Elaboration d'un plan technique de réhabilitation et de protection de l'espace littoral

Projet portant sur les communes de Borgo et de Biguglia (Corse)
dans le cadre du programme Adapto

Mémoire de dominante

Gestion des milieux naturels

Présenté par : Aurélie ESSARTIER

Année 2017/2018

FICHE SIGNALÉTIQUE D'UN TRAVAIL D'ÉLÈVE AgroParisTech

Formation des ingénieurs forestiers d'AgroParisTech-	**TRAVAUX D'ÉLÈVES**
TITRE : Elaboration d'un plan technique de réhabilitation et de protection de l'espace littoral – projet portant sur les communes de Borgo et de Biguglia (Corse) dans le cadre du programme national Life Adapto	**Mots cl®s : changement climatique, cordon dunaire, dunes littorales, ®rosion c¹ ti¯re, gestion souple, littoral, r®habilitation ®cologique, trait de c¹ te.**
AUTEUR(S) : Aur®lie ESSARTIER	**Promotion : 25**
Caract®ristiques : 182 pages ; 70 figures ; 11 tableaux ; 6 annexes ; bibliographie.	

CADRE DU TRAVAIL

ORGANISME PILOTE OU CONTRACTANT :

Conservatoire du littoral, d®l®gation Corse.

Nom du responsable : Michel MURACCIOLE
Fonction : D®l®gu® de rivages corses

B

Nom du correspondant AgroParisTech : Philippe DURAND

Option ☐ **D. d'approfondissement** ☐ **CEI** ☐	**Stage 2A** ☐ **Stage fin d'études** ☑ **Date de remise : 26/10/2018**	**Autre** ☐

SUITE ê DONNER (r®serv®¨ la Direction des ®tudes)

☑ **Consultable et diffusable**
☐ **Confidentiel de fa- on permanente**
☐ **Confidentiel jusqu'au / / , puis diffusable**

Illustration de couverture :

Figure : Mise en place de brise-vents de type ganivelles sur le site de Borgo protégé par le Conservatoire du littoral, en vue de réhabiliter le cordon dunaire et de canaliser les accès à la plage.

Source : photo Aurélie Essartier. 27/04/2018.

AgroParisTech – Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement, Centre de Nancy

AgroSup Dijon – Institut national supérieur des sciences agronomiques de l'alimentation et de l'environnement

Organisme d'accueil :

Conservatoire du littoral, Délégation Corse

Elaboration d'un plan technique de réhabilitation et de protection de l'espace littoral

Projet portant sur les communes de Borgo et de Biguglia (Corse) dans le cadre du programme Adapto

Mémoire de dominante

Gestion des milieux naturels

Aurélie ESSARTIER

Année 2017/2018

RESUME

A l'interface terre-mer, le littoral est un espace fortement convoité et soumis à des phénomènes côtiers, tels que l'érosion. Suite à l'installation des populations à proximité du rivage, cet aléa est devenu un enjeu majeur de gestion pour les politiques publiques. Ces dernières ont donc, dans un premier temps, tenté de pallier le problème en proposant d'entreprendre des aménagements en dur (épis, digues…) sur les littoraux afin de fixer le trait de côte et de protéger les populations.

N'apportant que des solutions à court terme difficilement soutenables dans le temps, des techniques souples de gestion du littoral, bien moins coûteuses, ont ensuite vu le jour durant la seconde moitié du XX^{e} siècle, dans le cadre de la gestion intégrée des zones côtières (GIZC). Le principe est d'améliorer le fonctionnement des écosystèmes littoraux, tels que les cordons dunaires, en procédant à leur restauration ou réhabilitation selon le cas, ainsi qu'à leur protection, au moyen du génie écologique.

C'est donc dans un objectif de gestion souple du littoral et d'adaptation au changement climatique, que le projet national Adapto est créé en 2015, par le Conservatoire du littoral. Plusieurs actions ont été définies sur le site pilote du « Delta du Golo » retenu pour la Corse, afin de gérer ce littoral sableux soumis à la fois à la pression humaine, ainsi qu'aux tempêtes engendrant l'érosion des côtes. Parmi elles, « réhabiliter et protéger l'espace littoral », constitue le sujet de ce mémoire. Ce projet se concentre principalement sur le cordon dunaire de deux communes du site pilote Adapto et intègre les dimensions techniques, économiques et sociales.

***

ABSTRACT

Between sea and land, the coastline is a crowded area, subjected to coastal phenomena, such as coastal erosion. After people have settled on coastline, this hazard became a major issue the public policies wanted to manage. Consequently, they carried out hard structures on coastline, like ears or dams, in order to fix it and to protect populations.

Providing only short-term solutions hardly sustainable, they have developed coastal management techniques less expensive, during the second half of the twentieth century, as part of the integrated coastal zone management (ICZM). The goal is to improve costal ecosystem functions as dunes. Rehabilitation involves stabilizing sand surfaces and protecting dunes, by using ecological engineering.

In order to have a flexible approach of coastal areas and to adapt to climate change, the "Conservatoire du Littoral" created in 2015 the "Adapto" national project. Employees have undertook several actions on the "Delta du Golo" Corsican pilot site, to manage the sandy coastline subjected to human pressure as well as erosion. Among them, "rehabilitate and protect the coastal area" is this internship's thesis. This project is mainly based on the dunes of two pilot site's communes and deals with technical, economical and social aspects.

AgroParisTech
INSTITUT DES SCIENCES ET INDUSTRIES DU VIVANT ET DE L'ENVIRONNEMENT
PARIS INSTITUTE OF TECHNOLOGY FOR LIFE, FOOD AND ENVIRONMENTAL SCIENCES

Engagement de non plagiat

❶ Principes

- Le plagiat se définit comme l'action d'un individu qui présente comme sien ce qu'il a pris a autrui.
- Le plagiat de tout ou parties de documents existants constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée
- Le plagiat concerne entre autres : des phrases, une partie d'un document, des données, des tableaux, des graphiques, des images et illustrations.
- Le plagiat se situe plus particulièrement à deux niveaux :
  - ➢ Ne pas citer la provenance du texte que l'on utilise, ce qui revient à le faire passer pour sien de manière passive.
  - ➢ Recopier quasi intégralement un texte ou une partie de texte, sans véritable contribution personnelle, même si la source est citée.

❷ Consignes

- Il est rappelé que la rédaction fait partie du travail de création d'un rapport ou d'un mémoire, en conséquence lorsque l'auteur s'appuie sur un document existant, il ne doit pas recopier les parties l'intéressant mais il doit les synthétiser, les rédiger à sa façon dans son propre texte.
- Vous devez systématiquement et correctement citer les sources des textes, parties de textes, images et autres informations reprises sur d'autres documents, trouvés sur quelque support que ce soit, papier ou numérique en particulier sur internet.
- Vous êtes autorisés à reprendre d'un autre document de très courts passages in extenso, mais à la stricte condition de les faire figurer entièrement entre guillemets et bien sur d'en citer la source.

❸ Sanction : En cas de manquement à ces consignes, la DEVE/le correcteur se réservent le droit d'exiger la réécriture du document sans préjuger d'éventuelles sanctions disciplinaires.

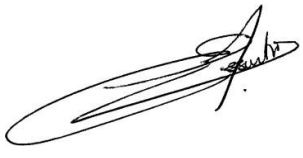
❹ Engagement :

Je soussigné (e) Aurélie ESSARTIER

Reconnaît avoir lu et m'engage à respecter les consignes de non plagiat

A Bastia le 01/09/2018

Signature :



Cet engagement de non plagiat doit être inséré en début de tous les rapports, dossiers, mémoires.

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je tiens à remercier Monsieur Michel MURACCIOLE, délégué de rivages Corse, pour m'avoir donné l'opportunité de réaliser mon stage au sein du Conservatoire du littoral, de m'y avoir accueillie et guidée dans la démarche du projet.

Mes remerciements à Philippe DURAND, responsable de la formation « gestion des milieux naturels », pour sa disponibilité et ses nombreux conseils.

Je remercie vivement Matthieu ZANCA-ROSSI, chargé de mission « Plaine orientale », pour l'aide précieuse qu'il m'a apportée tout au long de ce stage, pour l'ensemble des conseils prodigués et pour sa patience, notamment lors des (nombreuses) relectures du mémoire. Je remercie également Florent HENNEQUEZ, chargé de projet Adapto « Delta du Golo », qui m'a accompagnée et soutenue durant tout le déroulement du projet, aussi bien sur le terrain que lors de la rédaction du mémoire et ce, toujours dans la bonne humeur.

Je tiens à remercier Bénédicte BENOIT-SISCO déléguée adjointe, Michel DELAUGERRE chargé de mission « Cap Corse », Julie ENJALBERT, chargée de mission « dispositifs de gestion », Isabelle GUYOT, chargée de mission « Agriate » ainsi que Amélie JAVAUDIN, chargée de mission « action foncière », pour avoir pris le temps de discuter et de partager leurs connaissances avec moi, ce qui a permis d'enrichir mes réflexions. Mes remerciements également à Laetitia TO-PHUNG pour son aide administrative et pour sa joie de vivre au quotidien.

Je souhaite exprimer toute ma reconnaissance à l'ensemble des agents de la Délégation Corse pour m'avoir si bien intégrée au sein de l'équipe mais également pour m'avoir permis d'enrichir mes connaissances et compétences en matière de gestion de projet et de gestion du littoral.

Je remercie également chaleureusement Monsieur Guilhan PARADIS, botaniste, maître de conférences à la Faculté des Sciences de l'Université de Corse, pour le temps qu'il a accordé à mes interrogations en matière de botanique tout au long de ces six mois de stage.

Mes remerciements à Bénédicte BENOIT-SISCO, Marion COQUET, chargée de projet Adapto « Méditerranée » et Etienne GAUJOUR, maître de conférences à Agrosup Dijon, d'avoir accepté d'être présents lors de la soutenance orale de ce mémoire.

Finalement, un grand merci à mon conjoint et ma famille, pour m'avoir pleinement soutenu durant ces six mois décisifs à l'obtention de mon diplôme d'ingénieur et notamment à ma mère, Christine ESSARTIER, pour avoir relu mon mémoire et pour l'aide non négligeable qu'elle m'a apportée. Je remercie également mon ami Joël PERETTONE, diplômé du master gestion intégrée du littoral et des écosystèmes, pour la relecture de mon rapport.

AVERTISSEMENT

Ni AgroParisTech, ni Agrosup Dijon, ni le Conservatoire du littoral, n'entendent approuver ou désapprouver les opinions émises dans ce document. Ces dernières doivent être considérées comme propres à leur auteur et n'impliquant aucune autre personne physique ou morale.

TABLES DES MATIERES

REMERCIEMENTS 1
AVERTISSEMENT 2
TABLES DES MATIERES 3
TABLE DES ILLUSTRATIONS 7
SIGLES 11
AVANT PROPOS 13
INTRODUCTION 15
1. CONTEXTE DU PROJET 16
1.1. Le littoral : un lieu à l'interface terre-mer 16
1.1.1. Le fonctionnement du système littoral 16
1.1.2. Le processus d'érosion côtière : un phénomène d'ampleur générale 17
1.1.3. L'appropriation de l'espace littoral par l'Homme et l'évolution des politiques de lutte contre l'érosion côtière 19
1.1.4. La prise en compte du changement climatique dans le projet Adapto 21
1.2. Le site d'étude : le lido des communes de Borgo et Biguglia 23
1.2.1. Un espace à la jonction entre la mer tyrrhénienne et l'étang de Biguglia 23
1.2.2. Le contexte environnemental 24
1.2.2.1. Un climat méditerranéen contrasté 24
1.2.2.2. Les apports sédimentaires du Golo, principaux composants des plages du lido de la Marana 24
1.2.2.3. Une dynamique sédimentaire spécifique 25
1.2.3. Une pression anthropique considérable 26
1.2.4. Les aspects administratifs et réglementaires 26
2. METHODOLOGIE 29
2.1. Le recueil de données 29
2.1.1. La méthodologie Adapto 29
2.1.1.1. La sectorisation établie par le Conservatoire du littoral 29
2.1.1.2. L'analyse de l'évolution historique et future du trait de côte 31
2.1.1.3. La mise en place d'un cahier des charges de nettoyage raisonné des plages 32
2.1.2. L'écologie du site 32
2.2. La prospection de terrain 32
2.2.1. Le recensement d'aménagements divers sur le cordon dunaire 32
2.2.2. Les relevés d'espèces végétales exotiques envahissantes 33
2.2.3. Les études prospectives complémentaires 34
2.2.3.1. La caractérisation des habitats constitutifs du cordon dunaire 34
2.2.3.2. Les relevés d'espèces patrimoniales 34
2.3. L'analyse statistique de la fréquentation touristique sur les plages 34

2.4. L'évaluation des menaces 35
2.5. Le report et la projection des données sur SIG 36
3. ETAT DES LIEUX ET DIAGNOSTIC 37
3.1. La caractérisation du site d'étude 37
3.1.1. Un lien étroit entre la morphologie des dunes et le bilan sédimentaire du littoral 37
3.1.2. La végétation du cordon dunaire 38
3.1.2.1. Les habitats dunaires 38
3.1.2.2. La flore patrimoniale 40
3.1.2.3. Les espèces végétales exotiques envahissantes 41
3.1.3. Une pression anthropique non sans conséquences 42
3.1.3.1. L'urbanisation 42
3.1.3.2. La fréquentation 43
3.1.3.3. Les dépôts d'origine anthropique 44
3.2. Diagnostic : l'évaluation des menaces par secteur 45
4. RESULTATS 49
4.1. Quelles stratégies d'action pour la protection et la valorisation du littoral ? 49
4.1.1. Sur le plan technique 49
4.1.1.1. Privilégier le « laisser-faire » dans les secteurs peu fréquentés 50
4.1.1.2. Influencer la dynamique éolienne et canaliser le public dans les secteurs fréquentés 51
4.1.1.3. Condamner l'accès aux véhicules sur les plages 51
4.1.1.4. Travailler avec l'évolution du rivage 51
4.1.1.5. Favoriser l'accueil du public dans les secteurs naturels 52
4.1.2. Sur le plan social 52
4.1.2.1. Mobiliser les professionnels du tourisme dans la démarche de gestion concertée et intégrée de l'espace littoral 52
4.1.2.2. Susciter un intérêt social en conservant un sentier littoral 53
4.2. Les propositions d'aménagements et les préconisations techniques associées 54
4.2.1. Les techniques de réhabilitation et de protection du cordon dunaire 54
4.2.1.1. L'élimination des espèces végétales exotiques envahissantes 54
4.2.1.2. Les couvertures végétales 54
4.2.1.3. Les brise-vents 55
4.2.1.4. Les plantations 56
4.2.1.5. La valorisation des éléments naturels présents sur les plages et les dunes 57
4.2.2. Les travaux d'aménagements paysagers et accueil du public 57
4.2.2.1. Le nettoyage du site d'étude 57
4.2.2.2. La création et la reprise d'aires de stationnement 58
4.2.2.3. La création/restauration de sentiers ou de pistes 58
4.2.2.4. La mise en place de plots anti 4x4 58
4.2.2.5. L'installation de barrières 59

4.2.2.6. Le décompactage de sols tassés 59
4.3. La conception du plan technique de réhabilitation et de protection de l'espace littoral 61
4.4. L'élaboration de fiches de synthèse 68
CONCLUSION 71
BIBLIOGRAPHIE 73
LISTE DES CONTACTS 77
GLOSSAIRE 79
ANNEXES 83
Annexe 1 : Plan d'intentions d'aménagements global (Borgo) 85
Annexe 2 : Le contexte environnemental 86
Annexe 3 : Le contexte administratif et réglementaire 87
Annexe 4 : Résultats de l'analyse statistique 91
Annexe 5 : Cartographie des habitats dunaires sur la commune de Borgo 93
Annexe 6 : Plan technique de réhabilitation et de protection de l'espace littoral de la commune de Borgo et fiches de synthèse associées 103

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figures :

Figure 1 : Evolution de l'acquisition des sites par le Conservatoire du littoral, de 1998 à 2012. Source : Observatoire national de la mer et du littoral. 14
Figure 2 : processus de transport sédimentaire (apport/perte) en zone littorale (source : http://obscat.fr) 16
Figure 3 : coupe schématique du système littoral sableux en méditerranée (source : www.eid-med.org) 17
Figure 4 : Indicateur national de l'érosion côtière. Source : Cerema. 2018. 18
Figure 5 : Mise en place d'un ouvrage longitudinal (enrochements) pour lutter contre l'érosion côtière (Normandie). Source : Françoise Fromentin. 2018. 19
Figure 6 : Impact d'un ouvrage transversal (épis) sur la dérive littorale (Aquitaine). Source : IGN – Géoportail. 19
Figure 7 : Réhabilitation écologique d'un cordon dunaire à partir de techniques de piégeage de sédiments. (Pointe de l'Espiguette –Languedoc-Roussillon). Source : https://www.limousinedecloture.com 20
Figure 8 : Réhabilitation écologique d'un cordon dunaire à partir de techniques de fixation du sable (plantations). (Nouvelle-Zélande - Coastal restoration trust). Source : https://www.coastalrestorationtrust.org.nz/ 20
Figure 9 : Les dix sites pilotes du projet Adapto. Source : Conservatoire du littoral 21
Figure 10 : Carte du site pilote du Delta du Golo, entités et séquences. Source : Alain Freytet et Conservatoire du littoral 22
Figure 11 : Localisation du site d'étude (Borgo et Biguglia). Source : Florent Hennequez et Aurélie Essartier 23
Figure 12 : Formations géologiques de la Corse. Source : BRGM 24
Figure 13: Evolution historique du trait de côte 1937-2013 sur la cellule sédimentaire « Lupino-Golo ». Série de transects perpendiculaires au trait de côte générés tous les 50 m (en vert : accrétion, en rouge : érosion). 25
Figure 14 : Les vents dominants en Corse. Source : ROL Corse. 26
Figure 15 : Direction des vents dans le secteur de Bastia (en % ; moyenne des années 2000 à 2016). Source : www.windfinder.com 26
Figure 16 : Sectorisation de la commune de Borgo en fonction de la vocation du secteur. Fond de carte : IGN-BD ORTHO 2016 RGF 93-Lambert 93. Source : Alain Freytet et Aurélie Essartier 30
Figure 17 : Evolution historique du trait de côte 1937-2013 sur la commune de Borgo. Source : BRGM. 2012. 31
Figure 18 : Recouvrement en EEE par rapport à la surface totale du cordon dunaire - secteur 6 de la commune de Borgo. Source : Aurélie Essartier. 33
Figure 19 : Présentation de la succession « Plage/Avant-dune/Dune fixée » du site d'étude (secteur 4 résidentiel de Borgo). L'avant-dune ici est en partie dégradée par le nettoyage des plages. Source : photo Aurélie Essartier. 27/06/2018. Schéma Favennec, 2001. 37
Figure 20 : Falaise dunaire créée sous l'action de la mer (sud du secteur 6 de Borgo). Source : photo Aurélie Essartier. 16/03/2018. Schéma Favennec, 2001. 38
Figure 21 : Laisses de mer avec *Salsola kali* (secteur 2 de Borgo). Source : photo Aurélie Essartier. 22/06/2018. 38
Figure 22 : Végétation de la dune embryonnaire (secteur 2 de Borgo). Source : photo Aurélie Essartier. 22/06/2018. 39
Figure 23 : Dune fixée à *Pycnocomon rutifolium* (secteur 4 de Borgo). Source : photo Aurélie Essartier. 22/06/2018. 39
Figure 24 : Touffe d'Oyat en bordure de falaise dunaire (secteur 4 de Borgo). Source : photo Aurélie Essartier. 22/06/2018. 39
Figure 25 : Répartition de *Pseudorlaya pumila* au niveau d'une piste située sur la dune fixée (secteur 4 de Borgo). Source : photo Aurélie Essartier. 18/04/2018. 40
Figure 26 : Pieds de *Saccharum ravennae* (secteur 4 de Borgo). Source : photo Aurélie Essartier. 18/04/2018.. 40
Figure 27 : Tapis de *Carpobrotus sp.* et pieds d'*Agave americana* (à gauche) (secteur 6 de Borgo). Source : photo Aurélie Essartier. 16/03/2018 41

Figure 28 : De gauche à droite : Bulbilles d'Agave. Source : www.palmaris.org. Multiplication de Figuier de barbarie à partir des raquettes. Source : http://graines-de-tortue.com. Drageons d'Agave américain émis par élongation des rhizomes. Source : www.palmaris.org 41
Figure 29 : Vocation du linéaire de la commune de Borgo 42
Figure 30 : Espace de liberté restreint par l'urbanisation constitué d'un cordon dunaire très altéré (sud du secteur 6 de Borgo). Source : photo Aurélie Essartier. 19/04/2018 43
Figure 31 : Risque côtier obtenu en croisant l'aléa érosion avec les enjeux humains et économiques. Source : < http://fr.oceancampus.eu> 43
Figure 32 : Brèche créée par l'Homme dans le cordon dunaire (secteur 3). Source : photo Aurélie Essartier. 13/03/2018. 43
Figure 33 : Ancien dépôts de débris naturels sur les dunes (secteur 3). Source : photo Aurélie Essartier. 19/04/2018. 44
Figure 34 : Dépôts sauvages en amont du cordon dunaire (secteur 1). Source : photo Aurélie Essartier. 22/03/2018. 44
Figure 35 : Répartition de la fréquentation touristique sur le lido de la Marana. Distribution du ratio du nombre total de personnes recensées sur les plages, par commune et par vocation. 46
Figure 36 : De gauche à droite : Coupe transversale du secteur naturel de référence de Borgo, protégé par le Conservatoire par des ganivelles. Source : bloc diagramme Alain Freytet. 2016. Mise en place de ganivelles de 1,50 m de hauteur sur le secteur naturel de référence de Borgo, protégé par le Conservatoire du littoral. Source : photo Aurélie Essartier. 27/04/2018 49
Figure 37 : Résilience de la végétation dunaire. : renaturation du secteur 3 de Borgo suite à la mise en place du cahier des charges du nettoyage raisonné des plages (comparaison de photographies aériennes de 2016 et 2017). 50
Figure 38 : Coupe longitudinale d'une dune avec positionnement des brise-vents (ganivelles) selon les données d'érosion du littoral. Source : schéma Aurélie Essartier. 51
Figure 39 : Aire de stationnement aménagée par le Conservatoire favorable à l'accueil du public (secteur de référence de Borgo). Source : Aurélie Essartier. 27/04/2018. 52
Figure 40 : Coupe transversale du cordon dunaire au-devant du CCAS (secteur 2). Source : schéma Alain Freytet. 2016. 53
Figure 41 : Sentier littoral aménagé suite à la réhabilitation et à la protection du cordon dunaire de la commune de Borgo, afin de susciter un intérêt social. 53
Figure 42 : Couvertures de genêt à balai sur un cordon dunaire (Landes). Source : Gouguet *et al.,* ONF. 2015.. 55
Figure 43 : Spécimen de genêt à balai en arrière du cordon dunaire (secteur 1 de Borgo). Source : photo Aurélie Essartier. 22/03/2018. 55
Figure 44 : Mise en place de ganivelles sur la commune de Furiani (nord du lido de la Marana), au niveau du front dunaire. Source : photo Aurélie Essartier. 27/04/2018. 55
Figure 45 : Présence de Genévrier à gros fruits en arrière des dunes fixées sur un site protégé par le Conservatoire du littoral en Casinca. Source : photos Aurélie Essartier. 27/04/2018. 56
Figure 46 : Présence de nombreux encombrants sur les plages (secteur 1 de Borgo). Source : photo Aurélie Essartier. 13/04/2018 57
Figure 47 : Plots anti 4x4 sur une parcelle du Conservatoire de Banda Bianca. Source : photo Amandine Calistri. 02/02/2017. 58
Figure 48 : Barrière au nord du site de référence de Borgo. Source : Aurélie Essartier. 18/04/2018. 59
Figure 49 : Prés salés en arrière du cordon dunaire (secteur 1). Source : photo Aurélie Essartier. 22/03/2018.... 59
Figure 50 : Zone tassée par le stationnement des véhicules (secteur 1). Source : photo Aurélie Essartier. 13/04/2018. 59
Figure 51 : Exemple de carte d'état des lieux (secteur 1 - Borgo) 62
Figure 52 : Exemple de carte d'aménagements (secteur 1 – Borgo) 64
Figure 53 : *Testudo hermanni*. Source : Meriotte et Durand http://balades-naturalistes.fr 65
Figure 54 : *Serapias parviflora*. Source : Le Driant www.FloreAlpes.com 65
Figure 55 : *Pseudorlaya pumila*. Source : photo Aurélie Essartier. 18/04/2018 (période de floraison) 65
Figure 56 : Diagramme en radar ou « carte d'identité » du secteur 1 de Borgo 68

Figure 57 : Plan d'intentions d'aménagements global réalisé par le Conservatoire du littoral en 2017 sur la commune de Borgo. 85
Figure 58 : Climatologie globale à Bastia-Poretta de 1973 à 2018. Source : www.infoclimat.fr 86
Figure 59 : Définition des cellules hydrosédimentaires et processus. Source : BRGM, 2010. 86
Figure 60 : Vocation des plages. Source : PADDUC 89
Figure 61 : Plan local d'urbanisme de la commune de Borgo 90
Figure 62 : Carte du P.L.U de Borgo 90
Figure 63 : Cartographie des habitats réalisée par BIOTOPE en 2016 au nord du secteur 3 (nord de la commune de Borgo) 95
Figure 64 : Cartographie des habitats réalisée par BIOTOPE en 2016 au sud du secteur 3 (commune de Borgo) 96
Figure 65 : Cartographie des habitats réalisée par BIOTOPE en 2016 sur le secteur 1 (commune de Borgo) 97
Figure 66 : Cartographie des habitats du cordon dunaire réalisée au printemps 2018 au nord du secteur 6 (commune de Borgo) 98
Figure 67 : Cartographie des habitats du cordon dunaire réalisée au printemps 2018 au sud du secteur 6 (commune de Borgo) 99
Figure 68 : Cartographie des habitats du cordon dunaire réalisée au printemps 2018 sur le secteur 5 (commune de Borgo) 100
Figure 69 : Cartographie des habitats du cordon dunaire réalisée au printemps 2018 sur le secteur 4 (commune de Borgo) 101
Figure 70 : Cartographie des habitats du cordon dunaire réalisée au printemps 2018 sur le secteur 2 (commune de Borgo) 102

Tableaux :

Tableau 1 : Présentation du tableau de données utilisé dans le cadre de l'analyse statistique 35
Tableau 2 : Intitulé des habitats constitutifs du cordon dunaire suivant différents référentiels 40
Tableau 3 : Calcul du taux de recouvrement d'EEE (%) sur le cordon dunaire de la commune de Borgo 42
Tableau 4 : Evaluation des menaces par secteur sur la commune de Borgo, suivant la nouvelle sectorisation. ... 46
Tableau 5 : Modèle de présentation d'une DPGF des travaux d'un secteur 66
Tableau 6 : Exemple de calendrier prévisionnel réalisé sur trois ans (secteur 1 Borgo). 67
Tableau 7 : Liste des contacts 77
Tableau 8 : Tableau regroupant l'ensemble des réglementations relatives au projet 87
Tableau 9 : Calcul des ratios sur l'année 2016 (le secteur 7 de la commune de Borgo représente le secteur de référence). 91
Tableau 10 : Calcul des ratios sur l'année 2017 91
Tableau 11 : Légende des habitats naturels du site d'étude, réalisée par BIOTOPE en 2016. 94

SIGLES

CA : conseil d'administration

CCTP : cahier des clauses techniques particulières

ComCom : communauté des communes

CR : conseil des rivages

DDTM : direction départementale des territoires et de la mer

DPM : domaine public maritime

GIEC : groupement intergouvernemental des experts du climat

GIZC : gestion intégrée des zones côtières

EEE : espèce exotique envahissante

ENS : espace naturel sensible

ERC : éviter-réduire-compenser

FEDER : fonds européen de développement régional

IGN : institut national géographique

LiCCo : littoraux et changements côtiers

PADDUC : plan d'aménagement et de développement durable de la Corse

PLU : plan local d'urbanisme

PPRI : plan de prévention du risque inondation

RGF93 : réseau géodésique français 1993

SDAGE RMC : schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux Rhône-Méditerranée-Corse

SIG : système d'information géographique

SMVM : schéma de mise en valeur de la mer

TC : trait de côte

ZNIEFF : zone naturelle d'intérêt écologique floristique et faunistique

AVANT PROPOS

Membre de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature, le Conservatoire du littoral a été créé en 1975 pour mener une politique d'acquisition foncière des espaces naturels du littoral, menacés par l'urbanisation ou dégradés, de façon à les protéger, à les réhabiliter et à les aménager pour faciliter l'accueil du public, dans le respect des équilibres naturels.

Etablissement public administratif de l'État, il est placé sous la tutelle du ministre chargé de la protection de la nature. Il est composé de services centraux (la direction de l'action foncière et des systèmes d'information, la direction de la gestion patrimoniale et le secrétariat général), de 10 délégations de rivages, d'une délégation « Europe et International » et d'une délégation à la communication et au mécénat.

Ses actions s'organisent autour de deux missions principales qui sont :

L'acquisition foncière (Figure 1) dont les périmètres sont définis au préalable avec les élus locaux et les services de l'état, lors du conseil des rivages (CR), puis votés par le conseil d'administration (CA) de l'établissement. Ces acquisitions s'effectuent à 70 % à l'amiable avec les propriétaires, mais le Conservatoire peut aussi exercer son droit de préemption en espaces naturels sensibles (ENS) en se substituant à celui du département (ou de la Collectivité pour la Corse) ou, plus exceptionnellement, par le biais de l'expropriation.

La gestion des sites, confiée aux partenaires du Conservatoire du littoral (collectivités locales, associations...), contribue à mettre en œuvre un projet viable et durable d'aménagement et de gestion du site en affectant une gouvernance (comité de gestion) et une surveillance (gardes du littoral) pour l'animation et le suivi des sites.

Quelques chiffres :

- 200 000 ha préservés, soit 1450 km de côtes (12% du linéaire côtier français) ;
- 3 000 ha d'objectif à acquérir en moyenne par an (1 acte de vente par jour) ;
- 700 sites ;
- Un budget de 59 M€ en 2013 consacré à l'acquisition (~30 M€), à l'aménagement et la réhabilitation écologique des sites (~13 M€) et au fonctionnement de l'établissement ;
- 180 agents au Conservatoire du littoral ; 250 gestionnaires ; 900 gardes du littoral ;
- 40 Millions de visiteurs chaque année (Sites du Conservatoire du littoral).

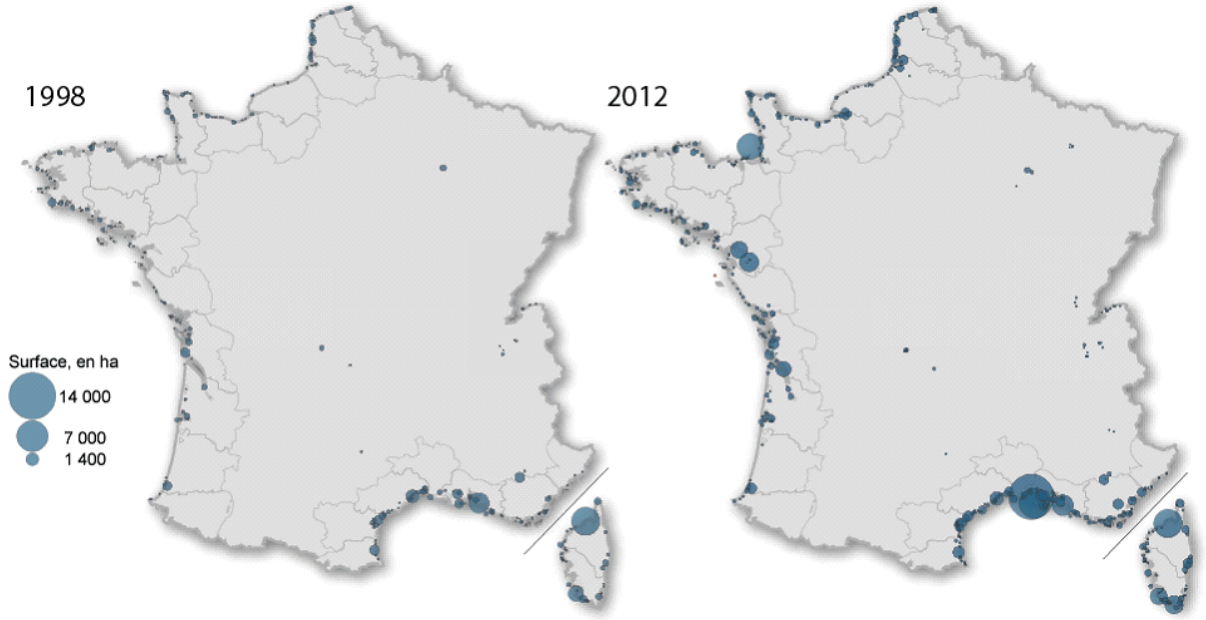


Figure 1 : Evolution de l'acquisition des sites par le Conservatoire du littoral, de 1998 à 2012. Source : Observatoire national de la mer et du littoral.

En 2015, le Conservatoire du littoral s'est doté d'une stratégie d'intervention à l'horizon 2050 pour faire face aux pressions fortes qui affectent l'espace littoral national et qui se renforcent dans un contexte de changement climatique. Cette stratégie, basée sur une analyse fine du territoire après segmentation en 146 unités littorales, consiste à contribuer à la préservation du « tiers naturel littoral », soit 320 000 ha de l'espace littoral français, à l'horizon 2050 (Conservatoire du littoral, 2015a).

Deux types de zonages sont distingués :

Les zones d'intervention, au sein desquelles une action foncière du Conservatoire est considérée comme pertinente et adaptée pour assurer la protection de zones à enjeux spécifiques. Dans ces zones, le CA peut créer ou agrandir les « périmètres autorisés » de façon à ce que le Conservatoire puisse envisager l'acquisition foncière.

Les zones de vigilance, à l'intérieur desquelles le Conservatoire n'a pas vocation à faire des acquisitions foncières, mais qui, au vu des pressions exercées sur ces sites, nécessitent une vigilance des acteurs, de façon à pouvoir éventuellement y adapter les mesures de gestion (Conservatoire du littoral, 2015a).

Au-delà de sa propre stratégie, le Conservatoire prend place à de nombreuses réflexions sur la gestion raisonnée et durable des littoraux, contribuant à l'adaptation au changement climatique. Dans cette optique, il s'engage auprès de différents partenaires dans des programmes d'études et d'actions :

- Au niveau européen, avec le programme LiCCo (Littoraux et Changements Côtiers) par exemple ;
- Au niveau national, pour la mise en valeur des démarches innovantes de gestion souple du trait de côte (TC), avec le programme Adapto, dont il est à l'initiative (Conservatoire du littoral, 2015b).

INTRODUCTION

Trait d'union entre la terre et la mer, le littoral est une zone d'étendue limitée qui attire fortement la convoitise. Encadrer l'occupation et organiser la protection de cet espace, soumis au phénomène d'érosion côtière dans un contexte climatique changeant, devient aujourd'hui un réel enjeu pour les politiques publiques. L'érosion côtière se définit comme *« la perte graduelle de matériaux, entrainant le recul des côtes et l'abaissement des plages »* (L'érosion côtière, 2017).

C'est à partir de la seconde moitié du XX^{e} siècle que la valeur écologique des milieux littoraux et notamment, celle des cordons dunaires, a été reconnue, entrainant une modification des pratiques et un renforcement de leur protection par la réglementation. Le cordon dunaire est défini comme « *une accumulation sableuse littorale dont les points toujours émergés sont occupés par une dune qui domine plus ou moins nettement l'arrière-pays terrestre* » (Mieux connaître les risques…). L'importance de sa préservation réside dans le fait qu'il constitue une barrière de défense naturelle face à la submersion marine des terres basses, souvent habitées et/ou cultivées, qu'il contribue à ralentir le phénomène d'érosion côtière et qu'il constitue un réservoir de biodiversité, notamment d'un point de vue floristique (Paskoff, 1996).

Dans ce cadre, le Conservatoire du littoral a mis en place, en 2015, le projet Adapto, visant à adapter la gestion littorale au changement climatique sur 10 sites pilotes représentatifs du littoral français. En Corse, la part des côtes en recul est inférieure à 10 %, contre 20 % au niveau national, ce qui est relativement faible (Ifen, 2006). Cependant, sur l'île, l'érosion des côtes se concentre principalement sur la Plaine orientale, qui représente près de 10 % du linéaire de la Corse et la quasi-totalité du littoral sableux (Stépanian *et al.,* 2017). Ainsi, le site pilote retenu dans le cadre du projet Adapto, le « Delta du Golo », est situé sur cette portion du territoire. Sur ce site, le Conservatoire du littoral a entrepris de nombreuses actions de gestion souple et raisonnée de l'espace littoral, permettant une sensibilisation et une acceptation de la démarche par les collectivités concernées.

Dans le cadre de ce stage, deux communes ont été choisies afin de faire l'objet d'un état des lieux exhaustif à des fins de gestion de l'espace littoral. Il s'agit des communes de Borgo et Biguglia situées au cœur du site pilote du « Delta du Golo ». Un plan d'intention d'aménagements global y a déjà été réalisé en 2017 (Annexe 1), suite à la mise en œuvre des actions du projet Adapto et nécessite d'être affiné.

Ainsi, deux objectifs ont été définis pour ce stage, à savoir, principalement d'une part « réhabiliter et protéger le cordon dunaire » à l'aide de techniques souples ; d'autre part, « optimiser la répartition de la fréquentation sur le site d'étude », compte tenu de l'insuffisance des stationnements et des accès aux plages, engendrant une concentration localisée de la fréquentation touristique.

Il s'agira donc, dans un premier temps, de réaliser un état des lieux précis du site d'étude en y évaluant les menaces, à partir d'une méthodologie reproductible. Des stratégies d'action pour la mise en œuvre des aménagements, seront ensuite mises en place. Enfin, il conviendra de proposer des techniques souples de réhabilitation dunaire, qui soient applicables au site d'étude et qui relèvent du génie écologique, ainsi que des aménagements paysagers favorables à l'accueil du public.

L'objectif final du projet consiste en la réalisation d'un plan technique de réhabilitation et de protection de l'espace littoral sur les communes de Borgo et Biguglia, qui constituent donc le site d'étude de ce projet.

1. CONTEXTE DU PROJET

1.1. LE LITTORAL : UN LIEU A L'INTERFACE TERRE-MER

1.1.1. LE FONCTIONNEMENT DU SYSTEME LITTORAL

A l'interface terre/mer, le littoral est un système dynamique dont la géomorphologie et l'évolution résultent de l'interaction de plusieurs facteurs naturels, appelés également facteurs hydrodynamiques, tels que les vents, la houle, les dérives des courants et les marées (Stépanian *et al.*, 2011).

Les vents de mer génèrent la houle au large. Cette dernière peut être à l'origine de vagues de tempêtes lors d'épisodes de forte énergie et éroder les côtes en attaquant le littoral de manière frontale. Les tempêtes peuvent également engendrer un phénomène de submersion marine. Elle est définie comme étant « *une inondation temporaire de la zone côtière par la mer ou par un étang dans des conditions météorologiques extrêmes* » (Stépanian *et al.*, 2011). Lors d'épisodes de tempêtes, le sable est transporté vers la mer et déposé dans une barre sableuse sous-marine, parallèle à la côte. Cette barre migre vers le large en période de fortes tempêtes et se rapproche des côtes en période de beau temps. Dans ce dernier cas, la houle, de faible énergie, réalimente la plage en sable depuis la barre sous-marine. Proche de la côte, cette barre provoque le déferlement des vagues, réduisant leur action destructrice. Sous l'action des courants, les transferts sableux peuvent également être longitudinaux au littoral : il s'agit de la dérive littorale (Stépanian *et al.*, 2011). Avec les apports de sédiments par les fleuves, les embouchures jouent également un rôle important sur le budget sédimentaire du littoral. Des actions humaines peuvent être ajoutées à ces facteurs naturels, tels que le rechargement, l'extraction ou encore les barrages en amont des fleuves (Figure 2) (Stépanian *et al.*, 2017).

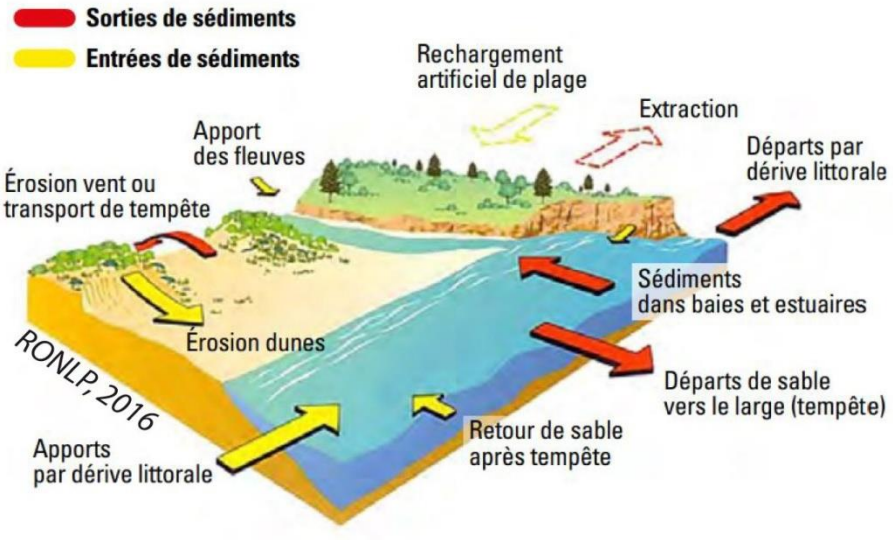


Figure 2 : Processus de transport sédimentaire (apport/perte) en zone littorale (source : http://obscat.fr)

Ces facteurs interviennent également dans la formation et l'évolution des « dunes littorales », appelées également « dune côtières ». Elément dynamique clé du paysage littoral, elles sont des « *formes d'accumulation sableuse d'origine éolienne retrouvées le long des littoraux* » (Paskoff, 1994). Elles se

développent à partir du sable déposé par la houle sur les bermes de plage. Durant les périodes de climat favorable, le sable des bermes sèches peut être transporté vers l'intérieur des terres par les vents de mer (Figure 3). La diminution du vent, engendrée par le frottement et la présence d'un obstacle, favorise l'accumulation des dépôts sableux (Paskoff, 2005).

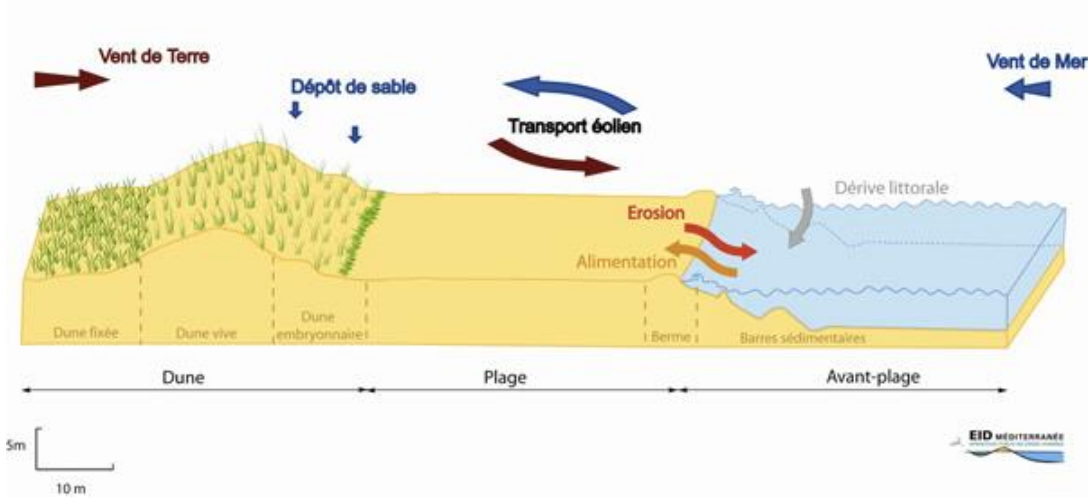


Figure 3 : Coupe schématique du système littoral sableux en Méditerranée (source : www.eid-med.org)

Les dunes sont à l'origine de la formation d'un cordon dunaire. Ce dernier est constitué de quatre types de dunes, de la mer vers l'intérieur des terres : une « avant-dune » appelée également « dune embryonnaire » formée des premiers dépôts sableux, les « nebkas », qui se réunissent ensuite pour former une accumulation continue végétalisée ; une « dune mobile » ou « dune vive » qui continue de se déplacer avec le vent, en hauteur et en largeur ; et, enfin, une « dune fixée » par la végétation (Figure 3). En arrière du cordon dunaire, le milieu s'enrichit généralement en espèces arbustives et buissonnantes pour former un « ourlet dunaire » qui assure la jonction avec les arbres forestiers (Paskoff, 1996).

1.1.2. LE PROCESSUS D'EROSION COTIERE : UN PHENOMENE D'AMPLEUR GENERALE

En interagissant, les agents hydrodynamiques (vent, houle, dérive des courants et marée) jouent un rôle sur le budget sédimentaire du littoral et peuvent engendrer l'érosion des côtes, ainsi que celle du cordon dunaire. Ils sont donc à l'origine de la fluctuation du trait de côte. Il est défini comme étant *« La bande dans laquelle l'interface entre le domaine marin et le domaine terrestre évolue. Elle n'est pas une limite fixée dans l'espace et le temps »* (Stépanian *et al.*, 2017). À l'échelle européenne, l'érosion côtière touche 20% du littoral, ce qui équivaut à une perte de 15 km² de côtes par an (Rey-Valette *et al.*, 2006 ; Ifen, 2006). En France, 20 % du trait de côte est en recul (Figure 4), soit 1723 km de linéaire. Cela équivaut à une disparition de 30 km² de terre sur une période de 50 ans, en métropole et dans les cinq départements et régions d'outre-mer (Cerema, 2018).

En France, les sols concernés par l'érosion côtière sont :

- Des zones naturelles à hauteur de 48,5 %, d'importance écologique et/ou touristique ;
- Des sols urbanisés ou artificialisés à hauteur de 25,9 %, comprenant le tissu urbain, les zones industrielles et commerciales... ;
- Et enfin, 25,6 % de terres agricoles ou arables (Ifen, 2006).

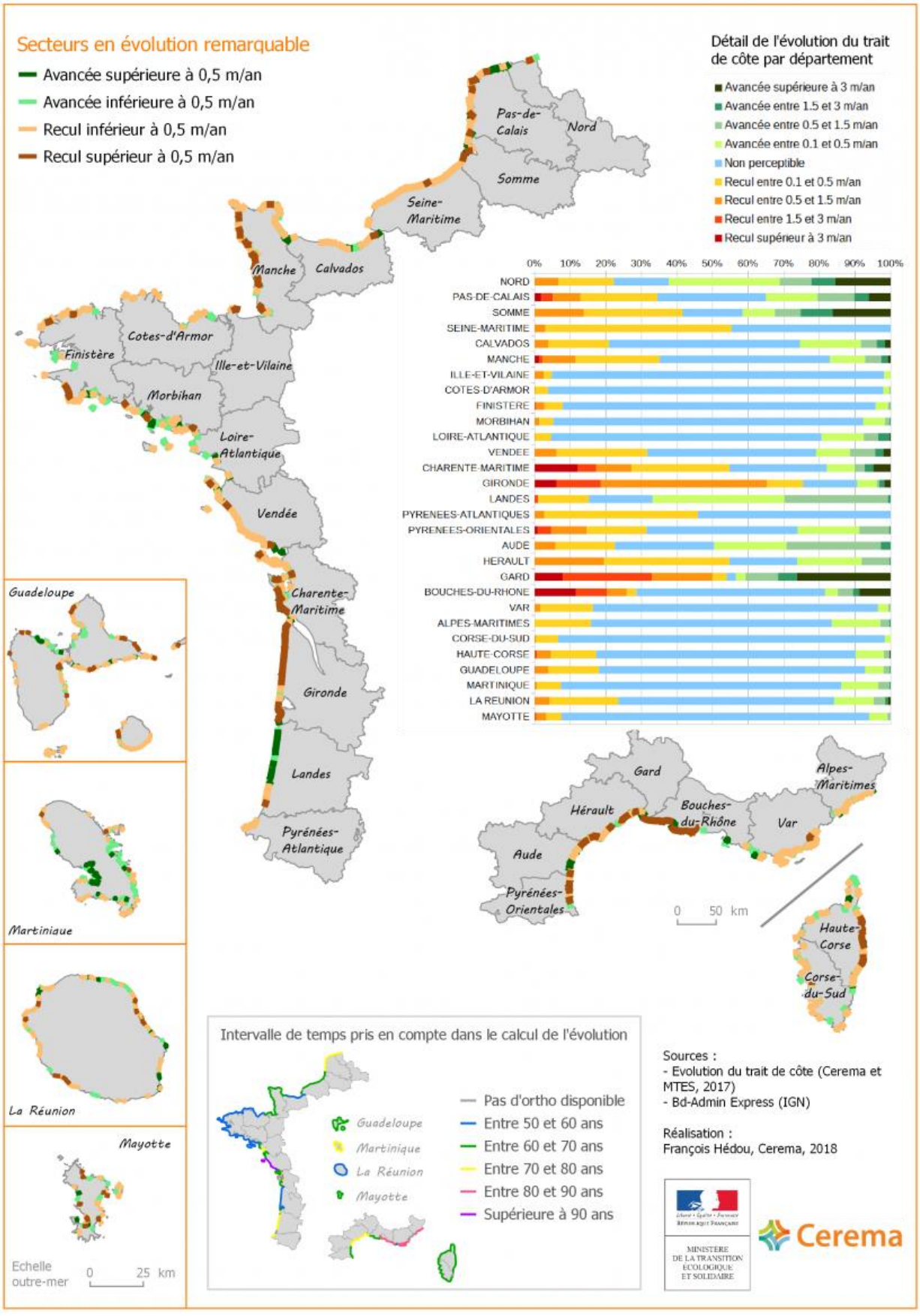


Figure 4 : Indicateur national de l'érosion côtière. Source : Cerema. 2018.

1.1.3. L'APPROPRIATION DE L'ESPACE LITTORAL PAR L'HOMME ET L'EVOLUTION DES POLITIQUES DE LUTTE CONTRE L'EROSION COTIERE

A l'antiquité, les espaces à proximité de la mer étaient le lieu à la fois d'échanges commerciaux et de conquête territoriale et ce, notamment, en Méditerranée. Au Moyen Age, les populations se repliaient dans les montagnes pour prévenir d'éventuelles invasions. En ces temps, la plupart des espaces littoraux étaient des lieux de marécages propices à l'installation des moustiques, les rendant insalubres (Les enjeux…, 2018). C'est au XX^{e} siècle que le littoral s'est repeuplé suite à l'exode rural et à l'héliotropisme. L'essor de l'industrie et du tourisme en Europe, durant la seconde moitié du XX^{e} siècle, a engendré un phénomène de « concentration littorale » ou « littoralisation ». Ainsi, les populations installées sur le littoral ont été confrontées à l'érosion côtière, devenue alors un enjeu majeur de gestion pour les politiques publiques. Dans le cadre de leur protection, de nombreux travaux d'aménagements, visant à fixer le trait de côte, ont été entrepris sur le littoral national et européen. En réponse à un manque de données concernant la dynamique sédimentaire du littoral (Rey-Valette *et al.,* 2006), des aménagements lourds, de type enrochements (Figure 6), épis (Figure 5) ou digues, ont souvent été réalisés dans l'urgence et au « coup par coup » et se sont avérés être eux-mêmes des facteurs d'érosion. Les ouvrages longitudinaux par exemple, amplifient l'érosion de la plage à leurs extrémités et l'augmentation de la turbulence de l'eau et donc des sédiments détruit leur propre fondation (phénomène d'affouillement). Quant aux épis (ouvrages transversaux), ils tendent à interrompre la dérive littorale et à aggraver l'érosion en aval, ce qui nécessite la construction d'autres épis, déclenchant un effet de dominos (Rey-Valette *et al.,* 2006).

Figure 6 : Mise en place d'un ouvrage longitudinal (enrochements) pour lutter contre l'érosion côtière (Normandie). Source : Françoise Fromentin. 2018.

Figure 5 : Impact d'un ouvrage transversal (épis) sur la dérive littorale (Aquitaine). Source : IGN – Géoportail.

Face à ce constat, les gestionnaires ont pris conscience du caractère complexe des processus d'érosion et de la nécessité d'un changement de « philosophie » des politiques de gestion (Rey-Valette *et al.,* 2006). Dans ce cadre, la gestion intégrée des zones côtière (GIZC), qui constitue l'application sur le littoral des principes du développement durable, a émergé dans les années 1990. Le guide technique de gestion de l'érosion du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux Rhône-Méditerranée-Corse (SDAGE RMC) synthétise le changement de logique des politiques de gestion de l'érosion et évoque 10 principes stratégiques pour une gestion intégrée du littoral (Barusseau *et al.,* 2005) :

« - *Il est naturel que le littoral bouge et il est illusoire de le fixer partout ;*
- *Le littoral est un système global et les réponses à l'érosion ne peuvent être apportées durablement qu'à l'échelle minimale de la* ***cellule sédimentaire*** *;*
- *Il est indispensable de respecter et de réhabiliter un* ***espace de liberté*** *pour le littoral ;*
- *Le recul stratégique doit être favorisé car il est la réponse la plus durable ;*
- *Le* ***recul stratégique*** *et la* ***réhabilitation du fonctionnement naturel*** *sont les seuls modes de gestion envisageables pour les secteurs à dominante naturelle ;*
- *La protection des* ***cordons dunaires*** *existants est essentielle ;*
- *La modification du transit doit être réservée aux secteurs à forts enjeux ;*
- *Les plages et les ouvrages de protection nécessitent un entretien et un suivi qui doivent être pris en compte dès la mise en place du mode de gestion ;*
- *La surveillance et le suivi du littoral doivent être renforcés et généralisés ;*
- *Des études de compréhension et de modélisation du fonctionnement global doivent être lancées* (Barusseau *et al.,* 2005). »

En réponse à cette demande de gestion intégrée du littoral, des techniques souples de réhabilitation côtière, relevant du génie écologique, ont été développées afin de préserver les cordons dunaires, qui constituent des barrières de défense face aux phénomènes littoraux. Ces techniques ont principalement pour objectif de piéger le sable (Figure 7) et/ou de stabiliser les dunes au moyen du génie végétal (Figure 8). Elles sont mises en œuvre sur le littoral de nombreux pays du monde tels que la France, l'Espagne, le Portugal ou encore la Californie (lutte contre des espèces végétales invasives au sein de l'aire protégée du Point Reyes National Seashore) et la Nouvelle Zélande (fondation du « Coastal restoration trust of New Zealand », association pour le soutien et le développement de méthodes pratiques et rentables de réhabilitation des écosystèmes côtiers).

Figure 7 : Réhabilitation écologique d'un cordon dunaire à partir de techniques de piégeage de sédiments. (Pointe de l'Espiguette – Languedoc-Roussillon). Source : https://www.limousinedecloture.com

Figure 8 : Réhabilitation écologique d'un cordon dunaire à partir de techniques de fixation du sable (plantations). (Nouvelle-Zélande - Coastal restoration trust). Source : https://www.coastalrestorationtrust.org.nz/

1.1.4. La prise en compte du changement climatique dans le projet Adapto

Avec un objectif de gestion souple du trait de côte, le Conservatoire du littoral constitue un outil de protection qui s'inscrit dans la démarche de la GIZC. Suite à une réflexion du ministère de l'écologie concernant le besoin urgent de gérer l'urbanisation du littoral face aux effets du changement climatique (Conservatoire du littoral, 2015b), il a lancé, en 2015, le programme Adapto.

Le groupement intergouvernemental des experts du climat (GIEC) a estimé une élévation du niveau moyen des mers de + 0,26 m à + 0,98 m à l'horizon 2100, due au réchauffement accru de l'océan et de l'augmentation de la perte de masse des glaciers et des calottes glaciaires (GIEC, 2013). En Méditerranée, les experts ont évalué la montée du niveau de la mer entre + 0,34 m et + 0,49 m, pour la période 2070-2090 en se basant uniquement sur les changements de teneur en chaleur de la colonne d'eau (Raymond et Ullmann, 2015). Il faudrait ajouter + 0,15 m à + 0,30 m à cette élévation si l'on inclut la fonte des glaces et les changements de circulation de l'Atlantique (Adloff *et al.*, 2015). Le GIEC a également prédit que l'érosion du littoral, les inondations et autres phénomènes, tels que la submersion marine, se poursuivront (GIEC, 2013).

Face à ce constat, le Conservatoire du littoral a sélectionné, au sein des neuf délégations de rivage, dix sites pilotes constituant un panel de faciès variés du littoral français (embouchure, estuaire, rizière...) soumis aux aléas d'érosion ou de submersion marine (Figure 9). L'objectif est de développer des stratégies locales de gestion de l'espace littoral prenant en compte les différences environnementales, géographiques, économiques et patrimoniales de chaque site (Plaquette Adapto, 2015b).

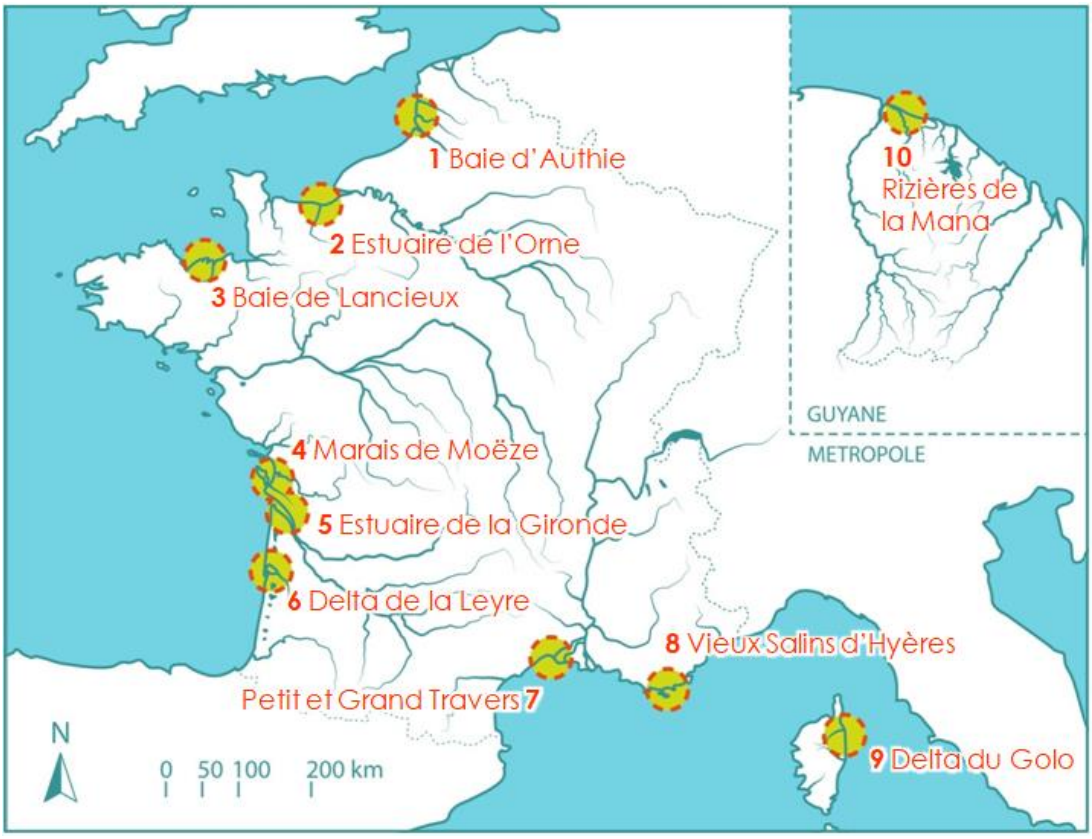


Figure 9 : Les dix sites pilotes du projet Adapto. Source : Conservatoire du littoral

En Corse, le site pilote retenu par le Conservatoire du littoral dans le cadre du projet Adapto est celui du « Delta du Golo », situé au sein de l'unité littorale « Golo-Costa Verde » de la plaine orientale de la Corse (Figure 10). Cette unité est composée de grandes entités paysagères, ainsi que de séquences (plus réduites), délimitées par le Conservatoire et qui marquent des ruptures visuelles en terme de paysage. Le « Delta du Golo » s'étend sur 29 km et couvre 9 communes, des portes sud de la commune de Bastia à l'extrême sud de la commune de Penta-di-Casinca (Stratégie d'intervention…, 2015a).

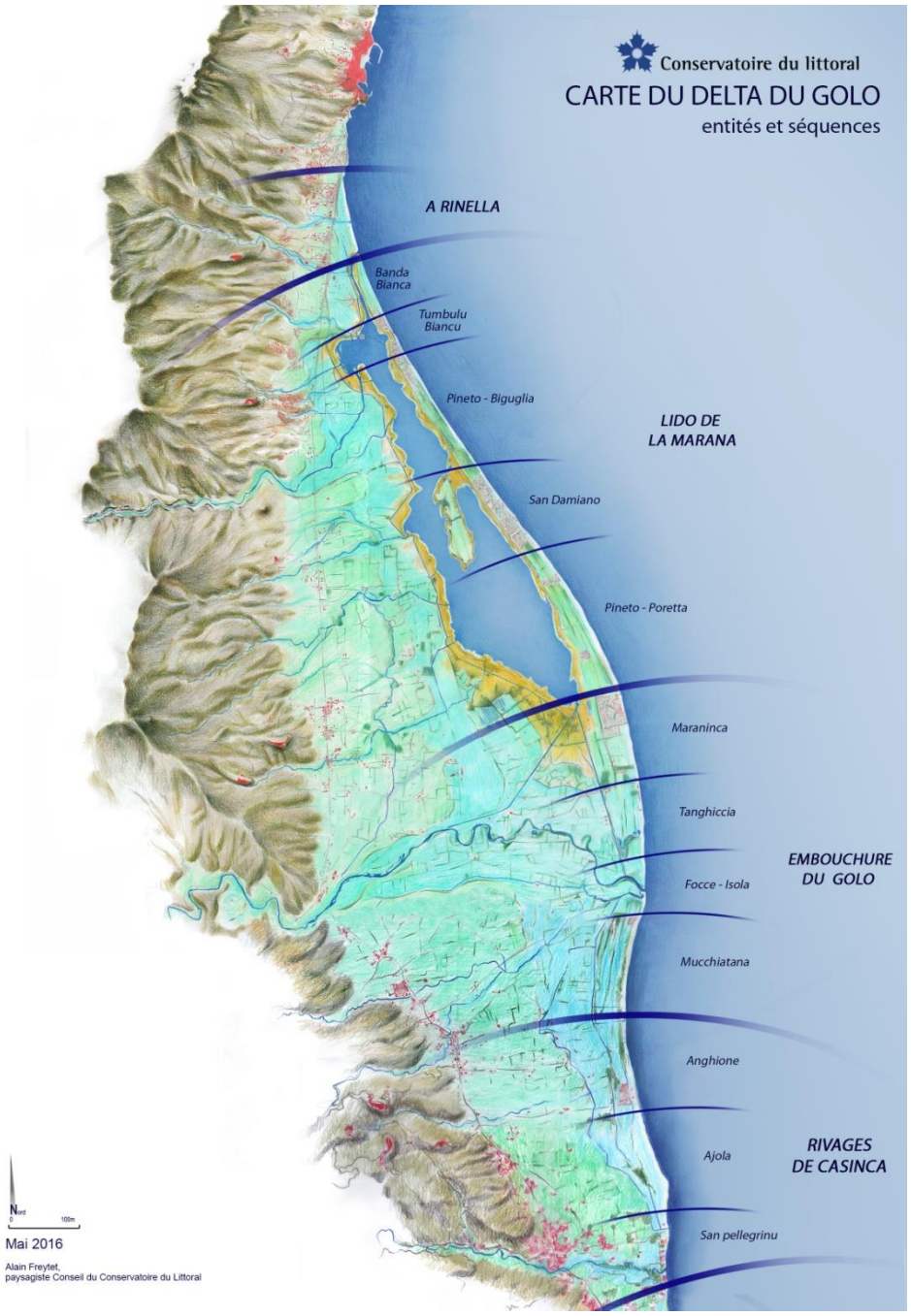


Figure 10 : Carte du site pilote du Delta du Golo, entités et séquences. Source : Alain Freytet et Conservatoire du littoral

Sur ce site, plusieurs actions ont été déterminées afin de protéger l'espace littoral (Conservatoire du littoral, 2017a). Elles consistent à :

- Adopter une démarche d'entretien raisonné des plages ;
- Empêcher la circulation des véhicules sur l'estran ;
- Etudier la possibilité de relocaliser certains commerces de plage ;
- Développer une démarche d'adaptation au risque d'érosion dans les secteurs à enjeux économiques ;
- Mettre en place un plan de gestion intégré de l'espace littoral ;
- Réhabiliter et protéger le cordon dunaire ;
- Réaliser un plan technique de réhabilitation et de protection de l'espace littoral.

1.2. LE SITE D'ETUDE : LE LIDO DES COMMUNES DE BORGO ET BIGUGLIA

1.2.1. UN ESPACE A LA JONCTION ENTRE LA MER TYRRHENIENNE ET L'ETANG DE BIGUGLIA

Les communes de Borgo et Biguglia, site d'étude de ce projet (Figure 11), sont situées au sein de l'entité paysagère du « lido de la Marana » et des séquences « Pineto-Poretta », « San Damiano lido » et « Pineto Biguglia » (Figure 10), en plein cœur du site pilote « Delta du Golo ». Il s'agit d'un cordon littoral de 12 km de long et de 300 m à 900 m de large. Il a la particularité d'isoler la plus grande zone humide de Corse d'une superficie de 1450 ha, l'étang de Biguglia ou étang de « Chjurlinu » (en corse), classée en tant que réserve naturelle en 1994, mais également en site Natura 2000 (ZPS N°FR941010 (2004) et ZSC N°FR9400571 (2011)) (Etourneau, 2014).

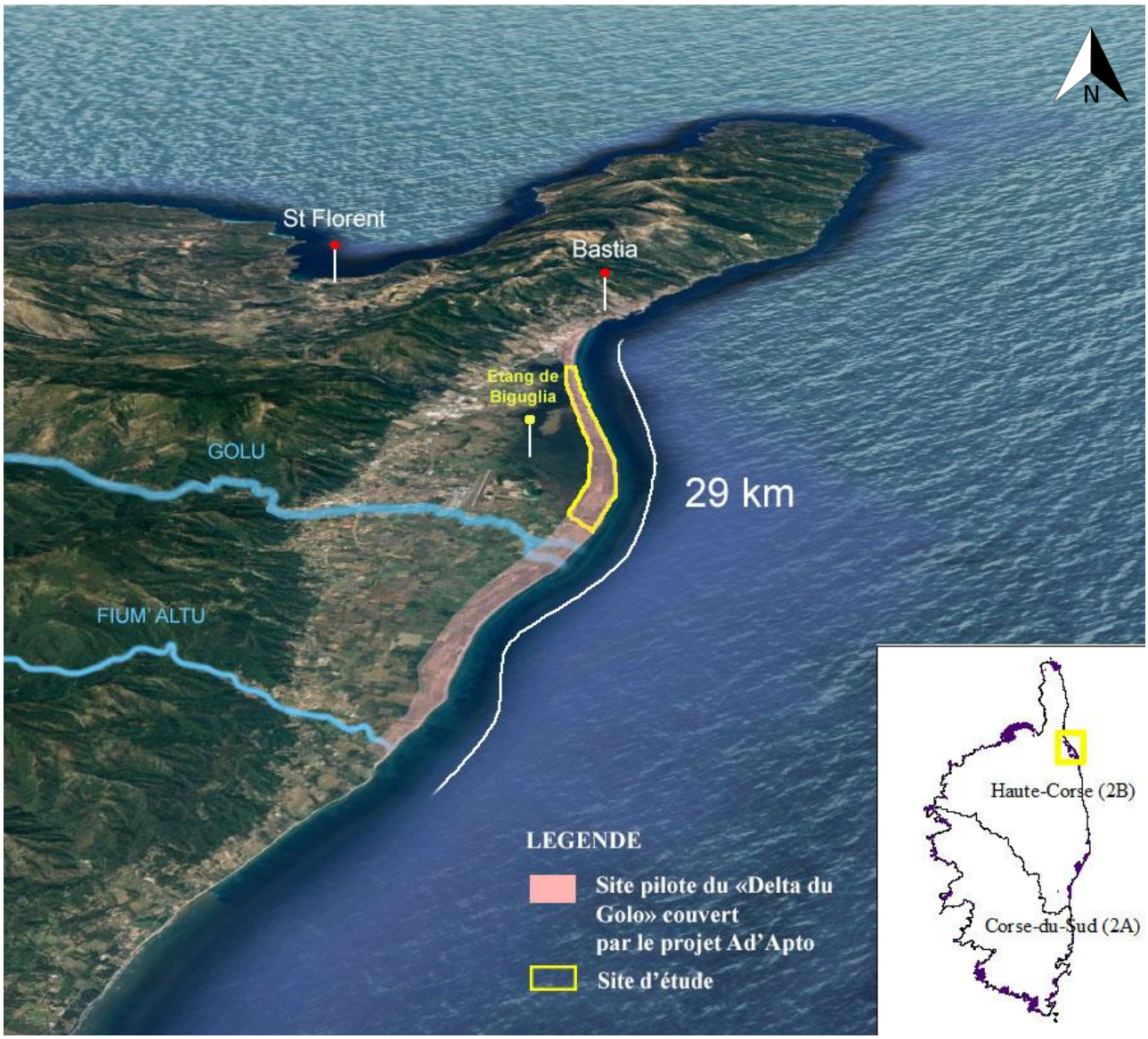


Figure 11 : Localisation du site d'étude (Borgo et Biguglia). Source : Florent Hennequez et Aurélie Essartier

1.2.2. LE CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

1.2.2.1. UN CLIMAT MEDITERRANEEN CONTRASTE

Le site est soumis à un climat méditerranéen, marqué par des étés chauds et secs, du fait d'une forte baisse des précipitations à cette période, ainsi que par des hivers doux. Le relief de la Corse joue un rôle important dans la répartition des températures et des précipitations (Etourneau, 2014). Dans le secteur de Bastia-Poretta, qui inclut le site d'étude, les normales de températures à l'année ont évolué en moyenne de 11,5°C (Tmin) à 20,5°C (Tmax) sur la période 1973-2018 (Annexe 2). Les précipitations sont de l'ordre de 799,3 millimètres par an (www.infoclimat.fr).

1.2.2.2. LES APPORTS SEDIMENTAIRES DU GOLO, PRINCIPAUX COMPOSANTS DES PLAGES DU LIDO DE LA MARANA

La Corse est découpée en deux grandes formations géologiques distinctes, la Corse ancienne granitique (Hercynien) à l'Ouest et la Corse alpine schisteuse à l'Est (Figure 12). La plaine orientale de la Corse, constituée de dépôts marno-sableux, résulte de cette dernière formation. Sa création a été influencée par un réseau hydrographique représenté par 3000 kilomètres de cours d'eau, débouchant principalement par les fleuves orientaux, dont le Golo, qui est le plus long de Corse. Il forme une plaine deltaïque, le « Delta du Golo », due à l'accumulation des dépôts fluviatiles issus des terrains quaternaires. Les importants volumes de sédiments qu'il a charriés au cours de l'Holocène, ont permis l'édification du lido de la Marana (Stépanian *et al.*, 2010).

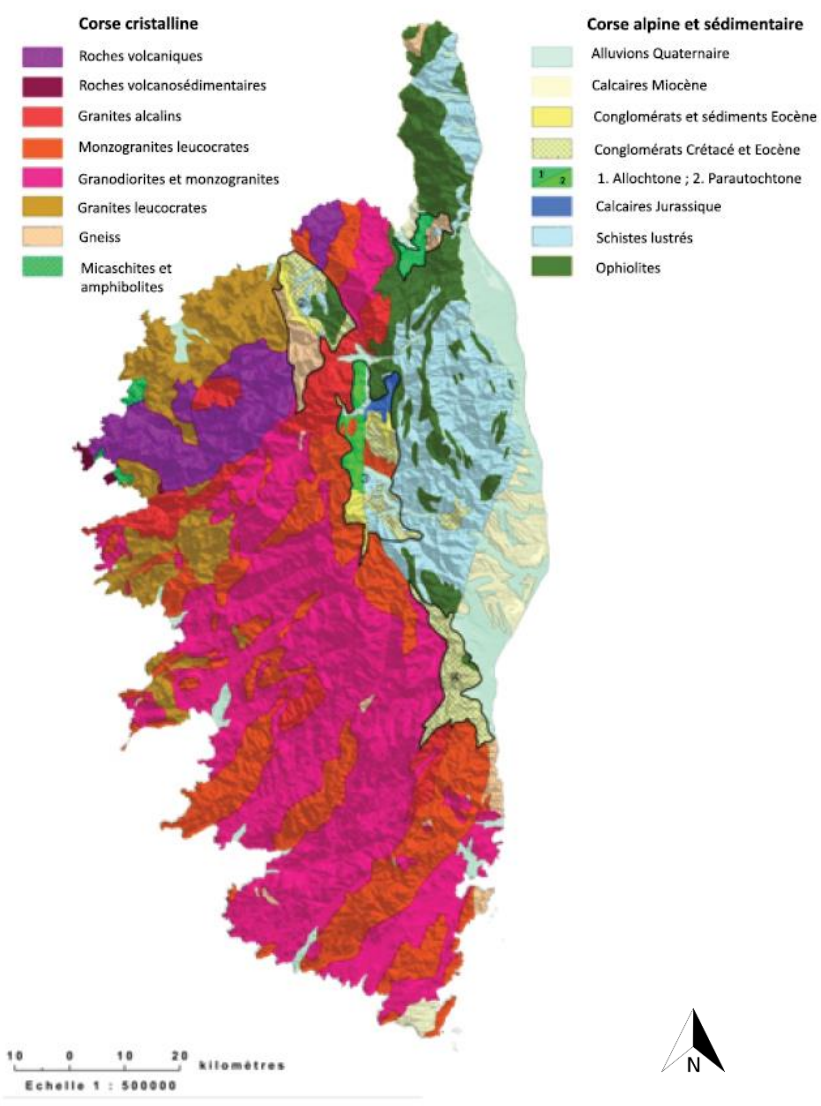


Figure 12 : Formations géologiques de la Corse. Source : BRGM

1.2.2.3. UNE DYNAMIQUE SEDIMENTAIRE SPECIFIQUE

La caractérisation de la dynamique littorale doit être réalisée à l'échelle de la cellule hydrosédimentaire. Il s'agit d'une unité d'analyse homogène, au sein de laquelle on considère que les circulations sédimentaires ont un fonctionnement autonome par rapport aux cellules voisines. Ses limites sont souvent définies par des obstacles naturels ou par des infrastructures maritimes, susceptibles de modifier les transits sableux (Balouin *et al.*, 2012). Le site d'étude est situé sur la cellule « Lupino-Golo ». Elle possède un linéaire côtier d'environ 19 km et est délimitée par deux frontières naturelles : le changement de morphologie côtière au Nord, c'est-à-dire la limite marquant le passage d'une côte sableuse à une côte rocheuse et, l'embouchure du Golo au Sud. Les plages y sont étroites, de 30 m à 40 m de large, et les massifs dunaires peu développés, de 1 m à 2 m de haut (Stépanian *et al.*, 2017).

Figure 13: Evolution historique du trait de côte 1937-2013 sur la cellule sédimentaire « Lupino-Golo ». Série de transects perpendiculaires au trait de côte générés tous les 50 m (en vert : accrétion, en rouge : érosion). Source : BRGM et Conservatoire du littoral.

La dynamique sédimentaire est caractérisée par une érosion forte au niveau de l'embouchure du Golo de -204 m et une accrétion au niveau du Grau de l'étang de Biguglia de + 55 m, en 76 ans (Figure 13). A l'inverse de ces deux embouchures qui subissent de fortes contraintes, le reste du lido possède une dynamique plutôt stable, due à l'alternance de périodes d'érosion, de stabilité et d'accrétion au cours de l'année. En effet, le recul du trait de côte est évalué en moyenne à 7 m en 76 ans et les taux d'érosion les plus forts sont de – 1,50 m/an, contre + 1 m/an pour les taux d'avancée (Stépanian *et al.*, 2017).

Les vents, la houle et les courants sont les agents hydrodynamiques possédant la plus grande influence sur le littoral du site d'étude. En effet, la marée ne constitue pas un facteur déterminant dans la formation des tempêtes, avec une amplitude maximale en vive-eau de 0,4 m NGF (Stépanian *et al.,* 2010). Le site d'étude est concerné par trois vents dominants (Figure 14) : le « Sirocco » de secteur E-SE et SE, chaud et humide, agit principalement durant la période estivale en apportant, en partie, des poussières provenant d'Afrique du Nord ; le « Grecale » de secteur N, N-NE pouvant être très violent durant l'automne et l'hiver. Le « Libeccio » de secteur SO est, contrairement aux précédents, un vent de terre et agit durant la période hivernale et au début du printemps (Figure 15) (Stépanian *et al.,* 2010). Ces

quatre dernières années, la station météorologique de Bastia a enregistré une accentuation des vents de N-NE. Les houles de forte énergie, à l'origine des vagues de tempêtes, proviennent de différentes directions et engendrent des transports sédimentaires dans le sens du profil de la plage (perte de sédiment vers le large ou fort apport sur la plage) (Stépanian *et al.*, 2017). Le littoral du site d'étude est également soumis à des courants (d'origine houleuse) de faible énergie et de secteur S-SE, provoquant une dérive littorale orientée du Sud au Nord de la cellule sédimentaire (Stépanian *et al.*, 2017).

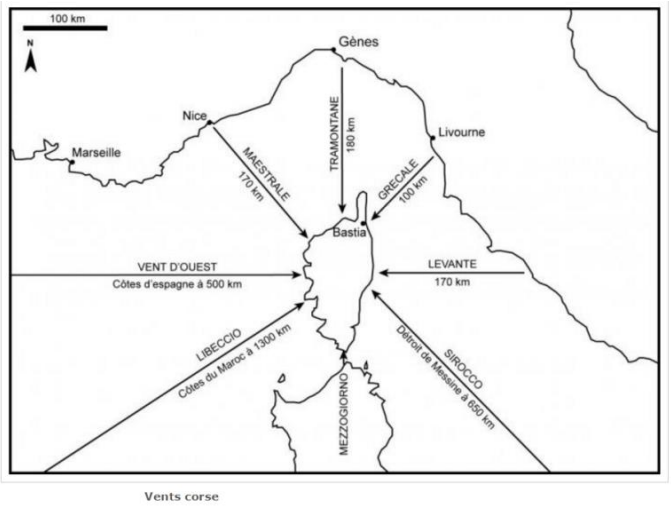


Figure 14 : Les vents dominants en Corse. Source : ROL Corse.

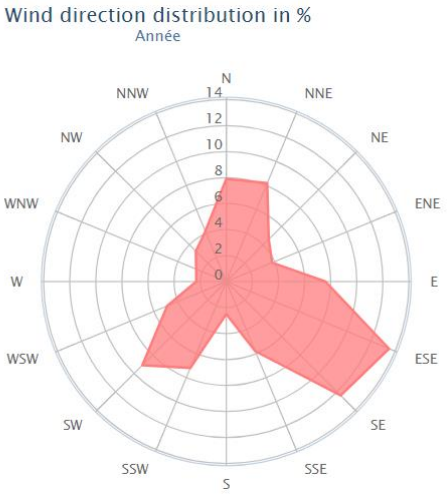


Figure 15 : Direction des vents dans le secteur de Bastia (en % ; moyenne des années 2000 à 2016). Source : www.windfinder.com

1.2.3. UNE PRESSION ANTHROPIQUE CONSIDERABLE

La Corse constitue une des régions françaises ayant connu la plus forte croissance démographique depuis 1999, liée principalement à l'attraction des pôles urbains, notamment les villes d'Ajaccio et de Bastia. Conjointement, les couronnes périurbaines autour de Bastia, c'est-à-dire les communes de Furiani, Biguglia, Borgo et Lucciana, situées sur le lido de la Marana, se sont développées durant les années 1970 grâce à la modernisation du réseau routier et à l'aménagement du pont de Chjurlinu, reliant le lido à l'agglomération Bastiaise. Ainsi, ce cordon littoral a vu son nombre de logements augmenter de 1 680 à 17 349 en quarante ans (1968-2008) (Etourneau, 2014). Il représente également la zone de loisirs et de tourisme de Bastia, à travers, notamment, les communes de Biguglia et de Borgo, qui possèdent la capacité d'accueil touristique la plus importante. Elles sont le lieu d'activités nautiques et de plein air (courses à pieds, roller, cyclisme sur la piste cyclable bordant l'étang de Biguglia...) et regroupent également des clubs hippiques, favorisant l'augmentation de la fréquentation touristique. Ainsi, durant la haute saison, le taux d'occupation du lido (logement touristique) est d'environ 70%, soit 300 000 nuitées réalisées chaque année (Etourneau, 2004).

1.2.4. LES ASPECTS ADMINISTRATIFS ET REGLEMENTAIRES

Il est indispensable de tenir compte de l'ensemble des réglementations du site d'étude, qui constituent souvent des contraintes dans le cadre de la réalisation d'aménagements. Les modalités d'application de

l'ensemble des protections réglementaires énoncées ci-dessous sont précisées dans le tableau présenté en annexe 3 (www.legifrance.gouv.fr).

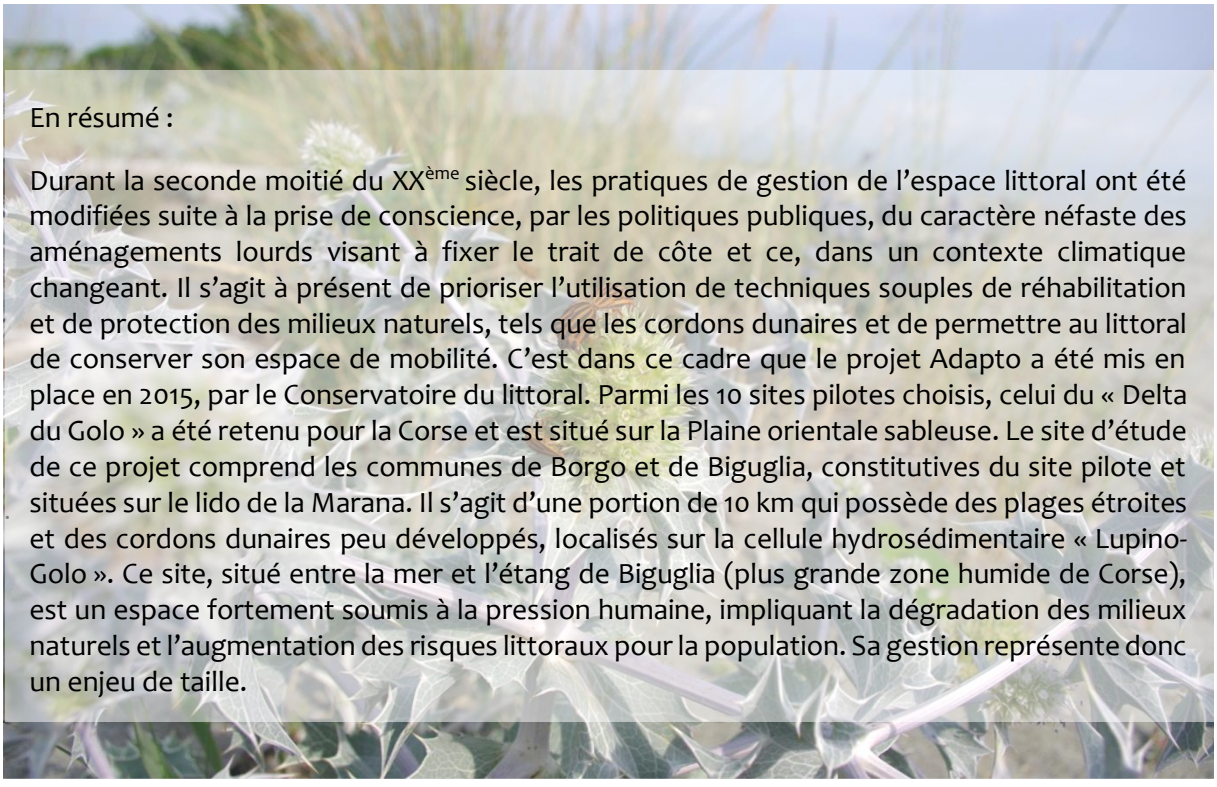
Depuis 2015, le plan d'aménagement et de développement durable de la Corse (PADDUC) est mis en place pour aménager le territoire insulaire (Conservatoire du littoral, 2015a). Il comprend un volet mer, valant schéma de mise en valeur de la mer (SMVM), qui a pour but de préserver et valoriser le patrimoine terrestre et marin de l'ensemble des communes littorales de la Corse.

Ce volet :

- Précise et affine les modalités d'application de la loi « Littoral » du 3 janvier 1986, qui établit les principes pour la protection et la mise en valeur de l'espace littoral ;
- Identifie « les espaces remarquables et caractéristiques du patrimoine naturel et culturel du littoral et les milieux nécessaires au maintien des équilibres écologiques au titre de la loi « Littoral ». L'article L.146-6 du code de l'urbanisme, établit la liste des espaces et milieux susceptibles de répondre à cette dénomination et d'être préservés : les dunes, les plages et les lidos, les landes côtières, les estrans et les falaises » ;
- Définit les vocations des plages (Annexe 3) selon leur fréquentation, leur contexte environnemental et géographique afin d'y gérer les activités et usages. La délivrance d'occupation du domaine public doit ainsi tenir compte de ces dispositions (PADDUC, 2015).

Aussi, la réglementation concernant l'utilisation du domaine public maritime (DPM), ainsi que les prescriptions du plan local d'urbanisme (P.L.U) de la commune de Borgo et celles des plans de prévention du risque inondation (P.P.R.I) des deux communes d'études, sont décrites en annexe 3.

Enfin, pour la prise en compte de la richesse patrimoniale lors de projets susceptibles d'avoir un impact sur le milieu naturel, l'ensemble du site d'étude, y compris le cordon dunaire, a été identifié au titre d'une zone naturelle d'inventaire écologique faunistique et floristique (ZNIEFF) de type 1. Au total, 383 espèces ont été répertoriées sur la totalité de la zone d'inventaire et deux d'entre elles ont permis de déterminer l'intérêt de cette dénomination : le *Podiceps cristatus* (Linnaeus, 1758) (avifaune) et le *Kosteletzkya pentacarpos* (L.) Ledeb., 1842 (flore) (site INPN).



En résumé :

Durant la seconde moitié du XX^{ème} siècle, les pratiques de gestion de l'espace littoral ont été modifiées suite à la prise de conscience, par les politiques publiques, du caractère néfaste des aménagements lourds visant à fixer le trait de côte et ce, dans un contexte climatique changeant. Il s'agit à présent de prioriser l'utilisation de techniques souples de réhabilitation et de protection des milieux naturels, tels que les cordons dunaires et de permettre au littoral de conserver son espace de mobilité. C'est dans ce cadre que le projet Adapto a été mis en place en 2015, par le Conservatoire du littoral. Parmi les 10 sites pilotes choisis, celui du « Delta du Golo » a été retenu pour la Corse et est situé sur la Plaine orientale sableuse. Le site d'étude de ce projet comprend les communes de Borgo et de Biguglia, constitutives du site pilote et situées sur le lido de la Marana. Il s'agit d'une portion de 10 km qui possède des plages étroites et des cordons dunaires peu développés, localisés sur la cellule hydrosédimentaire « Lupino-Golo ». Ce site, situé entre la mer et l'étang de Biguglia (plus grande zone humide de Corse), est un espace fortement soumis à la pression humaine, impliquant la dégradation des milieux naturels et l'augmentation des risques littoraux pour la population. Sa gestion représente donc un enjeu de taille.

2. METHODOLOGIE

Cette partie présente la méthodologie mise en place pour la réalisation d'un état des lieux exhaustif du site d'étude. Etant identique pour les deux communes, il s'agit, dans ce mémoire, de présenter uniquement le travail réalisé sur la commune de Borgo. Bien que l'étude soit essentiellement portée sur le cordon dunaire, le recueil de données et la prospection de terrain ont également été menés de façon plus succincte, en arrière du cordon dunaire.

2.1. LE RECUEIL DE DONNEES

La première phase de travail a consisté à collecter l'ensemble des travaux réalisés sur le site d'étude ayant un lien avec le projet Adapto, ainsi que ceux ayant un intérêt au regard de ce projet.

2.1.1. LA METHODOLOGIE ADAPTO

2.1.1.1. LA SECTORISATION ETABLIE PAR LE CONSERVATOIRE DU LITTORAL

Sur le site d'étude, le Conservatoire du littoral a établi une typologie des espaces et distingue les fenêtres naturelles des espaces urbanisés. Au sein des fenêtres naturelles, les « espaces naturels protégés » représentent les sites acquis par le Conservatoire du littoral. Ils n'ont pas été étudiés au cours de ce stage mais servent de site de référence, puisque des travaux de réhabilitation des milieux y ont été entrepris. Les « espaces naturels non protégés », qualifiés d'« espaces naturels » dans ce mémoire, constituent les secteurs possédant un degré de naturalité élevé. Ils sont peu anthropisés mais également « laissés à l'abandon », soit non valorisés. Au sein des espaces urbanisés, il est possible de distinguer ceux ayant une vocation touristique, c'est-à-dire, dont les installations et les aménagements sont destinés au divertissement (centres de loisirs, restauration, campings, centres équestres notamment), de ceux ayant une vocation résidentielle. Ces derniers comprennent l'ensemble des habitations, souvent regroupées sous forme de lotissements, parfois relativement étendus. Cette sectorisation a été reprise dans le cadre de ce mémoire, de façon à conserver la même base de travail et d'assurer la cohérence des travaux entre eux. Les secteurs de la commune de Borgo sont présentés sur la Figure 16 ci-dessous :

Figure 16 : Sectorisation de la commune de Borgo en fonction de la vocation du secteur. Fond de carte : IGN-BD ORTHO 2016 RGF 93-Lambert 93. Source : Alain Freytet et Aurélie Essartier

2.1.1.2. L'ANALYSE DE L'EVOLUTION HISTORIQUE ET FUTURE DU TRAIT DE COTE

Dans le cadre du projet Adapto, le Conservatoire du littoral travaille, depuis 2015, en partenariat avec le bureau de recherche géologique et minière (BRGM). La convention mise en place entre les deux organismes leur permet d'échanger et de travailler sur les données, notamment celles du BRGM relatives à l'évolution du trait de côte du site. Le Conservatoire a, de son côté, récupéré les nombreuses photographies aériennes disponibles depuis 1937 et a, en interne, digitalisé le trait de côte de 1937 à 2013 et traité son évolution (Stépanian *et al.*, 2017). De son côté, le BRGM, via son expérience, a analysé l'évolution du littoral. Sur cette période, il a défini des seuils permettant de décrire l'évolution du trait de côte. Il est stable lorsqu'il évolue entre -10 m et + 10 m, en érosion en deçà de -10 m et en érosion forte en deçà de -40 m. Au contraire, il en accrétion au-delà de + 10 m et en accrétion forte au-delà de + 40 m (Balouin *et al.,* 2012).

Figure 17 : Evolution historique du trait de côte 1937-2013 sur la commune de Borgo. Source : BRGM. 2012.

Suite à l'analyse des taux d'évolution historique et à partir du trait de côte de référence datant de 2016, le plus récent disponible, le BRGM a réalisé la projection future de l'évolution du rivage à l'échéance 2050. Trois scénarios, du moins pessimiste au plus pessimiste, sont disponibles (Stépanian *et al.,* 2017):

- « TDC 2050 » : le trait de côte à l'horizon 2050, basé uniquement sur l'analyse et la projection des taux d'évolution historique du trait de côte ;
- « TDC 2050 Lmax » : il correspond au « TDC 2050 » auquel est ajoutée l'estimation du recul potentiel maximal engendré par une tempête, de l'ordre de 15 m. Ce recul a été estimé sur la base des relevés des positions du pied de dune sur le lido de la Marana.
- « TDC 2050 Lmax CC (changement climatique) » : il équivaut au TDC 2050 Lmax complété par la prise en compte de l'élévation du niveau marin, évaluée par le BRGM sur la façade

maritime métropolitaine, de + 10 cm à + 50 cm à l'horizon 2050. Le recul a ensuite été estimé en moyenne à 20 m.

2.1.1.3. La mise en place d'un cahier des charges de nettoyage raisonne des plages

Jusqu'en 2016, le nettoyage mécanique des plages était quasi-systématique sur le lido de la Marana entrainant la dégradation des dunes, liée à la circulation des engins et l'accumulation des dépôts occasionnant l'asphyxie des espèces dunaires. Cela engendre également un risque de déstabilisation du système sédimentaire, étant donné la quantité de sable prélevée lors du ramassage. Dans ce cadre, le Conservatoire du littoral a élaboré, en 2017, un cahier des charges pour le nettoyage raisonné des plages. Il définit la nécessité et la procédure de nettoyage en fonction de la fréquentation touristique sur les plages, sur les secteurs préétablis. Afin d'évaluer cette fréquentation, le nombre de personnes présentes sur les plages a été compté sur l'ensemble des communes du lido de la Marana. Ce travail a été réalisé par photo-interprétation d'images prises par drone, en 2016 et 2017, correspondant aux années de programmation des campagnes photos. Un ratio, correspondant au nombre de personnes sur la plage sur 100 m de linéaire, a ensuite été calculé par secteur. Ces dernières données ont été analysées statistiquement dans la partie 2.3 de ce mémoire.

2.1.2. L'ecologie du site

Les données écologiques acquises sur le littoral du lido de la Marana ont été réalisées dans le cadre de différentes études visant à caractériser la végétation du littoral du site d'étude.

En 2002, la végétation d'une partie du lido de la Marana a été cartographiée et analysée (Argagnon, 2002). Cependant, l'ancienneté de la cartographie la rend inutilisable dans le cadre de ce projet, puisque la végétation a évolué depuis 2002. En 2016, le bureau d'études BIOTOPE l'a actualisée sur les espaces naturels du lido de la Marana. L'objectif était d'étoffer la cartographie de l'étang de Biguglia existante, en réalisant une prospection sur ses berges (Delay, 2017).

2.2. La prospection de terrain

La réalisation de l'état des lieux d'un site passe par une connaissance fine de ce dernier. Pour ce travail, la prospection de terrain a pour objectif principal, de caractériser l'ensemble des éléments provoquant l'altération des dunes, de façon à limiter leurs effets, ou à les enrayer lorsque cela est possible. Les habitats constitutifs du cordon dunaire ont également été caractérisés au droit des espaces urbanisés, pendant ce stage. En effet, la végétation dunaire fournit des informations non négligeables concernant son niveau d'altération et donc sur la nécessité de le réhabiliter et/ou de le protéger.

2.2.1. Le recensement d'amenagements divers sur le cordon dunaire

La totalité du site d'étude, soit 10 kilomètres de linéaire côtier, a été prospectée afin de localiser l'ensemble des aménagements et des divers matériaux d'origine anthropique, présents sur le cordon

dunaire et en arrière de celui-ci. L'ensemble des éléments ont été relevés directement sur le terrain au moyen d'orthophotographies aériennes imprimées, puis matérialisés sur le logiciel Arcgis de système d'information géographique (SIG).

2.2.2. LES RELEVES D'ESPECES VEGETALES EXOTIQUES ENVAHISSANTES

Les espèces végétales exotiques envahissantes (EEE), dont l'introduction est principalement d'origine anthropique, entrent en compétition avec les espèces pionnières et diminuent la richesse floristique des habitats dunaires (Bardet, 2015). Leur identification a été basée sur les relevés de BIOTOPE et le recensement établi par le Conservatoire Botanique National de Corse, qui distingue les espèces envahissantes avérées et potentielles. La détermination des espèces présentes sur le terrain a été réalisée au moyen de l'ouvrage *Flora Corsica* (Jeanmonod et Gamisans, 2013).

Figure 18 : Recouvrement en EEE par rapport à la surface totale du cordon dunaire - secteur 6 de la commune de Borgo. Source : IGN, Conservatoire du littoral, DDTM.

Afin d'avoir une connaissance précise de la surface recouverte par ces espèces sur les dunes, une cartographie a été réalisée au moyen de l'outil GPS Trimble et du logiciel ArpentGIS. L'objet créé est une surface lorsque celle-ci est supérieure à 5 m² et un point lorsqu'elle est inférieure à 5 m². Dans ce dernier cas, la surface arbitraire attribuée à l'entité « point » est de 5 m² (Figure 18).

Pour rendre compte de l'impact de ces espèces sur les dunes, leur taux de recouvrement a été évalué sur chaque secteur du site d'étude. Le recouvrement constitue ici, la surface en espèces végétales envahissantes (toutes espèces confondues) relevée sur un secteur et rapportée à la surface totale du cordon dunaire de ce même secteur (Figure 18).

2.2.3. LES ETUDES PROSPECTIVES COMPLEMENTAIRES

2.2.3.1. LA CARACTERISATION DES HABITATS CONSTITUTIFS DU CORDON DUNAIRE

L'objectif de cette étude est de réaliser une première ébauche cartographique des habitats constitutifs du cordon dunaire au droit des espaces urbanisés, en continuité des travaux réalisés par BIOTOPE sur ce site. Les milieux dunaires les plus dégradés, pour lesquels la flore ne peut être identifiée, n'ont pas fait l'objet d'une cartographie. Plusieurs prospections de terrain ont permis de réaliser des relevés ponctuels d'espèces végétales sur le cordon dunaire et de procéder à leur identification au moyen de *Flora Corsica* (Jeanmonod et Gamisans, 2013) et du *Guide des plantes méditerranéennes* (Paradis et Gomila, 2016). La période propice de prospection correspond à la période de floraison qui s'échelonne d'avril à juin selon les espèces. Les espèces caractéristiques de chaque habitat dunaire du site d'étude ont été identifiées sur la base des travaux de BIOTOPE, des données phytosociologiques du *Prodrome des végétations de Corse* (Reymann et al., 2016) et, du référentiel européen de description hiérarchisée des milieux naturels, Corine Biotope.

2.2.3.2. LES RELEVES D'ESPECES PATRIMONIALES

Les relevés ponctuels d'espèces patrimoniales ont été effectués au moyen de l'outil GPS, uniquement sur le cordon dunaire. Il s'agit d'observations opportunistes réalisées sur la base des espèces patrimoniales identifiées par BIOTOPE en 2016 sur le site d'étude.

2.3. L'ANALYSE STATISTIQUE DE LA FREQUENTATION TOURISTIQUE SUR LES PLAGES

Une fréquentation importante des plages peut nuire considérablement au maintien des dunes. Il est donc indispensable de connaitre sa répartition afin d'évaluer s'il est nécessaire de la gérer et comment y parvenir. En 2017, le Conservatoire a évalué la fréquentation du lido en calculant un ratio par vocation (représentant le nombre de personnes sur 100 m de linéaire). En d'autres termes, sur une commune composée de deux secteurs naturels distincts, un seul ratio a été calculé. Afin d'affiner l'analyse, la méthodologie a évolué dans le cadre de ce travail et consiste à analyser chaque secteur de façon distincte. A partir des ratios ainsi calculés et présentés en annexe 4, une analyse statistique a été réalisée sur le logiciel R, l'objectif étant de savoir comment se répartit le public sur les plages au regard de la sectorisation établie par le Conservatoire.

Ainsi, le test de l'Anova ou analyse de variance, a permis de rechercher une éventuelle corrélation entre la fréquentation des plages et la sectorisation établie par le Conservatoire (Ramousse *et al,* 1996). Le test des comparaisons multiples de Tukey a ensuite été réalisé afin de comparer les différents secteurs entre eux et de savoir s'ils diffèrent par leur niveau de fréquentation. Enfin, les données ont été représentées graphiquement afin de mettre en évidence la répartition de la fréquentation sur le site d'étude (Guyader, 2015).

Afin d'augmenter la précision du test statistique, les données de fréquentation des quatre communes du lido de la Marana (Borgo, Biguglia, Furiani et Lucciana) ont été utilisées. Le jeu de données est constitué de deux variables quantitatives à expliquer (fréquentation en 2016 et en 2017) et de deux variables

qualitatives (ou facteurs), comprenant, trois à quatre modalités : la vocation du secteur (naturelle, touristique et résidentielle) et la commune (Borgo, Biguglia, Furiani et Lucciana). Au total, le jeu de données a été recueilli sur 23 secteurs. Afin de s'affranchir des biais et pour que les comparaisons interannuelles soient fiables, les valeurs ont été standardisées. En effet, certains facteurs ont une influence directe sur la fréquentation touristique, tels que le jour du survol, l'heure de prise de vue ou encore les conditions météorologiques. Ainsi, chaque observation a été exprimée en ratio du nombre total de personnes recensées sur l'intégralité du linéaire du lido (Tableau 1), comme suit :

Tableau 1 : Présentation du tableau de données utilisé dans le cadre de l'analyse statistique

Secteur	Commune	Vocation	Fréquentation 2017	Fréquentation 2016
1	*Borgo*	*naturelle*	0.000547205603385379	0.000930088206628396
2	*Borgo*	*naturelle*	0.00207509881422925	0.00148507630905499
3	*Borgo*	*touristique*	0.00910265445149166	0.0109931416980503
4	*Borgo*	*naturelle*	0.00585791501351274	0.00549758019667449
5	*Borgo*	*residentielle*	0.0175569564255696	0.0179754821102214
6	*Borgo*	*touristique*	0.01173300886494	0.0122454905980873
7	*Borgo*	*residentielle*	0.00408227352272727	0.00739554742299482
8	*Biguglia*	*residentielle*	0.00412828089692334	0.00256572183959923
9	*Biguglia*	*touristique*	0.016777022190408	0.0162691237245847
10	*Biguglia*	*naturelle*	0.00139553429027113	0.000240766600857129
11	*Biguglia*	*residentielle*	0.000505050505050505	0.000
12	*Biguglia*	*naturelle*	0.000110918851768047	0.000
13	*Biguglia*	*residentielle*	0.00110505377928393	0.00202654977922964
14	*Furiani*	*naturelle*	0.00215617715617716	0.000328430337579468
15	*Furiani*	*naturelle*	0.0108317214700193	0.00947356809613725
16	*Furiani*	*touristique*	0.0223262032085561	0.0244335611646305
17	*Furiani*	*residentielle*	0.0071969696969697	0.00457456541628545
18	*Lucciana*	*residentielle*	0.00445009535918627	0.00409471589709467
19	*Lucciana*	*naturelle*	0.000378787878787879	0.00304971027752364
20	*Lucciana*	*naturelle*	0.00228310502283105	0.00200528894960458
21	*Lucciana*	*touristique*	0.0121753246753247	0.0126345140068836
22	*Lucciana*	*residentielle*	0.00508996212121212	0.00514638609332113
23	*Lucciana*	*naturelle*	0.000284090909090909	0.000182982616651418

2.4. L'EVALUATION DES MENACES

Le recueil de données, la prospection de terrain, ainsi que l'analyse statistique ont permis de mettre en évidence les principales menaces sur le site d'étude. Ainsi, leur évaluation consiste en l'attribution d'une note à chaque menace, de 0 à 3, le niveau 3 étant le plus fort. Cela permet de hiérarchiser les niveaux de menace. Pour une meilleure visualisation de l'ensemble des données, une couleur, du vert au rouge, a également été attribuée à chaque note. Le système de notation a été réalisé de manière arbitraire. Il permet d'obtenir des données comparables entre chaque secteur, à partir d'une méthodologie reproductible et, de définir une stratégie d'action. Il ne possède pas de réelle valeur scientifique, bien que, la plupart du temps, les niveaux de menaces soient définis en appui de la bibliographie, des prospections de terrain, des analyses statistiques et définis de manière concertée avec les agents du Conservatoire. Evaluer les menaces, revient donc à créer la « carte d'identité » de chaque secteur. Représenté sous forme de diagrammes en radar réalisés sur Excel, ce travail consiste à vulgariser les

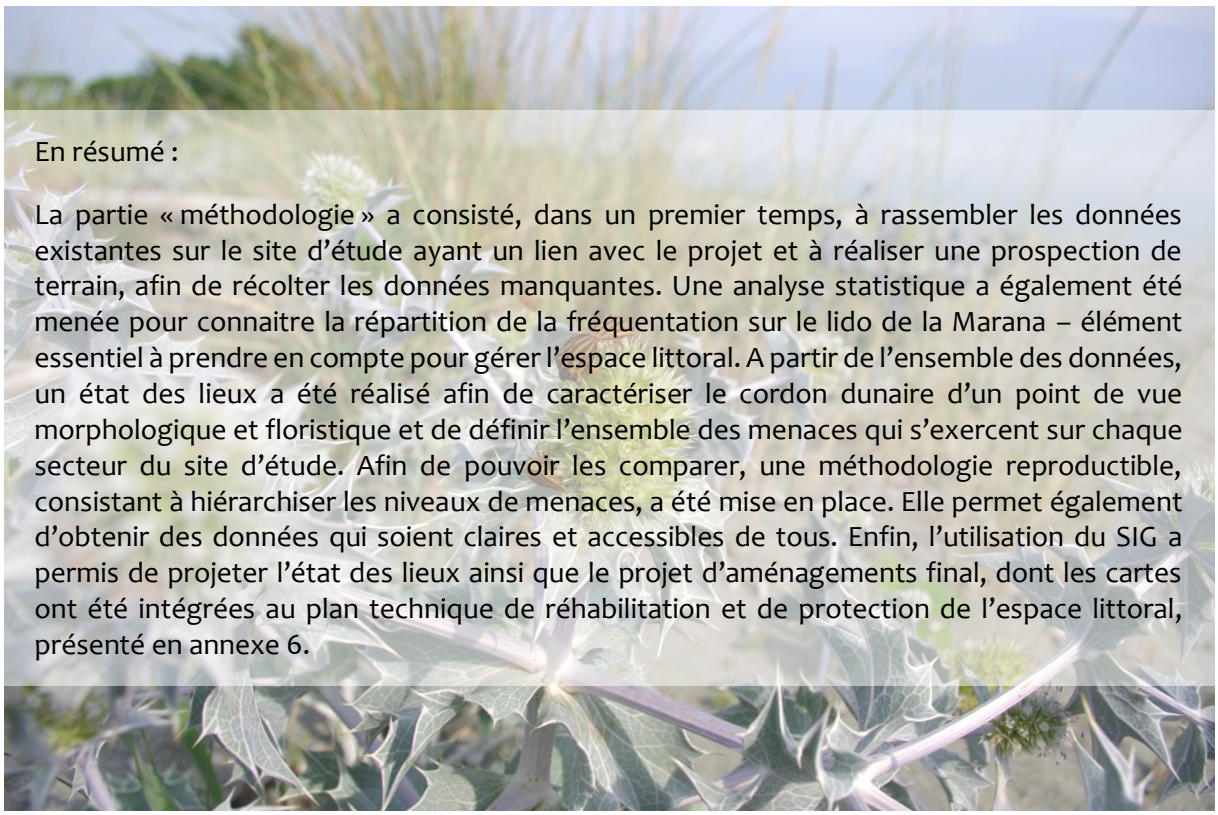
données, de façon à les rendre accessibles à un public moins averti. Il constituera un atout de taille pour la concertation qui sera réalisée à la suite de ce stage.

2.5. LE REPORT ET LA PROJECTION DES DONNEES SUR SIG

Le système d'information géographique (SIG) permet d'emmagasiner, de visualiser et de représenter dans le temps et dans l'espace, un certain nombre d'informations superposables. Le logiciel ArcGIS constitue la plateforme cartographique utilisée dans le cadre de ce projet.

L'ortho-photographie de l'IGN de 2016 (RGF 93, Lambert 93) ainsi que l'ortho-photogrammétrie de 2017 (RGF 93, CC42) provenant du bureau d'études EGIS ont été exploitées afin de reporter spatialement l'ensemble des observations de terrain. Cette dernière technique diffère de l'ortho-photographie de base par son niveau de détail. Elle a également été utilisée pour réaliser la cartographie des habitats dunaires en évaluant la différence du recouvrement végétal par photo-interprétation. Bien que ces photogrammétries possèdent une bonne résolution, certains éléments restent difficilement interprétables, tels que les espèces végétales exotiques envahissantes pouvant être confondues avec d'autres espèces pionnières. C'est pour cette raison que l'outil GPS a été utilisé, dans ce cas précis, pour établir leur cartographie.

L'ensemble des données constitutives de l'état des lieux, ainsi que les aménagements finaux relatifs à la protection et à la réhabilitation du cordon dunaire, ont été projetés sur ortho-photographie. Les cartes ont été réalisées à l'échelle du 1/2 000 au 1/3 000 (selon la longueur du linéaire du secteur), afin d'avoir un niveau de précision pour le projet.



En résumé :

La partie « méthodologie » a consisté, dans un premier temps, à rassembler les données existantes sur le site d'étude ayant un lien avec le projet et à réaliser une prospection de terrain, afin de récolter les données manquantes. Une analyse statistique a également été menée pour connaitre la répartition de la fréquentation sur le lido de la Marana – élément essentiel à prendre en compte pour gérer l'espace littoral. A partir de l'ensemble des données, un état des lieux a été réalisé afin de caractériser le cordon dunaire d'un point de vue morphologique et floristique et de définir l'ensemble des menaces qui s'exercent sur chaque secteur du site d'étude. Afin de pouvoir les comparer, une méthodologie reproductible, consistant à hiérarchiser les niveaux de menaces, a été mise en place. Elle permet également d'obtenir des données qui soient claires et accessibles de tous. Enfin, l'utilisation du SIG a permis de projeter l'état des lieux ainsi que le projet d'aménagements final, dont les cartes ont été intégrées au plan technique de réhabilitation et de protection de l'espace littoral, présenté en annexe 6.

3. ETAT DES LIEUX ET DIAGNOSTIC

3.1. LA CARACTERISATION DU SITE D'ETUDE

La nécessité et les procédures de réhabilitation et de protection de l'espace littoral passent avant tout par la connaissance physionomique des dunes qui le compose, incluant leur morphologie et la végétation qui participe à la fixation et à la stabilisation dunaire (Paskoff, 1996). Elle passe également par la connaissance fine du site d'étude, nécessitant de caractériser l'ensemble des menaces qui s'y exercent.

3.1.1. UN LIEN ETROIT ENTRE LA MORPHOLOGIE DES DUNES ET LE BILAN SEDIMENTAIRE DU LITTORAL

La caractérisation morphologique des dunes repose sur la distinction entre les « dunes de premières lignes » qui se situent immédiatement en arrière des plages et, les « champs de dunes », plus ou moins étendus vers l'intérieur des terres (Figure 19) (Paskoff, 1996). La formation des dunes de premières lignes est conditionnée par le bilan sédimentaire du littoral (Favennec, 2001). Sur le site d'étude, les secteurs dont le rivage est équilibré (-10 m à + 10 m), subissent une alternance d'érosion et d'accrétion au cours de l'année. Sur ces secteurs, il est possible, au cours de la période d'engraissement, de distinguer des « avant-dunes » de premières lignes, susceptibles de disparaitre au cours d'une tempête. En arrière, on retrouve les « dunes fixées » qui sont plus ou moins anciennes et qui résultent de l'accumulation successive d'avant-dunes stabilisées par une végétation de plus en plus dense (Paskoff, 1996).

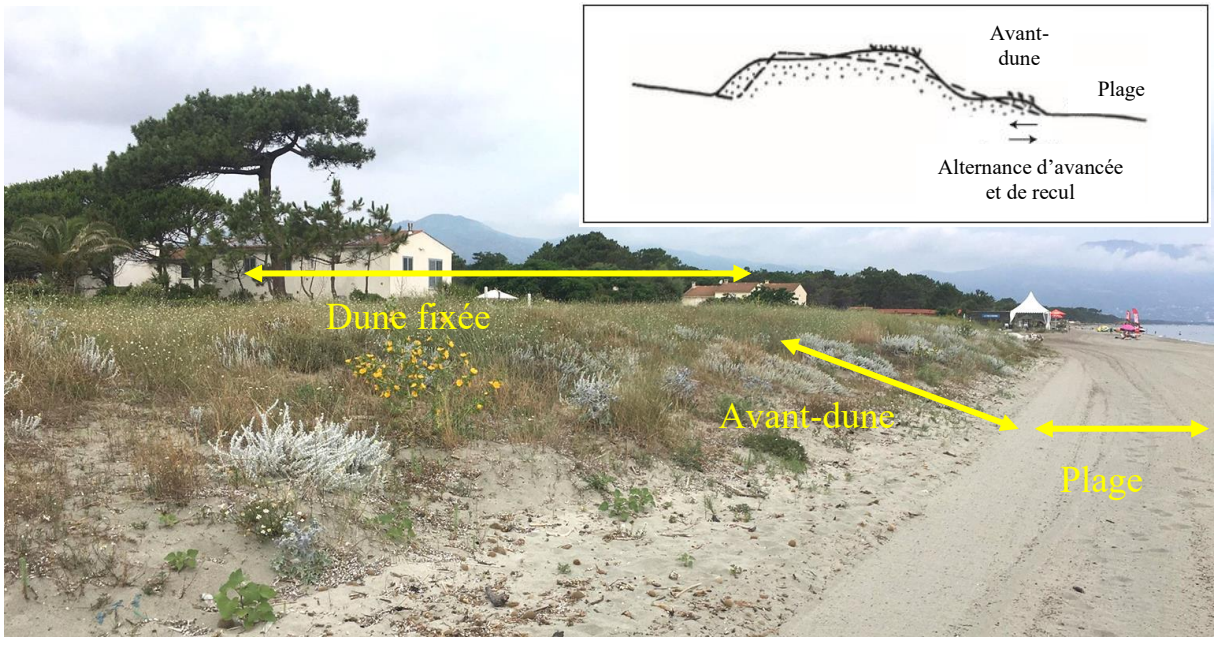


Figure 19 : Présentation de la succession « Plage/Avant-dune/Dune fixée » du site d'étude (secteur 4 résidentiel de Borgo). L'avant-dune ici est en partie dégradée par le nettoyage des plages. Photo Aurélie Essartier. 27/06/2018. Schéma Favennec, 2001.

Un deuxième type de dune de première ligne a également été rencontré sur le site d'étude : les « falaises dunaires » ou « falaises vives » (Figure 20). Il ne s'agit pas à proprement parler de dunes, mais d'escarpements sableux taillés par l'érosion dans des dunes anciennes fixées par la végétation (Paskoff, 1996). C'est le cas par exemple du nord du secteur 3 de Borgo soumis à de l'érosion (de – 10 m à – 40 m). Aussi, bien qu'il soit stable, le sud du secteur 6 de Borgo se présente sous la forme d'une falaise vive, due à l'étroitesse de la plage, ne permettant pas des échanges sableux importants avec la dune (Stépanian, communication orale).

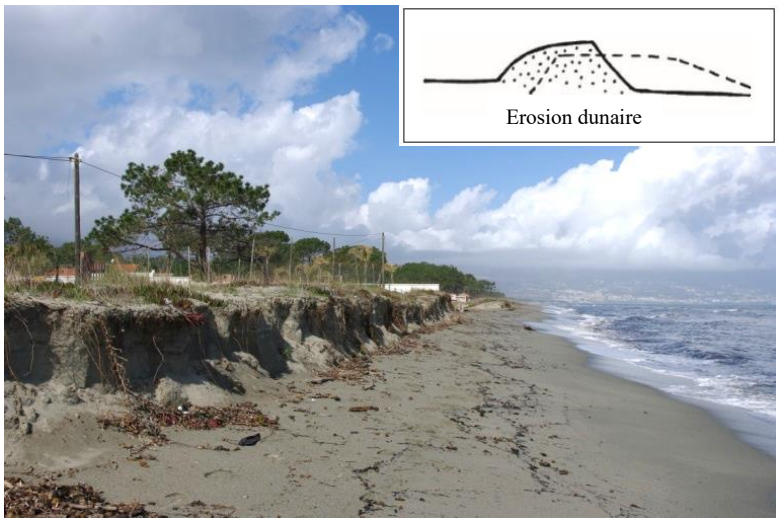


Figure 20 : Falaise dunaire créée sous l'action de la mer (sud du secteur 6 de Borgo). Photo Aurélie Essartier. 16/03/2018. Schéma Favennec, 2001.

3.1.2. La vegetation du cordon dunaire

La végétation dunaire se densifie donc à mesure que l'on s'éloigne des côtes. Ainsi, les formations dunaires correspondent à une zonation d'habitats, de la plage vers l'intérieur des terres (Ley de la Vega *et al.,* 2012). La caractérisation de la végétation a permis d'établir un lien avec la description morphologique développée précédemment.

3.1.2.1. Les habitats dunaires

Au-dessus de la plage nue de sable, les « laisses de mers » constituent un habitat riche en matière organique (Figure 21). Il est donc favorable au développement de plantes halonitrophiles annuelles telles que *Salsola kali* (Soude épineuse) et *Cakile maritima* (Caquillier maritime), qui lui sont caractéristiques. La « dune embryonnaire » (Figure 22) constitue les premières accumulations sableuses et donc l'avant-dune, d'un point de vue morphologique. Elle est caractérisée par une végétation pionnière sabulicole et est représentée par *Sporobolus pungens* (Sporobole piquant), *Elytrigia juncea* (Elyme des sables) et *Echinophora spinosa* (Echinophore épineuse). Les espèces *Achillea maritima* (Diotis maritime) et *Eryngium maritimum* (Panicaut maritime) sont également rencontrées très fréquemment au sein de cet habitat.

Figure 21 : Laisses de mer avec *Salsola kali* (secteur 2 de Borgo). Photo Aurélie Essartier. 22/06/2018.

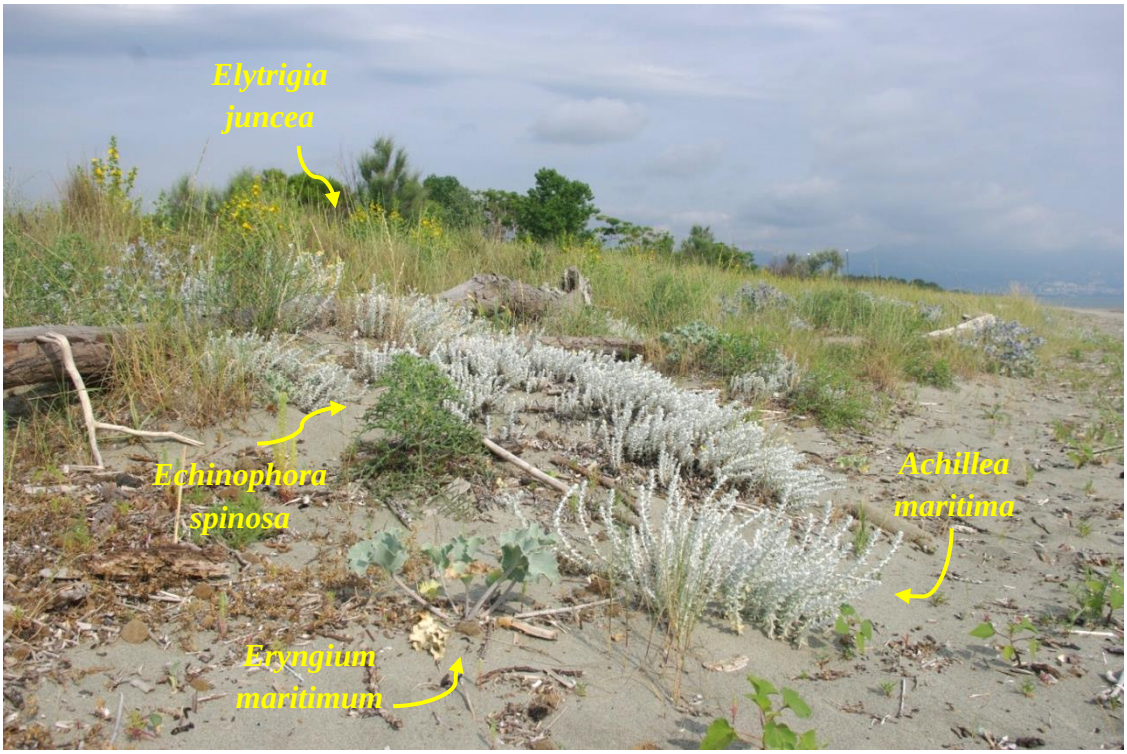


Figure 22 : Végétation de la dune embryonnaire (secteur 2 de Borgo). Photo Aurélie Essartier. 22/06/2018.

En arrière de ce dernier, la « dune blanche », appelée également « dune vive » ou « dune mobile » est caractérisée par *Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea* (Oyat) (Figure 24). Elle possède une végétation sabulicole pionnière plus dense que celle de la dune embryonnaire, constituée fréquemment par *Euphorbia paralias* (Euphorbe des dunes) et *Elytrigia juncea*. Cependant, lorsqu'il existe, cet habitat est réduit en un liseré fin. En effet, seuls quelques pieds d'Oyat se développent sur ce littoral doté d'une faible dynamique éolienne (Argagnon, 2002). Enfin, la « dune grise » correspond à une « dune fixée » par la végétation (Figure 23). Cet habitat, qui descend en pente douce vers l'intérieur des terres, possède une végétation plus stable mais également plus dense, due à un apport de sable limité. Elle est caractérisée par *Pycnocomon rutifolium* (Scabieuse à feuilles de rue) et *Crucianella maritima* (Crucianelle maritime).

Figure 23 : Dune fixée à *Pycnocomon rutifolium* (secteur 4 de Borgo). Photo Aurélie Essartier. 22/06/2018.

Figure 24 : Touffe d'Oyat en bordure de falaise dunaire (secteur 4 de Borgo). Photo Aurélie Essartier. 22/06/2018.

Ces habitats constitutifs des plages et des dunes sont souvent répartis en mosaïque et il n'a pas toujours été évident de distinguer leurs limites. Ils correspondent à des habitats d'intérêts communautaires au titre de la Directive 92/43/CEE « Habitats-Faune-Flore ». L'intitulé Corine Biotopes, ainsi que celui des

habitats génériques, déclinés en habitats élémentaires et le code Eunis, sont présentés dans le Tableau 2 ci-dessous. La cartographie des habitats, réalisée au droit des secteurs urbanisés, est située en annexe 5.

Tableau 2 : Intitulé des habitats constitutifs du cordon dunaire suivant différents référentiels

Référentiel Corine Biotope		**Référentiel Natura 2000**				**Référentiel Eunis**
Code	Intitulé	Code Habitat générique	Intitulé	Code Habitat décliné	Intitulé	Code
16.12	*Groupements annuels des plages de sables*	*1210*	*Végétation annuelle des laisses de mer*	*1210-3*	*Laisses de mer des côtes méditerranéennes*	*B1.12*
16.2112	*Dunes embryonnaires méditerranéennes*	*2110*	*Dunes mobiles embryonnaires*	*2110-2*	*Dunes mobiles embryonnaires méditerranéennes*	*B1.31*
16.2122	*Dunes blanches de la Méditerranée*	*2120*	*Dunes mobiles du cordon littoral à Ammophila arenaria*	*2120-2*	*Dunes mobiles à Ammophila arénaria subsp. australis des côtes méditerranéennes*	*B1.32*
16.223	*Dunes grises ibéro-méditerranéennes*	*2210*	*Dunes fixée du littoral du Crucianellion maritimae*	*2210-1*	*Dunes fixée du littoral méditerranéen du Crucianellion maritimae*	*B1.43*

Le bureau d'études a également identifié, au sein des secteurs naturels, des habitats situés en arrière des dunes grises. La végétation arrière-dunaire est majoritairement composée de fourrés à sclérophylles tels que les Cistes, de pinèdes à *Pinus pinea* (Pin parasol) et à *Pinus pinaster* (Pin maritime) ou encore de maquis. Cette dernière formation correspond, en Corse, à des végétations dégradées par les incendies et le pâturage et qui participent à la fermeture du milieu (évolution naturelle). Elles constituent des mosaïques d'habitats favorables à l'herpétofaune et, notamment, à *Testudo hermannii* (Tortue d'Hermann) (Delay, 2017). Certains secteurs présentent également des dépressions, en arrière du cordon dunaire, favorables au développement d'habitats humides tels que les prés salés, dominés floristiquement et physionomiquement par des Joncs.

3.1.2.2. LA FLORE PATRIMONIALE

La flore patrimoniale correspond à l'ensemble des espèces protégées, menacées ou rares présentes sur le site d'étude (Agence française pour la biodiversité, 2012).

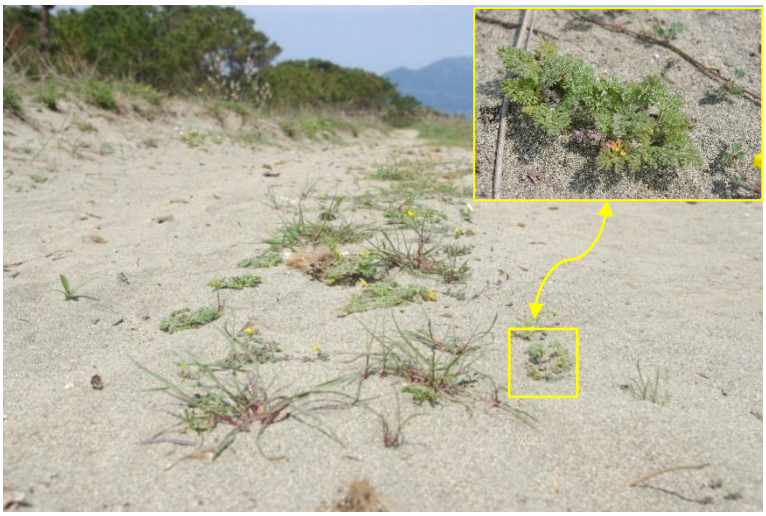


Figure 25 : Répartition de *Pseudorlaya pumila* au niveau d'une piste située sur la dune fixée (secteur 4 de Borgo). Photo Aurélie Essartier. 18/04/2018.

Figure 26 : Pieds de *Saccharum ravennae* (secteur 4 de Borgo). Photo Aurélie Essartier. 18/04/2018.

Parmi les espèces relevées sur le cordon dunaire : *Pseudorlaya pumila*, (Fausse Girouille des sables) (Figure 25) et *Tamarix africana* (Tamaris d'Afrique) sont des espèces protégées au niveau national. L'espèce *Saccharum ravennae* (Canne de Ravenne) est une espèce « Rare » en Corse (Figure 26).

Le Tamaris d'Afrique a été identifié au nord du secteur 6 de Borgo, à proximité d'un accès à la plage et est donc soumis à la pression anthropique. La Canne de Ravenne a été retrouvée de façon localisée sur le secteur 3 de Borgo. La Fausse Girouille des sables est une espèce annuelle qui a principalement été relevée sur les dunes fixées des secteurs 3, 4 et 5 de Borgo, au niveau, notamment, des pistes et des sentiers. L'enjeu pour la protection de cette espèce est double puisqu'elle souffre du piétinement, mais son développement nécessite de maintenir le milieu ouvert (Paradis, communication orale, 2018). Aussi, la présence d'espèces invasives sera susceptible de faire régresser cette espèce.

Pour indication, BIOTOPE a relevé l'Orchidée *Serapias parviflora* (Sérapias à petite fleur), également protégée au niveau national, en arrière du cordon dunaire sur le secteur 1 (naturel) de Borgo.

3.1.2.3. LES ESPECES VEGETALES EXOTIQUES ENVAHISSANTES

Lors des prospections de terrain, certaines espèces végétales invasives (Figure 27) ont pu être observées sur l'ensemble du cordon dunaire et cartographiées :

- *Carpobrotus sp.* (Griffe de sorcière), originaire d'Afrique du Sud ;
- *Opuntia ficus-indica* (Figuier de Barbarie), originaire d'Amérique du Nord ;
- *Agave americana* (Agave américain), originaire d'Amérique Centrale.

Figure 27 : Tapis de *Carpobrotus sp.* et pieds d'*Agave americana* (à gauche) (secteur 6 de Borgo). Photo Aurélie Essartier. 16/03/2018.

Pour procéder à leur élimination, il est essentiel de connaitre leur mode de dissémination. La Griffe de sorcière et le Figuier de barbarie se multiplient de façon sexuée et la dissémination des graines se fait par endozoochorie (déjections animales), mais également par myrmécochorie (transport par les fourmis moissonneuses) pour la Griffe de sorcière (Marco, 2010).

Figure 28 : De gauche à droite : Bulbilles d'Agave. Source : www.palmaris.org. Multiplication de Figuier de barbarie à partir des raquettes. Source : http://graines-de-tortue.com. Drageons d'Agave américain émis par élongation des rhizomes. Source : www.palmaris.org

En ce qui concerne l'Agave, elle se dissémine principalement par voie végétative dans ses aires d'introduction à partir des bulbilles (petites plantes se développant à la base de la fleur) produites (Figure 28) et l'élongation des rhizomes (tiges souterraines) (Figure 28). La Griffe de sorcière se multiplie également par voie végétative par agamospermie (formation de graines sans processus sexuel) et en produisant des stolons (tiges aériennes). C'est également le cas du Figuier de barbarie qui se multiplie à partir des raquettes (tiges aplaties gorgées en eau) (Figure 28) (Marco, 2010).

Rencontrée à proximité de la Fausse Girouille des sables, la griffe de sorcière lui est vraisemblablement nuisible. En effet, cette espèce invasive provoque la diminution des thérophytes (espèces annuelles) et entre en concurrence directe avec les autres espèces végétales pour l'espace et les nutriments. Elle modifie également le bilan hydrique du sol, étant donné son besoin en eau superficielle (Marco, 2010). Afin de se rendre compte de l'impact des espèces végétales exotiques envahissantes sur le site d'étude, le taux de recouvrement sur les dunes a été calculé, pour toutes les espèces confondues. La surface en EEE sur un secteur a été divisée par la surface totale du cordon dunaire sur ce même secteur. Ces taux, exprimés en pourcentages (%), sont présentés dans le Tableau 3 ci-dessous. Majoritairement, ils s'échelonnent de 0 à 20%, avec des valeurs oscillant de 3 % à 5 % pour les taux les plus faibles. Une population dense correspond à un taux de recouvrement supérieur à 25 % de la surface d'occurrence de l'espèce (surface du cordon dunaire) (Bardet, 2015). Le secteur 5 de Borgo, à vocation touristique, est le secteur qui en est le plus densément pourvu.

Tableau 3 : Calcul du taux de recouvrement d'EEE (%) sur le cordon dunaire de la commune de Borgo

Secteur	Surface EEE (m^2)	Surface cordon dunaire (m^2)	Taux de recouvrement en EEE (%)
1	2004,820679	16695,5329	12,00812631
2	186,7725265	3874,508913	4,820547085
3	1045,945779	28181,46529	3,71146698
4	1982,809594	11727,26709	16,90768683
5	2060,892006	7947,962445	25,92981561
6	3341,474225	16921,64823	19,74674204

3.1.3. UNE PRESSION ANTHROPIQUE NON SANS CONSEQUENCES

3.1.3.1. L'URBANISATION

Les milieux naturels ont régressé peu à peu, depuis les années 1970, avec l'urbanisation de l'espace littoral. Actuellement, sur Borgo, plus du tiers du linéaire côtier est urbanisé, avec 24% attribué aux résidences et 13% au tourisme (Figure 29). Les espaces naturels sont présents sur 63% du linéaire total du site d'étude et sont protégés à hauteur de 91%, par le Conservatoire du littoral.

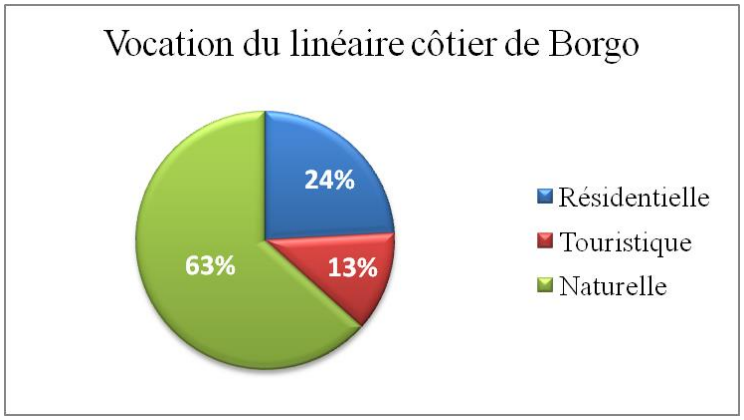


Figure 29 : Vocation du linéaire de la commune de Borgo

Dans les secteurs urbanisés, la majorité du bâti, c'est-à-dire, les habitations et autres installations, est située dans une bande littorale de 100 m et, qui plus est, sur le cordon dunaire. Il restreint donc l'espace de liberté du littoral (Figure 30), c'est-à-dire la zone nécessaire à la mobilité des éléments qui le compose et qui permet de maintenir son équilibre naturel (Direction de l'environnement, 2016). Ces secteurs sont donc d'autant plus soumis aux phénomènes littoraux qu'ils sont proches de la mer. Selon les prédictions du BRGM, il semblerait qu'à l'horizon 2050 Lmax, ces phénomènes n'aient pas d'impact sur les habitations du site d'étude. En revanche, d'après le scénario le plus pessimiste qui inclut la montée des eaux, la totalité du cordon dunaire, ainsi que quelques délimitations de propriétés (murs et clôtures), seront submergées à cette date. Il semblerait même que, sur certains secteurs (secteur 5 et sud du secteur 6 de Borgo), des habitations et autres installations (bungalows, centre nautique…) puissent être submergées. Actuellement, le risque d'érosion côtière (Figure 31), c'est-à-dire le croisement de l'aléas érosion avec les enjeux humains et économiques, semble être faible sur la commune de Borgo. En revanche, si des mesures ne sont pas prises, le risque pourrait devenir bien plus important à l'échéance 2050 (Stépanian *et al.* 2017).

Figure 30 : Espace de liberté restreint par l'urbanisation constitué d'un cordon dunaire très altéré (sud du secteur 6 de Borgo). Photo Aurélie Essartier. 19/04/2018.

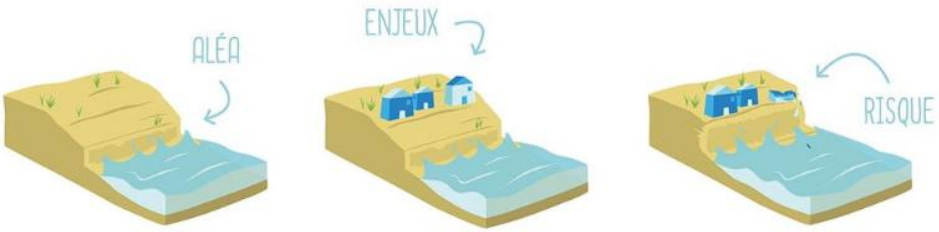


Figure 31 : Risque côtier obtenu en croisant l'aléa érosion avec les enjeux humains et économiques. Source : < http://fr.oceancampus.eu>

3.1.3.2. LA FREQUENTATION

En plus d'être restreint par l'urbanisation, le cordon dunaire est fragmenté sur l'ensemble du site d'étude. Ceci est dû, notamment, à une circulation anarchique des véhicules motorisés sur les plages et les dunes mais également à un piétinement répété sur les sentiers demeurant. Dans certains secteurs, le vent s'engouffre dans les passages et crée de grandes brèches ou « siffle-vents » (Figure 32) dans les dunes, qui tendent à s'ouvrir davantage sous l'effet de l'érosion (Paskoff, 1994).

Figure 32 : Brèche créée par l'Homme dans le cordon dunaire (secteur 3). Photo Aurélie Essartier. 13/03/2018.

A cela, s'ajoute la pression du tourisme estival. Les résultats de l'analyse statistique permettent d'affirmer que la fréquentation des plages est corrélée à la sectorisation. Ils mettent en évidence un niveau de fréquentation similaire dans les secteurs naturels et résidentiels, mais qui diffère de celui des secteurs touristiques, qui sont majoritairement les plus fréquentés (Figure 35). Une fréquentation importante conduit au piétinement répété des espèces végétales pionnières, à l'affaissement du cordon dunaire dû à un passage excessif du public et des véhicules, mais également à la pollution du site.

3.1.3.3. LES DEPOTS D'ORIGINE ANTHROPIQUE

Le cahier des charges mis en œuvre en 2017, dans le cadre du nettoyage raisonné des plages, représente un réel avantage pour la préservation du littoral du site d'étude, dont les plages sont fréquemment polluées. Il constitue un atout à la fois sur le plan écologique, social et économique. Pour rappel, il a pour objectif de redéfinir les modes de nettoyage suivant la nature et la fréquentation du secteur. Il distingue : le nettoyage manuel occasionnel dans les secteurs naturels peu fréquentés ; le nettoyage manuel fréquent dans les secteurs qui le sont davantage et le nettoyage mécanique léger (1 fois/15 jours) ou modéré (2 fois/semaine), dans les secteurs très fréquentés du public. Ce dernier consiste à nettoyer mécaniquement la plage, exceptée une bande de 5 m de largeur au-devant du cordon dunaire (nettoyée manuellement) afin de préserver le milieu. Sur la commune de Furiani, située au nord du site d'étude (commune limitrophe à celle de Biguglia), les résultats sont encourageants : le public tend à se concentrer au plus proche de la mer (la bande de 5 m étant épargnée), ce qui permet de préserver les dunes et permettre leur renaturation. Une réduction des coûts de l'ordre de 55 % par rapport aux opérations de nettoyages mécaniques réalisées d'ordinaire a été constatée sur Furiani, suite à la mise en place de ce cahier des charges (Conservatoire du littoral, 2017b).

En revanche, sur le site d'étude, il est possible de dénoncer le non-respect de l'ensemble des critères établis dans ce dernier. A l'heure actuelle, de nombreux problèmes demeurent tels que la dégradation, voire, dans certains cas, l'arasement des dunes par le passage des engins. En 2018, le nettoyage mécanique a été réalisé sur l'ensemble du site d'étude, bien que des prescriptions particulières aient été formulées par secteur. De plus, les lieux de dépôts des débris naturels et des troncs d'arbres déposés par la mer sur les plages ne sont pas respectés. Aujourd'hui encore, ils sont entassés sur les dunes (Figure 33) et ceux accumulés au cours des années précédentes subsistent encore. Le cahier des charges du nettoyage des plages constitue donc une composante essentielle à reprendre et à améliorer (travail d'animation et de terrain avec l'entreprise). Par ailleurs, d'autres éléments altèrent les dunes tels que des blocs et des dalles en bétons, ou encore des enrochements. Enfin, ce sont les secteurs naturels qui servent principalement de décharge, tant pour les dépôts de débris naturels, que pour les dépôts sauvages (Figure 34). Ces éléments ne doivent donc pas être négligés au cours de l'étude.

Figure 33 : Ancien dépôts de débris naturels sur les dunes (secteur 3). Photo Aurélie Essartier. 19/04/2018.

Figure 34 : Dépôts sauvages en amont du cordon dunaire (secteur 1). Photo Aurélie Essartier. 22/03/2018.

3.2. DIAGNOSTIC : L'EVALUATION DES MENACES PAR SECTEUR

A partir de l'état des lieux du site d'étude, deux grands types d'enjeux peuvent être définis : des enjeux environnementaux, au regard des espaces naturels à préserver et des espèces patrimoniales présentes sur le cordon dunaire ; ainsi que des enjeux socio-économiques dus à la proximité des espaces urbanisés par rapport à la mer. La présence d'enjeux implique également la présence de menaces, qui constituent l'ensemble des éléments susceptibles de leur porter atteinte.

L'objectif de ce diagnostic consiste donc à évaluer les menaces à l'échelle de chaque secteur afin de mettre en évidence l'intérêt de la réhabilitation et de la protection de l'espace littoral et, notamment, du cordon dunaire.

A partir de l'état des lieux, il est possible de définir l'érosion côtière, l'urbanisation, la fréquentation touristique, les espèces invasives, ainsi que la pollution par les dépôts sauvages, comme étant les principales menaces du site d'étude. La hiérarchisation des niveaux de menaces a été réalisée comme suit :

Menace 1 : Erosion côtière (définition des niveaux de menace sur la base de l'évolution historique du trait de côte (1937 – 2013) du BRGM)
0 = Accrétion ;
1 = Stabilité ;
2 = Erosion ;
3 = Erosion forte.

Menace 2 : Urbanisation (définition des niveaux de menaces sur la base de la méthodologie Adapto)
0 = Secteur naturel ;
1 = Secteur naturel présentant des constructions à caractère « démontable », c'est-à-dire non permanentes (paillotes) ;
2 = Secteur urbanisé composé de quelques habitations éparses ou situées à plus de 100 m du rivage ;
3 = Secteur densément urbanisé et pour lequel les habitations sont situées dans une bande littorale de 100 m.

Menace 3 : Espèces invasives (définition des niveaux de menaces sur la base du rapport du Conservatoire botanique national du Bassin parisien relatif à la mise en place d'une stratégie de lutte contre les espèces végétales envahissantes)
0 = Recouvrement ≤ 5% ;
1 = Recouvrement entre 5 % et 10 % (inclus) ;
2 = Recouvrement entre 10 % et 25 % (inclus) ;
3 = Recouvrement > 25 %.

Menace 4 : Pollution (définition arbitraire des niveaux de menaces, sur la base des prospections de terrain)
0 = Absence de déchets ;
1 = Faible présence de déchets ;
2 = Présence de quelques déchets et de gros encombrants (biens usagés, pneus, béton...) ;
3 = Accumulation de nombreux dépôts, assimilable à une déchèterie.

Menace 5 : Fréquentation (définition des niveaux de menaces sur la base de la distribution statistique de la fréquentation estivale des plages (Figure 35))
0 = Absence de fréquentation ;
1 = Niveau de fréquentation faible ;
2 = Niveau de fréquentation moyen ;
3 = Niveau de fréquentation élevé.

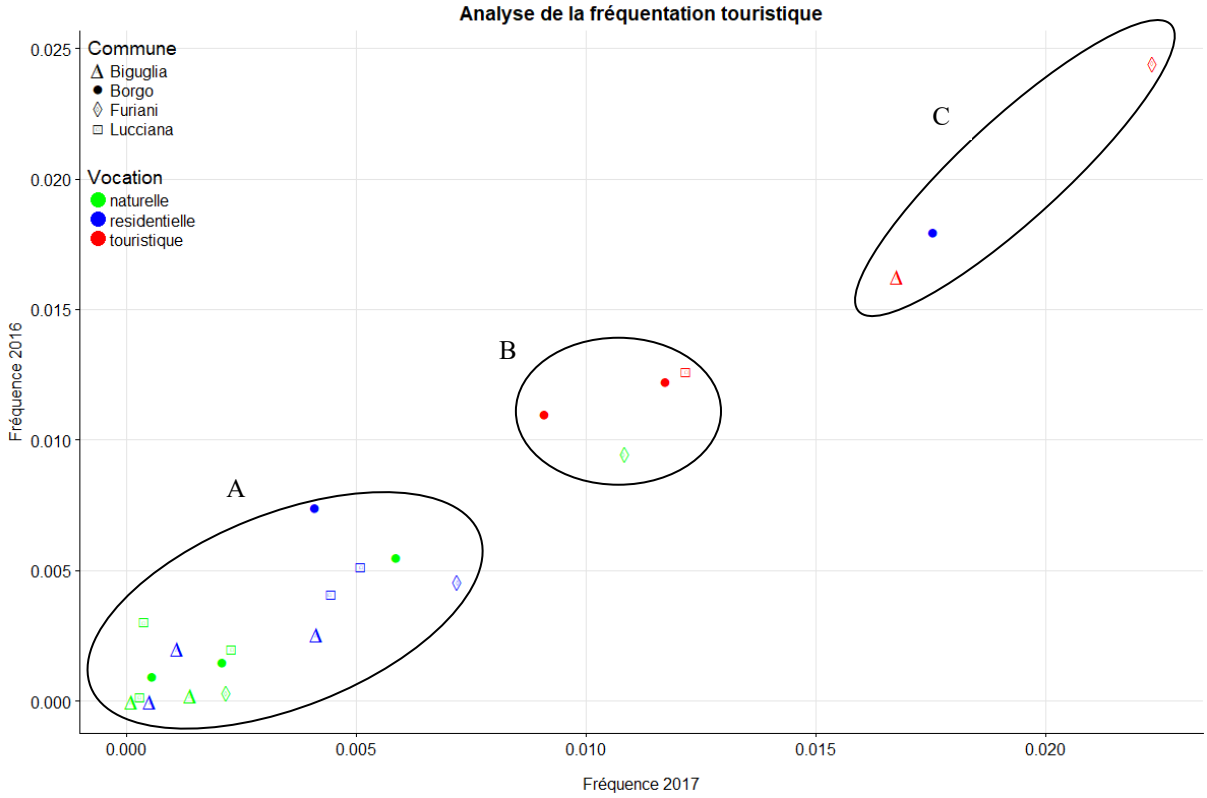


Figure 35 : Répartition de la fréquentation touristique sur le lido de la Marana. Distribution du ratio du nombre total de personnes recensées sur les plages, par commune et par vocation. Source : Aurélie Essartier.

En ce qui concerne la fréquentation, trois groupes ont été définis (Figure 35). Le groupe A possède la plus faible fréquentation et regroupe la majorité des secteurs naturels et résidentiels, comme l'a démontré le test de Tukey. Les groupes B et C regroupent principalement des secteurs touristiques, mais ils diffèrent par leur niveau de fréquentation, c'est-à-dire moyennement fréquenté pour le B et très fréquenté pour le C.

Les analyses statistiques permettent donc de se renseigner davantage sur la tendance de répartition du public sur les plages, mais ces tests présentent néanmoins des limites. En effet, un secteur peut être peu fréquenté d'un point de vue statistique, mais posséder une fréquentation importante sur une courte partie du linéaire, rendant l'information incomplète. C'est le cas, par exemple, du secteur 3 de Borgo (naturel) sur lequel est implantée, au nord, une paillote générant une fréquentation importante. C'est également le cas du secteur 6 de Borgo (résidentiel) qui possède, au nord, le seul stationnement ouvert au public, en secteur urbanisé, permettant d'accéder à la plage. Pour cette raison, ainsi que pour une meilleure exploitation des données d'évolution historique du trait de côte, une nouvelle sectorisation des secteurs 3 et 6 a été établie. Les données de diagnostic sont présentées dans le Tableau 4 ci-dessous :

Tableau 4 : Evaluation des menaces par secteur sur la commune de Borgo, suivant la nouvelle sectorisation.

	Secteurs							
	1	2	3 (Sud)	3 (Nord)	4	5	6 (Sud)	6 (Nord)
Erosion côtière	2	0	1	2	1	1	1	1
Fréquentation touristique	1	2	1	3	3	2	1	3
Urbanisation	0	3	0	1	3	3	3	2
Espèces invasives	2	0	0	0	2	3	2	2
Pollution (dépôts sauvages)	3	1	1	1	1	1	2	1

L’ensemble des diagrammes en radar réalisé pour chaque secteur est présenté dans les fiches de synthèse du plan technique, situées en annexe 6.

En résumé :

Le cordon dunaire du site d’étude voit sa morphologie influencée par l’apport et la récupération des sédiments par la mer puisque, d’une manière générale, une avant-dune se forme dans les secteurs excédentaires ou stables, contre une falaise vive dans les secteurs érodés. L’anthropisation du milieu (aménagements, pollution, passage…) provoque également une modification de la morphologie des dunes (fragmentation, affaissement…). La végétation est un autre facteur qui témoigne de l’état du milieu.

A partir de l’état des lieux, cinq principales menaces ont pu être identifiées : **l’érosion côtière**, engendrant un risque socio-économique ; **l’urbanisation,** réduisant considérablement l’espace de liberté du littoral ; **la fréquentation,** entrainant l’altération du cordon dunaire ; **les espèces végétales exotiques envahissantes** sur les dunes, entrant en compétition avec les espèces pionnières ; ainsi que **la pollution** du site, par l’entreposage de déchets anthropiques. Les diagrammes en radar, obtenus par hiérarchisation des niveaux de menace, permettent d’établir la « carte d’identité » de chaque secteur.

4. RESULTATS

4.1. QUELLES STRATEGIES D'ACTION POUR LA PROTECTION ET LA VALORISATION DU LITTORAL ?

Le diagnostic, basé sur l'évaluation des menaces à l'échelle du secteur, reflète l'importance de la gestion de l'espace littoral. Il est à la base des stratégies d'action présentées ci-dessous, suivant deux aspects : technique et social. Pour rappel, deux objectifs ont été définis pour ce projet, à savoir, « protéger et réhabiliter le cordon dunaire » et « optimiser la répartition de la fréquentation sur le site d'étude ».

4.1.1. SUR LE PLAN TECHNIQUE

La stratégie d'action mise en place sur le site d'étude consiste à procéder à la réhabilitation et à la protection du cordon dunaire aux endroits les plus dégradés, d'un point de vue morphologique et/ou floristique, par l'ensemble des menaces identifiées préalablement. Pour cela, il est nécessaire, dans un premier temps, d'éliminer les éléments causant l'altération des dunes (déchets, EEE…), puis de favoriser leur reconstruction et de les protéger au moyen de techniques souples, qui varient suivant le niveau de fréquentation du secteur. En effet, dans les secteurs peu fréquentés, il est question simplement de redisposer des éléments naturellement présents sur site, ce qui est très proche du « laisser-faire ». Au contraire, dans les secteurs fréquentés, il s'agit d'utiliser des techniques de piégeage de sédiments et de fixation des dunes dont l'efficacité est avérée. Aussi, il convient de travailler avec l'évolution du rivage, c'est-à-dire, de tenir compte des effets potentiels engendrés par l'érosion côtière sur les matériaux à installer.

Généralement, le Conservatoire du littoral, sur ses sites (naturels), utilise principalement des matériaux influençant la dynamique du système dunaire, telles que les brise-vents de type « ganivelles » (Figure 36). Ils sont disposés sur la totalité du linéaire des sites, ce qui permet de réhabiliter le cordon dunaire et de le protéger de la fréquentation, tout en disposant de plusieurs accès aux plages. Dans le cadre de ce projet, l'objectif est d'innover en densifiant les techniques de réhabilitation qui relèvent du génie écologique, en priorisant celles à moindre coût.

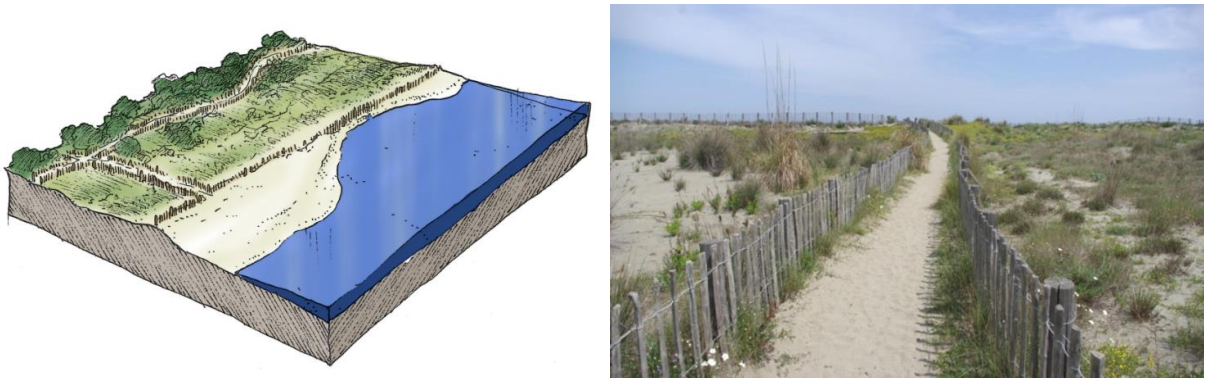


Figure 36 : De gauche à droite : Coupe transversale du secteur naturel de référence de Borgo, protégé par le Conservatoire par des ganivelles. Source : bloc diagramme Alain Freytet. 2016. Mise en place de ganivelles de 1,50 m de hauteur sur le secteur naturel de référence de Borgo, protégé par le Conservatoire du littoral. Photo Aurélie Essartier. 27/04/2018.

Pour que la réhabilitation du cordon dunaire soit optimale, il est également indispensable de bloquer l'accès aux plages et aux dunes, aux véhicules motorisés. Aussi, afin de répondre à l'objectif « optimiser la répartition de la fréquentation » sur le site d'étude, les secteurs naturels, peu fréquentés, feront l'objet d'un aménagement en arrière du cordon dunaire, afin de faciliter l'accès aux plages par le public.

4.1.1.1. PRIVILEGIER LE « LAISSER-FAIRE » DANS LES SECTEURS PEU FREQUENTES

Pour rappel, les plus faibles niveaux de fréquentation concernent les secteurs naturels et la majorité des secteurs résidentiels. Dans ces secteurs, le « laisser-faire » ou des techniques qui y sont proches, sont préconisés concernant la reconstruction des dunes, pour plusieurs raisons :

- Les piétinements sur les dunes sont moindres au vu de la faible fréquentation touristique et de l'existence des sentiers dunaires empruntés par le public ;
- Le système végétal dunaire possède une bonne résilience, ce qui a été mis en évidence lors de la mise en place du cahier des charges du nettoyage raisonné des plages (Figure 37) ;
- La végétation constitue à elle seule un obstacle pour le piégeage du sable, favorisant la reconstitution des dunes ;
- Les techniques de réhabilitation relevant du génie végétal sont coûteuses et la nécessité de leur utilisation doit donc être réfléchie et justifiée.

Figure 37 : Résilience de la végétation dunaire. - - - : renaturation du secteur 3 de Borgo suite à la mise en place du cahier des charges du nettoyage raisonné des plages (comparaison de photographies aériennes de 2016 et 2017). Source : web corse communication

Dans ces secteurs, l'objectif n'est pas d'influencer la dynamique du système dunaire, mais d'augmenter sa résilience en canalisant le public sur les sentiers dunaires à conserver, en protégeant les dunes au niveau de la plage et en comblant les brèches. Il convient, pour cela, d'utiliser l'ensemble des éléments d'origine naturelle, déjà présents sur le site d'étude. Ces éléments peuvent être des troncs d'arbres déposés par la mer sur les plages ou des branchages, appelés aussi « couvertures végétales », issus des fourrés situés en arrière du cordon dunaire lorsqu'il s'agit d'un milieu naturel. Il peut s'agir également de dépôts du nettoyage des plages, accumulés aléatoirement sur une dune et constitués de sable, de débris végétaux et de bois. Exceptionnellement, les brise-vents pourront être utilisés dans les secteurs

peu fréquentés, constitués de tapis denses et étendus d'EEE, de façon à maintenir le sable dépourvu de végétation, une fois ces espèces éliminées.

4.1.1.2. INFLUENCER LA DYNAMIQUE EOLIENNE ET CANALISER LE PUBLIC DANS LES SECTEURS FREQUENTES

En ce qui concerne les secteurs fréquentés (niveaux de menace 2 et 3), c'est-à-dire la majorité des secteurs touristiques mais également certains secteurs résidentiels, la réhabilitation et la protection du cordon dunaire nécessitent la mise en place de techniques de réhabilitation dont l'efficacité et la résistance sont avérées, tels que les brise-vents ou encore les plantations (Ley de la Vega *et al.,* 2012).

4.1.1.3. CONDAMNER L'ACCES AUX VEHICULES SUR LES PLAGES

Pour rappel, les dunes sont lacérées de pistes et ce, notamment, dans les secteurs naturels. Afin d'enrayer ce problème, il est indispensable de condamner l'accès aux véhicules sur les plages, en ciblant des endroits stratégiques du site d'étude sur lesquels agir.

4.1.1.4. TRAVAILLER AVEC L'EVOLUTION DU RIVAGE

Comme préconisé dans les démarches du GIZC, il est essentiel de travailler avec l'évolution du rivage lorsque l'on s'attèle à de la réhabilitation dunaire. Sur le site de référence de Borgo, le Conservatoire a positionné, en 2011, des ganivelles au niveau du front dunaire dans une zone en érosion, engendrant leur démantèlement par la mer en 2015. Les matériaux utilisés pour le piégeage des sédiments (brise-vents) doivent donc être positionnés sur le cordon dunaire en tenant compte des données d'érosion et de l'état physionomique des dunes (Figure 38). Il s'agit de travailler au niveau du front dunaire (haut de plage) dans un secteur en accrétion, au niveau de la première ligne de défense (crête de dune) dans les secteurs stables et au niveau de la deuxième ligne de défense (en arrière de la crête de dune) dans les secteurs en érosion (Ley de la Vega *et al.,* 2012 ; Stépanian, communication orale).

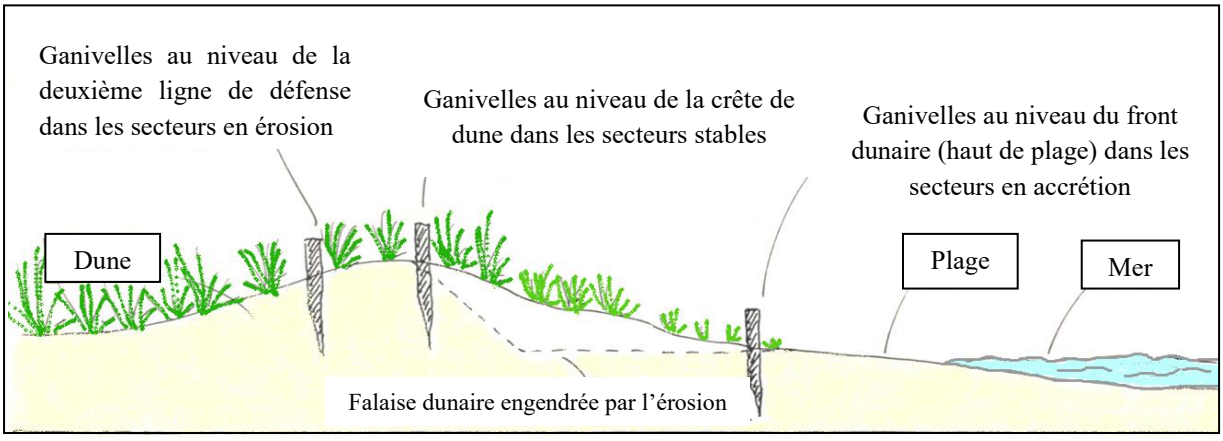


Figure 38 : Coupe longitudinale d'une dune avec positionnement des brise-vents (ganivelles) selon les données d'érosion du littoral. Source : schéma Aurélie Essartier.

4.1.1.5. FAVORISER L'ACCUEIL DU PUBLIC DANS LES SECTEURS NATURELS

Ce projet concerne en priorité la réhabilitation du cordon dunaire, mais le cloisonnement du site d'étude n'en reste pas moins négligeable. En effet, des murs sont érigés le long de la route qui traverse le lido, parfois sur plusieurs kilomètres et le stationnement, au sein des résidences, est interdit au public. Ainsi, les stationnements et les possibilités d'accès aux plages sont rares. Afin d'enrayer ce problème, le Conservatoire du littoral, sur ses sites, procède à des aménagements légers (Figure 39) destinés à l'accueil du public. Il s'agit de reproduire ce schéma, dans le cadre de ce projet, au sein des espaces naturels.

Figure 39 : Aire de stationnement aménagée par le Conservatoire favorable à l'accueil du public (secteur de référence de Borgo). Photo Aurélie Essartier. 27/04/2018.

4.1.2. SUR LE PLAN SOCIAL

4.1.2.1. MOBILISER LES PROFESSIONNELS DU TOURISME DANS LA DEMARCHE DE GESTION CONCERTEE ET INTEGREE DE L'ESPACE LITTORAL

L'impact des facteurs hydrodynamiques peut différer dans des secteurs qui possèdent une évolution du trait de côte similaire. En effet, les échanges plage-dune sont moindres si la plage est étroite (Stépanian, communication orale). Dans ce cas, le déferlement des vagues a un impact plus important sur les dunes, engendrant la création de falaises vives. Si on ajoute à cela, la pression de l'urbanisation, il devient compliqué et, quelques fois, impossible d'agir sur le cordon dunaire. Dans ce cas, réaliser une reconstruction des dunes nécessite d'envisager le recul des délimitations de propriétés. Il semblerait, à première vue, que cette option soit difficilement concevable. Il est, en effet, délicat de demander aux propriétaires d'aménager une partie de leur foncier, d'autant plus s'il s'agit de petits propriétaires indépendants. Néanmoins, une démarche de sensibilisation nécessite d'être menée à cet effet.

La stratégie consiste donc à proposer aux complexes touristiques, tels que le CCAS et le club de vacances Belambra de la commune de Borgo, d'aménager une portion non utilisée de leur espace, située sur le cordon dunaire et au droit de leur établissement. L'obtention d'un tel espace augmenterait le champ d'action permettant de procéder à la réhabilitation des dunes (Figure 40).

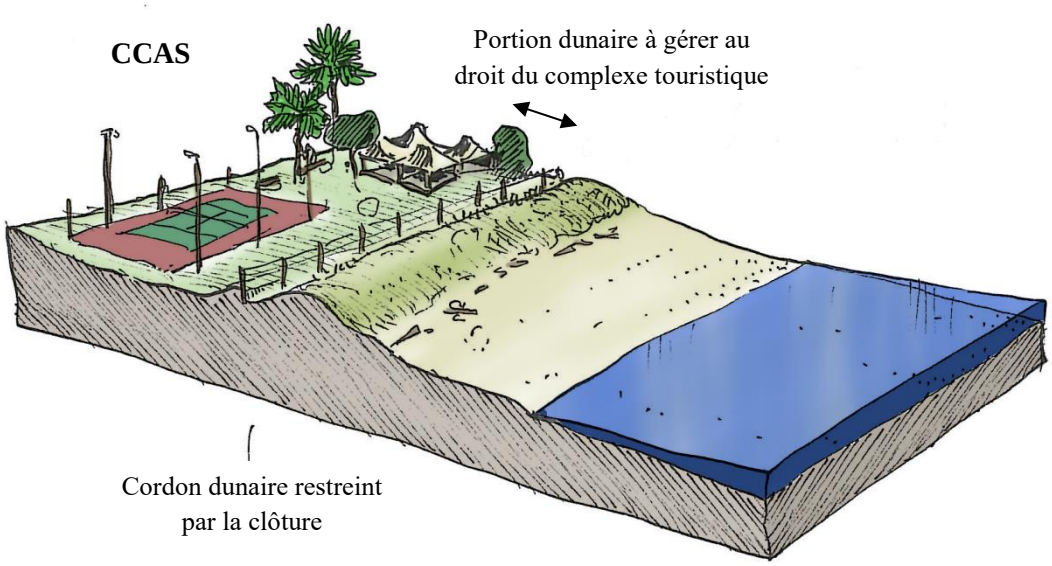


Figure 40 : Coupe transversale du cordon dunaire au-devant du CCAS (secteur 2). Source : schéma Alain Freytet. 2016.

4.1.2.2. SUSCITER UN INTERET SOCIAL EN CONSERVANT UN SENTIER LITTORAL

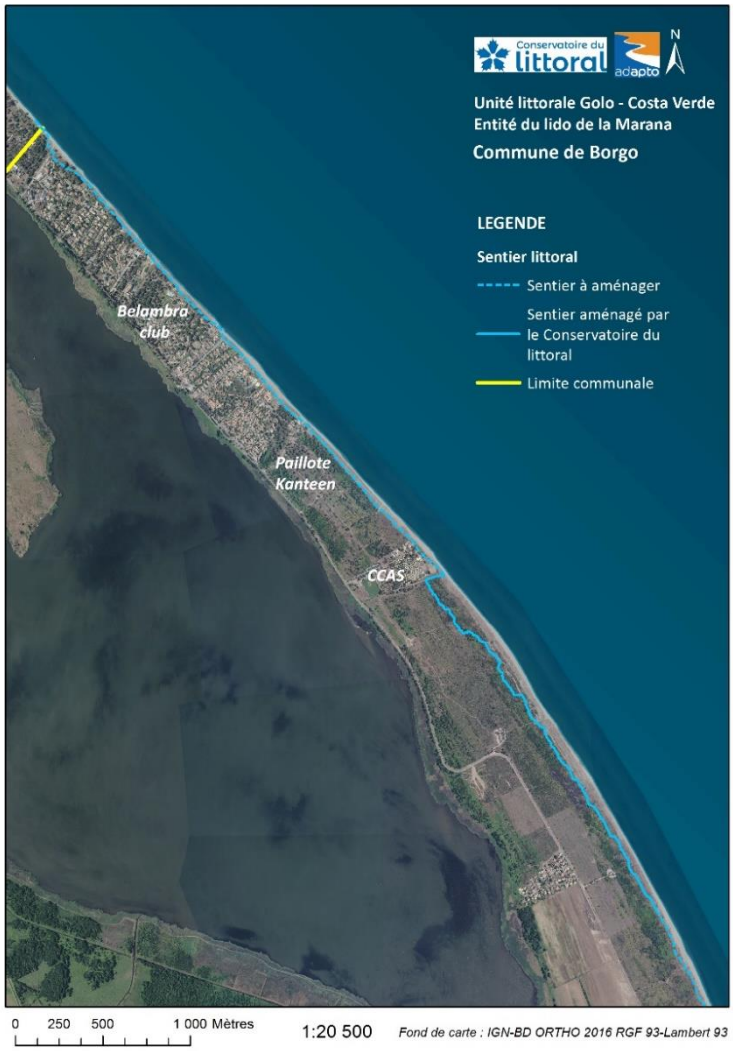


Figure 41 : Sentier littoral aménagé suite à la réhabilitation et à la protection du cordon dunaire de la commune de Borgo, afin de susciter un intérêt social. Source : IGN, Conservatoire du littoral, DDTM.

Conserver ou créer un sentier littoral, lorsque cela est possible, sur la totalité du linéaire du site d'étude, constitue un atout social mais également économique pour l'ensemble des habitants et des élus des communes (Figure 41). Cela renforcerait en effet l'attrait du site en connectant les secteurs entre eux et permettrait de répondre aux exigences de la « Loi littoral » concernant la servitude de passage des piétons (article L.160-6 du Code de l'Urbanisme). Dans l'objectif de valoriser à la fois le tourisme et le patrimoine naturel, le sentier littoral doit être relocalisé en arrière de la dune fixée, lorsque cela est possible. De cette façon, le cordon dunaire est en partie préservé et peut conserver son rôle de protection face aux phénomènes littoraux. En ce qui concerne les complexes touristiques, il est question de proposer aux propriétaires d'intégrer un sentier littoral au niveau de l'espace à aménager au droit de leur établissement. Dans le cas où le passage du sentier littoral ne serait pas approuvé lors de la concertation, le public serait alors contraint de passer uniquement par la plage (le cordon dunaire devant faire l'objet d'une réhabilitation).

4.2. LES PROPOSITIONS D'AMENAGEMENTS ET LES PRECONISATIONS TECHNIQUES ASSOCIEES

La stratégie d'action énoncée, il convient à présent d'exposer les différentes techniques souples de réhabilitation et de protection à mettre en œuvre sur le cordon dunaire, ainsi que les travaux complémentaires destinés à l'accueil du public. La mise en œuvre de ces derniers travaux est rédigée avec l'appui des cahiers des clauses techniques et particulières (CCTP) des entreprises ayant conclu des marchés publics avec le Conservatoire du littoral, sur la période 2014-2018.

Il faut savoir que, pour l'ensemble des aménagements à réaliser, un piquetage d'implantation doit être effectué au préalable sur chaque secteur. Il consiste à marquer les endroits où seront réalisés les travaux, afin d'avoir un aperçu du rendu final.

4.2.1. LES TECHNIQUES DE REHABILITATION ET DE PROTECTION DU CORDON DUNAIRE

4.2.1.1. L'ELIMINATION DES ESPECES VEGETALES EXOTIQUES ENVAHISSANTES

DESCRIPTION

L'élimination des espèces invasives représente la première étape dans la réhabilitation du cordon dunaire, l'objectif étant de favoriser la recolonisation des dunes par les espèces pionnières.

MISE EN ŒUVRE

En ce qui concerne la Griffe de sorcière, il est nécessaire de procéder à son éradication manuelle – qui semble être le moyen le plus efficace (Albert, 1995) – sur des surfaces isolées inférieures ou égales à 5 m². Pour une question de faisabilité technico-économique, son éradication doit être réalisée de façon mécanique sur des surfaces plus importantes. En ce qui concerne le Figuier de barbarie et l'Agave américain, l'arrachage se fait également mécaniquement, étant donnée la présence de plants âgés difficiles à extraire. Il est important de veiller à ne laisser aucun reste de plantes sur place et à bien extraire les parties impliquées dans la multiplication végétative. Après chaque passage mécanique, il convient de reprofiler les dunes.

4.2.1.2. LES COUVERTURES VEGETALES

DESCRIPTION

Les couvertures végétales sont utilisées, notamment, dans les zones soumises à l'érosion, afin de réduire la vitesse du vent au sol et de piéger le sable (Ley de la Vega *et al.,* 2012). Cependant, cet objectif de piégeage de sédiments est secondaire dans les zones où elles seront employées (pistes et sentier des dunes fixées). En effet, avec un second rôle consistant à apporter de la matière organique au sol (Ley de la Vega *et al.,* 2012), elles permettent principalement de :

- Favoriser la reprise et le développement des végétaux au niveau de la dune fixée sur les pistes à condamner ;
- Eviter le piétinement par le public aux endroits ciblés ;
- Canaliser le public sur les sentiers à conserver ;

- Limiter la reprise des espèces invasives sur les surfaces qui en sont abondamment pourvues (Albert, 1995).

MATERIAUX

Les matériaux utilisés seront des branchages naturellement présents en arrière du cordon dunaire, dans les secteurs naturels. Les espèces végétales choisies peuvent être le genêt à balai (*Cytisus scoparius*) (Figure 42 et Figure 43) ou le ciste (*Cistus sp*.) provenant des fourrés arrière-dunaire (Ley de la Vega *et al.,* 2012). Etant ramifiées, ces espèces possèdent un recouvrement au sol (Figure 42) qui leur permet d'assurer les différentes fonctions énoncées précédemment.

Figure 42 : Couvertures de genêt à balai sur un cordon dunaire (Landes). Photo Gouguet *et al.,* ONF. 2015.

Figure 43 : Spécimen de genêt à balai en arrière du cordon dunaire (secteur 1 de Borgo). Photo Aurélie Essartier. 22/03/2018.

MISE EN ŒUVRE

Les branchages proviennent des rémanents des travaux destinés à l'accueil du public, dans les secteurs naturels. Ils sont coupés lors de la création des sentiers, des pistes et de l'aménagement du stationnement, transportés en fagots ou en vrac, et disposés directement sur les pistes dunaires à recouvrir. Ils doivent être conservés durant un an au minimum pour assurer la recolonisation végétale (Ley de la Vega *et al.,* 2012). Un sol trop tassé pourrait cependant nuire à la reprise de la végétation. Dans ce cas, un décompactage du sol doit y être réalisé, suivi d'un nouveau recouvrement végétal.

4.2.1.3. LES BRISE-VENTS

DESCRIPTION

Les « brise-vents » servent à réduire la vitesse du vent par friction, ce qui provoque les dépôts du sable éolien (Figure 44). Ils doivent être implantés sur le site d'étude dans les secteurs les plus fréquentés, principalement. Ils répondent à plusieurs objectifs :

- Reconstruire les dunes aux endroits dégradés par le piétinement ou arasés par le passage des engins ;
- Protéger le cordon dunaire de la fréquentation ;
- Maintenir le sable constitutif des dunes, après arrachage d'une surface importante en espèces végétales exotiques envahissantes ;

Figure 44 : Mise en place de ganivelles sur la commune de Furiani (nord du lido de la Marana), au niveau du front dunaire. Photo Aurélie Essartier. 27/04/2018.

- Préserver certaines espèces protégées telles que le Tamaris d'Afrique.
- Délimiter certaines propriétés ayant fait l'objet de travaux de réhabilitation en leur droit.

MATERIAUX

Il s'agit, en effet, d'utiliser des rangées de ganivelles en châtaigner de 80 cm de hauteur. Les ganivelles basses suffisent au piégeage des sédiments sur ce site d'étude, étant donné que le transit sableux n'y est pas fort. En revanche, pour délimiter les propriétés, il est préconisé de disposer des ganivelles de 110 cm de hauteur. La perméabilité du dispositif, c'est-à-dire la proportion de « vide » par rapport à la proportion de bois doit être comprise entre 60% et 70%, de façon à être optimale (Ley de la Vega *et al.*, 2012).

MISE EN ŒUVRE

Les ganivelles doivent être enfoncées dans le sol d'environ 30 cm et fixées à des piquets de châtaignier, espacés d'environ 125 cm. Pour qu'elles soient efficaces, il est nécessaire de disposer les rangées de ganivelles parallèlement aux vents dominants, soit parallèlement au rivage sur le site d'étude. Si plusieurs rangées de ganivelles sont nécessaires, elles doivent être espacées d'environ 8 m à 12 m (Ley de la Vega *et al.*, 2012).

4.2.1.4. LES PLANTATIONS

DESCRIPTION

Le Genévrier à gros fruits (*Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa*) (Figure 45) est un arbuste protégé au niveau national et inféodé au sable des dunes littorales (Paradis et Gomila, 2016). Il s'agit, sur le secteur 4 de la commune de Borgo uniquement, de planter une rangée de Genévrier à gros fruits en arrière de la dune fixée, à la place d'un muret en béton. Cette plantation possède à la fois un intérêt social, avec la mise en valeur paysagère du site, mais également écologique, en fixant l'arrière dune et en favorisant les dépôts de sable.

Figure 45 : Présence de Genévrier à gros fruits en arrière des dunes fixées sur un site protégé par le Conservatoire du littoral en Casinca. Photos Aurélie Essartier. 27/04/2018.

MATERIAUX

Graines de Genévrier à gros fruits.

MISE EN ŒUVRE

Les prélèvements et la production en pépinière sont soumis à autorisation. La procédure est instruite par le ministère de l'Environnement à partir d'une demande formulée (pour la Corse) par le Conservatoire Botanique de Corse (CBNC). La provenance est locale (Mazars, 2018). Les graines doivent être débarrassées de leur coque ligneuse puis installées en stratification (couches de graines superposées dans du sable) afin d'être exposées au froid durant 5 à 6 mois (reproduction des conditions de dormance). La

germination se déroule en mars-avril. Sur 30 m² de linéaire, 7 plants espacés d'environ 4 m² doivent être plantés. Sachant que le taux de réussite pour la germination est de 25 %, 32 graines sont nécessaires pour assurer le rendement. Elles doivent ensuite être plantées en pot. Le repiquage définitif des plants peut être réalisé deux ans plus tard sur le site, à l'automne (Experts Ooreka, 2017).

4.2.1.5. LA VALORISATION DES ELEMENTS NATURELS PRESENTS SUR LES PLAGES ET LES DUNES

DESCRIPTION

La valorisation des éléments naturels du site d'étude, consiste à prélever l'ensemble des dépôts entreposés de façon anarchique sur les dunes ou déposés par la mer sur les plages et à les redisposer aux endroits déterminés. Selon le type d'éléments récoltés, différentes actions peuvent être mises en œuvre :

- Initier un profil de dune (reprofilage) dans les secteurs les plus fragilisés et combler les brèches à l'aide des dépôts de sable et de débris naturels ;
- Contre-indiquer l'accès aux dunes par la mise en place de troncs d'arbres au niveau du front dunaire et des sentiers à condamner.

MATERIAUX

Les matériaux utilisés sont les dépôts de nettoyage des plages constitués de sables, de débris naturel ou de troncs d'arbres.

MISE EN ŒUVRE

Les éléments naturels doivent être prélevés et redisposés aux endroits indiqués sur les cartes de projet d'aménagements, correspondant aux secteurs peu fréquentés. Les engins prévus à cet effet doivent circuler sur les plages et sur les pistes dunaires existantes. Les dunes ne peuvent être empruntées qu'en cas de nécessité absolue.

4.2.2. LES TRAVAUX D'AMENAGEMENTS PAYSAGERS ET ACCUEIL DU PUBLIC

4.2.2.1. LE NETTOYAGE DU SITE D'ETUDE

DESCRIPTION

Le nettoyage s'applique à l'ensemble du site d'étude, aussi bien au cordon dunaire qu'aux espaces naturels situés en arrière. Cela concerne les dépôts sauvages (matériaux en plastique, en fer, gros encombrants...) ainsi que les restes de constructions en béton (Figure 46).

Figure 46 : Présence de nombreux encombrants sur les plages (secteur 1 de Borgo). Photo Aurélie Essartier. 13/04/2018

MISE EN ŒUVRE

Le nettoyage comprend la démolition (pour les constructions en béton), le ramassage et l'évacuation des déchets en décharge autorisée. Aucune dégradation n'est tolérée sur les sols et la végétation.

4.2.2.2. LA CREATION ET LA REPRISE D'AIRES DE STATIONNEMENT

DESCRIPTION

Des aires de stationnement sont à aménager dans les secteurs naturels ou dans ceux constitués d'une fenêtre naturelle (Figure 39). Elles possèdent une surface similaire à celles créées sur les sites du Conservatoire, pouvant varier de 2 000 à 3 000 m². Les prescriptions du PPRI sont prises en compte dans le choix de leur emplacement.

MATERIAUX

- Plots renforcés de 150 cm de long et de 18 cm de diamètre, en châtaigner et cerclé avec un feuillard métallique haute résistance pour éviter leur éclatement.
- Revêtement à base de tuf.

MISE EN ŒUVRE

Les travaux consistent à réaliser un fond de forme en coupant et en éliminant la végétation. Un terrassement de correction de pente peut être réalisé si nécessaire. Il est important de bien délimiter l'emprise des voieries et des places de stationnement, en veillant à extraire le système racinaire des plantes du maquis. Un revêtement à base de « tuf » doit être réalisé sur 30 cm (après compactage). Les plots sont ensuite utilisés pour délimiter l'aire de stationnement. Ils doivent être espacés de 120 cm et dépasser du sol de 50 cm.

4.2.2.3. LA CREATION/RESTAURATION DE SENTIERS OU DE PISTES

DESCRIPTION

L'ensemble des sentiers et des pistes existantes est identifié sur les cartes d'état des lieux présentées en annexe 6. Les cartes de proposition d'aménagements mettent en évidence les sentiers et pistes qui sont à conserver et ceux qui sont à créer ou à restaurer.

MISE EN ŒUVRE

Les travaux de restauration de sentiers et de pistes comprennent l'élagage et la taille des végétaux. En ce qui concerne la création de sentiers et de pistes, une taille, un dessouchage et un épierrage sont réalisés sur une largeur de sentier de 80 cm et 150 cm, respectivement. Les rémanents sont utilisés en tant que couvertures végétales. Un terrassement léger de correction de la pente ou des micro-reliefs peut être effectué si nécessaire.

4.2.2.4. LA MISE EN PLACE DE PLOTS ANTI 4X4

DESCRIPTION

Les plots anti 4x4 servent à bloquer le transit des véhicules motorisés sur les plages (Figure 47).

Figure 47 : Plots anti 4x4 sur une parcelle du Conservatoire de Banda Bianca. Photo Amandine Calistri. 02/02/2017.

MATERIAUX

- Plots renforcés de 400 cm à 550 cm et de 22 cm de diamètre, en fonte.

MISE EN ŒUVRE

Les plots anti 4x4 sont espacés de 100 cm sur la quasi-totalité de la plage et dépassent du sol de 120 cm.

4.2.2.5. L'INSTALLATION DE BARRIERES

DESCRIPTION

La mise en place de barrières (Figure 48) consiste à empêcher tous véhicules motorisés d'accéder à la plage par les accès provenant des lotissements.

MATERIAUX

- Barrière de conception métal et bois (châtaigner ou robinier faux-acacia) de 300 cm de longueur, pivotante, conçue pour résister aux intempéries et aux nuisibles avec ancrage au sol, munie d'un dispositif de verrouillage.

Figure 48 : Barrière au nord du site de référence de Borgo. Photo Aurélie Essartier. 18/04/2018.

4.2.2.6. LE DECOMPACTAGE DE SOLS TASSES

DESCRIPTION

Les travaux consistent à décompacter les surfaces tassées par le passage répété des véhicules motorisés et destinées à être recolonisées par la végétation. Deux zones à décompacter sont ciblées sur le secteur 1 (naturel) de Borgo, pour les raisons suivantes :

- Compaction au niveau des prés salés (habitat humide) (Figure 49) possédant un substrat sablo-limoneux et humides à inondés en hiver (Biotope, 2017) ;
- Compaction importante au Sud du secteur, en limite du lotissement Maraninca, due au stationnement permanent de véhicules (Figure 50).

MISE EN ŒUVRE

Le décompactage est réalisé mécaniquement sur une profondeur de 20 cm à 40 cm. Les engins doivent respecter l'emprise des zones à décompacter, de façon à éviter la dégradation de la végétation à leurs abords.

Figure 49 : Prés salés en arrière du cordon dunaire (secteur 1). Photo Aurélie Essartier. 22/03/2018.

Figure 50 : Zone tassée par le stationnement des véhicules (secteur 1). Photo Aurélie Essartier. 13/04/2018.

4.3. LA CONCEPTION DU PLAN TECHNIQUE DE REHABILITATION ET DE PROTECTION DE L'ESPACE LITTORAL

Le plan technique concerne principalement la réhabilitation et la protection du cordon dunaire. Il comprend également les divers travaux préconisés dans la partie 4.2.2 de façon à réaliser un plan d'aménagement à l'échelle plus large du secteur. Le plan technique est présenté en annexe 6 et a été réalisé comme suit :

1. Une **synthèse de l'état des lieux**, comprenant :
   - La localisation du secteur ;
   - Les menaces qui s'y exercent ;
   - La présence potentielle et/ou avérée d'espèces protégées ;
   - Une photographie aérienne oblique du secteur ;
   - Une carte de prédiction du trait de côte à l'horizon 2050 ;
   - Des photographies illustratives prises durant la phase de terrain.

2. La **carte de l'état des lieux** (Figure 51). Elle comporte :

- La typologie des accès, qui distingue les « sentiers piétons », c'est-à-dire les passages uniquement empruntés et empruntables par les piétons ; des « pistes », qui représentent les pistes sauvages présentes sur le cordon dunaire ainsi que les accès provenant des résidences susceptibles d'être empruntés par des véhicules motorisés ;
- Lorsqu'elles existent, « les aires de stationnement » ;
- La typologie des délimitations de propriétés dans les secteurs urbanisés qui distingue les « clôtures », des « ganivelles », « murs/murets » et « enrochements ». Cela permet de se rendre compte de la possibilité de leur déplacement dans le cadre des travaux de réhabilitation ;
- Les éléments bloquant l'accès aux plages aux véhicules motorisés tels que les « barrières », « troncs d'arbres » ou « enrochements » ;
- Les aménagements présents sur le cordon dunaire en vue de leur suppression, de type « dalles en ciment », « platelage » (disposés sur les dunes de façon à créer un sentier d'accès à la plage) ou encore les « enrochements » ;
- Les déchets anthropiques accumulés sur les dunes, de deux sortes : les « dépôts sauvages » (matériaux en plastique, en fer, les encombrants...) et les « constructions en béton », dont la procédure d'enlèvement diffère ;
- Les matériaux d'origine naturelle, présents sur le cordon dunaire. Sont distingués : les « débris naturels » comprenant le sable, les posidonies et autres éléments légers ; les « troncs d'arbres » accumulés sur les dunes et, plus rarement, déposés sur ces dernières par la mer ; et les « débris et troncs d'arbres » lorsque les deux types précédents ont été accumulés au même endroit. Cela permet de savoir exactement de quoi est constitué chaque dépôt en vue de sa réutilisation pour la réhabilitation du cordon dunaire ;
- La cartographie des espèces végétales exotiques envahissantes, pour les espèces : *Carpobrotus sp., Opuntia ficus-indica* et *Agave americana* ;
- Les relevés ponctuels d'espèces protégées présentes sur le cordon dunaire, telles que *Pseudorlaya pumila* et le *Tamarix africana*, ou rares, comme *Saccharum ravennae ;*

- La limite du domaine public maritime.

Figure 51 : Exemple de carte d'état des lieux (secteur 1 - Borgo). Source : IGN, Conservatoire du littoral, DDTM.

3. La **situation à atteindre**

4. La **proposition détaillée d'aménagements**, ainsi que les techniques mises en œuvre :
   - Sur le cordon dunaire ;
   - En arrière du cordon dunaire (suivant le secteur) ;

5. La **carte des aménagements préconisés** (Figure 52). Cette carte comporte uniquement les éléments restants sur le secteur, après réalisation des travaux d'aménagements. Elle comprend :
   - La nouvelle typologie des accès de type « sentiers piétons » et « pistes ». Certains passages ont été condamnés sur le cordon dunaire, d'autres se sont vus attribuer la fonction de « sentiers piétons » après avoir été fermés aux véhicules, tandis que de nouveaux accès ont été aménagés pour l'accueil du public ;
   - Les « aires de stationnement » à créer ou à réaménager, se rajoutant aux anciennes ;
   - La typologie des délimitations de propriétés dans les secteurs urbanisés. Il se peut que, dans certains secteurs, les délimitations aient été déplacées ou remplacées par d'autres matériaux plus naturels tels que les « ganivelles » ;
   - Les éléments à conserver permettant de bloquer l'accès aux plages aux véhicules motorisés tels que les « barrières », « troncs d'arbres » ou « enrochements » ;
   - Les nouveaux éléments à installer, de types « barrières » et « plots anti 4x4 » afin de bloquer d'autres accès aux véhicules motorisés ;
   - La mise en place de brise-vents de type « ganivelles » installés dans le cadre de la réhabilitation du cordon dunaire ;
   - Les aménagements de type « décompactage », « plantation » et « couvertures végétales » ;
   - Les matériaux d'origine naturels : « débris naturels » et « troncs d'arbres » redisposés aux endroits du cordon dunaire nécessitant sa reconstitution ;
   - Les relevés ponctuels d'espèces protégées sur le cordon dunaire, afin de situer ces dernières après travaux ;
   - L'aléa inondation suivant trois niveaux : faible, modéré et fort.

Figure 52 : Exemple de carte d'aménagements (secteur 1 – Borgo). Source : IGN, Conservatoire du littoral, DDTM.

6. Des **prescriptions particulières** relatives aux espèces protégées. N'étant pas la commande de départ et faute de temps, des prospections de terrains concernant les espèces protégées susceptibles d'être impactées lors des travaux destinés à l'accueil du public en secteur naturel, n'ont pu être menées. Des inventaires seront donc programmés afin de vérifier la présence, en arrière du cordon dunaire, des espèces suivantes : la Tortue d'Hermann, inventoriée dans le cadre de la création de la ZNIEFF 1 et la Sérapias à petites fleurs, ayant fait l'objet de relevés ponctuels par BIOTOPE en 2016.

   Il serait également intéressant de savoir comment évolue la Fausse Girouille des sables lorsque le milieu se referme à la suite d'une recolonisation par les espèces végétales pionnières, sur un secteur ayant fait l'objet d'une réhabilitation écologique.

Figure 53 : *Testudo hermanni*. Source : Meriotte et Durand http://balades-naturalistes.fr

En ce qui concerne la Tortue d'Hermann (Figure 53), l'inventaire sera réalisé à la période printanière, entre le 15 avril et le 15 juin, le matin, avec, de préférence, un temps ensoleillé. Il s'agit de réunir les conditions les plus favorables à la présence de l'espèce. Trois matinées de prospection par secteur, espacées de quelques jours, seront nécessaires pour inventorier l'espèce (Daniel, 2016).

L'Orchidée, Sérapias à petites fleurs (Figure 54) a seulement été identifiée sur le secteur 1 de la commune de Borgo par BIOTOPE. Une prospection systématique sera réalisée sur l'emprise des sentiers à créer (largeur de 1 m), ainsi qu'au niveau de l'emplacement de la future aire de stationnement. L'inventaire sera réalisé sur une journée, durant la période de floraison de l'espèce, soit d'avril à juin.

Figure 54 : *Serapias parviflora*. Source : Le Driant www.FloreAlpes.com

Figure 55 : *Pseudorlaya pumila*. Photo Aurélie Essartier. 18/04/2018 (période de floraison)

Le nord du secteur 3 de Borgo, ainsi que les secteurs 4 et 5 de cette même commune, semblent intéressants pour suivre l'évolution de la Fausse Girouille des sables (Figure 55), du fait des relevés existants (connaissance exacte de la localisation de l'espèce). Des quadrats de 1 m² pourront être réalisés au niveau des pistes, dont l'accès au public sera contre-indiqué, soit par la mise en place de troncs d'arbres (secteur 3), soit par les ganivelles (secteurs 4 et 5).

L'idéal serait de réaliser environ 5 quadrats par secteur, afin de couvrir l'ensemble des facteurs susceptibles de modifier l'écologie de la plante, bien que les conditions du milieu semblent similaires entre les secteurs. Cet inventaire permettra d'évaluer la fréquence d'occurrence de l'espèce (nombre de pieds observés) et d'obtenir une référence pour assurer son suivi. Les relevés seront réalisés sur une journée, pendant la période de floraison (avril-mai). L'emplacement exact des quadrats sera à définir au printemps précédant la réalisation des aménagements sur le cordon dunaire.

7. Les **contraintes juridiques** relatives à la réalisation des aménagements. Il s'agit de définir si les travaux seront réalisés sur des terrains privés (propriétés privées) ou publics (DPM). Les prescriptions du P.P.R.I doivent également être prises en compte dans l'aménagement des aires de stationnement. L'emplacement de ces dernières est défini, lorsque cela est possible, sur des zones non concernées par l'aléa inondation. Le cas échéant, la contrainte P.P.R.I est intégrée au plan technique. Dans le cas où la présence de la Tortue d'Hermann est avérée sur les secteurs naturels, il conviendra de déplacer l'espèce afin de ne pas la détruire ou d'altérer son biotope durant les travaux (Annexe 3). Il s'agira de réaliser le déplacement dans des milieux présentant des biotopes équivalents, avant la période de ponte, qui se situe entre mai et juillet. La capture d'espèce protégée sera soumise à une autorisation préfectorale préalable et réalisée par des experts compétents (Piereschi, 2017). En ce qui concerne la Sérapias à petites fleurs, si l'espèce est présente aux endroits à aménager, il conviendra de revoir le plan d'intention d'aménagements de façon à éviter les atteintes à l'espèce (séquence éviter-réduire-compenser (ERC)).

8. Le **suivi des travaux**, qui seront de trois types :
   - Un suivi photographique à réaliser tout au long de la phase de chantier ainsi qu'après, en conservant le même point et angle de prise de vue (Gouguet, 2018) ;
   - Un suivi des EEE sur le cordon dunaire à effectuer deux fois par an pendant trois ans. Après cette période, une journée de suivi sera réalisée tous les deux ans pendant dix ans (Gouguet, 2018). La première prospection sera réalisée en avril afin de procéder à un arrachage manuel des plants naissants, tandis que la seconde, programmée en juin, servira davantage à s'assurer de leur éradication lors de la première phase de suivi ;
   - Un suivi de la Fausse Girouille des sables, sur la base de relevés permanents (quadrats) à réaliser sur les mêmes zones chaque année (nombre total d'années à définir par un expert compétent).

9. La **décomposition du prix global forfaitaire (DPGF)** réalisée pour les travaux, les prospections complémentaires et le suivi. Les prix utilisés dans le cadre de ce projet correspondent aux prestations des entreprises avec lesquelles le Conservatoire du littoral a conclu des marchés publics sur la période 2014-2018. Le coût des travaux sur et hors DPM est évalué dans le Tableau 5 ci-dessous, comme suit :

Tableau 5 : Modèle de présentation d'une DPGF des travaux d'un secteur

Secteur - Commune	Libellé	Localisation	Quantité	Unité	PU HT (€)	PT HT (€)
1 - Borgo	-	Hors DPM	-	-	-	-
	TOTAL Hors DPM					-
	-	DPM	-	-	-	-
	TOTAL DPM					-
	Divers imprévus					-
	TOTAL GENERAL					-

10. Le **financement** des travaux. Le Conservatoire du littoral, qui a pour mission de protéger les espaces naturels, pourra être maître d'œuvre des opérations au droit de ces espaces uniquement et s'il est propriétaire du foncier. Afin que ce projet puisse aboutir, une stratégie d'acquisition foncière devra être mise en place sur ces secteurs.

Dans le cas où le Conservatoire acquiert les terrains privés et se voit attribuer le DPM, les travaux pourront être cofinancés dans le cadre du LIFE (programme européen de financement) Adapto jusqu'en 2021, ou encore des fonds européens de développement régional (FEDER). Ils pourront également provenir de la commune concernée par le projet ou de la communauté des communes (ComCom) Marana-Golo. Au droit des espaces urbanisés, le Conservatoire ne pourra être maître d'ouvrage des opérations, mais accompagnera les communes de Borgo et Biguglia dans la mise en œuvre des aménagements. Les financements des travaux proviendront, en partie, de la commune de Borgo, de Biguglia ou de la communauté de communes. De plus, une demande d'autorisation de travaux sur le domaine public maritime devra être réalisée auprès de la direction départementale des territoires et de la mer (DDTM), qui pourra potentiellement cofinancer les opérations.

11. Le **calendrier prévisionnel** (Tableau 6) défini sur une période de deux à trois ans : année « n », « n+1 » et « n+2 » selon le secteur. Il est composé :

- Des phases d'inventaires de terrain complémentaires (espèces protégées) ;
- Des travaux à réaliser. Sur le cordon dunaire, les aménagements dureront environ deux mois et devront débuter avant la période des tempêtes, soit en octobre. Elle constitue la période la plus propice aux coups de vents et aux mouvements de sable favorables à la reconstitution des dunes (Gouguet, 2018). Les travaux destinés à l'accueil du public sur les secteurs naturels, en arrière du cordon dunaire, nécessiteront environ 3 à 5 mois d'intervention (suivant leur nature) et débuteront à la même période que les travaux réalisés sur le cordon dunaire ;
- Du suivi expliqué précédemment et qui débutera en même temps que les travaux.

Tableau 6 : Exemple de calendrier prévisionnel réalisé sur trois ans (secteur 1 Borgo).

OPERATIONS	**Année**											
	n											
	janv.	*fév.*	*mars*	*avr.*	*mai*	*juin*	*juil.*	*août*	*sept.*	*oct.*	*nov.*	*déc.*
Phase de terrain complémentaire :												
. Inventaire reptile												
. Inventaire flore												
Travaux sur le cordon dunaire												
Travaux en arrière du cordon dunaire												
Suivi :												
. Contrôle du développement d'espèces invasives												
. Relevés photographiques												

OPERATIONS	**Année**											
	n+1											
	janv.	*fév.*	*mars*	*avr.*	*mai*	*juin*	*juil.*	*août*	*sept.*	*oct.*	*nov.*	*déc.*
Phase de terrain complémentaire :												
. Inventaire reptile												
. Inventaire flore												
Travaux sur le cordon dunaire												
Travaux en arrière du cordon dunaire												
Suivi :												
. Contrôle du développement d'espèces invasives												
. Relevés photographiques												

OPERATIONS	Année											
	n+2											
	janv.	fév.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
Phase de terrain complémentaire :												
. Inventaire reptile												
. Inventaire flore												
Travaux sur le cordon dunaire												
Travaux en arrière du cordon dunaire												
Suivi :												
. Contrôle du développement d'espèces invasives												
. Relevés photographiques												

Le calendrier prévisionnel a été réalisé à titre indicatif et reste approximatif au vu des longues procédures (désignation d'un maitre d'ouvrage et d'un maitre d'œuvre, demande d'autorisations, demande de financements…) que requiert la mise en place d'un tel projet.

4.4. L'ELABORATION DE FICHES DE SYNTHESE

L'élaboration de fiches de synthèse consiste à mettre en évidence les points forts et les points faibles de chaque secteur du site d'étude auprès de l'ensemble des acteurs locaux. Réaliser ces fiches revient à vulgariser le travail effectué tout au long de ce stage, de façon à ce qu'il soit accessible au grand public et aux élus. L'objectif étant de déclencher une prise de conscience et un intérêt concernant la gestion intégrée de l'espace littoral au droit de leur propriété. L'aspect « communication », constituant un atout majeur lors de la concertation avec l'ensemble des acteurs locaux, a donc été privilégié lors de la mise en œuvre de ces fiches. Elles comprennent, par secteur :

- Un diagramme en radar représentatif des menaces qui s'exercent sur le secteur et constituant donc sa « carte d'identité » (Figure 56) ;
- Un tableau présentant les points forts et points faibles de chaque secteur. Il intègre l'aspect réglementaire, de façon à ce que l'ensemble des acteurs puissent davantage se projeter dans la mise en œuvre de ce plan d'aménagement ;
- Les objectifs à atteindre ainsi que leur mise en œuvre ;

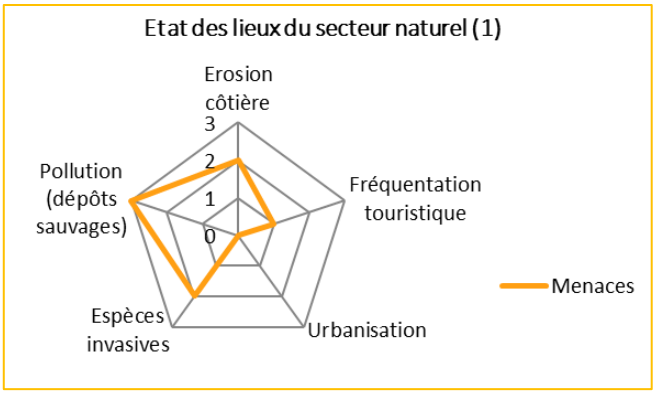


Figure 56 : Diagramme en radar ou « carte d'identité » du secteur 1 de Borgo

- Des photographies aériennes obliques du secteur, prises par hélicoptères ou drones, sur lesquelles sont représentés les aménagements. Le but est de capter l'attention du lecteur en lui fournissant des données visuelles, faciles d'interprétation et donc plus percutantes.

Les fiches de synthèse de chaque secteur de la commune de Borgo sont intégrées au plan technique présenté en annexe 6. Elles seront à la base de la concertation qui sera réalisée à la suite de ce stage.

En résumé :

L'état des lieux et le diagnostic effectués, une stratégie d'action est mise en place sur le site d'étude, à la fois sur les plans sociaux et techniques. Le but est de choisir les méthodes de réhabilitation et de protection de l'espace littoral suivant les menaces identifiées, mais également d'impliquer les acteurs locaux et de susciter leur intérêt pour ce projet d'aménagements. Sur l'aspect technique, il s'agit de privilégier des techniques proches du « laisser-faire » sur les secteurs peu fréquentés, en priorisant l'utilisation d'éléments naturellement présents sur le site d'étude (couvertures végétales, dépôts de débris naturels, troncs d'arbres…). Au contraire, les techniques de réhabilitation dont l'efficacité est avérée, sont préférées sur les secteurs fréquentés. Cela comprend les brise-vents de types ganivelles qui ont une double action de piégeage de sédiment et de canalisation du public et, dans une moindre mesure, les plantations, qui permettent de fixer les dunes. L'ensemble des préconisations techniques ont ainsi été présentées et détaillées pour chaque aménagement. Enfin, la mise en œuvre du plan technique, destiné au maitre d'ouvrage, ainsi que celle de la fiche de synthèse, davantage orientée pour le grand public et les élus, ont été décrites dans cette dernière partie de résultats.

CONCLUSION

Ce projet, basé sur la compréhension de la dynamique, de l'évolution de l'espace littoral et la réparation de son fonctionnement naturel, s'inscrit dans la démarche de la GIZC. Le plan technique de réhabilitation et de protection ainsi mis en place, permet de répondre aux deux objectifs de départ, qui sont : « réhabiliter et protéger le cordon dunaire » d'une portion de 10 km de la côte sableuse orientale et « optimiser la répartition de la fréquentation du site d'étude ». Il s'inscrit dans la démarche du projet Adapto et sa mise en œuvre repose sur sa faisabilité technique, sa viabilité économique et son acceptation sociale.

Sur le plan technique, les méthodes de réhabilitation écologique et de protection du cordon dunaire, ont été pensées et développées spécifiquement pour ce site d'étude. Certaines d'entre elles, telles que les brise-vents ont également été testées, auparavant, par le Conservatoire du littoral sur ses sites et se sont avérées efficaces pour le piégeage des sédiments. Aussi, la réutilisation des matériaux naturels constitue un réel avantage, car elle permet de valoriser les éléments issus du nettoyage des plages qui, actuellement, dégradent le paysage et les habitats dunaires.

D'un point de vue économique, le coût total des opérations du site d'étude s'élève à 735 000 euros (comprenant une majoration de 10% au titre des divers imprévus), soit 510 000 euros sur la commune de Borgo, contre 158 000 euros sur celle de Biguglia. Les opérations destinées à accueillir le public augmentent de façon conséquente le montant total des travaux. En effet, les prestations oscillent généralement autour de 30 000 euros pour les secteurs urbanisés, contre plus ou moins 140 000 euros pour les secteurs naturels. En revanche, le coût des prospections complémentaires ainsi que celui du suivi sur trois ans sont minimes (entre 2 500 euros et 5 000 euros environ, suivant le secteur).

Il est difficile, à ce stade, de définir si le projet est viable, sans connaître le budget des collectivités susceptibles de le financer. Néanmoins, le travail réalisé par sectorisation constitue un réel avantage car il permet de cibler les travaux sur certaines zones, en cas de manque de financements. De plus, l'élaboration du plan technique permet de faciliter la recherche de financements qui sera réalisée en aval. Aussi, au niveau technique, le projet semble faisable, au vu du plan de réhabilitation réalisé, contribuant à sa mise en œuvre. Cependant, d'autres facteurs doivent être pris en considération, tels que la réalisation de l'ensemble des documents administratifs relatifs à ce projet, qui nécessitent un temps long (parfois plusieurs années).

Et d'un point de vue social ?

La mise en œuvre de ce projet repose avant tout sur son acceptation par les collectivités et l'ensemble des acteurs locaux. La concertation, qui sera réalisée à la suite de ce stage, constitue donc une partie essentielle de ce projet. Il s'agit de susciter l'intérêt de chaque acteur et de déclencher une prise de conscience quant à l'urgence de la situation actuelle. Aujourd'hui, le risque d'érosion côtière semble faible sur la totalité des secteurs urbanisés, excepté au niveau de l'Hôtel Pineto, situé sur la commune de Biguglia. Construit dans les années 1960-1970, il fait aujourd'hui l'objet d'une étude socio-économique afin d'envisager des scénarios d'adaptation, bien qu'il soit en partie protégé par un ouvrage de type « enrochements ».

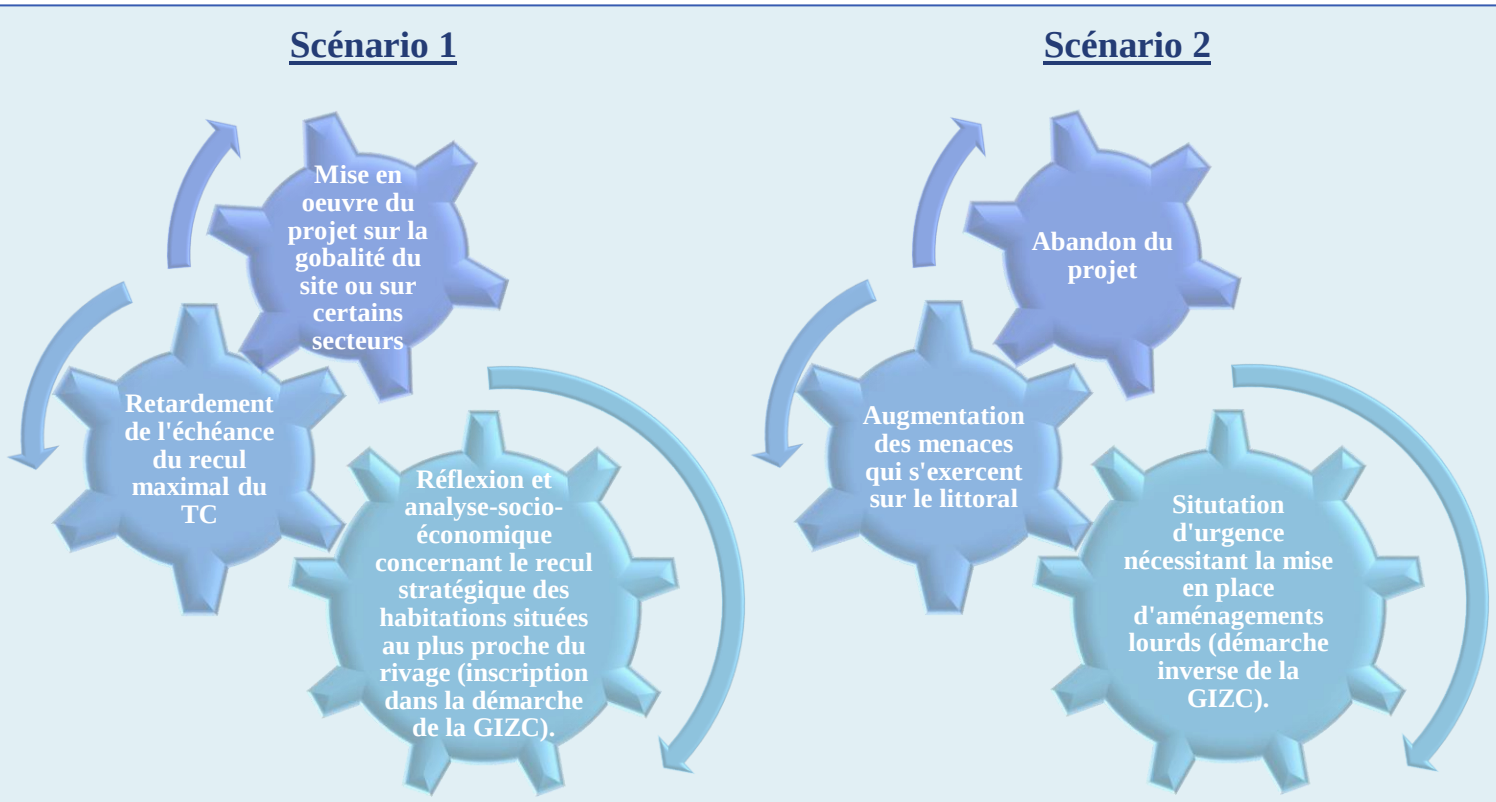
En sera-t-il de même à l'avenir sur les autres secteurs urbanisés du site d'étude ?

Selon les études prédictives du BRGM, le cordon dunaire que l'on connait aujourd'hui sur le site d'étude n'existera plus à l'horizon 2050, suite à l'élévation du niveau de la mer. Les habitations seront directement soumises aux phénomènes littoraux tels que les tempêtes, l'érosion côtière et la submersion marine. Par ailleurs, les données du BRGM sont basées sur l'évolution historique du trait de côte. Or, selon les études du GIEC, le niveau de la mer augmentera plus rapidement au cours des prochaines décennies. Il semblerait donc qu'un scénario plus pessimiste encore que celui réalisé par le BRGM soit envisageable. Avec de telles prédictions, de nombreux points durs apparaitront alors sur le littoral du lido de la Marana nécessitant le recours à des aménagements rigides.

Pour rappel, il s'agit d'ouvrages de défense qui, très souvent, constituent des facteurs d'érosion. Ils sont également défavorables à l'intégrité paysagère, possèdent une durée de vie limitée et sont très couteux. Par exemple, le coût des enrochements se situe environ à 2 700 euros par mètre linéaire et les brise-lames entre 4 000 euros et 6 200 euros par mètre linéaire, avec des frais de gestion annuels de l'ordre de 3 % à 5%. Aussi, le rechargement en sable est 100 fois plus coûteux que la gestion du cordon dunaire, pour un apport de sable similaire sur la plage (Collet, 2018). A Vale do Lobo (Portugal), la dérive littorale a emporté 700 000 m^3 de sable, soit 3,2 millions d'euros d'investissements en quelques semaines (Etude de définition des enjeux…, 2016). Il est à relever que, dans ce projet, la technique de réhabilitation écologique et de protection du cordon dunaire la plus coûteuse est le brise-vent (ganivelle) au prix de 29 euros par mètre linéaire et qui nécessite peu d'entretien (à remplacer tous les 15 ans environ). En plus de l'ensemble des inconvénients énoncés précédemment, la mise en place d'ouvrages rigides implique la dégradation des écosystèmes littoraux environnants, parfois sur de grandes surfaces.

N'est-il donc pas plus judicieux de gérer l'écosystème dunaire à court terme au moyen du génie écologique ?

Finalement, ce sont deux principaux scénarios qui ressortent, selon que le projet est accepté ou non. Il est possible d'imaginer que l'on tendra davantage vers le scénario 1, si la réhabilitation concerne un maximum de secteurs :



BIBLIOGRAPHIE

ADLOFF F., ALVAREZ-FANJU E., AZNAR R., DÉQUÉ M., DUBOIS C., GOMIS D., HERRMANN M., JORDÀ G., MARCOS M., PADORNO E., SEVAULT F., SOMOT S. (2015). Mediterranean Sea response to climate change in an ensemble of twenty first century scenarios, vol. 45, p.2775–2802.

ALBERT M.E. (1995). Portrait of an invader II: the ecology and management of Carpobrotus edulis. CalEPPC News. In: Conser C., Connor E. 2009. Assessing the residual effects of Carpobrotus edulis i nvasion, implications for restoration. Biological Invasions, vol.11, p.349-358.

ARGAGNON O. (2002). *Cartographie et analyse de la végétation d'une partie du lido de la Marana (Haute-Corse)*, 80 p.

BALOUIN Y., BELON R., STEPANIAN A., BODERE G., (2012). *Etude générale pour la protection du littoral de la Plaine orientale de Corse – Préconisations de gestion*. Rapport BRGM/RP-61650-FR, 52 p., [en ligne], [consulté le 25.03.2018]. Disponible sur internet : http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-61650-FR.pdf

BARDET O. (2015). *Stratégie de lutte contre les espèces végétales envahissantes en Bourgogne – Méthodologie et schéma d'action*. Conservatoire botanique national du Bassin parisien, [en ligne], [consulté le 06.07.2018]. Disponible sur internet : http://www.fcbn.fr/sites/fcbn.fr/files/ressource_telechargeable/strategie_eee_2015.pdf

BARUSSEAU, J-P., ESTUPINA, A., GOURBIL, C., HEURTEFEUX, H., MOULIS, D., ORSONNEAU, S., PALVADEAU, E., QUELIN, N., VALANTIN, P-Y. (2005). SDAGE Rhône méditerranée Corse. *Connaissance et gestion de l'érosion du littoral* [en ligne], guide technique n° 9 [consulté le 15.02.2018]. Disponible sur : http://www.mementodumaire.net/wp-content/uploads/2012/07/sdage-2005-gestion-littoral.pdf

Cerema. (2018). Le Cerema achève la réalisation de l'indicateur national de l'érosion côtière. [en ligne], [consulté le 10.06.2018] Disponible sur : https://www.cerema.fr/fr/actualites/cerema-acheve-realisation-indicateur-national-erosion

COLLET P. (2018). Recul du trait de côte : les dunes sont la protection la moins coûteuse et la plus efficace à long terme, [en ligne], [consulté le 15.08.2018] Disponible sur : https://www.actu-environnement.com/ae/news/recul-trait-cote-lacanau-dunes-protection-cout-uicn-aquitaine-31247.php4

Conservatoire du littoral (2015a). *Stratégie d'intervention 2015-2020*. Rivages de Corse, [en ligne], [consulté le 17.03.2018] Disponible sur : www.conservatoire-du-littoral.fr

Conservatoire du littoral. (2015b). Plaquette Adapto. [en ligne], [consulté le 15.02.2018] Disponible sur : www.conservatoire-du-littoral.fr

Conservatoire du littoral. (2017a). Présentation projet Adapto – Un projet pilote de gestion intégrée de l'espace littoral et d'adaptation au changement climatique – Site Corse : le « delta du Golu ». In *comité de pilotage régional - projet Adapto*, 54 p.

Conservatoire du littoral. (2017b). Bilan du nettoyage raisonné des plages de la communauté de communes Marana Golo et analyse de l'évolution de la fréquentation des plages. 18 p.

DANIEL G. (2016). *Inventaire de la Tortue d'Hermann en Corse – suivi 2015*. Conservatoire d'espace naturel de Corse. 64 p.

DELAY F. (2017). *Cartographie des habitats naturels de la Marana (2B) : atlas cartographique.* DREAL Corse. Biotope. 58 p.

Direction de l'environnement. (2016). *Etude de définition des enjeux du littoral sableux* – Phase A : réflexion sur les principes intégrant la GIZC dans le cadre d'une démarche de concertation avec les acteurs locaux. 26 p., [consulté le 14.03.2018] Disponible sur : http://www.parc-camargue.fr/getlibrarypublicfile.php/934577579bbd6e17c84c49f2074b60f5/parc-camargue/_/collection_library_fr/201100152/0001/Etude_enjeu_protection_littoral_phaseA.pdf

ETOURNEAU S. (2014). *Document d'objectifs du site Natura 2000 FR9400571 – Etang de Biguglia*. Département de la Haute-Corse, Service de la réserve naturelle de l'étang de Biguglia. Tome 1. 90 p. + annexes.

Experts Ooreka. (2017). Cade, [en ligne], [consulté le 15.07.2018]. Disponible sur internet : https://jardinage.ooreka.fr/plante/voir/539/cade

FAVENNEC J., (2001). Le contrôle souple des dunes littorales atlantiques, Rev. For. Fr. LIII - numéro spécial, [en ligne], [consulté le 25.06.2018]. Disponible sur internet : http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/5309/279_287.pdf

GIEC, 2013: *Résumé à l'intention des décideurs, Changements climatiques 2013: Les éléments scientifiques.* Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [sous la direction de Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P.M. Midgley]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York (État de New York), États-Unis d'Amérique, [en ligne], [consulté le 02.03.2018]. Disponible sur internet : https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_FRENCH.pdf

GOUGUET L. (2018). *Guide de gestion des dunes et des plages associées.* Quae. 219 p.

GUYADER V. (2015). Aide-mémoire ggplot2 en français, [en ligne], [consulté le 04.04.2018]. Disponible sur internet : https://thinkr.fr/pdf/ggplot2-french-cheatsheet.pdf

Ifen. (2006). Erosion côtière sur le littoral métropolitain. Observatoire du littoral, 5 p., [en ligne], [consulté le 05.08.2018]. Disponible sur internet : http://www.onml.fr/onml_f/fiches/Erosion_cotiere_sur_le_littoral_metropolitain/erosion.pdf

JEANMONOD D., GAMISANS J. (2013). *Flora Corsica*. Deuxième édition. Bulletin de la société botanique du Centre-Ouest. Numéro spécial 39.

L'érosion côtière. (2017). Sécurité publique Québec, [en ligne], [consulté le 15.05.2018]. Disponible sur internet : https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/surveillance-du-territoire/erosion-cotiere.html

Les enjeux territoriaux de la Côte d'Azur – Qu'est-ce que la concentration littorale ? (2018). Université Nice Sophia Antipolis, [en ligne], [consulté le 22.06.2018]. Disponible sur internet : http://jalonedit.unice.fr/enjeux-cote-azur/cours/partie_3/qu2019est-ce-que-la-concentration-littorale

LEY DE LA VEGA, C., FAVENNEC, J., GALLEGO-FERNANDEZ J., PASCUAL VIDAL, C. (eds) (2012). Conservation des dunes côtières. *Réhabilitation et gestion durables en Méditerranée*

occidentale. UICN, Gland, Suisse et Malaga, Espagne. 124 p. [en ligne], [consulté le 03.03.2018]. Disponible sur internet : https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2012-082.pdf

MAZARS A. (2018). *Prescriptions techniques complémentaires pour l'aménagement du cordon littoral du village Club de l'IGESA*, 8 p.

MARCO A. (2010). Etablissement de fiches informatives sur les espèces végétales exotiques à risque pour la biodiversité sur le territoire national français – *Carpobrotus edulis* et *Agave americana*. Fédération des Conservatoires botaniques nationaux.

Mieux connaître les risques sur le territoire – Géorisques, [en ligne], [consulté le 27.01.2018]. Disponible sur internet : http://www.georisques.gouv.fr/glossaire/cordons-dunaire-0)

PADDUC (2015). *Chapitre individualisé valant Schéma de Mise en Valeur de la Mer*. Annexe 6. Livre II : Orientations et Prescriptions, 173 p.

PARADIS G., GOMILA H. (2016). *Guide des plantes méditerranéennes – littoral de la France continentale et de la Corse*. Belin. 367 p.

PASKOFF R. (1994). *Les littoraux. Impact des aménagements sur leur évolution*. Masson géographie, 2ème édition, 256 p.

PASKOFF R. (1996). *Objectif dune ! Une reconquête de la nature.* Document introductif à l'atelier du 12 juin 1996 (Conservatoire du littoral), 45 p.

PASKOFF R. (2005). *Caractérisation et gestion d'un type de dune littorale : les avant-dunes.* Sécheresse. vol. 16, n° 4.

PIERESCHI S. (2017). Aménagements du grau d'Urbinu. Dossier de demande d'Autorisation. Pièce n°4 Etude d'Impact. 150 p.

RAMOUSSE R., LE BERRE M., LE GUELTE L. (1996). Introduction aux statistiques, [en ligne], [consulté le 08.08.2018]. Disponible sur internet : http://www.cons-dev.org/elearning/stat/index.html

RAYMOND F., ULLMANN A. (2015). *Pluies intenses et vagues de sécheresse en Méditerranée - Le changement climatique et le « trop » de pluie et le « manque » de pluie dans le bassin méditerranéen* ; CNRS/Université de Bourgogne Franche-Comté. 18 p.

REY-VALETTE H., CARBONNEL P., ROUSSEL S., RICHARD A. (2006). L'apport de la gestion intégrée des zones côtières (GIZC) a la gestion de l'érosion côtière : Intérêt et exemple en Méditerranée française. Vertigo – La revue en sciences de l'environnement. Vol7, n°3, [en ligne], [consulté le 15.05.2018]. Disponible sur internet : https://journals.openedition.org/vertigo/2529

REYMANN J., PANAIOTIS C., BIORET F., BACCHETTA G., DELAGE A., DELBOSC P., GAMISANS J., GAUBERVILLE C., HUGOT L., O'DEYE-GUIZIEN K., PIAZZA C., PIOLI A. (2016). *Prodrome des végétations de Corse. Documents phytosociologiques,* série 3, volume 4, 176 p.

STEPANIAN, A., BALOUIN Y., BACON A., BODERE G., DANGER Y., HENNEQUIN V., (2010). *Atlas littoral de la Plaine Orientale de Corse.* Rapport final. Rapport BRGM RP-59058-FR, 78 p., 13 ill., 28 planches, [en ligne], [consulté le 20.03.2018]. Disponible sur internet : http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-59058-FR.pdf

STEPANIAN, A., BALOUIN Y., BACON A., BODERE G. (2011). *ROL – étude complémentaire sur l'impact des tempêtes sur le littoral de la Plaine Orientale de Corse – Etat des connaissances de l'impact des tempêtes sur le littoral*. Rapport final. Rapport BRGM/RP-59046-FR, 137 p., 64 ill., 4 ann., [en ligne], [consulté le 20.03.2018]. Disponible sur internet : http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-59046-FR.pdf

STEPANIAN, A., BELON, R., CALISTRI, A. (2017). *Contribution du BRGM au projet Adapto pour une gestion souple du trait de côte sur le littoral nord de la Casinca et de la Marana (Haute-Corse).* Rapport final. Rapport BRGM/RP-67389-FR. 114

LISTE DES CONTACTS

Tableau 7 : Liste des contacts

Structure	Prénom Nom	Fonction	Adresse	Téléphone
Conservatoire du littoral	Michel Muracciole	Délégué de rivage Corse	m.muracciole@conservatoire-du-littoral.fr	04 95 32 38 14
Conservatoire du littoral	Bénédicte Benoit-Sisco	Déléguée adjointe	b.benoit-sisco@conservatoire-du-littoral.fr	04 95 32 38 14
Conservatoire du littoral	Matthieu Zanca-Rossi	Chargé de mission « Plaine orientale »	m.zanca-rossi@conservatoire-du-littoral.fr	04 95 32 38 14
Conservatoire du littoral	Florent Hennequez	Chargé de projet Adapto « Delta du Golo »	f.hennequez@conservatoire-du-littoral.fr	04 95 32 38 14
Conservatoire du littoral	Michel Delaugerre	Chargé de mission « Cap Corse »	m.delaugerre@conservatoire-du-littoral.fr	04 95 32 38 14
Conservatoire du littoral	Julie Enjalbert	Chargée de mission « disposition de gestion »	j.enjalbert@conservatoire-du-littoral.fr	04 95 32 38 14
Conservatoire du littoral	Isabelle Guyot	Chargée de mission « Agriates »	i.guyot@conservatoire-du-littoral.fr	04 95 32 38 14
Conservatoire du littoral	Amélie Javaudin	Chargée de mission foncière	a.javaudin@conservatoire-du-littoral.fr	04 95 32 38 14
Conservatoire du littoral	Marion Cocquet	Chargée de projet Adapto « Méditerranée »	m.cocquet@conservatoire-du-littoral.fr	04 42 91 64 26
Conservatoire du littoral	Eric Girard	Coordonateur projet Life Adapto au niveau national	e.girard@conservatoire-du-littoral.fr	05 46 84 72 50
	Guilhan Paradis	Botaniste	guilhan.paradis@orange.fr	06 24 49 43 78
DDTM	Eric Guyon	Responsable unité biodiversité	eric.guyon@haute-corse.gouv.fr	06 18 83 15 76
Mairie de Borgo	Anne-Marie Natali	Maire (et Présidente ComCom)		04 95 58 45 45

GLOSSAIRE

Berme : corps sédimentaire sableux de plage situé sur la zone supérieure de battement de la houle. Créé lors des périodes d'engraissement de plage par des houles calmes et régulières. Plusieurs bermes peuvent se succéder sur un profil de plage.

Cellules sédimentaires : unités d'analyse homogènes, au sein desquelles on considère que les circulations sédimentaires ont un fonctionnement autonome par rapport aux cellules voisines. Leur limite est souvent définie par des obstacles naturels ou par des infrastructures maritimes, susceptibles de modifier les transits sableux.

Concentration littorale ou « littoralisation » : elle correspond à un regroupement important des hommes et des activités sur une bande plus ou moins fine du territoire attenant à l'espace marin.

Cordon dunaire : accumulation sableuse littorale dont les points toujours émergés sont occupés par une dune qui domine plus ou moins nettement l'arrière-pays terrestre. Le terme cordon dunaire englobe la partie haute de la plage, celle qui n'est pas couverte à toutes les marées.

Dérive littorale : transport de sable le long de la côte dans la zone de déferlement.

Domaine public maritime : il est constitué du rivage de la mer et du sol et du sous-sol de la mer jusqu'à la limite des eaux territoriales, ainsi que des lais et relais de la mer. Le rivage de la mer est constitué par tout ce qu'elle couvre et découvre jusqu'où les plus hautes mers peuvent s'étendre en l'absence de perturbations météorologiques exceptionnelles.

Drageons : tiges souterraines munies de feuilles miniatures espacées ressemblant à de grosses écailles. Ils sont terminés par un bourgeon qui émerge à la surface du sol et donne une petite plante identique au plant-mère qui s'enracine bientôt. Les drageons peuvent parfois se ramifier à partir de bourgeons axillaires. Tant qu'ils sont souterrains, les drageons sont blanchâtres, mais exposés au soleil, ils acquièrent la fonction chlorophyllienne.

Dune littorale : forme d'accumulation d'origine éolienne.

Entité paysagère : grand ensemble paysager.

Erosion côtière : perte graduelle de matériaux, entrainant le recul des côtes et l'abaissement des plages.

Espèce exotique envahissante : espèce exotique, dite aussi allochtone ou non-indigène, dont l'introduction par l'homme, volontaire ou fortuite, l'établissement ou la propagation sur un territoire, menace les espèces indigènes, les habitats naturels et les services écosystémiques, avec des conséquences écologiques, économiques et/ou sanitaires négatives.

Espèce patrimoniale : espèces protégée, menacée, rare, ou ayant un intérêt scientifique ou symbolique. C'est une espèce que les scientifiques et les conservateurs estiment importante, pour des raisons écologiques, scientifiques ou culturelles.

Espèce sabulicole : espèce qui vit et croît dans le sable, que ce soit en milieu terrestre ou aquatique.

Estran : partie du littoral périodiquement recouvert par la marée.

Génie écologique : ensemble de techniques issues de l'ingénierie classique et de l'écologie scientifique et se définit par la finalité des actions menées, qui ont comme objectif de contribuer à la résilience de l'écosystème.

Héliotropisme : attraction territoriale des lieux ensoleillés.

Laisses de mer : ce qui est « laissé par la mer » au gré du flux et du reflux des marées, les mouvements des vagues. La laisse de mer, plus ou moins longue, plus ou moins épaisse forme une bande où sont accumulés des éléments vivants ou d'origine vivante (algues, bois mort) et des débris venant des activités humaines comme les sacs plastiques, les morceaux de filets de pêche...

Ligne de rivage : ligne de contact entre l'hydrosphère, la lithosphère et l'atmosphère.

Marnage (Tidal range) amplitude de marée : hauteur de marée entre le niveau de pleine mer et de basse mer.

Naturalisé : plante étrangère bien établie dans la végétation indigène et s'y maintenant sans plus aucune intervention humaine.

Nebka : petite dune asymétrique et longitudinale formée par la présence d'un obstacle quelconque (touffe de végétation, rocher) qui fait chuter la vitesse du vent, permettant le dépôt du sable.

Nœud (botanique) : Point d'attache d'une feuille ou d'un rameau sur la tige chez les Spermatophytes (plantes à graines).

Renaturation : processus par lesquels les espèces vivantes recolonisent spontanément un milieu artificiel ou ayant subi des perturbations écologiques.

Résilience : capacité d'un écosystème, d'un habitat, d'une population ou d'une espèce à subir une perturbation puis à conserver ou retrouver les caractéristiques initiales de structure et de fonctions.

Réhabilitation écologique : insiste sur la réparation de l'écosystème (tandis que la restauration tend vers le retour à sa trajectoire historique).

Sclérophylle : en botanique, plante dont les feuilles sont coriaces, à cuticule épaisse et cireuse, adaptées à la sécheresse.

Séquence paysagère : Fenêtre paysagère à l'intérieure d'une entité, qui se délimite par des ruptures visuelles parfois soudaines et d'autre fois progressives. La toponymie est méticuleusement choisie de façon à ce que les locaux et les élus s'approprient le projet et de façon également à conserver une culture des noms corses et un lien social.

Servitude de passage des piétons le long du littoral : les propriétés privées riveraines du domaine public maritime sont grevées sur une bande de trois mètres de largeur d'une servitude destinées à assurer exclusivement le passage des piétons (article L.160-6 du code de l'urbanisme).

Stratification : en botanique, elle se définit comme « un procédé technique permettant de lever la dormance des graines, en imitant artificiellement les conditions hivernales pour initier la germination ».

Submersion marine : inondation temporaire de la zone côtière par la mer ou par un étang dans des conditions météorologiques extrêmes.

Trait de côte : bande à l'intérieur de laquelle l'interface entre le domaine marin et le domaine terrestre évolue. Elle n'est pas une limite fixée dans l'espace et le temps.

Unité littorale : segmentation interne au Conservatoire du littoral, qui permet de caractériser des entités relativement homogènes le long des rivages et qui correspondent à des unités biogéographiques et historiques cohérentes.

Variance : en statistique, la variance est une mesure servant à caractériser la dispersion d'un échantillon ou d'une distribution.

Zone de déferlement ou Surf zone : Quand les vagues progressent sur un fond plus ou moins pentu en eaux peu profondes, elles déferlent. Le déferlement est un phénomène complexe. L'énergie d'une vague déferlante (énergie reçue par le vent) est dissipée. Une partie est réfléchie hors de la mer. Mais majoritairement elle est dissipée en chaleur sur le rivage en un mouvement turbulent.

ANNEXES

ANNEXE 1 : PLAN D'INTENTIONS D'AMENAGEMENTS GLOBAL (BORGO)

***

ANNEXE 2 : LE CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

***

ANNEXE 3 : LE CONTEXTE ADMINISTRATIF ET REGLEMENTAIRE

***

ANNEXE 4 : RESULTATS DE L'ANALYSE STATISTIQUE

***

ANNEXE 5 : CARTOGRAPHIE DES HABITATS DUNAIRES SUR LA COMMUNE DE BORGO

***

ANNEXE 6 : PLAN TECHNIQUE DE REHABILITATION ET DE PROTECTION DE L'ESPACE LITTORAL DE LA COMMUNE DE BORGO ET FICHES DE SYNTHESE ASSOCIEES

***

ANNEXE 1 : PLAN D'INTENTIONS D'AMENAGEMENTS GLOBAL (BORGO)

Figure 57 : Plan d'intentions d'aménagements global réalisé par le Conservatoire du littoral en 2017 sur la commune de Borgo.

ANNEXE 2 : LE CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

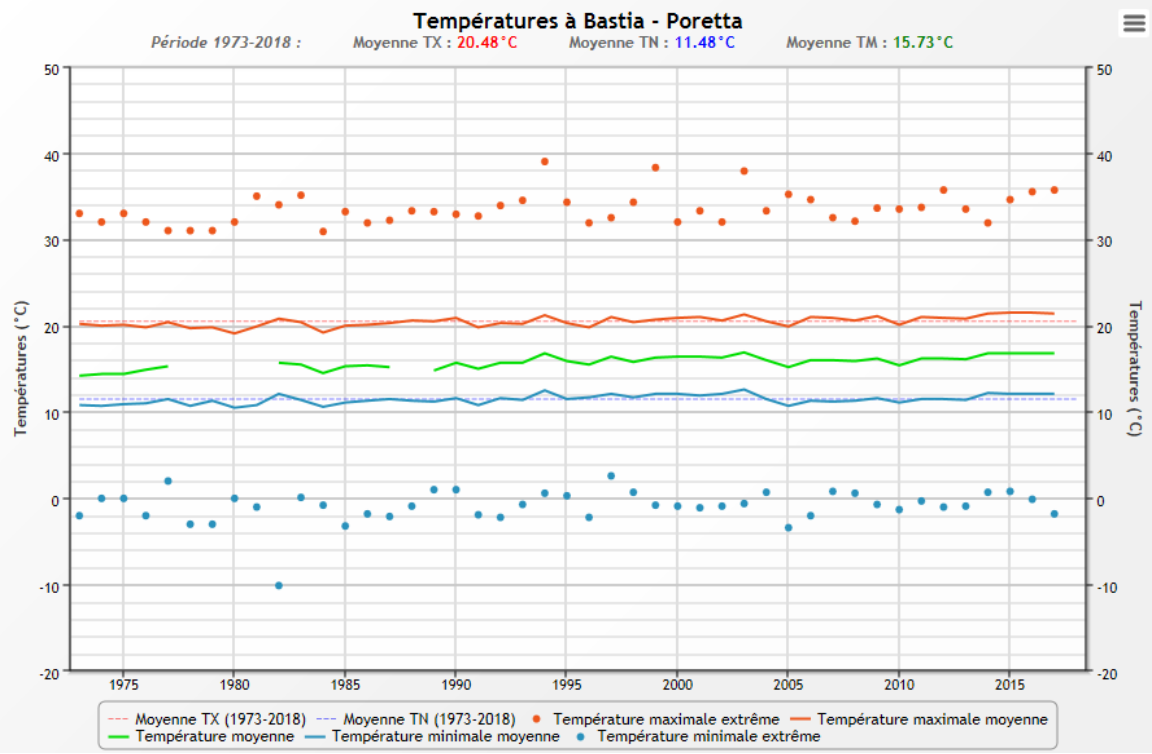


Figure 58 : Climatologie globale à Bastia-Poretta de 1973 à 2018. Source : www.infoclimat.fr

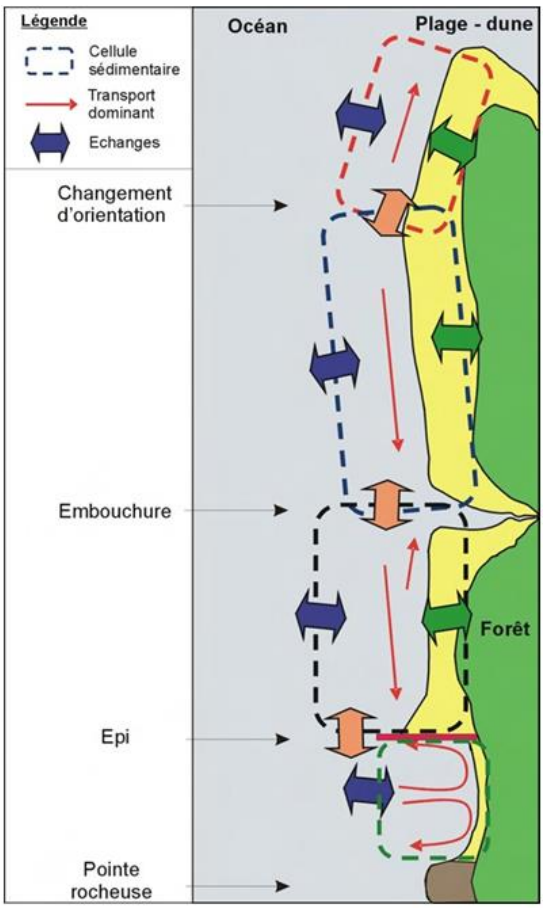


Figure 59 : Définition des cellules hydrosédimentaires et processus. Source : BRGM, 2010.

ANNEXE 3 : LE CONTEXTE ADMINISTRATIF ET REGLEMENTAIRE

Tableau 8 : Tableau regroupant l'ensemble des réglementations relatives au projet

Protection réglementaire				
Type	**Type/Référence**	**Date**	**Sont autorisés**	**Sont interdits**
Loi "Littoral"	Article L121-23 du code de l'urbanisme relatif aux espaces remarquables et caractéristiques du littoral	03-janv-86	Les aménagements légers liés à la gestion des espaces remarquables, à leur mise en valeur, ou à leur ouverture au public,à condition qu'ils ne portent pas atteinte à la qualité des sites et des milieux. Cela comprend : - Les aires de stationnement indispensables à la maîtrise de la fréquentation automobile, à condition qu'elles ne soient ni cimentées ni bitumées ; - Les cheminements piétonniers et cyclables ni cimentés ni bétonnés, objets mobiliers destinés à l'accueil ou à l'information du public. Les opérations de gestion ou de restauration de milieux naturels.	Les constructions et installations sur une bande littorale de cents mètres à compter de la limite haute du rivage.
	Article L160-6 du code de l'urbanisme relatif à la servitude littorale		L'autorité administrative peut, par décision motivée prise après avis du ou des conseils municipaux intéressés et au vu du résultat d'une enquête publique effectuée comme en matière d'expropriation : - Modifier le tracé ou les caractéristiques de la servitude, afin, d'une part, d'assurer, compte tenu notamment de la présence d'obstacles de toute nature, la continuité du cheminement des piétons ou leur libre accès au rivage de la mer, d'autre part, de tenir compte des chemins ou règles locales préexistants ; le tracé modifié peut grever exceptionnellement des propriétés non riveraines du domaine public maritime ; - A titre exceptionnel, la suspendre.	
Loi 4x4	Article L362-1 du code de l'environnement et articles L. 131-4-1 et L. 131-14-1 du code des communes relatifs à la circulation des véhicules terrestres dans les espaces naturels	03-janv-91	Les véhicules utilisés pour remplir une mission de service public. Sous réserve des dispositions des articles L. 131-4-1 et L. 131-14-1 du code des communes, l'interdiction ne s'applique pas aux véhicules utilisés à des fins professionnelles de recherche, d'exploitation ou d'entretien des espaces naturels et elle n'est pas opposable aux propriétaires ou à leurs ayants droit circulant ou faisant circuler des véhicules à des fins privées sur des terrains appartenant auxdits propriétaires.	Selon l'article L362-1 du code de l'environnement, la circulation des véhicules à moteur en dehors des voies classées dans le domaine public routier de l'Etat, des départements et des communes, des chemins ruraux et des voies privées ouvertes à la circulation publique des véhicules à moteur.
Loi n°2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages	Article L411-1 du code de l'environnement relatif à la conservation de sites d'intérêt géologique, d'habitats naturels, d'espèces animales ou végétales et de leurs habitats	Version en vigueur au 10 août 2016		Lorsqu'un intérêt scientifique particulier, le rôle essentiel dans l'écosystème ou les nécessités de la préservation du patrimoine naturel justifient la conservation de sites d'intérêt géologique, d'habitats naturels, d'espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées et de leurs habitats, sont interdits : - La destruction ou l'enlèvement des oeufs ou des nids, la mutilation, la destruction, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle, la naturalisation d'animaux de ces espèces ou, qu'ils soient vivants ou morts, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur détention, leur mise en vente, leur vente ou leur achat ; - La destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement de végétaux de ces espèces, de leurs fructifications ou de toute autre forme prise par ces espèces au cours de leur cycle biologique, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur mise en vente, leur vente ou leur achat, la détention de spécimens prélevés dans le milieu naturel ; - La destruction, l'altération ou la dégradation de ces habitats naturels ou de ces habitats d'espèces ;

Protection réglementaire						
Type		**Type/Référence**		**Date**	**Sont autorisés**	**Sont interdits**
DPM		Article L3111-1 du code général de la propriété des personnes publiques		2006	Les autorisations d'occupation temporaire du domaine public maritime se présentent sous la forme d'un arrêté préfectoral qui est délivré au pétitionnaire après instruction du service gestionnaire du domaine public maritime de l'Etat. Les décisions d'utilisation du domaine public maritime tiennent compte de la vocation des zones concernées et de celles des espaces terrestres avoisinants, ainsi que des impératifs de préservation des sites et paysages du littoral et des ressources biologiques.	Les biens des personnes publiques (à caractère mobilier ou immobilier, appartenant à l'Etat, aux collectivités territoriales et à leurs groupements, ainsi qu'aux établissements publics) , qui relèvent du domaine public, sont inaliénables (personne ne peut se prévaloir de la qualité de propriétaire sur cet espace commun) et imprescriptibles (l'État n'a pas le droit de le vendre, ni de le céder, ni de le laisser usurper).
		Article L321-9 du code de l'environnement		2016		La circulation et le stationnement sur le rivage de la mer, les dunes et les plages appartenant au domaine public ou privé des personnes publiques, les exceptions pour les véhicules de secours, de police et d'exploitation, ainsi que les dérogations qui sont parfois délivrées aux usagers ; le bruit et le passage répété de véhicules en dehors des voies d'accès balisées peuvent en effet perturber la stabilité des écosystèmes des zones côtières et contrarier le renouvellement naturel des espèces.
PADDUC		Vocation des plages du SMVM	Plages naturelles	2015	- Les ouvrages destinés à faciliter ou sécuriser l'accès du public, ou à orienter ce dernier afin de protéger les sites ; - L'entretien et l'aménagement du sentier du littoral et des servitudes transversales de passage piéton.	
			Plages naturelles fréquentées		- Le stationnement d'embarcations et l'entreposage de matériel de loisirs non motorisés ; - Les constructions à caractère « réversible », non permanentes, destinées à l'accueil du public, à l'exclusion de toute forme d'hébergement et sous réserve de leur intégration au paysage et au site.	
			Plages semi-urbaines		- Le stationnement d'embarcations et de matériel de loisirs ; - Les aménagements légers pour organiser les activités physiques et sportives (filet de jeux flottants…) ; - Les aménagements destinés à l'apprentissage et la pratique sportive : bases nautiques	
P.P.R.I	**Commune de Borgo (inondation lente (de plaine) aléa modéré à très fort)**	Arrêté préfectoral N°04/666		2004	Sont autorisés avec prescription : - Les travaux d'infrastructure publique ; - Les travaux usuels d'entretien et de gestion normaux des biens ; - L'extraction des matériaux ; - Les vides sanitaires.	- Les aires de stationnement ; - Les clôtures devront avoir une perméabilité d'au moins 80 % ; - Les dépôts et stockage de produits dangereux ou polluants ; - Les décharges de quelques sorte que ce soit.
	Commune de Biguglia (inondation lente (de plaine) aléa modéré)					
P.L.U	**Commune de Borgo**	Zones naturelles (N) (Npr, Npri, Espaces boisés classés)		Approuvé en 2016, en cours de révision	En zones naturelles (N) et plus précisément, en secteur Npr et Npri, après enquête publique dans les cas prévus par les articles R. 123-1 à R. 123-33 du code de l'environnement, les aménagements légers autorisés par la loi "Littoral" (présentés ci-dessus).	
					Les plantations constituées d'essences locales.	
						Article L130-2 du code de l'urbanisme modifié par la Loi n°2017-86 du 27 janvier 2017 – Art. 117 (V) : le classement interdit tout changement d'affection ou tout mode d'occupation du sol de nature à compromettre la conservation, la protection ou la création des boisements.
	Commune de Biguglia	Pas de P.L.U sur la commune de Biguglia				

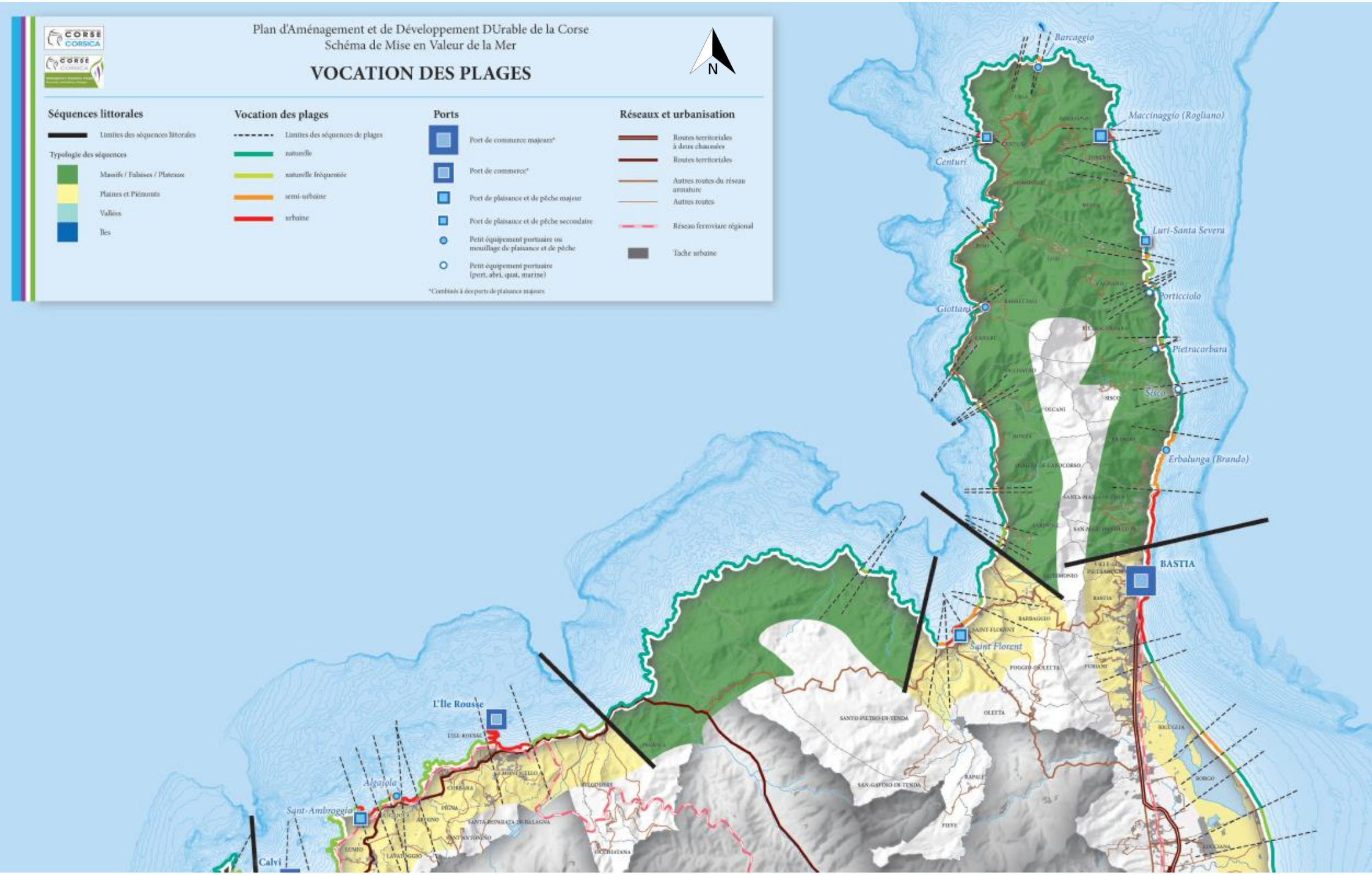


Figure 60 : Vocation des plages. Source : PADDUC

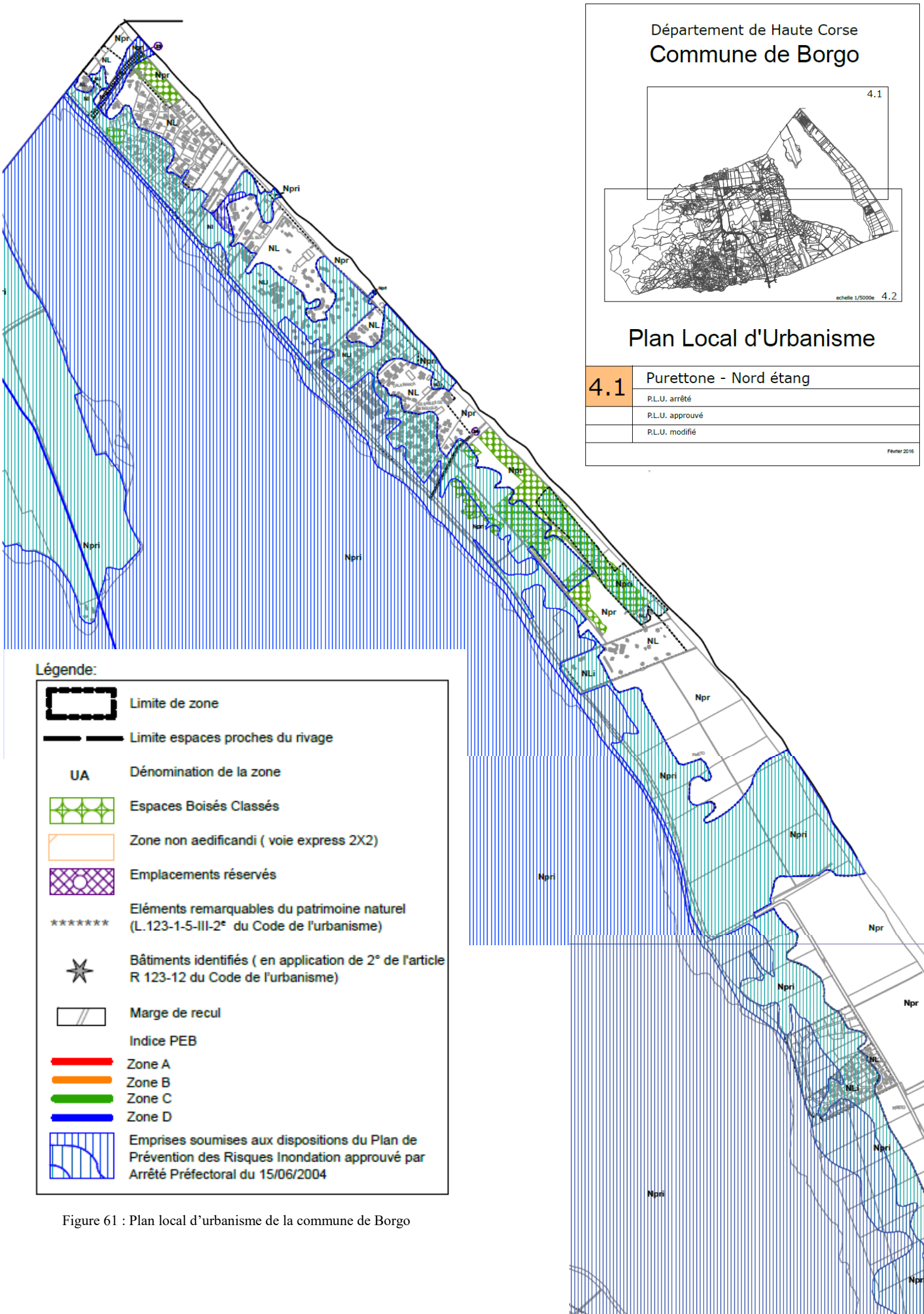


Figure 61 : Plan local d'urbanisme de la commune de Borgo

ANNEXE 4 : RESULTATS DE L'ANALYSE STATISTIQUE

Tableau 9 : Calcul des ratios (nombre d'individus sur 100 m de linéaire) sur l'année 2016 (le secteur 7 de la commune de Borgo représente le secteur de référence).

Année	Commune	Secteur	Linéaire par secteur (m)	Nombre de personnes par secteur	Ratio sur 100 m
2016	*Borgo*	7	2300	112	4,87
		6	1071	533	49,77
		5	523	210	40,15
		4	548	323	58,94
		3	1054	190	18,03
		2	258	93	36,05
		1	623	19	3,05
	Biguglia	6	523	44	8,41
		5	1016	542	53,35
		4	380	3	0,79
		3	225	0	0,00
		2	683	0	0,00
		1	617	41	6,65
	Furiani	4	650	7	1,08
		3	1175	365	31,06
		2	850	681	80,12
		1	100	15	15,00
	Lucciana	6	715	96	13,43
		5	200	20	10,00
		4	730	48	6,58
		3	280	116	41,43
		2	640	108	16,88
		1	2000	12	0,60

Tableau 10 : Calcul des ratios sur l'année 2017

Année	Commune	Secteur	Linéaire par secteur (m)	Nombre de personnes par secteur	Ratio sur 100 m
2017	*Borgo*	7	2300	126	5,48
		6	965	104	10,78
		5	523	162	30,98
		4	548	254	46,35
		3	1054	163	15,46
		2	258	62	24,03
		1	623	9	1,44
	Biguglia	6	523	57	10,90
		5	1016	450	44,29
		4	380	14	3,68
		3	225	3	1,33
		2	683	2	0,29
		1	617	18	2,92
	Furiani	4	650	37	5,69
		3	1175	336	28,60
		2	850	501	58,94
		1	100	19	19,00
	Lucciana	6	715	84	11,75
		5	200	2	1,00
		4	730	44	6,03
		3	280	90	32,14
		2	640	86	13,44
		1	2000	15	0,75

Test de l'Anova :

```
> anova(ajuste)
Analysis of Variance Table

Response: df2$x
             Df     Sum Sq    Mean Sq F value    Pr(>F)
df2$Vocation  2 0.00047200 2.3600e-04 13.8003 0.0002751 ***
df2$Commune   3 0.00011666 3.8886e-05  2.2739 0.1168073
Residuals    17 0.00029072 1.7101e-05
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Avec une *p-value* < 0.05, il est possible de dire que la vocation du secteur a un effet très significatif sur la fréquentation.

Test de Tukey :

```
> posthoc
  Tukey multiple comparisons of means
    95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = df2$x ~ df2$Vocation + df2$Commune)

$`df2$Vocation`
                                diff          lwr         upr     p adj
residentielle-naturelle   0.002922275 -0.002109840 0.007954389 0.3203235
touristique-naturelle     0.011830787  0.006020202 0.017641373 0.0001936
touristique-residentielle 0.008908512  0.002860663 0.014956361 0.0040538
```

Il n'y a pas de différences significatives entre la fréquentation des secteurs à vocation naturelle et celle des secteurs à vocation résidentielle. Nous pouvons donc considérer, d'une manière générale, un niveau de fréquentation similaire dans ces secteurs. Au contraire, avec une *p-value* < 0.05, le niveau de fréquentation de ces deux secteurs est significativement différent de celui des secteurs à vocation touristique.

ANNEXE 5 : CARTOGRAPHIE DES HABITATS DUNAIRES SUR LA COMMUNE DE BORGO

Tableau 11 : Légende des habitats naturels du site d'étude, réalisée par BIOTOPE en 2016.

Grand type de milieux	Code Corine	Libellé	Code habitat Carte
Habitats anthropiques		Groupements d'espèces envahissantes ou non indigènes	1
	83.321	Plantations	2
	82.2	Cultures	3
	42.824 x 87.2	Pinèdes artificialisées	4
	84.43	Piste	5
	84.43	Route	6
	87.2	Zones remaniées	7
	87.2	Zones rudéralisées	8
	86	Zones artificialisées	9
Habitats dunaires	11.1	Mer	10
	17.2	Laisses de mer des côtes méditerranéennes	11
	17.2 x 16.2112	Laisses de mer x Dunes Embryonnaires	12
	16.2112	Dunes embryonnaires méditerranéennes	13
	16.2122	Dunes blanches de la Méditerranée	14
	16.2112 x 16.223	Dunes embryonnaires x Dunes grises	15
	16.2112 x 16.228	Dunes embryonnaires x Groupements dunaires à Malcolmia	16
	16.223	Dunes grises ibéro-méditerranéennes	17
	16.223 x 16.2122	Dunes grises ibéro-méditerranéennes x Dunes blanches	18
	16.223 x 16.228	Dunes grises ibéro-méditerranéennes x Groupements dunaires à Malcolmia	19
	16.228	Groupements dunaires à Malcolmia	20
	16.28	Fourrés dunaires à sclérophylles	21
	16.28 x 16.223	Fourrés dunaires à sclérophylles x Dunes grises	22
	16.28 x 16.228	Fourrés dunaires à sclérophylles x Groupements dunaires à Malcolmia	23
	16.28 x 35.4	Fourrés dunaires à sclérophylles x Groupements méditerranéens annuels des sables profonds	24
	16.28 x 53.17	Fourrés dunaires à sclérophylles x Végétation à Scirpes halophiles	25
	42.844 x 16.29	Pinède à Pin d'Alep sur sable	26
	42.824 x 16.29	Pinède à Pin mésogéen sur sable	27
	42.834 x 16.29	Pinède à Pin parasol sur sable	28
	16.11	Sable nu	29
Habitats dunaires x Habitats humides	16.223 x 53.61	Dunes grises ibéro-méditerranéennes x Communautés avec Cannes de Ravenne	30
	16.228 x 53.61	Groupements dunaires à Malcolmia x Communautés des Cannes de Ravenne	31
	15.53 x 16.223	Prés méditerranéens halopsammophiles x Dunes grises	32
Habitats dunaires x Landes, Fruticées	16.223 x 32.342	Dunes grises ibéro-méditerranéennes x Maquis à ciste	33
	16.28 x 31.86	Fourrés dunaires à sclérophylles x Landes à Fougère aigle	34
	16.28 x 32.3	Fourrés dunaires à sclérophylles x Maquis	35
	16.28 x 32.31	Fourrés dunaires à sclérophylles x Maquis hauts	36
	32.342 x 16.228	Maquis à Ciste x Groupements dunaires à Malcolmia	37
Habitats forestiers	45.2	Suberaie	38
	45.2	Suberaie x sp envahissantes	39
Habitats forestiers x Habitats humides	45.2 x 44.91	Suberaie x Aulnaie marécageuse	40
Habitats humides	53.61	Communautés avec Cannes de Ravenne	43
	15.53	Prés méditerranéens à Spartina versicolor	44
	15.53	Prés méditerranéens halopsammophiles	45
	15.53 x 53.61	Prés méditerranéens halopsammophiles x Communautés des Cannes de Ravenne	46
	15.53 x 31.831	Prés méditerranéens halopsammophiles x Roncier	47
	15.53	Prés méditerranéens halopsammophiles x Sp envahissantes	48
	15.51	Prés salés méditerranéens à *Juncus maritimus*	49
	53.11	Roselière	50
	53.11 x 37.7	Roselière x Mégaphorbiaie	51
	53.11 x 15.53	Roselière x Prés méditerranéens à Spartina versicolor	52
	53.11 x 15.53	Roselière x Prés méditerranéens halopsammophiles	53
	53.11 x 15.51	Roselière x Prés salés méditerranéens à *Juncus maritimus*	54
	53.11 x 15.5	Roselière x PS	55
	53.11 x 44.92	Roselière x Saussaie marécageuse	56
	53.11 x 53.62	Roselière x sp envahissantes	57
	44.92	Saussaie marécageuse	58
	44.92 x 53.61	Saussaie marécageuse x Communautés des Cannes de Ravenne	59
	44.92	Saussaie marécageuse x Sp envahissante	60
	44.8131	Tamariçaie	60
	44.8131 x 53.62	Tamariçaie x sp envahissantes	61
	21	Lagune	62
	37.4	Prairies humides méditerranéennes	62
	23.1	Canal	63
	22.1	Eau libre	64
Habitats humides x Landes, Fruticées	53.61 x 32.31	Communautés avec Cannes de Ravenne x Maquis hauts	65
	32.214 x 44.8131	Fruticée à Lentisques x Tamariçaie	66
	32.34 x 15.35	Maquis à Ciste x Végétation à Elytrigia	67
	15.53 x 32.3	Prés méditerranéens halopsammophiles x Maquis silicicoles	68
	31.831 x 37.7	Roncier x Mégaphorbiaie	69
	53.11 x 31.89	Roselière x Roncier	70
Landes, Fruticées	31.81	Fourrés médio-européens sur sol fertile	71
	32.214	Fruticée à Lentisques	72
	31.86	Landes à Fougère aigle	73
	31.86 x 32.3	Landes à Fougère aigle x Maquis	74
	32.342	Maquis à Ciste	75
	32.342 x 31.81	Maquis à Ciste x Fourrés médio-européens sur sol fertile	76
	32.31	Maquis hauts	77
	31.831	Roncier	78
	31.831 x 32.342	Roncier x Maquis à Ciste	79
	31.831 x 32.3	Roncier x maquis silicicoles	80
Pelouses	35.3	Pelouses méditerranéennes siliceuses	81
	34.8	Prairies	82
	38	Prairies mésophiles	83

Figure 63 : Cartographie des habitats réalisée par BIOTOPE en 2016 au nord du secteur 3 (nord de la commune de Borgo)

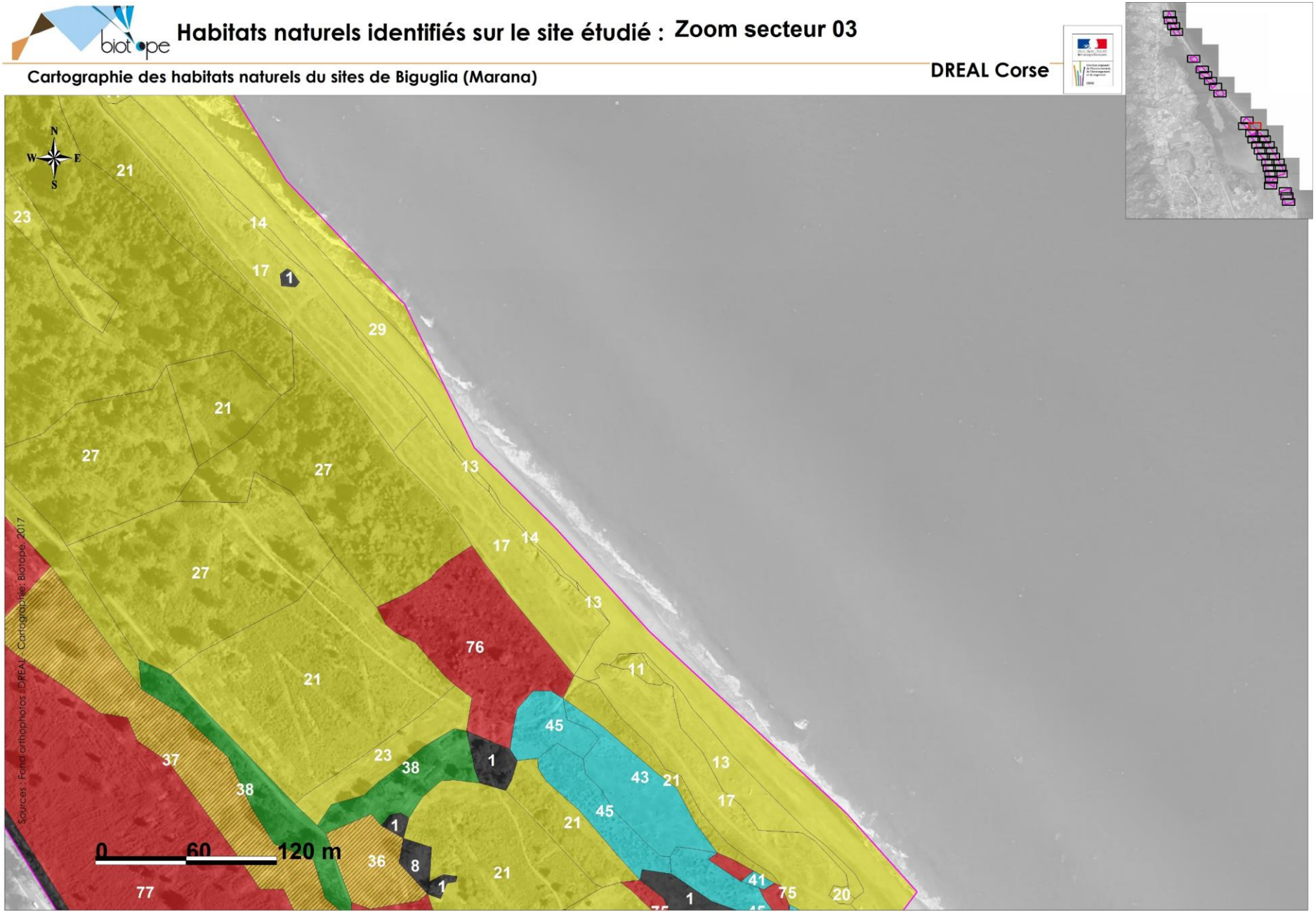


Figure 64 : Cartographie des habitats réalisée par BIOTOPE en 2016 au sud du secteur 3 (commune de Borgo)

Figure 65 : Cartographie des habitats réalisée par BIOTOPE en 2016 sur le secteur 1 (commune de Borgo)

Figure 66 : Cartographie des habitats du cordon dunaire réalisée au printemps 2018 au nord du secteur 6 (commune de Borgo)

Figure 67 : Cartographie des habitats du cordon dunaire réalisée au printemps 2018 au sud du secteur 6 (commune de Borgo)

Figure 68 : Cartographie des habitats du cordon dunaire réalisée au printemps 2018 sur le secteur 5 (commune de Borgo)

Figure 69 : Cartographie des habitats du cordon dunaire réalisée au printemps 2018 sur le secteur 4 (commune de Borgo)

Figure 70 : Cartographie des habitats du cordon dunaire réalisée au printemps 2018 sur le secteur 2 (commune de Borgo)

ANNEXE 6 : PLAN TECHNIQUE DE REHABILITATION ET DE PROTECTION DE L'ESPACE LITTORAL DE LA COMMUNE DE BORGO ET FICHES DE SYNTHESE ASSOCIEES

Fiche technique – Secteur 1 : espace naturel situé au sud de la commune de Borgo – Séquence Pineto-Poretta

Etat des lieux

Cet espace naturel est situé tout au Sud de la commune de Borgo, à la limite de la résidence « la Maraninca » implantée sur la commune de Lucciana.

La présence de dépôts sauvages à l'entrée du secteur, ainsi que le mauvais état des aménagements (barrières) installés antérieurement sur cet espace, témoignent de son abandon. Au sein des habitats d'arrière-dune, BIOTOPE a identifié les fourrés à Ciste, des formations du maquis ou encore les prés salés, qui sont des habitats humides. Situés au centre du secteur, ces derniers habitats sont traversés par les principaux accès menant à la plage, inondés durant la basse saison. Deux espèces végétales patrimoniales sont susceptibles d'y être rencontrées, à savoir, *Saccharum ravennae* (Canne de Ravenne), espèce rare en Corse et *Serapias parviflora* (Sérapias à petites fleurs), protégée au niveau national. En ce qui concerne l'espèce animale *Testudo hermanni* (Tortue d'Hermann), elle a été inventoriée sur l'ensemble du site d'étude dans le cadre de la création de la ZNIEFF de type 1 et est donc potentiellement présente sur ce secteur. Elle est également protégée au niveau national.

Figure 1 : Photographie aérienne oblique du secteur 1 (naturel). 03/10/2017

Actuellement, le cordon dunaire est fragmenté par la présence d'une piste sauvage et de multiples sentiers piétons, engendrant la dégradation des habitats dunaires. Il est également altéré par les dépôts résultant du nettoyage des plages, entassés sur les dunes. Il se voit également colonisé par *Carpobrotus sp.* (Griffe de sorcière) et, dans une moindre mesure, par *Opuntia ficus-indica* (Figuier de barbarie). La surface en espèces végétales exotiques envahissantes sur le cordon dunaire est d'environ 2 004 m², soit approximativement 12% de cette dernière. Elles sont d'ailleurs susceptibles de faire disparaitre l'espèce *Pseudorlaya pumila* (Fausse Girouille des sables), protégée au niveau national et identifiée par BIOTOPE sur ce secteur. Ce dernier est érodé sur la période historique 1937-2013. A l'horizon 2050, le BRGM estime, d'après son scénario le plus pessimiste, que la totalité du cordon dunaire sera submergé.

Prédiction future sur l'évolution du trait de côte (TC) selon les trois scénarios réalisés par le BRGM et le Conservatoire du littoral

Secteur 1 (Borgo)

0 35 70 140 Mètres

1:3 000

Fond de carte : IGN-BD ORTHO 2016 RGF 93-Lambert 93

Etat des lieux

Secteur 1 - commune de Borgo

0 30 60 120 Mètres

1:2 500

Fond de carte : IGN-BD ORTHO 2016 RGF 93-Lambert 93

Figure 2 : Barrières délabrées à l'entrée du secteur

Figure 3 : Dépôts sauvages au niveau des fourrés arrière-dunaire

Figure 4 : Prés salés – habitat humide en limite du cordon dunaire

Figure 5 : Piste sauvage et sentier piéton à travers le cordon dunaire

Figure 6 : Brèche créée dans le cordon dunaire sous l'effet de la pression anthropique et dépôts de nettoyage des plages accumulés

Figure 7 : Possibilité de passage des véhicules sur la plage et présence de Griffes de sorcières sur le cordon dunaire

Situation à atteindre

La situation optimale serait de procéder à des aménagements légers de façon à favoriser l'accueil du public sur ce secteur, mais également de préserver le cordon dunaire. Cela intègre sa réhabilitation, mais également sa protection face aux usages anarchiques (circulation des véhicules motorisés, piétinement par le public, asphyxie des espèces dunaires par l'accumulation des dépôts…).

Projet d'aménagements

Secteur 1 - commune de Borgo

Proposition d'aménagements

Il s'agira de nettoyer le secteur et d'y aménager un stationnement en terre à environ 150 m de la plage. Un panneau d'information sera disposé à la jonction des sentiers créés. Il indiquera la possibilité d'engorgement, durant la basse saison, du sentier le plus au nord, puisqu'il traverse les prés salés. Des plots anti 4x4 seront disposés au Sud du secteur, de façon à condamner la circulation des véhicules sur l'ensemble du site d'étude. Dans la même démarche, deux barrières seront installées au niveau du lotissement.

Le cordon dunaire devra être réhabilité aux endroits les plus altérés et protégé du passage des véhicules et du piétinement par le public. Dans un premier temps, les espèces végétales envahissantes y seront éradiquées. En raison de son faible niveau de fréquentation, il s'agira d'utiliser des techniques proches du « laisser-faire », c'est-à-dire très peu coûteuses et privilégiant l'utilisation d'éléments naturellement présents sur site. Ainsi : les couvertures végétales seront disposées sur la piste située en arrière des dunes fixées ; les dépôts naturels accumulés lors du nettoyage des plages seront réutilisés, notamment, pour combler les brèches créées sous l'effet de la pression anthropique ; tandis que les troncs d'arbres, déposés sur les plages lors des tempêtes, seront redisposés au niveau du front dunaire ainsi qu'au niveau des sentiers à condamner, de façon à contre-indiquer l'accès aux dunes. Un décompactage sera également réalisé au niveau du lotissement et des prés salés.

Aussi, le sentier littoral constitue un atout pour ce secteur, étant donné qu'il offre un paysage différent de celui observé depuis la plage et qu'il possède un rôle récréatif (courses, randonnées pédestres…). Afin de préserver à la fois le cordon dunaire et le sentier littoral, il conviendra de conserver les tracés, de la piste ou des sentiers existants, situés le plus en arrière possible de la dune fixée. L'objectif est de relocaliser le sentier à la limite entre un habitat arrière-dunaire (fourrés) et la dune fixée, de façon à réduire la fragmentation du cordon et à favoriser sa reconstitution naturelle.

Mise en œuvre

En arrière du cordon dunaire

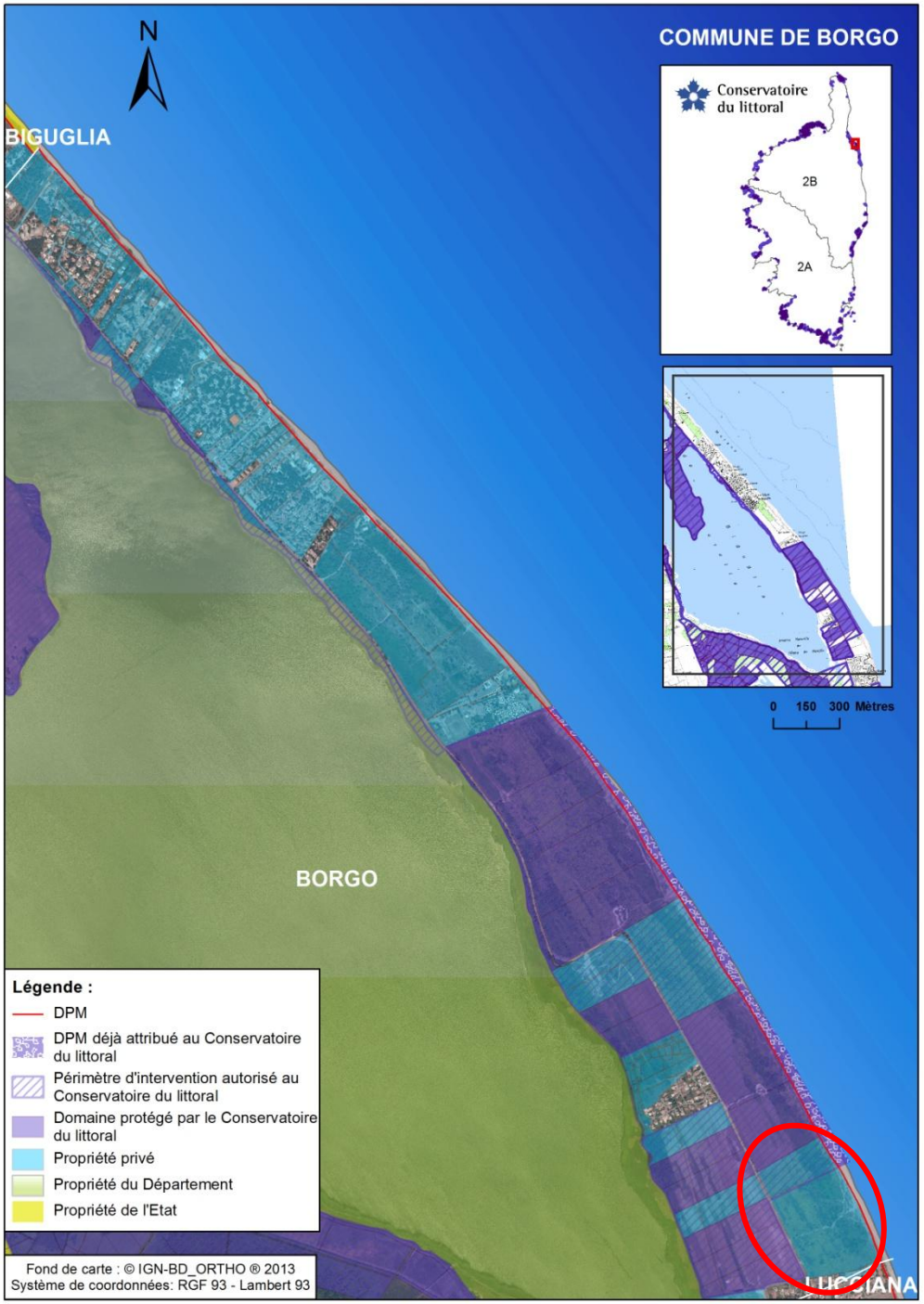
- Ramassage et extraction des dépôts sauvages ;
- Démolition et extraction de socles en bétons ;
- Réhabilitation de la piste, de la route jusqu'au futur stationnement ;
- Aménagement d'un stationnement en terre d'environ 2 000 m² ;
- Mise en place d'un panneau informatif à la jonction entre les deux sentiers d'accès à la plage ;
- Restauration du sentier nord existant, du stationnement jusqu'au cordon dunaire ;
- Création de deux sentiers, du stationnement jusqu'au cordon dunaire, de façon à disperser le public sur les plages et à préserver les dunes ;
- Décompactage de sols tassés : au sud (milieux dunaire sableux) et au centre du secteur (milieu humide sablo-limoneux) pour une aide à la reprise de la végétation ;
- Mise en place de barrières condamnant l'accès aux véhicules au niveau du lotissement de la Maraninca ;
- Mise en place de clôtures à la limite du lotissement ;
- Piquetage d'implantation général.

Sur le cordon dunaire

- Arrachage et évacuation de *Carpobrotus sp.* et *Opuntia ficus-indica ;*
- Reprofilage des dunes nettoyées des espèces invasives ;
- Conservation de quatre sentiers d'accès à la plage espacés d'environ 150 m à 250 m les uns des autres ;
- Conservation du sentier littoral situé en arrière de la dune grise ;
- Mise en place de couvertures végétales sur les pistes sauvages à condamner, à partir des rémanents provenant du débroussaillage lors la création des sentiers ;
- Réagencement des troncs d'arbres présents sur les plages, de façon à canaliser le public sur les sentiers sélectionnés ;
- Reprofilage des dunes à partir des dépôts provenant du nettoyage des plages.

Cas particulier : les espèces protégées

La mise en place d'un stationnement en terre en amont du secteur, ainsi que la restauration de pistes et la création de sentiers sera susceptible de perturber certains spécimens d'espèces animales ou végétales protégées, telles que la Tortue d'Hermann ou la Sérapias à petites fleurs. Il conviendra donc de réaliser un inventaire de ces espèces afin de vérifier leur présence, conformément aux préconisations inscrites dans le mémoire de stage.



Contraintes juridiques

- Domaine public maritime. Au nord de ce secteur, le Conservatoire du littoral est attributaire du domaine public maritime sur 150 m de linéaire côtier ;
- Terrain privé ;
- Demande d'autorisation préfectorale pour la capture d'espèce protégée. Cela concernerait uniquement la Tortue d'Hermann, dans le cas où sa présence sur ce secteur serait confirmée. En ce qui concerne la Sérapias à petite fleur, si sa présence est décelée aux endroits à aménager, il conviendra de revoir le plan d'intention d'aménagements.

Suivi des travaux

- Un suivi photographique de l'ensemble des aménagements : pendant et après la phase de chantier, en conservant le même point et angle de prise de vue ;
- Un suivi du contrôle du développement de la Griffe de sorcière sur le cordon dunaire.

Tableau 1 : Décomposition du prix global et forfaitaire (DPGF) de l'ensemble des travaux

Secteur - Commune	Libellé	Localisation	Quantité	Unité	PU HT (€)	PT HT (€)
1 - Borgo	Ramassage et extraction des dépôts sauvages	Hors DPM	200,00	m³	100,00	20 000,00
	Démolition et extraction de socles en bétons		0,50	m³	100,00	50,00
	Restauration de piste		200,00	ml	25,00	5 000,00
	Restauration de sentier		155,00	ml	4,50	697,50
	Création de sentier		333,00	ml	7,00	2 331,00
	Décompactage de sol		530,00	m²	0,90	477,00
	Arrachage et évacuation de Griffes de sorcière		2 004,00	m²	3,50	7 014,00
	Arrachage et évacuation de Figuiers de Barbarie		10,00	m²	8,50	85,00
	Pose de panneau d'information		1,00	u	250,00	250,00
	Pose de clôtures		300,00	ml	14,00	4 200,00
	Pose de barrières		2,00	u	3 000,00	6 000,00
	Pose de plots anti 4x4		40,00	u	430,00	17 200,00
	Création d'une aire de stationnement :					
	- *Fonds de forme*		2 142,00	m²	6,00	12 852,00
	- *Apport et mise en œuvre de tuf sur 20 cm*		426,00	m³	45,00	19 170,00
	- *Plots renforcés*		357,00	u	75,00	26 775,00
	Piquetage d'implantation		1,00	forfait	600,00	600,00
	TOTAL Hors DPM					122 701,50
	Disposition des troncs d'arbres	DPM	1,00	forfait	400,00	400,00
	Reprofilage des dunes à partir des dépôts du nettoyage des plages		339,00	m²	2,00	678,00
	Arrachage et évacuation de Griffes de sorcière		415,00	m²	3,50	1 452,50
	TOTAL DPM					2 530,50
	Divers imprévus					12 523,20
	TOTAL GENERAL					137 755,20

Tableau 2 : Décomposition du prix global et forfaitaire (DPGF) des prospections complémentaires et du suivi des travaux

Secteur - Commune	Libellé	Quantité	Unité	PU HT (€)	PT HT (€)
1 - Borgo	Expertise botanique	1,00	jour	660,00	660,00
	Expertise reptiles	1,50	jour	660,00	990,00
	TOTAL phase de terrain complémentaire				1 650,00
	Contrôle du développement d'espèces végétales invasives	6,00	jour	400,00	2 400,00
	Relévés photographiques	36,00	jour	-	-
	TOTAL suivi (sur 3 ans)				2 400,00
	Divers imprévus				405,00
	TOTAL GENERAL				4 455,00

Budget prévisionnel des travaux et du suivi

L'enveloppe budgétaire prévisionnelle de ces travaux et aménagements s'élève à 137 775,20 € HT, dont 2 530,50 € HT sur le domaine public maritime. Cette enveloppe comprend un poste divers imprévus représentant 10 % du montant total des travaux en DPM et hors DPM.

Le budget relatif aux prospections complémentaires ressort à la somme de 1 650,00 € HT (dépense unique) et celui relatif au suivi des travaux sur trois ans s'élève à 2 400,00 € HT. Le total général des prestations est de 4 455,00 € HT (comprenant également une majoration de 10% au titre des divers imprévus).

Financements potentiels

- LIFE
- FEDER
- ComCom
- Commune
- DDTM

Tableau 3 : Calendrier prévisionnel

OPERATIONS	Année n											
	janv.	*fév.*	*mars*	*avr.*	*mai*	*juin*	*juil.*	*août*	*sept.*	*oct.*	*nov.*	*déc.*
Phase de terrain complémentaire :												
. Inventaire reptile												
. Inventaire flore												
Travaux sur le cordon dunaire												
Travaux en arrière du cordon dunaire												
Suivi :												
. Contrôle du développement d'espèces invasives												
. Relevés photographiques												

OPERATIONS	Année n+1											
	janv.	*fév.*	*mars*	*avr.*	*mai*	*juin*	*juil.*	*août*	*sept.*	*oct.*	*nov.*	*déc.*
Phase de terrain complémentaire :												
. Inventaire reptile												
. Inventaire flore												
Travaux sur le cordon dunaire												
Travaux en arrière du cordon dunaire												
Suivi :												
. Contrôle du développement d'espèces invasives												
. Relevés photographiques												

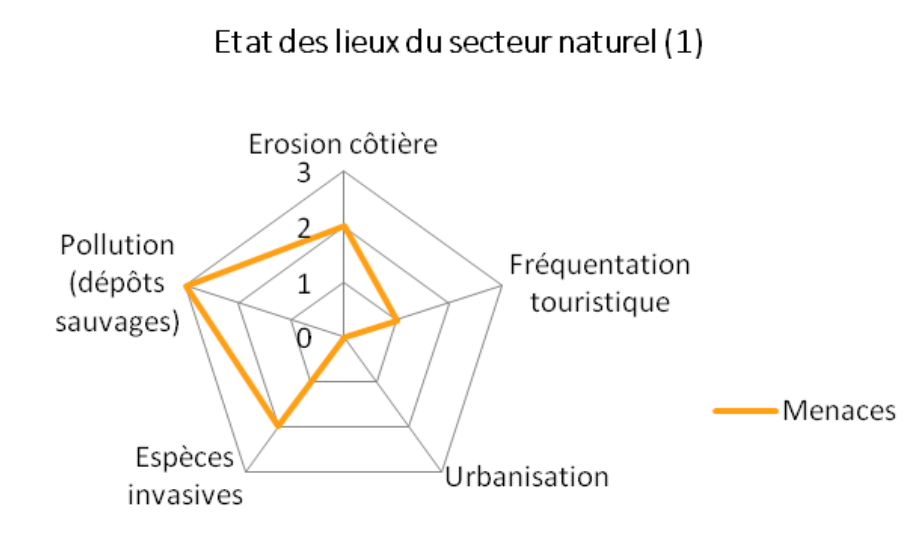
OPERATIONS	Année n+2											
	janv.	*fév.*	*mars*	*avr.*	*mai*	*juin*	*juil.*	*août*	*sept.*	*oct.*	*nov.*	*déc.*
Phase de terrain complémentaire :												
. Inventaire reptile												
. Inventaire flore												
Travaux sur le cordon dunaire												
Travaux en arrière du cordon dunaire												
Suivi :												
. Contrôle du développement d'espèces invasives												
. Relevés photographiques												

Calendrier prévisionnel

Le calendrier prévisionnel a été réalisé sur une période de trois ans, de l'année « n » à « n+2 ». La première intervention débuterait en avril de la première année, avec les inventaires faune-flore d'espèces protégées. Les travaux auraient potentiellement lieu en octobre de l'année d'après, de façon à être réalisés durant la basse saison. Dans le cas où les travaux destinés à accueillir le public ne pourraient être entamés au même moment que ceux à réaliser sur le cordon dunaire, les couvertures végétales, issues de la création des sentiers, ne pourraient être disponibles pour sa réhabilitation. Afin qu'elles le soient, une taille douce pourrait, dans un premier temps, être réalisée le long des sentiers à créer.

Enfin, les actions de suivi, étant similaires tous les ans, ont été indiquées uniquement sur une année et se poursuivront.

Fiche de synthèse – Secteur 1 : espace naturel situé au sud de la commune de Borgo – Séquence Pineto-Poretta



Points forts	Points faibles
Vaste espace naturel	Pollution par la décharge de dépôts sauvages
Absence d'urbanisation	
Diversité de milieux et de paysages	Absence de gestion et de mise en valeur de l'espace naturel
Fonction récréative (sentier littoral et plage)	Absence d'aménagements pour l'accueil du public
Cordon dunaire conservé dans sa totalité	Cordon dunaire altéré par une circulation anarchique
Réglementation visant à la préservation du milieu (Loi "Littoral" : Espace naturel remarquable)	Difficulté de gestion du cordon dunaire et de l'espace d'arrière dune situés en grande partie sur un terrain privé
Attribution du DPM sur 150 m de linéaire côtier au Nord du secteur	Champs d'action faible sur la surface de DPM attribuée

Une gestion de l'espace naturel en vue de :

Sa préservation

- Nettoyage du secteur
- Mise en place d'aménagements légers, respectueux de l'environnement
- Utilisation de matériaux naturels, présents sur site et donc peu coûteux pour réhabiliter et protéger le cordon dunaire
- Maitrise de la circulation

Sa mise en valeur paysagère

- Nettoyage du secteur
- Mise en place d'aménagements s'intégrant au paysage

Son attractivité

- Nettoyage du secteur
- Réalisation de travaux en arrière du cordon dunaire destinés à l'accueil du public
- Réaménagement du sentier littoral

Projet d'aménagements
Secteur 1 (naturel) - Borgo

LEGENDE

- Pistes
- Sentiers
- Aire de stationnement
- Couvertures végétales
- Troncs d'arbres
- Débris naturels
- Limite du domaine public maritime

Etat des lieux

Ce secteur est un espace urbanisé à vocation touristique, dont la propriété revient au CCAS. Il s'agit d'un secteur moyennement fréquenté situé entre deux secteurs naturels, celui au sud étant protégé par le Conservatoire du littoral depuis les années 2000.

Au sud, le cordon dunaire est bien développé d'un point de vue morphologique et la flore y est bien ancrée. Le seul endroit où la dune est affaissée, se situe au niveau de l'accès à la plage. Plus au Nord, le cordon dunaire est largement réduit par l'érosion. A cet endroit, le sentier littoral constitue donc un facteur d'altération supplémentaire de la faible part de cordon dunaire restante. Il est également altéré par la présence de *Carpobrotus sp.* (Griffe de sorcière) sur environ 187 m² de sa surface, soit environ 4,8 % de celle-ci, ce qui est faible comparé à certains secteurs du site d'étude. Cette espèce se localise notamment en limite des clôtures. Ces dernières se voient actuellement tomber sous l'effet de l'érosion – effet accentué par la présence de la Griffe de sorcière. En effet, elle possède un système racinaire peu profond ne permettant pas de maintenir le sable.

Sur la période historique 1937-2013, ce secteur est en accrétion. Au nord, les côtes subissent néanmoins de l'érosion et des phénomènes de « coup de cuillère » sont nettement observables après les périodes de tempêtes. En tenant compte uniquement de la projection à l'Horizon 2050 à laquelle est ajouté l'aléa « tempête », le BRGM estime que les phénomènes littoraux n'auront pas d'impact sur le complexe touristique. En revanche, d'après son scénario le plus pessimiste, prenant en compte une élévation du niveau de la mer, la totalité du cordon dunaire, mais également l'entrepôt de matériel nautique au nord, seront submergés.

Figure 1 : Photographie aérienne oblique du secteur 2 (touristique). 03/10/2017

Prédiction future sur l'évolution du trait de côte (TC) selon les trois scénarios réalisés par le BRGM et le Conservatoire du littoral

Secteur 2 (Borgo)

0 25 50 100 Mètres

1:2 000

Fond de carte : IGN-BD ORTHO 2016 RGF 93-Lambert 93

Etat des lieux

Secteur 2 - commune de Borgo

0 25 50 100 Mètres

1:2 000

Fond de carte : IGN-BD ORTHO 2016 RGF 93-Lambert 93

Figure 2 : Limite entre le secteur naturel du Conservatoire et le CCAS.

Figure 3 : Implantation des clôtures au niveau de la dune fixée.

Figure 4 : Cordon dunaire au devant du CCAS.

Figure 5 : Effondrement des clôtures sous l'effet de l'érosion et tapis de Griffe de sorcière.

Figure 6 : Erosion côtière au niveau de l'accès principal du CCAS (nord).

Figure 7 : Coup de cuillère formé dans le cordon dunaire sous l'action de la mer (nord).

Situation à atteindre

La situation optimale serait de recouvrer un cordon dunaire plus large au nord de ce secteur, tout en assurant la servitude littorale, et de le préserver dans son intégralité de la fréquentation touristique. Le problème est tel que le champ d'action permettant de procéder à sa réhabilitation, est restreint par l'érosion des dunes au nord ainsi que par l'implantation des clôtures du CCAS. Dans un tel cas, l'idéal serait, non pas de gérer le cordon dunaire uniquement au-devant du complexe touristique, mais de protéger et de réhabiliter un plus grand espace (végétalisé), au droit de cette propriété.

Projet d'aménagements

Secteur 2 - commune de Borgo

Proposition d'aménagements

Dans un premier temps, les plantes envahissantes seront éradiquées. Sur ce secteur moyennement fréquenté, les techniques de réhabilitation et de protection du cordon dunaire, nécessiteront d'utiliser des matériaux plus rigides, tels que les ganivelles. Il s'agira de proposer aux propriétaires de réaliser ces travaux en empiétant sur une bande de leur propriété, de 12 m à 23 m de large, sur 175 m de linéaire. Il leur sera également proposé de redélimiter leur parcelle avec des ganivelles plutôt qu'avec des clôtures. Elles s'intégreront mieux au paysage et permettront d'harmoniser l'ensemble des aménagements présents sur le cordon dunaire (délimitations du Conservatoire et du CCAS).

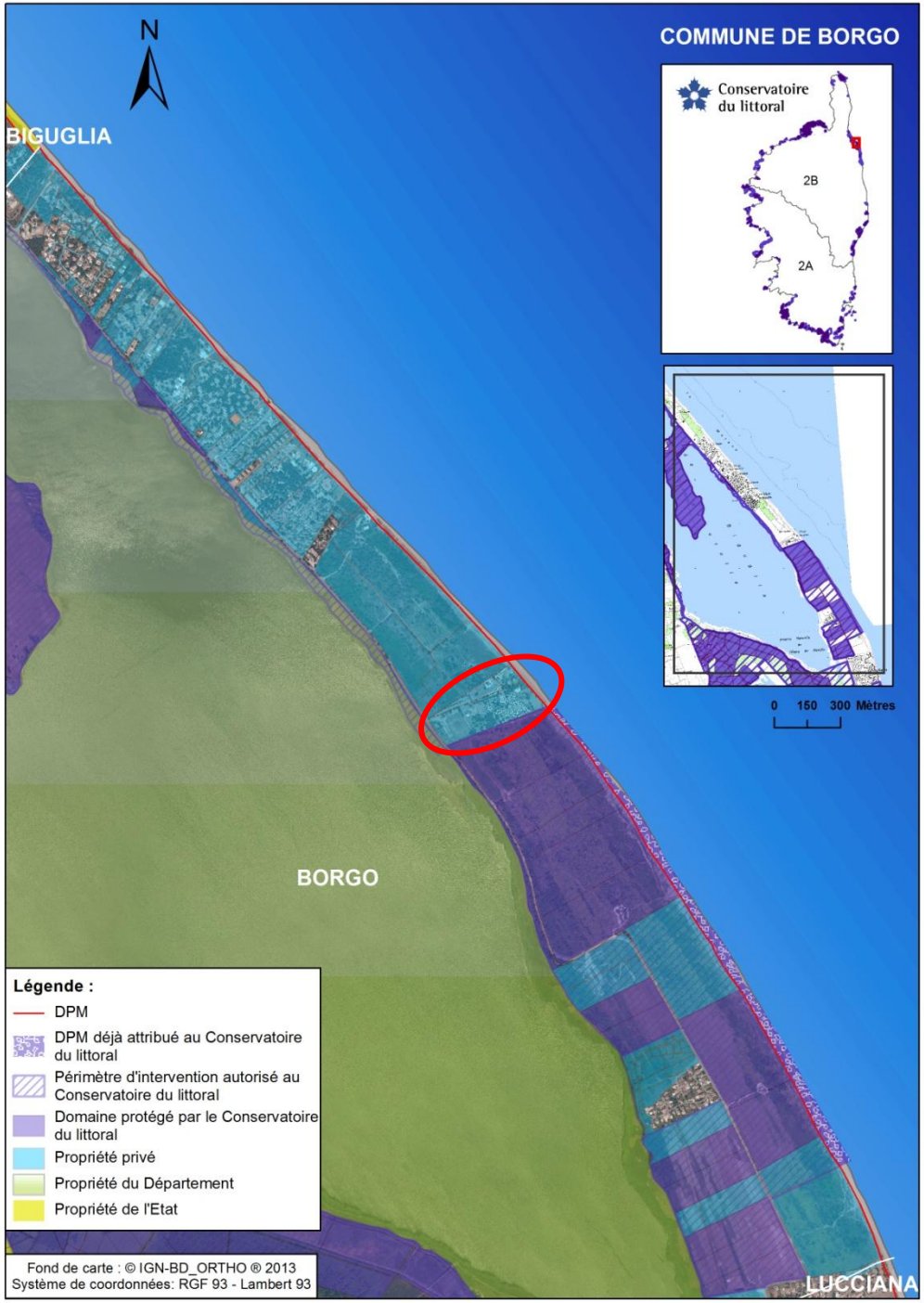
Afin de conserver le sentier littoral, deux scénarios ont été établis :

Scénario 1

Le premier scénario consiste à conserver le sentier littoral au droit des espaces urbanisés. Avec un double enjeu : valorisation du patrimoine touristique et préservation du patrimoine naturel, il conviendra de relocaliser le sentier littoral en arrière de la dune fixée et donc, lorsque cela est possible, au sein de la propriété du CCAS. Cela permettra au cordon dunaire de se reconstituer aux endroits altérés et de conserver son rôle de protection face aux phénomènes littoraux.

Scénario 2

Si le sentier littoral n'est pas approuvé lors de la concertation, il sera proposé aux propriétaires du club de vacances, de réaliser les mêmes aménagements que ceux préconisés antérieurement, excepté la création du sentier littoral. Dans ce cas, l'aspect valorisation du patrimoine touristique sera écarté et le public sera contraint de passer uniquement par la plage.



Mise en œuvre

- Si le scénario 1 est approuvé, création d'un nouveau sentier littoral ;
- Arrachage de *Carpobrotus sp.* ;
- Reprofilage des dunes nettoyées des espèces invasives ;
- Suppression des clôtures existantes sur la totalité du linéaire de la propriété ;
- Mise en place de ganivelles basses (80 cm) pour réhabiliter et protéger les dunes ;
- Mise en place de ganivelles hautes (110 cm) pour redélimiter le terrain du CCAS, en continuité des travaux du Conservatoire ;
- Piquetage d'implantation général.

Contraintes juridiques

- Domaine public maritime ;
- Terrain privé ;

Suivi des travaux

- Un suivi photographique de l'ensemble des aménagements : pendant et après la phase de chantier, en conservant le même point et angle de prise de vue ;
- Un suivi du contrôle du développement de la Griffe de sorcière sur le cordon dunaire.

Tableau 1 : Décomposition du prix global et forfaitaire (DPGF) de l'ensemble des travaux

Secteur - Commune	Libellé	Localisation	Quantité	Unité	PU HT (€)	PT HT (€)
2 - Borgo	Création de sentier	Hors DPM	333,00	ml	7,00	2 331,00
	Pose de ganivelles hautes (110 cm)		286,00	ml	29,00	8 294,00
	Pose de ganivelles basses (80 cm)		247,00	ml	25,00	6 175,00
	Piquetage d'implantation		1,00	forfait	600,00	600,00
	Suppression de clôtures		253,00	ml	3,00	759,00
	TOTAL hors DPM					18 159,00
	Arrachage et évacuation de griffes de sorcière	DPM	187,00	m²	3,50	654,50
	Pose de ganivelles basses (80 cm)		430,00	ml	25,00	10 750,00
	TOTAL DPM					11 404,50
	Divers imprévus					2 956,35
	TOTAL GENERAL					32 519,85

Tableau 2 : Décomposition du prix global et forfaitaire (DPGF) du suivi des travaux

Secteur - Commune	Libellé	Quantité	Unité	PU HT (€)	PT HT (€)
2 - Borgo	Contrôle du développement d'espèces végétales invasives	6,00	jour	400,00	2 400,00
	Relévés photographiques	36,00	jour	-	-
	TOTAL suivi (sur 3 ans)				2 400,00
	Divers imprévus				240,00
	TOTAL GENERAL				2 640,00

Budget prévisionnel des travaux et du suivi

L'enveloppe budgétaire prévisionnelle de ces travaux et aménagements s'élève à 32 519,85 € HT, dont 11 404,50 € HT sur le domaine public maritime. Cette enveloppe comprend un poste divers imprévus représentant 10 % du montant total des travaux en DPM et hors DPM.

Le budget relatif au suivi des travaux ressort à la somme de 2 640,00 € HT sur trois années (comprenant également une majoration de 10% au titre des divers imprévus).

Financements potentiels

- CCAS
- ComCom
- Commune
- DDTM

Tableau 3 : Calendrier prévisionnel

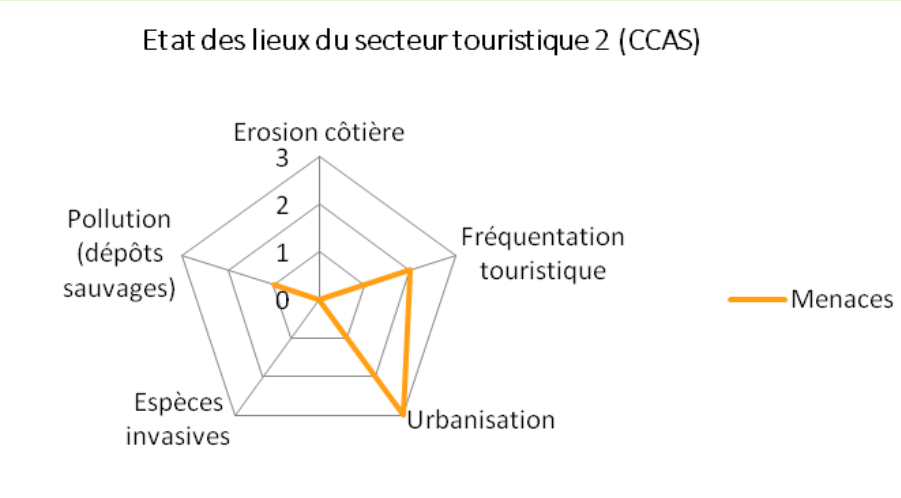
OPERATIONS	Année											
	n											
	janv.	*fév.*	*mars*	*avr.*	*mai*	*juin*	*juil.*	*août*	*sept.*	*oct.*	*nov.*	*déc.*
Travaux sur le cordon dunaire												
Suivi :												
. Contrôle du développement d'espèces invasives												
. Relevés photographiques												

OPERATIONS	Année											
	n+1											
	janv.	*fév.*	*mars*	*avr.*	*mai*	*juin*	*juil.*	*août*	*sept.*	*oct.*	*nov.*	*déc.*
Travaux sur le cordon dunaire												
Suivi :												
. Contrôle du développement d'espèces invasives												
. Relevés photographiques												

Calendrier prévisionnel

Le calendrier prévisionnel a été réalisé sur une période de deux ans, de l'année « n » à « n+1 ». Les travaux sur le cordon dunaire auraient lieu en octobre, de façon à être réalisés durant la basse saison.

Enfin, les actions de suivi, étant similaires tous les ans, ont été indiquées uniquement sur une année et se poursuivront.



Points forts	Points faibles
Secteur peu soumis aux risques côtiers (érosion et submersion marine)	Urbanisation a proximité du rivage (<100 m du trait de côte)
Complexe touristique laissant en son droit un espace végétalisé	Marge de recul exploitable située sur une propriété privée
Professionnels de tourisme potentiellement plus sensibles à une gestion concertée et durable de leur espace	
Source de financement hypothétiquement mobilisable par les propriétaires	
Délimitations de propriétés facilement amovibles (clôtures)	
Cordon dunaire peu altéré	Cordon dunaire très étroit au nord du secteur
Cordon dunaire situé sur le DPM	Pas d'attribution possible du DPM par le Conservatoire au droit des espaces urbanisés

Une gestion du cordon dunaire au-devant de l'espace touristique en vue de :

Sa préservation

- Nettoyage du secteur
- Mise en place d'aménagements légers, respectueux de l'environnement
- Utilisation de ganivelles pour réhabiliter et protéger le cordon dunaire

La protection des habitations

- Réhabilitation et protection du cordon dunaire au moyen de ganivelles
- Réagencement des limites de propriétés

La mise en valeur paysagère de l'espace

- Nettoyage du secteur
- Mise en place d'aménagements s'intégrant au paysage
- Redélimitation de propriété à partir de matériaux écologiques

L'attractivité du secteur

- Nettoyage du secteur
- Création d'un nouveau sentier littoral
- Implication des professionnels de tourisme dans la protection de l'environnement

Projet d'aménagements
Secteur 2 (touristique)
CCAS Borgo

LEGENDE

- Sentiers
- Ganivelles
- Accès au CCAS
- Limite du domaine public maritime

Fiche technique - Secteur 3 : espace naturel situé au centre de la commune de Borgo – Séquence Pineto-Poretta

Etat des lieux

Ce secteur de la commune de Borgo est un espace naturel situé entre le CCAS, au sud et le secteur résidentiel des Sables de Biguglia, au nord. Il est peu fréquenté par le public mais voit son niveau de fréquentation augmenter fortement durant l'été et de façon très localisée, du fait de la présence d'une paillote au nord. La répartition de la fréquentation sur ce secteur s'explique également par le fait qu'il est cloisonné sur la totalité de son linéaire et que le seul accès permettant de rejoindre la plage est situé au niveau de la paillote.

Sur la majorité du secteur, le cordon dunaire, est bien développé et végétalisé. Cependant, il est altéré au sud par les engins motorisés utilisés dans le cadre du nettoyage des plages et par les dépôts qui en résultent. Au nord, il a été complètement détruit sur environ 55 mètres du fait de l'installation de la paillote. Aussi, une piste sauvage lacère longitudinalement la totalité du cordon. L'ensemble des sentiers et pistes créés sont à l'origine des brèches visibles dans les dunes, notamment au sud du secteur. Le cordon dunaire est également altéré par la présence de *Carpobrotus sp.* (Griffe de sorcière) sur environ 1 046 m² de sa surface, soit environ 3,7 %, ce qui est faible comparé à certains secteurs du site d'étude. Quelques pieds de *Saccharum ravennae* (Canne de ravenne), espèce rare, ont été identifiés au Sud. L'espèce *Pseudorlaya pumila* (Fausse Girouille des sables) a, quant à elle, été relevée plus au Nord, notamment aux abords des pistes sauvages et des sentiers.

Au sein des habitats d'arrière-dune, BIOTOPE a identifié majoritairement des fourrés à Ciste, des pinèdes à Pin maritime ou encore des formations du maquis. L'espèce animale *Testudo hermanni* (Tortue d'Hermann), protégée au niveau national, a été inventoriée sur l'ensemble du site d'étude dans le cadre de la création de la ZNIEFF de type 1 et est donc potentiellement présente sur ce secteur.

Figure 1 : Photographie aérienne oblique du nord du secteur 3 (naturel). 03/10/2017

Au sud, le secteur est stable sur la période 1937-2013, tandis qu'il est en érosion au nord, engendrant la création de falaises vives dans les dunes fixées. A l'horizon 2050, le BRGM estime, d'après son scénario le plus pessimiste, que la totalité du cordon dunaire sera submergé au nord du secteur.

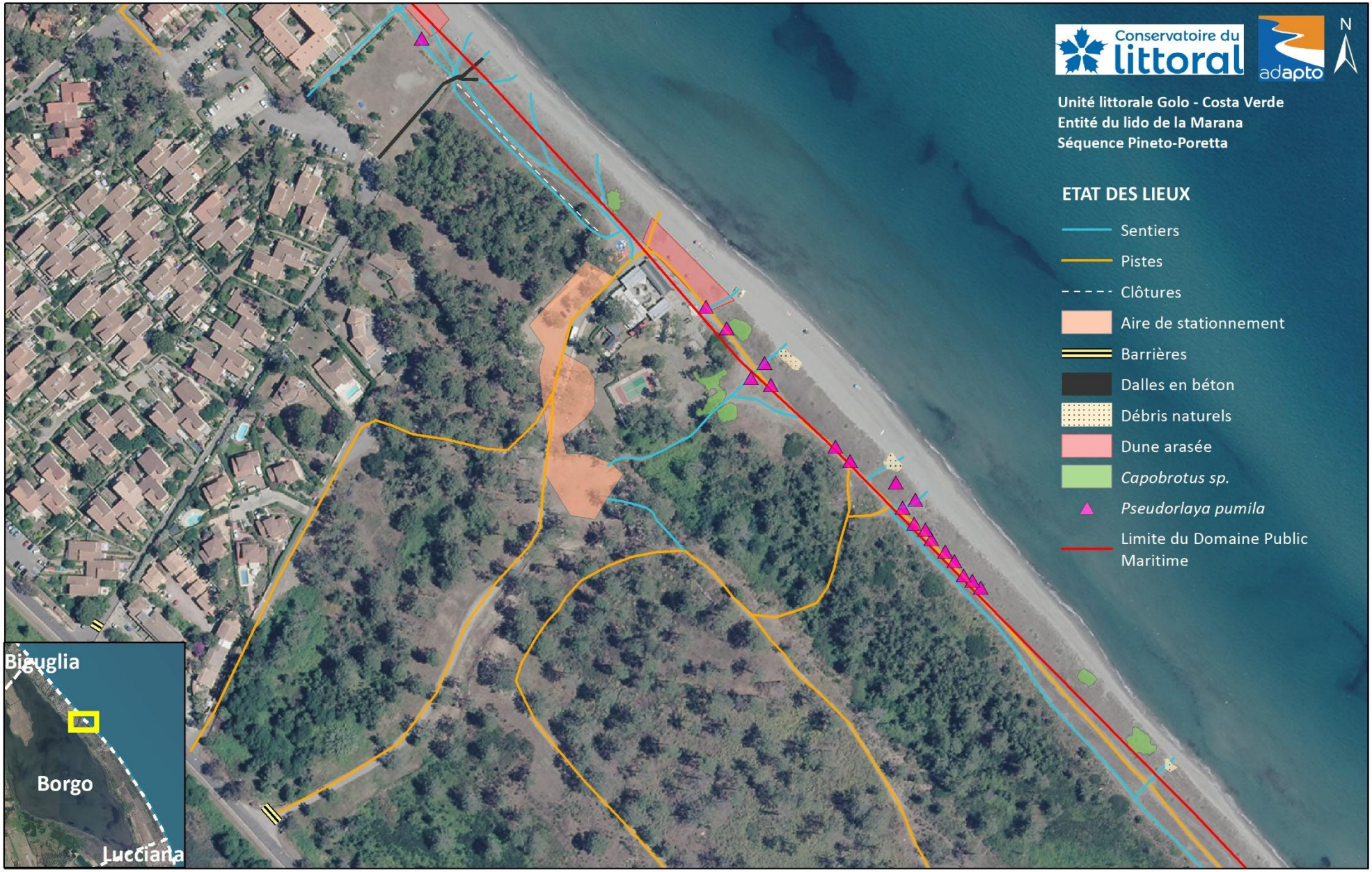
Figure 2 : Photographie aérienne oblique du sud du secteur 3 (naturel). 03/10/2017

Prédiction future sur l'évolution du trait de côte (TC) selon les trois scénarios réalisés par le BRGM et le Conservatoire du littoral

Secteur 3 (Borgo)

Etat des lieux

Secteur 3 (nord) - commune de Borgo



1:2 500

Fond de carte : IGN-BD ORTHO 2016 RGF 93-Lambert 93

Etat des lieux

Secteur 3 (sud) - commune de Borgo

1:2 500

Fond de carte : IGN-BD ORTHO 2016 RGF 93-Lambert 93

Photographies du secteur

Figure 3 : Accumulation de dépôts naturels sur les dunes (sud). 18/04/2018

Figure 4 : Création d'une brèche d'origine anthropique dans le cordon dunaire et accumulation de dépôts (sud). 18/04/2018

Figure 5 : Piste sauvage à travers le cordon dunaire. 18/04/2018

Figure 6 : Présence d'un ourlet d'arrière-dune en limite de la dune fixée. 22/06/2018

Figure 7 : Erosion dunaire et traces d'engins sur la plage (nord). 22/06/2018

Figure 2 : Arasement d'une partie du cordon dunaire en face de la paillote. 14/03/2018

Situation à atteindre

La situation optimale serait de procéder à des aménagements légers de façon à favoriser l'accueil du public sur ce secteur, mais également de préserver le cordon dunaire. Cela intègre sa réhabilitation, mais également sa protection face aux usages anarchiques (circulation des véhicules motorisés, piétinement par le public, asphyxie des espèces dunaires par l'accumulation des dépôts…).

Proposition d'aménagements

Afin de faciliter l'accès à la plage au sud du secteur, un premier stationnement en terre sera aménagé dans une zone non inondable en arrière du cordon dunaire. Au nord, un stationnement en terre est déjà présent et utilisé, notamment, par les clients et employés de la paillote. Il sera réaménagé sur une surface délimitée, de façon à canaliser la circulation des véhicules et permettre la reprise de la végétation environnante.

Le cordon dunaire devra être réhabilité aux endroits les plus altérés et protégé du passage des véhicules et du piétinement par le public. Dans un premier temps, les espèces végétales envahissantes y seront éradiquées. En raison du faible niveau de fréquentation au sud, il s'agira d'utiliser des techniques proches du « laisser-faire », c'est-à-dire très peu coûteuses et privilégiant l'utilisation d'éléments naturellement présents sur site. Ainsi : les couvertures végétales seront disposées sur la piste située en arrière des dunes fixées ; les dépôts naturels accumulés lors du nettoyage des plages seront réutilisés, notamment, pour combler les brèches créées sous l'effet de la pression anthropique ; tandis que les troncs d'arbres, déposés sur les plages lors des tempêtes, seront redisposés au niveau du front dunaire ainsi qu'au niveau des sentiers à condamner, de façon à contre-indiquer l'accès aux dunes.

En revanche, au nord, au niveau de la paillote très fréquentée en été, il s'agira d'utiliser des matériaux rigides de type ganivelles, qui permettront de reconstituer la dune arasée, mais également de la protéger de la fréquentation.

Aussi, le sentier littoral constitue un atout pour ce secteur, étant donné qu'il offre un paysage différent de celui observé depuis la plage et qu'il possède un rôle récréatif (courses, randonnées pédestres…). Afin de préserver à la fois le cordon dunaire et le sentier littoral, il conviendra de conserver les tracés, de la piste ou des sentiers existants, situés le plus en arrière possible de la dune grise. L'objectif est, lorsque cela est possible, de relocaliser le sentier à la limite entre un habitat arrière-dunaire (fourrés) et la dune fixée, de façon à réduire la fragmentation du cordon dunaire et à favoriser sa reconstitution naturelle.

Projet d'aménagements

Secteur 3 (nord) - commune de Borgo

Projet d'aménagements

Secteur 3 (sud) - commune de Borgo

Fond de carte : IGN-BD ORTHO 2016 RGF 93-Lambert 93

Mise en œuvre

En arrière du cordon dunaire

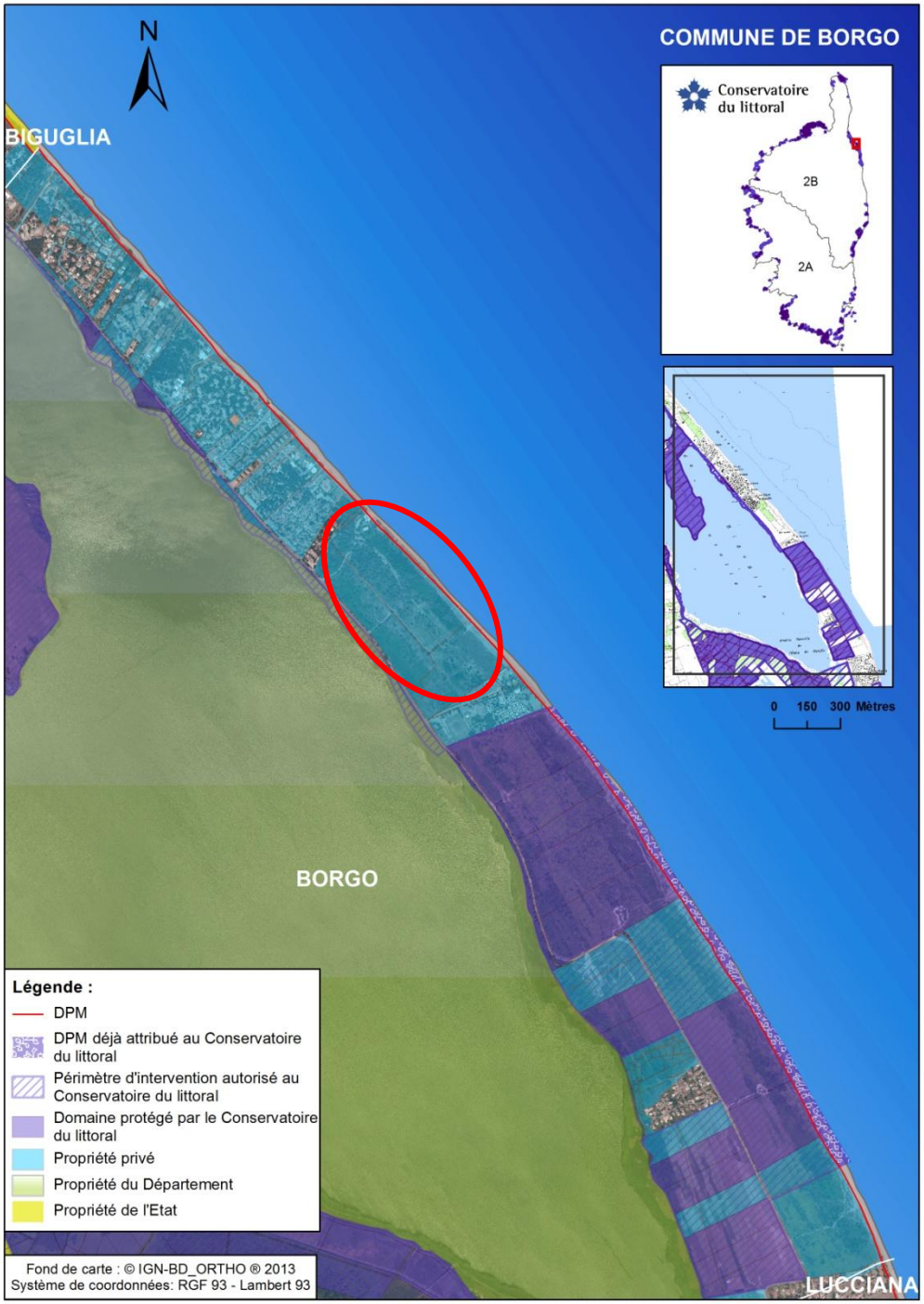
- Aménagement de deux stationnements en terre d'environ 2 100 m² l'un;
- Création et restauration d'une piste d'accès jusqu'au premier stationnement ;
- Création d'un sentier au sud, du stationnement à la plage ;
- Suppression des clôtures au nord de la paillote et restauration du sentier existant ;
- Mise en place d'une barrière condamnant l'accès aux véhicules au niveau de l'entrée actuelle au secteur ;
- A moyen terme, démolition du mur en béton délimitant la propriété.

Cas particulier : les espèces protégées

La mise en place d'un stationnement en terre en amont du secteur, ainsi que la restauration de piste et la création de sentiers sera susceptible de perturber certains spécimens d'espèces animales protégées, telles que la Tortue d'Hermann. Il conviendra donc de réaliser un inventaire de cette espèce afin de vérifier sa présence, conformément aux préconisations inscrites dans le mémoire de stage. Aussi, afin de réaliser un suivi de l'évolution de la Fausse Girouille des sables post-aménagement, la fréquence d'occurrence de l'espèce sera évaluée sur la base d'un inventaire, dont la zone sera à définir ultérieurement.

Sur le cordon dunaire

- Arrachage de *Carpobrotus sp.* ;
- Reprofilage des dunes nettoyées des espèces invasives ;
- Conservation de 6 sentiers d'accès à la plage de façon à desservir l'ensemble du linéaire, espacés d'environ 100 m² à 300 m²;
- Conservation d'un accès suffisamment large au-devant de la paillote, ce qui représente un bon compromis entre le maintien de l'activité touristique et la préservation de milieux naturels.
- Conservation du sentier littoral situé en arrière de la dune fixée et à la limite des habitats arrière-dunaire ;
- Mise en place de couvertures végétales sur les pistes sauvages à condamner, à partir des rémanents provenant du débroussaillage lors la création des sentiers ;
- Disposition de troncs d'arbres, présents sur les plages, de façon à canaliser le public sur les sentiers sélectionnés ;
- Reprofilage des dunes à partir des dépôts provenant du nettoyage des plages ;
- Mise en place de ganivelles basses (80 cm) au-devant de la paillote de façon à réhabiliter et à protéger le cordon dunaire ;
- Piquetage d'implantation général.



Contraintes juridiques

- Domaine public maritime ;
- Terrain privé ;
- Demande d'autorisation préfectorale pour la capture d'espèce protégée (Tortue d'Hermann, potentiellement).

Suivi des travaux

- Un suivi photographique de l'ensemble des aménagements : pendant et après la phase de chantier, en conservant le même point et angle de prise de vue ;
- Un suivi du contrôle du développement de la Griffe de sorcière sur le cordon dunaire ;
- Un suivi de l'espèce protégée *Pseudorlaya pumila* par un botaniste.

Tableau 1 : Décomposition du prix global et forfaitaire (DPGF) de l'ensemble des travaux

Secteur - Commune	Libellé	Localisation	Quantité	Unité	PU HT (€)	PT HT (€)
3 - Borgo	Création de pistes	Hors DPM	185,00	ml	80,00	14 800,00
	Restauration de pistes		75,00	ml	25,00	1 875,00
	Création de sentier		255,00	ml	7,00	1 785,00
	Restauration de sentier		111,00	ml	4,50	499,50
	Création d'une aire de stationnement :					
	- Fonds de forme		2 180,00	m²	6,00	13 080,00
	- Apport et mise en œuvre de tuf sur 20 cm		433,00	m³	45,00	19 485,00
	- Plots renforcés		710,00	u	75,00	53 250,00
	Terrassement du stationnement existant		2 080,00	m²	2,00	4 160,00
	Démolition des murs en béton		170,00	m³	100,00	17 000,00
	Arrachage et évacuation de griffes de sorcière		663,00	m²	3,50	2 320,50
	Pose de barrières		1,00	u	3 000,00	3 000,00
	Suppression de clôtures		110,00	ml	3,00	330,00
	Disposition des troncs d'arbres		1,00	forfait	400,00	400,00
	Reprofilage des dunes à partir des dépôts du nettoyage des plages		487,00	m²	2,00	974,00
	Piquetage d'implantation		1,00	forfait	600,00	600,00
	TOTAL hors DPM					133 559,00
	Arrachage et évacuation de griffes de sorcière	DPM	383,00	m²	3,50	1 340,50
	Pose de ganivelles basses (80 cm)		310,00	ml	25,00	7 750,00
	TOTAL DPM					9 090,50
	Divers imprévus					14 264,95
	TOTAL GENERAL					156 914,45

Tableau 2 : Décomposition du prix global et forfaitaire (DPGF) des prospections complémentaires et du suivi des travaux

Secteur - Commune	Libellé	Quantité	Unité	PU HT (€)	PT HT (€)
3 - Borgo	Expertise reptiles	1,50	jour	660,00	990,00
	Expertise botanique	1,00	jour	660,00	660,00
	TOTAL phase de terrain complémentaire				1 650,00
	Contrôle du développement d'espèces végétales invasives	6,00	jour	400,00	2 400,00
	Suivi espèce protégée	1,50	jour	660,00	990,00
	Relévés photographiques	36,00	jour	-	-
	TOTAL suivi (sur 3 ans)				3 390,00
	Divers imprévus				504,00
	TOTAL GENERAL				5 544,00

Budget prévisionnel des travaux et du suivi

L'enveloppe budgétaire prévisionnelle de ces travaux et aménagements s'élève à 156 914,45 € HT, dont 9 090,50 € HT sur le domaine public maritime. Cette enveloppe comprend un poste divers imprévus représentant 10 % du montant total des travaux en DPM et hors DPM.

Le budget relatif aux prospections complémentaires ressort à la somme de 1 650,00 € HT (dépense unique) et celui relatif au suivi des travaux sur trois ans s'élève à 3 390,00 € HT. Le total général des prestations est de 5 544,00 € HT (comprenant également une majoration de 10% au titre des divers imprévus).

Financements potentiels

- LIFE
- FEDER
- ComCom
- Commune
- DDTM

Tableau 3 : Calendrier prévisionnel

OPERATIONS	Année											
	n											
	janv.	*fév.*	*mars*	*avr.*	*mai*	*juin*	*juil.*	*août*	*sept.*	*oct.*	*nov.*	*déc.*
Phase de terrain complémentaire :												
. Inventaire reptile												
. Inventaire flore												
Travaux sur le cordon dunaire												
Travaux en arrière du cordon dunaire												
Suivi :												
. Contrôle du développement d'espèces invasives												
. Espèce protégée												
. Relevés photographiques												

OPERATIONS	Année											
	n+1											
	janv.	*fév.*	*mars*	*avr.*	*mai*	*juin*	*juil.*	*août*	*sept.*	*oct.*	*nov.*	*déc.*
Phase de terrain complémentaire :												
. Inventaire reptile												
. Inventaire flore												
Travaux sur le cordon dunaire												
Travaux en arrière du cordon dunaire												
Suivi :												
. Contrôle du développement d'espèces invasives												
. Espèce protégée												
. Relevés photographiques												

OPERATIONS	Année											
	n+2											
	janv.	*fév.*	*mars*	*avr.*	*mai*	*juin*	*juil.*	*août*	*sept.*	*oct.*	*nov.*	*déc.*
Phase de terrain complémentaire :												
. Inventaire reptile												
. Inventaire flore												
Travaux sur le cordon dunaire												
Travaux en arrière du cordon dunaire												
Suivi :												
. Contrôle du développement d'espèces invasives												
. Espèce protégée												
. Relevés photographiques												

Calendrier prévisionnel

Le calendrier prévisionnel a été réalisé sur une période de trois ans, de l'année « n » à « n+2 ». La première intervention débuterait en avril de la première année, avec les inventaires faune-flore d'espèces protégées. Les travaux auraient potentiellement lieu en octobre de l'année d'après, de façon à être réalisés durant la basse saison. Dans le cas où les travaux destinés à accueillir le public ne pourraient être entamés au même moment que ceux à réaliser sur le cordon dunaire, les couvertures végétales, issues de la création des sentiers, ne pourraient être disponibles pour sa réhabilitation. Afin qu'elles le soient, une taille douce pourrait, dans un premier temps, être réalisée le long des sentiers à créer.

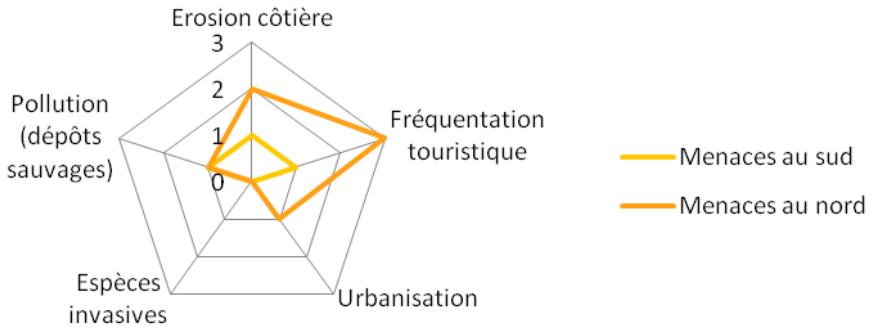
Enfin, les actions de suivi, étant similaires tous les ans, ont été indiquées uniquement sur une année et se poursuivront.

Fiche de synthèse – Secteur 3 : espace naturel situé au centre de la commune de Borgo – Séquence Pineto-Poretta

Localisation	Points forts	Points faibles
Nord	Vaste espace naturel	Absence de gestion et de mise en valeur de l'espace naturel
	Diversité de milieux et de paysages	
	Fonction récréative(sentier littoral, plage et paillote)	Activité engendrant une forte pression sur le cordon dunaire
	Présence d'une aire de stationnement	Stationnement anarchique sur une grande surface aménagée à cet effet et non délimitée
	Réglementation visant à la préservation du milieu (Loi "Littoral" : Espace naturel remarquable)	Difficulté de gestion de l'espace d'arrière dune située sur un terrain privé
	Cordon dunaire situé en grande partie sur le DPM	

Localisation	Points forts	Points faibles
Sud	Vaste espace naturel	Absence de gestion et de mise en valeur de l'espace naturel
	Absence d'urbanisation	
	Diversité de milieux et de paysages	
	Fonction récréative (sentier littoral et plage)	Faible accessibilité du secteur au public
		Absence d'aménagements pour l'accueil du public
	Cordon dunaire conservé dans sa totalité	Cordon dunaire altéré
	Réglementation visant à la préservation du milieu (Loi "Littoral" : Espace naturel remarquable)	Difficulté de gestion du cordon dunaire et de l'espace d'arrière-dune situés en grande partie sur un terrain privé

Etat des lieux du secteur naturel (3)



Etat des lieux

Secteur 3 (nord) - commune de Borgo

Une gestion de l'espace naturel en vue de :

Sa préservation

- Nettoyage du secteur
- Mise en place d'aménagements légers, respectueux de l'environnement
- Utilisation de matériaux naturels, présents sur site et de ganivelles au devant de la paillote pour réhabiliter et protéger le cordon dunaire
- Maitrise de la circulation

Sa mise en valeur paysagère

- Nettoyage du secteur
- Mise en place d'aménagements s'intégrant au paysage

Son attractivité

- Nettoyage du secteur
- Réalisation de travaux en arrière du cordon dunaire destinés à l'accueil du public
- Réaménagement du sentier littoral

Projet d'aménagements Secteur 3 (naturel) - Borgo

LEGENDE

- Pistes
- Sentiers
- Aire de stationnement
- Couvertures végétales
- Troncs d'arbres
- Ganivelles
- Limite du domaine public maritime

Fiche technique - Secteur 4 : espace résidentiel « les Sables de Biguglia » de la commune de Borgo
Séquence San Damiano lido

Etat des lieux

Ce secteur est l'espace résidentiel « les Sables de Biguglia ». Situé entre la paillote au sud et le complexe touristique « Belambra » au nord, il possède une fréquentation estivale importante.

Sur ce secteur, l'espace de liberté du littoral est contraint par l'urbanisation. Le cordon dunaire se voit considérablement restreint par les délimitations de propriétés. Il est également très altéré par la fréquentation touristique, par les nombreux sentiers qui le lacèrent, la présence de déchets, de constructions en bétons, d'enrochements délimitant certains accès aux plages, mais également par l'aménagement d'un terrain de volley. De ce fait, là où la dune fixée aurait dû être présente, on ne retrouve plus que des espèces de dunes embryonnaires qui tentent de recoloniser les dunes. Au contraire, au nord, il est possible de remarquer, à partir de sa morphologie, que le cordon dunaire est moins impacté par la fréquentation. Néanmoins, il est altéré par l'implantation d'une paillote et également par la présence d'espèces végétales envahissantes telles que *Carpobrotus sp.* (Griffe de sorcière)*, Agave americana* (Agave américain) et *Opuntia ficus-indica* (Figuier de barbarie). Au total, ces espèces sont présentes sur environ 1 983 m² de sa surface, soit environ 17 % de cette dernière. L'espèce protégée *Pseudorlaya pumila* (Fausse Girouille des sables) a été identifiée aux abords du sentier littoral.

Au sud, le secteur est en érosion sur la période 1937-2013, tandis qu'il est stable sur le reste du linéaire. En tenant compte uniquement de la projection à l'Horizon 2050 à laquelle est ajouté l'aléa « tempête », le BRGM estime que les phénomènes littoraux n'auront pas d'impact sur les habitations. En revanche, d'après son scénario le plus pessimiste, incluant une élévation du niveau de la mer, la totalité du cordon dunaire et quelques délimitations de propriétés (murs et murets) seront submergés.

Figure 1 : Photographie aérienne oblique du sud du secteur 4 (résidentiel). 03/10/2017

Prédiction future sur l'évolution du trait de côte (TC) selon les trois scénarios réalisés par le BRGM et le Conservatoire du littoral

Secteur 4 (Borgo)

1:2 500

Fond de carte : IGN-BD ORTHO 2016 RGF 93-Lambert 93

Etat des lieux

Secteur 4 - commune de Borgo

1:2 500

Fond de carte : IGN-BD ORTHO 2016 RGF 93-Lambert 93

Photographies du secteur

Figure 2 : Cordon dunaire affaissé et altéré sous l'effet de la pression anthropique. 16/03/2018

Figure 3 : Dalles sur le cordon dunaire. 16/03/2018

Figure 4 : Terrain de volley sur le cordon dunaire. 19/04/2018

Figure 5 : accès à la plage empruntable par des véhicules motorisés. 16/03/2018

Figure 6 : Cordon dunaire dégradé par la présence de la Griffe de sorcière et la fréquentation. 16/03/2018

Figure 7 : Tapis d'accès à la plage fragmentant le cordon dunaire. 19/04/2018.

Situation à atteindre

La situation optimale serait de recouvrer un cordon dunaire volumineux au sud de ce secteur et de le préserver dans son intégralité de la fréquentation touristique. Cela permettrait de réhabiliter un milieu naturel et de préserver les habitations environnantes des phénomènes littoraux.

Projet d'aménagements

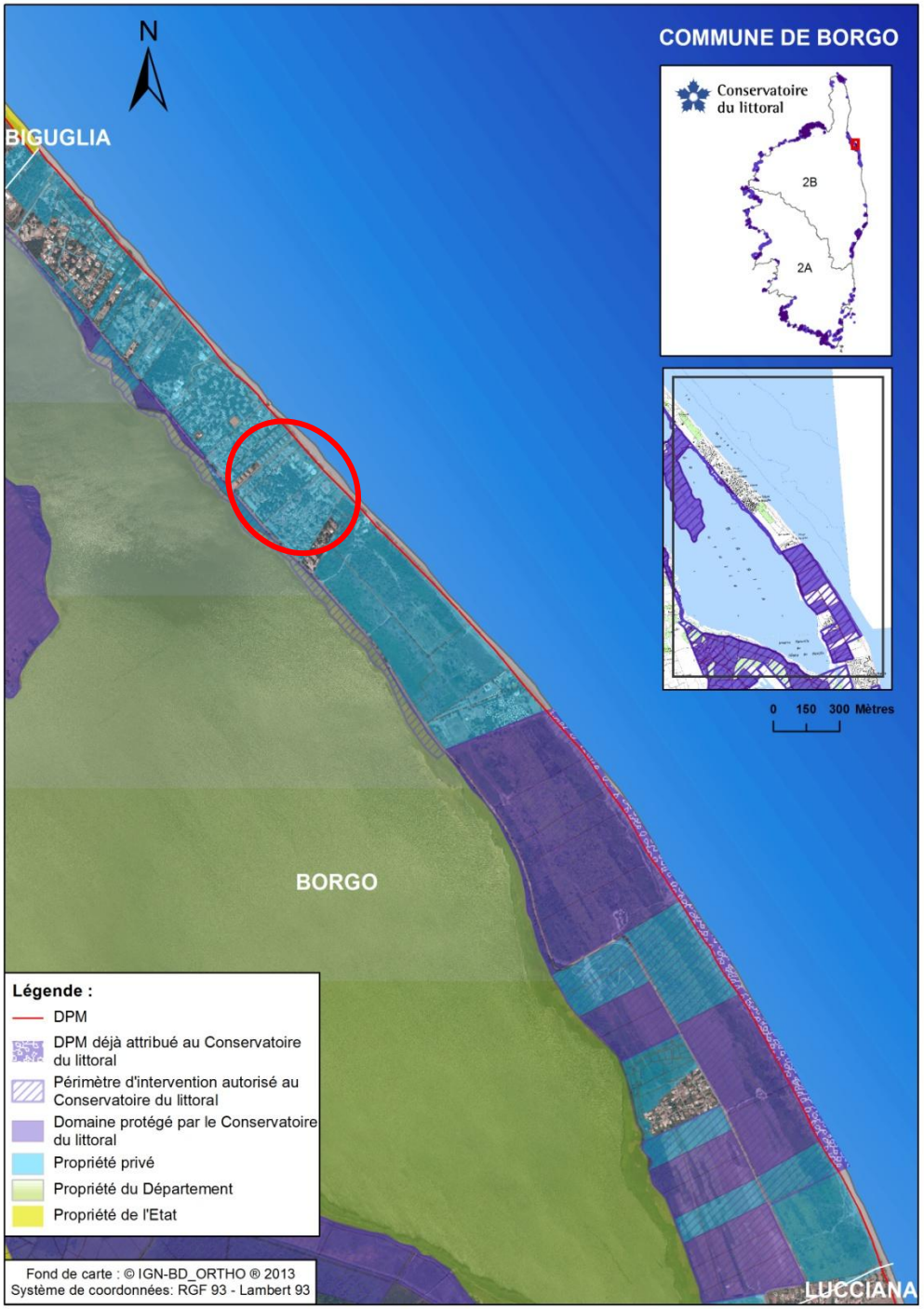
Secteur 4 - commune de Borgo

Proposition d'aménagements

Le cordon dunaire devra, dans un premier temps, être nettoyé. A certains endroits, il est entièrement recouvert d'espèces végétales envahissantes difficiles à extraire (Agave américain, Figuier de barbarie) et dont le dessouchage mécanique provoquera la destruction de la dune. Une fois ces plantes supprimées et la dune reprofilée, des matériaux rigides et naturels, de type ganivelles, seront utilisés pour protéger le cordon dunaire (dépourvu de végétation) de l'érosion. Des couvertures végétales seront utilisées dans ce cas précis pour favoriser la renaturation du milieu. Les ganivelles seront également employées pour réhabiliter et protéger le cordon dunaire dans les endroits les plus altérés par la fréquentation.

De plus, le terrain de beach-volley implanté au milieu de la dune, ainsi que la paillote située tout au nord du secteur, réduisant le cordon dunaire de moitié, seront relocalisés sur la plage. Une barrière sera mise en place au niveau d'un accès à la plage susceptible d'être emprunté par des véhicules motorisés. Au sud du secteur, il sera proposé de détruire les murets en bétons et de les remplacer par des ganivelles, de façon à prioriser des matériaux écologiques permettant également une meilleure intégrité paysagère. A cet endroit, la dune fixée pourra être davantage stabilisée par des plantations, sur une trentaine de mètres, de *Juniperus oxycedrus ssp. macrocarpa* (Genévriers à gros fruits) qui est une espèce protégée au niveau national.

La situation optimale serait de conserver également un sentier littoral sur le secteur. Au sud, sur environ 140 m, le sentier littoral serait relocalisé en arrière des murets à détruire, étant donné qu'il existe déjà un passage à cet endroit. Sur le reste du secteur, il serait conservé ou rematérialisé le plus en arrière possible des dunes fixées.



Mise en œuvre

- Restauration d'une partie du sentier littoral en arrière de la dune fixée ;
- Démolition et extraction des murets en bétons au Sud du secteur, de façon à les redélimiter par des ganivelles ;
- Démolition et extraction des enrochements ;
- Relocalisation du terrain de volley et de la paillote sur la plage ;
- Mise en place d'une barrière condamnant l'accès à la plage aux véhicules ;
- Arrachage de *Carpobrotus sp.*, *Agave Americana* et *Opuntia ficus-indica ;*
- Reprofilage des dunes nettoyées des espèces invasives ;
- Mise en place de ganivelles basses (80 cm) pour protéger et réhabiliter les dunes ;
- Plantation de trente-deux Genévriers à gros fruits au sud du secteur ;
- Récupération des dépôts de nettoyage des plages en vue de leur réutilisation sur les secteurs peu fréquentés ;
- Piquetage d'implantation général.

Cas particulier : les espèces protégées

Afin de réaliser un suivi de l'évolution de la Fausse Girouille des sables post-aménagement, la fréquence d'occurrence de l'espèce sera évaluée sur la base d'un inventaire, dont la zone sera à définir ultérieurement.

Contraintes juridiques

- Domaine public maritime ;
- Terrain privé ;
- Prélèvement et production de Genévrier à gros fuits.

Suivi des travaux

- Un suivi photographique de l'ensemble des aménagements : pendant et après la phase de chantier, en conservant le même point et angle de prise de vue ;
- Un suivi du contrôle du développement des espèces invasives sur le cordon dunaire ;
- Un suivi de l'espèce protégée *Pseudorlaya pumila* par un botaniste.

Tableau 1 : Décomposition du prix global et forfaitaire (DPGF) de l'ensemble des travaux

Secteur - Commune	Libellé	Localisation	Quantité	Unité	PU HT (€)	PT HT (€)
4 - Borgo	Plantation de genévriers à gros fruits	Hors DPM	32,00	u	10,00	320,00
	Restauration de sentier		111,00	ml	4,50	499,50
	Arrachage et évacuation de griffes de sorcière		478,00	m²	3,50	1 673,00
	Arrachage et évacuation de figuiers de barbarie ou Agaves		5,00	m²	8,50	42,50
	Pose de ganivelles basses (80 cm)		292,00	ml	25,00	7 300,00
	Démolition des constructions bétons		142,00	m³	100,00	14 200,00
	Pose de barrière		1,00	u	3 000,00	3 000,00
	Déplacement terrain de beach volley		2,00	u	75,00	150,00
	Démolition et extraction des rochers		20,00	m³	40,00	800,00
	Piquetage d'implantation		1,00	forfait	600,00	600,00
	TOTAL hors DPM					28 585,00
	Recupération des dépôts de nettoyage des plages	DPM	60,00	m²	2,00	120,00
	Arrachage et évacuation de griffes de sorcière		1 022,00	m²	3,50	3 577,00
	Arrachage et évacuation de figuiers de barbarie ou Agaves		483,00	m²	8,50	4 105,50
	Pose de ganivelles basses (80 cm)		797,00	ml	25,00	19 925,00
	TOTAL DPM					27 727,50
	Divers imprévus					5 631,25
	TOTAL GENERAL					61 943,75

Tableau 2 : Décomposition du prix global et forfaitaire (DPGF) des prospections complémentaires et du suivi des travaux

Secteur - Commune	Libellé	Quantité	Unité	PU HT (€)	PT HT (€)
4 - Borgo	Expertise botanique	1,00	jour	-	-
	TOTAL phase de terrain complémentaire				-
	Contrôle du développement d'espèces végétales invasives	6,00	jour	400,00	2 400,00
	Suivi espèce protégée	1,50	jour	660,00	990,00
	Relévés photographiques	36,00	jour	-	-
	TOTAL suivi (sur 3 ans)				3 390,00
	Divers imprévus				339,00
	TOTAL GENERAL				3 729,00

Budget prévisionnel des travaux et du suivi

L'enveloppe budgétaire prévisionnelle de ces travaux et aménagements s'élève à 61 943,75 € HT, dont 27 727,50 € HT sur le domaine public maritime. Cette enveloppe comprend un poste divers imprévus représentant 10 % du montant total des travaux en DPM et hors DPM.

Le budget relatif au suivi des travaux sur trois ans ressort à la somme de 3 390,00 € HT. Le total général des prestations est de 3 729,00 € HT (comprenant également une majoration de 10% au titre des divers imprévus). Le coût de l'expertise botanique indiqué sur le secteur 3 comprend également le secteur 4.

Financements potentiels

- ComCom
- Commune
- DDTM

Tableau 3 : Calendrier prévisionnel

OPERATIONS	Année											
	n											
	janv.	*fév.*	*mars*	*avr.*	*mai*	*juin*	*juil.*	*août*	*sept.*	*oct.*	*nov.*	*déc.*
Phase de terrain complémentaire :												
. Inventaire flore												
Travaux sur le cordon dunaire												
Travaux en arrière du cordon dunaire												
Suivi :												
. Contrôle du développement d'espèces invasives												
. Espèce protégée												
. Relevés photographiques												

OPERATIONS	Année											
	n+1											
	janv.	*fév.*	*mars*	*avr.*	*mai*	*juin*	*juil.*	*août*	*sept.*	*oct.*	*nov.*	*déc.*
Phase de terrain complémentaire :												
. Inventaire flore												
Travaux sur le cordon dunaire												
Suivi :												
. Contrôle du développement d'espèces invasives												
. Espèce protégée												
. Relevés photographiques												

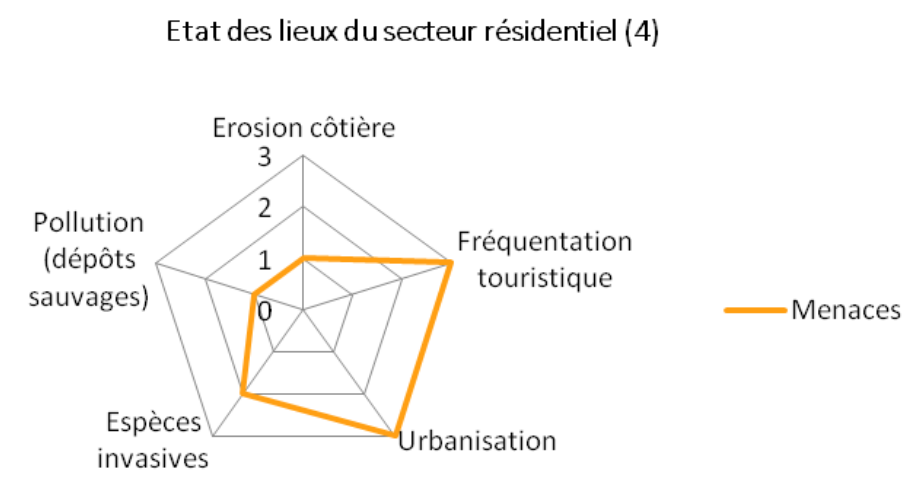
OPERATIONS	Année											
	n+2											
	janv.	*fév.*	*mars*	*avr.*	*mai*	*juin*	*juil.*	*août*	*sept.*	*oct.*	*nov.*	*déc.*
Phase de terrain complémentaire :												
. Inventaire flore												
Travaux sur le cordon dunaire												
Suivi :												
. Contrôle du développement d'espèces invasives												
. Espèce protégée												
. Relevés photographiques												

Calendrier prévisionnel

Le calendrier prévisionnel a été réalisé sur une période de trois ans, de l'année « n » à « n+2 ». La première intervention débuterait en avril de la première année, avec les inventaires de *Pseudorlaya pumila* à réaliser sur le cordon dunaire en vue d'effectuer le suivi de l'évolution de l'espèce. Les travaux sur ce dernier auraient lieu en octobre, de façon à être réalisés durant la basse saison.

Enfin, les actions de suivi, étant similaires tous les ans, ont été indiquées uniquement sur une année et se poursuivront.

Fiche de synthèse – Secteur 4 : espace résidentiel de la commune de Borgo (Les Sables de Biguglia) – Séquence San Damiano lido



Points forts	Points faibles
Secteur peu soumis aux risques côtiers (érosion et submersion marine)	Urbanisation à proximité du rivage (<100 m du trait de côte)
	Cordon dunaire altéré sur la majorité du secteur
Attrait par le public (terrain de volley, paillote)	Cordon dunaire localement arasé
Cordon dunaire situé en partie sur le DPM	Pas d'attribution possible du DPM par le Conservatoire au droit des espaces urbanisés

Une gestion du cordon dunaire au-devant de l'espace résidentiel en vue de :

Sa préservation

- Nettoyage du secteur
- Mise en place d'aménagements légers, respectueux de l'environnement
- Utilisation de ganivelles et de plantations pour réhabiliter et protéger le cordon dunaire

La protection des habitations

- Relocalisation de certaines installations (terrain de volley et paillote) sur la plage
- Réhabilitation et protection du cordon dunaire

La mise en valeur paysagère de l'espace

- Nettoyage du secteur
- Mise en place d'aménagements s'intégrant au paysage

L'attractivité du secteur

- Nettoyage du secteur
- Réaménagement du sentier littoral

Projet d'aménagements Secteur 4 (résidentiel) Borgo

LEGENDE

- Sentiers
- Ganivelles
- Barrière à installer
- Plantations
- Limite du domaine public maritime
- Emplacement du terrain de volley
- Emplacement de la paillote

Fiche technique - Secteur 5 : espace touristique de la commune de Borgo (Belambra club) – Séquence San Damiano

Etat des lieux

Ce secteur est un espace urbanisé à vocation touristique, dont la propriété revient au complexe touristique Belambra club. Il s'agit d'un secteur moyennement fréquenté situé entre deux secteurs résidentiels, l'un étant très fréquenté au sud, et l'autre, peu fréquenté au nord.

Au sud du centre nautique, les dimensions du cordon dunaire ont considérablement été réduites par l'urbanisation (environ 40 m de long sur 8 m de large) et il est entièrement recouvert d'espèces invasives. Au nord, le sentier littoral lacère le cordon dunaire en son centre et plusieurs tas de nettoyage des plages ont été accumulés sur les dunes, entrainant l'asphyxie des espèces végétales. Il est également affaissé par le passage répété du public au niveau des principaux accès à la plage et l'installation de transats. Sur l'ensemble du secteur, il est altéré par la présence de *Carpobrotus sp.* (Griffe de sorcière) sur environ 2 060 m² de sa surface, soit environ 26 % de cette dernière, ce qui est conséquent.

Sur la période historique 1937-2013, le secteur est stable. En tenant compte uniquement de la projection à l'Horizon 2050 à laquelle est ajouté l'aléa « tempête », le BRGM estime que les phénomènes littoraux n'auront pas d'impact sur le complexe touristique. En revanche, d'après son scénario le plus pessimiste, prenant en compte une élévation du niveau de la mer, la totalité du cordon dunaire, les délimitations de propriétés (murs), mais également certains bungalows, la brasserie et le centre nautique, situés au plus proche du rivage, seront submergés.

Figure 1 : Photographie aérienne oblique du secteur 5 (touristique). 03/10/2017

Prédiction future sur l'évolution du trait de côte (TC) selon les trois scénarios réalisés par le BRGM et le Conservatoire du littoral

Secteur 5 (Borgo)

0 30 60 120 Mètres

1:2 500

Fond de carte : IGN-BD ORTHO 2016 RGF 93-Lambert 93

Etat des lieux

Secteur 5 - commune de Borgo

0 30 60 120 Mètres

1:2 500

Fond de carte : IGN-BD ORTHO 2016 RGF 93-Lambert 93

Figure 2 : Cordon dunaire dégradé par la Griffe de sorcière.

Figure 3 : Large accès au-devant du centre nautique, créé dans le cordon dunaire.

Figure 4 : Clôtures implantées au niveau de la dune fixée.

Figure 5 : Affaissement du cordon dunaire du au passage répété du public et à l'installation de transats.

Figure 6 : Piste lacérant le cordon dunaire en son centre.

Figure 7 : Dépôts de débris naturels issus du nettoyage des plages.

Situation à atteindre

La situation optimale serait de recouvrer un cordon dunaire plus large sur ce secteur, tout en assurant la servitude littorale, et de le préserver en partie de la fréquentation touristique. Le problème est tel que le champ d'action permettant de procéder à sa réhabilitation, est restreint par l'implantation des clôtures. Dans un tel cas, l'idéal serait, non pas de gérer le cordon dunaire uniquement au-devant du complexe touristique, mais de protéger et de réhabiliter un plus grand espace (végétalisé), au droit de cette propriété.

Projet d'aménagements

Secteur 5 - commune de Borgo

Proposition d'aménagements

Dans un premier temps, les plantes envahissantes seront éradiquées. Sur ce secteur moyennement fréquenté, les techniques de réhabilitation et de protection du cordon dunaire, nécessiteront d'utiliser des matériaux plus rigides, tels que les ganivelles. Il s'agira de proposer aux propriétaires de réaliser ces travaux en empiétant sur une bande de leur propriété, de 9 m de large, sur 246 m de linéaire, du centre nautique à la piscine du club. Il leur sera également proposé de redélimiter leur parcelle avec des ganivelles plutôt qu'avec des clôtures. Elles s'intégreront mieux au paysage et permettront d'être en harmonie avec les aménagements préconisés sur le cordon dunaire. En revanche, il est bien plus difficile de préconiser des aménagements au nord du secteur. En effet, cette zone est soumise à des « coups de cuillère ». De plus, les bungalows sont très proches des délimitations de propriétés, empêchant d'envisager leur recul. Le champ d'action pour la réhabilitation du cordon dunaire est, de ce fait, réduit à cet endroit.

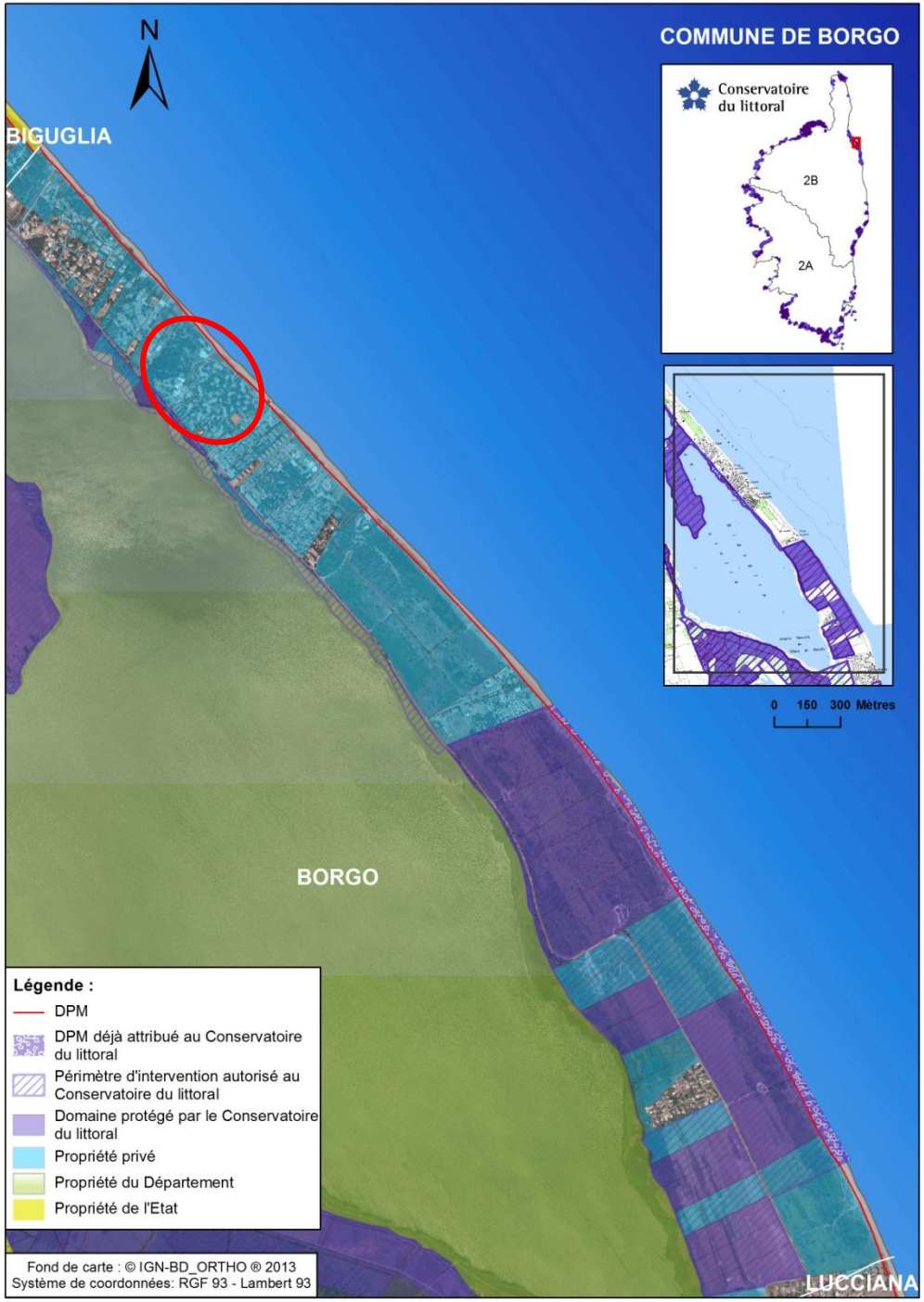
Afin de conserver le sentier littoral, deux scénarios ont été réalisés :

Scénario 1

Le premier scénario consiste à conserver le sentier littoral au droit des espaces urbanisés. Avec un double enjeu : valorisation du patrimoine touristique et préservation du patrimoine naturel, il conviendra de relocaliser le sentier littoral en arrière de la dune fixée et donc, lorsque cela est possible, au sein de la propriété de Belambra club. Cela permettra au cordon dunaire de se reconstituer aux endroits altérés et de conserver son rôle de protection face aux phénomènes littoraux.

Scénario 2

Si le sentier littoral n'est pas approuvé lors de la concertation, il sera proposé aux propriétaires du club de vacances, de réaliser les mêmes aménagements que ceux préconisés antérieurement, excepté la création du sentier littoral. Dans ce cas, l'aspect valorisation du patrimoine touristique sera écarté et le public sera contraint de passer uniquement par la plage.



Mise en œuvre

- Si le scénario 1 est approuvé, création d'un nouveau sentier littoral ;
- Arrachage de *Carpobrotus sp.* ;
- Reprofilage des dunes nettoyées des espèces invasives ;
- Suppression, au nord du centre nautique et sur 246 m de linéaire, des murets et clôtures existants ;
- Mise en place de ganivelles basses pour protéger et restaurer les dunes ;
- Mise en place de ganivelles hautes, afin de redélimiter la propriété ;
- Récupération des dépôts de nettoyage des plages en vue de leur réutilisation sur les secteurs peu fréquentés ;
- Piquetage d'implantation général.

Cas particulier : les espèces protégées

Afin de réaliser un suivi de l'évolution de la Fausse Girouille des sables post-aménagement, la fréquence d'occurrence de l'espèce sera évaluée sur la base d'un inventaire, dont la zone sera à définir ultérieurement.

Contraintes juridiques

- Domaine public maritime ;
- Terrain privé.

Suivi des travaux

- Un suivi photographique de l'ensemble des aménagements : pendant et après la phase de chantier, en conservant le même point et angle de prise de vue ;
- Un suivi du contrôle du développement de la griffe de sorcière sur le cordon dunaire ;
- Un suivi de l'espèce protégée *Pseudorlaya pumila* par un botaniste.

Tableau 1 : Décomposition du prix global et forfaitaire (DPGF) de l'ensemble des travaux

Secteur - Commune	Libellé	Localisation	Quantité	Unité	PU HT (€)	PT HT (€)
5 - Borgo	Arrachage et évacuation de griffes de sorcière	Hors DPM	1 752,00	m²	3,50	6 132,00
	Création de sentier		333,00	ml	7,00	2 331,00
	Pose de ganivelles hautes (110 cm)		246,00	ml	29,00	7 134,00
	Pose de ganivelles basses (80 cm)		300,00	ml	25,00	7 500,00
	Recupération des dépôts de nettoyage des plages		127,00	m²	2,00	254,00
	Piquetage d'implantation		1,00	forfait	600,00	600,00
	TOTAL hors DPM					23 951,00
	Arrachage et évacuation de griffes de sorcière	DPM	309,00	m²	3,50	1 081,50
	Pose de ganivelles basses (80 cm)		298,00	ml	25,00	7 450,00
	TOTAL DPM					8 531,50
	Divers imprévus					3 248,25
	TOTAL GENERAL					35 730,75

Tableau 2 : Décomposition du prix global et forfaitaire (DPGF) des prospections complémentaires et du suivi des travaux

Secteur - Commune	Libellé	Quantité	Unité	PU HT (€)	PT HT (€)
5 - Borgo	Expertise botanique	1,00	jour	-	-
	TOTAL phase de terrain complémentaire				-
	Contrôle du développement d'espèces végétales invasives	6,00	jour	400,00	2 400,00
	Suivi espèce protégée	1,50	jour	660,00	990,00
	Relévés photographiques	36,00	jour	-	-
	TOTAL suivi (sur 3 ans)				3 390,00
	Divers imprévus				339,00
	TOTAL GENERAL				3 729,00

Budget prévisionnel des travaux et du suivi

L'enveloppe budgétaire prévisionnelle de ces travaux et aménagements s'élève à 35 730,75 € HT, dont 8 531,50 € HT sur le domaine public maritime. Cette enveloppe comprend un poste divers imprévus représentant 10 % du montant total des travaux en DPM et hors DPM.

Le budget relatif au suivi des travaux sur trois ans ressort à la somme de 3 390,00 € HT. Le total général des prestations est de 3 729,00 € HT (comprenant également une majoration de 10% au titre des divers imprévus). Le coût de l'expertise botanique indiqué sur le secteur 3 comprend également le secteur 5.

Financements potentiels

- Belambra club
- ComCom
- Commune
- DDTM

Tableau 3 : Calendrier prévisionnel

OPERATIONS	Année											
	n											
	janv.	*fév.*	*mars*	*avr.*	*mai*	*juin*	*juil.*	*août*	*sept.*	*oct.*	*nov.*	*déc.*
Phase de terrain complémentaire :												
. Inventaire flore												
Travaux sur le cordon dunaire												
Travaux en arrière du cordon dunaire												
Suivi :												
. Contrôle du développement d'espèces invasives												
. Espèce protégée												
. Relevés photographiques												

OPERATIONS	Année											
	n+1											
	janv.	*fév.*	*mars*	*avr.*	*mai*	*juin*	*juil.*	*août*	*sept.*	*oct.*	*nov.*	*déc.*
Phase de terrain complémentaire :												
. Inventaire flore												
Travaux sur le cordon dunaire												
Suivi :												
. Contrôle du développement d'espèces invasives												
. Espèce protégée												
. Relevés photographiques												

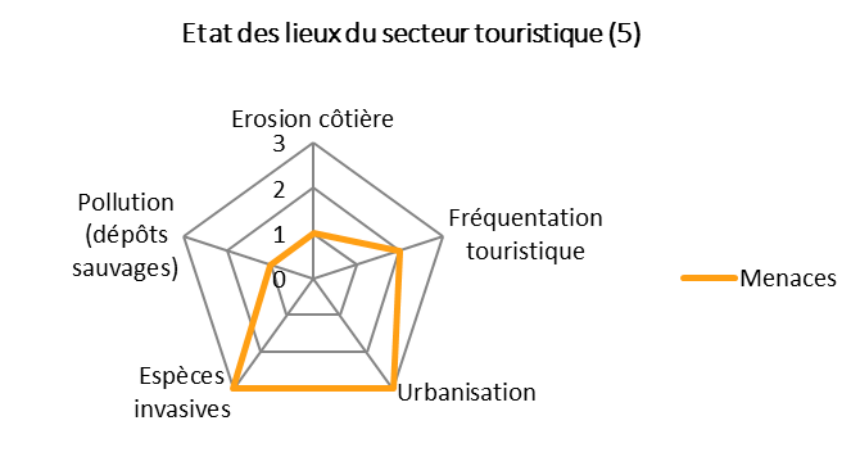
OPERATIONS	Année											
	n+2											
	janv.	*fév.*	*mars*	*avr.*	*mai*	*juin*	*juil.*	*août*	*sept.*	*oct.*	*nov.*	*déc.*
Phase de terrain complémentaire :												
. Inventaire flore												
Travaux sur le cordon dunaire												
Suivi :												
. Contrôle du développement d'espèces invasives												
. Espèce protégée												
. Relevés photographiques												

Calendrier prévisionnel

Le calendrier prévisionnel a été réalisé sur une période de trois ans, de l'année « n » à « n+2 ». La première intervention débuterait en avril de la première année, avec les inventaires de *Pseudorlaya pumila* à réaliser sur le cordon dunaire en vue d'effectuer le suivi de l'évolution de l'espèce. Les travaux sur ce dernier auraient lieu en octobre, de façon à être réalisés durant la basse saison.

Enfin, les actions de suivi, étant similaires tous les ans, ont été indiquées uniquement sur une année et se poursuivront.

Fiche de synthèse – Secteur 5 : espace touristique de la commune de Borgo (Belambra club) – Séquence San Damiano lido



Points forts	Points faibles
Secteur peu soumis aux risques côtiers (érosion et submersion marine)	Urbanisation a proximité du rivage (<100 m du trait de côte)
	Cordon dunaire altéré
Complexe touristique laissant en son droit un espace végétalisé	Marge de recul exploitable située sur une propriété privée
Professionnels de tourisme potentiellement plus sensibles à une gestion concertée et durable de leur espace	Délimitations de propriétés difficilement amovibles (murets avec clôtures)
Source de financement hypothétiquement mobilisable par les propriétaires	
Cordon dunaire situé sur le DPM	Pas d'attribution possible du DPM par le Conservatoire au droit des espaces urbanisés

Une gestion du cordon dunaire au-devant de l'espace touristique en vue de :

Sa préservation

- Nettoyage du secteur
- Mise en place d'aménagements légers, respectueux de l'environnement
- Utilisation de ganivelles pour réhabiliter et protéger le cordon dunaire

La protection des habitations

- Réhabilitation et protection du cordon dunaire
- Réagencement des limites de propriétés

La mise en valeur paysagère de l'espace

- Nettoyage du secteur
- Mise en place d'aménagements s'intégrant au paysage
- Redélimitation de propriété à partir de matériaux écologiques

L'attractivité du secteur

- Nettoyage du secteur
- Création d'un nouveau sentier littoral
- Implication des professionnels de tourisme dans la protection de l'environnement

Projet d'aménagements
Secteur 5 (touristique)
Belambra club - Borgo

LEGENDE

- Sentiers
- Ganivelles
- Accès à Belambra club
- Limite du domaine public maritime

Fiche technique - Secteur 6 : espace résidentiel situé au nord de la commune de Borgo - Séquence San Damiano lido

Etat des lieux

Cet espace résidentiel est situé au nord de la commune de Borgo et comprend plusieurs lotissements. Il est caractérisé, au sud, tout comme sur la majorité du site d'étude, par une urbanisation prégnante qui limite considérablement l'espace de liberté du littoral. Le niveau de fréquentation y est faible étant donné le manque d'accès aux plages. Au contraire, le nord du secteur dispose d'une fenêtre naturelle sur environ 400 m de linéaire côtier au-devant d'un lotissement, conférant sa zone de mobilité au littoral. Cette zone est très fréquentée car le lotissement offre le seul stationnement, sur plusieurs centaines de mètres, permettant d'accéder aux plages. Ainsi, le passage répété du public au nord du secteur, crée un phénomène « d'entonnoir » prononcé dans le cordon dunaire.

Au centre de ce secteur, une portion de 180 m du cordon dunaire est bien développée et végétalisée. C'est le cas également de celle située au niveau de la fenêtre naturelle, exceptée qu'elle est davantage fragmentée par les sentiers piétons. L'ensemble du cordon est altéré par la présence de *Carpobrotus sp.* (Griffes de sorcière), *Agave americana* (Agave américain) et *Opuntia ficus-indica* (Figuier de Barbarie), parfois en tapis denses, sur environ 3 341 m², soit 20 % de sa surface. Ces espèces végétales exotiques envahissantes tapissent également la quasi-totalité du sol de la Pinède à pin maritime au Nord du secteur (qui n'a pas fait l'objet d'un relevé).

Enfin, les espèces végétales *Pseudorlaya pumila* (Fausse-girouille des sables) et *Tamarix africana* (Tamaris d'Afrique), protégées au niveau national, ont été identifiées au nord. En ce qui concerne l'espèce animale *Testudo hermanni* (Tortue d'Hermann), protégée au niveau national, elle a été inventoriée sur l'ensemble du site d'étude dans le cadre de la création de la ZNIEFF de type 1 et est donc potentiellement présente sur ce secteur.

Figure 1 : Photographie aérienne oblique du nord du secteur 6 (résidentiel) présentant une fenêtre naturelle. 03/10/2017

Le secteur est stable sur la période 1937-2013. Cependant, le sud du secteur semble être davantage soumis à l'aléa tempête. En effet, le cordon dunaire se présente sous forme de falaises vives et les plages sont réduites par rapport au reste du linéaire. A cet endroit, le cordon dunaire a également été arasé sur une vingtaine de mètres. En tenant compte uniquement de la projection à l'Horizon 2050 à laquelle est ajouté l'aléa « tempête », le BRGM estime que les phénomènes littoraux n'auront pas d'impact sur les propriétés. En revanche, d'après son scénario le plus pessimiste, prenant en compte une élévation du niveau de la mer, la totalité du cordon dunaire, les délimitations de propriétés (murs) et dans certains cas, les habitations, seront submergés.

Figure 2 : Photographie aérienne oblique du sud du secteur 6 (résidentiel). 03/10/2017

Prédiction future sur l'évolution du trait de côte (TC) selon les trois scénarios réalisés par le BRGM et le Conservatoire du littoral

Secteur 6 (Borgo)

Etat des lieux

Secteur 6 (nord) - commune de Borgo

1:2 500

Fond de carte : IGN-BD ORTHO 2016 RGF 93-Lambert 93

Etat des lieux

Secteur 6 (sud) - commune de Borgo

1:2 500

Fond de carte : IGN-BD ORTHO 2016 RGF 93-Lambert 93

Photographies du secteur – 16/03/2018

Figure 3 : Falaises vives créées par l'érosion au Sud.

Figure 4 : Dune arasée au Sud du secteur.

Figure 5 : Espèces végétales exotiques envahissant le cordon dunaire.

Figure 6 : Cordon dunaire développé et végétalisé possédant un sentier piéton en arrière de la dune fixée.

Figure 7 : Fenêtre naturelle au Nord du secteur.

Figure 3 : Accès principal au Nord du secteur.

Situation à atteindre

La situation optimale serait de recouvrer un cordon dunaire sain sur l'intégralité du secteur et, au nord, de le préserver de la fréquentation touristique.

Projet d'aménagements

Secteur 6 (nord) - commune de Borgo

Propositions d'aménagements

Le cordon dunaire devra, dans un premier temps, être nettoyé des dépôts et des plantes envahissantes.

Au sud, en raison du faible niveau de fréquentation, il s'agira d'utiliser des techniques proches du « laisser-faire ». Ainsi, la dune arasée sera reprofilée à partir des dépôts naturels provenant du nettoyage des plages. Cette zone étant davantage soumise à l'érosion, il conviendra, en amont, de disposer des troncs d'arbres perpendiculairement au rivage afin d'assurer le maintien des dépôts en période de tempête. Ils seront en partie enfouis dans le sable pour assurer leur ancrage et ressortiront au niveau de la plage de façon à casser les vagues de tempêtes et à maintenir le sable sur la dune. Les troncs d'arbres seront également utilisés pour canaliser le public sur certains sentiers.

A certains endroits, le cordon est entièrement recouvert d'espèces végétales envahissantes difficiles à extraire (Agave américain, Figuier de barbarie) et dont le dessouchage mécanique provoquera la destruction de la dune. Une fois ces plantes supprimées et la dune reprofilée, des matériaux rigides et naturels, de type ganivelles, seront utilisés exceptionnellement pour protéger le cordon dunaire (dépourvu de végétation) de l'érosion. Des couvertures végétales seront utilisées pour favoriser la renaturation du milieu.

Au nord, le secteur est plus fréquenté. Des ganivelles seront alors employées pour réhabiliter et protéger le cordon dunaire de la fréquentation. Une aire de stationnement sera créée à proximité du SIVOM de la Marana (station de dépollution des eaux usées) de façon à élargir l'accueil du public.

Le sentier littoral sera conservé sur l'ensemble du secteur et rematérialisé aux endroits ayant subi un reprofilage.

Projet d'aménagements

Secteur 6 (sud) - commune de Borgo

Mise en œuvre

<u>En arrière du cordon dunaire</u> :

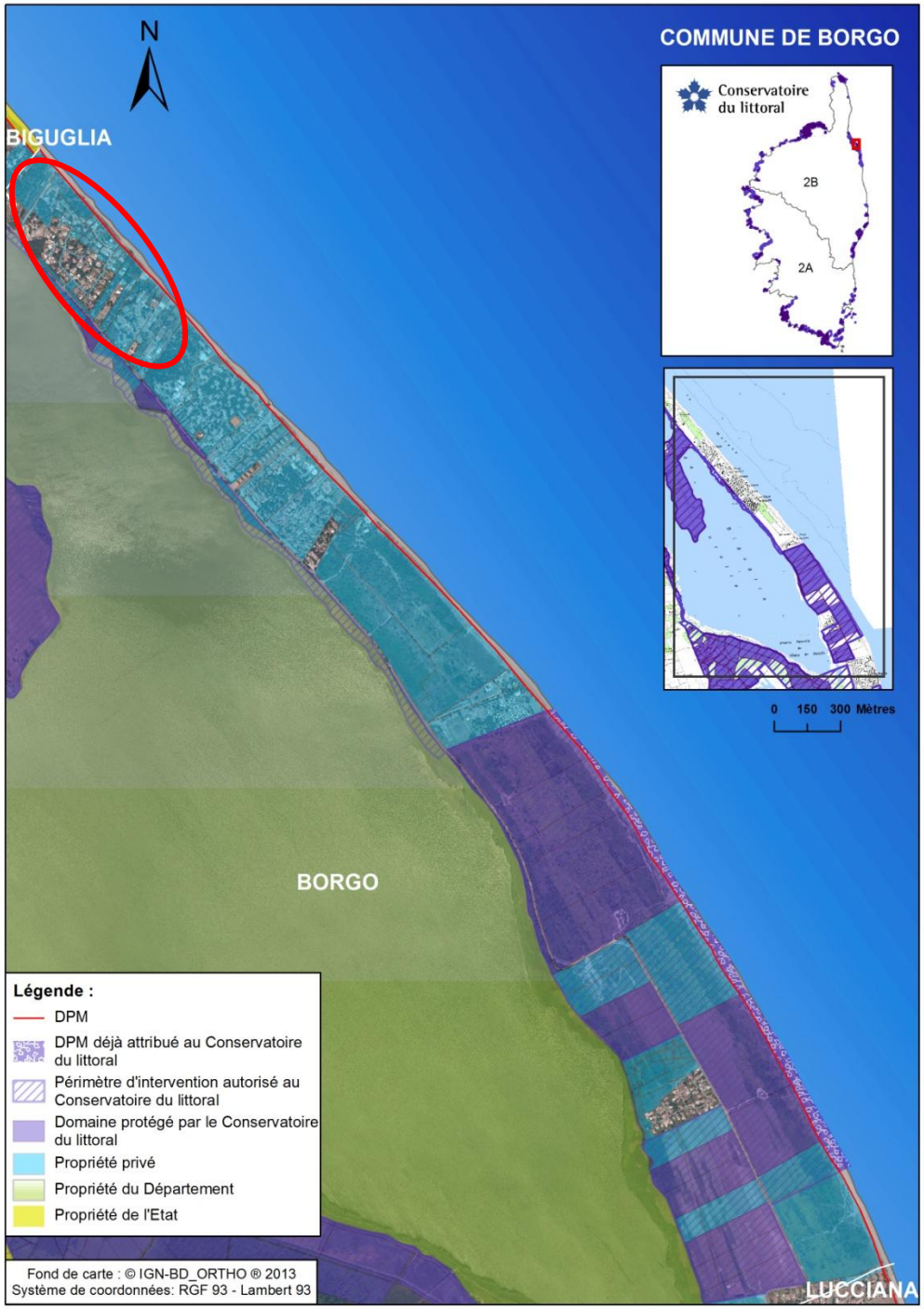
- Création d'une aire de stationnement d'environ 3 000 m².

<u>Sur le cordon dunaire</u> :

- Ramassage et extraction des dépôts sauvages ;
- Arrachage et évacuation de *Carpobrotus sp., Agave Americana* et *Opuntia ficus-indica ;*
- Reprofilage des dunes nettoyées des espèces invasives ;
- Mise en place de couvertures végétales sur les dunes nettoyées des plantes envahissantes ;
- Enfouissement d'une partie des troncs d'arbre servant de socles pour la réhabilitation de la dune arasée ;
- Reprofilage de la dune arrasée par les dépôts du nettoyage des plages ;
- Restauration d'une partie du sentier littoral en arrière de la dune fixée, là où un reprofilage a été réalisé ;
- Réagencement des troncs d'arbres présents sur les plages, de façon à canaliser le public au sud ;
- Mise en place de ganivelles basses (80 cm) pour protéger et réhabiliter les dunes au nord et exceptionnellement au sud ;
- Mise en place d'une barrière condamnant l'accès à la plage aux véhicules ;
- Piquetage d'implantation général.

Cas particulier : les espèces protégées

La mise en place d'un stationnement en terre en amont du secteur, ainsi que la restauration de piste et la création de sentiers sera susceptible de perturber certains spécimens d'espèces animales protégées, telles que la Tortue d'Hermann. Il conviendra donc de réaliser un inventaire de cette espèce afin de vérifier sa présence, conformément aux préconisations inscrites dans le mémoire de stage.



Contraintes juridiques

- Domaine public maritime ;
- Terrain privé ;
- Demande d'autorisation préfectorale pour la capture d'espèce protégée (Tortue d'Hermann, potentiellement).

Suivi des travaux

- Un suivi photographique de l'ensemble des aménagements : pendant et après la phase de chantier, en conservant le même point et angle de prise de vue ;
- Un suivi du contrôle du développement de la Griffe de sorcière sur le cordon dunaire.

Tableau 1 : Décomposition du prix global et forfaitaire (DPGF) de l'ensemble des travaux

Secteur - Commune	Libellé	Localisation	Quantité	Unité	PU HT (€)	PT HT (€)
6 -Borgo	Ramassage et extraction des dépôts sauvages	Hors DPM	6,00	m³	100,00	600,00
	Pose de barrière		1,00	u	3 000,00	3 000,00
	Arrachage et évacuation de Griffes de sorcière		791,00	m²	3,50	2 768,50
	Arrachage et évacuation de Figuiers de Barbarie ou Agaves américains		19,00	m²	8,50	161,50
	Pose de ganivelles basses (80 cm)		319,00	ml	25,00	7 975,00
	Restauration de sentier		89,00	ml	4,50	400,50
	Création d'une aire de stationnement :					
	- Fonds de forme		3 093,00	m²	6,00	18 558,00
	- Apport et mise en œuvre de tuf sur 20 cm		457,00	m³	45,00	20 565,00
	- Plots renforcés		527,00	u	75,00	39 525,00
	Piquetage d'implantation		1,00	forfait	600,00	600,00
	Reprofilage des dunes		1,00	forfait	400,00	400,00
	TOTAL hors DPM					94 553,50
	Arrachage et évacuation de Figuiers de Barbarie ou Agaves américains	DPM	1 134,00	m²	8,50	9 639,00
	Pose de ganivelles basses (80 cm)		544,00	ml	25,00	13 600,00
	Arrachage et évacuation de Griffes de sorcière		1 397,00	m²	3,50	4 889,50
	Reprofilage des dunes à partir des dépôts du nettoyage des plages		293,00	m²	2,00	586,00
	Redisposition des troncs d'arbres		1,00	forfait	400,00	400,00
	TOTAL DPM					29 114,50
	Divers imprévus					12 366,80
	TOTAL GENERAL					136 034,80

Tableau 2 : Décomposition du prix global et forfaitaire (DPGF) des prospections complémentaires et du suivi des travaux

Secteur - Commune	Libellé	Quantité	Unité	PU HT (€)	PT HT (€)
6 - Borgo	Expertise reptiles	1,50	jour	660,00	990,00
	TOTAL phase de terrain complémentaire				990,00
	Contrôle du développement d'espèces végétales invasives	6,00	jour	400,00	2 400,00
	Relévés photographiques	36,00	jour	-	-
	TOTAL suivi (sur 3 ans)				3 390,00
	Divers imprévus				438,00
	TOTAL GENERAL				4 818,00

Budget prévisionnel des travaux et du suivi

L'enveloppe budgétaire prévisionnelle de ces travaux et aménagements s'élève à 136 034,80 € HT, dont 29 114,50 € HT sur le domaine public maritime. Cette enveloppe comprend un poste divers imprévus représentant 10 % du montant total des travaux en DPM et hors DPM.

Le budget relatif aux prospections complémentaires ressort à la somme de 990,00 € HT (dépense unique) et celui relatif au suivi des travaux sur trois ans s'élève à 3 390,00 € HT. Le total général des prestations est de 4 818,00 € HT (comprenant également une majoration de 10% au titre des divers imprévus).

Financements potentiels

- LIFE
- FEDER
- ComCom
- Commune
- DDTM

Tableau 3 : Calendrier prévisionnel

OPERATIONS	Année n											
	janv.	*fév.*	*mars*	*avr.*	*mai*	*juin*	*juil.*	*août*	*sept.*	*oct.*	*nov.*	*déc.*
Phase de terrain complémentaire :												
. Inventaire reptile												
Travaux sur le cordon dunaire												
Travaux en arrière du cordon dunaire												
Suivi :												
. Contrôle du développement d'espèces invasives												
. Relevés photographiques												

OPERATIONS	Année n+1											
	janv.	*fév.*	*mars*	*avr.*	*mai*	*juin*	*juil.*	*août*	*sept.*	*oct.*	*nov.*	*déc.*
Phase de terrain complémentaire :												
. Inventaire reptile												
Travaux sur le cordon dunaire												
Travaux en arrière du cordon dunaire												
Suivi :												
. Contrôle du développement d'espèces invasives												
. Relevés photographiques												

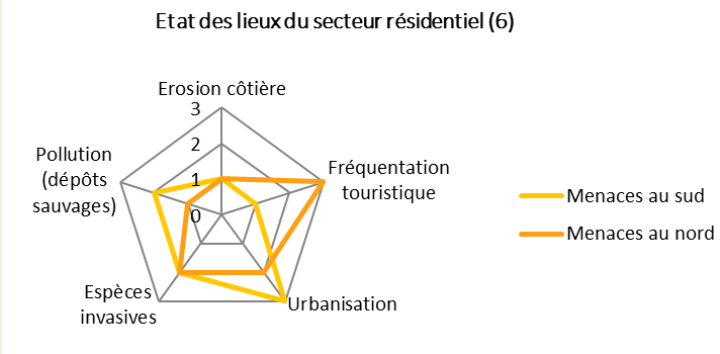
OPERATIONS	Année n+2											
	janv.	*fév.*	*mars*	*avr.*	*mai*	*juin*	*juil.*	*août*	*sept.*	*oct.*	*nov.*	*déc.*
Phase de terrain complémentaire :												
. Inventaire reptile												
Travaux sur le cordon dunaire												
Travaux en arrière du cordon dunaire												
Suivi :												
. Contrôle du développement d'espèces invasives												
. Relevés photographiques												

Calendrier prévisionnel

Le calendrier prévisionnel a été réalisé sur une période de trois ans, de l'année « n » à « n+2 ». La première intervention débuterait en mai de la première année, avec les inventaires d'herpétofaune. Les travaux sur le cordon dunaire auraient potentiellement lieu en octobre de l'année d'après, de façon à être réalisés durant la basse saison. Aussi, es aménagements en arrière du cordon dunaire, destinés à l'accueil du public, consistent uniquement en l'aménagement d'un stationnement en terre. Trois mois de travaux sont donc suffisants et débuteront en même temps que ceux à réaliser sur le cordon dunaire.

Enfin, les actions de suivi, étant similaires tous les ans, ont été indiquées uniquement sur une année et se poursuivront.

Fiche de synthèse – Secteur 6 : espace résidentiel situé au nord de la commune de Borgo – Séquence San Damiano lido



Localisation	Points forts	Points faibles
Nord	Présence d'une fenêtre naturelle	Absence de gestion et de mise en valeur de l'espace naturel restant
	Offre un accès à la plage pour le public	Accès à la plage engendrant un effet "entonnoir" dans le cordon dunaire
	Parking accessible au public	Etroitesse du parking par rapport au niveau de fréquentation
	Réglementation visant à la préservation du milieu (Loi "Littoral" : Espace naturel remarquable)	Difficulté de gestion du cordon dunaire situé en grande partie sur des terrains privés

Localisation	Points forts	Points faibles
Sud	Secteur peu soumis aux risques côtiers (érosion et submersion marine)	Urbanisation a proximité du rivage (<100 m du trait de côte)
		Cordon dunaire étroit et altéré
	Bâti laissant (en majorité) en son droit un espace non construit jusqu'aux délimitations de propriétés (~ 40 m)	Marge de recul difficilement exploitable à cause du foncier
		Délimitations de propriétés difficilement amovibles (murs)
	Cordon dunaire situé en grande partie sur le DPM	Pas d'attribution possible du DPM au Conservatoire, au droit des espaces urbanisés
		Faible accessibilité du secteur au public

Une gestion du cordon dunaire au-devant de l'espace résidentiel en vue de :

Sa préservation

- Nettoyage du secteur
- Mise en place d'aménagements légers, respectueux de l'environnement
- Utilisation de ganivelles (nord) et de matériaux naturels présents sur site (sud) pour réhabiliter le cordon dunaire

La protection des habitations

- Réhabilitation et protection du cordon dunaire

La mise en valeur paysagère de l'espace

- Nettoyage du secteur
- Mise en place d'aménagements s'intégrant au paysage

L'attractivité du secteur

- Nettoyage du secteur
- Réaménagement du sentier littoral (sud)