

**GUIDE D'APPLICATION DE LA MÉTHODE ÉCO-GÉOMORPHOLOGIQUE
POUR LE DOMAINE MARITIME AUX ÎLES-DE-LA-MADELEINE 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 aux Îles-de-la-Madeleine 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 aux Îles-de-la-Madeleine 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, 64 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^e étage
675, boulevard René-Lévesque Est
Québec (Québec) G1R 5V7
Téléphone : 418 521-3885, poste 4971
Courriel : francis.bourret@mdelcc.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^e étage
Québec (Québec) G1S 4X9
Téléphone : 418 643-7828, poste 24054
Courriel : isabelle.falardeau@transports.gouv.qc.ca

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION	12
2	CAS GÉOMORPHOLOGIQUES TYPES	13
2.1	Définition des portions de la côte permettant de localiser les critères éco-géomorphologiques.....	13
2.1.1	L'estran	13
2.1.2	La haute-plage	14
2.1.3	L'arrière-plage	17
2.1.4	Segmentation des côtes à marais maritime.....	17
2.2	Les six grands types de côtes relatifs à la méthode éco-géomorphologique.....	19
2.2.1	Côte d'accumulation granulaire	19
2.2.2	Côte dunaire ou dunifiée	22
2.2.3	Côte à marais maritime	23
2.2.4	Côte rocheuse sans falaise	25
2.2.5	Côte à falaise	25
2.2.6	Côte artificialisée.....	27
3	LOCALISATION DE LA LIMITE GÉOMORPHOLOGIQUE SELON LES CAS GÉOMORPHOLOGIQUES	29
3.1	Typologie des critères éco-géomorphologiques.....	29
3.1.1	Sommet d'un escarpement.....	29
3.1.2	Pied et crête de dune	30
3.1.3	Végétation éparses et dense.....	31
3.1.4	Terrasse de plage (côte mixte).....	32
3.1.5	Fin du marais maritime.....	33
3.1.6	Sommet d'infrastructure	33
3.2	Positionnement de la limite géomorphologique.....	34
3.2.1	Côtes exposées : les côtes d'accumulation granulaire	34
3.2.2	Côtes exposées : les côtes dunaires ou dunifiées	36
3.2.3	Côtes exposées : les côtes rocheuses (sans falaise)	39
3.2.4	Côtes exposées : les côtes à falaise	40
3.2.5	Côtes exposées : les côtes artificialisées	42
3.2.6	Côtes abritées : les côtes d'accumulation granulaire	43
3.2.7	Côtes abritées : les marais maritimes abrités	47
3.2.8	Clé de détermination de la limite géomorphologique	48
4	DÉTERMINATION DE LA LIMITE GÉOMORPHOLOGIQUE SUR LE TERRAIN.....	52
4.1	Délimitation de la limite géomorphologique sur le terrain	52

4.1.1	Démarche de détermination de la limite géomorphologique sur les côtes exposées.....	52
4.1.2	Détermination de la limite géomorphologique sur les côtes abritées (végétation continue)	54
4.2	Cas particuliers.....	57
4.2.1	Embouchure de rivière	57
4.2.2	Côte à falaise artificialisée.....	58
4.2.3	Descente de bateau	59
4.2.4	Milieus anthropisés	60
4.2.5	Cas où la méthode éco-géomorphologique ne s'applique pas.....	61
5	CONCLUSION	63
6	RÉFÉRENCES	64
	ANNEXE A	65
	ANNEXE B	67

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1.	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 (tombolo). Le trait pointillé jaune situe la flexure.	14
FIGURE 2.	Délimitation de la haute-plage (entre les traits pointillés) sur une côte d'accumulation granulaire (tombolo). Le trait de gauche constitue la ligne de rivage. L'arrière-plage débute au front de la végétation dense (trait de droite).	15
FIGURE 3.	Côte d'accumulation granulaire (terrasse de plage) où il n'y a pas de haute-plage. Le haut estran est directement suivi par l'arrière-plage. Ces deux portions sont séparées par un front de végétation dense.	15
FIGURE 4.	Profil type de plage sableuse à l'état stable (modifiée de Fraser et Bernatchez, 2006)	16
FIGURE 5.	Profil type de plage sableuse à l'état actif (modifiée de Fraser et Bernatchez, 2006)	16
FIGURE 6.	Profil type d'une côte à falaise (modifiée de Fraser et Bernatchez, 2006)	17
FIGURE 7.	Segmentation des côtes à marais maritime	18
FIGURE 8.	Délimitation entre le schorre inférieur (à gauche, avec présence de laisses de marée) et un schorre supérieur (à droite) aux Îles-de-la-Madeleine	18
FIGURE 9.	Vue aérienne d'une terrasse de plage (L'Étang-du-Nord, Îles-de-la-Madeleine)	19
FIGURE 10.	Profil transversal d'une côte à terrasse de plage (Grande-Entrée, Îles-de-la-Madeleine)	20
FIGURE 11.	Vue aérienne d'une côte à flèche littorale (Sandy Hook, Îles-de-la-Madeleine)	21
FIGURE 12.	Côte à flèche littorale dunifiée (Sandy Hook, Îles-de-la-Madeleine) ; la face exposée se trouve à droite et la face abritée se trouve à gauche.	21
FIGURE 13.	Vue aérienne d'un tombolo double abritant une lagune côtière aux Îles-de-la-Madeleine	22
FIGURE 14.	Côte dunifiée (Dune-du-Sud, Îles-de-la-Madeleine)	23

FIGURE 15. Tombolo dunifié aux Îles-de-la-Madeleine	23
FIGURE 16. Côte à marais maritime abrité (Havre-Aubert, Îles-de-la-Madeleine)	24
FIGURE 17. Vue aérienne d'un marais maritime abrité derrière un tombolo (Grosse-Île, Îles-de-la-Madeleine)	25
FIGURE 18. Côte à falaise meuble (Gros-Cap, Îles-de-la-Madeleine)	26
FIGURE 19. Vue aérienne d'une côte à falaise rocheuse (L'Étang-du-Nord, Îles-de-la-Madeleine).....	27
FIGURE 20. Côte artificialisée par un enrochement (La Martinique, Îles-de-la-Madeleine)	28
FIGURE 21. Côte à tombolo artificialisée par un enrochement (La Martinique, Îles-de-la-Madeleine)	28
FIGURE 22. Sommet d'un escarpement utilisé comme critère géomorphologique ; (A) escarpement vertical ; (B) près de la verticale ; (C) en surplomb ; (D) avec un talus.....	30
FIGURE 23. Localisation du pied et de la crête d'une dune	31
FIGURE 24. Critères pour déterminer l'inclusion ou l'exclusion d'une terrasse de plage dans les cas de côtes mixtes (côte dunaire à terrasse de plage)	32
FIGURE 25. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes d'accumulation granulaire végétalisées ...	35
FIGURE 26. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes d'accumulation granulaire actives.....	36
FIGURE 27. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes dunaires ou dunifiées végétalisées.....	37
FIGURE 28. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes dunaires ou dunifiées actives	38
FIGURE 29. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes dunaires ou dunifiées à terrasse de plage	39

FIGURE 30. 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 éparse. À droite de la figure, la LG se situe au front du lichen (orangé).	40
FIGURE 31. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes à falaise.....	41
FIGURE 32. 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.....	41
FIGURE 33. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes artificialisées.....	42
FIGURE 34. 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	43
FIGURE 35. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes d'accumulation granulaire abritées	45
FIGURE 36. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes d'accumulation granulaire et dunaires abritées aux Îles-de-la-Madeleine.....	46
FIGURE 37. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes à marais maritime avec escarpement ou infrastructure	47
FIGURE 38. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes à marais maritime sans escarpement ou infrastructure (pente continue).....	48
FIGURE 39. Organigramme d'aide à la décision pour définir la limite géomorphologique selon les types de côtes et les critères éco-géomorphologiques définis.....	51
FIGURE 40. 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. 54

FIGURE 41. 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, Grande-Entrée, Îles-de-la-Madeleine). En-haut de la photo, les sédiments sableux qui apparaissent à travers l'ammophile à ligule courte permettent de bien délimiter les deux écosystèmes. 55

FIGURE 42. Exemple de positionnement des transects sur une côte à marais maritime selon une méthode systématique afin de déterminer le critère de la fin du milieu humide 56

FIGURE 43. 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..... 58

FIGURE 44. Localisation de la limite géomorphologique sur les côtes à falaise artificialisées 59

FIGURE 45. Îlots de végétation côtière devant les dunes aux Îles-des-la-Madeleine 61

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.

Berge : corps sédimentaire sableux situé sur la haute-plage créé lors de période d'accumulation. Plusieurs berges 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 éparsse, parfois dense.

Ligne de rivage : limite géomorphologique qui correspond soit à la limite de la végétation herbacée éparsse, 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 éparsse : 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 éco-géomorphologique adaptée à la dynamique côtière et applicable sur l'ensemble des côtes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent du Québec, dont les Îles-de-la-Madeleine. 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 de l'archipel des Îles-de-la-Madeleine. Les cas géomorphologiques types englobant l'ensemble des types de côtes de l'archipel 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 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. Finalement, un atlas de photographies des côtes prises principalement sur le territoire des Îles-de-la-Madeleine 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 CAS GÉOMORPHOLOGIQUES TYPES

Dans le cadre de l'application de la PPRLPI, les cas géomorphologiques types attribuables aux côtes de l'archipel des Îles-de-la-Madeleine 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 meubles¹ 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.

2.1 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.

2.1.1 L'estran

Les terrasses de plage, les flèches littorales, les tombolos (les côtes d'accumulation granulaire) et les côtes dunaires ou dunifiées 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 1). Le haut estran est approximativement compris entre le niveau moyen des eaux et le niveau supérieur des hautes eaux (figures 4 et 5). C'est surtout sur le haut estran qu'on observe le jet de rive des vagues.

¹ 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 1. 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 (tombolo). Le trait pointillé jaune situe la flexure.

2.1.2 La haute-plage

La haute-plage est une frange bordant le haut estran (figure 2) où les tempêtes créent des bourrelets de débordement (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 éparses et les laisses de tempête sont des indicateurs permettant de localiser la haute-plage (figure 2), qui n'est pas toujours présente sur le profil de côte (figure 3). Elle peut se faire éroder lors des événements de tempête ou tout simplement être absente dans les milieux côtiers déficitaires en sédiments (figures 4 et 5).



Figure 2. Délimitation de la haute-plage (entre les traits pointillés) sur une côte d'accumulation granulaire (tombolo). Le trait de gauche constitue la ligne de rivage. L'arrière-plage débute au front de la végétation dense (trait de droite).



Figure 3. Côte d'accumulation granulaire (terrasse de plage) où il n'y a pas de haute-plage. Le haut estran est directement suivi par l'arrière-plage. Ces deux portions sont séparées par un front de végétation dense.

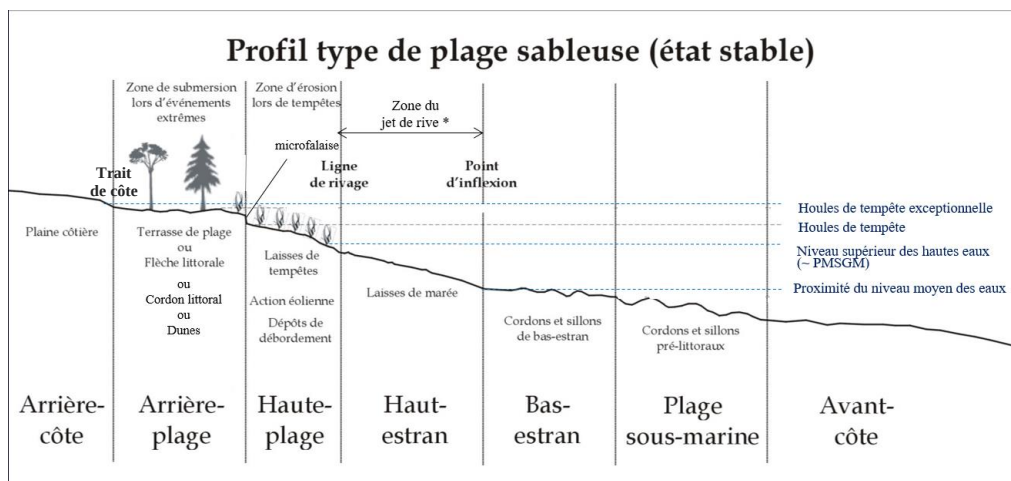


Figure 4. Profil type de plage sableuse à l'état stable (modifiée de Fraser et Bernatchez, 2006)

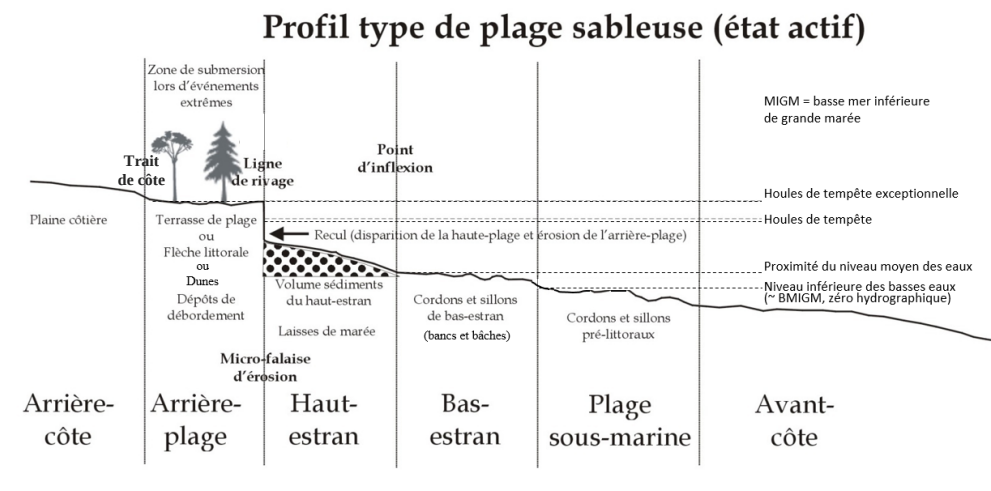


Figure 5. Profil type de plage sableuse à l'état actif (modifiée de Fraser et Bernatchez, 2006)

Le haut estran et la haute-plage peuvent aussi être présents sur le profil de côte à falaise. Lorsqu'il n'y a pas de terrasse de plage devant la falaise, les houles de tempêtes normales et exceptionnelles vont atteindre différents niveaux sur la face de la falaise (figure 6) plutôt que de s'étendre sur une arrière-plage comme dans le cas des côtes basses d'accumulation.

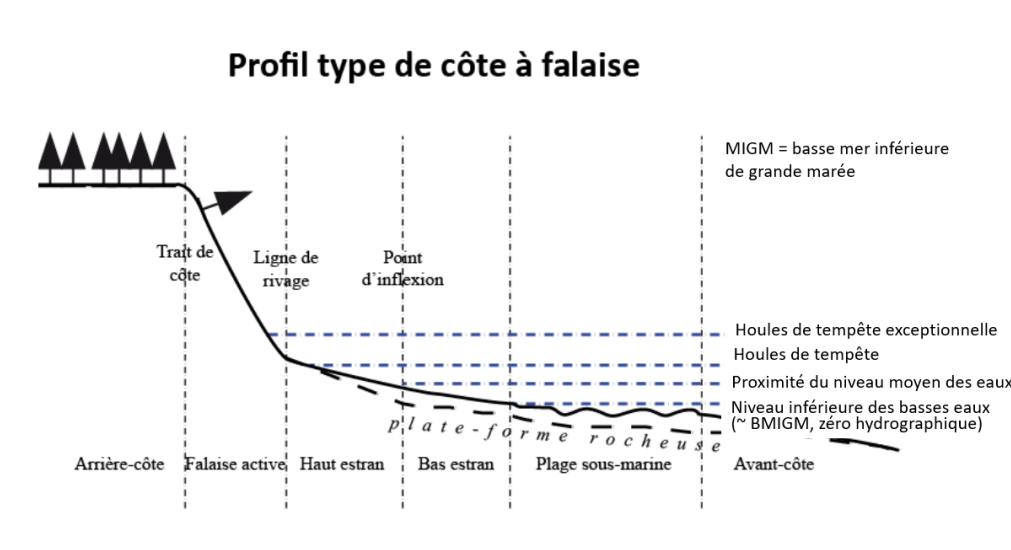


Figure 6. Profil type d'une côte à falaise (modifiée de Fraser et Bernatchez, 2006)

2.1.3 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 2 à 5). 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.

2.1.4 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 (figures 7 et 8). La slikke, une vasière sans végétation, se trouve entre le niveau des basses marées et le niveau marin moyen, où débute le schorre inférieur. 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 du schorre supérieur, délimitant le schorre inférieur du schorre supérieur.

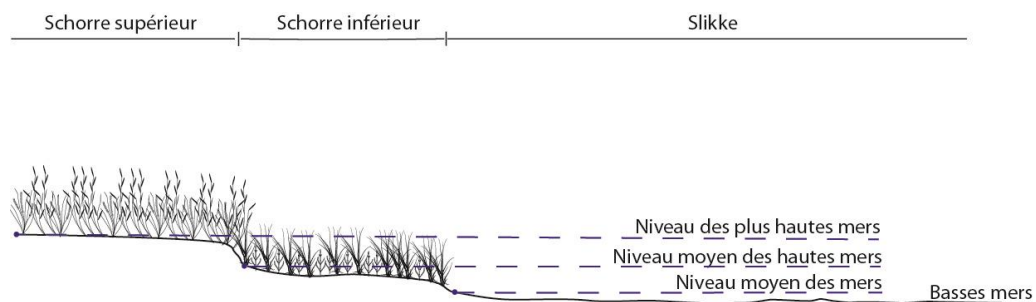


Figure 7. Segmentation des côtes à marais maritime



Figure 8. Délimitation entre le schorre inférieur (à gauche, avec présence de laisses de marée) et un schorre supérieur (à droite) aux Îles-de-la-Madeleine

2.2 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 la localisation d'une limite géomorphologique. La démarche pour déterminer cette limite est fonction de six grands types de côtes pouvant être identifiés sur l'archipel des Îles-de-la-Madeleine :

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.

2.2.1 Côte d'accumulation granulaire

2.2.1.1 La terrasse de plage

Une terrasse de plage est attribuable à une accumulation de sable ou de gravier ou de galets présentant un replat généralement végétalisé et rarement submergé (arrière-plage) derrière la haute-plage ou le haut estran (figure 9). Un profil transversal typique d'une terrasse de plage est présenté à la figure 10. Un marais maritime se trouve parfois devant la terrasse. Une falaise peut aussi border la terrasse côté terre (côte mixte).



Figure 9. Vue aérienne d'une terrasse de plage (L'Étang-du-Nord, Îles-de-la-Madeleine)

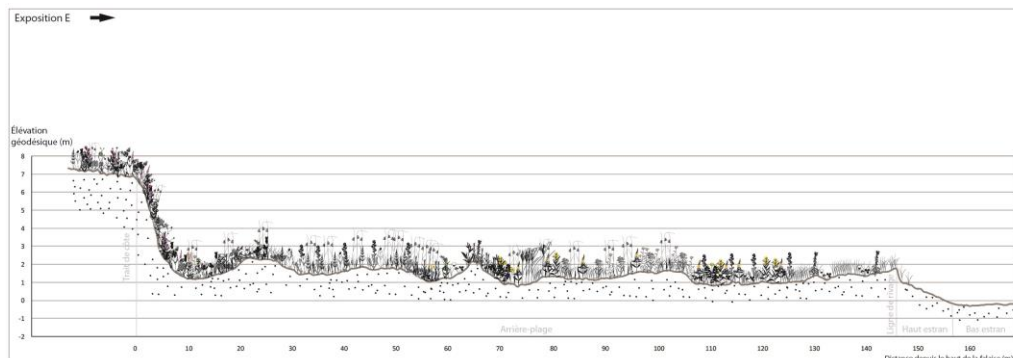


Figure 10. Profil transversal d'une côte à terrasse de plage (Grande-Entrée, Îles-de-la-Madeleine)

2.2.1.2 La flèche littorale

La flèche littorale présente une accumulation de sable ou de gravier qui s'attache à la côte par une extrémité et qui s'étire généralement parallèlement à la côte (figure 11). 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 12). La flèche littorale est souvent bordée d'un marais maritime ou d'une lagune du côté de sa face abritée (côte mixte). 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 ou de certaines portions de 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. Aux Îles-de-la-Madeleine, les flèches littorales ou certaines portions des flèches sont souvent dunifiées.



Figure 11. Vue aérienne d'une côte à flèche littorale (Sandy Hook, Îles-de-la-Madeleine)

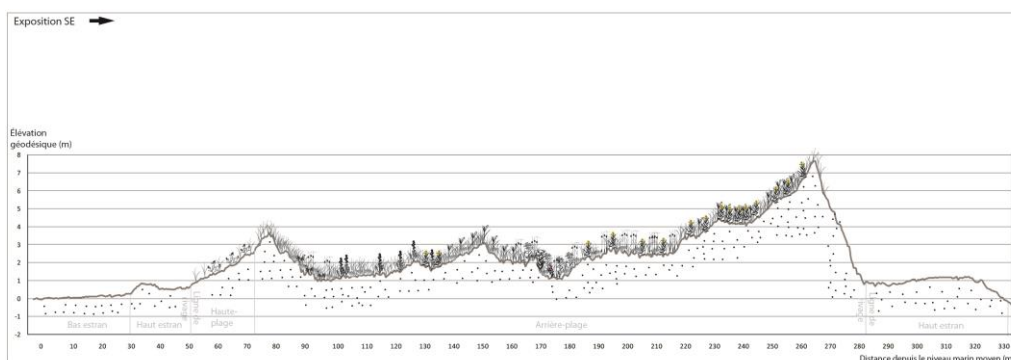


Figure 12. Côte à flèche littorale dunifiée (Sandy Hook, Îles-de-la-Madeleine) ; la face exposée se trouve à droite et la face abritée se trouve à gauche.

2.2.1.3 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 13). Aux Îles-de-la-Madeleine, les tombolos sont souvent dunifiés.



Figure 13. Vue aérienne d'un tombolo double abritant une lagune côtière aux Îles-de-la-Madeleine

2.2.2 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 14) 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 15). 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.

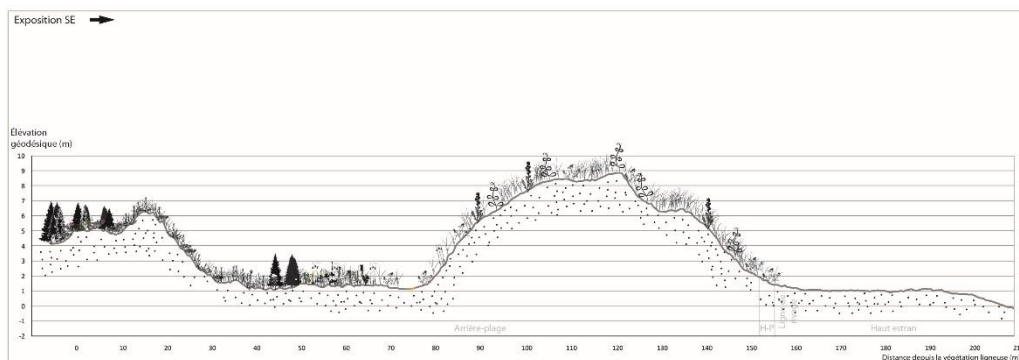


Figure 14. Côte dunifiée (Dune-du-Sud, Îles-de-la-Madeleine)



Figure 15. Tombolo dunifié aux Îles-de-la-Madeleine

2.2.3 Côte à marais maritime

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 (figure 16). 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. Aux Îles-de-la-Madeleine, les marais maritimes sont abrités, situés derrière une flèche littorale ou un tombolo, souvent en bordure des lagunes (figure 17).

La géomorphologie littorale des Îles-de-la-Madeleine est caractérisée par des tombolos doubles reliant des îlots rocheux. Ces tombolos abritent des lagunes côtières. Celles-ci peuvent être définies comme des milieux humides d'eau saumâtre séparés de la mer par un cordon littoral à travers duquel les échanges avec la mer sont possibles soit par percolation, soit par l'intermédiaire d'une brèche (Pinot, 1998). Ces lagunes sont incluses dans les marais maritimes abrités dans l'application de la méthode éco-géomorphologique.

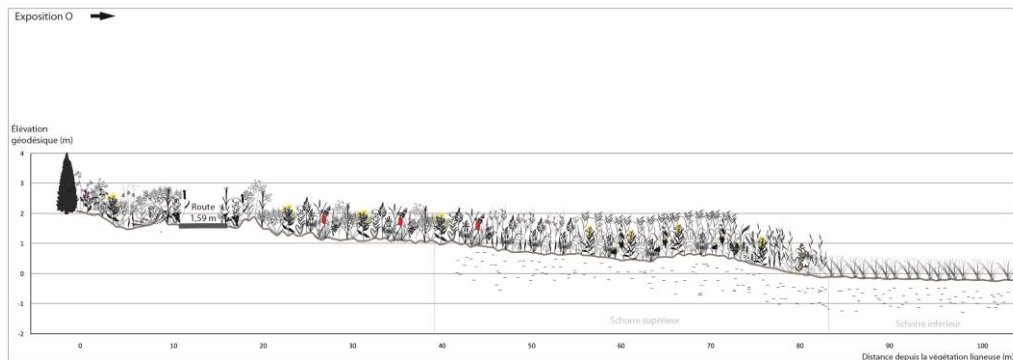


Figure 16. Côte à marais maritime abrité (Havre-Aubert, Îles-de-la-Madeleine)



Figure 17. Vue aérienne d'un marais maritime abrité derrière un tombolo (Grosse-Île, Îles-de-la-Madeleine)

2.2.4 Côte rocheuse sans falaise

Les côtes rocheuses sans falaise présentent un profil arrondi à pente douce, sans face abrupte. Le roc composant la côte peut être de nature sédimentaire sur les littoraux de l'archipel. L'état de la côte peut être stable à moyen terme. Un estran composé de sédiments meubles peut précéder la côte rocheuse sans falaise. Aux Îles-de-la-Madeleine, ce type de côte est plutôt rare puisque la roche peu résistante est taillée en falaise par l'action des vagues. Elles sont localisées en bordure de lagunes.

2.2.5 Côte à falaise

Les côtes à falaise (figures 18 et 19) 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 (ou talus) de pente forte se situant entre environ 15° 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 (avec un arrière-plage) ou d'un marais (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 la mer, 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.

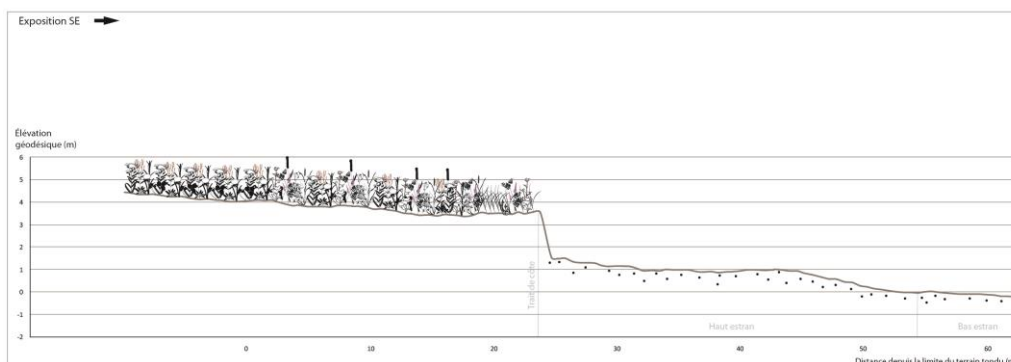


Figure 18. Côte à falaise meuble (Gros-Cap, Îles-de-la-Madeleine)



Figure 19. Vue aérienne d'une côte à falaise rocheuse (L'Étang-du-Nord, Îles-de-la-Madeleine)

2.2.6 Côte artificialisée

Le type de côte artificialisée englobe tous les cas de côtes présentant un ouvrage de protection (figures 20 et 21). 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 (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, l'infrastructure se trouve au pied de l'escarpement. Une infrastructure se trouvant 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.

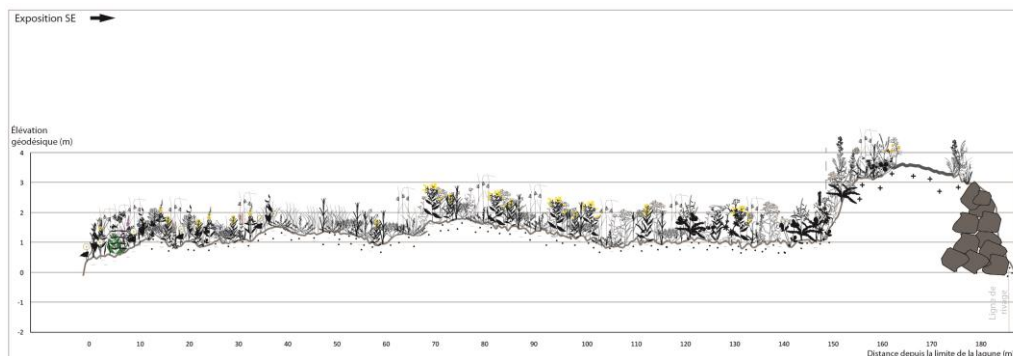


Figure 20. Côte artificialisée par un enrochement (La Martinique, Îles-de-la-Madeleine)



Figure 21. Côte à tombolo artificialisée par un enrochement (La Martinique, Îles-de-la-Madeleine)

3 LOCALISATION DE LA LIMITE GÉOMORPHOLOGIQUE SELON LES CAS GÉOMORPHOLOGIQUES

3.1 Typologie des critères éco-géomorphologiques

Des critères éco-géomorphologiques peuvent être identifiés sur les divers types de côtes se trouvant dans l'archipel des Îles-de-la-Madeleine. 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.

3.1.1 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 débouler ou couler devant la paroi et former un talus pouvant atteindre une pente d'équilibre autour de 25°-30° (figure 22). 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.

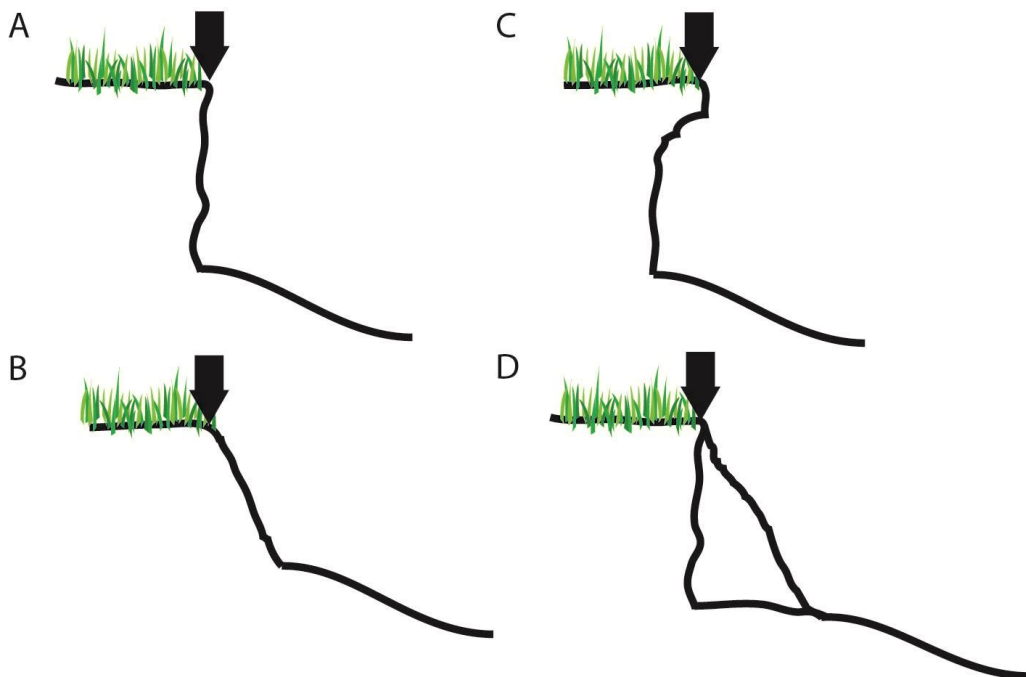


Figure 22. Sommet d'un escarpement utilisé comme critère géomorphologique ; (A) escarpement vertical ; (B) près de la verticale ; (C) en surplomb ; (D) avec un talus.

3.1.2 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 23). 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 23).

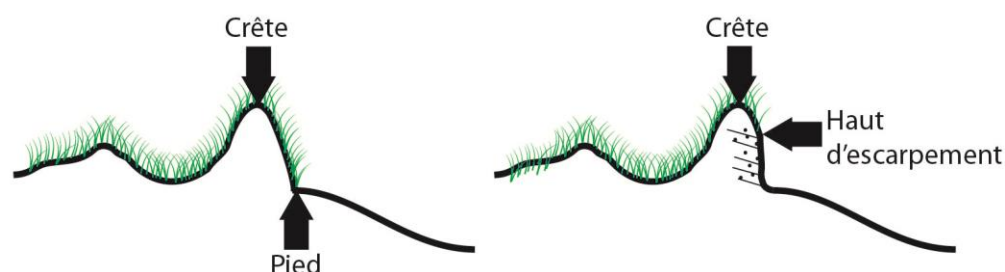


Figure 23. Localisation du pied et de la crête d'une dune

3.1.3 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). 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 m² peut servir de référence au besoin pour évaluer la densité.

Aux Îles-de-la-Madeleine, la couverture du substrat est souvent inférieure à 75% sur les portions de côtes dunaires colonisées exclusivement par *Ammophila breviligulata* (ammophile à ligule courte), bien que le milieu soit stable. Un recouvrement de végétation de 40% est utilisée comme seuil de végétation dense dans ces cas spécifiques où la haute-plage et/ou le front de l'arrière-plage n'est colonisé que par cette espèce.

3.1.4 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 24). 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 24. Critères pour déterminer l'inclusion ou l'exclusion d'une terrasse de plage dans les cas de côtes mixtes (côte dunaire à terrasse de plage)

3.1.5 Fin du marais maritime

Les marais maritimes aux Îles-de-la-Madeleine sont des marais maritimes abrités derrière des flèches littorales ou des tombolos. La limite supérieure de ces écosystèmes est souvent moins évidente au niveau géomorphologique, la pente étant faible et la végétation, abondante. Le critère éco-géomorphologique utilisé pour positionner la limite géomorphologique est la fin du marais maritime, soit la limite supérieure du schorre supérieur.

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. 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 marais maritime. Le niveau des plus 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.

3.1.6 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 2.2.8. Ces infrastructures constituent différents ouvrages de protection érigés parallèlement à la côte : enrochement, muret, mur, caisson, gabion, 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).

3.2 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 dans le Québec maritime 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.

3.2.1 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 25). 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 25).

Les profils de côtes d'accumulation granulaire dont le front est végétalisé (stable ou en accumulation) et n'ayant pas de haute-plage (figure 25) 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.

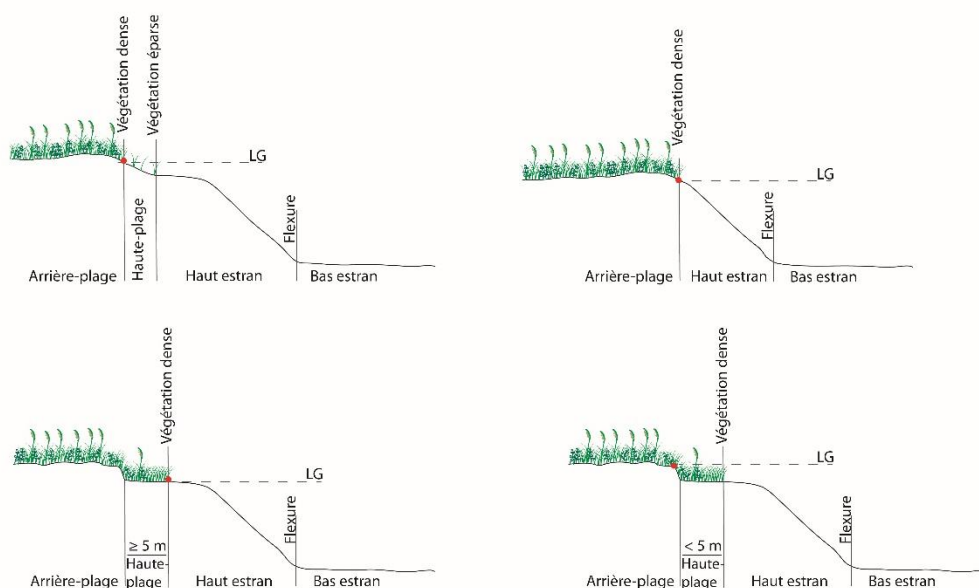


Figure 25. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes d'accumulation granulaire végétalisées

Les côtes d'accumulation granulaire dont l'état est actif (figure 26) 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 épaisse directement au-dessus de l'escarpement puis un front de végétation dense derrière. La limite géomorphologique se situe au-delà de la végétation épaisse, 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.

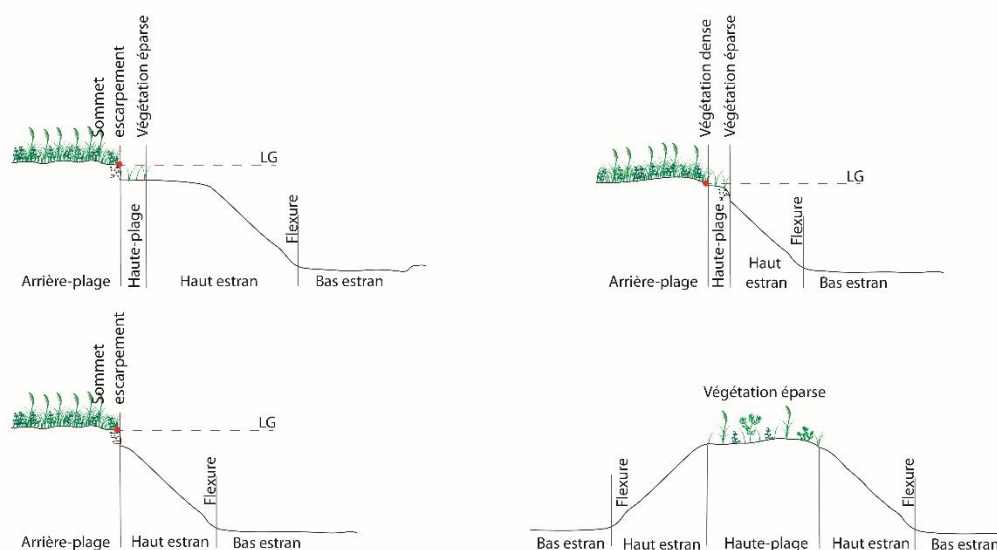


Figure 26. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes d'accumulation granulaire actives

3.2.2 Côtes exposées : les côtes dunaires ou dunifiées

La figure 27 expose les deux cas typiques de côtes dunaires végétalisées. La dune frontale est qualifiée de végétalisée si de la végétation dense est présente en continu de la crête au pied de la dune. Il est à noter qu'en présence exclusive de *Ammophila breviligulata* (ammophile à ligule courte) au front de l'arrière-plage, la végétation est considérée dense si son recouvrement atteint 40% et plus. 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 dunaires actives sont illustrés à la figure 28. 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, elle 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.

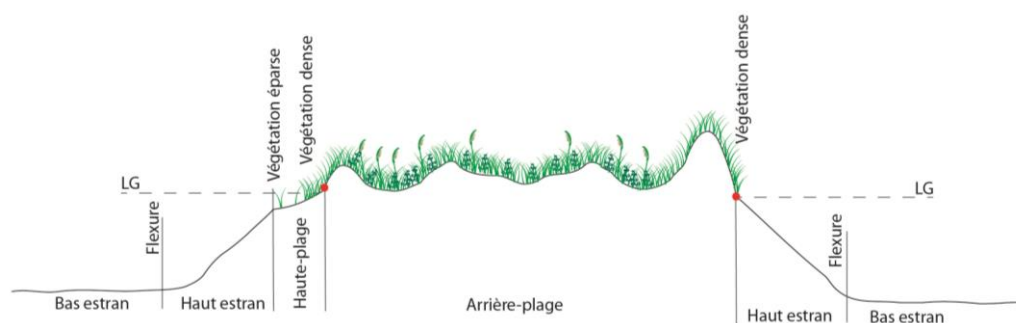


Figure 27. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes dunaires ou dunifiées végétalisées

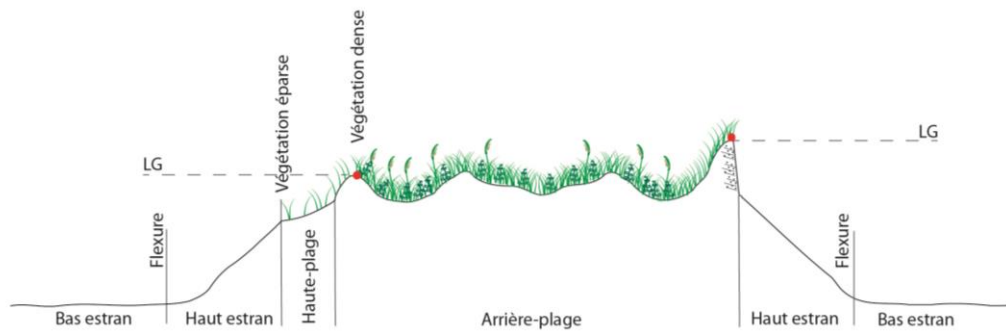


Figure 28. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes dunaires ou dunifiées actives

Les côtes dunaires sont parfois précédées d'une terrasse de plage (figure 29). 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.

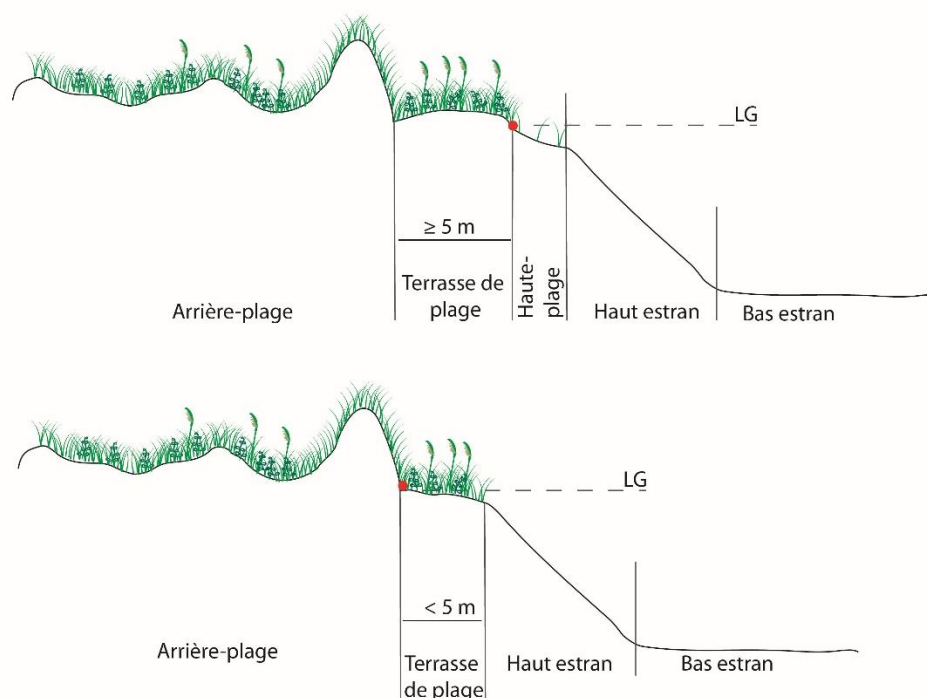


Figure 29. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes dunaires ou dunifiées à terrasse de plage

3.2.3 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 30). 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 30. 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 éparse. À droite de la figure, la LG se situe au front du lichen (orangé).

3.2.4 Côtes exposées : les côtes à falaise

Que la falaise soit active ou végétalisée, la limite géomorphologique se situera au sommet de l'escarpement (figure 31). 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 32). 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.

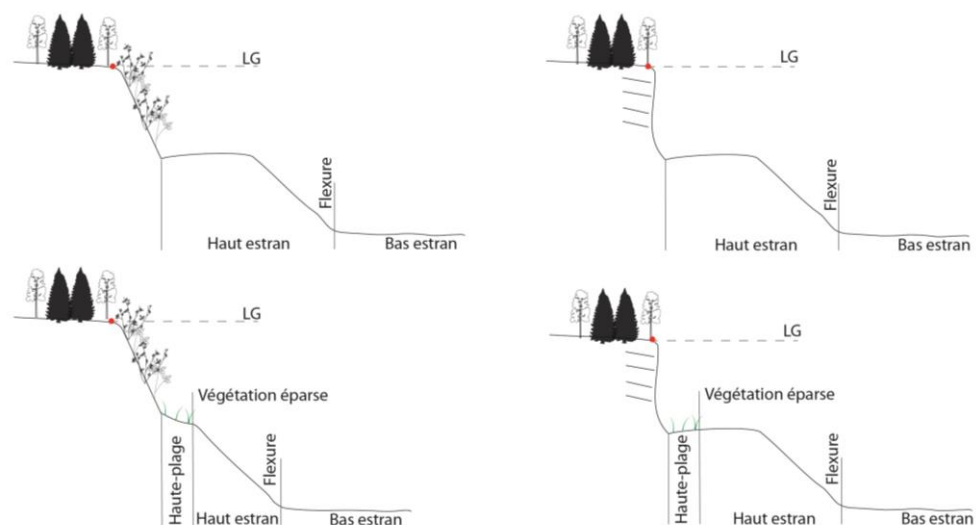


Figure 31. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes à falaise

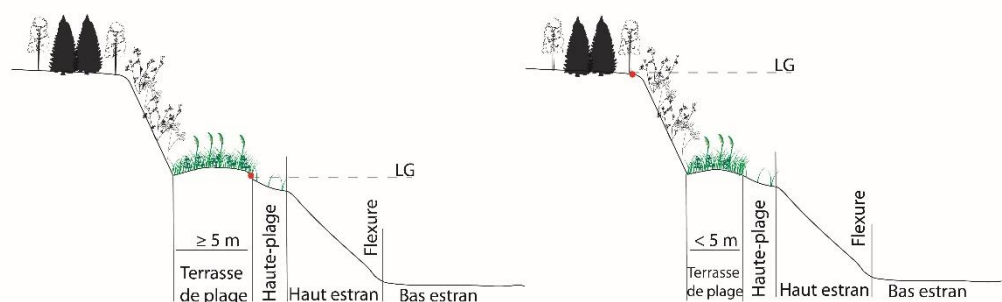


Figure 32. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes à falaise à terrasse de plage

3.2.5 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 33). 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). Le seul cas où un critère différent pourra être utilisé est lorsque l'infrastructure est précédée d'une terrasse de plage (figure 34). 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.

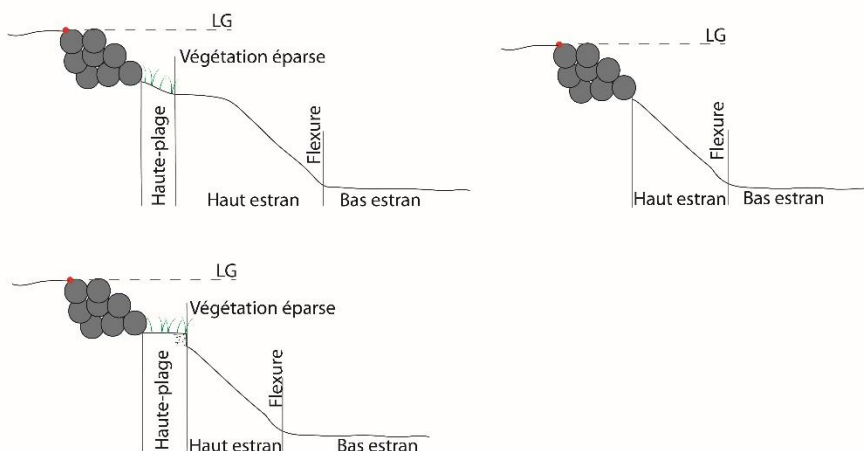


Figure 33. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes artificialisées

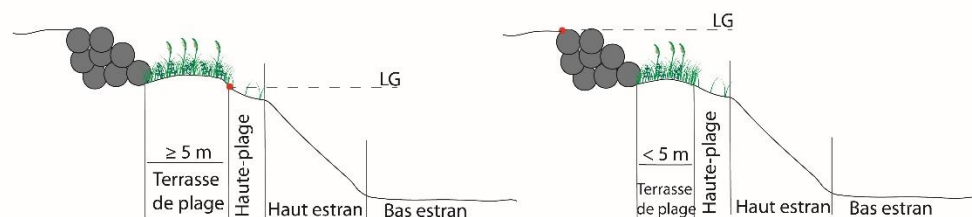


Figure 34. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes artificialisées à terrasse de plage

3.2.6 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/lagunes côtières 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 35).

Le profil sera considéré végétalisé si de la végétation dense et continue s'étend du marais maritime à la côte d'accumulation granulaire. La frontière entre le marais et la côte d'accumulation granulaire est alors recherchée. Davantage régis par les niveaux d'eaux, les étages de végétation répondent à un léger changement d'altitude. Ces zones végétalisées présentent 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.

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 marais maritime, 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). Aux Îles-de-la-Madeleine, la limite inférieure de la végétation côtière concorde généralement avec la limite inférieure de *Ammophila breviligulata* et de *Morella pensylvanica* (myrique de Pennsylvanie). Aussi, l'affleurement du substrat sableux, qui permet de déterminer le

changement de système, est un indicateur privilégié étant donné la colonisation des côtes granulaires par *Ammophila breviligulata*. Cette espèce ne couvre pas de façon très dense le substrat sableux qui devient visible. Les profils types recensés spécifiquement aux Îles-de-la-Madeleine sont présentés à la figure 36.

Le profil sera actif si la végétation n'est pas dense et continue entre le marais maritime et la côte granulaire (figure 35). Le haut estran de la face intérieure de la flèche ou du tombolo, souvent sableux, sera alors partiellement (présence de végétation éparsée) ou totalement dénudé. La même méthode que pour les côtes d'accumulation granulaire exposées sera alors utilisée (voir section 3.2.1). 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 4.2.

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 3.2.1 ; figures 25 et 26).

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

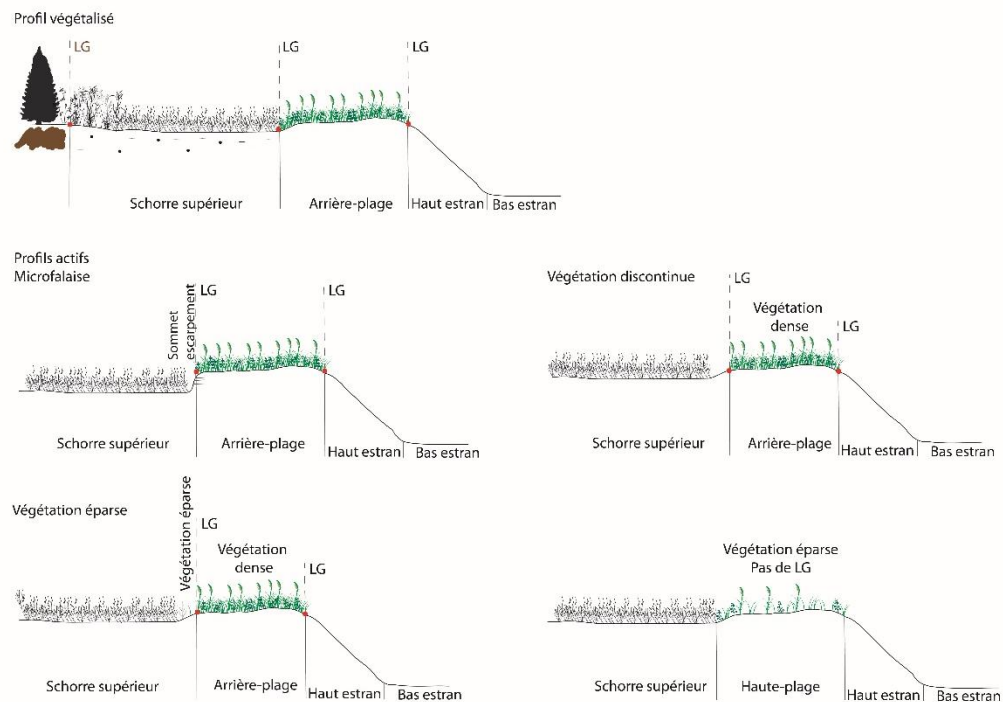


Figure 35. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes d'accumulation granulaire abritées

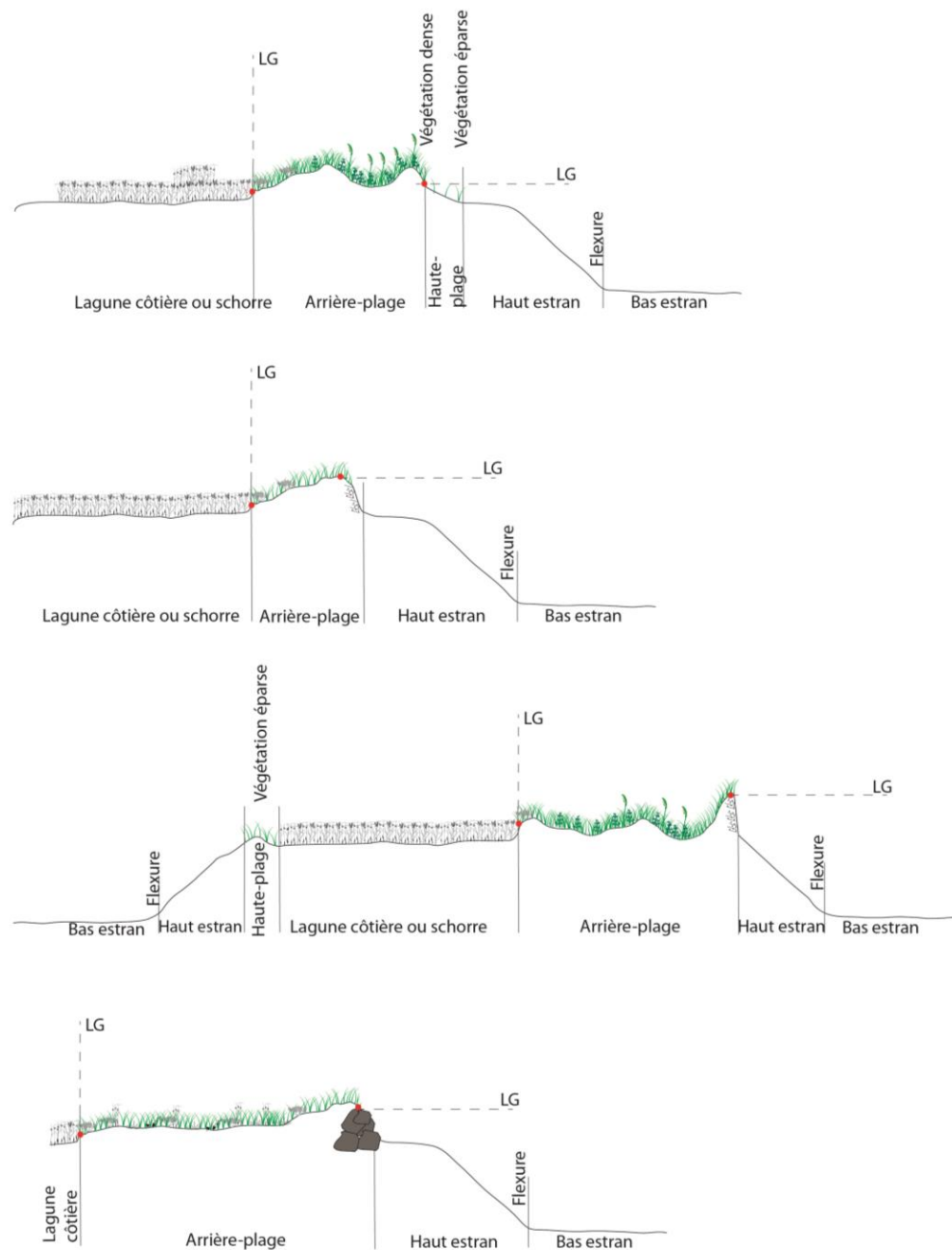


Figure 36. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes d'accumulation granulaire et dunaires abritées aux Îles-de-la-Madeleine

3.2.7 Côtes abritées : les marais maritimes abrités

Lorsqu'un marais maritime est localisé derrière une flèche littorale ou un tombolo, deux limites peuvent devoir être identifiées : une au fond du marais, le cas échéant, 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.

Le critère pour déterminer la limite géomorphologique au fond d'un marais maritime abrité est la fin du milieu humide, soit la limite supérieure du schorre supérieur. Trois grands scénarios sont observés : 1) un escarpement borde le schorre supérieur ; 2) une infrastructure a été implantée près de la limite supérieure du schorre, constituant une limite anthropique de l'écosystème ; et 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'un ouvrage de protection (route, remblai). Dans ces cas, la limite géomorphologique est située au sommet de l'escarpement ou de l'infrastructure (figure 37). Si le passage entre le littoral et la rive se fait sans démarcation géomorphologique apparente, la fin du milieu humide devra être déterminée à partir du substrat.

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 ou dunaires exposées s'applique directement (sections 3.2.1 et 3.2.2).

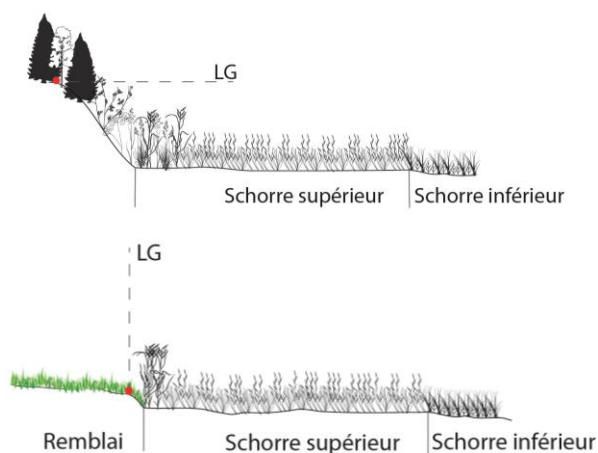


Figure 37. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes à marais maritime avec escarpement ou infrastructure

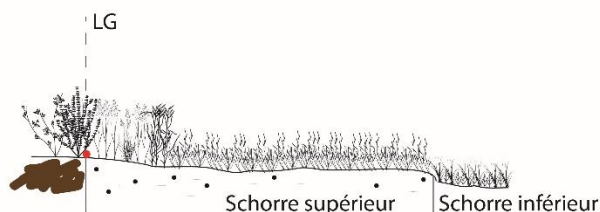
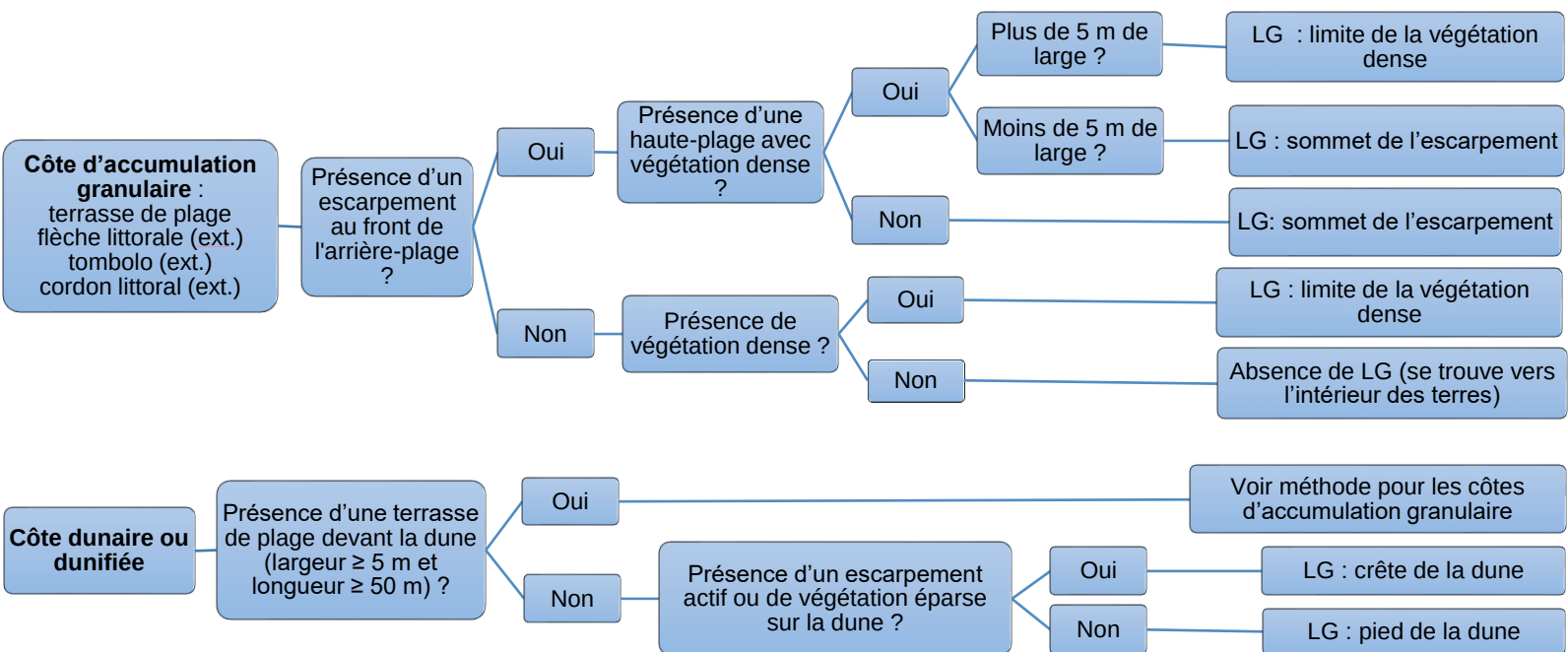
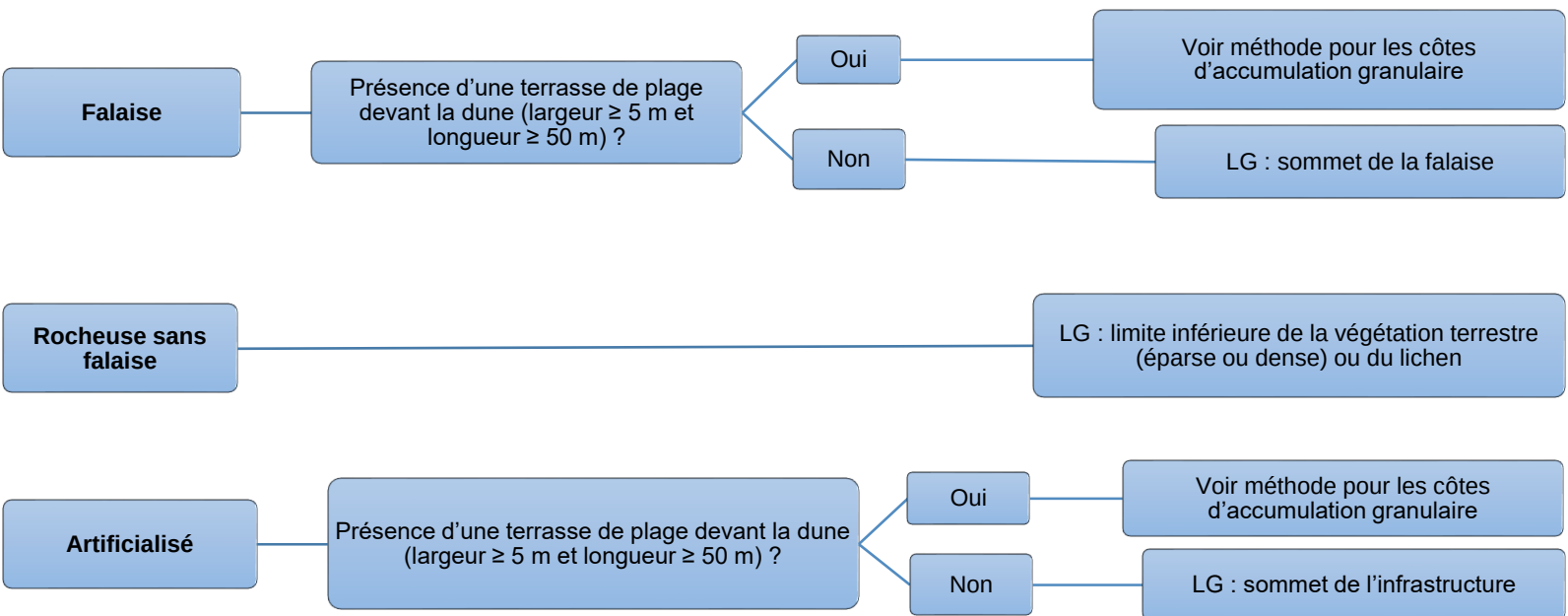


Figure 38. Localisation du critère éco-géomorphologique (point rouge) servant à déterminer la limite géomorphologique (LG sur la figure) pour les côtes à marais maritimes sans escarpement ou infrastructure (pente continue)

3.2.8 Clé de détermination de la limite géomorphologique

Une clé dichotomique d'aide à la décision a été élaborée afin de mener l'intervenant à déterminer, étape par étape, une limite géomorphologique en milieu côtier pour le domaine maritime (figure 39). 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.





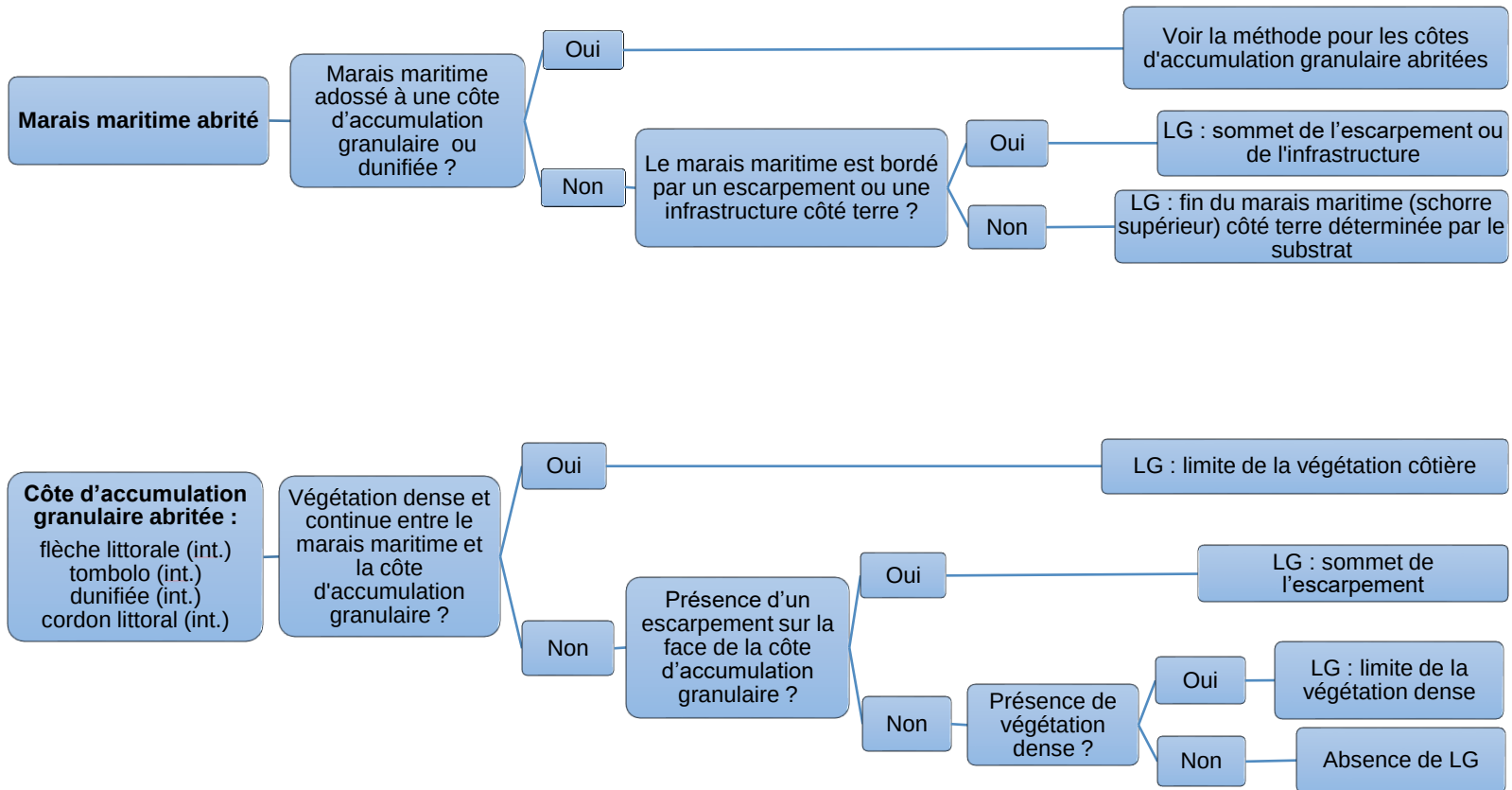


Figure 39. Organigramme d'aide à la décision pour définir la limite géomorphologique selon les types de côtes et les critères éco-géomorphologiques définis

4 DÉTERMINATION DE LA LIMITE GÉOMORPHOLOGIQUE SUR LE TERRAIN

Un travail de photo-interprétation (ArcGIS, Google Earth ou autre logiciel de système d'information géographique) 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. Un aide-mémoire est présenté à l'annexe A.

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 ;

4.1 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 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 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.

4.1.1 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 une microfalaise d'érosion ; de la végétation éparse 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 éparse, 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 40).

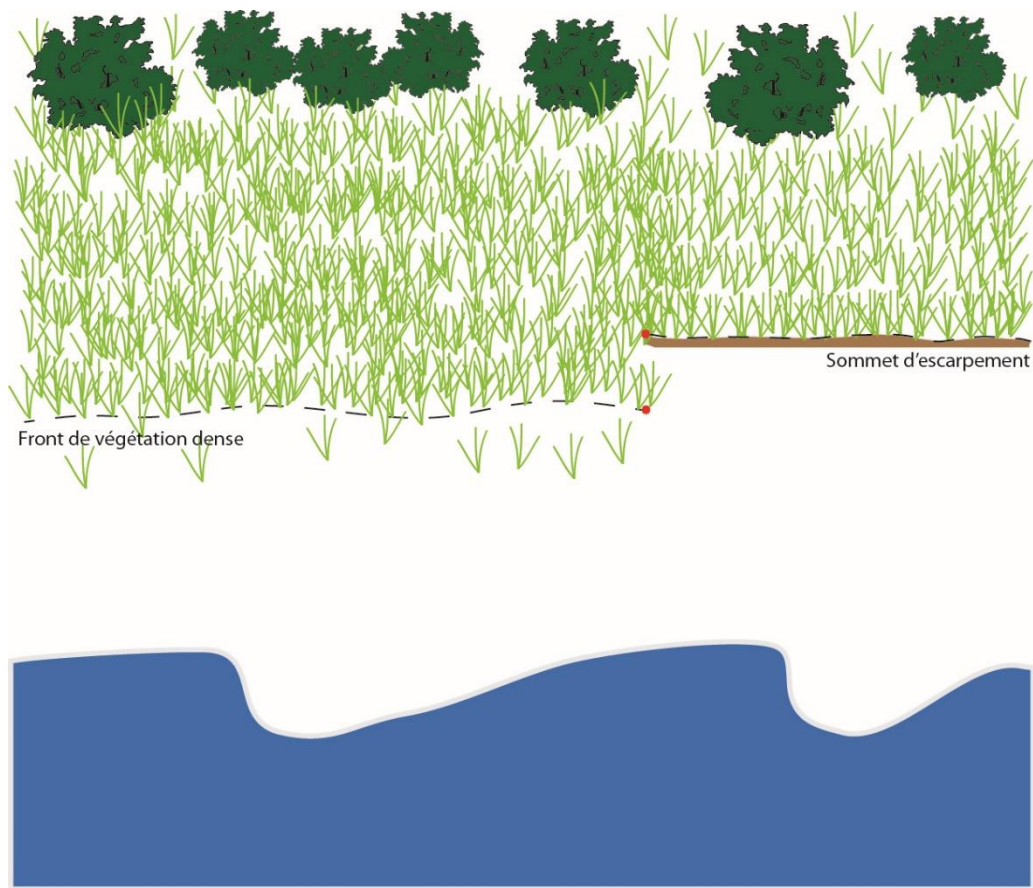


Figure 40. Deux critères éco-géomorphologiques substitués le long d'un segment. L'extrémité de la limite rapportant au front de végétation dense est vis-à-vis le début de la limite déterminée au sommet de l'escarpement (les deux points rouges). Le trait pointillé correspond à la limite géomorphologique.

4.1.2 Détermination de la limite géomorphologique sur les côtes abritées (végétation continue)

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. 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 ou à un tombolo dunifié) et que la végétation relative aux deux environnements est contigüe. Cette limite peut être déterminée visuellement sur bien des côtes puisque le changement de végétation entre un marais et une côte d'accumulation granulaire est souvent net (figure 41). 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) que la végétation de marais maritimes (sédiments vaseux, cohésifs).



Figure 41. 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, Grande-Entrée, Îles-de-la-Madeleine). En-haut de la photo, les sédiments sableux qui apparaissent à travers l'ammophile à ligule courte 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 du secteur et un au centre de celui-ci. 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 pertinents, 50 m pourront séparer chacun des transects ($500 \text{ m} / 10 \text{ transects} = 50 \text{ m}$ entre les 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 42).



Figure 42. Exemple de positionnement des transects sur une côte à marais maritime selon une méthode systématique afin de déterminer le critère de 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.

4.2 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.

4.2.1 Embouchure de rivière

La rencontre entre les 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. Le patron observé réfère aux les embouchures de rivières où le chenal principal s'élargit et se jette directement dans la mer.

Lorsque le chenal 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 43). 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 43). 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.

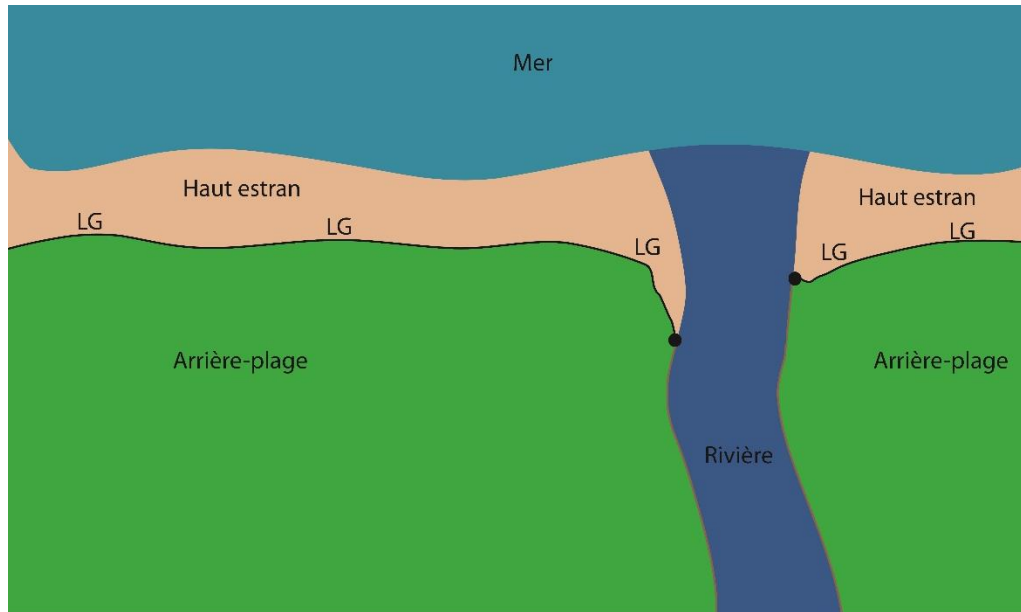


Figure 43. Application de la méthode éco-géomorphologique à l'embouchure des rivières. Le trait noir marque la limite géomorphologique (LG) parallèle à la côte alors que les points noirs marquent la fin de l'application de la méthode pour le domaine maritime.

4.2.2 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 44A). 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 44B). 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).

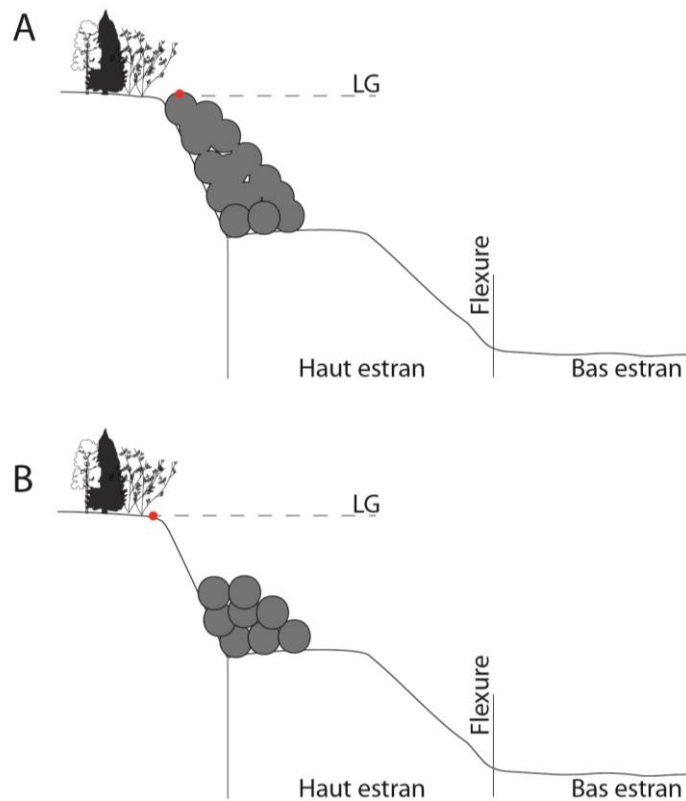


Figure 44. Localisation de la limite géomorphologique sur les côtes à falaise artificialisées

4.2.3 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 3.1) 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.

4.2.4 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 tracées de part et d'autre du chemin à l'endroit où les limites 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 ou des chemins dénudés ayant un maximum de 2 m de largeur.

Aux îles-de-la-Madeleine, le piétinement et le passage de véhicules tout-terrain (VTT) sur les plages engendrent des brèches dans la végétation côtière, formant

des îlots de végétation (figure 45). 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 LG 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 45. Îlots de végétation côtière devant les dunes aux Îles-des-la-Madeleine

4.2.5 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 l'archipel (ex. mosaïques de 2015) 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.

5 CONCLUSION

La méthode éco-géomorphologique permet de déterminer une limite géomorphologique sur les côtes des Îles-de-la-Madeleine dans le 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 sur l'archipel 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 B jointe à ce guide constitue un recueil de photographies de littoraux prises principalement aux Îles-de-la-Madeleine. Ces photographies sont classées par type de côte. 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.

6 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 Engeneering*, 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.
- 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 sur le littoral maritime nécessitant l'application de la méthode éco-géomorphologique
- ☐ 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 artificialisée : infrastructure érigée légalement ?
- ☐ Démarche qui sera utilisée :
 - ☐ côtes exposées ☐ côtes abritées
- ☐ Cas particuliers (valider la méthode en se référant au guide) :
 - ☐ Embouchure de rivière
 - ☐ 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 : 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



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 ≥ 5 m et longueur ≥ 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? -> 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.



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

Côtes d'accumulation granulaire

Profils actifs avec haute-plage



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.



Tombolo -> 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 sans haute-plage

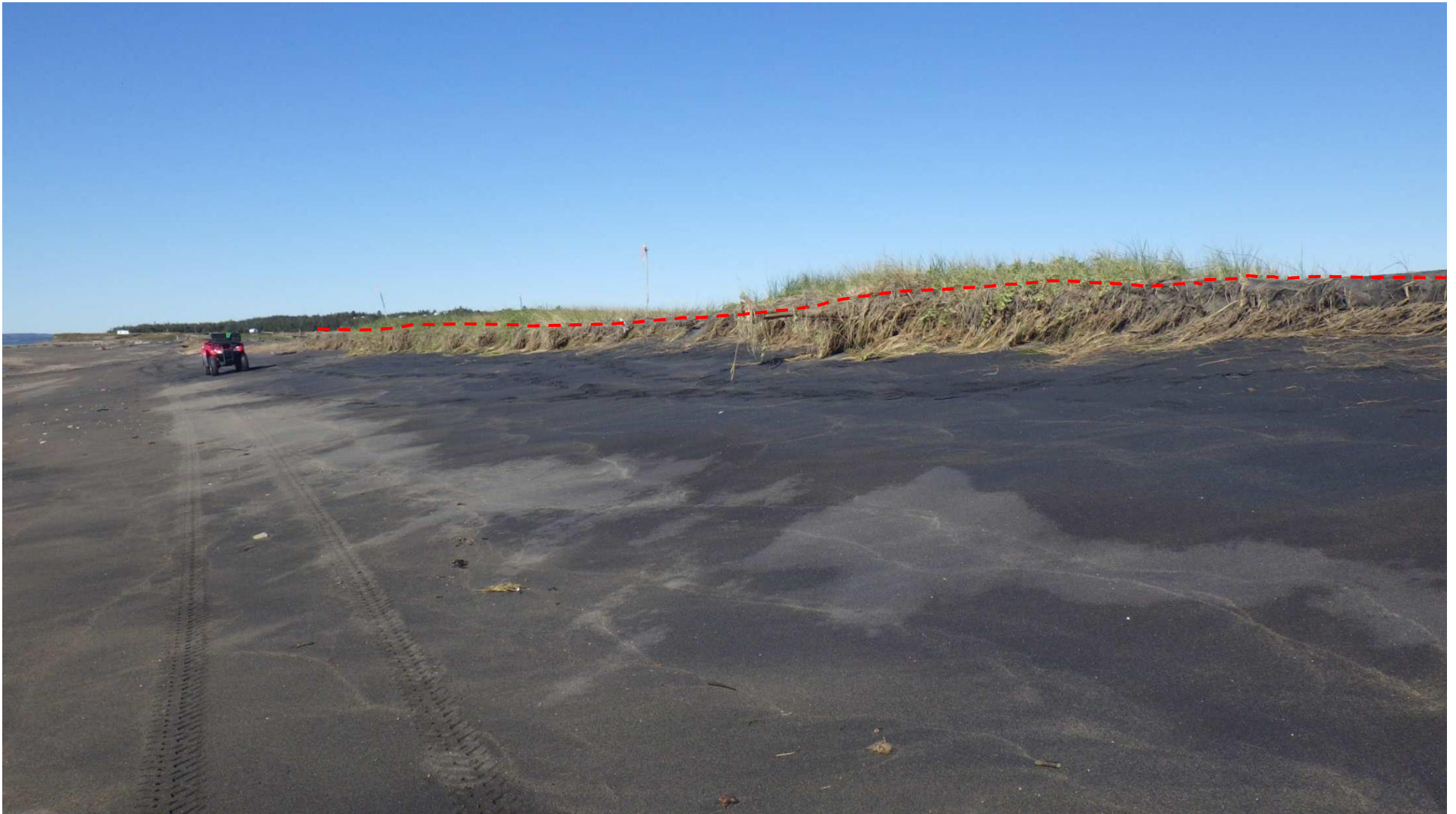


Terrasse de plage -> Présence d'un escarpement ? -> Oui -> Présence d'une haute-plage avec végétation dense ? -> Non -> LG : sommet de l'escarpement

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

Côtes d'accumulation granulaire

Profils absence de LG



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.

Côtes à falaise



Falaise -> Présence d'une terrasse de plage devant la falaise (largeur ≥ 5 m et longueur ≥ 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 -> Présence d'une terrasse de plage devant la falaise (largeur ≥ 5 m et longueur ≥ 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 ≥ 5 m et longueur ≥ 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.

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 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 (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'élisme 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).

Côtes d'accumulation granulaire (Face abritée)

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



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 ≥ 5 m et longueur ≥ 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 ≥ 5 m et longueur ≥ 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.

Côtes dunaires ou dunifiées



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

Note : la végétation épars 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 ≥ 5 m et longueur ≥ 50 m) ?
-> Non -> Présence d'un escarpement actif ou de végétation dense éparses 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 ≥ 5 m et longueur ≥ 50 m) ?
-> Non -> Présence d'un escarpement actif ou de végétation dense éparses 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 ≥ 5 m et longueur ≥ 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 ≥ 5 m et longueur ≥ 50 m) ?
-> Non -> Présence d'un escarpement actif ou de végétation dense éparses 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 ≥ 5 m et longueur ≥ 50 m) ?
-> Non (gauche) -> Présence d'un escarpement actif ou de végétation dense éparses 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 ≥ 5 m et longueur ≥ 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 ≥ 5 m et longueur ≥ 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 ≥ 5 m et longueur ≥ 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 ≥ 5 m et longueur ≥ 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 ≥ 5 m et longueur ≥ 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 ≥ 5 m et longueur ≥ 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 ≥ 5 m et longueur ≥ 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 ≥ 5 m et longueur ≥ 50 m) ?
-> Oui -> Méthode pour les côtes d'accumulation granulaire

Cas particulier: les îlots de végétation de la terrasse de plage sont éparpillés 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.