-de-la-Madeleine .....   | 29 |
| <b>FIGURE 21.</b> Côte à marais maritime frangeant (Baie des Bacon, Côte-Nord).....  | 30 |
| <b>FIGURE 22.</b> Côte à marais maritime abrité derrière une flèche littorale (Cap-Marteau, Bas-Saint-Laurent) .....   | 31 |
| <b>FIGURE 23.</b> Vue aérienne d'un marais maritime frangeant bordé par un aboiteau (L'Isle-Verte, Bas-Saint-Laurent).....   | 31 |
| <b>FIGURE 24.</b> Vue aérienne d'une côte à marais maritime frangeant (Bas-Saint-Laurent) .....  | 32 |
| <b>FIGURE 25.</b> Vue aérienne d'un marais maritime abrité derrière une flèche littorale (Saint-Éloi, Bas-Saint-Laurent).....  | 32 |
| <b>FIGURE 26.</b> Lambeau de schorre supérieur au pied d'une falaise. Le schorre supérieur et le schorre inférieur sont délimités par une microfalaise (Montmagny, Chaudières-Appalaches)..... | 33 |
| <b>FIGURE 27.</b> Côte rocheuse sans falaise (Cap-Marteau, Bas-Saint-Laurent) .....  | 34 |
| <b>FIGURE 28.</b> Côte rocheuse sans falaise dont l'estran est meuble (Saint-Simon, Bas-Saint-Laurent) .....   | 34 |
| <b>FIGURE 29.</b> Côte rocheuse sans falaise dont l'estran est rocheux (Kegaska, Côte-Nord) .....  | 35 |

|   |    |
|---|----|
| <b>FIGURE 30.</b> Côte à falaise meuble (Longue-Pointe-de-Mingan, Côte-Nord)<br>.....   | 36 |
| <b>FIGURE 31.</b> Vue aérienne d'une côte à falaise meuble (Côte-Nord) .....  | 36 |
| <b>FIGURE 32.</b> Vue aérienne d'une côte à falaise rocheuse (Gaspésie).....  | 37 |
| <b>FIGURE 33.</b> Versant continental en Haute-Gaspésie (vue de profil).....  | 37 |
| <b>FIGURE 34.</b> Versant continental en Haute-Gaspésie (vue frontale) .....  | 38 |
| <b>FIGURE 35.</b> Côte artificialisée par un enrochement (Godbout, Côte-Nord) ...   | 39 |
| <b>FIGURE 36.</b> Côte à terrasse de plage artificialisée par un enrochement<br>(Cap-des-Rosiers, Gaspésie) .....   | 39 |
| <b>FIGURE 37.</b> Côte à flèche littorale artificialisée par des gabions (Saint-<br>Siméon, baie des Chaleurs) .....  | 40 |
| <b>FIGURE 38.</b> Sommet d'un escarpement utilisé comme critère<br>géomorphologique ; (A) escarpement vertical ; (B) près de la<br>verticale ; (C) en surplomb ; (D) avec un talus.....   | 42 |
| <b>FIGURE 39.</b> Localisation du pied et de la crête d'une dune .....  | 43 |
| <b>FIGURE 40.</b> Critères pour déterminer l'inclusion ou l'exclusion d'une<br>terrasse de plage dans les cas de côtes mixtes .....   | 44 |
| <b>FIGURE 41.</b> Microfalaise d'érosion au front du schorre supérieur montrant<br>la nature du substrat et les sédiments vaseux. Le schorre<br>repose sur une unité de slikke et d'argile marine postglaciaire<br>(unité gris-bleu à la base)..... | 46 |
| <b>FIGURE 42.</b> Microfalaise d'érosion au front d'un schorre supérieur<br>montrant la nature du substrat et les sédiments vaseux .....  | 46 |
| <b>FIGURE 43.</b> Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge)<br>servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la<br>figure) pour les côtes d'accumulation granulaire végétalisées ...                                     | 49 |
| <b>FIGURE 44.</b> Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge)<br>servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la<br>figure) pour les côtes d'accumulation granulaire actives.....   | 50 |
| <b>FIGURE 45.</b> Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge)<br>servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la<br>figure) pour les côtes dunaires végétalisées.....   | 51 |

- FIGURE 46.** Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes dunaires actives ..... 51
- FIGURE 47.** Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes dunaires à terrasse de plage ..... 52
- FIGURE 48.** Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes à marais maritime frangeant. En présence d'un milieu humide d'eau douce adjacent à un marais maritime, les méthodes prévues à la PPRLPI pour les milieux d'eau douce sont appliquées pour déterminer la ligne de hautes eaux (LHEB sur la figure)..... 54
- FIGURE 49.** Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes avec lambeaux de schorre ..... 54
- FIGURE 50.** Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes rocheuses sans falaise. À gauche de la figure, la LG se situe au front de la végétation herbacée éparses. À droite de la figure, la LG se situe au front du lichen (orangé). ..... 55
- FIGURE 51.** Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes à falaise..... 56
- FIGURE 52.** Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes à falaise à terrasse de plage..... 56
- FIGURE 53.** Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes artificialisées..... 57
- FIGURE 54.** Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes artificialisées à terrasse de plage ..... 58
- FIGURE 55.** Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes d'accumulation granulaire abritées ..... 59

- FIGURE 56.** Organigramme d'aide à la décision pour définir la limite géomorphologique selon les types de côtes et les critères éco-géomorphologiques définis..... 63
- FIGURE 57.** Deux critères éco-géomorphologiques substitués le long d'un segment. L'extrémité de la limite rapportant au front de végétation dense est vis-à-vis le début de la limite déterminée au sommet de l'escarpement (les deux points rouges). Le trait pointillé correspond à la limite géomorphologique. .... 66
- FIGURE 58.** Limite géomorphologique (trait pointillé jaune) correspondant à la limite de la végétation côtière entre un marais maritime et une côte d'accumulation granulaire (flèche littorale). Au bas de la photo, les sédiments vaseux et humides permettent de bien délimiter les deux écosystèmes..... 67
- FIGURE 59.** Exemple de positionnement des transects sur une côte à marais maritime frangeant selon une méthode systématique afin de déterminer la fin du milieu humide ..... 68
- FIGURE 60.** Application de la méthode éco-géomorphologique à l'embouchure des rivières. Le trait noir marque la limite géomorphologique (LG) parallèle à la côte alors que les points noirs marquent la fin de l'application de la méthode pour le domaine maritime..... 70
- FIGURE 61.** Localisation de la limite géomorphologique (LG) sur les côtes à falaise artificialisées ..... 71
- FIGURE 62.** Îlots de végétation côtière devant les dunes aux Îles-des-la-Madeleine ..... 73

## GLOSSAIRE

**Arrière-plage** : zone qui peut être submergée lors de tempêtes exceptionnelles, souvent caractérisée par la présence de gros débris. Se situe entre la haute-plage (ou le haut estran si la haute-plage est inexistante) et l'arrière-côte.

**Bas estran** : zone couverte par la marée, située entre la plage sous-marine (avant-plage) et le haut estran. La flexure sépare le bas estran du haut estran, dont la granulométrie et la pente diffère.

**Berne** : corps sédimentaire sableux situé sur la haute-plage créé lors de période d'accumulation. Plusieurs bermes peuvent se succéder sur un profil de plage.

**Côte à falaise** : escarpement côtier dont la hauteur fait plus de 1,5 m. L'escarpement peut être constitué de roche consolidée ou de dépôts non consolidés (argile, limon, sable, gravier, galet, blocs, matière organique). L'escarpement peut également avoir une portion rocheuse et une portion non consolidée (définition adaptée de Bernatchez et Drejza, 2015).

**Côte à marais maritime** : zone d'accumulation de sédiments fins colonisée par de la végétation herbacée (Bernatchez et Drejza, 2015).

**Côte artificialisée** : côte présentant un ouvrage de protection au front de l'arrière-plage (côte d'accumulation granulaire, côte dunaire ou côte rocheuse sans falaise), sur le schorre supérieur (marais maritime) ou devant l'escarpement (côte à falaise) dans le cadre de l'application de la méthode éco-géomorphologique.

**Côte d'accumulation granulaire** : côte basse d'accumulation de sable ou de gravier littoral. Ce type de côte inclut les terrasses de plage, les flèches littorales, les tombolos et les cordons littoraux.

**Côte dunaire ou dunifiée** : côte principalement formée de sable accumulé au fil du temps par des processus éoliens qui ont modelé un bourrelet ou une succession de bourrelets (dunes).

**Côte rocheuse sans falaise** : côte rocheuse à pente douce, sans falaise, possédant parfois des écueils rocheux (Bernatchez et Drejza, 2015).

**Escarpement** : paroi verticale ou près de la verticale dont le talus se situe entre 15° et la verticale ; le talus peut également être en surplomb (CETMEF, 2013). L'escarpement peut s'apparenter à microfalaise (hauteur inférieure à 1,5 m) ou à une falaise (hauteur de 1,5 m et plus).

**Falaise morte** : falaise qui n'est plus soumise à l'action de l'érosion, qui est soustraite à l'influence de la mer.

**Flexure** : délimitation entre le bas et le haut estran, marquant une rupture de pente et souvent un changement de granulométrie.

**Haut estran** : zone couverte par la marée, située entre le bas estran et la haute-plage (ou l'arrière-plage si la haute-plage est inexistante).

**Haute-plage** : zone submergée par les houles de tempêtes normales, située entre le haut estran et l'arrière-plage. Sa partie inférieure débute à la ligne de rivage. La haute-plage est normalement colonisée par de la végétation éparse, parfois dense.

**Ligne de rivage** : limite géomorphologique qui correspond soit à la limite de la végétation herbacée éparse, le cas échéant, sinon à la limite de la végétation dense, à la base d'un ouvrage de protection rigide ou à la base d'une falaise. Elle correspond approximativement à la limite des hautes mers maximales.

**Ligne des hautes eaux (PPRLPI)** : ligne qui, aux fins de l'application de la PPRLPI, sert à délimiter le littoral et la rive (MDDELCC, 2015a).

**Limite géomorphologique** : limite déterminée sur la base de critères éco-géomorphologiques tels qu'établis par la méthode éco-géomorphologique.

**Trait de côte** : limite géomorphologique correspondant au sommet d'un talus côtier. C'est la limite de la zone d'influence des processus côtiers, la limite entre la côte et l'arrière-côte.

**Végétation éparse** : lorsque le recouvrement de végétation est inférieur à 75%.

**Végétation dense** : lorsque le recouvrement de végétation est supérieur à 75%.

**Versant continental** : versant dont le profil est convexe, généralement végétalisé jusqu'à la mer (CETMEF, 2013), ne reculant pas en réponse à l'attaque des agents hydrodynamiques côtiers (Pinot, 1998) tels que les vagues et les marées.

## 1 INTRODUCTION

Les écosystèmes côtiers constituent des milieux importants en termes de diversité écologique. Au Québec, la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables* (PPRLPI) élaborée par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), conformément à la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE), sert de cadre légal pour établir des normes de protection minimale pour prévenir la dégradation de ces milieux, en conserver l'intégrité écologique et pour assurer la sécurité des personnes et des biens (MDDELCC, 2015).

La ligne des hautes eaux telle que définie dans la PPRLPI sert à diviser la rive du littoral en bordure des cours d'eau du Québec. En milieu maritime, les marées et les vagues impliquent une dynamique bien particulière. Le MDDELCC a donc mandaté le Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières pour élaborer une méthode adaptée à la dynamique côtière et applicable sur l'ensemble des côtes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent du Québec. Cette méthode est basée sur des critères éco-géomorphologiques pouvant être identifiés sur les littoraux, répondant au régime local de vagues, de marées et de niveaux d'eau. Ces critères servent à déterminer une limite géomorphologique pour les littoraux du domaine maritime. Cette limite est l'équivalent de la ligne des hautes eaux déterminée dans les environnements fluviaux et lacustres ; elle établit la frontière entre le littoral et la rive en milieu maritime.

Ce document est un guide de détermination de la limite géomorphologique pour les littoraux maritimes. Les cas géomorphologiques types englobant l'ensemble des types de côtes du Québec maritime ainsi que les critères éco-géomorphologiques pouvant y être observés sont d'abord exposés. Les différentes configurations relatives aux six grands types de côtes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent ont été ressorties puis illustrées sur des profils de côtes transversaux. Les critères permettant d'établir une limite géomorphologique ont été positionnés sur ces profils. Une démarche claire, synthétisée dans une clé dichotomique, est proposée afin de guider pas à pas les intervenants appelés à déterminer la limite géomorphologique sur le terrain. Un guide spécifique aux côtes des Îles-de-la-Madeleine est également disponible. Finalement, un atlas de photographies des côtes prises sur le territoire du Québec maritime permet d'apprécier le positionnement de la limite géomorphologique sur des cas réellement observés sur le terrain (photographies fournies par le Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières de l'Université du Québec à Rimouski). Le cheminement relatif à la clé dichotomique proposée dans ce document est décrit pour chaque cas présenté sur ces photographies.

## **2 DOMAINE D'APPLICATION DE LA MÉTHODE ÉCO-GÉOMORPHOLOGIQUE**

Le domaine d'application de la méthode éco-géomorphologique réfère au milieu côtier maritime. La méthode s'applique donc aux côtes assujetties aux vagues et aux marées. Le MDDELCC (2018) établit la limite occidentale de l'estuaire à la pointe nord de l'Île d'Orléans (municipalité de Saint-François-de-l'Île-d'Orléans), qui marque le passage de l'estuaire d'eau douce à l'estuaire d'eau saumâtre. Une ligne verticale adjacente à cette pointe (figure 1) établit la limite ouest de l'application de la méthode éco-géomorphologique sur la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent à la frontière ouest de la MRC de Montmagny (municipalité de Berthier-sur-Mer). Sur la rive nord de l'estuaire du Saint-Laurent, cette frontière occidentale concorde avec la localité de Cap-Tourmente, inclusivement. À partir de ces localités vers l'est, la méthode éco-géomorphologique expliquée dans ce document est appliquée sur les berges de l'estuaire moyen, l'estuaire maritime et du golfe du Saint-Laurent. Dans la baie des Chaleurs, la limite occidentale d'application de la méthode éco-géomorphologique est située à l'extrémité ouest de la baie colonisée par le marais maritime à l'embouchure de la rivière Kempt, dans la municipalité de Ristigouche-Partie-Sud-Est (figure 1).



Figure 1. Limites du domaine d'application de la méthode éco-géomorphologique dans (A) le Saint-Laurent et (B) la baie des Chaleurs

### 3 CAS GÉOMORPHOLOGIQUES TYPES

Dans le cadre de l'application de la PPRLPI, les cas géomorphologiques types attribuables aux côtes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent peuvent être regroupés en six grands types de côtes. On distingue d'abord les côtes basses d'accumulation granulaire. Le terme « granulaire » inclut les sédiments de la taille des sables, des graviers et des galets. Parmi ces côtes basses, on compte les terrasses de plage, les flèches littorales et les tombolos. Les autres côtes d'accumulation de sédiments meubles<sup>1</sup> sont les côtes dunaires (ou dunifiées) et les marais maritimes. L'ensemble des falaises sont regroupées dans le type de côte à falaise, qu'elles soient rocheuses, meubles ou mixtes (portion meuble et portion rocheuse). Les côtes rocheuses dont la pente est douce correspondent aux côtes rocheuses sans falaise. Les côtes présentant un ouvrage de protection au sommet du haut estran (ou de la haute-plage) ont été regroupées dans le type de côte artificialisé.

#### 3.1 Définition des portions de la côte permettant de localiser les critères éco-géomorphologiques

Afin d'être en mesure de déterminer un type de côte et de localiser les critères éco-géomorphologiques sur les divers cas, il importe d'abord de définir les portions de la côte qui seront visées dans la détermination d'une limite géomorphologique. La segmentation côtière utilisée dans le cadre de la méthode éco-géomorphologique pour le domaine maritime est basée sur un gradient d'inondation et sur des limites géomorphologiques. Les portions devant être identifiées sur les côtes maritimes sont les suivantes : le haut estran, la haute-plage et l'arrière-plage.

##### 3.1.1 L'estran

Les terrasses de plage, les flèches littorales, les tombolos (les côtes d'accumulation granulaire) et les côtes dunaires présentent des profils similaires. La zone intertidale, composée du bas estran et du haut estran, est la zone couverte et découverte par les marées, c'est-à-dire la zone de battement des marées. Le haut estran et le bas estran se distinguent notamment par leur pente, laquelle est plus abrupte au niveau du haut estran. La flexure (ou le point d'inflexion) constitue la rupture de pente entre le haut estran et le bas estran (figure 2). Le haut estran est approximativement compris entre le niveau moyen des eaux et le niveau supérieur des hautes eaux (figures 5 et 6). C'est surtout sur le haut estran qu'on observe le jet de rive des vagues.

---

<sup>1</sup> Les sédiments meubles sont des sédiments non consolidés, pouvant être mobiles, en opposition au roc. Les sédiments meubles peuvent être de la taille des argiles, des silts, des sables, des graviers, des galets ou des blocs.



**Figure 2. Distinction entre le haut estran (à gauche du trait jaune) et le bas estran (à droite du trait jaune) sur une côte d'accumulation granulaire (flèche littorale). Le trait pointillé jaune situe la flexure.**

### 3.1.2 La haute-plage

La haute-plage est une frange bordant le haut estran (figure 3) où les vagues de tempêtes créent des bourrelets de débordement et y laissent des débris grossiers (Fraser et Bernatchez, 2006). La haute-plage présente une altitude légèrement supérieure à celle du haut estran. Elle est comprise entre le niveau supérieur des hautes eaux et le niveau atteint par les houles de tempêtes normales. Le régime de submersion sur cette portion de la plage est donc moins fréquent que sur le haut estran, permettant l'établissement plus ou moins permanent de végétation. La végétation éparse et les laisses de tempête sont des indicateurs permettant de localiser la haute-plage (figure 3), qui n'est pas toujours présente sur le profil de côte (figure 4). Elle peut se faire éroder lors des événements de tempête ou tout simplement être absente dans les milieux côtiers déficitaires en sédiments (figures 5 et 6).



---

Figure 3. Délimitation de la haute-plage (entre les traits pointillés) sur une côte d'accumulation granulaire (terrasse de plage). Le trait de droite constitue la ligne de rivage. L'arrière-plage débute au sommet de la microfalaise.



---

Figure 4. Côte d'accumulation granulaire (terrasse de plage) où il n'y a pas de haute-plage. Le haut estran est directement adjacent à l'arrière-plage. Ces deux portions sont séparées par un front de végétation dense.

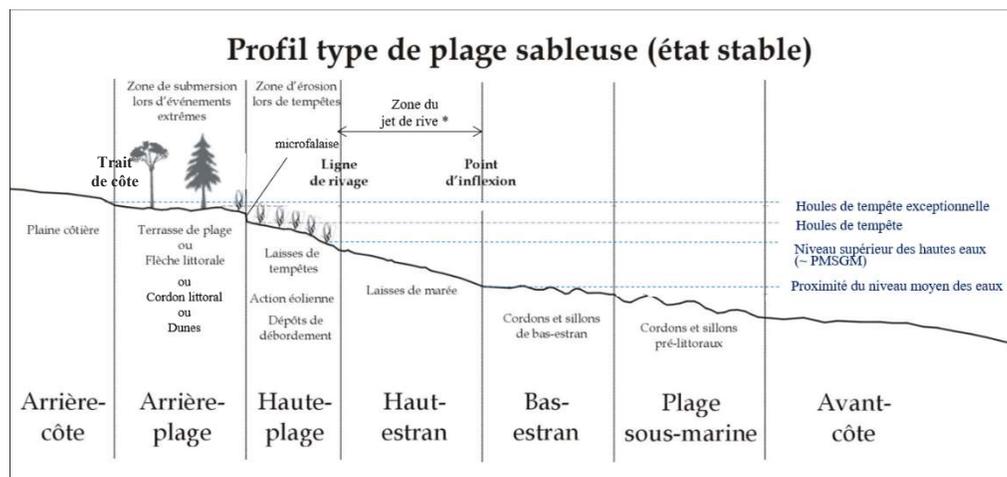


Figure 5. Profil type de plage sableuse à l'état stable (modifiée de Fraser et Bernatchez, 2006)

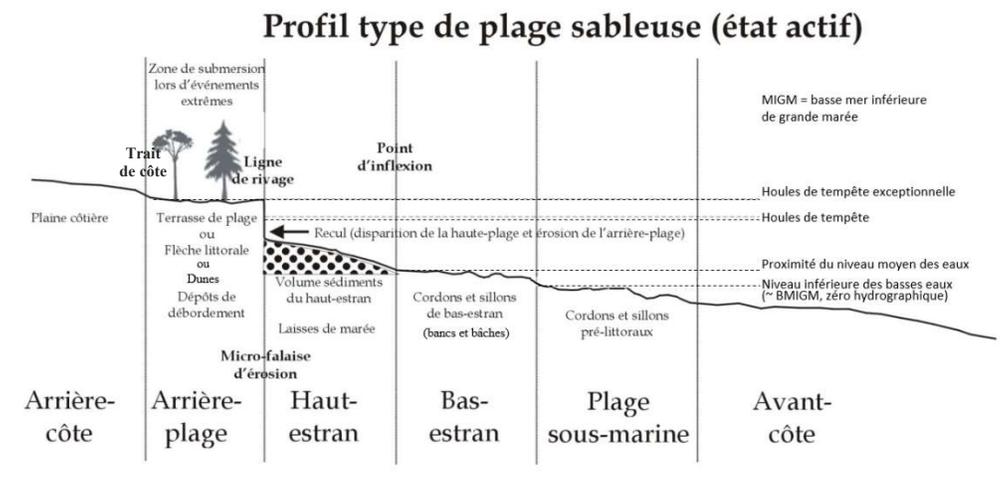


Figure 6. Profil type de plage sableuse à l'état actif (modifiée de Fraser et Bernatchez, 2006)

Le haut estran et la haute-plage peuvent aussi être présents sur le profil de côte à falaise (figure 7). Lorsqu'il n'y a pas de terrasse de plage devant le pied de la falaise (voir section 4.1.4), les houles de tempêtes normales et exceptionnelles vont atteindre différents niveaux sur la face de la falaise (figure 8) plutôt que de s'étendre sur une arrière-plage comme dans le cas des côtes basses d'accumulation.



Figure 7. Haute-plage devant une falaise meuble

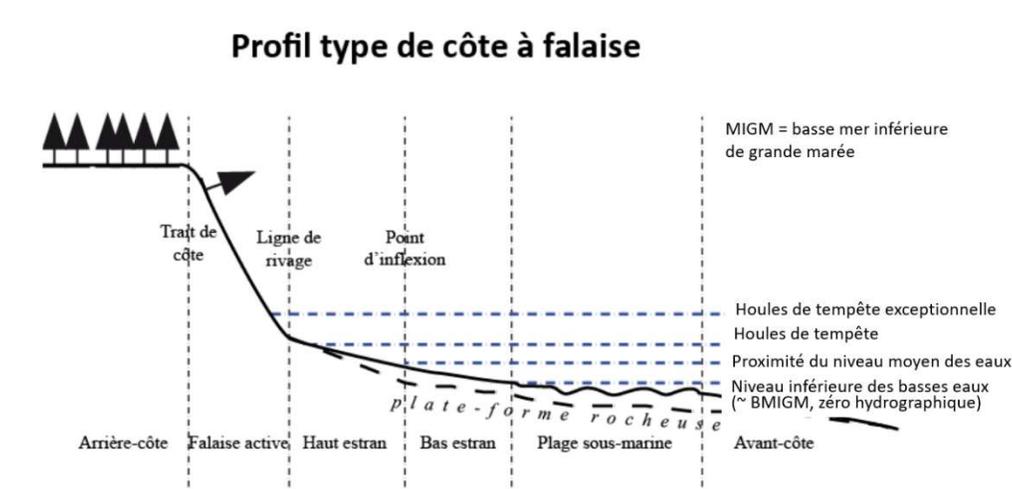


Figure 8. Profil type d'une côte à falaise (modifiée de Fraser et Bernatchez, 2006)

### 3.1.3 L'arrière-plage

L'arrière-plage, plus rarement submergée, correspond à la zone pouvant être atteinte par les houles lors d'événements de tempêtes exceptionnelles (figures 3 à 6). Elle est normalement caractérisée par de la végétation dense et pérenne. C'est aussi sur l'arrière-plage que les dunes stabilisées se trouvent pour les côtes dunaires.

### 3.1.4 Segmentation des côtes à marais maritime

Les côtes à marais maritime comptent parmi les côtes d'accumulation meuble, étant caractérisées par des sédiments fins (sable fin, silt et argile). Les marais maritimes comportent également un étagement en lien avec les niveaux d'eau. La slikke, une vasière sans végétation, se trouve entre le niveau des basses marées et le niveau marin moyen, où débute le schorre inférieur (figure 9). Ce dernier s'étend jusqu'au niveau moyen des hautes mers ; le schorre supérieur s'étend du niveau moyen des hautes mers au niveau des plus hautes mers (Dionne, 1986). Une microfalaise d'érosion peut se trouver au front inférieur du schorre supérieur, délimitant le schorre inférieur du schorre supérieur (figure 10).

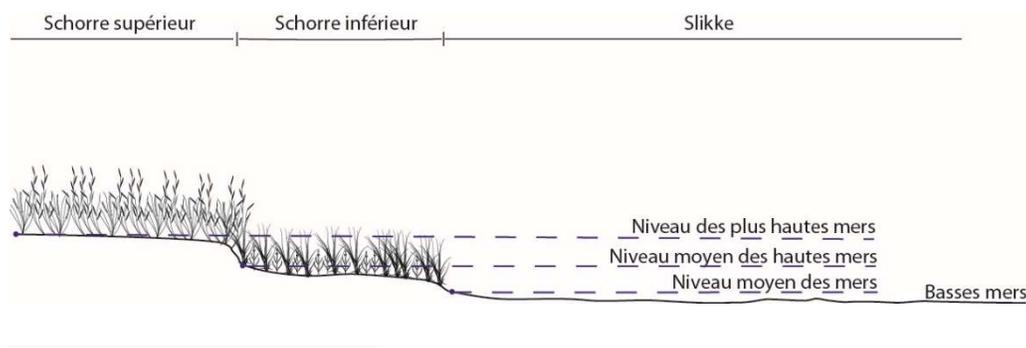


Figure 9. Segmentation des côtes à marais maritime



**Figure 10. Schorre inférieur (îlots de végétation à droite) séparé du schorre supérieur (à gauche) par une microfalaise d'érosion (Montmagny)**

### **3.2 Les six grands types de côtes relatifs à la méthode éco-géomorphologique**

La description des portions pouvant être identifiées sur les littoraux maritimes permet de cibler davantage la localisation d'une limite géomorphologique. La démarche pour déterminer cette limite est fonction de six grands types de côtes pouvant être identifiés le long de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent :

1. les côtes d'accumulation granulaire (regroupent les terrasses de plage, les flèches littorales et les tombolos) ;
2. les côtes dunaires (ou dunifiées) ;
3. les côtes à marais maritime ;
4. les côtes rocheuses sans falaise ;
5. les côtes à falaise ;
6. les côtes artificialisées.

### 3.2.1 Côte d'accumulation granulaire

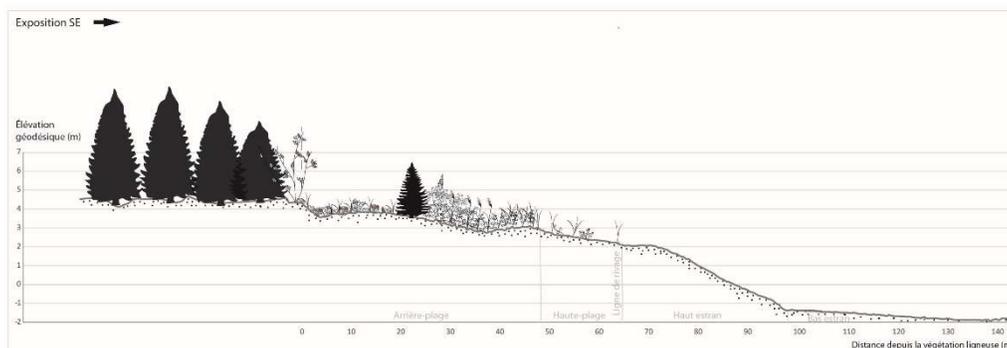
#### 3.2.1.1 La terrasse de plage

Une terrasse de plage (figure 11) est attribuable à une accumulation littorale de sable ou de gravier présentant un replat généralement végétalisé et rarement submergé (arrière-plage) derrière la haute-plage ou le haut estran. Un profil transversal typique d'une terrasse de plage est présenté à la figure 12. Un marais maritime se trouve parfois devant la terrasse. Une falaise peut aussi border la terrasse côté terre (côte mixte).



Figure 11. Vue aérienne d'une terrasse de plage (Longue-Pointe-de-Mingan, Côte-Nord)

**GUIDE D'APPLICATION DE LA MÉTHODE ÉCO-GÉOMORPHOLOGIQUE POUR LE DOMAINE MARITIME DANS LE CADRE DE L'APPLICATION DE LA POLITIQUE DE PROTECTION DES RIVES, DU LITTORAL ET DES PLAINES INONDABLES**



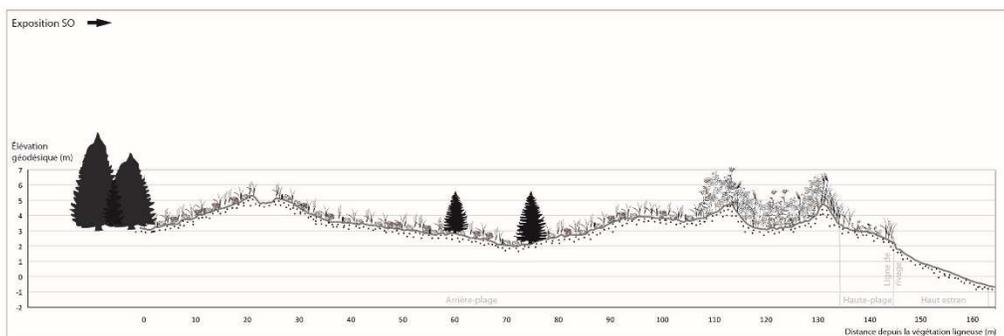
**Figure 12. Profil transversal d'une côte à terrasse de plage (Longue-Pointe-de-Mingan, Côte-Nord).**

Dans certains secteurs, notamment sur la côte nord de la Gaspésie, le haut estran et l'arrière-plage de terrasses de plage sont composés de sédiments de la taille des galets (figure 13). Les falaises rocheuses à proximité de la plage fournissent des sédiments de grande taille et l'énergie des vagues, qui peut être très forte à ces endroits, permet de les transporter pour former une côte d'accumulation de galets.



**Figure 13. Terrasse de plage composée de sédiments de la taille des galets (Anse-au-Griffon, Gaspésie)**

Sur la Côte-Nord, l'action combinée du vent et des vagues permet, par endroit, la formation d'une dune bordière (figures 14 et 15). Celle-ci forme un bourrelet surélevé et parallèle à la côte au front de l'arrière-plage de la terrasse. Quelques formes dunaires reliques peuvent se succéder parallèlement sur l'arrière-plage.



**Figure 14. Terrasse de plage présentant une dune bordière (Longue-Pointe-de-Mingan, Côte-Nord)**



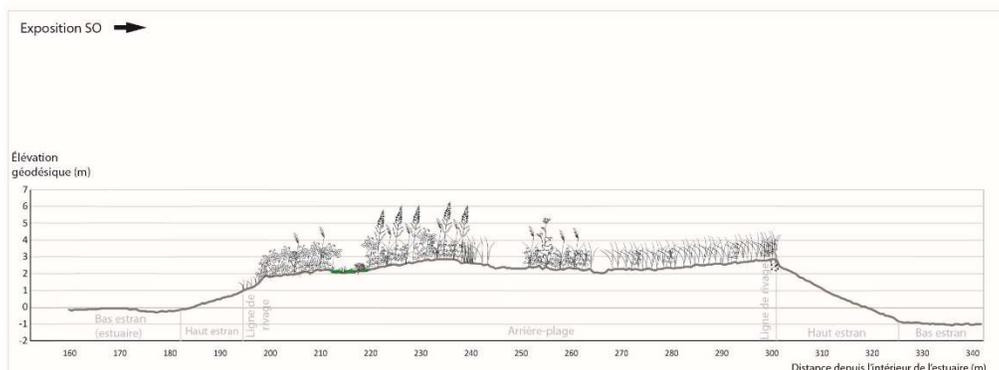
**Figure 15. Terrasse de plage présentant une dune bordière au front de l'arrière-plage (Longue-Pointe-de-Mingan, Côte-Nord)**

### 3.2.1.2 La flèche littorale

La flèche littorale présente une accumulation de sable ou de gravier ou de galets qui s'attache à la côte par une extrémité et qui s'étire généralement parallèlement à la côte (figure 16). L'une des extrémités est libre. On distingue le côté extérieur de la flèche, soit la face la plus exposée aux vagues, et le côté intérieur, qui correspond à la face abritée de la flèche (figure 17). La flèche littorale est souvent bordée d'un marais maritime du côté de sa face abritée (côte mixte). Plusieurs flèches littorales se trouvent aussi à l'embouchure de rivières, notamment sur la Côte-Nord. Le profil transversal de chacune des faces de la flèche s'apparente au profil d'une terrasse de plage ; l'arrière-plage est commune aux deux faces. La configuration de certaines flèches littorales est telle que seule une haute-plage colonisée par de la végétation éparsse sépare les estrans des deux côtés de la flèche : il n'y a pas d'arrière-plage dans ces cas.



Figure 16. Vue aérienne d'une côte à flèche littorale (Moisie, Côte-Nord)



**Figure 17. Côte à flèche littorale (Rivière-Saint-Jean, Côte-Nord) ; la face exposée (ou extérieure) se trouve à droite et la face abritée (ou intérieure) se trouve à gauche.**

### 3.2.1.3 Le tombolo

Le tombolo est une côte d'accumulation basse de sable ou de gravier qui relie la côte à un îlot (souvent rocheux) ou deux îlots entre eux. Ce type de côte présente des caractéristiques similaires à une flèche littorale, à l'exception que les deux extrémités sont attachées. Comme pour la flèche littorale, certains tombolos présentent une face extérieure exposée et une face intérieure abritée. Lorsque le tombolo est double, il abrite souvent une lagune côtière (figure 18). Aux Îles-de-la-Madeleine, les tombolos sont souvent dunifiés.



---

**Figure 18. Vue aérienne d'un tombolo double abritant une lagune côtière aux Îles-de-la-Madeleine**

### **3.2.2 Côte dunaire ou dunifiée**

La côte dunaire est une zone d'accumulation de sable par transport éolien, où la quantité de sable disponible est importante. Le profil de ce type de côte (figure 19) ressemble à celui de la terrasse de plage, à l'exception que la morphologie de l'arrière-plage est caractérisée par un bourrelet ou une succession de bourrelets parallèles à la côte : les dunes. En bordure de la partie supérieure de la plage, il peut se former une dune bordière, de forme allongée et parallèle à la ligne de rivage, qui est formée par l'action combinée des processus éoliens et des vagues. Lorsque la dune bordière, qui fait face à la mer, est en érosion, elle s'apparente à une falaise sableuse (figure 20). Elle peut également être végétalisée. Particulièrement aux Îles-de-la-Madeleine, il se forme aussi des dunes paraboliques avec des cuvettes de déflation nommées caoudeyre. Une terrasse de plage peut également se former devant la dune.

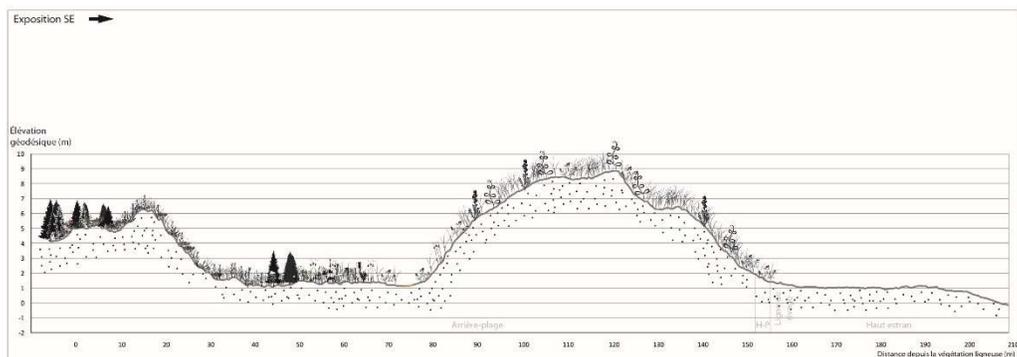


Figure 19. Côte dunifiée (Dune-du-Sud, Îles-de-la-Madeleine)



Figure 20. Tombolo dunifié aux Îles-de-la-Madeleine

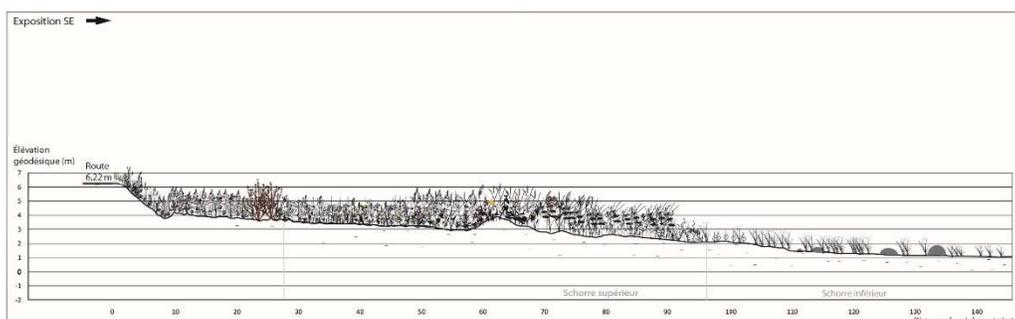
### 3.2.3 Côte à marais maritime et milieu humide d'eau douce

Les marais maritimes sont des côtes basses, à faible pente, périodiquement submergées par la mer. Ce sont des côtes d'accumulation de sédiments fins (vase) colonisées par de la végétation herbacée de milieu humide présentant différents niveaux de tolérance au sel (plantes halophiles) et à la submersion. Les parties du marais maritime sont, de la mer vers les terres, la slikke (vasière sans végétation), le schorre inférieur, souvent colonisé par *Spartina alterniflora* (spartine alterniflore), et le schorre supérieur, qui présente une plus grande diversité d'espèces de plantes (figures 21 et 22). Ces trois parties ne sont pas

nécessairement toujours présentes (ex. le schorre inférieur peut être érodé, ne laissant qu'un schorre supérieur). Lorsque le marais maritime est en érosion, on distingue souvent une microfalaise d'érosion au front du schorre supérieur.

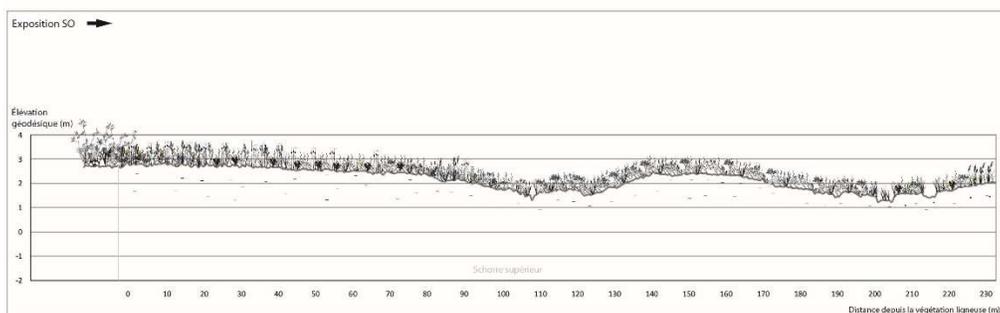
Dans le Québec maritime, on retrouve des marais maritimes frangeants ou abrités. Les marais maritimes frangeants forment une bande le long de la côte directement exposée aux vagues (figures 21, 23 et 24). Dans l'estuaire du Saint-Laurent, ces marais maritimes sont parfois bordés par des aboiteaux (figure 23), par un remblai de route ou bien une falaise (figure 26). Lorsqu'abrité, le marais maritime se retrouve plutôt derrière une flèche littorale, un tombolo ou un îlot rocheux (figures 22 et 25).

Les marais maritimes peuvent être bordés, côté terre, par un milieu humide d'eau douce (marécage arbustif ou arborescent, un marais d'eau douce, une tourbière). Ces milieux humides d'eau douce, lorsqu'ils sont contigus à un marais maritime, font partie intégrante du littoral tel que défini dans la PPRLPI, au même titre que les marais maritimes. Il importe de considérer les deux écosystèmes dans l'application de la PPRLPI. Cette situation sera traitée dans l'explication de la méthode éco-géomorphologique.



**Figure 21. Côte à marais maritime frangeant (Baie des Bacon, Côte-Nord)**

**GUIDE D'APPLICATION DE LA MÉTHODE ÉCO-GÉOMORPHOLOGIQUE POUR LE DOMAINE MARITIME DANS LE CADRE DE L'APPLICATION DE LA *POLITIQUE DE PROTECTION DES RIVES, DU LITTORAL ET DES PLAINES INONDABLES***



**Figure 22. Côte à marais maritime abrité derrière une flèche littorale (Cap-Marteau, Bas-Saint-Laurent)**



**Figure 23. Vue aérienne d'un marais maritime frangeant bordé par un aboiteau (L'Isle-Verte, Bas-Saint-Laurent)**



---

Figure 24. Vue aérienne d'une côte à marais maritime frangeant (Bas-Saint-Laurent)



---

Figure 25. Vue aérienne d'un marais maritime abrité derrière une flèche littorale (Saint-Éloi, Bas-Saint-Laurent)

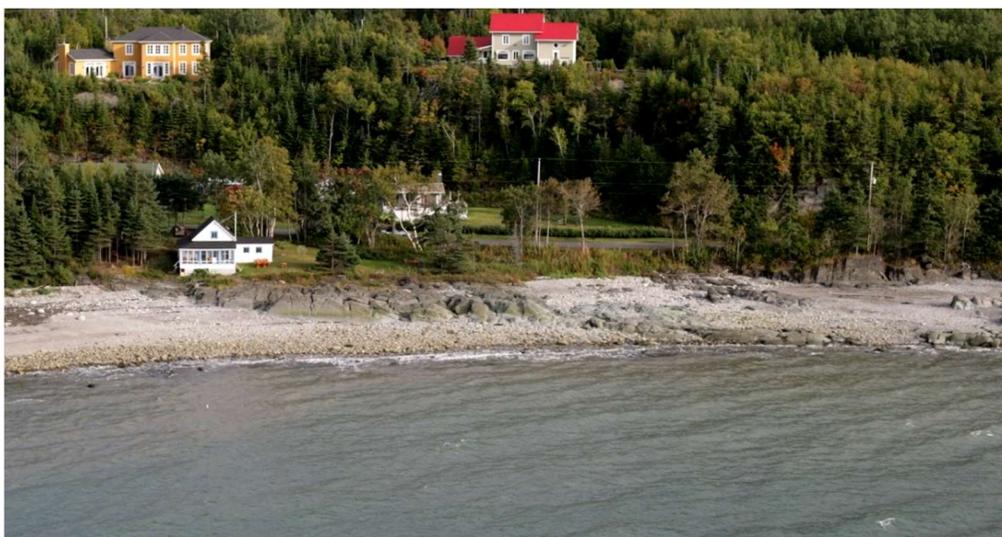
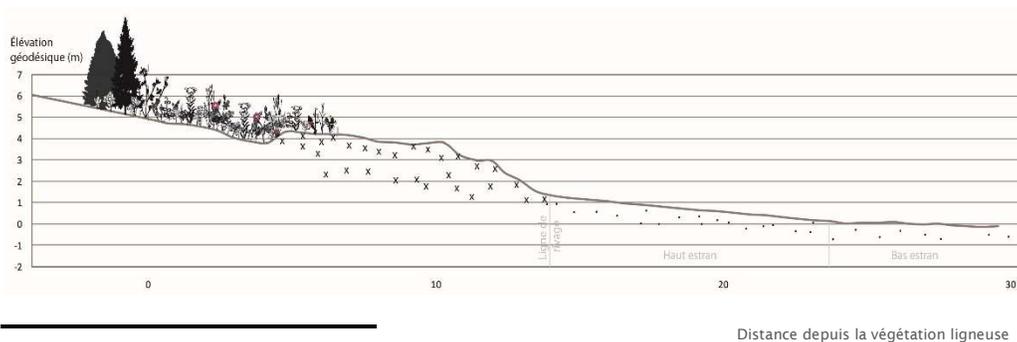


**Figure 26.** Lambeau de schorre supérieur au pied d'une falaise. Le schorre supérieur et le schorre inférieur sont délimités par une microfalaise (Montmagny, Chaudières-Appalaches).

### **3.2.4 Côte rocheuse sans falaise**

Les côtes rocheuses sans falaise présentent un profil arrondi à pente douce, sans face abrupte (figure 27). Le roc composant la côte peut être de nature sédimentaire, principalement sur la rive sud du Saint-Laurent, ou de nature métamorphique ou ignée (ex. Côte-Nord). L'état de la côte peut être stable à moyen terme (roches sédimentaires résistantes) ou à long terme (roches ignées et métamorphiques). Un estran composé de sédiments meubles peut précéder la côte rocheuse sans falaise (figure 28). Le roc peut également être en contact direct avec la mer et constituer un estran rocheux (figure 29).

**GUIDE D'APPLICATION DE LA MÉTHODE ÉCO-GÉOMORPHOLOGIQUE POUR LE DOMAINE MARITIME DANS LE CADRE DE L'APPLICATION DE LA POLITIQUE DE PROTECTION DES RIVES, DU LITTORAL ET DES PLAINES INONDABLES**





**Figure 29. Côte rocheuse sans falaise dont l'estran est rocheux (Kegaska, Côte-Nord)**

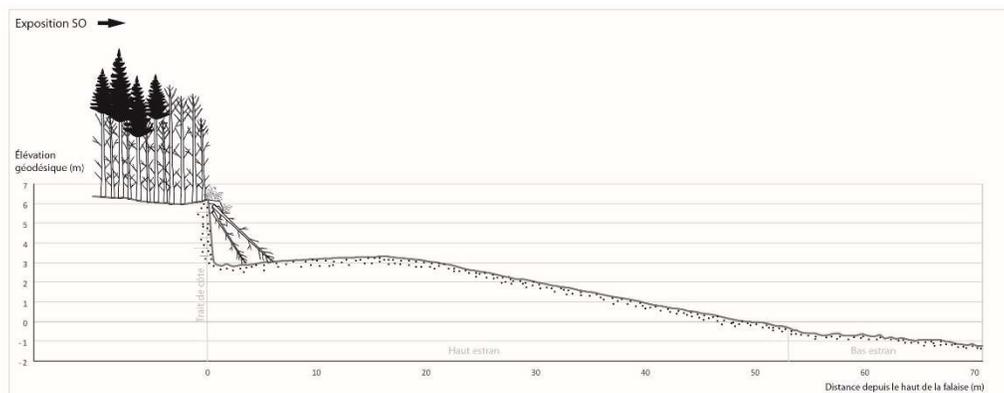
### **3.2.5 Côte à falaise**

Les côtes à falaise présentent un escarpement dont la composition peut être meuble, rocheuse ou mixte (base rocheuse, sommet meuble). Ce type de côte se distingue par une face (talus) de pente forte se situant entre environ  $15^{\circ}$  et la verticale ; elle peut aussi être en surplomb (Guilcher, 1954). La hauteur des falaises est variable à l'échelle du Québec maritime. Elle est d'un minimum de 1,5 m pour être considérée comme une falaise (microfalaise en-deçà de 1,5 m de hauteur). Les falaises sont parfois précédées d'une haute-plage, d'une terrasse de plage ou d'un marais maritime (côte mixte).

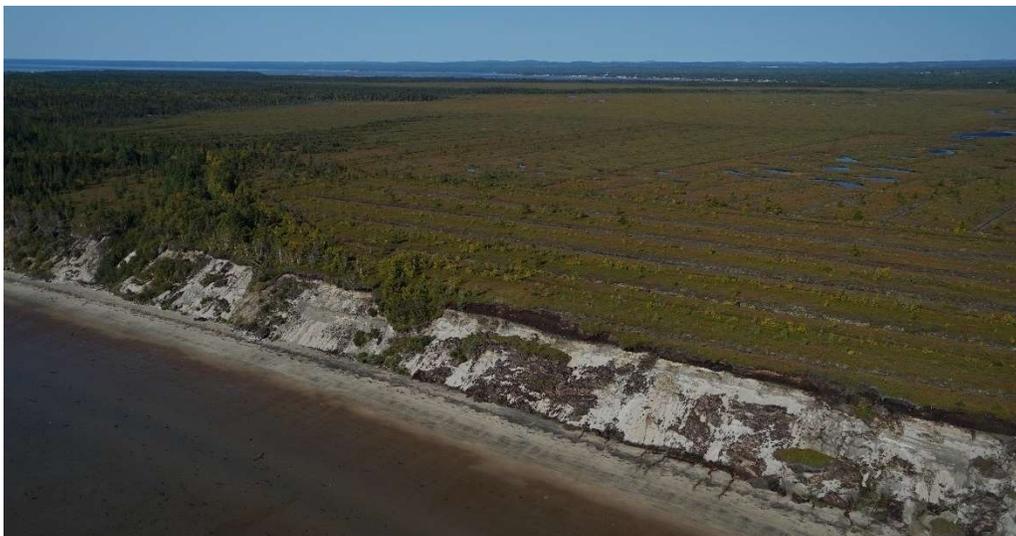
Les falaises côtières actives ou vives, fréquemment soumises à l'action des vagues et des marées, peuvent avoir des faces plus abruptes, voire en surplomb, et la végétation peut difficilement s'y implanter. On peut aussi remarquer une encoche d'érosion au pied de la falaise. Les falaises stables, dont la face est végétalisée et moins souvent atteinte par les vagues, peuvent avoir une pente moins forte. L'évolution du sommet de la falaise, ou trait de côte, est donc généralement fonction des agents hydrodynamiques. La face de la falaise est régulièrement affectée par les embruns, mais aussi par des jets verticaux particulièrement dans le cas de falaise rocheuse et d'argile. Le trait de côte délimite ainsi le domaine terrestre du domaine maritime et constitue donc le critère géomorphologique pour identifier la limite éco-géomorphologique.

Il importe de distinguer les falaises côtières (figures 30 à 32) des versants continentaux (figures 33 et 34). Contrairement aux falaises, l'ensemble du système d'un versant continental ne recule pas en réponse à l'attaque des agents hydrodynamiques côtiers (Pinot, 1998) ; ils ne réagissent pas de façon globale à l'action de la mer, même s'ils peuvent à l'occasion être retouchés par les vagues. Ces versants ont un profil généralement végétalisé jusqu'à la base (CETMEF, 2013).

**GUIDE D'APPLICATION DE LA MÉTHODE ÉCO-GÉOMORPHOLOGIQUE POUR LE DOMAINE MARITIME DANS LE CADRE DE L'APPLICATION DE LA *POLITIQUE DE PROTECTION DES RIVES, DU LITTORAL ET DES PLAINES INONDABLES***



**Figure 30. Côte à falaise meuble (Longue-Pointe-de-Mingan, Côte-Nord)**



**Figure 31. Vue aérienne d'une côte à falaise meuble (Côte-Nord)**



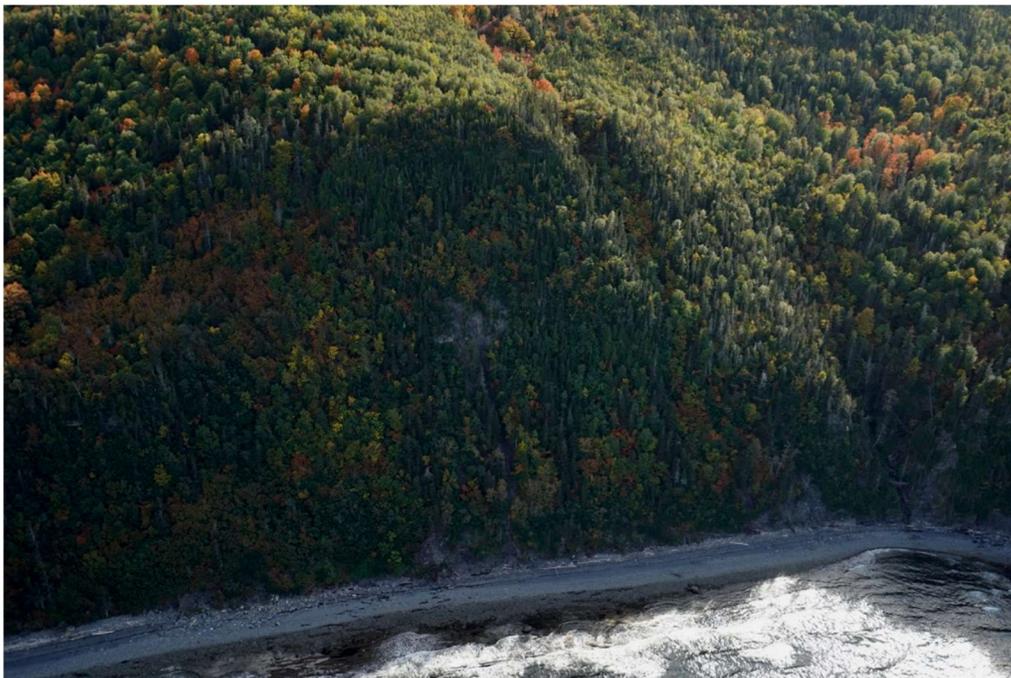
---

Figure 32. Vue aérienne d'une côte à falaise rocheuse (Gaspésie)



---

Figure 33. Versant continental en Haute-Gaspésie (vue de profil)



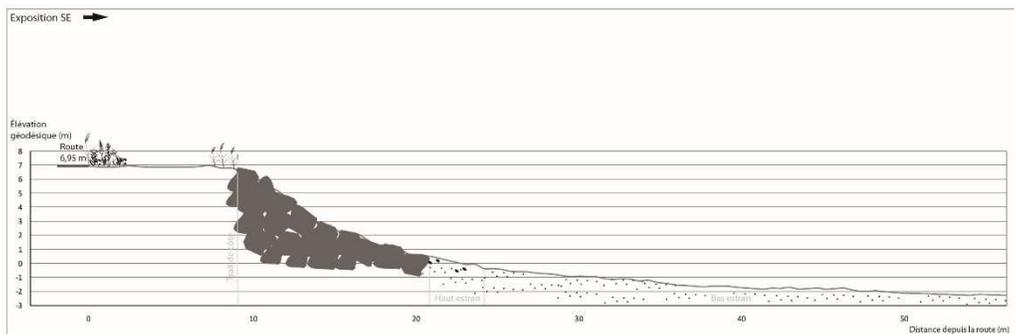
**Figure 34. Versant continental en Haute-Gaspésie (vue frontale)**

### **3.2.6 Côte artificialisée**

Le type de côte artificialisée englobe tous les cas de côtes présentant un ouvrage de protection (figures 35 à 37). L'infrastructure peut être un enrochement, un mur/muret, des caissons, des gabions, un remblai de route, etc. On exclut les marais maritimes des côtes artificialisées puisque l'infrastructure se trouve normalement sur le schorre supérieur (aboteau, remblai de route) et non au front du schorre. La présence d'infrastructure sur ces côtes est directement incluse dans la méthode éco-géomorphologique relative aux côtes à marais maritimes. Pour les côtes d'accumulation granulaire (terrasse de plage, flèche littorale, tombolo) et les côtes dunaires, l'infrastructure doit se trouver adossé au front de l'arrière-plage (ou à la dune bordière). Dans les cas de falaises ou de versants, l'infrastructure se trouve au pied de l'escarpement. Une infrastructure n'étant pas en contact avec la ligne de rivage parce qu'elle se trouve plus bas sur l'estran ne sera pas considérée et ne permettra pas de caractériser une côte d'artificialisée. On se réfère alors aux types de côtes présentés dans les sections précédentes.

Dans le cadre de la détermination de la limite éco-géomorphologique, une côte présentant un ouvrage de protection côtière tel que décrit dans le paragraphe précédent est attribuée à une côte artificialisée.

**GUIDE D'APPLICATION DE LA MÉTHODE ÉCO-GÉOMORPHOLOGIQUE POUR LE DOMAINE MARITIME DANS LE CADRE DE L'APPLICATION DE LA *POLITIQUE DE PROTECTION DES RIVES, DU LITTORAL ET DES PLAINES INONDABLES***



**Figure 35. Côte artificialisée par un enrochement (Godbout, Côte-Nord)**



**Figure 36. Côte à terrasse de plage artificialisée par un enrochement (Cap-des-Rosiers, Gaspésie)**



---

**Figure 37. Côte à flèche littorale artificialisée par des gabions (Saint-Siméon, baie des Chaleurs)**

## 4 LOCALISATION DE LA LIMITE GÉOMORPHOLOGIQUE SELON LES CAS GÉOMORPHOLOGIQUES

### 4.1 Typologie des critères éco-géomorphologiques

Des critères éco-géomorphologiques peuvent être identifiés sur les divers types de côtes se trouvant dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Les critères se trouvant dans ces espaces côtiers sont utilisés afin d'appliquer la méthode éco-géomorphologique et d'ainsi définir une limite géomorphologique entre la rive et le littoral pour le domaine maritime dans le cadre de l'application de la PPRLPI.

#### 4.1.1 Sommet d'un escarpement

Un escarpement est décrit comme une paroi verticale, près de la verticale ou en surplomb (CETMEF, 2013). Une rupture de pente au sommet du haut estran ou de la haute-plage marque le pied de l'escarpement (Morton et Speed, 1998). Un second bris de pente en haut de la face abrupte constitue le sommet de l'escarpement : la face de l'escarpement et son sommet forment généralement un angle se rapprochant de 90°. Lorsqu'un escarpement est actif et composé de sédiments meubles (ex. sable, argile), ceux-ci peuvent déboûler ou couler devant la paroi et former un talus pouvant atteindre une pente d'équilibre autour de 25°-30° (figure 38). L'angle formé entre le talus et le replat au sommet de l'escarpement sera alors plus grand (obtus) mais formera tout de même une rupture de pente. Le sommet de l'angle, c'est-à-dire la jonction entre la face de la paroi et le replat au sommet, constitue le sommet de l'escarpement utilisé comme critère géomorphologique. Le terme escarpement inclut les microfalaises (moins de 1,5 m de hauteur) et les falaises (1,5 m de hauteur et plus).

Une microfalaise présente à la limite supérieure de l'estran représente généralement la morphologie de la plage à long terme. Le sommet de l'escarpement correspond souvent à la ligne de végétation à partir de laquelle s'étend l'arrière-plage. Un escarpement éphémère peut aussi se former sur le haut estran lors d'un événement hydrodynamique particulier qui modifiera la morphologie de la plage (Morton et Speed, 1998). C'est l'escarpement au front de l'arrière-plage qui sera utilisé comme critère géomorphologique. Les falaises ne sont pas des formes d'accumulation et le système, si instable, ne pourra que reculer.

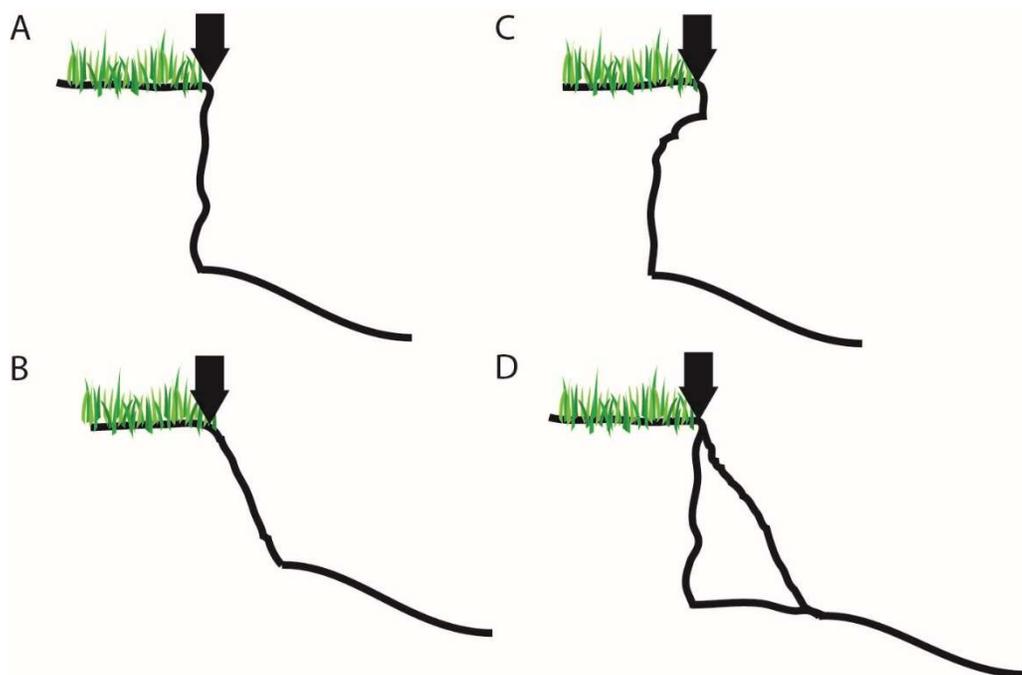


Figure 38. Sommet d'un escarpement utilisé comme critère géomorphologique ; (A) escarpement vertical ; (B) près de la verticale ; (C) en surplomb ; (D) avec un talus.

#### 4.1.2 Pied et crête de dune

La dune est une forme géomorphologique s'apparentant à un bourrelet de sable. Lorsqu'une dune est présente au front de l'arrière-plage, deux critères pourront être utilisés : le pied et la crête de la dune. La face de la dune côté mer est utilisée pour localiser ces critères. Le pied de la dune se situe à la rupture de pente entre l'estran ou la haute-plage et la face de la dune (figure 39). La crête est le point le plus élevé au sommet de la dune. Lorsque la dune est active, un escarpement se forme. Celui-ci peut être abrupt ou présenter un talus de sable. L'escarpement ne se rend pas nécessairement jusqu'au sommet de la dune. Il importe donc de différencier le haut de l'escarpement et la crête de la dune (figure 39).

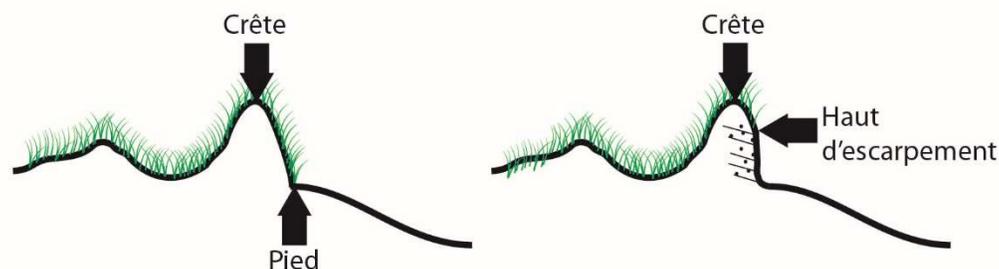


Figure 39. Localisation du pied et de la crête d'une dune

#### 4.1.3 Végétation éparses et denses

La végétation s'implante le long des plages en fonction de leur tolérance à la submersion et au sel. Bien que les plantes colonisant les côtes sableuses puissent tolérer les embruns marins, elles ne survivent pas à une submersion marine prolongée (Morton et Speed, 1998). Sur plusieurs de ces côtes, on remarque deux lignes de végétation : celle de la végétation éparses, plus jeune, qui s'implante au sommet de l'estran sur de bas monticules de sable accumulés depuis la dernière tempête majeure, et celle de la végétation dense, plus ancienne, qui s'étend vers les terres (Morton et Speed, 1998). La végétation éparses est présente à partir de la haute-plage, en lien avec un certain niveau de stabilité et la présence de laisses de marée. La végétation qui réussit à s'implanter au niveau de ces laisses reflète les niveaux atteints par les plus hautes mers de l'année précédente ; elle peut être éphémère et changer de position ou encore être arrachée lors des tempêtes (CETMEF, 2013). Les espèces telles que *Cakile edentula ssp. edentula var. edentula* (caquillier édentulé), *Honckenia peploides ssp. robusta* (honckénye robuste) et *Mertensia maritima ssp. maritima* (mertensie maritime) colonisent la haute-plage et peuvent servir d'indicateurs quant à la détermination de la zone de végétation éparses. La zone de végétation dense est, quant à elle, dominée par des plantes davantage pérennes, implantées dans un habitat plus stable qui n'est pas affecté par la plupart des vagues de tempête (CETMEF, 2013). Le seuil utilisé pour distinguer la végétation éparses de la végétation dense est un recouvrement de la végétation de 75%. Une surface de 1 m<sup>2</sup> peut servir de référence au besoin pour évaluer la densité.

#### 4.1.4 Terrasse de plage (côte mixte)

Une terrasse de plage confinée se développe parfois devant une falaise, une dune ou un ouvrage de protection, formant une côte mixte. La présence de deux types de côtes au même endroit implique que l'utilisation de l'une ou l'autre doit être déterminée sur la base de critères définis dans le cadre de l'application de

la méthode éco-géomorphologique. Ainsi, pour être considérée dans cette méthode, l'arrière-plage de la terrasse de plage doit répondre aux trois critères suivants :

1. Être caractérisée par de la végétation dense et bien établie ;
2. Avoir un minimum de 5 m de largeur ;
3. Avoir une longueur d'au moins 50 m.

La largeur se mesure du front de la végétation dense ou du sommet de l'escarpement au front de l'arrière-plage jusqu'à la rupture de pente entre l'arrière-plage et la face de la falaise, de la dune ou de l'infrastructure. La longueur de la terrasse de plage est également relative à l'arrière-plage de la côte. Celle-ci doit être complètement végétalisée (végétation dense) et avoir une bande de 5 m de largeur parallèle à la côte sur au moins 50 m (figure 40). La haute-plage n'est en aucun cas pris en compte dans le calcul de la largeur ou de la longueur de la terrasse de plage.

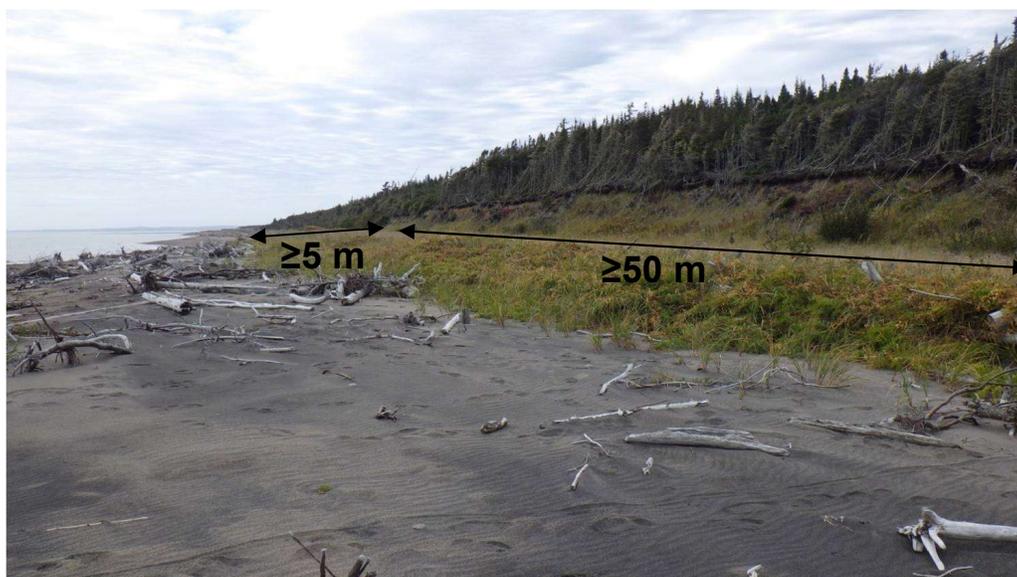


Figure 40. Critères pour déterminer l'inclusion ou l'exclusion d'une terrasse de plage dans les cas de côtes mixtes

#### **4.1.5 Fin du milieu humide côtier**

Les milieux humides côtiers dont il est question dans cette section sont les marais maritimes frangeants et abrités (schorre supérieur) ainsi que les milieux humides d'eau douce directement adjacents à un marais maritime. La limite supérieure de ces écosystèmes est parfois moins évidente au niveau géomorphologique, la pente étant faible et la végétation, abondante. Pour déterminer la méthode à utiliser, on distinguera d'abord les marais maritimes et les milieux humides d'eau douce.

En présence d'un marais maritime, la fin du milieu humide côtier est déterminée par la nature du substrat. La limite supérieure du substrat de schorre supérieur est utilisée (figures 41 et 42). Il est chargé en matière organique (restes d'herbacés du schorre) et les sédiments sont vaseux ; ils tachent les doigts et collent lorsqu'ils sont roulés entre le pouce et l'index. La présence d'eau dans le substrat est également un indicateur confirmant qu'on se trouve dans un milieu humide maritime. Le niveau des plus hautes hautes laisses de la marée peut servir de repère pour valider la localisation du critère. Toutefois, cet indicateur physique n'est pas toujours présent et sa localisation n'est pas nécessairement cohérente avec une limite des hautes eaux « normales ». Les laisses de marées peuvent correspondre à des niveaux atteints lors d'événements de tempêtes exceptionnelles. L'utilisation de cet indicateur doit donc être relativisée.

Les milieux humides d'eau douce directement adjacents aux marais maritimes compliquent l'application de la méthode éco-géomorphologique pour le domaine maritime. En effet, les caractéristiques biophysiques de ces milieux humides ne sont pas liées aux conditions maritimes côtières (vagues, submersion plus ou moins fréquente par la mer). Ce n'est donc pas la limite atteinte par la mer qui est recherchée, mais la limite du milieu humide global, qui inclut le marais maritime et le milieu humide d'eau douce. Dans les cas où ces deux écosystèmes contigus sont identifiés, ils sont compris dans la zone littorale et il est justifié d'appliquer la méthode botanique experte telle que décrite dans la PPRLPI.



---

**Figure 41. Microfalaise d'érosion au front du schorre supérieur montrant la nature du substrat et les sédiments vaseux. Le schorre repose sur une unité de slikke et d'argile marine postglaciaire (unité gris-bleu à la base).**



---

**Figure 42. Microfalaise d'érosion au front d'un schorre supérieur montrant la nature du substrat et les sédiments vaseux**

#### **4.1.6 Sommet d'infrastructure**

La PPRLPI prévoit une méthode de détermination de la ligne des hautes eaux lorsqu'un mur de soutènement est érigé le long de la rive. Dans les cas où ce mur est légalement érigé, la ligne des hautes eaux se situe au haut de l'ouvrage de protection. Cette formule est appliquée à l'ensemble des ouvrages de protection érigés de façon légale le long de la côte. Un ouvrage de protection légalement implanté doit avoir été autorisé en vertu d'un permis délivré par une municipalité, d'un certificat d'autorisation délivré par le MDDELCC ou faire l'objet de droits acquis si la construction est antérieure à l'adoption de la réglementation municipale (MDDELCC, 2015).

Les infrastructures sont associées aux côtes artificialisées, telles que décrites dans la section 3.2.8, et aux côtes à marais maritimes (aboteau ; section 3.2.5). Ces infrastructures constituent différents ouvrages de protection érigés parallèlement à la côte : enrochement, muret, mur, caisson, gabion, aboteau, remblai de route, etc. Le critère utilisé est le sommet de l'infrastructure, c'est-à-dire son point le plus élevé. Nous privilégions le maintien de ce critère puisque des phénomènes de franchissement sont régulièrement observés en bordure de côtes artificielles (Chini et Stansby, Didier et al., 2015).

## **4.2 Positionnement de la limite géomorphologique**

La méthode éco-géomorphologique permet de déterminer une limite géomorphologique qui répond à la dynamique des vagues et des niveaux d'eau pour le domaine maritime. Cette méthode est basée sur la morphologie des divers types de côtes recensés le long de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Elle implique une classification selon le type de côte ainsi que l'utilisation de critères géomorphologiques et écologiques. Elle est divisée en deux catégories : les côtes exposées et les côtes abritées.

D'abord, l'illustration des profils géomorphologiques types recensés le long de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent a été réalisée. Ces profils types montrent la localisation du critère éco-géomorphologique à utiliser pour déterminer la limite géomorphologique en fonction du type et de l'état de la côte et de sa configuration. Ces illustrations référeront ensuite à la clé dichotomique d'aide à la décision, qui progresse en fonction de la présence ou de l'absence des critères éco-géomorphologiques décrits.

### **4.2.1 Côtes exposées : les côtes d'accumulation granulaire**

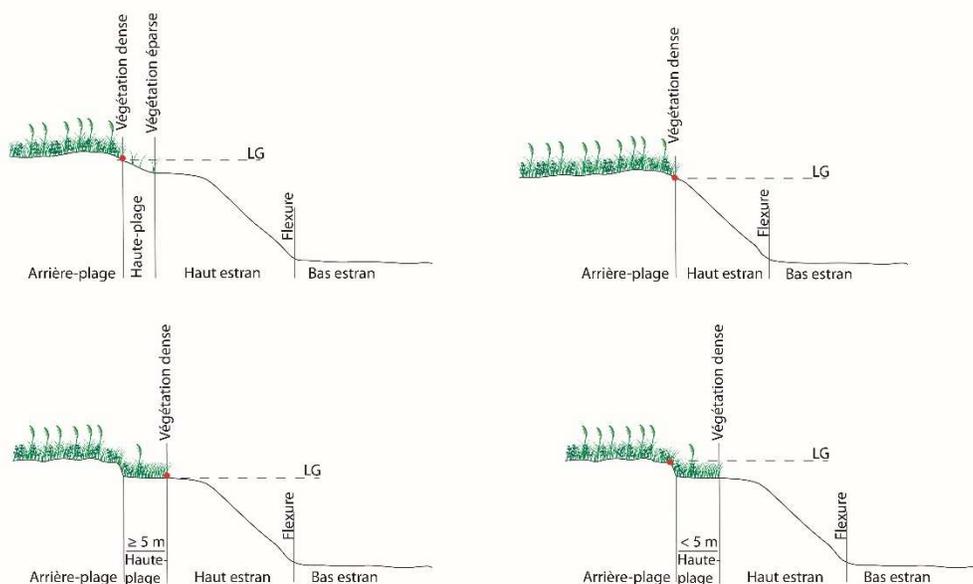
Les côtes d'accumulation granulaire présentent des profils transversaux similaires dont la segmentation côtière comprend un bas estran, un haut estran, une haute-plage (le cas échéant) et une arrière-plage. Les critères éco-géomorphologiques applicables sont donc les mêmes pour l'ensemble des types de côtes inclus dans cette catégorie, soit les terrasses de plage (avec ou sans dune bordière), les flèches littorales, les tombolos et les cordons littoraux (non accrochés à la côte). Pour les flèches littorales, les tombolos et les cordons

littoraux, le profil type peut représenter autant la face extérieure (exposée) que la face intérieure (abritée). Les côtes dunaires ou dunifiées sont exposées dans une catégorie à part.

On distingue d'abord les côtes d'accumulation granulaire dont l'état est végétalisé (stable ou en accumulation) et ayant une haute-plage (figure 43). Cette haute-plage peut être composée de végétation éparses ou de végétation dense. Lorsque la végétation est dense, on retrouve généralement un escarpement stabilisé (microfalaise) au front de l'arrière-plage.

- Si la haute-plage végétalisée a une largeur de 5 m ou plus, c'est-à-dire entre le pied de l'escarpement stabilisé de l'arrière-plage et le front de la végétation dense de la haute-plage, c'est le premier critère éco-géomorphologique rencontré qui constitue la limite géomorphologique (le front de la végétation dense située au début de la haute-plage).
- Si cette haute-plage fait moins de 5 m de large, c'est le sommet de l'escarpement stabilisé au front de l'arrière-plage qui constitue la limite géomorphologique.
- Si la haute-plage est caractérisée par de la végétation éparses, celle-ci n'est pas considérée, peu importe sa largeur. La limite géomorphologique se situe alors au front de la végétation dense derrière la haute-plage ou au sommet de l'escarpement végétalisé, selon le cas (figure 43).

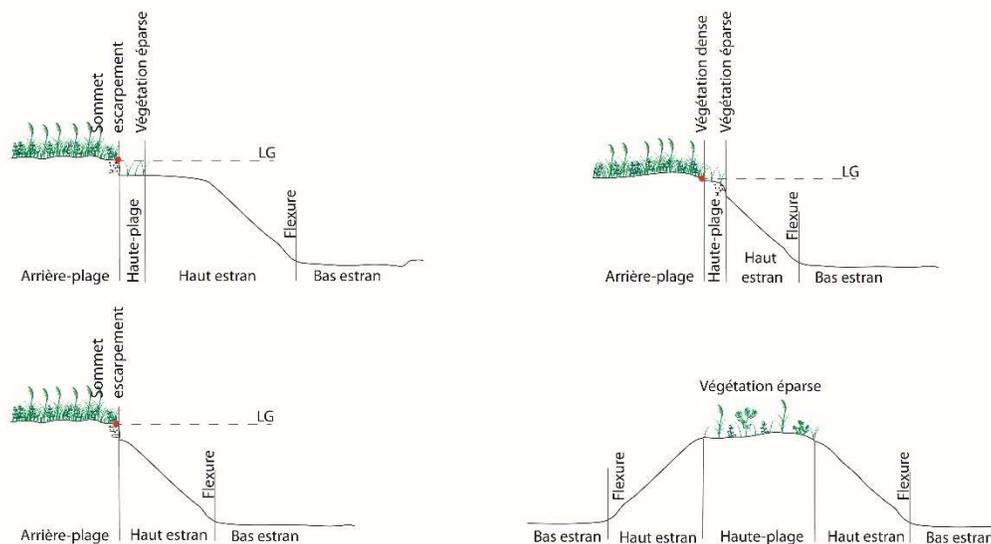
Les profils de côtes d'accumulation granulaire dont le front est végétalisé (stable ou en accumulation) et n'ayant pas de haute-plage (figure 43) présentent deux configurations : un front de végétation dense ou un escarpement végétalisé à la frontière entre le haut estran et l'arrière-plage. La limite géomorphologique se situe à la limite du front de végétation dense ou au sommet de l'escarpement végétalisé, selon le cas.



**Figure 43. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes d'accumulation granulaire végétalisées**

Les côtes d'accumulation granulaire dont l'état est actif (figure 44) sont caractérisées par la présence d'un escarpement actif (microfalaise d'érosion). Une telle côte peut néanmoins être bordée d'une haute-plage. On recense deux cas spécifiques dans cette catégorie. L'escarpement actif peut se trouver au front de la haute-plage ou au front de l'arrière-plage.

- Lorsque l'escarpement actif se situe au front de la haute-plage, on dénote la présence de végétation éparse directement au-dessus de l'escarpement puis un front de végétation dense derrière. La limite géomorphologique se situe au-delà de la végétation éparse, à la limite de la végétation dense.
- Si l'escarpement actif se trouve au front de l'arrière-plage et qu'une frange de haute-plage se trouve devant celle-ci (présence de végétation éparse), la limite géomorphologique est localisée au sommet de l'escarpement actif.
- Si la côte d'accumulation granulaire est active et n'a pas de haute-plage, la limite géomorphologique se situe directement au sommet de l'escarpement actif (microfalaise d'érosion).
- Les cas de flèches littorales (ou de tombolo) dont aucune arrière-plage n'est présente entrent aussi dans cette catégorie. Seule de la végétation éparse est observée. Il n'y a donc pas de limite géomorphologique à cet endroit : elle se trouve davantage vers les terres.

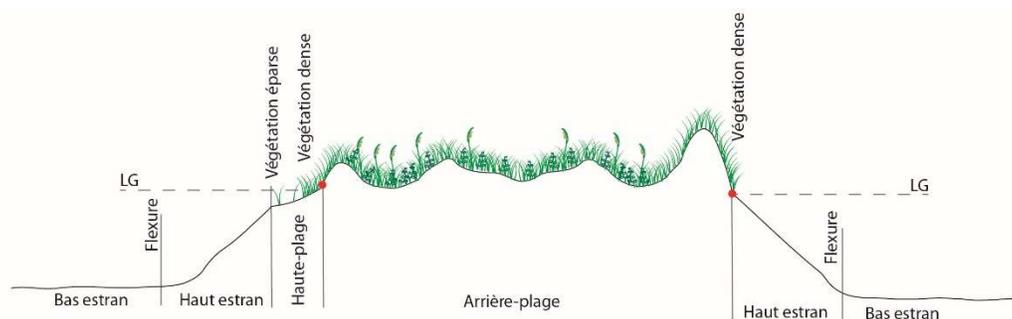


**Figure 44. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes d'accumulation granulaire actives**

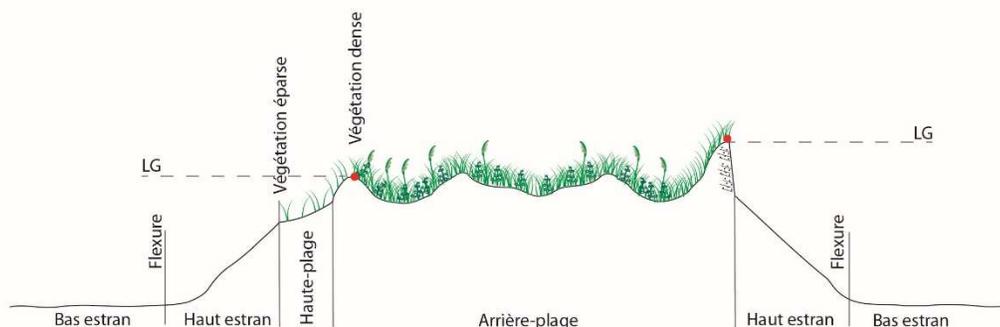
#### 4.2.2 Côtes exposées : les côtes dunaires ou dunifiées

La figure 45 expose les deux cas typiques de côtes dunaires végétalisées (stable ou en accumulation). La dune frontale est qualifiée de végétalisée si la végétation dense est présente en continue de la crête au pied de la dune. Rappelons qu'aux Îles-de-la-Madeleine, en présence quasi-exclusive de *Ammophila breviligulata*, la végétation est considérée dense à partir d'un seuil de 40% de recouvrement de végétation. À gauche de l'illustration, le profil est caractérisé par la présence d'une haute-plage et à droite, la haute-plage est absente. Dans les deux cas, la limite géomorphologique se situe au pied de la dune. Même si un front de végétation dense s'avance sur la haute-plage tel qu'illustré à gauche de la figure, la limite géomorphologique sera localisée au pied de la dune.

Les cas relatifs aux côtes dunaire actives sont illustrés à la figure 46. Il est à noter que si la dune est couverte de végétation éparse entre le pied et la crête, ne serait-ce qu'en partie, elle sera considérée comme une dune active dans la méthode éco-géomorphologique. Si la dune est coupée par un escarpement, la côte sera considérée active, même si l'escarpement ne coupe pas la totalité de la face de la dune. À droite de l'illustration, le profil présente une haute-plage ; à gauche, celle-ci est absente. Dans l'un ou l'autre des cas, la limite géomorphologique est située sur la crête de la dune. Tel que spécifié dans la définition des critères éco-géomorphologiques, il importe d'utiliser la crête de la dune et non le sommet de l'escarpement.



**Figure 45. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes dunaières végétalisées**

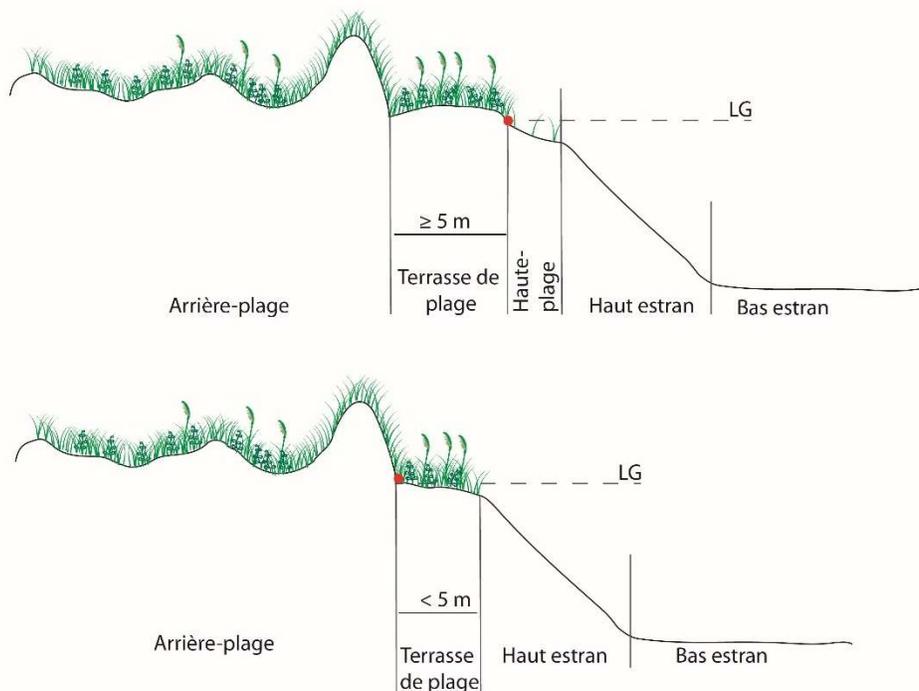


**Figure 46. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes dunaières actives**

Les côtes dunaières sont parfois précédées d'une terrasse de plage (figure 47). Une terrasse de plage sera considérée si elle répond aux trois critères suivants :

1. Elle est caractérisée par de la végétation dense et bien établie sur l'arrière-plage ;
2. L'arrière-plage de la terrasse de plage fait au moins 5 m de largeur ;
3. L'arrière-plage de la terrasse de plage fait au moins 50 m de long de façon parallèle à la côte.

Si la terrasse de plage rencontre ces trois critères, la limite géomorphologique se situera au front de l'arrière-plage (limite de la végétation dense ou sommet de l'escarpement). Sinon, la limite géomorphologique sera localisée au pied de la dune derrière la terrasse de plage.



**Figure 47. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes dunaires à terrasse de plage**

#### 4.2.3 Côtes exposées : les marais maritimes frangeants

Dans le cas des marais maritimes frangeants, le critère pour déterminer la limite géomorphologique est la fin du milieu humide côtier, soit la limite supérieure du schorre supérieur du marais. Trois scénarios sont observés :

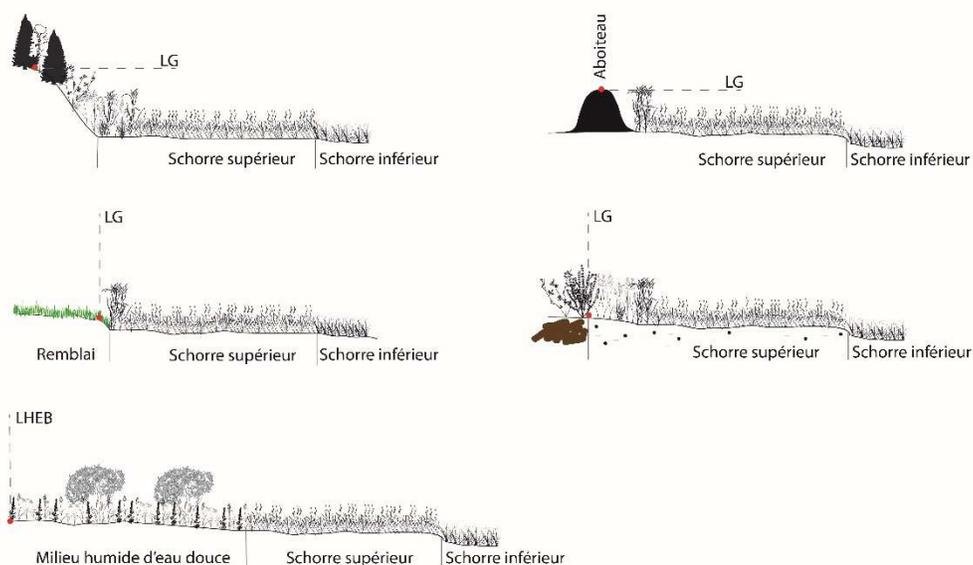
1. Un escarpement (falaise) borde le schorre supérieur ;
2. Une infrastructure a été implantée près de la limite supérieure du schorre supérieur, constituant une limite anthropique de l'écosystème ;
3. Le passage entre le schorre supérieur et la zone dite riveraine n'est pas marqué par une forme géomorphologique spécifique, la pente des deux zones étant faible et continue.

Le premier critère utilisé pour déterminer une limite géomorphologique est la présence d'un escarpement (falaise) ou d'une infrastructure (aboioteau, route, remblai). Dans ces cas, la limite géomorphologique est située au sommet de l'escarpement ou de l'infrastructure (figure 48). Si le passage entre le schorre

supérieur et le milieu terrestre, soit le passage entre le littoral et la rive, se fait sans démarcation géomorphologique apparente, la fin du milieu humide côtier devra être déterminée à partir du substrat (figure 48).

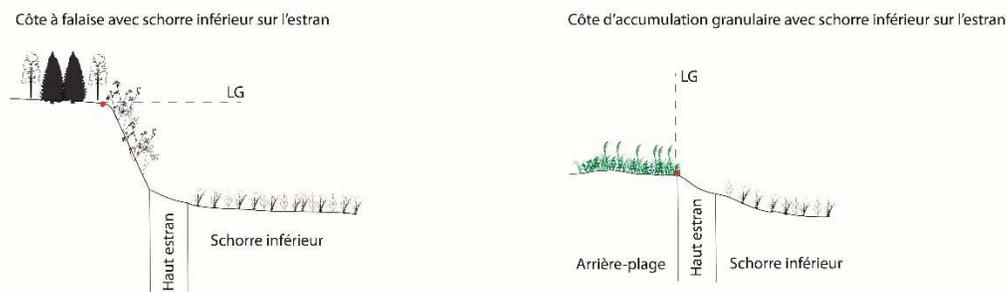
#### 4.2.3.1 Milieu humide d'eau douce adjacent à un marais maritime

Certaines côtes à marais maritime sont bordées, côté terre, par un milieu humide d'eau douce (voir section 3.2.3), c'est-à-dire que le schorre supérieur fait place à un milieu humide terrestre. Tel que spécifié dans la PPRLPI, bien que cet écosystème soit au-delà de la zone d'influence de la mer, il doit être intégré dans la portion littorale. Si le passage entre le milieu humide d'eau douce et la rive se fait sans démarcation géomorphologique définie, la fin du milieu humide devra être déterminée à l'aide des méthodes prévues à la PPRLPI pour les milieux d'eau douce (figure 48).



**Figure 48. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes à marais maritime frangeant. En présence d'un milieu humide d'eau douce adjacent à un marais maritime, les méthodes prévues à la PRLPI pour les milieux d'eau douce sont appliquées pour déterminer la ligne de hautes eaux (LHEB sur la figure).**

Il est à noter qu'un schorre inférieur ou une partie de schorre est parfois présente sur un bas estran ou un haut estran sableux (figure 49) : ceux-ci ne sont pas utilisés comme critère. La méthode à utiliser sera celle du type de côte derrière ce lambeau de schorre (ex. côte à falaise, côte d'accumulation granulaire).



**Figure 49. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes avec lambeaux de schorre**

#### 4.2.4 Côtes exposées : les côtes rocheuses (sans falaise)

Le critère utilisé pour déterminer une limite sur les côtes rocheuses sans falaise en est un de type écologique (figure 50). On recherche la limite inférieure de la végétation terrestre. La végétation peut être herbacée, arbustive ou arborescente ; elle peut être éparses ou dense pour ces types de côtes. La limite inférieure des lichens constitue également un critère pour déterminer la limite géomorphologique.



**Figure 50. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes rocheuses sans falaise. À gauche de la figure, la LG se situe au front de la végétation herbacée éparses. À droite de la figure, la LG se situe au front du lichen (orangé).**

#### 4.2.5 Côtes exposées : les côtes à falaise

Que la falaise soit active ou végétalisée, la limite géomorphologique se situera au sommet de l'escarpement (figure 51). Le seul critère à considérer est la présence ou l'absence d'une terrasse de plage devant la falaise. Effectivement, une falaise est parfois précédée d'une terrasse de plage (figure 52). Une terrasse de plage sera considérée si elle répond aux trois critères suivants :

1. Elle est caractérisée par de la végétation dense et bien établie sur l'arrière-plage ;
2. L'arrière-plage de la terrasse de plage fait au moins 5 m de largeur ;
3. L'arrière-plage de la terrasse de plage fait au moins 50 m de long de façon parallèle à la côte.

Si la terrasse de plage rencontre ces trois critères, la limite géomorphologique se situera au front de l'arrière-plage (limite de la végétation dense ou sommet de l'escarpement). Sinon, la limite géomorphologique sera localisée au sommet de la falaise derrière la terrasse de plage.

GUIDE D'APPLICATION DE LA MÉTHODE ÉCO-GÉOMORPHOLOGIQUE POUR LE DOMAINE MARITIME DANS LE CADRE DE L'APPLICATION DE LA *POLITIQUE DE PROTECTION DES RIVES, DU LITTORAL ET DES PLAINES INONDABLES*

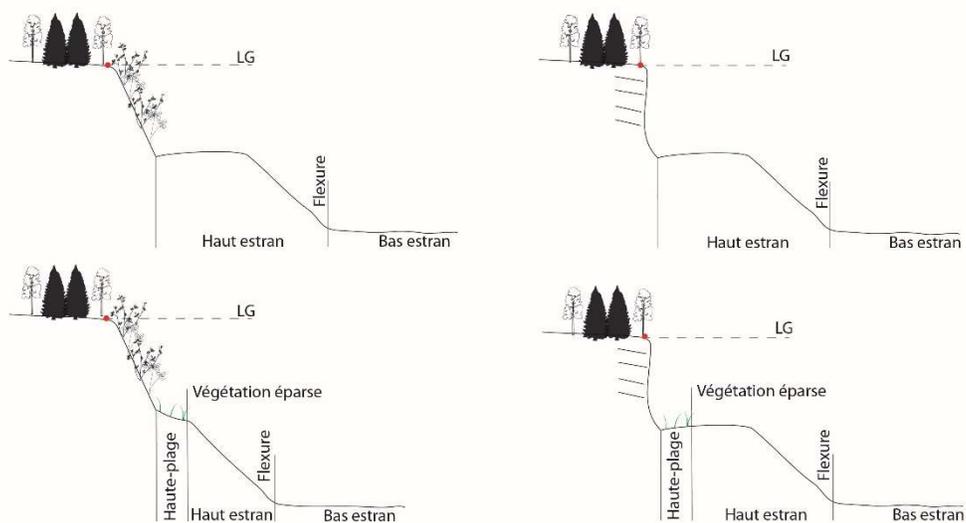


Figure 51. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes à falaise

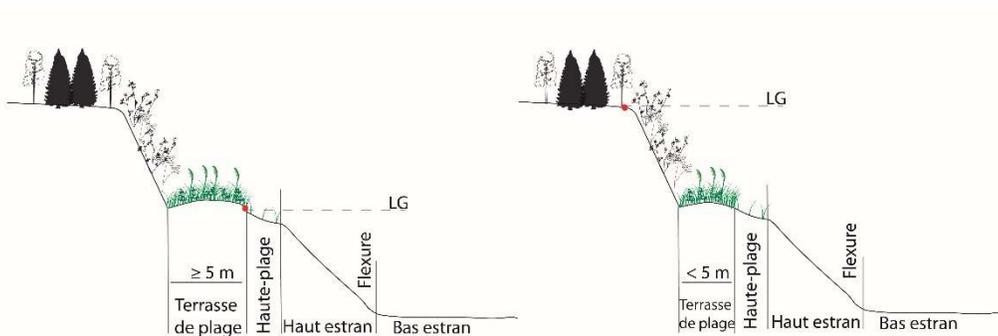


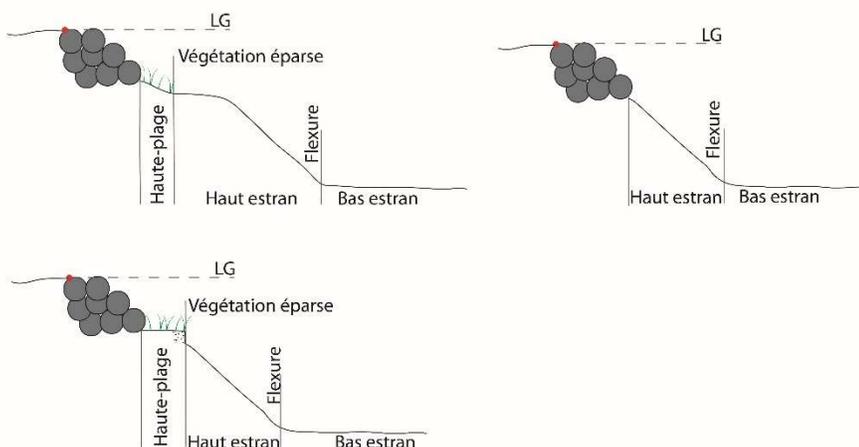
Figure 52. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes à falaise à terrasse de plage

#### 4.2.6 Côtes exposées : les côtes artificialisées

Le processus pour localiser la limite géomorphologique sur les côtes artificialisées est similaire à celui des côtes à falaise. L'influence des vagues et des processus de franchissement justifie d'utiliser le sommet de l'ouvrage de protection tel qu'actuellement défini dans la PPRLPI (figure 53). Rappelons que l'infrastructure doit se trouver au sommet du haut estran ou au front de l'arrière-plage pour déterminer une limite géomorphologique. Un ouvrage situé plus bas sur l'estran ne sera pas considéré (par exemple : un épi rocheux ou un épi en bois perpendiculaire à la côte, un muret se trouvant sur la haut estran). La méthode à suivre pour les cas de marais maritimes où une infrastructure a été érigée (aboiteau, remblai de route) est décrite dans la section 4.2.3. Le seul cas où un critère différent pourra être utilisé est lorsque l'infrastructure est précédée d'une terrasse de plage (figure 54). La terrasse de plage sera considérée si elle répond aux trois critères suivants :

1. Elle est caractérisée par de la végétation dense et bien établie sur l'arrière-plage ;
2. L'arrière-plage de la terrasse de plage fait au moins 5 m de largeur ;
3. L'arrière-plage de la terrasse de plage fait au moins 50 m de long de façon parallèle à la côte.

Si la terrasse de plage rencontre ces trois critères, la limite géomorphologique se situera au front de l'arrière-plage (limite de la végétation dense ou sommet de l'escarpement). Sinon, la limite géomorphologique sera localisée au sommet de l'ouvrage de protection derrière la terrasse de plage.



**Figure 53. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes artificialisées**

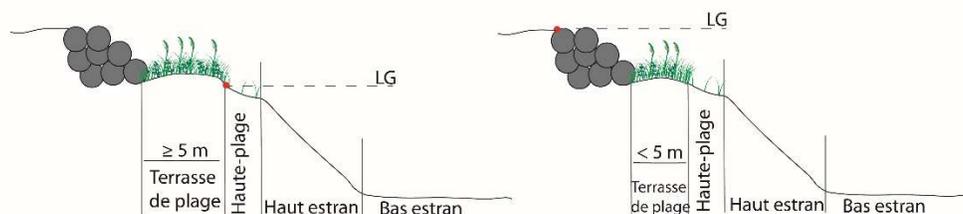


Figure 54. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes artificialisées à terrasse de plage

#### 4.2.7 Côtes abritées : les côtes d'accumulation granulaire

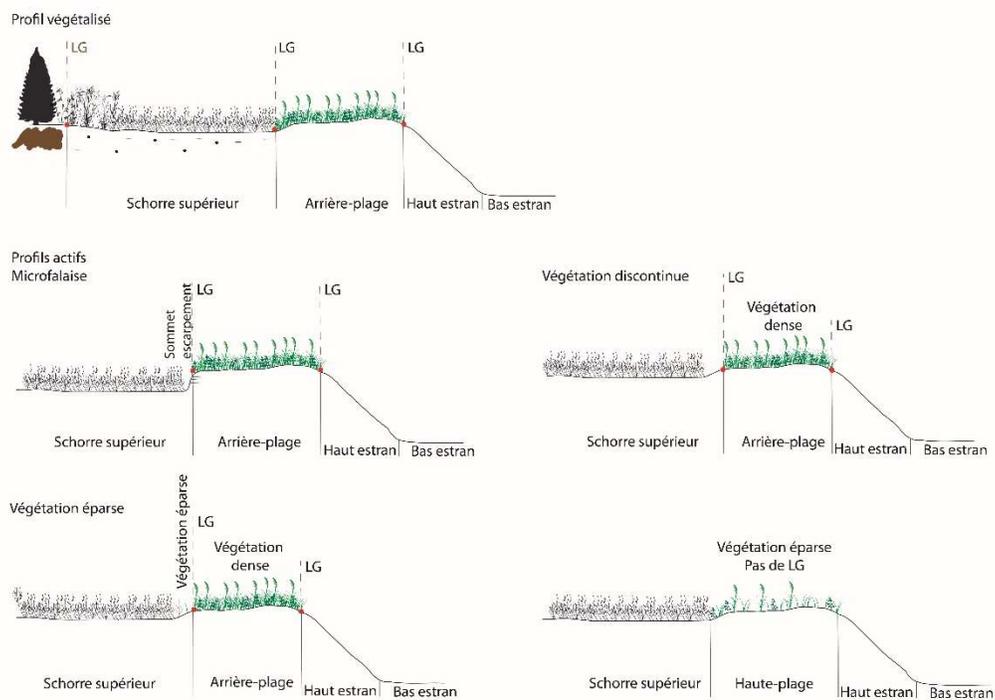
Les côtes abritées comptent les faces intérieures des flèches littorales et des tombolos ainsi que les marais maritimes situés derrière ces côtes d'accumulation granulaire. Il peut également y avoir des côtes artificialisées, présentant un ouvrage de protection. Dans ce dernier cas, on se réfère directement à la méthode pour les côtes artificialisées exposées décrite dans la section précédente.

Sur la face intérieure d'une flèche littorale ou d'un tombolo, le premier élément à observer est la présence ou l'absence d'un marais maritime abrité. Si la côte d'accumulation granulaire abrite un marais maritime, la face abritée peut présenter un profil végétalisé ou actif (figure 55).

Le profil sera considéré végétalisé si de la végétation dense et continue s'étend du marais maritime à la côte granulaire. La frontière entre le marais et la côte d'accumulation granulaire est alors recherchée. Davantage régit par les niveaux d'eaux, les étages de végétation répondent à un léger changement d'altitude. Ces zones végétalisées présentent généralement une frontière distincte entre la végétation humide, fréquemment submergée, et la végétation côtière, intolérante à la submersion fréquente. Le critère utilisé est la limite inférieure de la végétation côtière. Celle-ci est généralement composée d'herbacés tels que *Ammophila breviligulata* (ammophile à ligule courte) et *Leymus mollis* (élyme des sables) ainsi que de *Lathyrus japonicus* (gesse maritime).

Pour aider à identifier cette limite, il est pertinent d'observer d'abord la topographie de la zone, de localiser la rupture de pente entre le milieu humide, dont la pente est faible, et la côte d'accumulation granulaire, qui présente un profil plus arrondi. À partir du moment où le profil de la côte commence à s'élever, un substrat sableux, qui n'est pas saturé d'eau, peut alors être remarqué. La limite inférieure de la végétation côtière se situera à une altitude supérieure à la rupture de pente entre les deux systèmes (marais vs côte d'accumulation granulaire).

**GUIDE D'APPLICATION DE LA MÉTHODE ÉCO-GÉOMORPHOLOGIQUE POUR LE DOMAINE MARITIME DANS LE CADRE DE L'APPLICATION DE LA POLITIQUE DE PROTECTION DES RIVES, DU LITTORAL ET DES PLAINES INONDABLES**



**Figure 55. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes d'accumulation granulaire abritées**

Le profil sera actif si la végétation n'est pas dense et continue entre le marais maritime et la côte granulaire (figure 55). Le haut estran de la face intérieure de la flèche ou du tombolo, souvent sableux, sera alors partiellement (présence de végétation épars) ou totalement dénudé. La même méthode que pour les côtes d'accumulation granulaire exposées sera alors utilisée (voir section 4.2.1). La limite géomorphologique sera localisée au front de la végétation dense ou au sommet d'un escarpement bordant une arrière-plage, selon le cas présent sur la côte analysée. Si ni l'un, ni l'autre de ces deux critères n'est présent sur la portion de côte, la limite géomorphologique ne pourra pas être déterminée. S'il s'agit d'une côte naturelle, le régime de submersion à cet endroit est trop fréquent pour permettre l'établissement d'une arrière-plage (et donc d'une limite géomorphologique). La limite géomorphologique se trouve plus loin vers les terres, à l'endroit où l'un des critères éco-géomorphologiques peut être observé selon le type de côte. Si la côte est anthropisée au point que la végétation ne peut plus pousser, une méthode alternative devra être utilisée. Il en sera question dans la section 5.2.

Si la côte intérieure de la flèche ou du tombolo n'abrite pas de marais maritime, la méthode de détermination de la limite géomorphologique associée aux côtes

d'accumulation granulaire exposées s'applique directement (section 4.2.1 ; figures 43 et 44).

#### **4.2.8 Côtes abritées : les marais maritimes abrités**

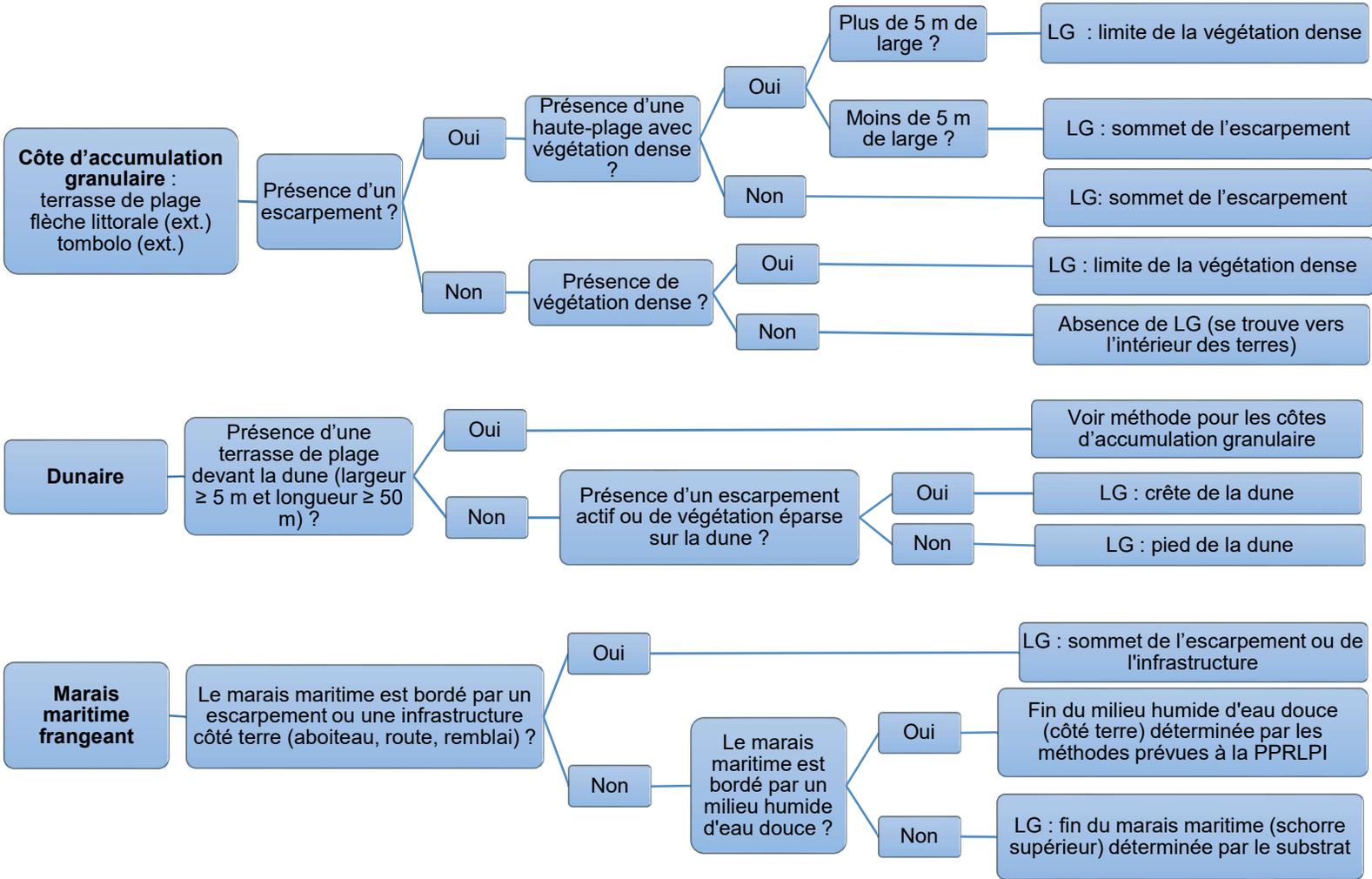
Lorsqu'un marais maritime est localisé derrière une flèche littorale ou un tombolo, deux limites devront être identifiées : une au fond du marais et une à la frontière avec la côte d'accumulation granulaire abritée. Afin de définir le critère à utiliser pour placer la limite géomorphologique, il faudra d'abord observer le système dans son ensemble et déterminer si on se trouve au fond du marais, contigu au milieu typiquement terrestre, ou si on se trouve à la frontière entre le marais maritime et une flèche ou un tombolo.

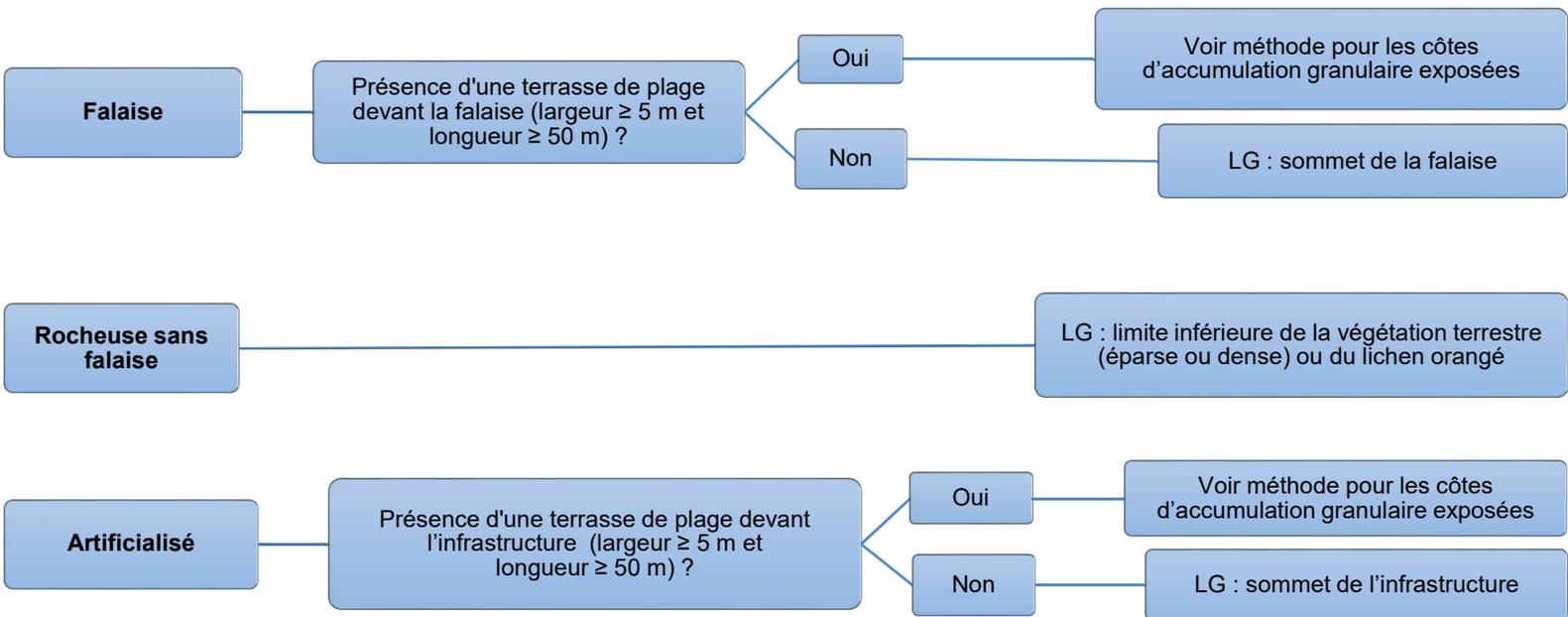
La méthode utilisée pour déterminer une limite géomorphologique au fond d'un marais maritime abrité est la même que pour les marais maritimes frangeants (section 4.2.3 ; figure 48). S'il y a présence d'un escarpement (falaise) ou d'un ouvrage de protection (aboteau, route, remblai) à la limite supérieure du schorre supérieur, la limite géomorphologique est située au sommet de l'escarpement ou de l'infrastructure. Si le passage entre le littoral et la rive se fait sans démarcation géomorphologique apparente, la fin du marais maritime devra être déterminée à partir du substrat de schorre supérieur.

Si le marais maritime est adossé à la face intérieure d'une flèche littorale ou d'un tombolo, c'est la frontière entre le marais et la côte d'accumulation granulaire qui sera recherchée. La méthode est décrite ci-haut, dans la section 4.2.7 sur les côtes d'accumulation granulaire abritées (figure 55).

#### **4.2.9 Clé de détermination de la limite géomorphologique**

Une clé dichotomique d'aide à la décision a été élaborée afin de mener l'intervenant à localiser, étape par étape, le critère éco-géomorphologique servant à déterminer une limite géomorphologique en milieu côtier pour le domaine maritime (figure 56). Cet organigramme reprend l'ensemble des types de côtes ainsi que les critères éco-géomorphologiques déterminants pouvant être observés sur ceux-ci. Une liste de cas spécifiques, dont la méthode éco-géomorphologique proposée ne permet pas de déterminer une limite, sera dressée à la suite de la clé.





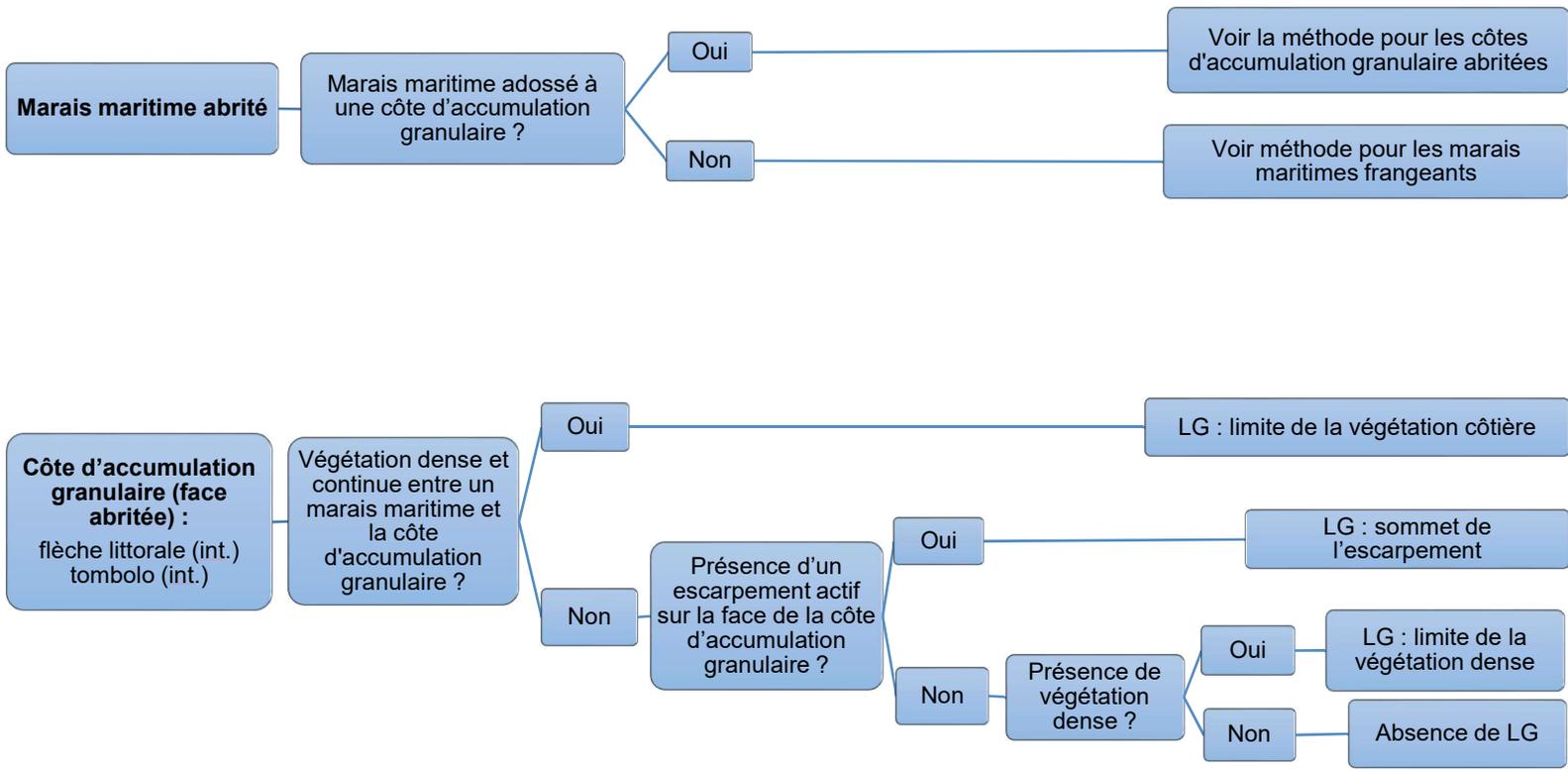


Figure 56. Organigramme d'aide à la décision pour définir la limite géomorphologique selon les types de côtes et les critères éco-géomorphologiques définis

## **5 DÉTERMINATION DE LA LIMITE GÉOMORPHOLOGIQUE SUR LE TERRAIN**

Il importe d'abord de situer le secteur où une ligne des hautes eaux doit être déterminée en vue d'appliquer la PPRLPI afin d'établir si celui-ci se trouve en milieu côtier maritime. Si le secteur se trouve sur les berges du Saint-Laurent à l'est de Cap-Tourmente, sur la rive nord, et de Berthier-sur-Mer, sur la rive sud, une limite géomorphologique doit être établie suivant la méthode éco-géomorphologique. Le secteur doit également se trouver à l'est de l'estuaire de la rivière Kempt, dans la baie des Chaleurs. La méthode éco-géomorphologique s'applique aux côtes de l'estuaire moyen, de l'estuaire maritime et du golfe du Saint-Laurent (province de Québec).

Un travail de photo-interprétation peut d'abord s'avérer utile afin de déterminer (1) si la côte est exposée ou abritée et (2) de quel type de côte il s'agit. Ces deux éléments permettront d'évaluer les critères éco-géomorphologiques pouvant être observés sur le terrain pour déterminer la limite géomorphologique.

Les instruments suivants seront utiles sur le terrain pour déterminer la limite géomorphologique :

- Piquets ou autres objets pouvant servir de repères ;
- Ruban à mesurer ;
- Boussole (pour la réalisation de transects dans les marais maritimes) ;
- Truelle ou tarière pédologique ;

### **5.1 Délimitation de la limite géomorphologique sur le terrain**

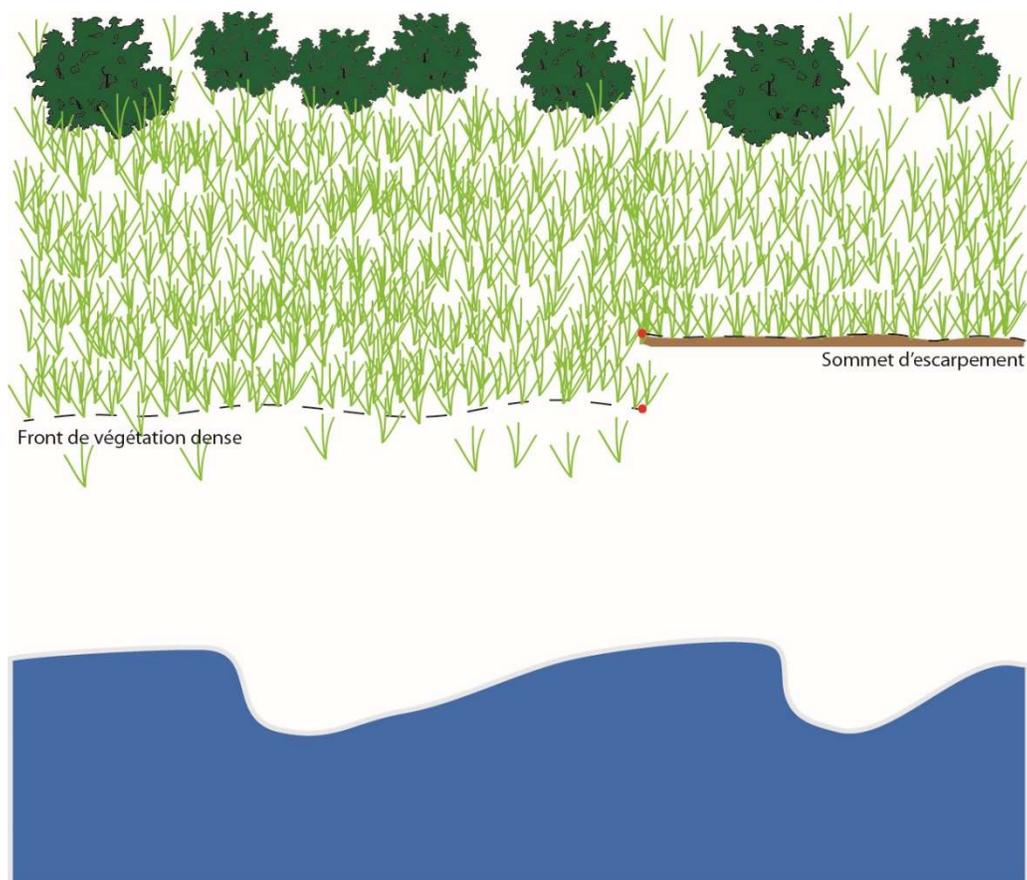
La marche à suivre pour déterminer la limite géomorphologique sera fonction du type de côte. Sur le terrain, on observe que certaines côtes sont davantage modelées par l'effet morphogène des vagues alors que d'autres répondent plutôt aux niveaux d'eau et de marées. L'ensemble des côtes exposées, à l'exception des marais maritimes frangeants, répondent davantage à l'effet des vagues et les critères éco-géomorphologiques y sont plus évidents visuellement : soit la végétation entre les différentes portions de la côte est discontinue, soit une discontinuité géomorphologique permet de repérer les critères nécessaires à la détermination de la limite géomorphologique. Les côtes abritées où la végétation est continue ainsi que les côtes à marais maritime frangeant peuvent présenter des critères dont la distinction est moins évidente. La démarche sur le terrain pour déterminer la limite géomorphologique diffère selon l'une ou l'autre des situations.

### **5.1.1 Démarche de détermination de la limite géomorphologique sur les côtes exposées**

Sur le terrain, il est recommandé de débiter l'étude du milieu à partir du haut estran (ou à proximité de la mer). En remontant vers le haut du littoral (vers les terres), les critères pourront être localisés en suivant la clé dichotomique, selon le type de côte caractérisant le secteur.

Il est d'abord nécessaire de déterminer le ou les critères éco-géomorphologiques qui permettront de localiser la limite géomorphologique sur le secteur en question. Un seul critère constitue parfois la limite. Une ligne continue et relativement parallèle à la côte peut alors être tracée suivant le critère en question. Comme la limite géomorphologique est une position planimétrique, l'altitude n'a pas besoin d'être relevée.

Divers critères peuvent également se côtoyer dans un secteur. Le front de la végétation dense peut être substitué par un escarpement ; de la végétation éparsse peut être présente sur une zone, nécessitant d'évaluer la densité de la végétation, alors qu'il n'y en a pas ailleurs. La démarche suivante peut alors être adoptée. Une segmentation des zones homogènes quant aux critères repérés peut d'abord être réalisée. Par exemple, on délimite la zone présentant un front de végétation dense, puis la zone marquée par un escarpement (microfalaise). En présence de végétation éparsse, il peut s'avérer utile de démarquer d'abord la frontière de la végétation dense sur toute la zone où on retrouve une haute-plage. En présence d'une côte à falaise, dunaire ou artificialisée précédée d'une terrasse de plage, il convient d'abord de valider si cette terrasse ou une portion de cette terrasse répond aux critères avant de la prendre en compte dans la détermination d'une limite géomorphologique. Lorsque plusieurs critères se substituent sur un segment, la limite géomorphologique reste parallèle à la mer mais peut être discontinue le long de la côte. La fin d'un segment sera vis-à-vis le début du segment suivant (figure 57).



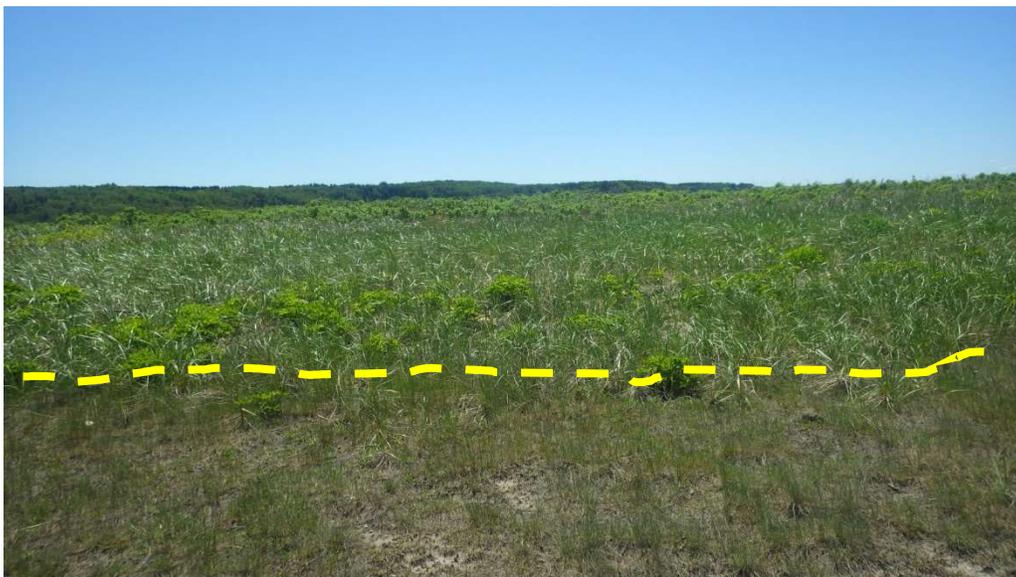
**Figure 57. Deux critères éco-géomorphologiques substitués le long d'un segment. L'extrémité de la limite rapportant au front de végétation dense est vis-à-vis le début de la limite déterminée au sommet de l'escarpement (les deux points rouges). Le trait pointillé correspond à la limite géomorphologique.**

### **5.1.2 Détermination de la limite géomorphologique sur les côtes abritées (végétation continue) et les marais maritimes frangeants**

Les côtes dont la morphologie répond davantage aux niveaux d'eau et de marées présentent des transects de végétation continue. La transition entre le littoral et la rive est donc moins définie, l'étagement de la végétation étant fonction du régime de submersion par l'eau salée. Une ligne continue et parallèle à la mer peut plus difficilement être tracée pour ces côtes. La méthode de détermination de la limite géomorphologique pourra alors nécessiter l'utilisation de transects, qui permettront de situer des points qui pourront ensuite être reliés entre eux.

Des transects peuvent être nécessaires pour déterminer ces deux critères éco-géomorphologiques : la limite de la végétation dense côtière et la fin du milieu

humide côtier (c'est-à-dire du marais maritime en ce qui a trait à la méthode éco-géomorphologique). La limite de la végétation dense côtière est recherchée lorsqu'un marais maritime est adossé à une côte d'accumulation granulaire (ex. marais maritime adossé à une flèche littorale) et que la végétation relative aux deux environnements est contiguë. Cette limite peut être déterminée visuellement sur bien des côtes puisque le changement de végétation entre un milieu humide et une côte d'accumulation granulaire est souvent net (figure 58). Il peut s'avérer pertinent de placer des repères visuels le long de la limite de végétation côtière afin de déterminer une limite géomorphologique sur l'ensemble d'un secteur. La nature sédimentaire du sol est un indicateur permettant de confirmer la localisation de la limite de végétation côtière, qui pousse dans des sédiments plus grossiers (sable, gravier, galet) que la végétation de marais maritime (sédiments vaseux, cohésifs).



**Figure 58. Limite géomorphologique (trait pointillé jaune) correspondant à la limite de la végétation côtière entre un marais maritime et une côte d'accumulation granulaire (flèche littorale). Au bas de la photo, les sédiments vaseux et humides permettent de bien délimiter les deux écosystèmes.**

Lorsque le changement de végétation est moins net ou que la fin du milieu humide est recherchée, l'utilisation de transects s'avère essentielle. Le nombre de transects nécessaire à la délimitation de la limite géomorphologique dépend du secteur. Un minimum de trois transects est obligatoire : un à chaque extrémité et un au centre du secteur. Il est recommandé de ne pas dépasser 500 m entre les transects. Une démarche systématique consiste à prendre la largeur du secteur en question et à la diviser par un nombre de transects afin de déterminer la largeur entre ceux-ci. Par exemple, si le secteur a une largeur de

500 m et que 10 transects semblent suffisants, 50 m pourront séparer chacun des transects. Le point de départ de chaque transect peut être positionné en étalant le ruban à mesurer le long de la limite inférieure du schorre supérieur (figure 59).



**Figure 59. Exemple de positionnement des transects sur une côte à marais maritime frangeant selon une méthode systématique afin de déterminer la fin du milieu humide**

Le transect se fait depuis la mer (ou à proximité de la mer) vers les terres en suivant un azimuth prédéfini pour l'ensemble des transects. On peut d'abord étaler le ruban à mesurer sur le sol, à partir du point de départ précédemment défini, en suivant cet azimuth. La limite sédimentaire du marais maritime est définie par échantillonnage du sol avec une truelle ou une tarière pédologique. À tous les mètres (ou deux mètres, selon la distance à parcourir), un échantillon de sol est pris afin d'analyser le substrat (le contenu en matière organique, la taille des sédiments, la saturation en eau) jusqu'à ce qu'un changement de sédiment soit remarqué. On passe alors des sédiments fins, cohésifs et humides, à un autre type de sol (humus forestier, sable, gravier, roc, etc.). La limite du marais maritime se situe entre cet échantillon et l'échantillon précédent. La limite est ensuite précisée en échantillonnant sur une plus courte distance entre les deux points d'échantillonnage précédents. Un repère est placé une fois la limite précisée.

#### *Milieu humide d'eau douce adjacent à un marais maritime*

Certains milieux présentent des environnements particuliers caractérisés par des milieux humides d'eau douce (marécage arbustif ou boisé, marais d'eau douce, prairie humide, tourbière) directement adjacents à des marais maritimes. Ces milieux constituent des milieux humides au même titre que les marais maritimes. Il importe de considérer les deux milieux dans la délimitation de la zone littorale dans le cadre de l'application de la PPRLPI.

Lorsque la méthode éco-géomorphologique est appliquée dans un marais maritime, une analyse supplémentaire doit être effectuée afin de déterminer si celui-ci est bordé par un milieu humide d'eau douce. Le cas échéant, les méthodes prévues à la PPRLPI pour les milieux d'eau douce peuvent être appliquée directement.

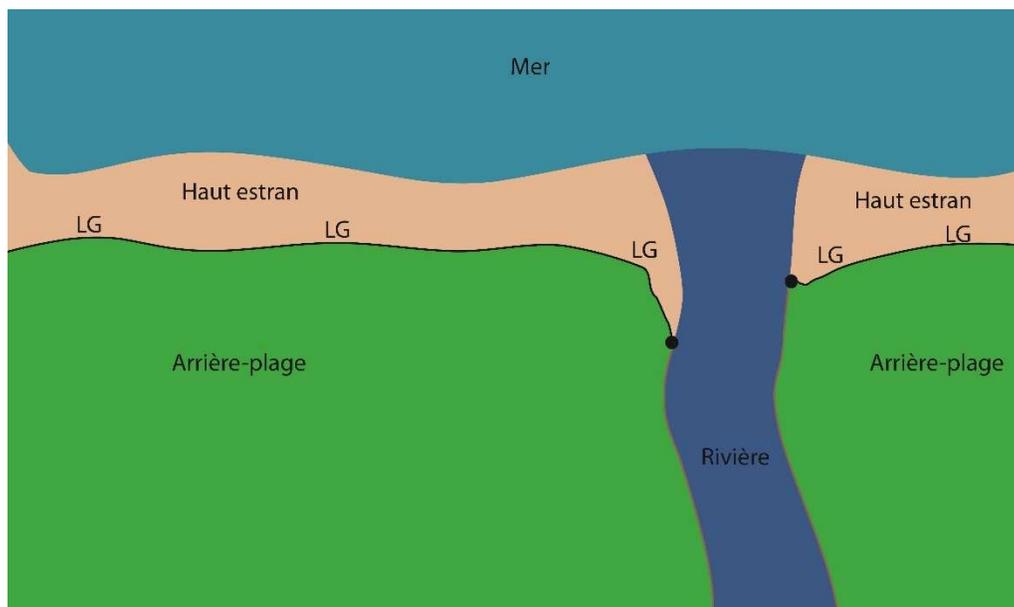
## 5.2 Cas particuliers

Dans certains cas exceptionnels, la méthode éco-géomorphologique telle que proposée demande quelques spécifications supplémentaires ou n'est pas applicable. Ces cas sont présentés dans les paragraphes suivants.

### 5.2.1 Embouchure et estuaire de rivière

L'estuaire et le golfe du Saint-Laurent font partie d'un grand bassin versant dans lequel se jettent plusieurs rivières. La rencontre entre ces systèmes fluviaux et le domaine maritime forme des zones de transition où l'eau douce et l'eau salée se rencontrent, où l'eau vive fait place aux marées. Alors que la méthode éco-géomorphologique est adaptée au domaine maritime, les méthodes prévues à la PPRLPI (botanique, niveau de récurrence 2 ans, etc.) s'appliquent aux écosystèmes fluviaux. Il importe donc de définir la portée de l'application de chaque méthode dans ces milieux de transition. Deux patrons sont observés quant à ces systèmes : 1) les embouchures de rivières où le chenal principal s'élargit et se jette directement dans la mer ; et 2) les estuaires caractérisés par plusieurs chenaux et colonisés par un marais maritime.

Dans les cas où le chenal principal de la rivière se jette directement dans la mer, celui-ci coupe la côte. Alors qu'un critère éco-géomorphologique se dessinait parallèlement à la côte, celui-ci marque un virage à la rencontre de l'embouchure de la rivière et son tracé devient parallèle au chenal. Le haut estran présente une configuration similaire. Le long de la côte, le haut estran constitue une frange parallèle au littoral. À l'embouchure du cours d'eau, le haut estran, tronqué, marque une courbe s'engouffrant de façon parallèle au chenal de la rivière. L'application de la méthode éco-géomorphologique s'arrête à partir de l'endroit où le haut estran rétrécit et s'estompe (à gauche sur la figure 60). S'il n'y a pas de haut estran, la méthode s'applique jusqu'à la rupture, par le chenal de la rivière, du critère éco-géomorphologique qui suit un tracé parallèle à la côte (à droite sur la figure 60). Pour certains secteurs, les embouchures de rivières forment un entonnoir depuis la mer vers le chenal fluvial et le tracé d'une limite géomorphologique de part et d'autre est moins linéaire le long de la côte. La rupture est alors moins claire. Le haut du goulot de l'entonnoir, où la largeur du chenal rétrécit, est un indicateur supplémentaire pour déterminer la limite de la zone où la méthode éco-géomorphologique s'applique. Un pont est souvent construit à la hauteur de ce goulot. Une telle infrastructure constitue un indicateur relatif à la limite supérieure d'applicabilité de la méthode.



**Figure 60.** Application de la méthode éco-géomorphologique à l'embouchure des rivières. Le trait noir marque la limite géomorphologique (LG) parallèle à la côte alors que les points noirs marquent la fin de l'application de la méthode pour le domaine maritime.

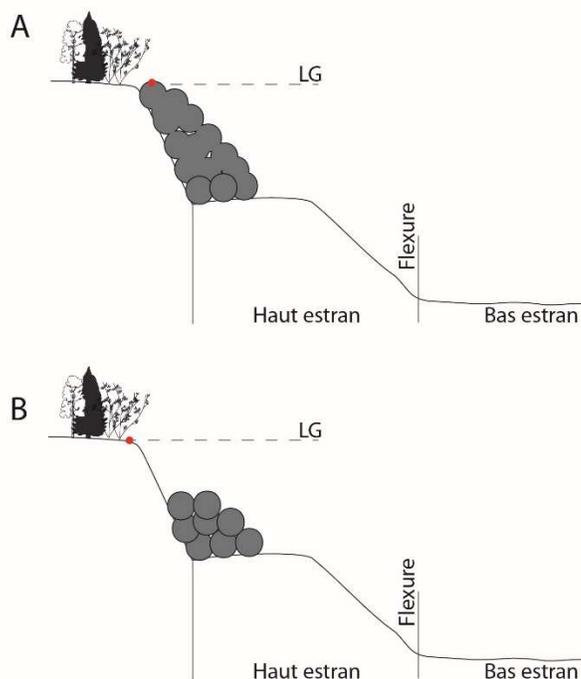
Les estuaires caractérisés par de multiples chenaux et la présence de marais maritimes sont des milieux plus complexes. En présence d'un marais maritime, la LG sera déterminée à partir de la méthode éco-géomorphologique. Dans les zones transitoires où le milieu d'eau douce fluvial et le marais maritime sont contigus, les méthodes prévues à la PPRLPI pour les milieux fluviaux peuvent être appliquées directement (méthode botanique, niveau de récurrence des crues 0-2 ans de la rivière, etc.).

### 5.2.2 Versants continentaux

Parmi les cas devant être spécifiés, notons d'abord les versants continentaux, tels que présentés dans la section 3.2.7. Ceux-ci sont principalement observés sur la côte nord de la Gaspésie ainsi que sur la Côte-Nord. Comparativement aux falaises côtières, ce type de système a une origine principalement du contexte géologique structural et n'a pas été formé par les agents hydrodynamiques côtiers. Il ne réagit donc pas directement face à ces agents. Qui plus est, ces versants sont très élevés et délimiter un sommet serait très laborieux, en l'absence de données LiDAR. Des écosystèmes forestiers occupent généralement la face exposée à la mer. La limite géomorphologique se situe à la limite inférieure de la végétation, quelle qu'elle soit.

### 5.2.3 Côte à falaise artificialisée

Les cas de falaises côtières artificialisées (ex. enrochement à la base) amènent une certaine confusion quant au type de côte auquel se référer pour déterminer une limite géomorphologique. Tel que les critères éco-géomorphologiques sont définis dans la méthode, une infrastructure adossée à une falaise impliquerait d'utiliser la méthode pour les côtes artificialisées (limite géomorphologique placée au sommet de l'infrastructure). Les situations où l'infrastructure couvre la totalité de la face abrupte de la falaise ne posent pas de problème particulier : le sommet de l'infrastructure concorde avec le sommet de l'escarpement. Pour éviter toute confusion, il est pertinent de préciser d'utiliser le sommet de l'infrastructure pour localiser la limite géomorphologique dans ces cas (figure 61A). Or, il convient de spécifier la méthode pour les cas où une infrastructure est implantée au bas d'une falaise et qu'une partie de sa face abrupte est exposée (figure 61B). Une limite géomorphologique localisée au sommet de l'infrastructure serait alors plus basse et plus rapprochée de la mer que si la falaise n'avait pas été stabilisée. Lorsqu'un ouvrage de protection est présent à la base d'une falaise et qu'une partie de sa face reste exposée, la méthode utilisée pour déterminer la limite géomorphologique est celle des côtes à falaise (sommet de l'escarpement ou front de la terrasse de plage si les conditions sont remplies).



**Figure 61. Localisation de la limite géomorphologique (LG) sur les côtes à falaise artificialisées**

#### **5.2.4 Descente de bateau**

Les descentes de bateau constituent également des infrastructures rigides en milieu côtier. Ces installations sont souvent construites au niveau du sol, à de basses élévations, couvrant la végétation côtière. Dans le cadre de l'application de la méthode éco-géomorphologique, ces infrastructures ne devraient pas être considérées dans la localisation d'une limite géomorphologique. Si des critères éco-géomorphologiques tels que décrits dans la typologie (section 4.1) sont présents derrière l'infrastructure (vers les terres), ceux-ci pourront servir à positionner la limite géomorphologique. Si ceux-ci sont absents, il est nécessaire de se référer aux côtes de part et d'autre de la descente et de déterminer l'altitude de la limite pour celles-ci en suivant la méthode décrite dans la présente section. Cette altitude pourra être rapportée au-delà de la descente de bateau.

#### **5.2.5 Milieux anthropisés**

Les terrains privés côtiers anthropisés sont parfois problématiques quant à l'application de la méthode éco-géomorphologique. Cette problématique est liée à la présence de remblai, mis en place selon le processus légal, et de pelouse tondue. Il importe de spécifier la démarche à suivre dans de telles situations. À moins que le remblai ait été récemment mis en place, sa forme est considérée en équilibre par rapport à la dynamique côtière locale. En ce sens, si une microfalaise se développe au front du remblai, celle-ci témoigne des hauts niveaux d'eau atteints par la mer. Le sommet de l'escarpement d'érosion peut être utilisé comme critère pour localiser la limite géomorphologique.

Dans le cas d'un remblai végétalisé, le front de la végétation dense pourra être utilisé, même s'il s'agit de pelouse. À la manière de la végétation colonisant l'arrière-plage, la végétation dense présente sur les terrains privés répond à la dynamique côtière locale et à la fréquence de la submersion marine. Le front de végétation dense peut alors être utilisé. Il demeure pertinent d'observer la présence de certains indicateurs géomorphologiques pouvant témoigner de la submersion marine. La présence de laisses de marée ou de dépôts sédimentaires (dépôts sableux ou graveleux sur le terrain) pourra indiquer le niveau atteint par les plus hautes eaux. Il reste difficile de déterminer l'événement à l'origine de ces indicateurs et s'il s'agit d'une tempête exceptionnelle dont le niveau d'eau serait au-delà d'une limite d'inondation normale conforme aux objectifs derrière la ligne des hautes eaux de la PPRLPI.

Si une côte naturelle avoisine la côte remblayée et s'apparente au même type de côte, le report de l'altitude de la limite géomorphologique déterminée à partir du milieu naturel devrait être priorisé. Des segments de 50 m de part et d'autre de la zone étudiée peuvent être utilisés pour déterminer l'altitude de la limite géomorphologique (moyenne des points d'altitude pris aux 0,50 m). Si l'élévation du critère déterminé sur le secteur anthropisé est supérieure à la moyenne des altitudes mesurées sur les côtes naturelles adjacentes, ce sera le critère à utiliser pour déterminer la limite géomorphologique. Dans le cas contraire, la moyenne déterminée sur les côtes adjacentes pourra être reportée derrière la côte anthropisée à l'aide d'un DGPS pour y établir la limite géomorphologique.

Des sentiers ou des chemins d'accès aux plages peuvent être observés dans certains cas. Ceux-ci coupent le tracé parallèle à la côte des critères éco-géomorphologiques servant à déterminer la limite géomorphologique. Par exemple, la limite de la végétation dense peut être interrompue par un chemin dénudé de végétation. Dans de telles situations, il est possible de fixer un point à l'extrémité des deux limites géomorphologiques tracées de part et d'autre du chemin à l'endroit où celles-ci marquent un changement de direction pour devenir davantage perpendiculaires à la côte. Les deux points peuvent ensuite être reliés pour constituer la limite géomorphologique. Cette méthode peut être appliquée sur des sentiers/chemins dénudés ayant un maximum de 2 m de largeur.

Le piétinement et le passage de véhicules tout-terrain (VTT) sur les plages peut engendrer des brèches dans la végétation côtière, formant des îlots de végétation (figure 62). Comme on peut le voir sur la photo suivante, les brèches formées peuvent être de largeur variable et les îlots peuvent être très isolés ou bien rapprochés les uns des autres. Il serait laborieux de tracer une limite géomorphologique en suivant le front de ces îlots et les frontières des brèches. Bien que la zone contenant ces îlots puisse être d'une largeur appréciable et supérieure au seuil de 5 m de largeur, il est recommandé d'utiliser le pied de la dune se trouvant derrière comme critère pour localiser la limite géomorphologique.



**Figure 62. Îlots de végétation côtière devant les dunes aux Îles-des-la-Madeleine**

### **5.2.6 Cas où la méthode éco-géomorphologique ne s'applique pas**

Les conditions en période hivernale ne permettent pas l'établissement d'une limite géomorphologique. À défaut d'une méthode alternative fournissant une cote altitudinale de référence, il est proposé de définir une imagerie de référence pour chaque portion de côte de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent (ex. mosaïques de 2015 pour le Bas-Saint-Laurent) sur laquelle une limite géomorphologique approximative et temporaire pourrait être tracée en photo-interprétation selon le type de côte et les critères définis dans la typologie. Il est recommandé que le tracé soit fait à une résolution de 1:300 dans un système d'information géographique. La limite géomorphologique ainsi tracée doit être validée sur le terrain au printemps ou à l'été suivant.

Pour certaines portions de côtes, la méthode éco-géomorphologique ne peut être appliquée, simplement car les critères éco-géomorphologiques requis ne sont pas présents. Une méthode alternative référant à un niveau altitudinal défini par secteur, cohérent avec la dynamique côtière et révisé périodiquement, reste nécessaire. Bien que cette alternative nécessite l'utilisation d'outils de précision tel qu'un DGPS, elle reste une référence pertinente dans certains cas problématiques. Une cote peut servir de référence pour les cas énumérés ci-haut ; elle est également essentielle pour des milieux très anthropisés, où la végétation n'est pas en mesure de pousser.

## 6 CONCLUSION

La méthode éco-géomorphologique permet de déterminer une limite géomorphologique sur les côtes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Ce guide constitue un outil de référence pour les intervenants devant appliquer la PPRLPI dans le cadre de leur travail. Il fournit aux utilisateurs les informations nécessaires afin de bien identifier les différents types de côtes pouvant être observés à l'échelle du Québec maritime et constituant le point de départ de la démarche de détermination de la limite géomorphologique pour le domaine maritime. Les critères éco-géomorphologiques à utiliser ainsi que la démarche à suivre pour localiser cette limite sont expliqués en détail. La clé dichotomique constitue un outil synthétique offrant une démarche commune à tous les intervenants. Finalement, des solutions sont présentées relativement aux cas ou aux contextes particuliers pouvant être observés le long du littoral maritime.

L'annexe jointe à ce guide constitue un recueil de photographies de littoraux prises le long de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Ces photographies sont classées selon les cas géomorphologiques types présentés dans le présent guide. Les critères éco-géomorphologiques servant à déterminer la limite géomorphologique ont été identifiés sur ces photographies et la démarche suivie, conformément à la clé dichotomique d'aide à la décision, est exposée pour chaque exemple. Ces cas réellement observés sur le terrain constituent un outil de référence supplémentaire afin de guider l'utilisateur dans l'application de la PPRLPI dans le domaine maritime du Québec.

## 7 RÉFÉRENCES

- Bernatchez P. et Drejza, S., 2015. Réseau de suivi de l'érosion côtière du Québec maritime - Guide pour les utilisateurs. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières et Chaire de recherche en géoscience côtière. Université du Québec à Rimouski, octobre 2015, 52 p.
- Centre d'études techniques maritimes et fluviales, 2013. Reconnaissance de la limite du rivage de la mer - Intérêt et potentialité de critères morpho-sédimentaires et botaniques. Margny Lès Compiègne, France, 198 p.
- Chini, N.; Stansby, P.K. 2012. Extreme values of coastal wave overtopping accounting for climate change and sea level rise. *Coast. Eng.* 65, 27–37.
- Didier, D., Bernatchez, P., Boucher-Brossard, G., Lambert, A., Fraser, C., Barnett, R.L., et Van-Wierst, S., 2015. Coastal Flood Assessment Based on Field Debris Measurements and Wave Runup Empirical Model. *Journal of Marine Science and Engineering*, 3, p. 560-590.
- Dionne, J.-C., 1986. Érosion récente des marais intertidaux de l'estuaire du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 40(3), p. 307-323.
- Fraser, C. et Bernatchez, P., 2006. Caractérisation et évaluation des risques d'érosion et de submersion côtière pour le secteur de la pointe Verte, Maria, Québec. Rapport de recherche remis au ministère de la Sécurité publique du Québec, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, UQAR, 44 p.
- Guilcher, A., 1954. Morphologie littorale et sous-marine. Presses Universitaires de France, Paris, 216 p.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2015. Guide d'interprétation, Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, Direction des politiques de l'eau, 131 p.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2018. Aires protégées au Québec - Les provinces naturelles. [En ligne] : [http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/aires\\_protegees/provinces/partie4x.htm](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/aires_protegees/provinces/partie4x.htm) (consulté le 18 janvier 2018).
- Morton, R.A. et Speed, F.M., 1998. Evaluation of shorelines and legal boundaries controlled by water levels on sandy beaches. *Journal of Coastal Research*, 14(4), p. 1373-1384.
- Pinot, J.-P., 1998. La gestion du littoral (tome 1 : littoraux tempérés : côtes rocheuses et sableuses ; tome 2 : littoraux tempérés : littoraux vaseux et embouchures). Institut océanographique, Paris, 759 p.

***ANNEXE A***

***LISTE DE PREPARATION POUR LA DETERMINATION DE LA LIMITE  
GEOMORPHOLOGIQUE SUR LE TERRAIN***

---

**AIDE-MÉMOIRE**  
**PRÉPARATION POUR LA DÉTERMINATION DE LA LIMITE GÉOMORPHOLOGIQUE**

- Le secteur se trouve à l'est des limites d'application de la méthode éco-géomorphologique pour le domaine maritime
- La côte est :
  - exposée  abritée
- Type de côte :
  - accumulation granulaire  dunaire
  - marais maritime  falaise
  - rocheuse sans falaise  artificialisée
- Terrasse de plage devant une dune, une falaise ou une infrastructure ?
  - Si oui, est-ce que les trois critères suivants sont répondus :
    - L'arrière-plage est végétalisée densément ?
    - L'arrière-plage a une largeur d'au moins 5 m ?
    - L'arrière-plage a une longueur d'au moins 50 m ?
  - Si oui, utiliser la méthode pour les côtes d'accumulation granulaire.
- Côte à marais maritime : le marais maritime est-il bordé par un milieu humide d'eau douce ?
- Côte artificialisée : infrastructure érigée légalement ?
- Démarche qui sera utilisée :
  - côtes exposées  côtes abritées
- Cas particuliers (valider la méthode en se référant au guide) :
  - Embouchure ou estuaire de rivière
  - Versants littoraux
  - Côte à falaise artificialisée
  - Descente de bateau
  - Milieux anthropisés (remblai, pelouse, sentier, chemin, îlots, aucun critère visuel)

***ANNEXE B***

***EXEMPLES DE POSITIONNEMENT DE LA LIMITE GEOMORPHOLOGIQUE  
DANS L'ESTUAIRE ET LE GOLFE DU SAINT-LAURENT***

---

Côtes d'accumulation granulaire

Profils végétalisés avec haute-plage



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Note : La haute-plage est caractérisée par la présence de honckénye robuste (à gauche de la photo) et beaucoup de débris de tempête. La limite de la végétation dense se trouve au front de l'arrière-plage.



Flèche littorale -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense



Flèche littorale -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Note : les débris de tempête permettent de bien localiser la haute-plage, caractérisée par de la végétation éparse.



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Note : deux segments sont observés sur la photo (avec haute-plage et sans haute-plage). Le segment avec haute-plage (moitié inférieure de la photo) nécessite un certain jugement quant à la densité de la végétation. En considérant l'altitude de l'arrière-plage sur le segment sans haute-plage ainsi que le fait qu'il s'agit d'ammophile à ligule courte, la LG a été placée davantage vers la mer.



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense



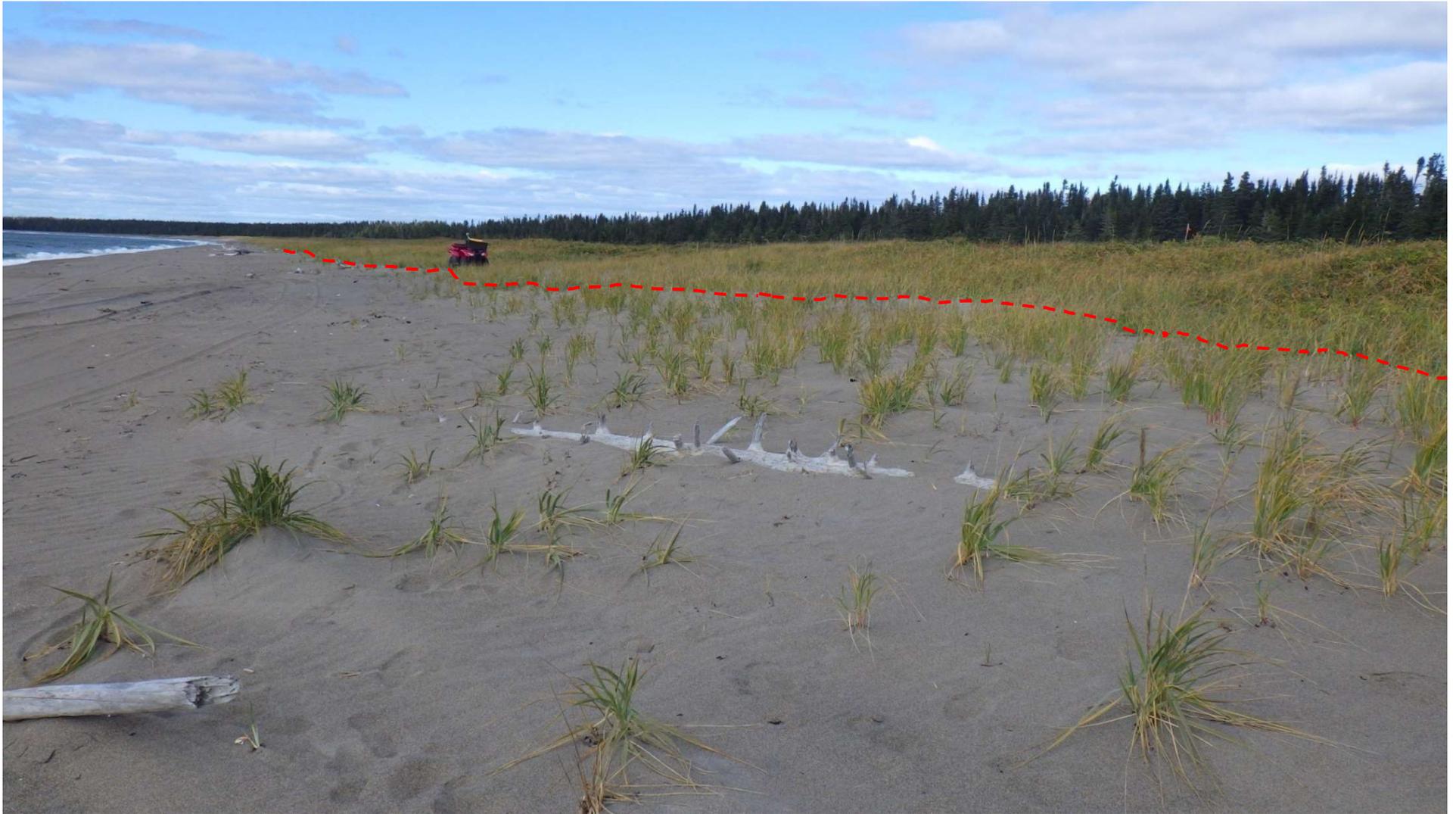
Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Note : dans ce cas-ci, la limite de la végétation dense nécessite de s'attarder au seuil de densité de la végétation sur la haute-plage. Une limite de végétation plus dense, couvrant bien le substrat, est néanmoins perceptible et concorde avec une légère augmentation d'altitude.



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Note : dans ce cas-ci, on dénote que la végétation de la haute-plage est en voie de devenir dense. Les débris de tempêtes permettent d'évaluer la localisation de la haute plage et la limite de végétation dense au front de l'arrière-plage.



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Note : un schorre inférieur est présent sur le bas estran. Il n'influence pas le critère éco-géomorphologique sélectionné pour déterminer la LG. La végétation sur la haute-plage est en voie de devenir dense. Les débris de tempêtes permettent d'évaluer la localisation de la haute plage et la limite de végétation dense au front de l'arrière-plage.



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Note : à droite de la photographie, il y a substitution du type de côte et du critère éco-géomorphologique sélectionné pour déterminer la LG, passant d'une terrasse de plage à une côte artificialisée.



Flèche littorale (intérieur) -> Végétation dense et continue entre un marais maritime et la côte d'accumulation granulaire ? -> Non -> Présence d'un escarpement actif sur la face de la côte d'accumulation granulaire ?  
-> Non (à gauche) -> Présence de végétation dense ? -> Oui -> LG : limite de végétation dense  
-> Oui (à droite) -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Note : deux segments se substituent, un sans haute-plage et un avec une haute-plage. Il est pertinent de délimiter les segments homogènes dans la démarche terrain de détermination de la LG.



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Note : la limite correspond en partie à la limite de gazon tondu



Artificialisée (en-haut) -> Présence d'une terrasse de plage devant l'infrastructure (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Non -> LG : sommet de l'infrastructure.

Flèche littorale (intérieur)-> Végétation dense et continue entre un marais maritime et la côte d'accumulation granulaire ? -> Non -> Présence d'un escarpement actif ? -> Non -> Présence de végétation dense ? -> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Note : la LG est positionnée derrière la haute-plage (végétation éparses et débris de tempête).



Flèche littorale -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense



Tombolo -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Artificialisée (enrochement, arrière-plan) -> Présence d'une terrasse de plage devant l'infrastructure (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) -> Non -> LG : sommet de l'infrastructure



Tombolo -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ? -> Oui  
-> LG : limite de la végétation dense



Tombolo -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ? -> Oui  
-> LG : limite de la végétation dense



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? ->

Oui (à gauche) -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement

Non (à droite) -> Présence de végétation dense ? -> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Note : deux critères éco-géomorphologiques se substituent sur cette photographie. La terrasse de plage (à gauche) présente un escarpement végétalisé substitué par un front de végétation dense qui s'avance, sans escarpement (à droite).



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Oui -> Moins de 5 m de large -> LG : sommet de l'escarpement

Note : lambeaux de haute-plage avec végétation dense devant l'escarpement, dont la largeur n'atteint pas 5 m. La LG est donc localisée au sommet de l'escarpement derrière.



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Côtes d'accumulation granulaire

Profils végétalisés sans haute-plage



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense



Flèche littorale -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense.



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non-> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Note : la côte d'accumulation granulaire alterne avec une côte rocheuse sans falaise. Pour ce dernier type de côte, la LG se situe à la limite de la végétation quelle qu'elle soit, éparses ou denses.



Flèche littorale -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense



Flèche littorale -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Note : un schorre inférieur est présent sur le bas estran. Il n'influence pas le critère éco-géomorphologique sélectionné pour déterminer la LG.



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement

Côtes d'accumulation granulaire

Profils actifs avec haute-plage



Terrasse de plage (galets) -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement

Note : la face de l'escarpement présente une pente d'équilibre, non verticale, en lien avec le sable éboulé. Bien que de la végétation se soit implantée sur la face de l'escarpement, la LG se trouve au sommet de l'escarpement (sommet de l'angle entre la face et l'arrière-plage).



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non (pas au front de l'arrière-plage)  
-> Présence de végétation dense ? -> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Note : il est pertinent d'observer la localisation de l'escarpement sur le profil de côte. Cet escarpement se situe au front de la haute-plage, et non au front de l'arrière-plage. En s'attardant à la frontière de l'arrière-plage, le critère utilisé pour déterminer la LG est donc la végétation dense.



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non (pas au front de l'arrière-plage)  
-> Présence de végétation dense ? -> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Note : il est pertinent d'observer la localisation de l'escarpement sur le profil de côte. Cet escarpement se situe au front de la haute-plage (végétation éparse), et non au front de l'arrière-plage. En s'attardant à la frontière de l'arrière-plage, le critère utilisé pour déterminer la LG est donc la végétation dense.



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Oui (en partie) -> Moins de 5 m de large -> LG : sommet de l'escarpement

Note : bien qu'une haute-plage se trouve devant l'escarpement et qu'une portion de celle-ci présente de la végétation pouvant être considérée dense, la LG se trouve au sommet de l'escarpement derrière puisque la haute-plage n'a pas 5 m de largeur.



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Oui (en partie) -> Moins de 5 m de large -> LG : sommet de l'escarpement

Note : bien qu'une haute-plage se trouve devant l'escarpement et qu'une portion de celle-ci présente de la végétation pouvant être considérée dense, la LG se trouve au sommet de l'escarpement derrière puisque la haute-plage n'a pas 5 m de largeur.



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? ->

Oui (à gauche) -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement.

Non (à droite) -> Présence de végétation dense ? -> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Note : deux critères éco-géomorphologiques se substituent. La fin du premier (sommet de l'escarpement) est vis-à-vis le début du second (limite de la végétation dense).



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement.



Tombolo -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Note : ceci est un cas anthropisé particulier (Cap-des-Rosiers) où l'enrochement a été retiré peu de temps avant que la photo ait été prise. Le profil de plage est en train de reprendre un profil d'équilibre. En se fiant au segment enroché adjacent, il semble prudent de positionner la LG au niveau de la limite de la végétation dense, qui part derrière l'enrochement et recule plus loin vers les terres.

Côtes d'accumulation granulaire

Profils actifs sans haute-plage



Flèche littorale -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement



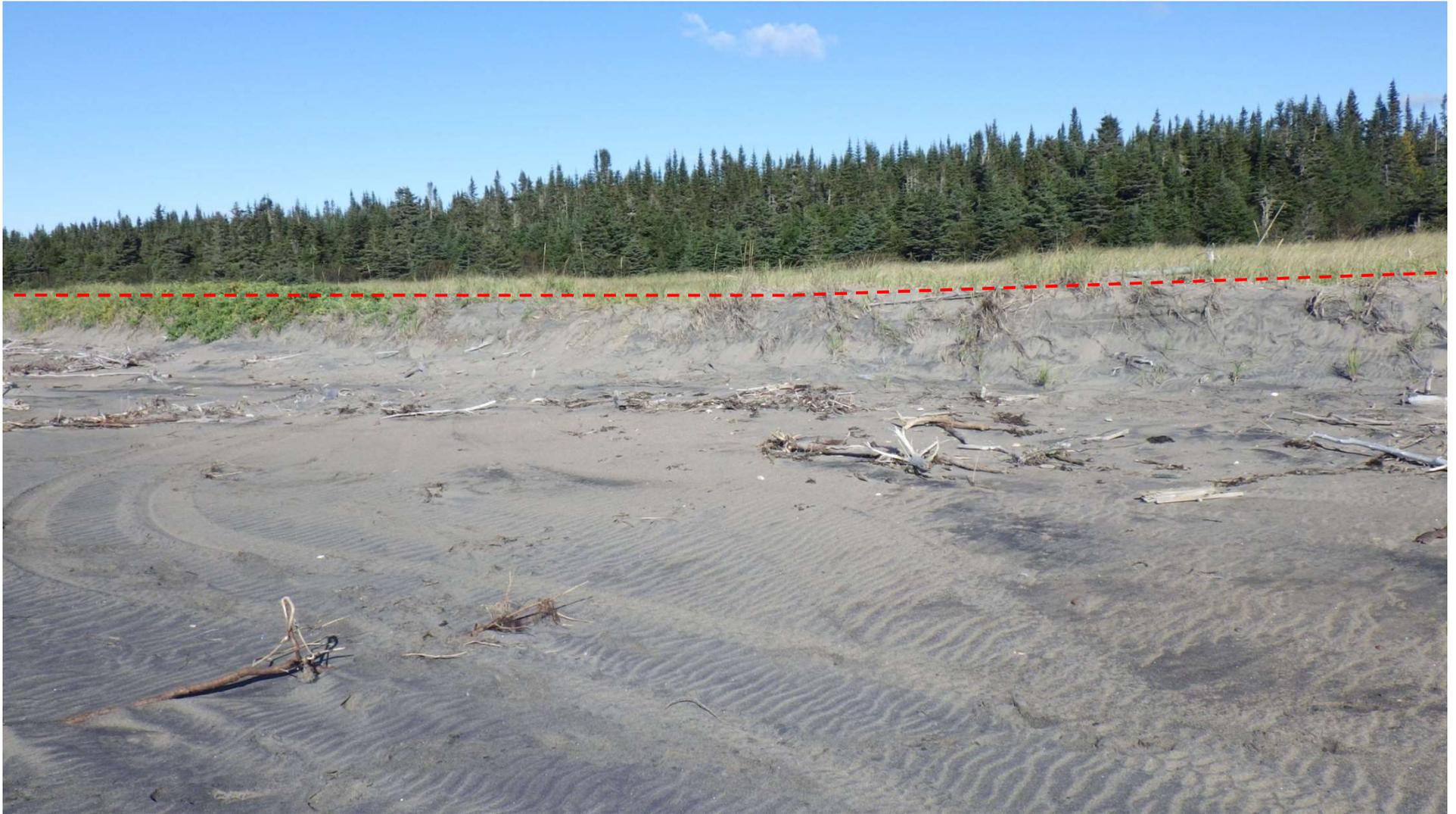
Flèche littorale -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement

Note : la face de l'escarpement présente une pente d'équilibre, non verticale, en lien avec le sable éboulé. À gauche de la photo, la végétation dense descend sur la face de l'escarpement ; à droite, la face de l'escarpement est dénudée. La LG se trouve au sommet de l'escarpement tant dans sa portion végétalisée que dans sa portion active.



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement

Note : la face de l'escarpement présente une pente d'équilibre, non verticale, en lien avec le sable éboulé. La végétation dense descend sur la face de l'escarpement. La LG se trouve au sommet de l'escarpement.



Flèche littorale (1) -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement



Flèche littorale (2) -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement

Note : un ouvrage de protection (enrochement) est présent sur le haut estran. Comme celui-ci n'est pas adossé à l'arrière-plage, il n'est pas considéré dans la détermination de la LG.



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? ->

Oui (aux extrémités) -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement.

Non (au centre) -> Présence de végétation dense ? -> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Note : deux critères éco-géomorphologiques se substituent. La fin du premier (sommet de l'escarpement) est vis-à-vis le début du second (limite de la végétation dense) et ainsi de suite.



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement.

Note : bien qu'une frange de végétation épaisse soit observée au sommet de l'escarpement, celui-ci est bien au front de l'arrière-plage. Le critère éco-géomorphologique utilisé pour déterminer la LG reste le sommet de l'escarpement (et non la limite de la végétation dense).



Flèche littorale (à gauche) -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement

Artificialisé (gabions, à droite) -> Présence d'une terrasse de plage devant l'infrastructure (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) -> Non -> LG : sommet de l'infrastructure

Note : les épis de bois sur le haut estran ne sont pas considérés dans la détermination de la LG.



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement



Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement



Premier segment (gauche) :

Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement

Second segment (droite) :

Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense -> Oui -> LG : limite de la végétation dense.

# Côtes d'accumulation granulaire

Profils absence de LG



Flèche littorale -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense  
-> Non -> Absence de LG

Note : la côte est naturelle. La présence exclusive de végétation éparses sur cette portion de flèche littorale implique que la LG se trouve plus vers les terres. Cette portion de flèche est entièrement sous la limite des hautes eaux.



Flèche littorale (1) -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense  
-> Non -> Absence de LG

Note : la côte est naturelle. La présence exclusive de végétation éparses sur cette portion de flèche littorale implique que la LG se trouve plus vers les terres (voir photo suivante). Cette portion de flèche se trouve entièrement sous la limite des hautes eaux.



Flèche littorale -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense  
-> Non -> Absence de LG

Note : la côte est naturelle. La présence exclusive de végétation éparse sur cette portion de flèche littorale implique que la LG se trouve plus vers les terres. ↓

Flèche littorale (vers les terres) -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense -> Oui -> LG : limite de végétation dense



Tombolo -> Présence d'un escarpement ? -> Non (anthropisé) -> Présence de végétation dense ?  
-> Non -> absence de LG (anthropisé)

Note : la côte est trop anthropisée pour être en mesure d'observer un critère éco-géomorphologique associé à une LG. Une méthode alternative est nécessaire.

# Fond de marais maritime



Marais maritime frangeant -> Bordé par un escarpement ou une infrastructure ? -> Non  
-> Marais maritime bordé par un milieu humide d'eau douce ? -> Oui -> LHE : fin du milieu  
humide d'eau douce déterminée par les méthodes prévues à la PPRPLI

Note : un milieu humide d'eau douce est directement adjacent à un marais maritime (estuaire moyen).



Marais maritime frangeant -> Bordé par un escarpement ou une infrastructure ?

-> Oui (infrastructure) -> LG : sommet de l'infrastructure

Note : une route (remblai) borde le schorre supérieur. Le sommet de la face du remblai, côté mer, constitue la LG.



Marais maritime frangeant -> Bordé par un escarpement ou une infrastructure ?

-> Oui (infrastructure) -> LG : sommet de l'infrastructure

Note : un aboiteau a été érigé sur le schorre supérieur, constituant sa limite supérieure anthropique. Les aboiteaux sont fréquents, sur les marais maritimes frangeants, dans l'estuaire moyen et l'estuaire maritime.



Marais maritime -> Bordé par un escarpement ou une infrastructure ? -> Oui (escarpement)  
-> LG : sommet de l'escarpement

Note : le marais maritime est bordé par une basse falaise, dont le sommet constitue la LG.



Marais maritime abrité -> Adossé à une côte d'accumulation granulaire -> Non -> Voir méthode pour les marais maritimes frangeants

Bordé par un escarpement ou une infrastructure ? -> Oui (infrastructure) -> LG : sommet de l'infrastructure

Note : la bordure de gravier exempte de végétation permet de bien localiser la LG.

Côtes à falaise



Falaise à terrasse de plage -> Présence d'une terrasse de plage devant la falaise (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Oui -> Voir méthode pour les côtes d'accumulation granulaire.

Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Note : l'arrière-plage de la terrasse de plage fait plus de 5 m de large sur une distance supérieure à 50 m. La terrasse de plage est donc considérée dans la détermination de la LG.



Falaise à terrasse de plage -> Présence d'une terrasse de plage devant la falaise (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Oui -> Voir méthode pour les côtes d'accumulation granulaire.

Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ? -> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Note : l'arrière-plage de la terrasse de plage fait plus de 5 m de large sur une distance supérieure à 50 m. La terrasse de plage est donc considérée dans la détermination de la LG.



Falaise à terrasse de plage -> Présence d'une terrasse de plage devant la falaise (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Oui -> Voir méthode pour les côtes d'accumulation granulaire.

Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ? -> Oui -> LG : limite de la végétation dense

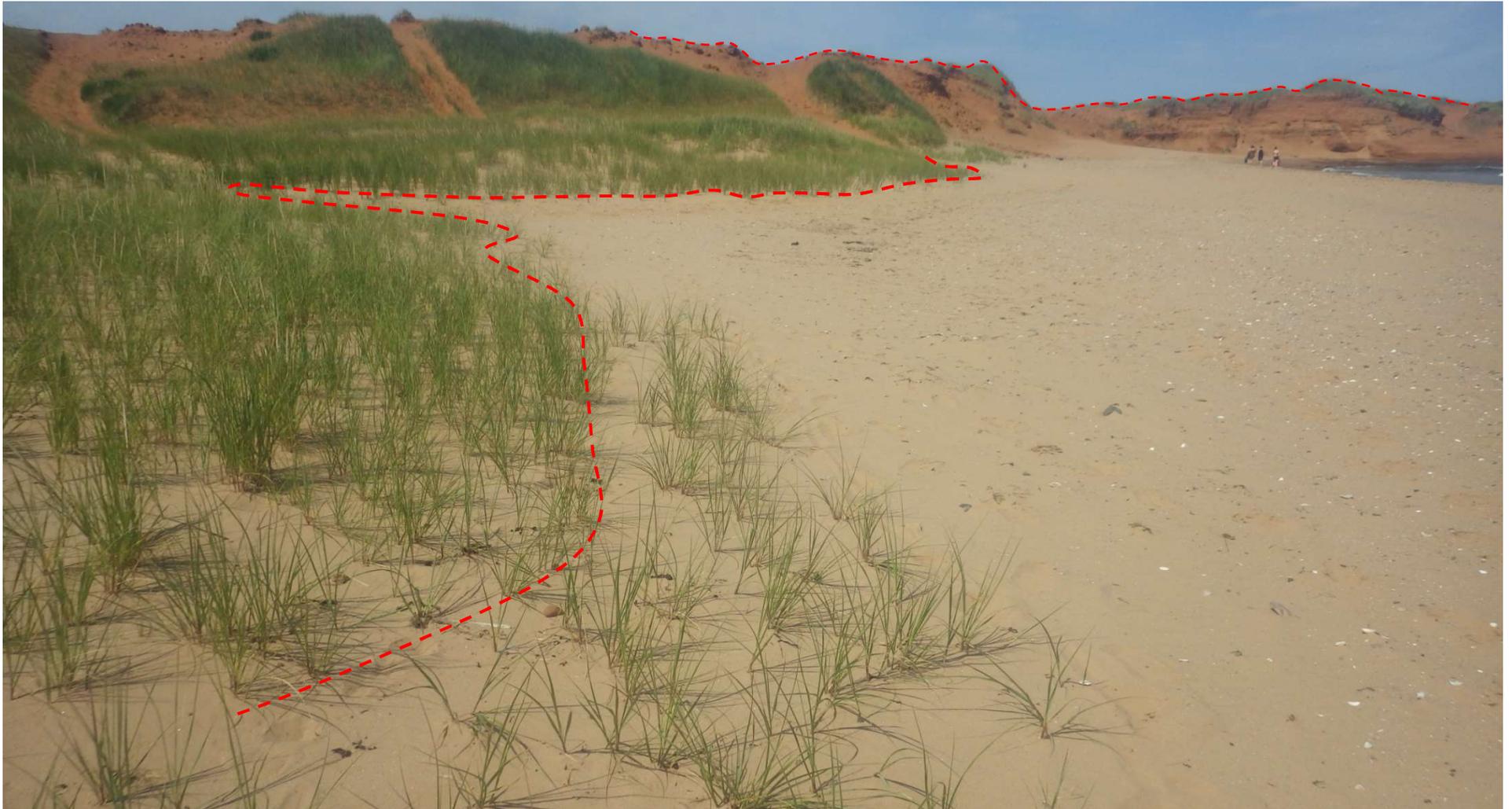
Note : l'arrière-plage de la terrasse de plage fait plus de 5 m de large sur une distance supérieure à 50 m. La terrasse de plage est donc considérée dans la détermination de la LG



Falaise à terrasse de plage -> Présence d'une terrasse de plage devant la falaise (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Oui -> Voir méthode pour les côtes d'accumulation granulaire.

Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ? -> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Note : l'arrière-plage de la terrasse de plage fait plus de 5 m de large sur une distance supérieure à 50 m. La terrasse de plage est donc considérée dans la détermination de la LG.



- Falaise -> Présence d'une terrasse de plage devant la falaise (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?  
-> Oui (premier plan à gauche) -> Méthode pour les côtes d'accumulation granulaire  
Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense  
-> Non (arrière-plan à droite) -> LG : sommet de l'escarpement

Note : la côte est colonisée par l'ammophile à ligule courte, expliquant que la densité de la végétation est moindre.



Falaise à terrasse de plage -> Présence d'une terrasse de plage devant la falaise (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement

Note : la terrasse de plage est considérée seulement lorsque l'arrière-plage de la terrasse de plage fait plus de 5 m de large sur une distance supérieure à 50 m. Ici, la largeur n'atteint pas 5 m.



Falaise à terrasse de plage -> Présence d'une terrasse de plage devant la falaise (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement



Falaise -> Présence d'une terrasse de plage devant la falaise (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?  
-> Non -> LG : sommet de l'escarpement



Falaise -> Présence d'une terrasse de plage devant la falaise (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?  
-> Non -> LG : sommet de l'escarpement

Note : la largeur de la terrasse de plage est inférieure à 5 m.



Falaise -> Présence d'une terrasse de plage devant la falaise (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?  
-> Non -> LG : sommet de l'escarpement



Falaise -> Présence d'une terrasse de plage devant la falaise (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?  
-> Non -> LG : sommet de l'escarpement



Falaise -> Présence d'une terrasse de plage devant la falaise (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?  
-> Non -> LG : sommet de l'escarpement

Note : une haute-plage active est présente devant la falaise. Elle n'est pas considérée dans la détermination de la LG.



Falaise -> Présence d'une terrasse de plage devant la falaise (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?  
-> Non -> LG : sommet de l'escarpement

Note : une haute-plage active est présente devant la falaise. Elle n'est pas considérée dans la détermination de la LG.



Falaise -> Présence d'une terrasse de plage devant la falaise (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?  
-> Non -> LG : sommet de l'escarpement

Note : un schorre inférieur est présent devant la falaise. Il n'est pas considéré dans la détermination de la LG.



Falaise -> Présence d'une terrasse de plage devant la falaise (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?  
-> Non -> LG : sommet de l'escarpement



Falaise -> Présence d'une terrasse de plage devant la falaise (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?  
-> Non -> LG : sommet de l'escarpement



Falaise (à gauche) -> Présence d'une terrasse de plage devant la falaise (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement

Versant littoral (à droite) -> LG : limite de la végétation terrestre, quelle qu'elle soit.

Note : le versant littoral est différencié des falaises côtières. La végétation forestière descend sur le versant et sa limite constitue la LG.



Falaise (à gauche) -> Présence d'une terrasse de plage devant la falaise (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement

Artificialisé -> Présence d'une terrasse de plage devant l'infrastructure (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Non -> LG : sommet de l'infrastructure

Note : le point le plus élevé de l'infrastructure (enrochement+remblai) se trouve au sommet du remblai végétalisé au-dessus de l'enrochement (sommet de l'ouvrage de protection dans son ensemble).



Falaise -> Présence d'une terrasse de plage devant la falaise (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?  
-> Non -> LG : sommet de l'escarpement

Note : une haute-plage active présente devant la falaise. Elle n'est pas considérée dans la détermination de la LG.



Falaise -> Présence d'une terrasse de plage devant la falaise (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?  
-> Non -> LG : sommet de l'escarpement

Note : une haute-plage est présente devant la falaise. Elle n'est pas considérée dans la détermination de la LG.



Falaise -> Présence d'une terrasse de plage devant la falaise (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?  
-> Non -> LG : sommet de l'escarpement

Note : sur le plan derrière, la falaise ne présente pas de haut estran. Au premier plan, la basse falaise est précédée par un haut estran sableux.

Côtes rocheuses sans falaise



Alternance de côte rocheuse sans falaise et de côte d'accumulation granulaire (terrasse de plage)

Côte rocheuse sans falaise -> LG : limite de la végétation terrestre ou du lichen orangé

Note : la limite de la végétation est herbacée dans ce cas-ci. On remarque un profil de côte avec haut estran sableux (côte rocheuse à droite) ainsi qu'un profil présentant du roc continu depuis l'estran (côte rocheuse à gauche).



Alternance de côte rocheuse sans falaise et de côte d'accumulation granulaire (terrasse de plage)

Côte rocheuse sans falaise -> LG : limite de la végétation terrestre ou du lichen orangé

Note : suite de la photographie précédente. La côte rocheuse à gauche est sans falaise puisque sa face côté mer présente un profil arrondi ; la face n'est pas abrupte.

## Marais maritime abrité

Marais maritime adossé à une côte  
d'accumulation granulaire



Végétation dense et continue entre un marais maritime et la côte d'accumulation granulaire ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation côtière

Note : on distingue la végétation côtière herbacée notamment par sa couleur et son aspect qui diffèrent de la végétation de marais maritime. On observe également une élévation du profil topographique relativement à la côte d'accumulation granulaire.



Végétation dense et continue entre un marais maritime et la côte d'accumulation granulaire ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation côtière

Note : la limite supérieure de la végétation de marais maritime est identifiable par l'étendue de la spartine étalée (végétation typique de schorre supérieur ; portion inférieure de la photographie). On observe également des arbres et une élévation du profil topographique relativement à la flèche littorale.



Végétation dense et continue entre un marais maritime et la côte d'accumulation granulaire ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation côtière

Note : la limite de la végétation côtière est identifiable premièrement par la présence d'ammophile à ligule courte et de gesse maritime qui se distinguent de la végétation dense du marais maritime. L'indicateur principal permettant de confirmer la localisation de la LG est l'affleurement du substrat sableux, concordant avec ce changement de végétation.



Végétation dense et continue entre un marais maritime et la côte d'accumulation granulaire ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation côtière

Note : la limite de la végétation côtière est identifiable premièrement par la présence d'ammophile à ligule courte qui se distingue de la végétation dense du marais maritime. Les débris ligneux présents sur le schorre constituent un indicateur supplémentaire permettant de distinguer le marais maritime de la côte d'accumulation granulaire, dont l'altitude est légèrement supérieure, et qui concorde avec le changement de végétation.



Végétation dense et continue entre un marais maritime et la côte d'accumulation granulaire ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation côtière

Note : on distingue la végétation côtière notamment par son aspect qui diffère de la végétation de marais maritime. L'indicateur principal permettant de confirmer la localisation de la LG est le changement de substrat concordant avec le changement de végétation. Au bas de la photographie, on distingue les sédiments vaseux et humides relatifs au marais maritime. On observe également une élévation du profil topographique sur la flèche littorale.



Végétation dense et continue entre un marais maritime et la côte d'accumulation granulaire ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation côtière

Note : on distingue la végétation côtière herbacée (élyme des sables, arbustes ; à gauche) notamment par sa couleur et son aspect qui diffèrent de la végétation de marais maritime (herbacés plus courts ; à droite). On observe également une élévation du profil topographique relativement à la flèche littorale.



Végétation dense et continue entre un marais maritime et la côte d'accumulation granulaire ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation côtière

Note : on distingue la végétation côtière herbacée (en-haut de la photographie) notamment par sa couleur et son aspect qui diffèrent de la végétation de marais maritime (herbacés plus courts et orge agréable ; bas de la photographie). On observe également une élévation du profil topographique relativement à la flèche littorale.



Végétation dense et continue entre un marais maritime et la côte d'accumulation granulaire ?  
-> Non -> Présence d'un escarpement actif sur la face de la côte d'accumulation granulaire ?  
-> Non -> Présence de végétation dense ? -> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Note : on remarque que la limite de la végétation côtière est identifiable par la présence d'élyme des sables, qui se distingue de la végétation dense du marais maritime (au bas de la photographie), et par l'affleurement du substrat sableux. On observe également une élévation du profil topographique relativement à la flèche littorale.



Végétation dense et continue entre un marais maritime et la côte d'accumulation granulaire ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation côtière

Note : la limite de la végétation côtière est identifiable premièrement par la présence d'ammophile à ligule courte et de caquillier édentulé qui se distinguent de la végétation dense du marais maritime. L'indicateur principal permettant de confirmer la localisation de la LG est l'affleurement du substrat sableux, concordant avec ce changement de végétation. L'élévation du profil topographique associée au tombolo dunifié est également un indicateur notable (Îles-de-la-Madeleine).



Végétation dense et continue entre un marais maritime et la côte d'accumulation granulaire ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation côtière

Note : la limite de la végétation côtière est identifiable premièrement par la présence d'ammophile à ligule courte qui se distingue de la végétation dense du marais maritime. L'indicateur principal permettant de confirmer la localisation de la LG est l'affleurement du substrat sableux, concordant avec ce changement de végétation. L'élévation du profil topographique associée au tombolo dunifié est également un indicateur notable (Îles-de-la-Madeleine).



Végétation dense et continue entre un marais maritime et la côte d'accumulation granulaire ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation côtière

Note : la végétation côtière se distingue de la végétation dense du marais maritime par son aspect et sa couleur. L'indicateur principal permettant de confirmer la localisation de la LG est l'affleurement du substrat sableux, concordant avec ce changement de végétation. L'élévation du profil topographique associée au tombolo dunifié est également un indicateur notable (Îles-de-la-Madeleine).



Végétation dense et continue entre un marais maritime et la côte d'accumulation granulaire ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation côtière

Note : la limite de la végétation côtière est identifiable premièrement par la présence d'ammophile à ligule courte, qui se distingue de la végétation dense du marais maritime. L'indicateur principal permettant de confirmer la localisation de la LG est l'affleurement du substrat sableux, concordant avec ce changement de végétation. L'élévation du profil topographique associée au tombolo dunifié est également un indicateur notable (Îles-de-la-Madeleine).



Végétation dense et continue entre un marais maritime et la côte d'accumulation granulaire (flèche littorale) ? -> Non -> Présence d'un escarpement actif sur la face de flèche littorale ? -> Non -> Présence de végétation dense ? -> Non -> Absence de LG (se trouve vers les terres)

Note : bien que la végétation de marais maritime (à gauche) soit dense, la végétation côtière apparaissant sur la flèche littorale est éparse. Le régime de submersion est trop fréquent pour permettre l'établissement de végétation dense. L'ensemble de cette section de la flèche se trouve sous la limite des hautes eaux.

Côtes d'accumulation granulaire  
(face abritée)

Profils sans végétation dense et  
continue entre un marais maritime  
et la côte d'accumulation granulaire



Flèche littorale (intérieur) -> Végétation dense et continue entre un marais maritime et la côte d'accumulation granulaire ? -> Non -> Présence d'un escarpement actif sur la face de la côte d'accumulation granulaire? -> Oui -> LG : sommet de l'escarpement



Tombolo (intérieur) -> Végétation dense et continue entre un marais maritime et la côte d'accumulation granulaire ? -> Non -> Présence d'un escarpement actif sur la face de la côte d'accumulation granulaire ? -> Non -> Présence de végétation dense ? -> Oui -> LG : limite de la végétation dense



Tombolo (intérieur) -> Végétation dense et continue entre un marais maritime et la côte d'accumulation granulaire -> Non -> Présence d'un escarpement actif sur la face de la côte d'accumulation granulaire ? -> Oui -> LG : sommet de l'escarpement



Tombolo (intérieur) -> Végétation dense et continue entre un marais maritime et la côte d'accumulation granulaire -> Non -> Présence d'un escarpement actif sur la face de la côte d'accumulation granulaire ? -> Non -> Présence de végétation dense ? -> Oui  
-> LG : limite de la végétation dense

Note : on dénote des lambeaux de schorre (végétation de marais) sur le haut estran de la côte. Il importe que ceux-ci soient exclus de la limite de la végétation dense permettant de déterminer la LG.

# Côtes artificialisées



Artificialisé -> Présence d'une terrasse de plage devant l'infrastructure (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Non -> LG : sommet de l'infrastructure

Note : le point le plus élevé de l'infrastructure (enrochement) se trouve à la jonction avec l'accotement herbacé. En arrière-plan, la LG est située au sommet de la falaise côtière.



Artificialisé -> Présence d'une terrasse de plage devant l'infrastructure (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Non -> LG : sommet de l'infrastructure

Note : le point le plus élevé de l'infrastructure (gabions) se trouve au sommet de la face de l'ouvrage. En arrière-plan, la LG se trouve à la limite de la végétation dense.



Artificialisé -> Présence d'une terrasse de plage devant l'infrastructure (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Non -> LG : sommet de l'infrastructure

Note : une haute-plage est présente devant l'infrastructure (caissons) ; elle n'est pas considérée dans la détermination de la LG.



Artificialisé -> Présence d'une terrasse de plage devant l'infrastructure (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Non -> LG : sommet de l'infrastructure



Artificialisé -> Présence d'une terrasse de plage devant l'infrastructure (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Non -> LG : sommet de l'infrastructure

Note : les infrastructures sont un enrochement (à gauche) et un muret de pierres (à droite).



Artificialisé (enrochement à droite) -> Présence d'une terrasse de plage devant l'infrastructure (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Non -> LG : sommet de l'infrastructure

Terrasse de plage (à gauche) -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ? -> Oui -> LG : limite de végétation dense

Note : la limite de végétation dense est interrompue par un chemin. Les extrémités des LG de part et d'autre du chemin sont reliées par un trait constituant la LG au niveau du chemin.



Artificialisé -> Présence d'une terrasse de plage devant l'infrastructure (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Non -> LG : sommet de l'infrastructure

Note : le point le plus élevé de l'infrastructure (enrochement) se trouve à la jonction avec le terrain herbacé.



Artificialisé -> Présence d'une terrasse de plage devant l'infrastructure (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Non -> LG : sommet de l'infrastructure

Note : le sommet de l'infrastructure (mur) est utilisé comme critère pour déterminer la LG, là où un angle de  $90^\circ$  est formé entre la face et la surface au sommet. La poutre, qui constitue la rambarde, n'est pas considérée.



Artificialisé -> Présence d'une terrasse de plage devant l'infrastructure (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Non -> LG : sommet de l'infrastructure

Note : le point le plus élevé de l'infrastructure (enrochement+remblai) se trouve au sommet du remblai végétalisé se trouvant au-dessus de l'enrochement (LG au sommet de l'ouvrage de protection dans son ensemble).



Artificialisé -> Présence d'une terrasse de plage devant l'infrastructure (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Non -> LG : sommet de l'infrastructure

Note : la haute-plage présente devant l'infrastructure n'est pas considérée dans la détermination de la LG.



Artificialisé -> Présence d'une terrasse de plage devant l'infrastructure (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Non -> LG : sommet de l'infrastructure

Note : le point le plus élevé de l'infrastructure (enrochement+remblai) se trouve au sommet du remblai végétalisé se trouvant au-dessus de l'enrochement (LG au sommet de l'ouvrage de protection dans son ensemble).



Artificialisé -> Présence d'une terrasse de plage devant l'infrastructure (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Non -> LG : sommet de l'infrastructure

Note : la terrasse de plage devant l'infrastructure (remblai de la route) n'a pas 5 m de largeur. Elle n'est donc pas considérée dans la détermination de la LG.



Artificialisé -> Présence d'une terrasse de plage devant l'infrastructure (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Non -> LG : sommet de l'infrastructure



Artificialisé (mur + remblai à gauche) -> Présence d'une terrasse de plage devant l'infrastructure (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Non -> LG : sommet de l'infrastructure

Note : le mur et l'enrochement sont surmontés par un remblai ; la LG est positionnée au sommet de l'ensemble de l'ouvrage de protection.



Artificialisé -> Présence d'une terrasse de plage devant l'infrastructure (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Non -> LG : sommet de l'infrastructure

Note : le sommet de l'infrastructure (mur) est utilisé comme critère pour déterminer la LG, là où un angle de  $90^\circ$  est formé entre la face et la surface au sommet. La balustrade n'est pas considérée.



Artificialisé -> Présence d'une terrasse de plage devant l'infrastructure (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Non -> LG : sommet de l'infrastructure

Note : le point le plus élevé de l'infrastructure (enrochement) se trouve à la jonction avec l'accotement herbacé.



Artificialisé -> Présence d'une terrasse de plage devant l'infrastructure (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Non -> LG : sommet de l'infrastructure

Note : le point le plus élevé de l'infrastructure (enrochement) se trouve à la jonction avec l'accotement herbacé.



Artificialisé -> Présence d'une terrasse de plage devant l'infrastructure (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ? -> Non

Cas particulier : L'infrastructure (enrochement) est adossé au pied de la falaise et ne couvre pas l'ensemble de la paroi. La LG est donc située au sommet de l'escarpement (falaise) derrière l'enrochement.

Côtes dunaires ou dunifiées



Dunaire -> Présence d'une terrasse de plage devant la dune (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?  
-> Non -> Présence d'un escarpement actif ou de végétation dense éparse sur la dune ? -> Oui  
(végétation éparse) -> LG : crête de la dune

Note : la végétation éparse est présente sur la face de la dune, côté mer. La LG se trouve donc sur la crête de la dune.



Dunaire -> Présence d'une terrasse de plage devant la dune (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?  
-> Non -> Présence d'un escarpement actif ou de végétation dense éparse sur la dune ? -> Oui  
(escarpement actif) -> LG : crête de la dune

Note : la face de la dune, côté mer, est active et un talus de sable s'est formé. La LG se trouve sur la crête de la dune.



Dunaire -> Présence d'une terrasse de plage devant la dune (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?  
-> Non -> Présence d'un escarpement actif ou de végétation dense éparse sur la dune ? -> Oui  
(escarpement actif) -> LG : crête de la dune

Note : la face de la dune, côté mer, est active et un talus de sable s'est formé. La LG se trouve sur la crête de la dune.



Dunaire -> Présence d'une terrasse de plage devant la dune (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?

-> Oui -> Méthode pour les côtes d'accumulation granulaire

Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?

-> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Note : la face de la dune, côté mer, est active en lien avec les processus éoliens.



Dunaire -> Présence d'une terrasse de plage devant la dune (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?  
-> Non -> Présence d'un escarpement actif ou de végétation dense éparse sur la dune ? -> Oui  
(escarpement actif) -> LG : crête de la dune

Note : la face de la dune, côté mer, est active et un talus de sable s'est formé. La LG se trouve sur la crête de la dune.



Dunaire (1) -> Présence d'une terrasse de plage devant la dune (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?  
-> Non (gauche) -> Présence d'un escarpement actif ou de végétation dense éparse sur la dune ?  
-> Oui (escarpement actif) -> LG : crête de la dune

Note : la face de la dune, côté mer, est active et un talus de sable s'est formé. La LG se trouve sur la crête de la dune.



Dunaire (2) -> Présence d'une terrasse de plage devant la dune (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?  
-> Oui (au centre) -> Méthode pour les côtes d'accumulation granulaire  
Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?  
-> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Note : la terrasse de plage doit faire 5 m de large sur 50 m de long. Ces conditions ne sont pas remplies à gauche de la photographie mais le sont au centre. Il y a substitution de deux segments de LG. L'extrémité de l'un est vis-à-vis l'extrémité de l'autre.



Dunaire -> Présence d'une terrasse de plage devant la dune (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?

-> Oui -> Méthode pour les côtes d'accumulation granulaire

Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?

-> Oui -> LG : limite de la végétation dense

Note : la côte est colonisée par l'ammophile à ligule courte, expliquant que la densité de la végétation est moindre.



Dunaire -> Présence d'une terrasse de plage devant la dune (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?

-> Oui -> Méthode pour les côtes d'accumulation granulaire

Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?

-> Oui -> LG : limite de la végétation dense



Dunaire -> Présence d'une terrasse de plage devant la dune (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?

-> Oui -> Méthode pour les côtes d'accumulation granulaire

Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Non -> Présence de végétation dense ?

-> Oui -> LG : limite de la végétation dense



Dunaire -> Présence d'une terrasse de plage devant la dune (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?  
-> Non -> Présence d'un escarpement actif ou de végétation éparses sur la dune ? -> Oui  
-> LG : crête de la dune

Note : la végétation dunaire ne s'étend pas jusqu'au pied de la dune. Celle-ci n'est donc pas considérée végétalisée.



Dunaire -> Présence d'une terrasse de plage devant la dune (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?  
-> Non -> Présence d'un escarpement actif ou de végétation éparses sur la dune ? -> Non  
-> LG : pied de la dune

Note : la végétation dunaire s'étend jusqu'au pied de la dune et un peu au-delà sur certaines sections. Bien que certains sentiers étroits soient formés en raison du piétinement, la dune peut être considérée végétalisée. Le pied de la dune doit être localisé pour déterminer la LG.



Dunaire -> Présence d'une terrasse de plage devant la dune (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?  
-> Non -> Présence d'un escarpement actif ou de végétation éparses sur la dune ? -> Oui  
-> LG : crête de la dune

Note : Un escarpement actif est observé sur la face de la dune. La LG se situe sur la crête de la dune (et non au sommet de l'escarpement). Une brèche est formée sur la flèche dunifiée.



Dunaire -> Présence d'une terrasse de plage devant la dune (largeur  $\geq 5$  m et longueur  $\geq 50$  m) ?  
-> Oui -> Méthode pour les côtes d'accumulation granulaire

Cas particulier : les îlots de végétation de la terrasse de plage sont épars et certains sont isolés en raison du piétinement. Afin de faciliter la détermination de la LG, il est recommandé d'utiliser le pied de la dune.