

DECEMBRE 2014

MISSION D'INTERET GENERAL
« PREVENTION DES RISQUES NATURELS »



IDENTIFICATION ET QUALIFICATION DES DUNES DOMANIALES SUSCEPTIBLES DE JOUER UN
ROLE D'OBSTACLE AUX SUBMERSIONS MARINES

PREMIERE PARTIE : METHODOLOGIE D'IDENTIFICATION

DEUXIEME PARTIE : ATLAS DES CORDONS DUNAIRES DOMANIAUX



PROJET FINANCE PAR LE MINISTERE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE



HISTORIQUE DES VERSIONS DU DOCUMENT

Version	Auteurs et relecteurs	Date	Commentaires
0	Valentin MÉTÉREAU (ONF)	14/08/2013	
1	David ROSEBERY (ONF)	20/08/2013	1 ^{ère} relecture
1	CEREMA (CETMEF)	29/08/2013	2 ^{ème} relecture
2	Valentin MÉTÉREAU (ONF)	Octobre 2013	3 ^{ème} relecture
2	Loïc GOUGUET (ONF)	Décembre 2013	
3	Valentin MÉTÉREAU (ONF)	Juin 2014	4 ^{ème} relecture
4	Valentin MÉTÉREAU (ONF)	Décembre 2014	5 ^{ème} relecture

AFFAIRE SUIVIE PAR

Loïc Gouguet ONF DERN Mission Littoral

Tél. : 02 40 71 25 17 / fax : 02 40 73 00 07

Courriel : loic.gouguet@onf.fr

Adresse postale :

ONF Mission Littoral

15 Boulevard Léon Bureau

CS 16 237

44262 Nantes cedex 2



AVEC LE PARTENARIAT DE



Centre d'études et d'expertise
sur les risques, l'environnement,
la mobilité et l'aménagement



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT



Géosciences pour une Terre durable

brgm



Table des matières

PARTIE 1 : METHODOLOGIE D'IDENTIFICATION DES DUNES DOMANIALES JOUANT UN ROLE D'OBSTACLE AUX SUBMERSIONS MARINES	5
1 CADRE DE TRAVAIL	6
1.1 L'ONF et les dunes	6
1.2 Contexte d'étude	7
1.3 La Convention Cadre, les objectifs	8
1.4 Territoire concerné.	9
1.5 Déroulement de l'étude	9
1.6 L'objet d'étude, la dune	10
2 IDENTIFICATION DES ZONES D'ETUDE	12
2.1 Précautions	12
2.2 La submersion marine	12
2.3 Manipulation géomatique, identification des zones d'étude	13
3 PHASE 2 : DECOUPAGE DES SECTEURS SENSIBLES, DIAGNOSTIC VISUEL SIMPLIFIE	21
3.1 Critères de classification	22
3.2 Le profil dunaire	22
3.3 Le contact plage / dune	22
3.4 La couverture végétale dunaire	23
3.5 L'anthropisation pérenne de la dune	23
3.6 l'arrière dune et la capacité à reculer, l'espace d'accommodation	24
3.7 Le blocage de la dérive littorale	24
3.8 La proximité d'un durcissement	24
3.9 La nature de l'estran	24
3.10 Exemples de classifications visuelles simplifiées	24
4 LA PHASE DE TERRAIN	25
5 RESULTATS DU DIAGNOSTIC VISUEL SIMPLIFIE	26
5.1 Découpages des secteurs DUNAIRES	26
5.2 Attribution des critères	27
6 LA CLASSIFICATION DES SECTEURS DUNAIRES SENSIBLES	28
7 GOUVERNANCE LOCALE ET CHOIX STRATEGIQUES	32
8 DESCRIPTION APPROFONDIE DES DETERIORATIONS PAR SECTEURS PRIORITAIRES	35
8.1 Identification des points de détérioration dans le secteur	35
8.2 Création d'une fiche de terrain par secteur prioritaire	35
8.3 Informations générales et conditions de visite	36
8.4 Informations de secteur	36
8.5 Rubrique Morphologie et dimensions	37
8.6 Description du cordon dunaire	37
8.7 Aménagement du cordon dunaire	39
9 PRESENTATION DES PRINCIPALES METHODES DE REMEDIATION	40
9.1 Le contrôle de l'érosion éolienne	40
9.2 Les couvertures de branchages	40
9.3 Les brise-vent	41
9.4 Les plantations	41
9.5 Les remodelages (ou reprofilages)	42



9.6	La réalimentation en sédiments	43
10	RESULTATS ET PERSPECTIVES	46
10.1	Atlas des dunes domaniales jouant un rôle d'obstacle à la submersion	46
10.2	Quantification des enjeux liés aux cordons dunaires identifiés comme susceptibles de s'opposer à une submersion marine	47
	Phase 1 : identification et quantification géomatique des zones basses	47
	Les premiers résultats sont les suivants :	48
	Phase 2 : décompte géomatique des bâtiments dans les zones basses	49
	On obtient les résultats suivants :	49
	Phase 3 : qualification géomatique des bâtiments dans les zones basses	50
	Les résultats sont les suivants.	50
10.3	Tableau de synthèse	51
10.4	Présentation des cordons dunaires situés à moins de 100 mètres d'un bâtiment en zone basse	52
10.5	Mise en place de suivis du recul ponctuel	53
10.6	La suite du programme	56
11	LIMITES PRINCIPALES DE L'ETUDE	57
11.1	Le niveau marin de référence	57
11.2	La prise en compte du set-up	57
11.3	La fiabilité de la donnée	57
11.4	La mobilité du cordon dunaire	57
11.5	La prise en compte du changement climatique	58
12	GLOSSAIRE	59
13	ABREVIATIONS	62
14	BIBLIOGRAPHIE	63
14.1	Livres, articles, manuels et rapports	63
14.2	Sites Internet	64
15	ANNEXES	65
15.1	Annexe 1 : Le cordon dunaire : Un système organisé parallèlement à la côte	65
15.2	Annexe 2 : Processus de travail complet	66
15.3	Annexe 3, niveaux d'eau et zones basses Bretagne	67
15.4	Annexe 4, niveaux d'eau et zones basses Pays de la Loire	68
15.5	Annexe 5, niveaux d'eau et zones basses Poitou-charentes	70
15.6	Annexe 6, niveaux d'eau et zones basses Aquitaine	72
16	DEUXIEME PARTIE : ATLAS DES CORDONS DUNAIRES DOMANIAUX	74
16.1	La BD_cordons_obstacles	74
	Les critères	74
16.2	La BD cordons obstacles simplifiée	75
17	CARTOGRAPHIES	81



PARTIE 1 :

Méthodologie

D'identification des

dunes domaniales

jouant un rôle

d'obstacle aux

submersions marines



1 CADRE DE TRAVAIL

La population permanente des communes littorales en métropole était de 6,1 millions de personnes au 1er janvier 2006 (soit près de 10 % de la population) sur environ 4 % du territoire. La population des départements littoraux devrait croître de 18,7 % entre 2007 et 2040, soit 4,5 millions d'habitants en plus (ONML 2013).

En 2006, la densité de population moyenne des communes littorales de la façade atlantique est de 194 habitants/km², à comparer à une moyenne de 120 habitants/km² observée à l'échelle métropolitaine, et à une moyenne de 77 habitants/km² en ce qui concerne l'arrière-pays atlantique (ensemble des communes non littorales des cantons littoraux). Plus encore que cette densité en valeur absolue, c'est son évolution qui est remarquable : entre 1999 et 2006, la densité de population a augmenté de 10,5% dans les communes littorales de la façade atlantique (CESER 2013).

À ces chiffres s'ajoute la capacité d'accueil touristique importante de ces zones estimée à plus de 7 millions de lits (MEDDE). L'anthropisation du littoral liée à son attrait constaté a donc naturellement accentué sa vulnérabilité aux phénomènes de submersion marine survenant lors de tempêtes.

De plus, 43 réserves naturelles soit 29 % des réserves naturelles de métropole sont situées dans une commune littorale, 16 ont tout ou partie de leur périmètre en mer (MNHN, 2009). En outre, les enjeux en termes de sites écologiques d'intérêt (Natura 2000, etc.) exposés à un risque de submersion marine d'occurrence centennale sont répartis sur 382 640 ha pour la seule métropole (MEDDE).

Enfin, 24 % du littoral métropolitain est en érosion (EuroSION, 2004) et selon la DGPR, plus de 8 communes littorales sur 10 sont sujettes aux risques naturels majeurs.

Le littoral meuble et en particulier les côtes pourvues de cordons dunaires sont des milieux changeants, un changement impulsé par le vent et la mer. Si la plupart des dunes sont fixées par des boisements, l'histoire récente est marquée par une augmentation de la pression anthropique sur les côtes et une dégradation souvent humaine des cordons dunaires bordiers. La mission du gestionnaire de cordon dunaire est donc passée dans la seconde moitié du XX^{ème} siècle d'une mission de stabilisation à une mission de conservation du stock sableux et de protection des milieux naturels.

1.1 L'ONF ET LES DUNES

En France métropolitaine, l'Office national des forêts gère 510 km de côtes, soit 104 000 ha, c'est environ 10 % de la longueur littorale totale. Sur le littoral, les terrains gérés par l'ONF sont principalement domaniaux (375 km pour environ 73 000 ha), on y trouve aussi des terrains de collectivités, et des terrains du Conservatoire du littoral et des rivages lacustres.



Sur le littoral atlantique français, l'ONF gère 434 km de côtes en Bretagne, Pays de la Loire, Poitou-Charentes, et Aquitaine. Si en Bretagne et en Loire Atlantique, on trouve des côtes rocheuses et de petits massifs de dunes (le seul grand massif domaniale est celui de Quiberon-Plouharnel), en Vendée en revanche, 70 % de dunes sont domaniales ; c'est aussi le cas en Charente-Maritime avec les massifs de La Coubre (20 km de cordon dunaire), et des îles de Ré (21 km) et Oléron (36 km). En Aquitaine, le cordon domaniale s'étend entre l'estuaire de la Gironde et l'embouchure de l'Adour et représente 80 % du littoral régional.

Côte d'Armor	Finistère	Morbihan	Loire Atlantique	Vendée	Charente Maritime	Gironde	Landes
5 232 m.	57 671 m.	26 859 m.	1 141 m.	73 962 m.	79 975 m.	98 912 m.	91751 m.
244 840 m Dont domaniale 192 838 m. (dont 173 956 m. de dunes)						190 663 m. Dont domaniale 183 646 m. (dunes uniquement)	

La majeure partie des dunes fut fixée par des boisements de pin maritimes au cours du XIX^{ème} siècle. En avant des boisements, subsiste toujours une partie de dune mobile, la dune bordière. La dune bordière est généralement dégradée par des phénomènes naturels, que sont les assauts de la mer et l'érosion éolienne, mais aussi par un phénomène anthropique, la pression exercée par la fréquentation des massifs. Cette dune bordière, à l'interface terre/mer, se définit par son caractère de **mobilité permanente**, progressant ou régressant au gré des courants côtiers et des mouvements des corps sédimentaires littoraux.

1.2 CONTEXTE D'ETUDE

La tempête Xynthia du 28 février 2010 a rappelé la sensibilité du territoire aux aléas côtiers que sont le recul du trait de côte et la submersion marine. Les structures côtières (naturelles ou anthropiques) ont subi de grandes détériorations et de nombreuses défaillances ont été mises en avant, recul ou destruction de cordons dunaires, arasement et brèches de digues. Selon le MEDDTL, en Vendée, 83 km de cordons dunaires ont été endommagés par l'océan et un quart a reculé de plus de 10 m, jusqu'à 35 m pour le cas extrême de la dune de la Belle Henriette. Toujours selon le MEDDTL, en Vendée et en Charente Maritime, 200 km de digues ont été détériorés. Ainsi, la tempête Xynthia a mis en évidence l'importance de la prise en compte de faiblesses et des défaillances des structures côtières dans la gestion des zones littorales.

La façade atlantique concentre 56% des zones basses (CEREMA). Ponctuellement sur la côte sud de la Bretagne, dans les grands marais atlantiques (Marais breton, Marais poitevin, Marais charentais), dans l'archipel des pertuis (Ré / Oléron) à la pointe du Médoc et sur le pourtour du bassin d'Arcachon.

Sur le territoire de la Charente-Maritime, 34 phénomènes de submersion significatifs ont ainsi été recensés depuis le 15^e siècle, soit près de la moitié des événements constatés sur toute la France métropolitaine (Colloque ANR/Cécile, octobre 2013).



Néanmoins, la prévention se heurte à une culture et une mémoire du risque nettement insuffisantes parmi les populations littorales. Jusqu'au milieu du 20^e siècle, ces populations avaient une connaissance empirique de ces risques, et ce savoir était transmis d'une génération à l'autre. L'évolution des modes de vie, l'attractivité démographique, l'urbanisation de certaines zones du territoire ainsi que la pression foncière, complétées par la mise en place d'ouvrages de protection et par des systèmes de garantie (assurances), ont contribué sinon à une disparition ou du moins à une dilution de cette connaissance empirique et de la responsabilisation des nouvelles populations.

Selon le MEDDE, 1 500 000 personnes résident dans des zones sensibles à la submersion, ce chiffre monte à 10 000 000 de personnes en période estivale



L'estuaire de la Sèvre Niortaise avant et après (droite) le passage de la tempête Xynthia (Spot Images©)

A la lueur d'événements malheureux, il est apparu évident que certaines dunes bordières jouaient un rôle majeur d'opposition à la submersion marine. Nous ne pouvons néanmoins pas parler de dunes abris, car la notion d'abri induit une protection, or, cette protection est hypothétique dans le temps. Ici nous parlerons de robustesse à l'aléa submersion et tenterons de la caractériser (cordons dunaire robustes ou non...). Certains cordons naturels peuvent empêcher une éventuelle submersion, au même titre que les ouvrages anthropiques dont ils n'ont pas le caractère statique et "dur". Comme dit plus haut, une dune n'est pas un ouvrage dur, la dune est un édifice naturel mobile, en interaction permanente avec l'océan. Cette mobilité et cette connexion la différencient d'une digue, dure et exogène, bâtie dans un objectif précis, de protection d'un territoire délimité.

1.3 LA CONVENTION CADRE, LES OBJECTIFS

L'Etat (MEDDE-DGPR) a demandé à l'ONF de mettre au point une méthodologie et un suivi des dunes domaniales jouant un rôle d'obstacle aux submersions dans le cadre du volet littoral de la mission d'intérêt général « Protection contre les risques naturels » (MIG PRN).



La convention cadre relative à l'intervention de l'ONF dans la prévention des risques naturels pour la période 2012-2016 fixe 3 objectifs de travail.

Action 1 Mise au point de la méthodologie de classification des cordons dunaires en fonction de leur robustesse face à une submersion puis cartographie

Intégration des nouvelles données géomatiques disponibles (Litto3D®, prise de données LIDAR...) dans le processus d'identification des dunes domaniales concernées.

Description des cordons dunaires identifiés : situation géomorphologique, relevés topographiques, description des corps sédimentaires, état du contact plage/dune, couverture végétale...

Action 2 : Mise au point des méthodes de suivis régulier et occasionnel des cordons dunaires domaniaux identifiés

Création de fiche de suivi des dunes sur le terrain

Mise au point d'un protocole de rédaction et de la fiche terrain

Action 3 : Proposition d'un ensemble de mesures de gestion pour assurer le rôle d'obstacle des cordons dunaires

1.4 TERRITOIRE CONCERNE.

Le travail d'étude est mené sur l'ensemble des littoraux domaniaux sableux. En réalité, les cordons dunaires gérés par l'ONF se trouvent principalement entre le sud de la Bretagne et le Pays basque, espaces sur lesquels l'ONF a développé un savoir-faire et une grande expérience de gestion. Cette méthodologie pourra ultérieurement être appliquée aux autres cordons dunaires.

1.5 DEROULEMENT DE L'ETUDE

L'étude tente de caractériser la capacité du cordon à s'opposer à la submersion durant un temps plus ou moins long. Ici, nous ne parlerons pas de risque. En effet, le risque est le produit de l'occurrence d'un aléa combiné à des enjeux. La présente méthode s'attache à qualifier les propriétés des cordons dunaires, la définition et la hiérarchisation des enjeux relevant d'une procédure régaliennne (PPRL).

Si un cordon dunaire donné est très peu robuste face à la submersion, des méthodes de remédiation pourront être proposées pour chaque cordon sensible après une étude de terrain. La fragilité des cordons dunaire et leur spécificité empêchent la rédaction de protocoles de remédiation globaux et nécessitent systématiquement un passage terrain préalable aux éventuelles préconisations. Bien évidemment, il est possible de faire des recommandations de principe mais chaque futur chantier de remédiation devra faire l'objet d'une étude à part entière. Parfois, plusieurs scénarii pourront être proposés.



La méthodologie a été détaillée en plusieurs temps :

Phase1 : Identification des zones sensibles (approche géomatique). Chapitre 2.

Phase2 : Une caractérisation des grands secteurs de cordons dunaires en fonction de leurs qualités géomorphologiques lors d'une phase de terrain. Chapitre 3 à 5.

Phase 3 : Une classification des secteurs en fonction de leur robustesse par interprétation géomatique. Chapitre 6.

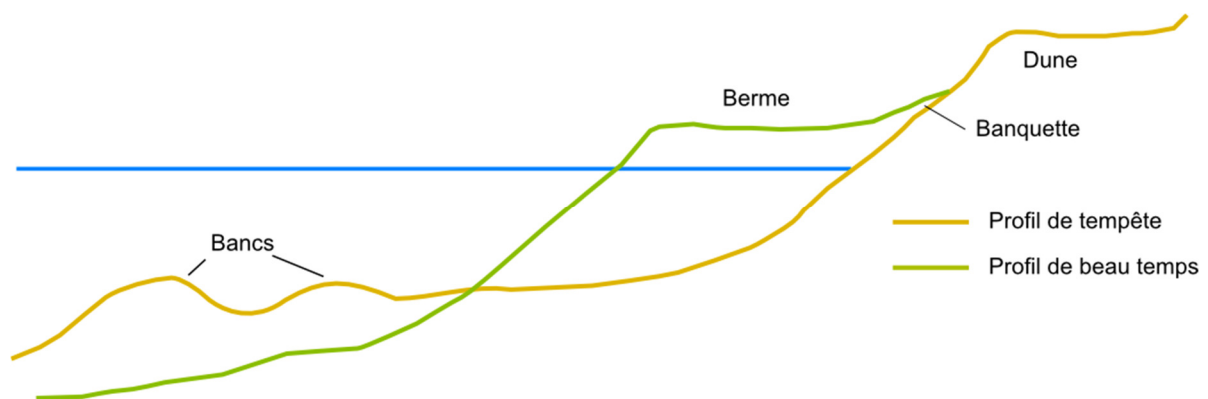
Phase 4 : Après une prise en compte des stratégies locales de gestion du trait de côte, description des méthodes de remédiation adaptées. Chapitre 7 à 9.

1.6 L'OBJET D'ETUDE, LA DUNE

Les dunes naissent de la plage avec la complicité du vent. Pour que se forment des dunes, une importante quantité de sable, suffisamment fin pour être transporté par le vent, doit être disponible.

L'agitation de la mer (initiée par le vent) joue un rôle déterminant dans cet apport de sédiments. Les houles et les courants trient et remontent sur la plage les sables accumulés sur la plate-forme continentale et sur l'avant plage.

Les vents d'ouest, souvent dominants (dans le secteur atlantique), transportent une partie de ces éléments vers la terre. En freinant la vitesse du vent, la végétation permet la formation de dunes littorales de mobilité réduite. Ainsi, de constants échanges de sédiments ont lieu entre la plage et la dune, on parle de dynamique de plage et on voit se succéder des profils de beau temps et des profils de plage post tempêtes. En effet, lors des tempêtes ou de fortes houles, le sable de la berme et du haut de plage est repris et transporté vers l'avant plage.



Profils de plage en fonction du temps.

La résultante de ces transports de sable permet d'établir un système plage / dune avec un bilan sédimentaire positif, négatif ou équilibré

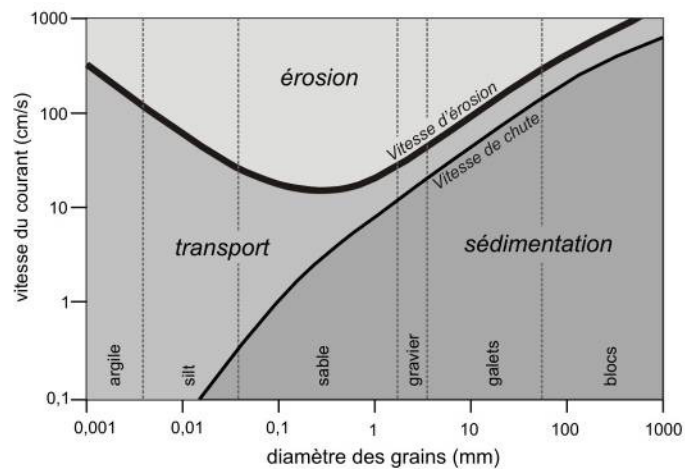


Diagramme classique de Hjulstrom.

La dynamique marine se traduit par le développement de formes complexes dont une partie est observable, et mesurable, depuis la terre. Ces corps sableux concernent principalement les parties hautes de la plage et les dunes bordières. Sur la plage les changements sont plus rapides et la mémoire des événements s'efface très vite. Sur les dunes, les formes conservent plus longtemps la trace des événements passés. L'état de ce système peut donc être ponctuellement mis en évidence par la description du contact plage/dune, de sa forme ainsi que des différents types de végétation que l'on y trouve. Le cordon dunaire, d'édification récente à l'échelle des temps géologiques, est en perpétuel mouvement, perceptible ou non.

On nomme « dune bordière » le bourrelet dunaire parallèle à la côte et dominant la plage, il est non boisé et souvent constitué d'un unique cordon au contact du haut de plage. En arrière de la dune bordière s'étendent les « dunes côtières », actuellement couvertes de forêts. Elles sont soit isolées, soit groupées en chaînes ou en « massifs ».

2 IDENTIFICATION DES ZONES D'ETUDE

2.1 PRECAUTIONS

L'analyse que nous réaliserons est basée sur le principe de la submersion statique. Les simulations de montée de niveau d'eau ne prennent pas en compte les phénomènes dynamiques liés à l'étalement des eaux et à l'impact de la houle et des courants de propagation de l'eau sur le sédiment (érosion frontale totale et effacement du cordon en cas d'extrême étroitesse, laminage du cordon par overwash et épandage du sable donc effacement...) En effet le comportement intrinsèque du cordon plus précisément du système plage dune, face à un événement extrême est difficile à modéliser compte tenu de la multiplicité des paramètres. Les recherches engagées actuellement sur ces phénomènes sont peu nombreuses. Enfin, nous ne prenons pas en compte les submersions liées au jet de rive.

L'objet de cette étude est de caractériser les cordons dunaires domaniaux situés devant des zones basse, sans préjuger du comportement de l'eau une fois le cordon franchi ni de quantifier ses impacts.

2.2 LA SUBMERSION MARINE

L'aléa : Conséquences physiques résultant d'un scénario d'événements (par exemple : recul du trait de côte, submersion). La transcription spatiale de l'aléa permet de le représenter et de le qualifier. L'aléa est caractérisé par son occurrence et son intensité. Il peut être qualifié par différents niveaux (fort, moyen, faible).

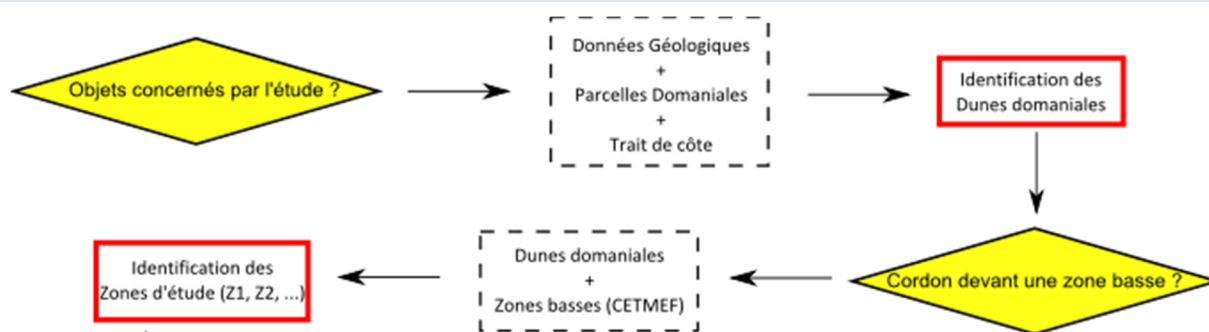
L'aléa submersion marine : Les submersions marines sont des inondations temporaires de la zone côtière par la mer dans des conditions météorologiques et océaniques défavorables (basses pressions atmosphériques et fort vent d'afflux agissant, pour les mers à marée, lors d'une pleine mer de vive eau) ; elles peuvent durer de quelques heures à quelques jours.

Trois modes de submersion marine sont distingués ici :

- Submersion par débordement, lorsque le niveau marin est supérieur à la cote de crête du terrain naturel.
- Submersion par franchissements de paquets de mer liés aux vagues, lorsqu'après déferlement de la houle, les paquets de mer dépassent la cote de crête du terrain naturel.
- Submersion par rupture d'obstacle, lorsque les terrains situés en arrière sont en dessous du niveau marin : formation de brèche dans un cordon naturel, suite à l'attaque de la houle (énergie libérée lors du déferlement), à une érosion chronique intensive, au phénomène de surverse, à un déséquilibre sédimentaire du cordon naturel, etc.



2.3 MANIPULATION GEOMATIQUE, IDENTIFICATION DES ZONES D'ETUDE



Etape 1 : identification des zones d'étude.

Il est primordial de commencer par une description précise de l'objet « dune ». La dune est un corps sédimentaire sableux, une accumulation sableuse due aux effets combinés du vent et de la houle. Le cordon dunaire est un ensemble de dunes occupant l'espace entre le trait de côte et l'arrière-pays, parallèlement à ces derniers.

Au-delà de ces simples définitions, la première tâche est de trouver une méthode d'identification fiable et facilement reproductible de ces ensembles de dunes (domaniales dans le cadre de cette étude).

Il s'agit de présenter, à partir des données numériques les plus récentes, une photographie des cordons dunaires domaniaux.

Nous utilisons un logiciel SIG (ArcGis 10[®]) pour manipuler des données géoréférencées. Les données disponibles sont détaillées plus bas.

Pour identifier ces dunes, nous utilisons une technique de croisement géomatique. Si la dune est un ensemble sableux soumis aux dynamiques littorales, nous utilisons ce premier critère géologique pour les identifier ; nous isolons les substrats littoraux grâce aux données BRGM. Ensuite, nous croisons ces premiers résultats avec une couche de données géoréférencées des propriétés domaniales pour affiner la sélection.

Enfin, seuls les objets ayant une proximité immédiate avec le trait de côte (données SHOM Histollit[®]) sont sélectionnés pour être étudiés. On parle des cordons bordiers uniquement. Les formations intradunaires ne sont pas des cordons bordiers.

Avec cette technique, nous pouvons donc isoler de manière géomatique les cordons dunaires domaniaux bordiers.

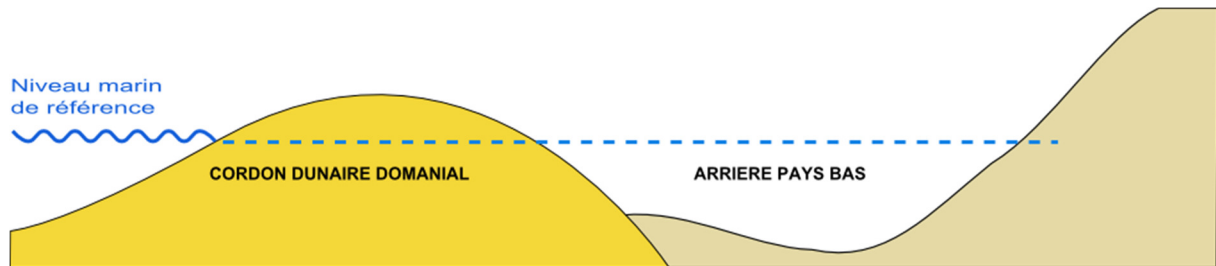
Une vérification terrain a confirmé la fiabilité de cette première phase.

Une fois les parcelles domaniales pourvues d'un cordon dunaire bordier identifiées, on lui juxtapose la couche de données géoréférencée « zone basse » (fournie par le CEREMA, cf. infra.), qui nous permet de cibler les zones d'étude. Si le cordon dunaire domanial ne se trouve pas devant une zone basse, il n'est pas étudié.

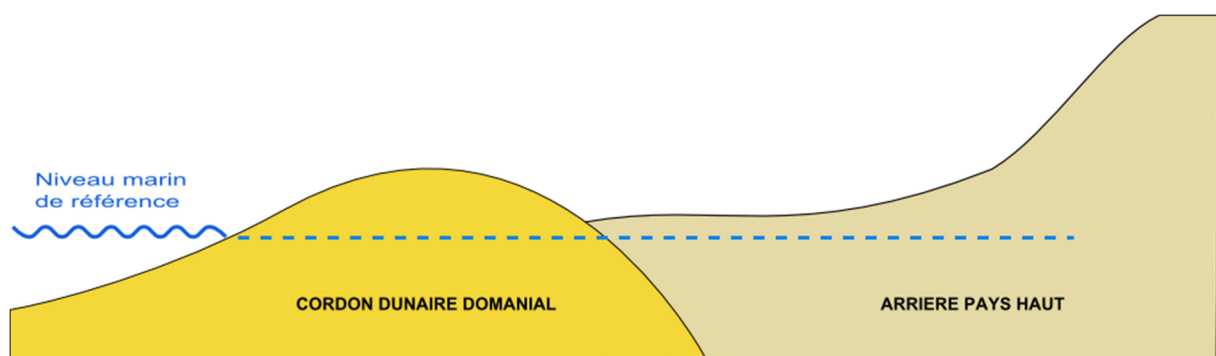
De plus, s'il s'agit d'une zone basse aquatique (comme une lagune en arrière d'une flèche sableuse ou bien un estuaire), elle n'est pas étudiée. Seules les zones basses continentales sont prises en compte.

Le cordon dunaire est cordon obstacle car il précède une zone basse.

Si un cordon dunaire domanial bordier est situé entre l'océan et un arrière-pays bas (c'est à dire qui contient une ou plusieurs zones inférieures en altitudes à un niveau marin de référence (NMR) donné), le cordon dunaire devient zone d'étude car il joue un rôle d'obstacle. Il influe sur l'aléa submersion marine, il donc est pris en compte.



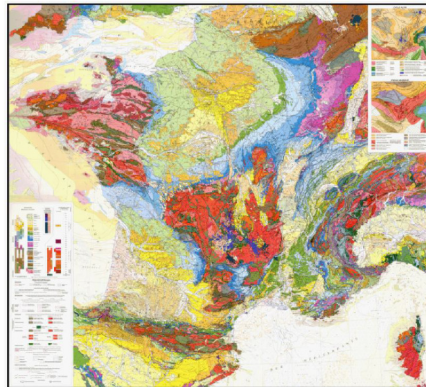
A l'inverse, si le cordon dunaire est situé face à un arrière-pays haut, c'est à dire ayant tous ses points supérieurs en altitude au niveau marin de référence choisi, il n'a aucun rôle d'obstacle face à la submersion.



Le cordon dunaire n'est pas cordon obstacle car il ne précède pas une zone basse.

REPERE METHODOLOGIQUE : PRECISION SUR LES DONNEES UTILISEES

Carte géologique BRGM : La Bd Million-Géol est la base de données géoréférencées de la carte géologique à 1/1 000 000 disponible en mode image et/ou vecteur. Elle est directement utilisable dans les SIG. Elle propose 6 couches d'information détaillée : formations géologiques, éléments structuraux linéaires, points géologiques remarquables, isobathes marins et des toits du socle, du Mésozoïque et du Miocène, Structures du magmatisme et du métamorphisme, grands ensembles structuraux et lithologiques



Carte géologique au millionième BRGM.

Parcelles domaniales ONF : Cette donnée est une donnée interne de l'ONF. Géré par l'ONF, il s'agit d'un répertoire géoréférencé de l'ensemble des parcelles domaniales.

Trait de côte Histolitt® : Le trait de côte Histolitt® (TCH) est l'un des tous premiers résultats du projet LITTO3D® mené en coopération par le SHOM et l'IGN. Il s'appuie sur le trait de côte officiel des cartes existantes en service, à une échelle moyenne du 1:15 000. Depuis 2010, une nouvelle version du trait de côte Histolitt® est désormais disponible. La résolution et la précision sont améliorées. De plus, le produit s'étend désormais à l'outre-mer.

Zone basses : Cette couche d'information géoréférencée fournie par le CEREMA intègre l'ensemble des zones littorales inférieures au niveau marin centennal (NM 100al.). C'est donc cette couche d'information qui nous donne les hauteurs d'eau statiques par zone. (Cf annexes 3, 4, 5, 6)

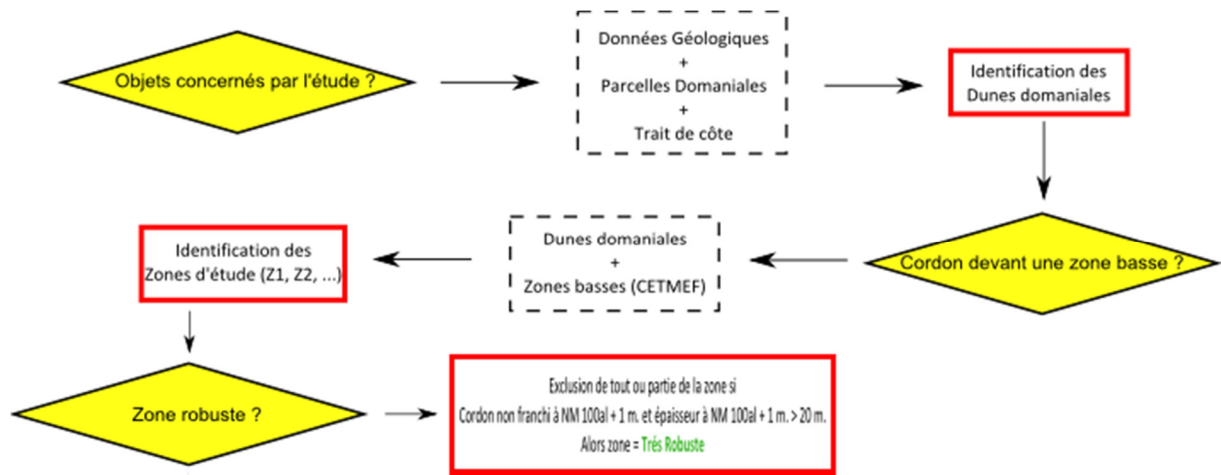
Il faut pour finaliser cette première phase créer une nouvelle couche de donnée géoréférencée (« zones dunaires sensibles ») qui intègre les différentes zones précédemment identifiées, ces zones sont codées pour permettre une manipulation simplifiée des données. Les tracés sont calqués sur la couche trait de côte et non sur les limites de parcelles forestières (découpage nécessaire à la gestion).

La présence dans certains secteurs de micro-discontinuités, nous a conduit pour des raisons pratiques à créer de grands ensembles gommant ce morcellement.

On applique la couche Litto3D® sur la première couche zone d'étude et l'on **exclue des zones d'étude toutes les parties présentant pour un NM 100al + 1 m. une épaisseur de cordon dunaire supérieur à**



20 mètres. Ces zones sont qualifiées « **très robustes** » et ne feront pas l'objet du diagnostic visuel simplifié à venir (voir repère méthodologique ci-dessous).



Etape 2 identification des zones très robuste.

REPERE METHODOLOGIQUE : EPAISSEUR 20 METRES

Dans notre approche, nous considérerons **empiriquement** que le cordon dunaire peut avoir une stabilité satisfaisante lorsqu'il fait plus de 20 mètres de largeur et plus de 1 mètre de hauteur à l'altitude NGF du niveau marin de référence.

Le choix d'une épaisseur de 20 mètres est issu des interviews des gestionnaires de cordons ainsi que de la lecture attentive des retours d'expérience Xynthia. On ne peut pas mettre en évidence un recul de plus de 20 mètres des cordons dunaires sur un seul évènement, du moins, il ne peut être prouvé par des mesures. Bien que des méthodes de modélisation (DUROS (DUne éROSion), FEMA, Federal Emergency Management Agency et Kriebel et Dean (1993)) mettent en évidence de reculs nettement supérieurs à 20 mètres, ils n'ont jamais été observés sur le terrain ou n'ont jamais été mesurés. On peut trouver dans certains rapports des appréciations approchantes, mais rien de précis.

L'ensemble des côtes sableuses [...] ont subi une érosion importante conduisant à un recul du trait de côte moyen de 3 à 5 m et un maximum de l'ordre de 22m au niveau des plages du moulin Brûlé... (BRGM/RP-58261-FR, Mars 2010)

En effet, une largeur de 20 mètres paraît être la largeur minimale satisfaisante pour que le cordon puisse subir les attaques de la houle durant une période correspondant aux hautes eaux lors d'un évènement extrême, sans être immédiatement dégradé. *A contrario* si le cordon est inférieur à 20 mètres de largeur, il ne présente pas de garantie de stabilité face à l'évènement.

La cote NM 100al. + 1 est garant d'un volume de sable suffisant pour assurer le rôle d'obstacle du cordon lors d'un évènement extrême.

Le fait que nous jugions qu'un profil dunaire de plus de 20 mètres de large et ayant une hauteur supérieur au niveau marin centennal soit très robuste, ne signifie pas qu'il est insensible à l'aléa submersion. En effet, il ne faut pas imaginer qu'un profil jugé très robuste au regard de nos critères soit « indestructible » et/ou totalement infranchissable.





Carte réalisée en septembre 2013



Scan 25^e, ©IGN, Paris, 2006 - Reproduction interdite
Marché IGN - MAP n°0400061

0 1 600 3 200 4 800 6 400 Mètres 1:100 000

Manipulation de données : Ensemble des parcelles domaniales.





projet : K:\Doss\X830 2013\5_études\MIG_PRN\Méthodo\Parcelles selection.mxd

Scan 25⁺, ©IGN, Paris, 2006 - Reproduction interdite
Marché IGN - MAP n°0400061

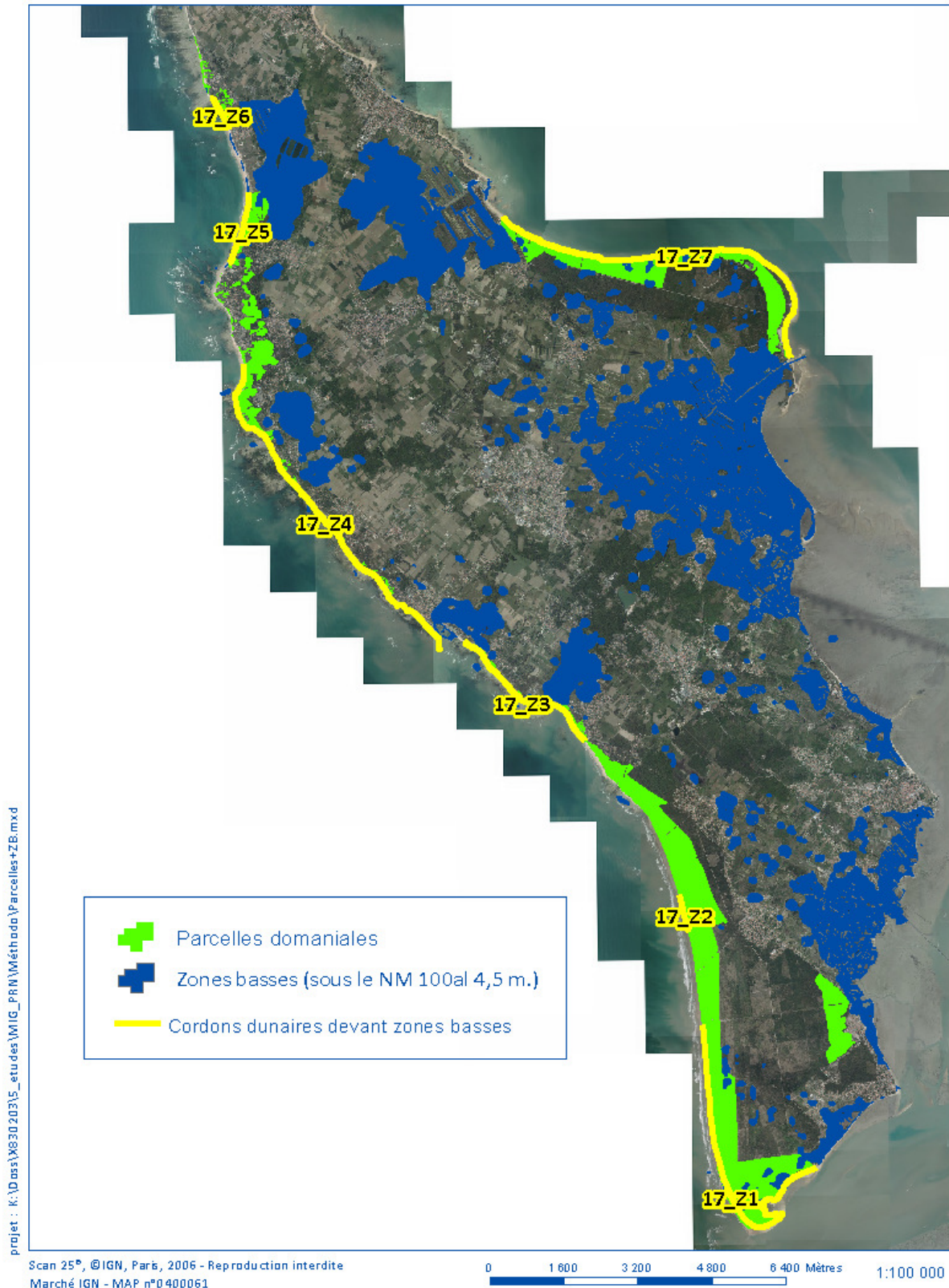
0 1 600 3 200 4 800 6 400 Mètres 1:100 000

Parcelles domaniales accueillant un cordon dunaire situé le long du trait de côte.





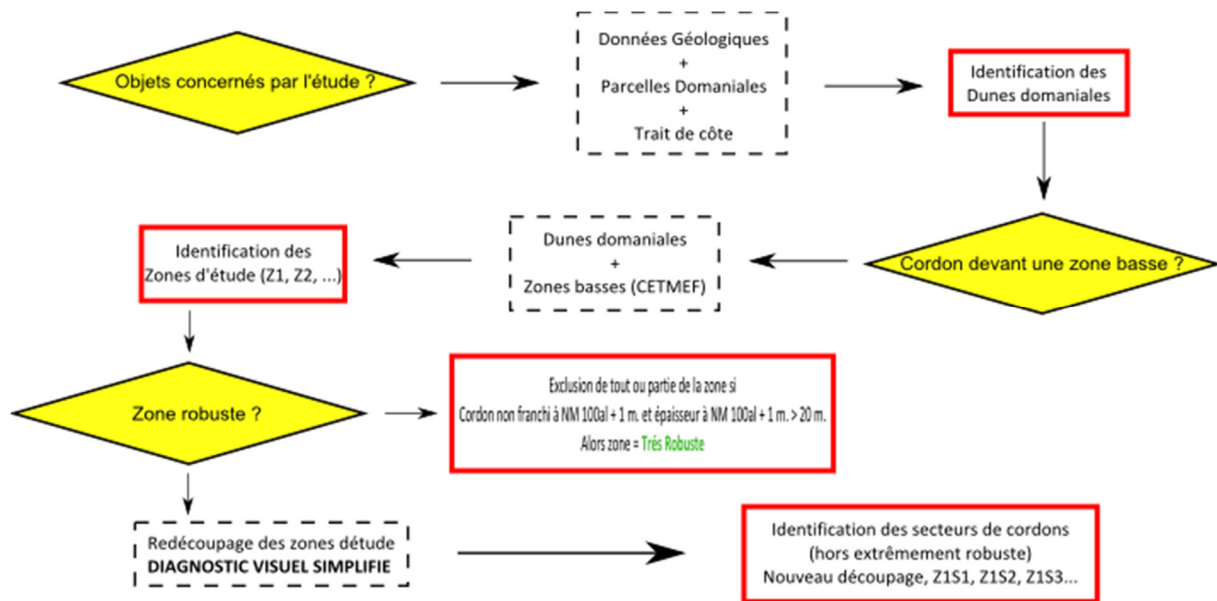
Carte réalisée en septembre 2013



Manipulation de données : Parcelles domaniales accueillant un cordon dunaire situé le long du trait de côte et situées devant une zone basse.



3 PHASE 2 : DECOUPAGE DES SECTEURS SENSIBLES, DIAGNOSTIC VISUEL SIMPLIFIE



Etape 3 redécoupage des secteurs par diagnostic visuel simplifié.

Le diagnostic visuel simplifié est un outil de classification qui va nous permettre un redécoupage des grandes zones d'étude définies lors de la première phase. Ce redécoupage se fait de manière visuelle. Lors d'une phase de terrain, l'observateur va effectuer un classement selon un certain nombre de critères simples. Découper ainsi les zones d'études nous permet de créer de plus petites unités appelées secteurs qui auront des échelles plus pertinentes pour leurs suivis et la réalisation de travaux de remédiation.

Les linéaires de cordons sont décrits en fonction de 9 critères simples :

- Le profil dunaire
- Le contact plage dune
- La couverture végétale dunaire
- L'anthropisation pérenne de la dune
- L'arrière dune
- La capacité de la dune à reculer
- La nature de l'estran
- La proximité d'un durcissement
- Le blocage de la dérive littorale

Ces critères descriptifs permettent de caractériser le cordon dunaire au regard du service attendu.

L'ensemble des critères doit pouvoir être vérifié simplement et visuellement sur le terrain. Cette classification permet d'établir un découpage en secteurs homogènes et de créer une base de données cordons obstacles (BD_cordons_obstacles).

3.1 CRITERES DE CLASSIFICATION

Pour la classification des cordons, on s'intéresse uniquement à la dune bordière.

3.2 LE PROFIL DUNAIRE

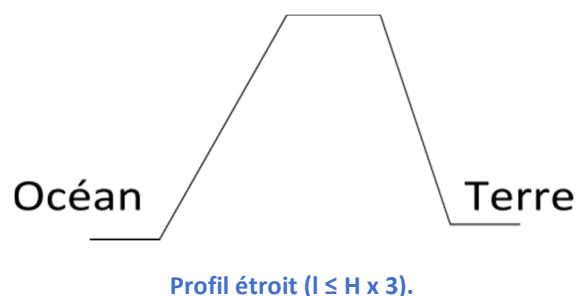
C'est le critère de base qui va caractériser le stock sableux : il existe trois grandes formes de profils dunaires :

Profil équilibré : Il s'agit d'un cordon bordier trapu où la largeur est au minimum supérieure à trois fois la hauteur. C'était par exemple le profil recherché lors des grands travaux de fixation engagés au XIX^{ème} siècle sur les grands ensembles dunaires

atlantiques. Ce profil présente un plateau sommital large et subhorizontal. Le stock de sable est conséquent car le bilan sédimentaire est globalement équilibré depuis plusieurs décennies.



Profil étroit : c'est un profil déséquilibré : la largeur de la dune bordière est inférieure à sa hauteur x 3 ($l < H \times 3$). C'est le caractère le plus récurrent des profils étroits. Ces profils sont souvent des dunes, n'ayant plus d'espace d'accommodation, du fait de l'urbanisation côté terre. L'étroitesse de ces dunes les rend très sensibles à l'érosion, qu'elle soit de nature marine ou éolienne.



Profil plat : C'est un profil bas presque « plat », pouvant parfois être situé entièrement en dessous du niveau marin de référence. Ce profil ne présente pas ou très peu de relief.



3.3 LE CONTACT PLAGE / DUNE

C'est le deuxième critère de la typologie. Il va renseigner sur le contexte sédimentaire récent et actuel. 4 principaux contacts plage/dune sont observables sur les cordons dunaires.

La falaise vive : c'est un contact abrupt entre la plage et la dune, on parle de falaise dunaire vive. Cette forme de contact est le plus souvent le résultat des érosions marines hivernales récentes. Ce contact amplifie l'érosion éolienne car il favorise l'accélération des filets de vents qui viennent frapper la dune.



La falaise éolisée : c'est l'étape qui suit la formation des falaises vive en cas de répit d'érosion marine : le vent, à force de saper la crête de dune fini par la décaper, jusqu'à parvenir à un profil aérodynamique offrant le moins de résistance aux filets de vent. On dit que la falaise est éolisée. Ces falaises éolisées sont parfois le résultat de travaux effectués par les gestionnaires qui viennent casser l'arrête de la falaise vive et piéger le sable en arrière de la crête de dune.

La banquette embryonnaire : issue de l'accumulation des sables au pied du cordon dunaire, la banquette se forme lors des phases de répit d'érosion.

Les enrochements fonctionnels / murs / perrés : ouvrages rigides longitudinaux de génie civil ayant pour mission de limiter le recul du trait de côte en le fixant. Les ouvrages peuvent avoir des effets positifs (fixation du trait de côte...), ou négatifs (accélération du jet de rive, amplification de l'érosion de la plage et du cordon dunaire).

3.4 LA COUVERTURE VEGETALE DUNAIRE

L'état de végétation de la dune, en particulier de sa partie haute, plateau dunaire et face externe est révélateur des dynamiques qui l'animent, érosion, répit d'érosion, accrétion, mobilité ou fixité.

Dune blanche : cordon mobile à forte accumulation sableuse. La végétation y est psammophile ; l'oyat domine.	Dune grise : dune fixée, sans transit sableux majeur, les mouvements de sables qui ont lieu ici sont des saupoudrages	Forêt ou ourlet préforestier : il s'agit des premières formations ligneuses d'arrière dune.
---	--	--

3.5 L'ANTHROPISATION PERENNE DE LA DUNE

C'est la caractérisation de points durs durables dans la dune ; cette anthropisation se décline sous la forme de lignes (réseau routier, promenade en dur), de points (poste MNS, puits, bunker...), ou de surface (espace goudronné ou autre).



3.6 L'ARRIERE DUNE ET LA CAPACITE A RECULER, L'ESPACE D'ACCOMODATION

Il s'agit de caractériser ici les grands ensembles que l'on trouve en arrière de la dune, s'agit-il d'espaces naturels ou bien de milieux bâtis ou encore de réseaux routiers. Cette donnée est déterminante car elle induira la capacité de mouvement (de recul) de la dune et du cordon. En effet, si l'arrière de la dune est bâti, il sera plus difficile de la faire « rouler » sur elle-même et ainsi reculer. A l'inverse, le recul d'une dune bordière sera facilité si elle précède un espace naturel.

3.7 LE BLOCAGE DE LA DERIVE LITTORALE

Il s'agit de dire si oui ou non la dérive littorale au droit du cordon est modifiée, perturbée par un aménagement anthropique transversal comme un épi, une écluse à poisson... Il s'agit d'ouvrages perpendiculaires au trait de côte.

3.8 LA PROXILITE D'UN DURCISSEMENT

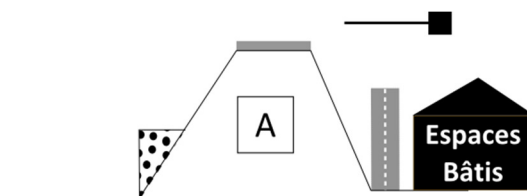
C'est le fait de savoir si les secteurs à proximité du cordon étudié (amont et aval de la dérive littorale) un trait de côte fixé / durcis, par un perré par exemple ou un enrochement massif. Il s'agit de savoir si les secteurs proches influent sur le cordon étudié.

3.9 LA NATURE DE L'ESTRAN

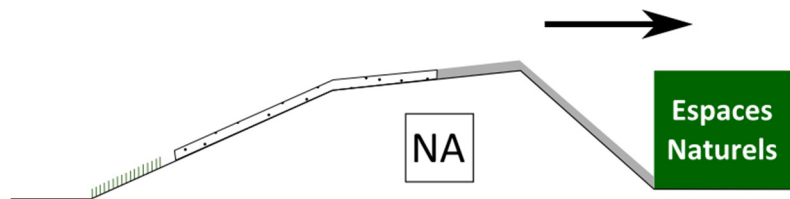
Il s'agit de caractériser l'estran en fonction de son caractère rocheux ou sableux, c'est le caractère dominant qui détermine le critère.

3.10 EXEMPLES DE CLASSIFICATIONS VISUELLES SIMPLIFIEES

Exemple 1 : secteur à dune étroite, enrochée, immobile à dune grise uniquement, anthropisée par un poste MNS inamovible, appuyée sur une route et du bâti



Exemple 2 : secteur à dune équilibrée à banquette embryonnaire et dunes blanche et grise, non anthropisée. Mobile et adossée sur un espace naturel



4 LA PHASE DE TERRAIN

Les linéaires sont fragmentés sur le terrain à l'aide d'un SIG embarqué sur tablette, le diagnostic visuel simplifié (détaillé plus haut) est appliqué sur les zones dunaires. L'opérateur se repère sur le terrain à l'aide des orthophotos et d'un GPS.

Les critères propres à chaque secteur sont saisis dans le SIG sur le terrain.

La table attributaire contient pour chaque secteur l'ensemble des critères. Ainsi, le SIG contient à la fin de la phase terrain un ensemble de secteurs homogènes caractérisés, classés par zone et codés.

La phase de terrain est une étape cruciale, c'est de la qualité de cette phase que dépendront les éventuelles propositions de remédiation aux problèmes de faiblesse des cordons dunaires, elle permettra une hiérarchisation des choix de gestion.

LES CONDITIONS DE VISITE

Dans la mesure du possible, les visites doivent être faites à marée basse, la marée basse nous donne une vision plus vaste de l'état de la plage et des éventuels mouvements sédimentaires le long du secteur.

Toujours dans la mesure du possible, il faut faire les visites de terrain par beau temps, c'est à dire pas ou peu de pluie et bonne visibilité, peu de vent. Il vaut mieux remettre une visite de terrain à une date ultérieure que de la faire avec une météo très défavorable, la météo clémente offre un confort de travail (matériel informatique, facilité des déplacements...) nécessaire à des relevés et de observations de qualité.

Enfin, l'opérateur s'équipera en fonction des conditions qu'il rencontrera sur le terrain (ne pas sous-estimer la force du vent de mer...).

5 RESULTATS DU DIAGNOSTIC VISUEL SIMPLIFIE

5.1 DECOUPAGES DES SECTEURS DUNAIRES



Les zones d'études précédemment identifiées sont maintenant découpées en secteur cohérent au regard des critères de classification. Tant que les critères ne changent pas le long du linéaire, on est toujours dans le même secteur. Un redécoupage est effectué lorsqu'il y a une discontinuité des critères.



Découpage des secteurs dunaires.



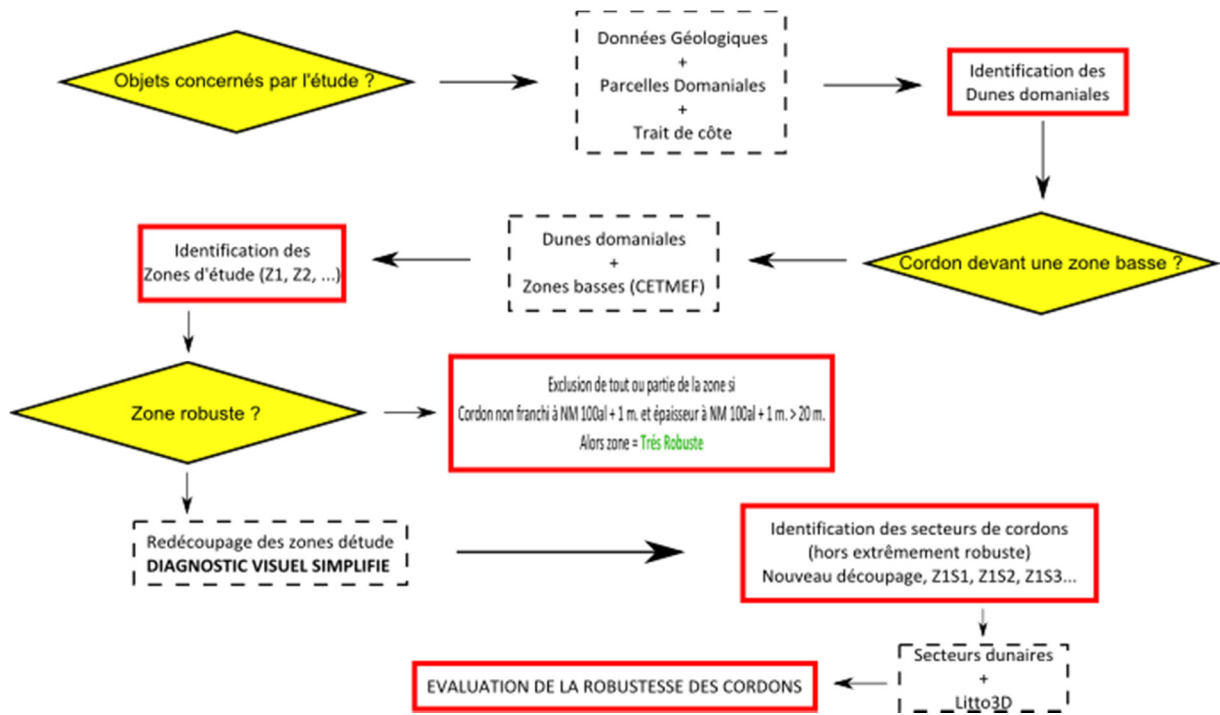
5.2 ATTRIBUTION DES CRITERES

Les critères sont codés dans les tables de manière suivante :

Critères		Nom champ	Code	
Profil dunaire	Equilibré	PROFIL	EQ	
	Etroit		ET	
	Plat		ER	
Contact plage dune	Falaise vive	CONTACT	FV	
	Falaise éolisée		FE	
	Banquette embryonnaire		BE	
	Durcissement		DU	
Anthropisation pérenne	Anthropisée	ANTHROP	A	
	Non anthropisée		NA	
La couverture végétale dunaire	Dune blanche	VEGET	DB	24 possibilités pour 3 critères, codes séparés par des « + »
	Dune grise		DG	
	Forêt ou ourlet préforestier		F	
Arrière dune	Espace Naturel	ARRIERE	EN	
	Espace bâti		EB	
Capacité de la dune à reculer	Non	MOBIL	N	
	Oui		O	
Nature de l'estran	Rocheux	Estran	Rocheux	
	Sableux		Sableux	
Blocage de la dérive littorale	Oui	Bloc deriv	Oui	
	Non		Non	
Proximité d'un durcissement	Oui	Proche DU	Oui	
	Non		Non	



6 LA CLASSIFICATION DES SECTEURS DUNAIRE SENSIBLES

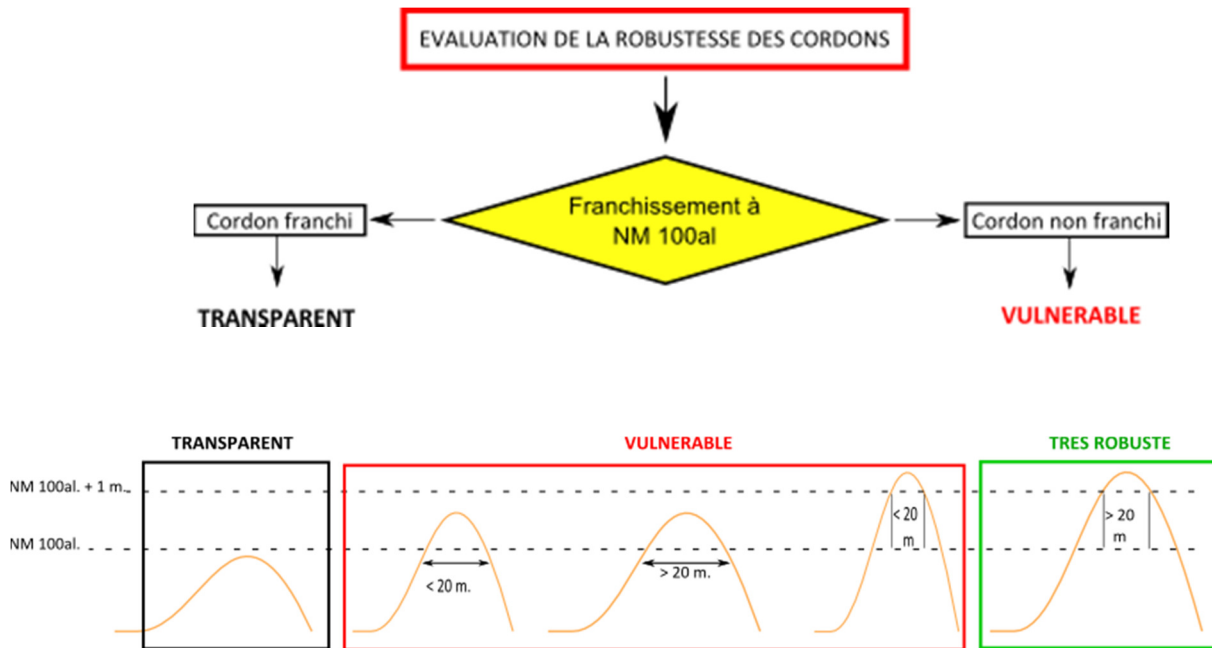


Etape 4 évaluation de la robustesse des cordons.



Une fois découpés par le diagnostic visuel simplifié, les secteurs sont ensuite qualifiés en fonction de leur sensibilité à l'aléa submersion. Cette qualification se réalise à l'aide de la donnée Litto3D®, le niveau marin de référence étant fourni en premier lieu par la couche « zone basse » (CEREMA).

On applique la couche « secteurs dunaires » sur la couche Litto3D® et l'on modifie la symbologie du modèle numérique de terrain afin de mettre en avant les zones situées sur et sous le NMR. On observe les hauteurs et largeurs de cordons dans le secteur. Les largeurs et hauteur retenues pour la classification sont systématiquement les largeurs et hauteurs minimales dans le secteur. On applique ensuite la classification suivante :



Robustesse en fonction de la morphologie dunaire.



projet : K:\Dossiers\830203\5_études\MIG_PRN\Méthodo\application_secteurs_litto3D.mxd

Scan 25°, ©IGN, Paris, 2006 - Reproduction interdite
Marché IGN - MAP n°0400061

0 400 800 1200 1600 Mètres 1:25 000

Confrontation des couches secteurs dunaires et du MNT Litto3D®.



On ajoute ensuite un critère sensibilité à la couche cordon par l'intermédiaire d'un champ robustesse. On obtient donc, une base de données des secteurs classés selon leur robustesse, ces secteurs étant ensuite hiérarchisés selon la stratégie retenue par les collectivités.

REPERE METHODOLOGIQUE : PRECISION SUR LES DONNEES UTILISEES

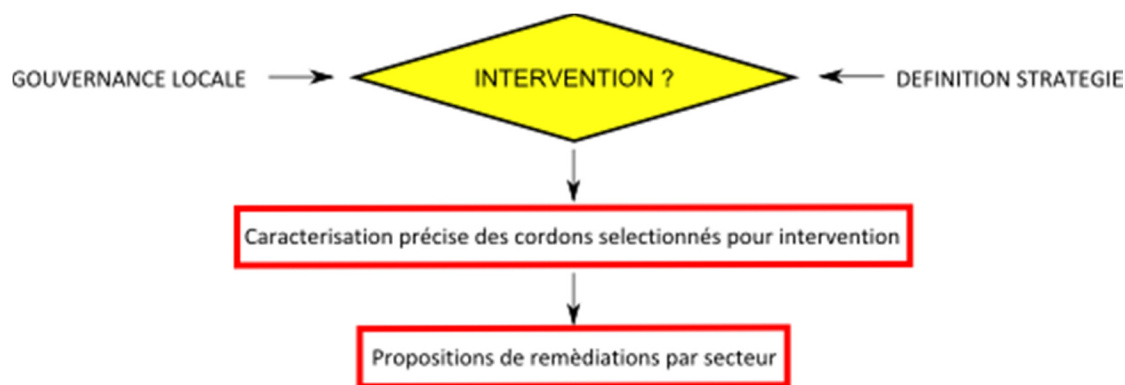
Litto3D® (SHOM / IGN) : C'est un modèle numérique altimétrique précis continu terre-mer réalisé en commun par le SHOM et l'IGN. Le programme Litto3D® vise à la production d'un modèle numérique altimétrique de référence continu sur la frange littorale. Il s'agit de réaliser des relevés de relief et des mesures de profondeurs marines pour une connaissance précise de l'ensemble du littoral métropolitain et ultramarin.

En mer, jusqu'à la courbe bathymétrique continue de profondeur 10m et au plus jusqu'à 6 milles des côtes et Sur terre, jusqu'à l'altitude +10m, et à au moins 2km de l'intérieur des terres.

Les éléments du sursol (bâtiments, végétation, etc.) sont post-traités afin d'obtenir un MNT décrivant le sol. Litto3D® est disponible sous deux formes, semis de points tridimensionnels et MNT maillé et qualifié.

Trois moyens complémentaires sont mis en œuvre pour effectuer les levés Litto3D® : le laser bathymétrique aéroporté pour la partie maritime, le laser topographique pour la partie terrestre et le sondeur pour compléter les zones marines inaccessibles au laser bathymétrique (eaux trop turbides par exemples).





Etape 5 mise en place des suivis.

L'ONF, gestionnaire de milieux naturels, ici gestionnaire de dunes, s'intègre dans les processus locaux de prévention des risques et de gestion du trait de côte. Les cordons dunaires ne sont pas et ne peuvent pas être considérés comme des défenses contre le risque de submersion marine ; ils sont traités par les outils de gestion du risques comme des objets transparents. Pour autant, l'ONF doit inscrire son mode gestion dans les systèmes locaux de gestion choisis par les collectivités.

Par exemple, si un plan d'action et de prévention des inondations (PAPI) considère qu'une partie de commune (vue l'analyse coûts / bénéfiques) entre dans un dispositif de protection, quelle gestion spécifique des dunes présentes dans ce secteur doit être mise en place ? Travaux et actions de confortement, de rechargement ? De plus, il est nécessaire de prendre en compte l'aspect multifonctionnel des dunes.

Même si juridiquement, les dunes ne sont pas des ouvrages de défense, les élus et les preneurs de décisions locaux ont conscience de leur rôle d'obstacle à la submersion, il est donc très régulièrement demandé à l'ONF d'intervenir en faveur du maintien d'un état sanitaire des cordons (état géomorphologique) satisfaisant.

Les programmes d'actions de remédiation doivent prendre en compte ces réalités de terrain en s'inscrivant dans les stratégies des collectivités en matière de gestion du trait de côte.

Les dunes ne sont pas des ouvrages (au sens juridique du terme), on ne peut donc attendre d'elles une protection fiable. Toutefois, elles peuvent de fait jouer un rôle d'amoindrissement de l'aléa submersion (obstacle, zone d'expansion de crue...). Le renforcement de ce rôle devra être décidé avec les acteurs locaux et selon les stratégies de gestion du trait de côte mises en place, sous le contrôle des services de l'Etat.

REPERE METHODOLOGIQUE : LES OUTILS LOCAUX DE GESTION DES RISQUES

La prise en compte des risques peut relever selon le cas de diverses collectivités publiques. L'Etat élabore des plans de prévention des risques (PPR) sur les territoires exposés à des risques importants. Ils sont élaborés sous l'autorité des préfets de départements. Ils définissent des zones de danger et des zones de précaution dans lesquelles il peut y avoir des interdictions ou des prescriptions vis-à-vis de l'urbanisation et des règles de construction. Les PPR ne gèlent donc pas complètement les zones soumises à risques, mais visent à n'interdire les nouvelles constructions que dans les zones les plus dangereuses. Ces plans approuvés deviennent des servitudes d'utilité publiques annexées aux documents d'urbanisme, comme les plans locaux d'urbanisme.

Une accélération de l'élaboration des plans de prévention des risques naturels (PPRN) a été demandée par les services de l'Etat. A la fin de janvier 2011, 8418 communes sont couvertes par un PPRN approuvé, 85% concernent le risque inondation, soit une augmentation de près de 500 PPRN en moins d'un an. Par ailleurs, un PPRN est actuellement prescrit sur le territoire de plus de 4300 communes. Des dispositions ont été prises dans la loi Grenelle 2 afin de contribuer à leur accélération. Ils ont été mis en place suite à une première évaluation nationale des risques d'inondation, dans le cadre d'un plan national de submersions rapide (PSR)

Les Plans de Prévention des Inondations (PAPI) sont des projets intégrés, au niveau d'un bassin de risques cohérent, permettant de planifier des actions de prévention, de surveillance, d'alerte et de gestion de crise, ainsi que de prise en compte du risque dans l'urbanisme.

Les PAPI, lancés en 2002, ont pour objet de promouvoir une gestion intégrée des risques d'inondation en vue de réduire leurs conséquences dommageables sur la santé humaine, les biens, les activités économiques et l'environnement. Outil de contractualisation entre l'Etat et les collectivités, le dispositif PAPI permet la mise en œuvre d'une politique globale, pensée à l'échelle du bassin de risque.

Le nouvel appel à projets PAPI lancé en 2010 doit permettre le maintien de la dynamique instaurée par le premier appel à projets de 2002. Il est élargi à l'ensemble des aléas inondation, à l'exclusion des débordements de réseau. Il constitue également un dispositif de transition devant préparer la mise en œuvre de la directive inondation (DI).

Le Plan de Submersions rapides (PSR) est un programme de 69 actions prioritaires au niveau national à décliner localement (via les PAPI).



**Diagnostic territorial,
Choix d'un évènement de référence**

	PAPI		PPRL
Champs d'action	Organisation, opérations, travaux,...		Réglementation du sol
Angle d'approche	Approche globale (stratégie d'action)		Sécurité des personnes et des biens
Hypothèses	Défaillance ponctuelle ACB		Faillibilité systématique des ouvrages
Résultat	Priorisation des actions		Cartes d'aléas, zonages
Perspectives	Réalisation des travaux		Révision du PPR



8 DESCRIPTION APPROFONDIE DES DETERIORATIONS PAR SECTEURS PRIORITAIRES

La gouvernance locale va, dans sa stratégie, définir les secteurs les plus sensibles sur lesquels les efforts doivent porter afin d'y maintenir des cordons robustes. La mise en place d'une hiérarchie de robustesse permettra d'engager une stratégie de sauvegarde des cordons sensibles indiquant quelles dunes doivent faire l'objet d'interventions.

A l'issue de cette classification, un travail de terrain approfondi doit être mené sur les secteurs prioritaires. Il va consister à identifier les points de détérioration et à produire une description fine du cordon dunaire, description qui servira ensuite de base à la prise des décisions de remédiation.

8.1 IDENTIFICATION DES POINTS DE DETERIORATION DANS LE SECTEUR

Les points de détérioration sont des zones précises des secteurs prioritaires, caractérisées par leur étroitesse significative au NMR ou bien par leur faible altitude.

Nous allons donc comparer la largeur du cordon dunaire à différentes altitudes (NMR+1, NMR...) afin de pouvoir identifier les points de détérioration. Les cordons étant des édifices mobiles à évolution morphologiques rapides, des prises de mesures *in situ* sont obligatoires.

Nous considèrerons plusieurs cas de figure de points de détérioration :

- *le cordon à cet endroit est d'altitude inférieure au NMR + 1 m*
- *le cordon à cet endroit est d'altitude inférieure au NMR*
- *à l'altitude du NMR + 1, le cordon a une largeur inférieure à 20 mètres.*

8.2 CREATION D'UNE FICHE DE TERRAIN PAR SECTEUR PRIORITAIRE

Si un secteur dunaire est jugé prioritaire par la stratégie locale et que des travaux de remédiation sont à prévoir, un travail de description approfondie est mené. Ce travail permet d'établir de manière très précise l'origine du point de faiblesse, et d'en tirer une carte d'identité du secteur pour réaliser un point initial. C'est cette description qui servira ultérieurement de base au suivi d'évolution du secteur dunaire.



8.3 INFORMATIONS GENERALES ET CONDITIONS DE VISITE

Le rédacteur : il s'agit de la personne (ou des personnes) qui effectue la visite (nom du rédacteur de la fiche s'il s'agit d'une personne différente) + Service auquel elle appartient.

Date de visite : elle sera rédigée de manière suivante. JJ/MM/AA.

Heure de visite : on l'arrondira à la demi-heure qui précède le début de la visite.

Météo : c'est un relevé des conditions globales météorologiques. Evaluation de la force du vent (échelle Beaufort) et état du ciel.

Condition marine α : c'est l'état de la mer au moment de la visite (échelle Beaufort), les conditions de marées, le marnage en m. les coefficients du jour de visite. L'ensemble de ces informations sont disponibles sur le site du SHOM.

Observations diverses : C'est l'ensemble des éléments particuliers à faire apparaître car jugés nécessaires à la compréhension du site ou des conditions de visite et qui ne trouvent pas leur place ailleurs dans la rubrique.

8.4 INFORMATIONS DE SECTEUR

Commune : c'est le nom de la commune sur laquelle est implanté le secteur de travail ainsi que son code postal. Cette information peut-être extraite de la base de données SIG ONF (BD Carto®).

Lieu-dit : c'est le nom précis du site (plage de... ; Dune de...) au sein de la commune. En cas d'incertitude, la référence est la carte TOP 25® IGN. Si le site est en limite de commune, il est opportun de le signaler afin d'éventuellement faciliter l'accès.

Informations cadastrales : c'est le code de la feuille sur laquelle est implanté le secteur de travail. Cette information est en ligne sur le site Internet d'Etat cadastre.gouv.fr. Le cadastre précise la propriété (ici Etat par Ministère de l'Agriculture).

Présence d'éléments anthropiques : il s'agit de dire si oui ou non il y a des éléments anthropiques visibles le long du secteur. Attention, il s'agit ni de faire un inventaire, ni de les qualifier. Il est nécessaire d'aller sur le terrain pour compléter cette rubrique car même si l'orthophoto donne des éléments de réponses, certains éléments sont peu voire pas visibles en aérien (réseau enterrés...).

Description des éléments anthropiques : liste de choix des principaux enjeux à compléter, case autre à compléter si besoin.

Présence d'ouvrages : liste de choix des principaux ouvrages à compléter, case autre à compléter si besoin.

Observations diverses : C'est l'ensemble des éléments particuliers à faire apparaître car jugés nécessaires à la compréhension du site et qui ne trouvent pas leur place ailleurs dans la rubrique. C'est ici que sera précisé par exemple si un épi est en dysfonctionnement.



8.5 RUBRIQUE MORPHOLOGIE ET DIMENSIONS

Sens de la dérive littorale : exprimé en orientation cardinale ; exemple Nord Sud. En cas de doute si le visiteur ne connaît pas bien le terrain et les courants face au cordon, il peut se référer aux cartes marines du SHOM ou au site Internet de suivi des houles Predimer par exemple.

Orientation du cordon : exprimée en orientation cardinale ; exemple Nord Sud.

Dynamique sédimentaire : le cordon est-il dans une dynamique d'érosion ou d'accrétion au vu des conditions observables ?

Largeur maxi du cordon dans le secteur : il s'agit de faire un relevé in situ, manuel au ruban décimètres de préférence.

Largeur mini du cordon dans le secteur α : il s'agit de faire un relevé in situ, manuel au ruban décimètres de préférence.

Position GPS du point le plus bas : relevé des positions x et y

Position GPS du centre du profil le plus étroit : relevé des positions x et y

Observations diverses : C'est l'ensemble des éléments particuliers à faire apparaître car jugés nécessaires à la compréhension du site et qui ne trouvent pas leur place ailleurs dans la rubrique

8.6 DESCRIPTION DU CORDON DUNAIRE

Berme : y a-t-il une berme si oui, quelles sont ses dimensions, estimation de la hauteur et de la longueur.

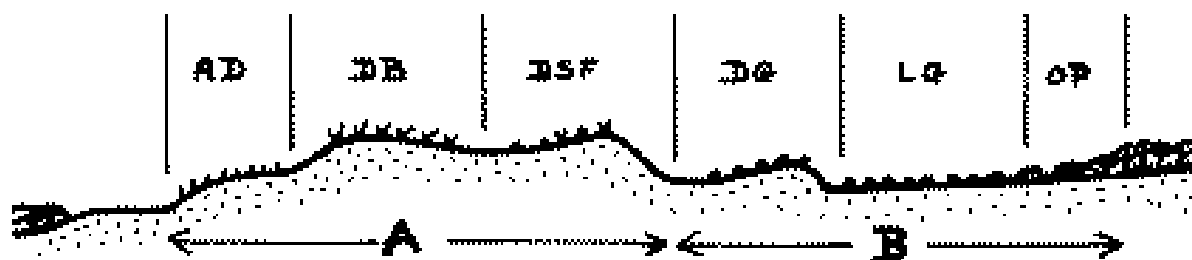
Présence ou non d'une falaise dunaire : sommes-nous en présence d'une falaise dunaire et si oui, est-elle vive ou bien le profil est-il éolisé ?

La banquette : sommes-nous en présence d'une banquette, est-elle bien établie, ou embryonnaire, est-elle végétalisée ? Quelle espèce la végétalise ?

Caractérisation du faciès : Recensement des faciès présents au sein du cordon (dune embryonnaire ou avant dune, dune blanche, dune semi fixée, dune grise, fourré pré forestier, dune boisée) et estimations de leur largeur. La largeur exprimée est toujours la plus grande au sein du cordon le long du secteur.

Rapport dune blanche / dune grise : c'est un indicateur de l'état du cordon dunaire





Les faciès dunaires.

Faciès : AD : Avant dune ; DB : Dune blanche ; DSF : Dune semi fixée ; DG: dune grise LG : Lette grise ; OP : Ourlet préforestier

Etat de référence optimal: présence de tous les faciès potentiels et rapport largeur B / largeur A supérieur à ½.

Etat défavorable: présence de moins de 4 faciès ou largeur B/largeur A inférieur à ½.

La pente frontale : estimation de la pente frontale de la dune blanche côté océan. Estimation en degré.

Siffle vent : y a-t-il un ou plusieurs siffle vents sur la dune blanche.

Passages sauvages : y a-t-il un ou plusieurs passages sauvages dans la dune blanche, c'est à dire des passages de public anarchiques, hors des circuits de déambulation.

Caoudeyres : y a-t-il une ou plusieurs caoudeyres sur la dune blanche. Une fois une éventuelle caoudeyre identifiée, il s'agira de dire si elle est frontale, sommitale et évaluer son âge (est-elle en récente, en cours de cicatrisation ou cicatrisée ?).

Recouvrement végétal : estimation du taux de recouvrement de la partie sommitale de la dune blanche en %. C'est le pourcentage de dune couvert par une végétalisation dense et ininterrompue.

Richesse végétale : relevé flore le plus exhaustif possible en fonction des connaissances de l'observateur. Faire apparaître de préférence les noms communs des espèces. Mettre en avant les espèces patrimoniales et d'intérêt communautaire. Dans l'absolu, il faut réaliser les visites de terrain en période favorable à l'observation de la végétation dunaire.

Observations diverses : c'est l'ensemble des éléments particuliers à faire apparaître car jugés nécessaires à la compréhension du site ou des conditions de visite et qui ne trouvent pas leur place ailleurs dans la rubrique.

8.7 AMENAGEMENT DU CORDON DUNAIRE

Aménagements de gestion de la dune : y a-t-il des aménagements de gestion réalisés sur le cordon dunaire au le long du secteur dunaire de travail, ganivelles, couvertures de branchages, plantations d'oyat, clôtures...

Les équipements : le cordon est-il aménagé, y a-t-il un poste MNS inamovible, une cale à bateau sur la plage, un accès plage caillebotis, une passerelle au sein de la parcelle de travail...

FICHE TERRAIN SECTEUR (FICHE N°)			DESCRIPTION DU CORDON DUNAIRE		
INFORMATIONS GENERALES ET CONDITIONS DE VISITE					
Visiteur(s) :	Date de visite :	α Age de la marée :	Y a-t-il une falaise dunaire ?	Y a-t-il une banquette ?	Estimation de la pente frontale en degré :
Nom(s) :	Heure de début de visite :	α Marnage :	<input type="radio"/> Oui	<input type="radio"/> Oui	"
Fonction(s) :	Etat de la mer (Beaufort) :		<input type="radio"/> Non	<input type="radio"/> Non	Présence d'une berme
Service(s) :	α Coefficient de marée :		Si oui, la falaise est :	Si oui, la banquette est :	<input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non
Observations :			<input type="radio"/> Vive	<input type="radio"/> Bien établie	Estimation Hauteur :
			<input type="radio"/> Éolisée	<input type="radio"/> Embryonnaire	Estimation Longueur :
			Au sein du cordon, on retrouve les franges		Nombre de faciès :
			A (m)	B (m)	Rapport B / A =
			<input type="radio"/> Avant dune	<input type="radio"/> Dune grise	Etat :
			<input type="radio"/> Dune Blanche	<input type="radio"/> Lette Grise	<input type="radio"/> Favorable <input type="radio"/> Défavorable
			<input type="radio"/> Dune semi fixée	<input type="radio"/> Ourlet préforestier	
INFORMATION DE SECTEUR					
α Commune (+ code postal) :	Type d'éléments	Présence d'ouvrages dans la placette	Dégradations :		Taux de recouvrement végétal du cordon : %
α Code cadastre (n° feuille) :	<input type="radio"/> Espaces naturel protégé	<input type="radio"/> Oui	Y a-t-il un / plusieurs passages sauvages dans la dune ?		Relevé Flore :
Nombre de parcelles domaniales sur la placette :	<input type="radio"/> Habitat diffus	<input type="radio"/> Non	<input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non		
Présence d'éléments anthropiques dans la placette	<input type="radio"/> Habitat dense	Type d'ouvrages	Y a-t-il un ou plusieurs siffes vent dans la dune ?		
<input type="radio"/> Oui	<input type="radio"/> Infrastructure de réseau	<input type="radio"/> Mur, soutènement	<input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non		
<input type="radio"/> Non	<input type="radio"/> Eau	<input type="radio"/> Perré	Y a-t-il une ou plusieurs caoudeyres dans la dune ?		
	<input type="radio"/> Electricité <input type="radio"/> Terrains agricoles	<input type="radio"/> Digie côtière	<input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non		
	<input type="radio"/> Zone portuaire	<input type="radio"/> Brise lames	Si oui, type de caoudeyre(s)		
	<input type="radio"/> Industrie	<input type="radio"/> Epi(s)	<input type="radio"/> Frontale <input type="radio"/> Sommitale		
	<input type="radio"/> Infrastructure transport	<input type="radio"/> Cale de mise à l'eau	Age de la ou des caoudeyres		
	<input type="radio"/> Infrastructure loisirs	<input type="radio"/> Autre	<input type="radio"/> Récente <input type="radio"/> En cours de cicatrisation		
	<input type="radio"/> Autre :		Observations :		
Observations :					
MORPHOLOGIE ET DIMENSION			AMENAGEMENT DU CORDON DUNAIRE		
Dynamique sédimentaire :	Orientation du cordon dunaire :	Position GPS du point le plus bas :	Aménagements de gestion au sein de la placette ?		Y a-t-il des équipements particuliers (poste MNS inamovible, caillebotis...) ?
<input type="radio"/> Période d'accrétion	Sens de la dérive littorale :	Position GPS du centre du profil le plus étroit :	<input type="radio"/> Clôture		
<input type="radio"/> Période d'érosion	Largeur maxi du cordon dans le secteur :		<input type="radio"/> Ganivelles		
Observations :			<input type="radio"/> Couvertures de branchages <input type="radio"/> Autre, description :		
			Observation Générale		



9 PRESENTATION DES PRINCIPALES METHODES DE REMEDIATION

L'existence des dunes est liée à la présence d'un stock de sable suffisamment important pour les ériger et à la mise en mouvement de ce stock par la houle et le vent. Les techniques de remédiation s'appuient systématiquement sur le contrôle de ces deux facteurs, avec pour objectifs :

- de favoriser les dépôts de sable transportés naturellement depuis la plage ;
- de limiter le départ du sable ;
- dans les cas extrêmes, de réalimenter artificiellement le système sédimentaire.

Il est nécessaire d'adapter les choix techniques au contexte de travail, le choix des travaux à mettre en œuvre n'est pas normalisé et doit s'adapter aux conditions de terrain.

9.1 LE CONTROLE DE L'EROSION EOLIENNE

On va chercher systématiquement à freiner la vitesse du vent pour limiter l'érosion éolienne. Dans un même temps, on veut fixer le sable sur le profil. C'est cette érosion qui crée de manière systématique des points de faiblesse plus ou moins importants dans les cordons.

Il existe 4 techniques majeures de lutte contre l'érosion dunaire et de reconstitution des cordons les couvertures de branchages végétaux, les brise-vent, les plantations et les reprofilages.

9.2 LES COUVERTURES DE BRANCHAGES

On utilise des branchages ligneux provenant d'arbres (Pin maritime, Chêne vert ...) ou de buissons (Genêts, Bruyère à balais...) La méthode de mise en place la plus courante est l'épandage sur des zones de sable nues ou très peu végétalisées, les deux types les plus fréquents sont :

Les couvertures planes de branchages fins étalés manuellement. Les densités peuvent varier de 8 tonnes/ha dans les amorces de déflation à 13 tonnes/ha (1300 fagots de 10 kg par ha) sur un glacis externe très exposé et dénudé où ces végétaux assurent une stabilité temporaire de la surface avant plantation d'Oyat ou d'Agropyron.

Les couvertures de branchages de gros ligneux épandus mécaniquement. Les quantités de matière apportées et leur épaisseur sont très supérieures à celles du cas précédent, elles peuvent aller de 500 m³/ha sur des aires de déflation-transit d'arrière-dune à 1500 m³/ha dans des excavations frontales très actives.

Les sites favorables à la mise en œuvre de ces couvertures sont très nombreux. Sur les zones de déflation exclusive, cette technique est la plus efficace pour faire cesser l'arrachement du sable. Elle donne aussi de bons résultats sur les aires de déflation-transit et d'accumulation où elle bloque les sédiments mobiles et crée des conditions favorables à la végétalisation par piégeage de graines, augmentation de la rétention d'eau et apport d'éléments minéraux et organiques.



9.3 LES BRISE-VENT

Il s'agit d'obstacles verticaux à la progression du vent, plus ou moins haut et plus ou moins perméables.

Les brises vent "lourds" type palissades en planches, très utilisées autrefois ont laissés la place à des brise-vents plus légers, à base de palissades de végétaux (bruyère à balais, lattes de châtaignier) ou de treillis plastiques.

Pour être efficace, la pose de rideaux brise-vent demande une connaissance fine de la dynamique dunaire, une pose à des périodes dictées par les tempêtes et un entretien suivi.

Les rideaux brise-vent synthétiques ont largement été utilisés dans les années 80/90, en raison de leur facilité de mise en place et de leur moindre coût, cependant leur composition (matériaux plastique non biodégradable) est un gros inconvénient qui amène un abandon de cette technique au profit des palissades en matériaux naturels telles que les ganivelles de châtaignier.

Une nouvelle technique a été mise en place à la fin des années 90, les rideaux brise-vent en fibre «de Coco ». On peut maintenant tirer des enseignements. En raison de leur grande souplesse et de leur relative fragilité, ils ont tendance à s'affaisser et se détacher des piquets. Il faut donc les placer uniquement dans des zones de fort transit où ils seront rapidement remplis. Par ailleurs, leur fixation, en partie haute doit être renforcée. Ils ont plusieurs avantages : bonne intégration paysagère, biodégradabilité, coût plus faible que celui des ganivelles.

L'implantation la plus efficace des rideaux brise-vent est une succession de lignes parallèles, perpendiculairement aux vents dominants. La pose d'un grand nombre de lignes en une seule fois est à éviter; celles qui sont sous le vent, trop longtemps inactives, risquent de se dégrader. Il vaut mieux planter les brise-vent à la suite du remplissage des précédents. La hauteur des brise-vent utilisés est fonction de l'intensité du transit et de la profondeur des dépressions à combler. Dans la pratique, les hauteurs les plus courantes sont de 1 m pour les forts transits et de 0,5 m pour les transits modérés.

9.4 LES PLANTATIONS

Sur les dunes régulièrement entretenues, c'est la dynamique végétale naturelle qui est favorisée et les plantations se réduisent à des regarnis disséminés. Les plantations de grande surface ne concernent plus que les réhabilitations globales de sites totalement dégradés par suite de long manque d'entretien.

Le nombre de végétaux utilisés est faible en raison du choix relativement restreint parmi les espèces indigènes mais aussi à cause de la trop forte généralisation de méthodes standard.

L'Oyat (*Ammophila arenaria*), graminée cespiteuse omniprésente sur les littoraux dunaires européens, a été -et reste- le végétal le plus utilisé. L'oyat est doté de fortes adaptations au milieu.



La multiplication végétative est la plus utilisée, les boutures sont en général prélevées localement. La plantation manuelle consiste à introduire dans des trous de 25 à 30 cm de profondeur des "touffettes" de 4 à 6 brins. Les espacements varient de 50 cm à 1 m, mais le dispositif en quinconce 80 x 80 cm est le plus fréquent.

Les plantations d'oyat sont effectuées en hiver durant la période de repos végétatif.

Les sites favorables sont les zones d'accumulation et de transit de sable frais ; dans les faciès de déflation-transit des couvertures préalables sont nécessaires. Dans les faciès de très forte érosion, le risque d'échec est grand, d'autres techniques de contrôle (couverture dense par exemple) sont alors mieux adaptées.

NB : dans le cas de certains faciès de forte déflation, tels que les parties hautes des falaises éolisées, il vaut mieux laisser temporairement se développer le processus d'érosion (qui tend à créer un profil de faible pente) avant de planter. La largeur plantée ne doit pas être trop forte, car la bande frontale "engraisse" très vite et la partie arrière souffre de déficit sableux, voire de déflation.

D'autres végétaux indigènes peuvent être plantés ou semés sur les dunes, des essais fructueux ont été faits avec l'Armoise (*Artemisia campestris*), l'Immortelle (*Helichrysum stoechas*) ... mais le végétal le plus prometteur est l'Agropyron ou « Chiendent des sables » (*Agropyrum junceum*) qui colonise les dunes embryonnaires qui se forment en haut de plage lors des phases de répit de l'érosion marine.

L'Agropyron ou "chiendent des sables" est une graminée halophile beaucoup plus tolérante au sel que l'Oyat ; il est mieux adapté que ce dernier pour les plantations effectuées en pied de versant externe. La technique de plantation est proche de celle de l'Oyat, enfouissement d'éclats prélevés dans d'importantes banquettes à Agropyron situées à proximité.

9.5 LES REMODELAGES (OU REPROFILAGES)

Le principe des "reprofilages" mécaniques mis en œuvre entre 1960 et 1980 était de redonner aux dunes une forme proche du profil considéré comme "idéal" (plateau subhorizontal et versant externe de pente 20 %), ce qui nécessitait la mise à blanc générale et des terrassements au bulldozer complétés par la pose de brise-vent. Une fois le profil atteint, l'ensemble était couvert de branchages à plat et planté d'oyats.

Les gestionnaires ont pris conscience du traumatisme apporté à la végétation, de la perte d'une morphologie originale, et surtout de la réponse inadaptée de cette technique sur les côtes en retrait où l'érosion marine remettait très vite en cause un profil standard basé sur une forme de résistance au vent.

Un reprofilage reste cependant concevable dans certains secteurs très accidentés, totalement dénudés et qui présentent une menace directe pour des équipements d'intérêt général. Dans les autres cas il vaut mieux appuyer l'action sur le capital végétal en place.



Les reprofilages ne doivent pas être confondus avec les écrêtages mécaniques ponctuels parfois utilisés sur les versants ouest caoudeyrisés permettant d'obtenir des profils favorables aux travaux de couverture de branchages et/ou de stabilisation.

9.6 LA REALIMENTATION EN SEDIMENTS

En fonction de la situation, le confortement du cordon dunaire pourra être réalisé selon plusieurs principes :

- L'érosion marine entaille une falaise dunaire qui ne remet pas en cause la stabilité de la dune : rechargement en sable en haut de plage.
- Très forte érosion marine qui supprime les capacités du cordon de dune à jouer le rôle de protection : rechargement sur le cordon existant (devant ou derrière).
- L'érosion marine érode le cordon en quasi-totalité : on recherche alors des cordons anciennement fixés en retrait du trait de côte, sur lesquels le dispositif peut s'appuyer. On maintient une zone de liberté pour le cordon bordier érodé, jusqu'à la première ligne topographique significative.

Un rechargement peut aussi être effectué au niveau du versant interne (côté terrestre) ou pour conforter les cordons de deuxième ligne. Cela peut passer par l'acquisition, par la puissance publique, de parcelles permettant une libre évolution du sable.

Une telle opération doit s'accompagner des mesures de gestion des milieux dunaires : canalisation de la fréquentation, information du public, végétalisation, contrôle de l'envol du sable...

La technique de rechargement est efficace pour maintenir les différentes fonctionnalités des dunes domaniales, sans interrompre les échanges plage/dune. Elle nécessite toutefois une phase préalable importante d'études techniques et d'instruction réglementaire :

- Choix de la zone de prélèvement (terrestre, maritime, distance de transport...).
- Caractéristiques granulométriques des sédiments (sédiment d'emprunt/sédiment naturel en place...)
- Définition du profil d'équilibre de la plage et de la profondeur limite d'action de la houle sur les sédiments
- Estimation du volume à mettre en place
- Technique utilisée (clappage, projection, rechargement terrestre...)
- Évaluation de la fréquence des nécessaires rechargements d'entretien, des suivis topographiques
- Coût de l'opération, y compris entretiens ultérieurs, selon la durée de vie estimée par rapport à l'érosion marine.

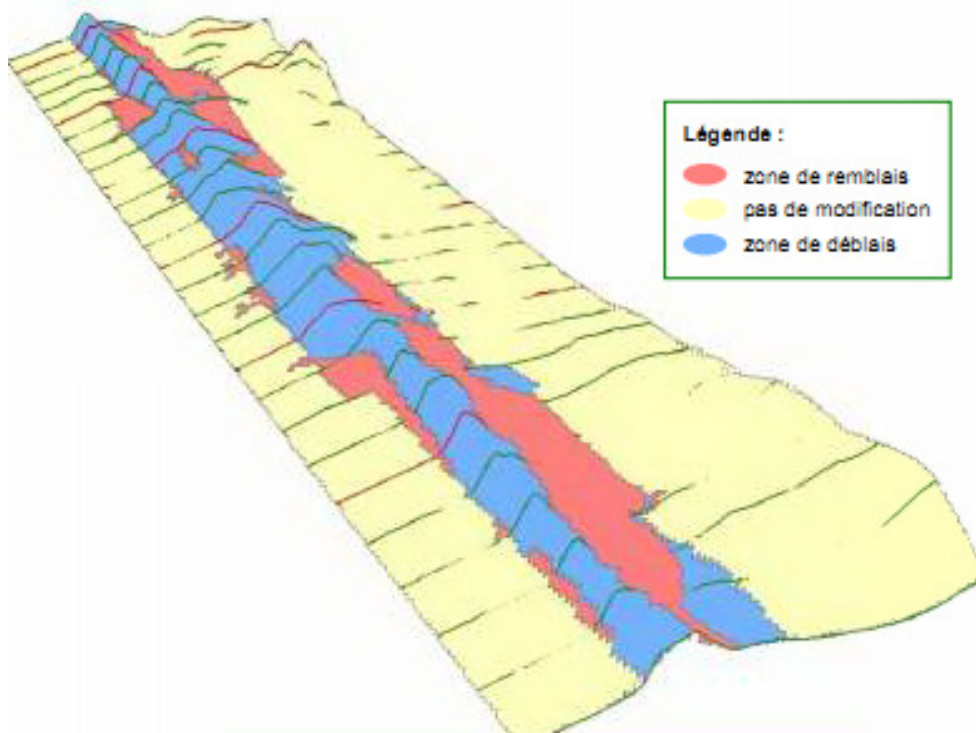
Tout ceci sans omettre l'aspect réglementaire de l'opération (maîtrise d'ouvrage, loi sur l'Eau, intervention sur le DPM, Natura 2000, compétences des collectivités locales...) et l'aspect financier (subventions, financements...).

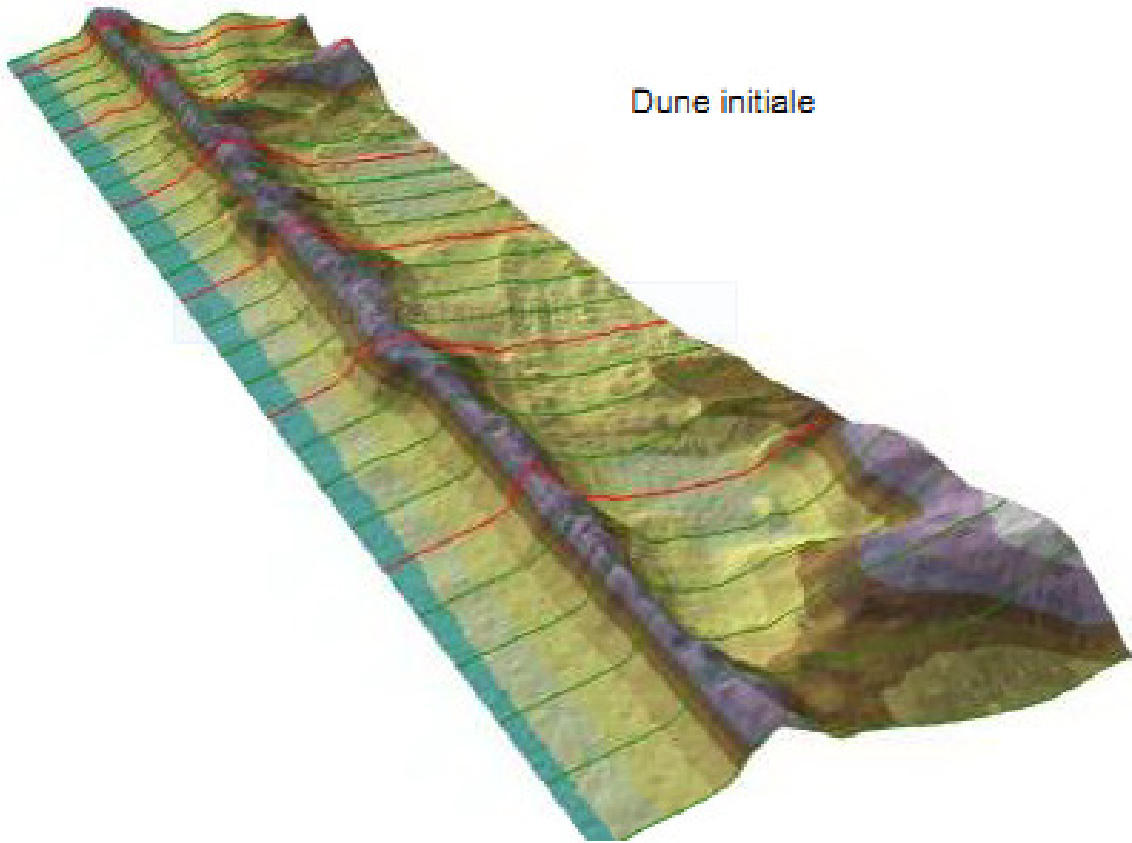


Il conviendra également de veiller à l'évolution du contexte juridique, car si la législation actuelle relative aux digues de défense ne s'applique pas aux dunes, elle est probablement sujette à évolution.

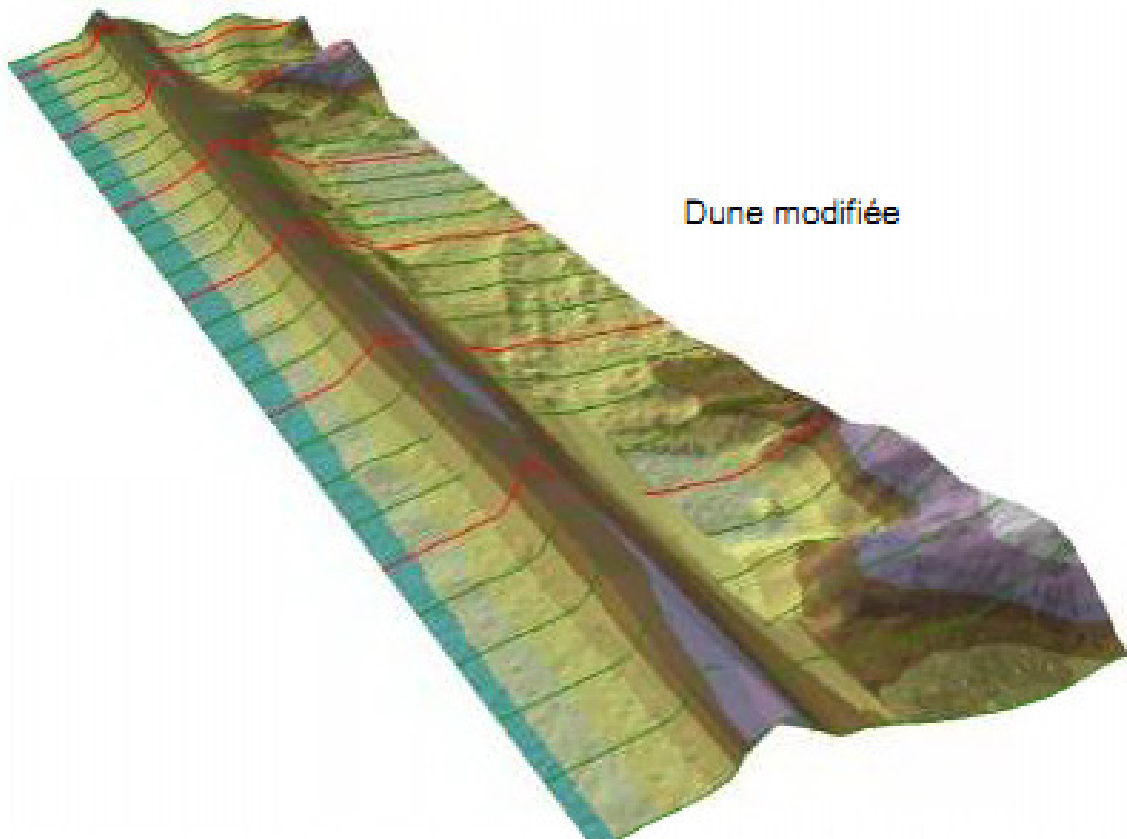
En ce cas, les obligations du propriétaire (État) ou du gestionnaire (ONF) seraient redéfinies : missions, financements...

L'ONF développe actuellement des techniques géomatiques d'aide au reprofilage de dune, notamment d'aide au calcul de volume de sable nécessaire à la consolidation du cordon, cette technique est là encore basée sur de l'interprétation de données Litto3D®. Une telle étude a été menée en 2013 sur un site dunaire vendéen. Cette technique est basée sur la recréation de dune en 3 dimensions (cf. exemple ci-dessous).





Dune initiale



Dune modifiée

Modification de profil 3D.



10 RESULTATS ET PERSPECTIVES

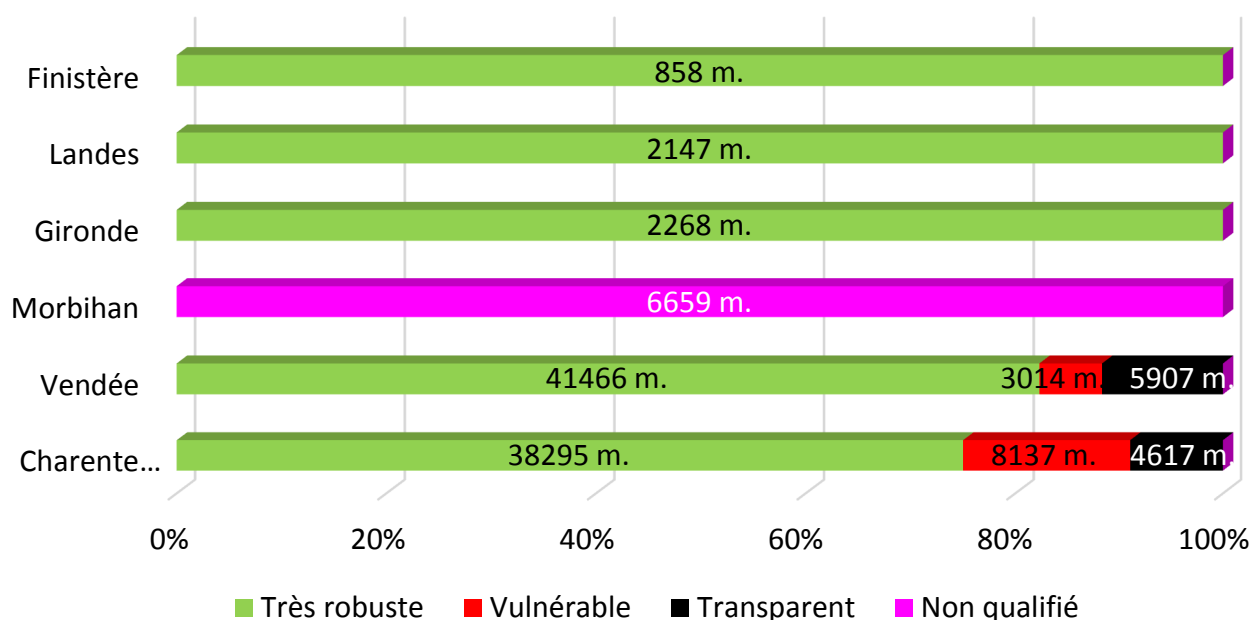
10.1 ATLAS DES DUNE DOMANIALES JOUANT UN ROLE D'OBSTACLE A LA SUBMERSION

L'étude nous a permis d'obtenir une cartographie des secteurs sensibles dans les cordons dunaires situés sur des parcelles domaniales sur l'ensemble du territoire concerné. L'échelle de rendu peut être adaptée en fonction de la densité des secteurs sur le littoral. Par exemple, le littoral aquitain est beaucoup moins dense en secteurs peu robustes dans les cordons que les îles vendéennes ou charentaises... Nous obtenons ainsi un linéaire précis de cordons par catégorie.

Dans un premier temps, l'étude permet le classement des différents cordons selon leur robustesse.

Linéaires en mètres	Finistère	Morbihan	Vendée	Charente Maritime	Gironde	Landes	Total
Très robustes	858	0	41466	38295	2268	2147	85034
Vulnérables	0	0	3014	8137	0	0	11151
Transparents	0	0	5907	4617	0	0	10524
Non qualifiés	0	6659	0	0	0	0	6659
Total cordon devant zone basses	858	6659	50387	51049	2268	2147	113368

Cordons devant zones basses par classe de robustesse



Les données Litto3D® pour la Bretagne ne sont pas disponibles dans leur totalité, ne permettant pas pour l'instant de qualifier la robustesse des cordons



L'étude permet la création d'une base de donnée des cordons dunaires domaniaux jouant un rôle d'obstacle à une submersion, un dossier photographique et des propositions de remédiation ou d'amélioration des conditions géomorphologiques pour les secteurs désignés. Ces propositions seront faites en concertation avec les gestionnaires locaux.

L'atlas et le répertoire des cordons sensibles devront être actualisés régulièrement. L'actualisation des données cartographique et de terrains, ainsi que le suivi de l'état géomorphologique dépendent du renouvellement des données géomatiques et notamment Litto3D®.

10.2 QUANTIFICATION DES ENJEUX LIES AUX CORDONS DUNAIRES IDENTIFIES COMME SUSCEPTIBLES DE S'OPPOSER A UNE SUBMERSION MARINE

Pour rappel, en 2013 / 2014, dans le cadre de la mission qui lui a été confiée par le MEDDE-DGPR, l'ONF a identifié plus de 120 cordons dunaires susceptibles de jouer un rôle d'obstacle à une éventuelle submersion. Ces cordons obstacles, regroupés au sein de la BD_cordons_obstacles ont été qualifiés en fonction de leur robustesse et classé en trois catégories en fonction de leurs caractéristiques morphologiques : « Très robustes », « Vulnérables » et « Faible »

Pour aller plus loin, nous tentons désormais de quantifier les enjeux bâtis à proximité de ces cordons et de les quantifier en fonction de la classe de robustesse des cordons proches.

Cette première approche, réalisée avec l'aide méthodologique du CEREMA, est basée sur l'exploitation de la base de données IGN BDtopo. A ce titre, ne sont pris en compte que les bâtiments (habitations, locaux commerciaux, ...). Ne sont pas prises en compte les infrastructures linéaires de type réseau (routes / lignes électriques et téléphoniques / réseau gaziers et pétroliers / ...) ou de type points (poteaux de réseaux / calvaires / mobilier...).

PHASE 1 : IDENTIFICATION ET QUANTIFICATION GEOMATIQUE DES ZONES BASSES

La couche zones basses fournie par le CEREMA fait l'objet d'une première sélection, ne sont utilisées que les entités avec un niveau inférieur au niveau marin centennal (NM100al), sans distinction. Sur la façade atlantique entre la Bretagne et la frontière espagnole, on compte 30 789 zones basses hermétiques sous le NM 100al. Leur surface est comprise entre moins de 1 hectare et plus de 15 millions d'hectares pour le marais Breton en région Pays de la Loire.

Dans un deuxième temps, on sélectionne les zones basses situées à proximité de cordons dunaires domaniaux identifiés comme jouant un rôle d'obstacles aux submersions marines. Différentes classes sont établies en fonction de leur distance aux cordons (50, 100, 250, 500, 1000, 2000 et 5000 mètres). On obtient la couche « zones basses / distance au cordon »



On précise ensuite la qualification de ces zones basses en tenant compte de l'état du cordon concerné, « Très robustes », « Vulnérables » ou « Faible ».

LES PREMIERS RESULTATS SONT LES SUIVANTS :

197 zones basses sont situées à moins de 50 m d'un cordon obstacle, parmi elles, 31 sont proches d'un cordon vulnérable ou transparent,

239 zones basses sont situées à moins de 100 m d'un cordon obstacle, parmi elles, 34 sont proches d'un cordon vulnérable ou transparent,

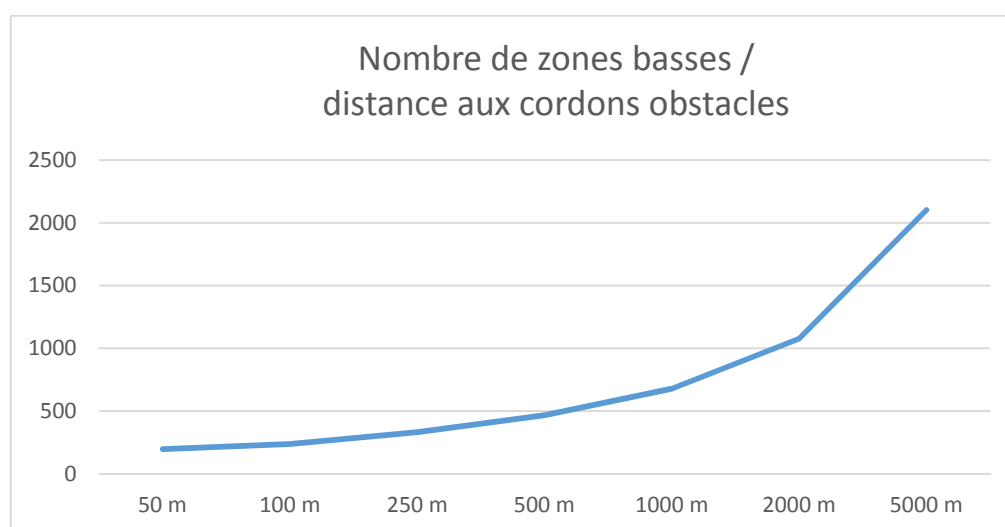
333 zones basses situées à moins de 250 m d'un cordon obstacle, parmi elles, 39 sont proches d'un cordon vulnérable ou transparent,

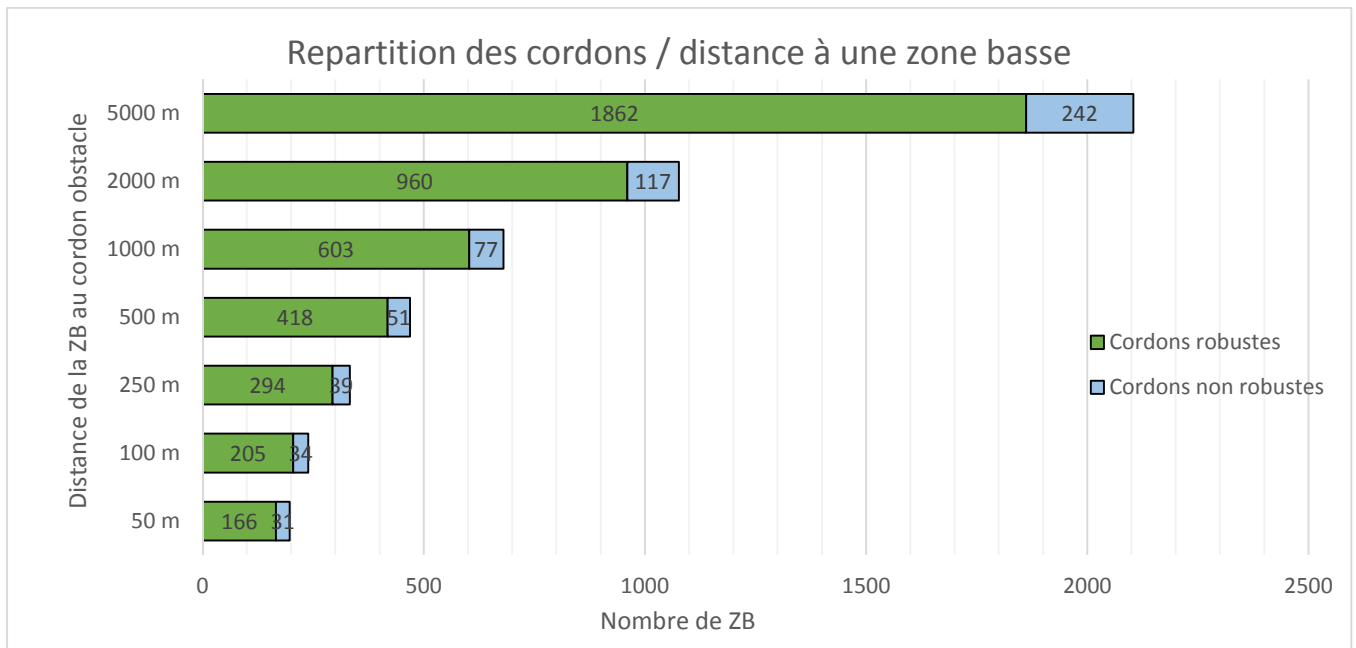
469 zones basses sont situées à moins de 500 m d'un cordon obstacle, parmi elles, 51 sont proches d'un cordon vulnérable ou transparent,

680 zones basses sont situées à moins de 1000 m d'un cordon obstacle, parmi elles, 77 sont proches d'un cordon vulnérable ou transparent,

1 077 zones basses sont situées à moins de 2000 m d'un cordon obstacle, parmi elles, 117 sont proches d'un cordon vulnérable ou transparent,

2 104 zones basses sont situées à moins de 5000 m d'un cordon obstacle, parmi elles, 242 sont proches d'un cordon vulnérable ou transparent.





PHASE 2 : DECOMPTE GEOMATIQUE DES BATIMENTS DANS LES ZONES BASSES

On croise la couche « zones basses / distance au cordon » à la couche « bâtiments » (issue de la BDtopo). On obtient alors le nombre de bâtiment par catégorie de zone basse.

ON OBTIENT LES RESULTATS SUIVANTS :

- 36 432 bâtiments se trouvent dans une zone basse située à 50 mètres ou moins d'un cordon obstacle,
- 39 820 bâtiments se trouvent dans une zone basse située à 100 mètres ou moins d'un cordon obstacle,
- 39 980 bâtiments se trouvent dans une zone basse située à 250 mètres ou moins d'un cordon obstacle,
- 40 402 bâtiments se trouvent dans une zone basse située à 500 mètres ou moins d'un cordon obstacle,
- 45 330 bâtiments se trouvent dans une zone basse située à 1000 mètres ou moins d'un cordon obstacle,
- 47 368 bâtiments se trouvent dans une zone basse située à 2000 mètres ou moins d'un cordon obstacle,
- 51 831 bâtiments se trouvent dans une zone basse située à 5000 mètres ou moins d'un cordon obstacle,



PHASE 3 : QUALIFICATION GEOMATIQUE DES BATIMENTS DANS LES ZONES BASSES

On sélectionne maintenant uniquement les bâtiments qui se trouvent dans des zones basses liées à un cordon non robuste, c'est-à-dire « vulnérable » ou « transparent ».

LES RESULTATS SONT LES SUIVANTS.

21 bâtiments se trouvent dans une zone basse située à moins de 50 mètres d'un cordon non robuste. 11 secteurs de cordons sont concernés soit 3 772 mètres.

71 bâtiments se trouvent dans une zone basse située à moins de 100 mètres d'un cordon non robuste. 17 secteurs de cordons sont concernés soit 4 319 mètres.

612 bâtiments se trouvent dans une zone basse située à moins de 250 mètres d'un cordon non robuste. 35 secteurs de cordons sont concernés soit 9 364 mètres.

2684 bâtiments se trouvent dans une zone basse située à moins de 500 mètres d'un cordon non robuste. 45 secteurs de cordons sont concernés soit 13 954 mètres.

10 134 bâtiments se trouvent dans une zone basse située à moins de 1000 mètres d'un cordon non robuste. 52 secteurs de cordons sont concernés soit 19 274 mètres.

19 121 bâtiments se trouvent dans une zone basse située à moins de 2000 mètres d'un cordon non robuste. 55 secteurs de cordons sont concernés soit 21 445 mètres.

33 577 bâtiments se trouvent dans une zone basse située à moins de 5000 mètres d'un cordon non robuste. 55 secteurs de cordons sont concernés soit 21 445 mètres.



10.3 TABLEAU DE SYNTHÈSE

Rayon de recherche Zones Basses / Cordons obstacles	50 m.	100 m.	250 m.	500 m.	1 000 m.	2 000 m.	5 000 m.
Zones basses							
A) Zones Basses concernées	197	239	333	469	680	1 077	2 104
B Dont zones proches d'un cordon robuste	166	205	294	418	603	960	1862
C Dont zones proches d'un cordon vulnérable ou transparent	31	34	39	51	77	117	242
Bâtiment							
A) Nombre de bâtiments Situés dans les zones basses	36 432	39 820	39 980	40 402	45 330	47 368	51 831
B Dont bât. proches d'un cordon robuste	36 411	39 749	39 368	37 718	35 196	28 247	18 254
C Dont bât. proches d'un cordon vulnérable ou transparent	21	71	612	2 684	10 134	19 121	33 577



10.4 PRESENTATION DES CORDONS DUNAIRES SITUES A MOINS DE 100 METRES D'UN BATIMENT EN ZONE BASSE

Nom de la dune	Commune	Département	Classe de sensibilité	Longueur estimée du secteur sensible
Dune sud du Club Med	Les Mathes	Charente Maritime	Vulnérable	935 mètres
Dune nord de La Perroche	Dolus d'Oléron	Charente Maritime	Vulnérable	212 mètres
Dune sud de La Perroche	Dolus d'Oléron	Charente Maritime	Vulnérable	202 mètres
Dune de l'aile du Peu	Les Portes en Ré	Charente Maritime	Vulnérable	368 mètres
Dune des Folies	La Couarde sur mer	Charente Maritime	Vulnérable	107 mètres
Dune des Anneries	La Couarde sur mer	Charente Maritime	Vulnérable	86 mètres
Dune du Peu des Hommes	La Couarde sur mer	Charente Maritime	Vulnérable	63 mètres
Dune des Bélougas	La Faute sur Mer	Vendée	Transparent	157 mètres
Dune de la Plage des Chardons	La Faute sur Mer	Vendée	Vulnérable	62 mètres
Dune de l'Estacade	Barbâtre	Vendée	Transparent	100 mètres
Dune du parc à Palourdes	Barbâtre	Vendée	Transparent	119 mètres
Dune de la Plage de la Clère	Noirmoutier en l'île	Vendée	Vulnérable	138 mètres
Dune des Sableaux Nord	Noirmoutier en l'île	Vendée	Transparent	732 mètres
Dune des Sableaux Centre	Noirmoutier en l'île	Vendée	Vulnérable	417 mètres
Dune des Sableaux Sud	Noirmoutier en l'île	Vendée	Transparent	532 mètres
Dune de la Pointe de l'Herbaudière	Noirmoutier en l'île	Vendée	Vulnérable	53 mètres
Dune de La Guérinière	La Guérinière	Vendée	Vulnérable	36 mètres



10.5 MISE EN PLACE DE SUIVIS DU REcul PONCTUEL

Le processus d'identification des zones dunaires et par la suite de caractérisation des secteurs en fonction de leur robustesse doivent faire l'objet d'un suivi. Les cordons dunaires sont par nature des édifices naturels mobiles. Ainsi, les caractéristiques morphologiques qui sont relevées aujourd'hui ne seront pas les mêmes demain. Ces changements de morphologie influenceront bien sûr sur la caractérisation des cordons.

Le processus est lié à la livraison de la données Litto3D®, comme dit plus haut, cette donnée est compliquée à produire et les livraisons sont donc très espacées dans le temps (plusieurs années). Néanmoins, sans utilisation des données SIG, un suivi régulier peut-être mis en place, l'inconvénient est que sans Litto3D®, l'identification des secteurs à grande échelles est difficile à concevoir.

Ainsi, un suivi régulier pourra être mis en place sur les secteurs déjà identifiées, on ne pourra pas caractériser de nouveaux secteurs sans nouvelles données. **Donc, le suivi sera fait sur tous les secteurs identifiés au cours de cette étude.**

Le suivi doit être adapté au dynamisme du trait de côte, certains cordons peuvent passer d'une classe de robustesse à une autre en un laps de temps très court (une tempête). C'est pourquoi il est nécessaire d'apporter le même suivi à tous les cordons, annuellement et suite aux évènements extrêmes.

Robustesse des cordons	Suivi lors d'évènements	Suivi Fin d'hiver + fin d'été
Très robustes	Oui	Oui
Vulnérables	Oui	Oui
Transparents	Oui	Oui
Autres cordons	Lors de livraisons Litto3D	

Suite aux évènements extrêmes de type tempête ou grosse houles destructrices hivernales, le déplacement sur le terrain sera précédé d'un contact avec les gestionnaires locaux, en effet, un déplacement non programmé n'est pas forcément utile si le secteur n'a pas ou peu été impacté par un évènement.

En l'absence d'évènements extrêmes, un suivi annuel, récurrent et programmé des secteurs est selon nous suffisants, suivi auquel s'ajoute le suivi des travaux de remédiation qui seront proposés en accord avec les processus de gouvernance locaux. Pour effectuer ce suivi annuel des secteurs, il conviendra de se rendre sur le terrain et de comparer l'état actuel du cordon dunaire avec l'état initial observé un an plus tôt. Ce travail ne sera pas aussi exhaustif que lors du premier passage, il sera important d'observer précisément les dimensions du cordons et ainsi de pouvoir observer si les processus sont les mêmes et si les éventuels travaux mis en place sont efficaces et dans quelle mesure. Ce suivi prendra la forme de tournées des dunes sur l'ensemble des secteurs.

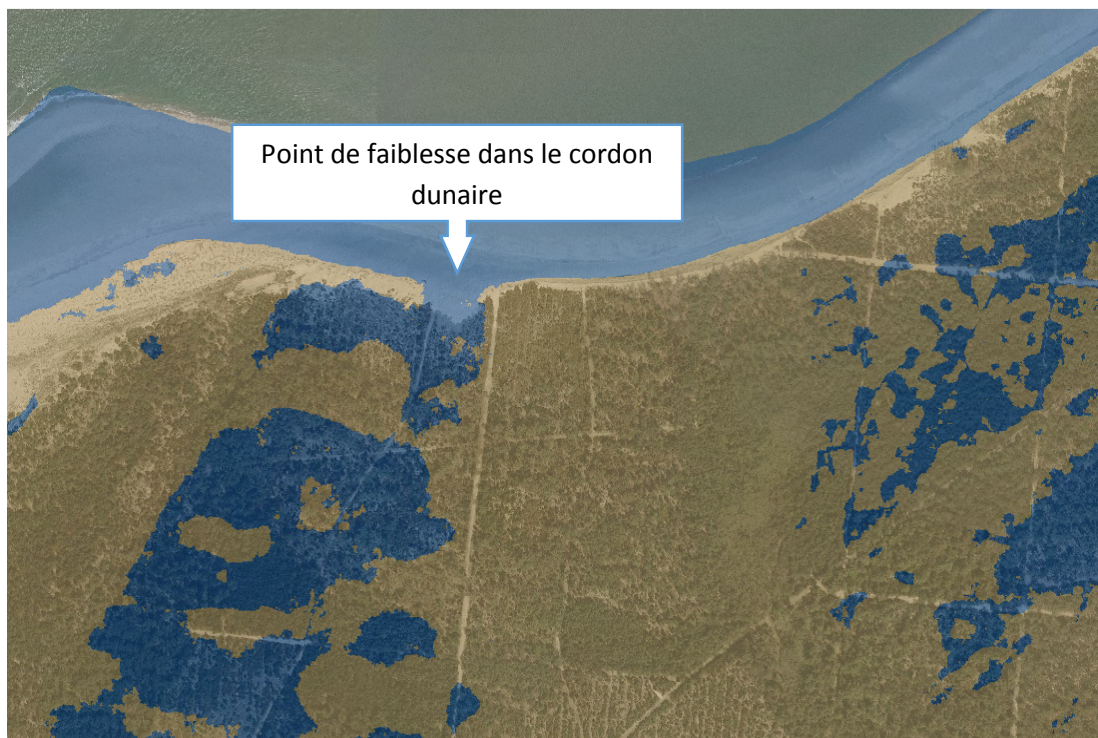
Pour la réalisation du suivi de la robustesse des cordons, on s'intéresse aux caractères morphologiques des cordons dunaires identifiés dans l'étude, le suivi sera réalisé au point le plus sensible du cordon.

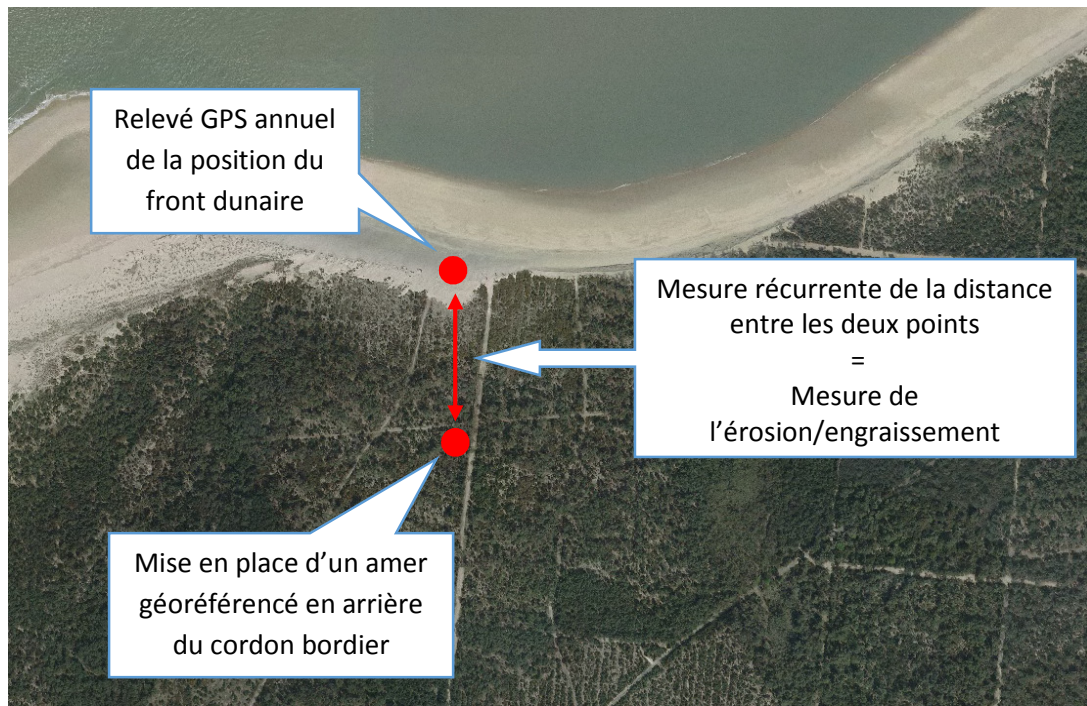


Deux caractères principaux feront l'objet de suivis. Le premier caractère qui sera relevé est la nature de la pente externe du cordon, révélatrice de la dynamique dunaire. S'agit-il d'une falaise, d'une banquette, d'une banquette en cours d'édification...

Secondement, la largeur du cordon sera relevée, pour ce faire, on mesurera la distance entre le pied du cordon dunaire côté océan et un amer sélectionné préalablement ou mis en place si nécessaire. Les relevés de distance seront réalisés au décimètre par exemple et si possible géoréférencés.

La connaissance fine des secteurs identifiés nous permet de positionner les amers aux endroits qui sont touchés de manière récurrente par les évènements tempétueux.





Le suivi en pratique

- 124 cordons dunaires à suivre entre Santec (Finistère) et Lit et Mix (Landes).
 - Suivi aux points les plus sensibles dans le cordon : faiblesse d'épaisseur et/ou altimétrique.
 - Centralisation des données, issues des relevés de terrain locaux.
 - Traitement des données suite aux évènements et alerte (ONF / DDTM / Collectivités. Locales...)
- si faiblesse révélée.
- Mise à disposition et partage des données (exemple RTM).

Le suivi des points de fragilité des cordons mettent en avant des valeurs précises de recul des cordons et permettent d'obtenir ces données rapidement. On assiste après chaque évènement à une multitude de communications sur des reculs dunaires, trop souvent, les communications sont l'objet d'interprétation et souffrent d'un manque de précision. La mise en place d'amer et le relevé en suivant un azimuth constant combiné à la facilité de ce type de relevé permet l'obtention de valeurs de reculs fiables et incontestables.

Les reculs qui sont exprimés de manière immédiate par les collectivités locales suite aux évènements sont très souvent bien supérieurs à la réalité, ces surinterprétations des reculs dunaires entraînent souvent des travaux souvent coûteux et parfois injustifiés.

Enfin, l'ONF, EPIC, se doit mettre à la disposition des collectivités les informations sur d'éventuels risques de submersion au titre de l'article Article R563-16 (et suivants) de la section 5 du code de l'environnement, sur la Communication de données intéressant la sécurité des personnes et des biens.

Après chaque évènement, les personnels de terrains relèvent les secteurs et communiquent les résultats à la mission littorale qui inclut les données dans la BDD cordons obstacles. Cela consiste à créer une fiche suivi transmise informatiquement.

FICHE SUIVI DE TRANSECT

Nom de l'observateur : nom de la personne qui effectue le relevé

Forêt domaniale de : nom du massif forestier domanial

Date : date du relevé

Secteur n° : numéro du secteur

Transect n° : numéro du transect si plusieurs transects dans le secteur, sinon, ces deux numéros sont identiques

Type de suivi : récurrent fin hiver / récurrent fin d'été / ou suite à évènement

Nature de la pente externe

Position trait de côte / amer le plus proche : distance en mètres entre les deux points

Des relevés géoréférencés ont-ils été transmis avec la fiche ? Oui / Non

N.B : une fiche par transect

10.6 LA SUITE DU PROGRAMME

Comme nous l'avons déjà expliqué, l'avenir de ce travail, et notamment une éventuelle réédition d'un atlas des cordons sensible, ne pourra être réalisée que si de nouveaux relevés LIDAR sont effectués afin de réactualiser les modèles Litto3D®.

Cependant, même si la donnée Litto3D® n'est pas réactualisée rapidement, il faut interpréter le comportement futur des cordons, et en particulier leurs dynamiques d'accrétion ou d'érosion en fonction des dynamiques du trait de côte.

La multitude de données et les études en cours sur les dynamiques côtières des littoraux meubles permettront, couplées aux résultats lors de la réalisation de l'atlas d'imaginer des scénarios d'évolution de l'état des cordons dunaires.



11 LIMITES PRINCIPALES DE L'ETUDE

11.1 LE NIVEAU MARIN DE REFERENCE

Le niveau marin de référence est la première source d'incertitudes. Les résultats présentés dans le catalogue des niveaux extrêmes sont fournis au niveau de l'état de l'art des méthodes d'analyse statistique des niveaux extrêmes en milieu marins. Plusieurs sources d'incertitudes peuvent les impacter : qualité des données, tailles des échantillons, méthodologie statistique...

11.2 LA PRISE EN COMPTE DU SET-UP

Le wave set-up ou surcote due aux vagues correspond à l'augmentation du niveau moyen de la mer lié au déferlement des vagues. Ce phénomène n'est pas systématiquement mesuré.

Le run-up correspond au niveau maximal atteint par le jet de rive (swash), c'est-à-dire le flux et reflux des vagues. Les données des marégraphes sont généralement intégrées sur 2 minutes, les hautes fréquences sont ainsi filtrées (CEREMA / SHOM).

La marge de 1 mètre ajoutée au NM 100al, intègre en partie ces phénomènes

11.3 LA FIABILITE DE LA DONNEE

La donnée Litto3D® (la plus fiable actuellement hormis les données issues de relevés terrain) présente une imprécision de 20 cm (IGN). De plus la précision altimétrique est variable en fonction de la couverture du sol (sol nu = précision élevée).

11.4 LA MOBILITE DU CORDON DUNAIRE

Le cordon dunaire est par définition un objet mobile certaines erreurs pourraient être imputables aux éventuels mouvements éoliens qui auraient pu avoir lieu entre la prise de données LIDAR et la réalisation de l'étude. Cette marge d'erreur est en principe minimisée par la prise de mesures in situ suite à l'identification des cordons sensibles.



11.5 LA PRISE EN COMPTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le niveau des mers risque d'augmenter encore de 26 à 82 cm d'ici 2100, après s'être déjà élevé de 19 cm au cours du XXe siècle. Cette estimation dépasse celle formulée en 2007, quand les experts du GIEC pensaient que la hausse moyenne du niveau des océans atteindrait 18 à 59 cm en 2100. Ces augmentations ne sont pas prises en compte dans l'étude. L'évolution du régime des tempêtes est un deuxième paramètre potentiel du changement climatique à suivre.

L'hypothèse courante est en effet celle d'une augmentation de la fréquence et de la force des tempêtes. Néanmoins, celle-ci reste très difficile à démontrer, et les situations sont très variables d'une station météorologique à l'autre. L'étude des séries historiques permet également de mettre en évidence la rareté de la concomitance de tempêtes avec de forts coefficients de marée : c'est en ce sens que la tempête Xynthia de 2010 a constitué un événement exceptionnel.



Accrétion : augmentation du volume de sable autour d'un point dur. Ici, augmentation du volume de sable sur la plage, sur la dune. Parfois, avancée de la terre ou de la dune sur le large.

Arrière-pays bas / zone basse : partie littorale en arrière du cordon dunaire, du trait de côte et présentant des points altimétriquement inférieurs au niveau marin de référence. Si le trait de côte est orienté nord-sud avec l'océan à l'ouest, l'arrière-pays est à l'est.

Banquette : surface sableuse subhorizontale issue de l'accumulation des sables au pied du cordon dunaire. La banquette est la partie dunaire touchée en premier lors des phases d'érosion. Elle est dite embryonnaire lorsqu'elle est en début de végétalisation.

Berne : accumulation sableuse du haut de plage issue de la succession de marées, on trouve des bermes sur toutes les plages avec un fonctionnement barres et baïnes. On l'appelle aussi gradin de plage.

Brise lame : ouvrage avancé de défense des côtes servant à amortir la houle en freinant l'impact des vagues par écrêtage. Le brise lame n'entrave pas la dérive littorale.

Caoudeyre : mot d'origine gasconne qui désigne une dépression dans le cordon dunaire. La caoudeyre est une entaille dans la dune créée par l'érosion éolienne.

Cordon dunaire : ensemble de dunes occupant l'espace entre le trait de côte et l'arrière-pays, parallèlement à ces derniers.

Dérive littoral : courant côtier se déplaçant parallèlement au rivage ; ce courant résulte de l'arrivée oblique des houles à la côte. Dans ce cas, le jet de rive monte obliquement sur la plage, l'eau et les sédiments en lors du mouvement de retrait suivent la ligne des plus grandes pentes. Syn. Courant de dérive littorale.

Digue : ouvrage de défense la plupart du temps long et étroit qui sert à protéger les côtes des effets de la mer.

Dune : relief sableux, accumulation sableuse due aux effets combinés du vent et de la houle.

Dune obstacle / Cordon obstacle : dune ou ensemble de dune se trouvant entre le trait de côte et un arrière-pays bas, le cordon obstacle est suffisamment massif pour s'opposer à une éventuelle submersion.

Dune bordière : cordon dunaire immédiatement au contact de la plage c'est le premier rempart contre la mer, la première zone tampon. Le profil de la dune bordière s'adapte aux conditions écologiques (vent, sédimentation...).

Enjeu : valeurs, matérielles ou immatérielles, collectives ou individuelles, susceptibles d'être exposées à un aléa. L'enjeu, s'il est vulnérable, croisé à la probabilité d'occurrence d'un aléa, donne un risque.

Enrochement : disposition de blocs de pierre destinés à lutter contre l'effet de la houle sur le trait de côte.

Epi : ouvrage transversal au trait de côte construit sur l'estran dont le but est de retenir une partie de la charge sédimentaire véhiculée par la dérive littorale.

Erosion : modification du trait de côte par enlèvement de matière solide. L'érosion comprend généralement trois phases, détachement de particules, transport de particules et sédimentation. La houle est un important agent d'érosion.

Faciès dunaire : strate de végétation à organisation parallèle au trait de côte (banquette, avant dune...).

Falaise dunaire : Profil de dune bordière abrupt ; la falaise dunaire laisse généralement apparaître les systèmes racinaires des végétaux implantés dans la dune blanche.

Ganivelle : brise vent utilisé sur les dunes pour piéger le sable transporté par le vent. Constitués de lattes de bois (châtaigner), à perméabilité variable (espacement de lattes). La ganivelle constitue un obstacle au déplacement éolien et permet la reconstitution des dunes.

Géomatique : analyse de données spatiales, le plus souvent géoréférencées, à l'aide d'un ordinateur.

Houle : oscillation du niveau de la mer résultant du vent. La houle se propage au-delà de l'espace où le vent souffle.

LIDAR : Méthode de détermination de la distance à un objet, basée sur le laser à impulsions. Le lidar utilise de la lumière visible ou infrarouge au lieu d'ondes radio comme un simple radar. La distance à un objet ou à une surface est donnée par la mesure du délai entre l'impulsion et la détection du signal réfléchi.

Jet de rive : écrasement et étalement de la vague qui propulse un filet d'eau sur la plage suite au déferlement.

Marée : oscillation du niveau de la mer sous l'effet des astres, le rythme des marées est calé sur le rythme de la lune.

MNT : modèle numérique de terrain, représentation du terrain à partir d'un traitement par ordinateur des coordonnées et des cotes d'altitudes. Le MNT se présente souvent à la vue sous la forme d'une grille en trois dimensions.

Morte eau : période de faibles marées (petits coefficients).

Orthophoto : images aériennes de la surface terrestre rectifiées géométriquement et égalisées (suppression des reliefs). Ces images se présentent sous forme de dalles couvrant une zone de la Terre et peuvent être géoréférencées.

Plage : Rampe de sables, de graviers ou de galets développée au niveau du rivage (plage littorale) et jusqu'aux profondeurs où les houles sont capables de remaniement (plage sous-marine).



Point de faiblesse : partie du cordon dunaire où l'altitude est la plus basse ou bien où l'étroitesse est la plus importante. Si on simule la montée du niveau marin, le point de faiblesse est le premier passage d'eau dans le cordon.

Profil : vue en coupe. Profil de cordon dunaire, profil de plage...

Siffle-vent : encoche ou brèche dans une dune à l'origine d'une accumulation sableuse en retrait du trait de côte (la pourrière).

S.I.G : système informatique qui à partir de cartes de référence et de données attributaires, permet de représenter et d'étudier l'espace géographique avec différentes échelles et différentes couches thématiques. Le SIG est un outil de gestion.

Sommier des dunes : outils cartographique faisant appel au SIG, interne à l'ONF et destiné aux suivis des travaux et des évolutions géomorphologiques des cordons dunaires.

Trait de côte : ligne d'intersection de la surface topographique et le niveau des plus hautes mers astronomiques (SHOM), par extension, limite terre mer.

Vive eau : période de fortes marées (grands coefficients).



13 ABREVIATIONS

BDD : Base de Données

DGPR : Direction Générale de la Prévention des Risques

CETMEF : Centre d'études techniques maritimes et fluviales

CEREMA : Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement

IGN : Institut Géographique et forestier National

LIDAR : Light Détection And Ranging

MEDDE : Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie

MNHN : Muséum National d'histoire Naturel

MNT : Modèle Numérique de Terrain

NM 100al : Niveau Marin Centennial

ONF : Office National des Forêts

ONML : Observatoire National de la Mer et du Littoral

SHOM : Services Hydrographique et Océanographique de la Marine

SIG : Système d'Information Géographique



14 BIBLIOGRAPHIE

14.1 Livres, articles, manuels et rapports

BRUNET Roger, Ferras, Théry, Les mots de la géographie, dictionnaire critique, 518 p., Reclus-La Documentation Française, 1992.

Conseils Economiques, Sociaux et Environnementaux Régionaux (CESER) de l'Atlantique, Populations et activités sur le littoral atlantique : enjeux fonciers. Quelle gouvernance, avec quels outils ?, 112 p., Association des CESER de l'Atlantique, juin 2013.

CETMEF (Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales), Préconisation pour le recensement des ouvrages et structures de défense contre les aléas côtiers, Notice méthodologique, 60 p., CETMEF, 2011.

CETMEF (Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales) et **SHOM** (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine), Statistiques des niveaux marins extrêmes des côtes de France (Manche et Atlantique), 160 p., SHOM / CETMEF, 2012.

DGPR (Direction Générale de la Prévention des Risques), Circulaire du 27 juillet 2011 relative à la prise en compte du risque de submersion marine dans les plans de prévention des risques naturels littoraux, 19 p., DGPR, Juillet 2011.

DGPR (Direction Générale de la Prévention des Risques), Service des Risques Naturels et Hydrauliques, Premiers éléments méthodologiques pour l'élaboration des PPRL, Analyse et cartographie des aléas littoraux, 90 p., DGPR, novembre 2011.

FAVENNEC Jean, Guide de la flore des dunes littorales, De la Bretagne au sud des Landes, 167 p., Edition Sud-Ouest (partenariat ONF), 1998.

LEVY Jacques et Lussault Michel, Dictionnaire de géographie, de l'espace et des sociétés, 1032 p., Belin, 2003.

Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, La gestion du trait de côte, 290 p., éditions Quae, 2010.

MIOSSEC Alain (sous la direction de), Dictionnaire de la mer et des côtes, 550 p., Presses Universitaires de Rennes, 2012.

ONF, L'ONF et l'espace littoral, pour une gestion durable, 60 p., ONF, avril 1996

ONF, coord. Favennec Jean, Les dossiers forestiers, Connaissance et gestion durable des dunes de la côte atlantique, 394 p., ONF, 2002.

ONF, Mission littorale, coord. Favennec Jean, Contrôle souple de la mobilité des dunes littorales de la côte atlantique, 16 p, ONF, 2010.



PedreirosR., Garcin M., Krien Y., Monfort Climent D., Mugica J., François B. (2010) – Tempête Xynthia : compte rendu de mission préliminaire. Rapport BRGM/RP-58261-FR, 45p., 31 Figs., 1 Ann.

PINEAU-GUILLOU Lucia, Lathuilière Cyril, Magne Rudy, Louazel Stéphanie, Corman David, Perherin Céline, Caractérisation des niveaux marin et modélisation des surcotes pendant la tempête Xynthia, 8 p., XI^{èmes} Journées Nationales Génie Côtier–Génie Civil, Les Sables d’Olonne, 22-25 juin 2010.

RAMONT Nicolas, Etude de caractérisation du service de protection du cordon dunaire domanial face au risque de submersion marine, 120 p., ONF, Université de Nantes, 2010.

SAFFACHE Pascal, Dictionnaire de la géographie de la mer et des littoraux, 101 p., Ibi rouge éditions, presses universitaires créoles-GEREC/F, 2003.

SHOM (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine), Références altimétriques maritimes, Cotes du zéro hydrographique et niveau caractéristique de la marée, 104 p., SHOM, 2012.

14.2 Sites Internet

www.cerema.fr, site Internet du Centre d’études et d’expertise sur les risques, l’environnement, la mobilité et l’aménagement

www.developpement-durable.gouv.fr, site Internet du Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie et de la Direction Générale de la Prévention des Risques

www.eurosion.org, site Internet du programme européen de suivi de l'érosion côtière

www.risques.gouv.fr, site Internet du portail gouvernemental dédié aux risques majeurs

www.ign.com, site Internet de l'Institut Géographique National

www.mnhn.fr, site Internet du Muséum National d'Histoire Naturel

www.onf.fr, site Internet de Office National des Forêts

www.onml.fr, site Internet de l'Observatoire National de la Mer et du Littoral

www.prim.net, portail des risques majeurs

www.shom.fr Services Hydrographique et Océanographique de la Marine



15.1 ANNEXE 1 : LE CORDON DUNAIRE : UN SYSTEME ORGANISE PARALLELEMENT A LA COTE

De la plage à l'intérieur des terres se suivent des faciès dont les caractères morphologiques et végétaux sont liés à la modification progressive de l'ambiance : salinité, puissance du vent et mouvement de sable décroissant. La présence ou non ainsi que la largeur des faciès sont des indicateurs biologiques de la stabilité du milieu.

Le haut de plage est caractérisé par la présence de végétaux annuels adaptés à de fortes salinités et liés aux laisses de mer très riches en matière organique. Cet espace est fortement soumis à l'érosion et à la fréquentation (piétinement).

Les banquettes et avant-dunes sont caractérisées par des formations végétales moins précieuses que sur le haut de plage car plus rarement immergées. Le stade initial de l'avant dune est la banquette, qui s'établit lors des phases de répit d'érosion. La végétation de base est le chiendent des sables, qui colonise très vite. La banquette s'élève par captage de sable éolien qui forme de petits tas (les nebkas) qui sont les dunes embryonnaires. L'augmentation du volume de l'avant dune et la multiplication de la végétation sert de base à la dune blanche.

La dune blanche est un cordon mobile à forte accumulation sableuse. La végétation y est psammophile ; l'oyat domine et une fois la dune blanche établie, il est rejoint par l'euphorbe, le panicaut et le liseron.

La dune semi-fixée se développe à l'abri de la dune blanche. Ce faciès est très marqué par la présence de moquettes de gaillets ou de fétuque, sorte de prairies basses et planes, relativement clairsemées à système racinaire dense

La dune grise et la lette grise. Il s'agit d'arrière dune, sans transit sableux majeur, les mouvements de sables qui ont lieu ici sont des saupoudrages. Cette partie du cordon est plus abritée des embruns. La végétation à la forme de pelouses basse, avec forte présence de mousses et de lichens.

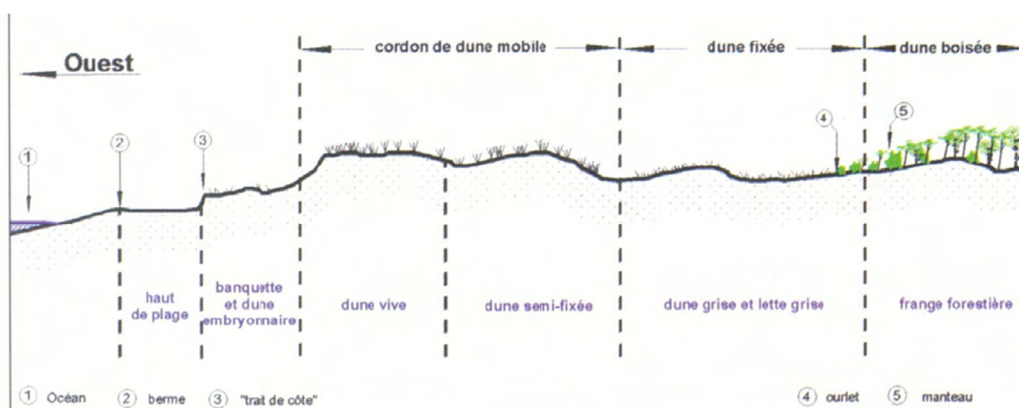
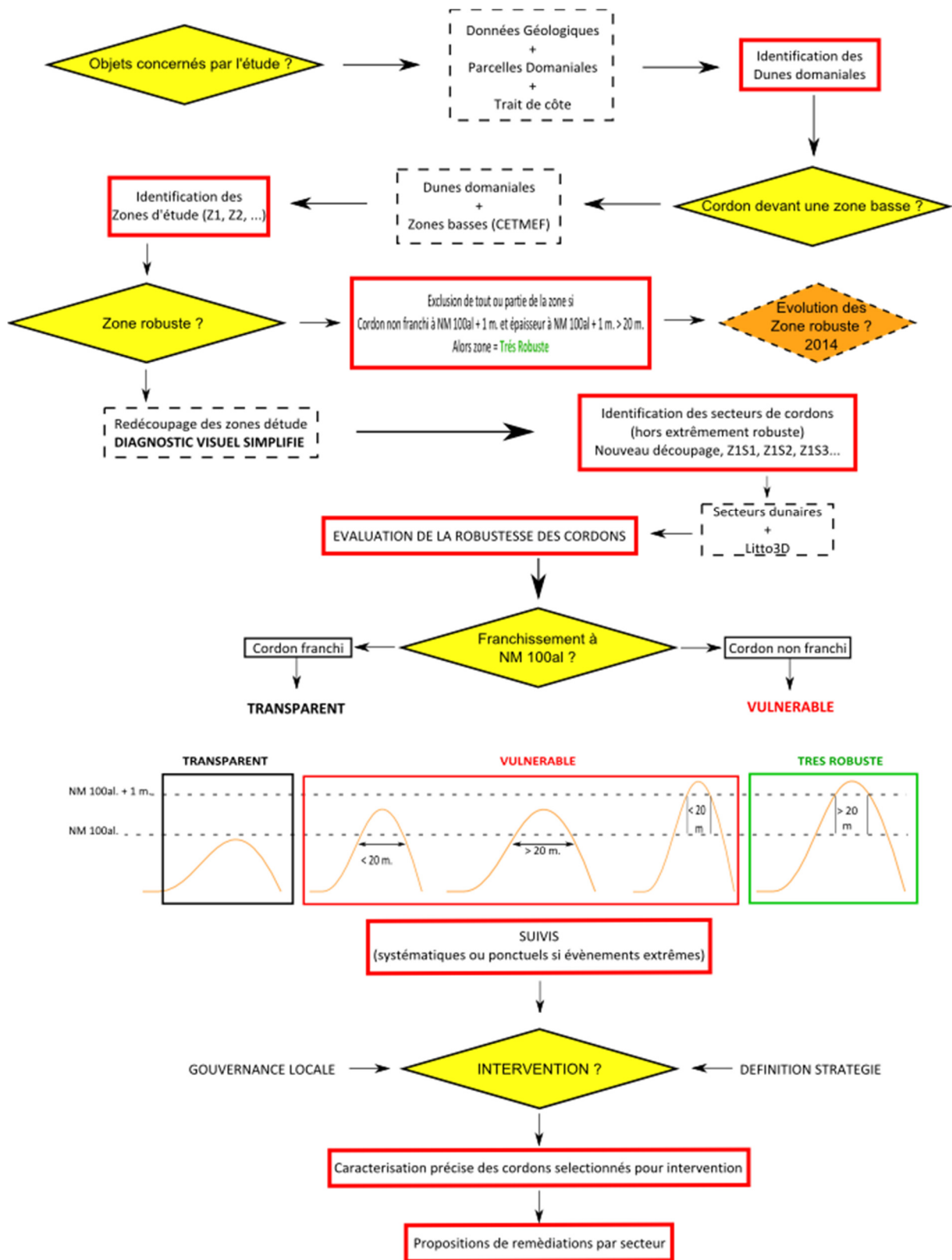


Schéma des faciès de dunes littorales atlantiques.

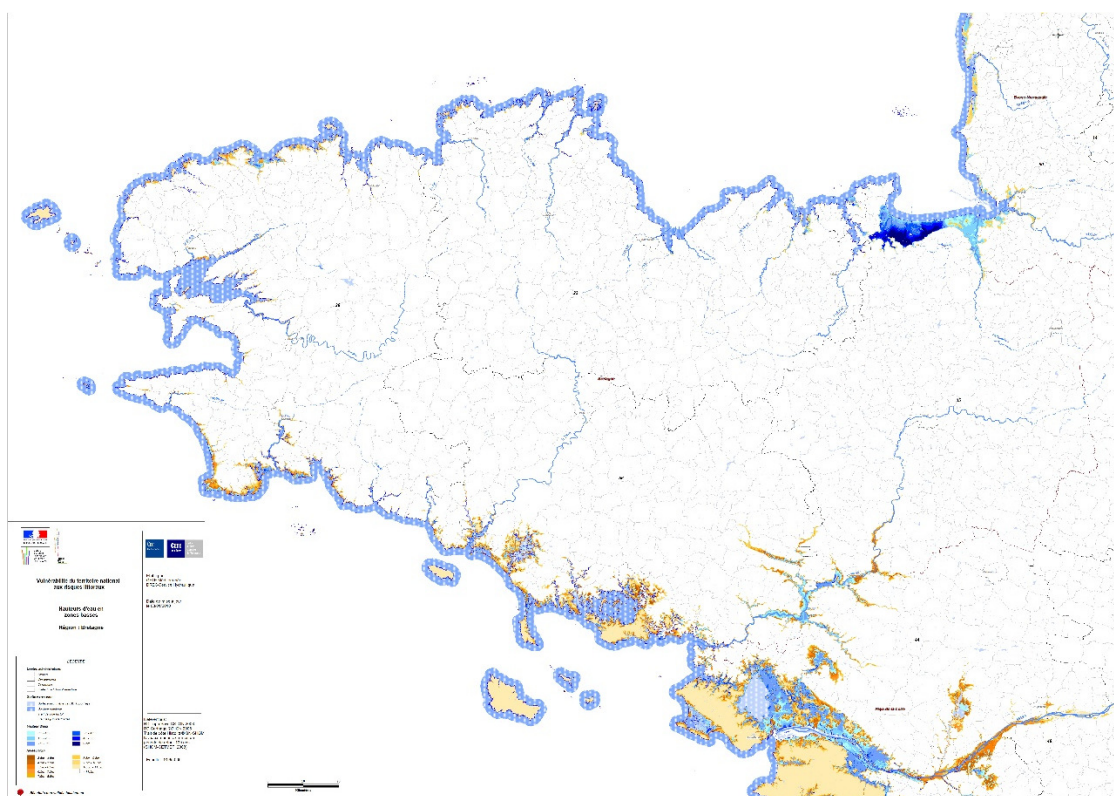
15.2 ANNEXE 2 : PROCESSUS DE TRAVAIL COMPLET



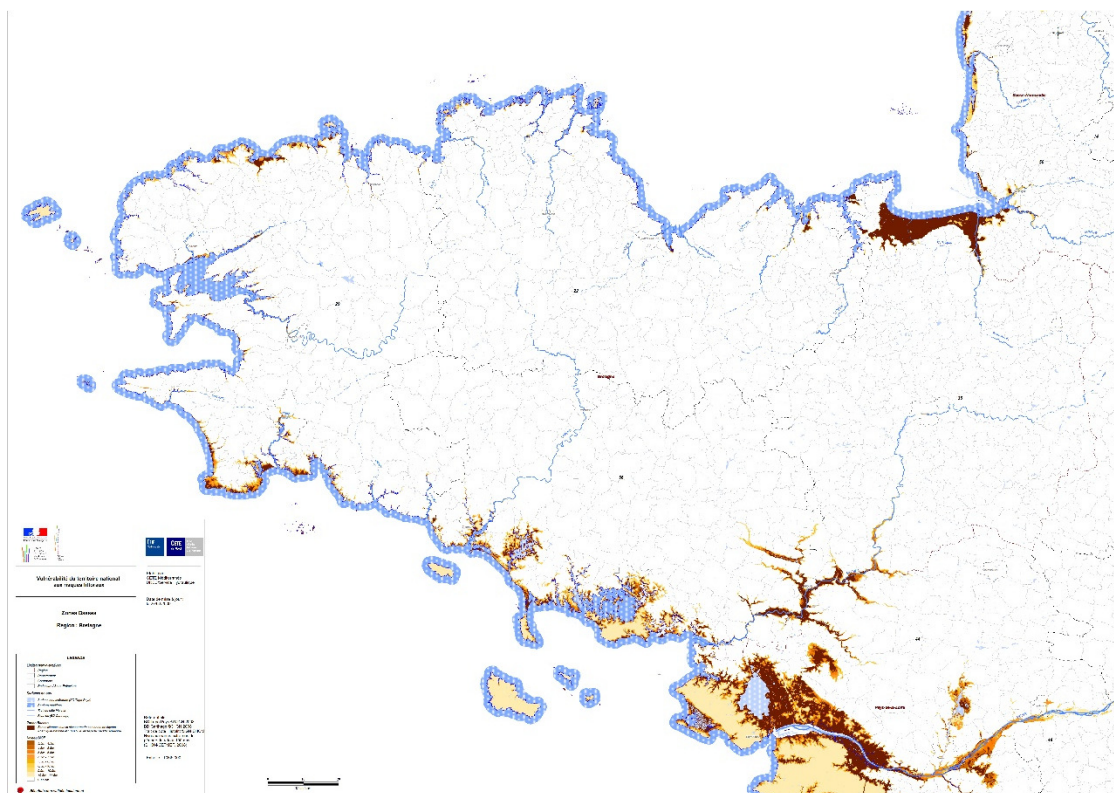
Logigramme de travail.



15.3 ANNEXE 3, NIVEAUX D'EAU ET ZONES BASSES BRETAGNE

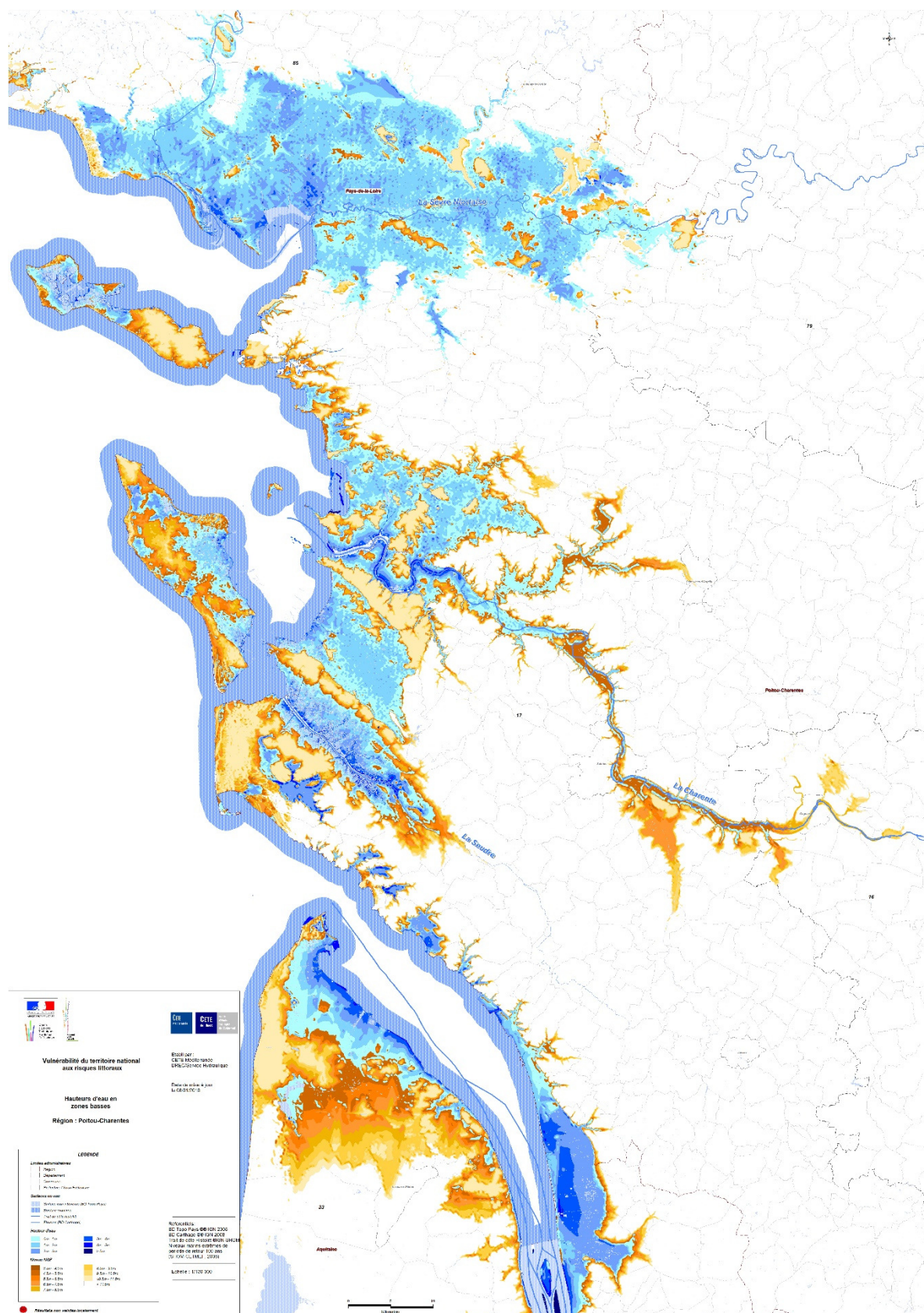


Niveaux d'eau Bretagne.



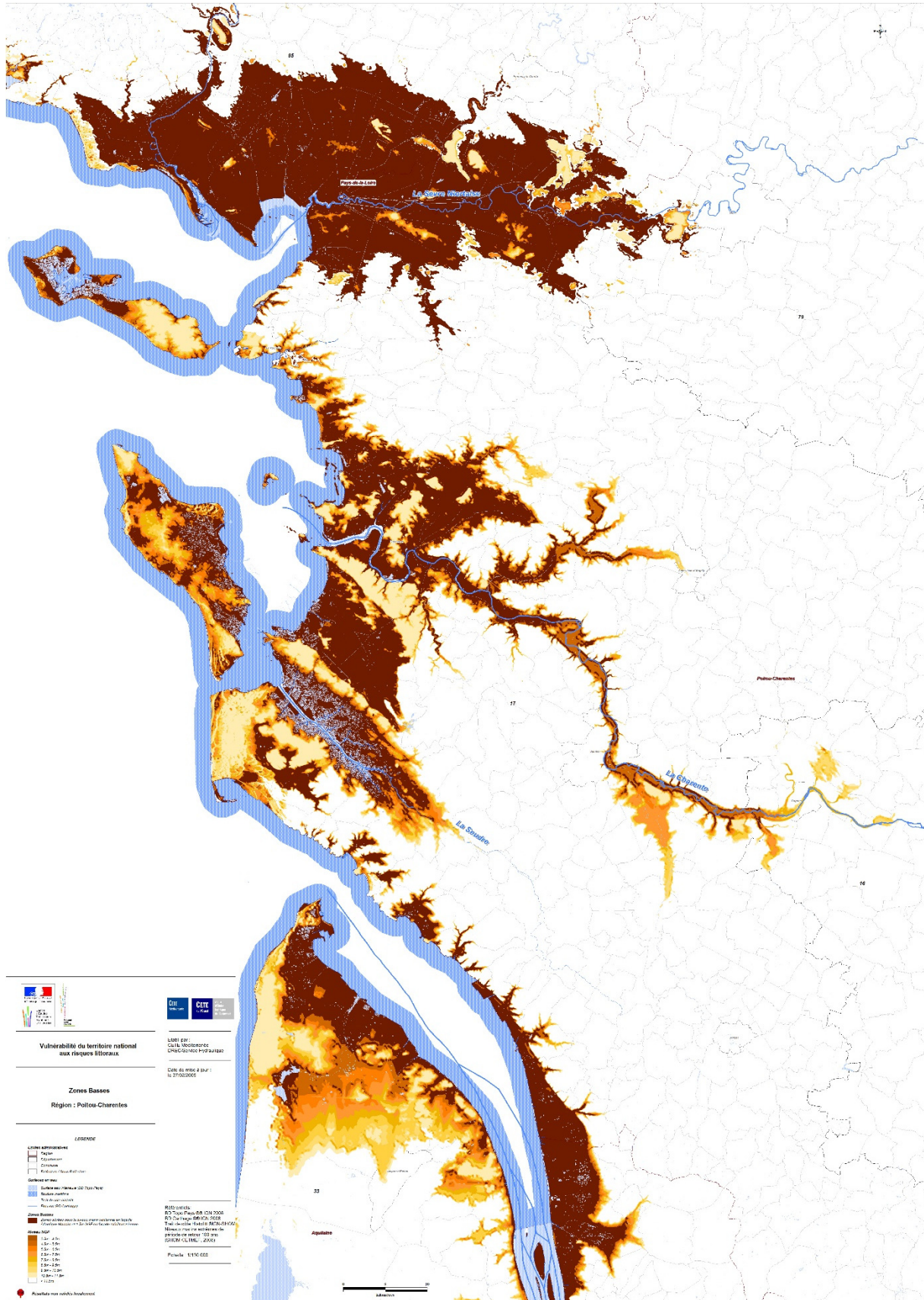
Zones basses Bretagne.





Niveaux d'eau Poitou-Charentes.

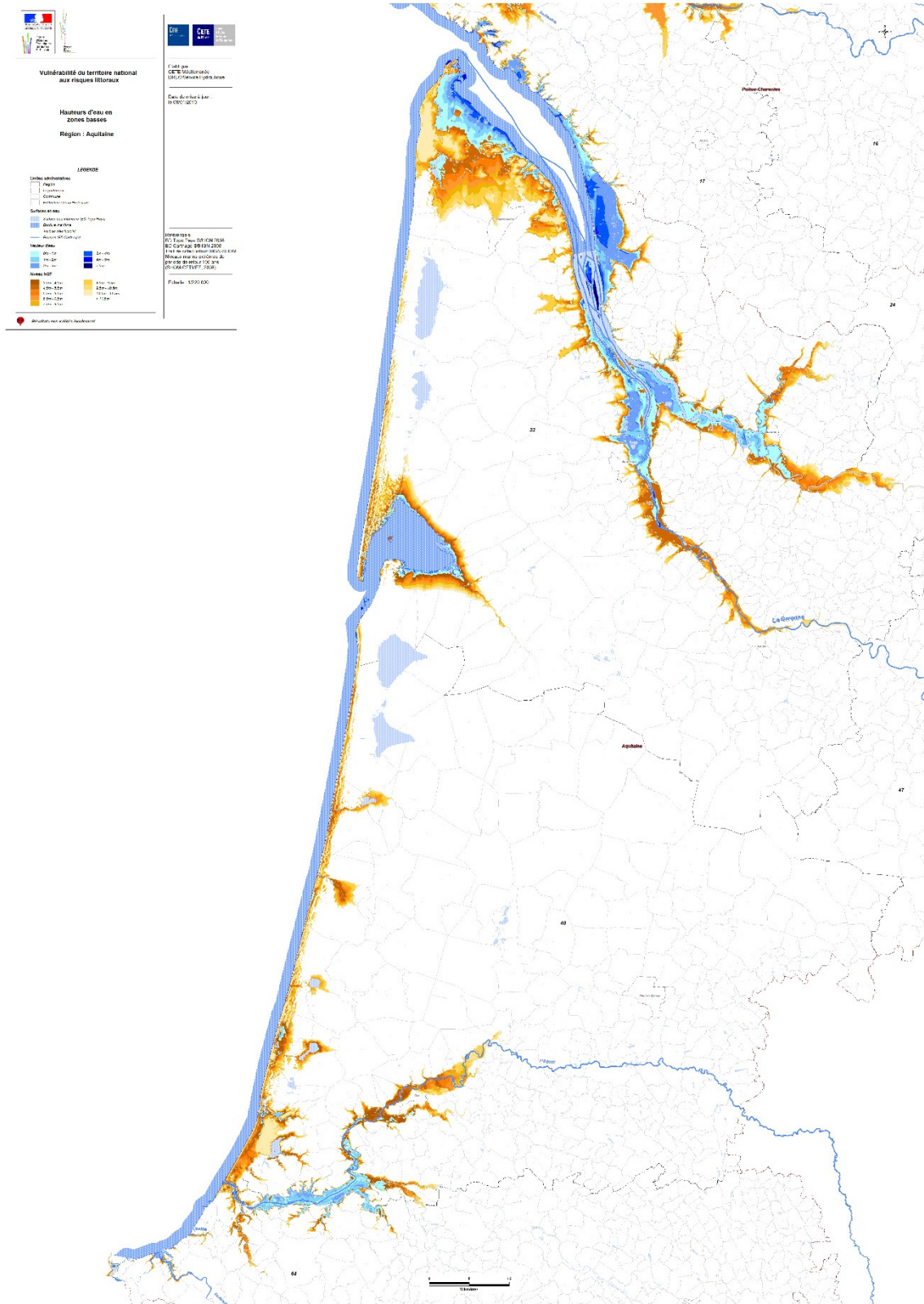




Zones basses Poitou-Charentes.



15.6 ANNEXE 6, NIVEAUX D'EAU ET ZONES BASSES AQUITAINE



Niveaux d'eau Aquitaine.

L'étude nous a permis d'obtenir une cartographie des secteurs sensibles dans les cordons dunaires situés sur des parcelles domaniales sur l'ensemble du territoire concerné. L'échelle de rendu peut être adaptée en fonction de la densité des secteurs sur le littoral. Par exemple, le littoral aquitain est beaucoup moins dense en secteurs peu robustes dans les cordons que les îles vendéennes ou charentaises... Nous obtenons ainsi un linéaire précis de cordons par catégorie.

Dans un premier temps, l'étude permet le classement des différents cordons selon leur robustesse.

Les données Litto3D® pour la Bretagne ne sont pas disponibles dans leur totalité, ne permettant pas pour l'instant de qualifier la robustesse de tous les cordons

L'étude permet la création d'une base de donnée des cordons dunaires domaniaux jouant un rôle d'obstacle à une submersion, un dossier photographique et des propositions de remédiation ou d'amélioration des conditions géomorphologiques pour les secteurs désignés. Ces propositions seront faites en concertation avec les gestionnaires locaux.

L'atlas et le répertoire des cordons sensibles devront être actualisés régulièrement. L'actualisation des données cartographique et de terrains, ainsi que le suivi de l'état géomorphologique dépendent du renouvellement des données géomatiques et notamment Litto3D®.

L'atlas présenté ci-après regroupe les cartographies des cordons dunaires domaniaux situés devant une zone basse identifiés. Ces cordons sont situés sur les 4 régions administratives de la façade atlantique : Bretagne, Pays de la Loire, Poitou-Charentes et Aquitaine. Les cordons identifiés en région Bretagne et Aquitaine n'ont, à l'heure où nous écrivons, pas tous été caractérisés. Néanmoins, ces cordons dunaires susceptibles de jouer un rôle d'obstacle à une submersion marine ont tout de même été identifiés dans ces régions et figurent dans la base de données.

16.1 LA BD_CORDONS_OBSTACLES

Les cordons identifiés par le travail géomatiques a donné lieu à un important travail de terrain afin de mieux qualifier les dunes ciblées par l'étude. Les critères présents dans la BD cordons obstacles sont détaillés dans le tableau ci-dessous :

LES CRITERES

La robustesse : c'est la capacité du cordon dunaire à s'opposer à une submersion marine.

La longueur : c'est la longueur du cordon identifié en mètres.

Le profil : c'est la forme générale du cordon, étroit, équilibré ou érodé.

Le contact : c'est la nature du contact entre la plage et la dune, banquette embryonnaire, falaise vive ou éolisée et durcissement.



La végétation : c'est la nature de la végétation dans le transect dunaire : dune blanche, dune grise, forêt ou combinaison des critères.

L'arrière-pays : c'est la nature de l'arrière-pays du cordon, si il majoritairement naturel ou bâti.

La mobilité : c'est la capacité du cordon à reculer, s'il est contraint ou s'il a un espace d'accommodation, si la dune peut rouler sur elle-même.

L'anthropisation : c'est la présence d'élément(s) anthropique(s) pérenne sur le cordon dunaire.

La date du terrain : c'est la date à laquelle le cordon a été inspecté (ne concerne pas les cordons très robustes).

Blocage dérive : c'est le blocage ou non de la dérive littorale dans la zone où se trouve le cordon, par un épi par exemple.

Estran : c'est la nature de l'estran. Est-il majoritairement rocheux ou sableux ?

Houle : c'est la direction des houles les plus fréquentes sur le cordon dunaire en degré.

Proche durcissement : c'est la caractérisation d'un durcissement du trait de côte à proximité du cordon

16.2 LA BD CORDONS OBSTACLES SIMPLIFIEE

Robustesse	Longueur	Profil	Contact	Végétation	Arrière-pays	Mobilité	Anthropisation	Commune	Département
Vulnérable	368	Erodé	Banquette	Dune Blanche+Dune Grise	Espace bâti	Non	Non	LES PORTES-EN-RE	CHARENTE-MARITIME
Vulnérable	318	Erodé	Banquette	Dune Blanche+Dune Grise+Forêt	Espace naturel	Oui	Non	LES PORTES-EN-RE	CHARENTE-MARITIME
Vulnérable	124	Etroit	Falaise vive	Dune Grise	Espace bâti	Non	Non	ARS-EN-RE	CHARENTE-MARITIME
Vulnérable	391	Equilibré	Durcis	Dune Blanche+Dune Grise+Forêt	Espace naturel	Oui	Non	LES PORTES-EN-RE	CHARENTE-MARITIME
Vulnérable	107	Etroit	Durcis	Dune Blanche+Dune Grise	Espace naturel	Oui	Non	LA COUARDE-SUR-MER	CHARENTE-MARITIME
Vulnérable	86	Etroit	Durcis	Dune Blanche+Dune Grise	Espace bâti	Non	Non	LA COUARDE-SUR-MER	CHARENTE-MARITIME
Vulnérable	63	Etroit	Durcis	Dune Blanche+Dune Grise	Espace bâti	Non	Non	LA COUARDE-SUR-MER	CHARENTE-MARITIME
Vulnérable	113	Equilibré	Banquette	Dune Blanche+Dune Grise+Forêt	Espace naturel	Oui	Non	LA COUARDE-SUR-MER	CHARENTE-MARITIME
Vulnérable	212	Etroit	Durcis	Dune Grise	Espace bâti	Non	Non	DOLUS-D'OLERON	CHARENTE-MARITIME



Vulnérable	168	Etroit	Durcis	Dune Grise	Espace bâti	Non	Oui	SAINT-PIERRE-D'OLERON	CHARENTE-MARITIME
Vulnérable	91	Equilibré	Durcis	Dune Grise	Espace bâti	Non	Non	SAINT-GEORGES - D'OLERON	CHARENTE-MARITIME
Vulnérable	302	Equilibré	Durcis	Dune Blanche+Dune Grise+Forêt	Espace naturel	Oui	Non	SAINT-GEORGES - D'OLERON	CHARENTE-MARITIME
Vulnérable	2265	Equilibré	Banquette	Dune Blanche+Dune Grise+Forêt	Espace naturel	Oui	Non	SAINT-GEORGES - D'OLERON	CHARENTE-MARITIME
Vulnérable	90	Equilibré	Durcis	Dune Grise	Espace bâti	Non	Non	SAINT-GEORGES - D'OLERON	CHARENTE-MARITIME
Vulnérable	451	Erodé	Banquette	Dune Blanche+Dune Grise+Forêt	Espace naturel	Oui	Non	LE GRAND-VILLAGE-PLAGE	CHARENTE-MARITIME
Vulnérable	202	Etroit	Durcis	Dune Grise	Espace bâti	Non	Non	DOLUS-D'OLERON	CHARENTE-MARITIME
Vulnérable	935	Equilibré	Falaise vive	Dune Grise+Forêt	Espace naturel	Oui	Non	LES MATHES	CHARENTE-MARITIME
Vulnérable	305	Erodé	Banquette	Dune Blanche+Dune Grise+Forêt	Espace naturel	Oui	Non	LES PORTES-EN-RE	CHARENTE-MARITIME
Vulnérable	160	Etroit	Falaise vive	Dune Grise	Espace bâti	Non	Oui	SAINT-PIERRE-D'OLERON	CHARENTE-MARITIME
Vulnérable	215	Etroit	Falaise éolisée	Dune Grise	Espace naturel	Oui	Non	SAINT-PIERRE-D'OLERON	CHARENTE-MARITIME
Vulnérable	414	Etroit	Banquette	Dune Blanche+Dune Grise+Forêt	Espace naturel	Oui	Non	SAINT-GEORGES - D'OLERON	CHARENTE-MARITIME
Vulnérable	667	Etroit	Durcis	Dune Grise	Espace bâti	Non	Non	SAINT-GEORGES - D'OLERON	CHARENTE-MARITIME
Vulnérable	90	Etroit	Falaise éolisée	Dune Blanche+Dune Grise	Espace naturel	Non	Oui	SAINTE-MARIE-DE-RE	CHARENTE-MARITIME
Vulnérable	208	Etroit	Durcis	Dune Blanche+Dune Grise+Forêt	Espace naturel	Oui	Non	L'EPINE	VENDEE
Vulnérable	47	Etroit	Durcis	Dune Blanche+Dune Grise+Forêt	Espace naturel	Oui	Non	L'EPINE	VENDEE
Vulnérable	53	Erodé	Durcis	Dune Grise	Espace bâti	Non	O	NOIRMOU TIER-EN-L'ILE	VENDEE
Vulnérable	138	Erodé	Durcis	Dune Grise+Dune Blanche	Espace naturel	Oui	Non	NOIRMOU TIER-EN-L'ILE	VENDEE
Vulnérable	38	Etroit	Banquette	Dune Blanche+Dune Grise+Forêt	Espace bâti	Non	Non	LA GUERINIE RE	VENDEE
Vulnérable	66	Etroit	Durcis	Dune Blanche+Dune Grise	Espace bâti	Oui	Non	LA GUERINIE RE	VENDEE



Vulnérable	92	Etroit	Durcis	Dune Blanche+Dune Grise+Forêt	Espace naturel	Oui	Non	L'EPINE	VENDEE
Vulnérable	378	Etroit	Banquette	Dune Blanche+Dune Grise+Forêt	Espace naturel	Oui	Non	SAINT-HILAIRE-DE-RIEZ	VENDEE
Vulnérable	57	Etroit	Banquette	Dune Blanche+Dune Grise+Forêt	Espace naturel	Oui	Non	SAINT-HILAIRE-DE-RIEZ	VENDEE
Vulnérable	63	Etroit	Banquette	Dune Blanche+BG+Forêt	Espace naturel	Oui	Non	SAINT-HILAIRE-DE-RIEZ	VENDEE
Vulnérable	74	Etroit	Banquette	Dune Blanche+Dune Grise+Forêt	Espace naturel	Oui	Non	SAINT-HILAIRE-DE-RIEZ	VENDEE
Vulnérable	207	Etroit	Banquette	Dune Blanche+Dune Grise+Forêt	Espace naturel	Oui	Non	SAINT-JEAN-DE-MONTS	VENDEE
Vulnérable	62	Erodé	Banquette	Dune Blanche+Dune Grise	Espace naturel	Oui	Oui	LA FAUTE-SUR-MER	VENDEE
Vulnérable	125	Equilibré	Banquette	Dune Blanche+Dune Grise	Espace naturel	Oui	Oui	LA FAUTE-SUR-MER	VENDEE
Vulnérable	216	Equilibré	Banquette	Dune Blanche+Dune Grise	Espace naturel	Oui	Oui	LA FAUTE-SUR-MER	VENDEE
Vulnérable	737	Etroit	Banquette	Dune Blanche	Espace naturel	Oui	Non	LA TRANCHE-SUR-MER	VENDEE
Vulnérable	36	Etroit	Banquette	Dune Blanche	Espace bâti	Non	Oui	LA GUERINIERE	VENDEE
Vulnérable	417	Erodé	Durcis	Transparent	Espace bâti	Non	Non	NOIRMOU TIER-EN-L'ILE	VENDEE
Très robuste	1291							ARS-EN-RE	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	1037							ARS-EN-RE	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	492							ARS-EN-RE	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	3477							LES PORTES-EN-RE	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	1774							LE BOIS-PLAGE-EN-RE	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	237							SAINTE-MARIE-DE-RE	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	2121							LE BOIS-PLAGE-EN-RE	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	249		Durcis					LA COUARDE-SUR-MER	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	237							LA COUARDE-SUR-MER	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	2113							LA COUARDE-SUR-MER	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	575							LA COUARDE-SUR-MER	CHARENTE-MARITIME



Très robuste	1772		Durcis					SAINTE-PIERRE-D'OLERON	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	2305		Durcis					SAINTE-PIERRE-D'OLERON	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	652		Durcis					SAINTE-PIERRE-D'OLERON	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	361							SAINTE-GEORGES - D'OLERON	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	2641							SAINTE-GEORGES - D'OLERON	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	1553							SAINTE-DENIS-D'OLERON	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	514							SAINTE-GEORGES - D'OLERON	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	557							SAINTE-GEORGES - D'OLERON	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	1603							SAINTE-GEORGES - D'OLERON	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	450							SAINTE-GEORGES - D'OLERON	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	388							SAINTE-TROJAN-LES-BAINS	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	166							SAINTE-TROJAN-LES-BAINS	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	763							SAINTE-TROJAN-LES-BAINS	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	2919							SAINTE-TROJAN-LES-BAINS	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	560							LE GRAND-VILLAGE-PLAGE	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	1187		Durcis					DOLUS-D'OLERON	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	3533							LA TREMBLADE	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	2768							LA TREMBLADE	CHARENTE-MARITIME
Très robuste	858							SANTEC	FINISTERE



Très robuste	2268							LEGE-CAP-FERRET	GIRONDE
Très robuste	2147							LIT-ET-MIXE	LANDES
Très robuste	609		Durcis					L'EPINE	VENDEE
Très robuste	579		Durcis					L'EPINE	VENDEE
Très robuste	2280							NOIRMOU TIER-EN- L'ILE	VENDEE
Très robuste	408		Durcis					NOIRMOU TIER-EN- L'ILE	VENDEE
Très robuste	126		Durcis					NOIRMOU TIER-EN- L'ILE	VENDEE
Très robuste	210							L'EPINE	VENDEE
Très robuste	515		Durcis					L'EPINE	VENDEE
Très robuste	337		Durcis					L'EPINE	VENDEE
Très robuste	99		Durcis					NOIRMOU TIER-EN- L'ILE	VENDEE
Très robuste	396		Durcis					NOIRMOU TIER-EN- L'ILE	VENDEE
Très robuste	697							NOIRMOU TIER-EN- L'ILE	VENDEE
Très robuste	774							NOIRMOU TIER-EN- L'ILE	VENDEE
Très robuste	4734							BARBATR E	VENDEE
Très robuste	550							LA GUERINIE RE	VENDEE
Très robuste	355							LA GUERINIE RE	VENDEE
Très robuste	412		Durcis					LA GUERINIE RE	VENDEE
Très robuste	260							LA GUERINIE RE	VENDEE
Très robuste	1824							SAINT- HILAIRE- DE-RIEZ	VENDEE
Très robuste	1029							SAINT- HILAIRE- DE-RIEZ	VENDEE
Très robuste	645							SAINT- HILAIRE- DE-RIEZ	VENDEE
Très robuste	1230							SAINT- HILAIRE- DE-RIEZ	VENDEE
Très robuste	925							SAINT- HILAIRE- DE-RIEZ	VENDEE
Très robuste	450							SAINT- HILAIRE- DE-RIEZ	VENDEE



Très robuste	3163								SAINT-JEAN-DE-MONTS	VENDEE
Très robuste	2511								BRETIGNOLLES-SUR-MER	VENDEE
Très robuste	2673								OLONNE-SUR-MER	VENDEE
Très robuste	813								LA TRANCHE-SUR-MER	VENDEE
Très robuste	4742								LONGEVILLE-SUR-MER	VENDEE
Très robuste	1381								LONGEVILLE-SUR-MER	VENDEE
Très robuste	3850								LA FAUTE-SUR-MER	VENDEE
Très robuste	618								LA FAUTE-SUR-MER	VENDEE
Très robuste	240								LA FAUTE-SUR-MER	VENDEE
Très robuste	1184								LA FAUTE-SUR-MER	VENDEE
Très robuste	847								LA FAUTE-SUR-MER	VENDEE
Transparent	1554	Equilibré	Banquette	Dune Blanche+Dune Grise+Forêt	Espace naturel	Oui	Non		SAINT-GEORGES - D'OLERON	CHARENTE-MARITIME
Transparent	399	Erodé	Durcis	Dune Grise+Forêt	Espace naturel	Oui	Non		SAINT-TROJAN-LES-BAINS	CHARENTE-MARITIME
Transparent	1338	Erodé	Banquette	Dune Blanche+Dune Grise+Forêt	Espace naturel	Oui	Non		SAINT-TROJAN-LES-BAINS	CHARENTE-MARITIME
Transparent	444	Erodé	Falaise vive	Dune Blanche+Dune Grise+Forêt	Espace naturel	Oui	Non		SAINT-TROJAN-LES-BAINS	CHARENTE-MARITIME
Transparent	230	Erodé	Falaise vive	Dune Blanche+Dune Grise+Forêt	Espace naturel	Oui	Non		LA TREMBLADE	CHARENTE-MARITIME
Transparent	351	Erodé	Falaise vive	Dune Blanche+Dune Grise+Forêt	Espace naturel	Oui	Non		LES PORTES-EN-RE	CHARENTE-MARITIME
Transparent	301	Erodé	Banquette	Dune Blanche+Dune Grise+Forêt	Espace naturel	Oui	Non		SAINT-TROJAN-LES-BAINS	CHARENTE-MARITIME
Transparent	532	Erodé	Banquette	Dune Grise+Forêt	Espace bâti	Non	Oui		NOIRMOU TIER-EN-L'ILE	VENDEE
Transparent	100	Erodé	Durcis		Espace bâti	Non	Oui		BARBATRE	VENDEE
Transparent	2123	Erodé	Banquette	Dune Blanche+Dune Grise+Forêt	Espace naturel	Oui	Non		BARBATRE	VENDEE
Transparent	868	Erodé	Banquette	Dune Blanche+Dune Grise	Espace naturel	Oui	Non		LA FAUTE-SUR-MER	VENDEE
Transparent	1276	Erodé	Banquette	Dune Blanche	Espace naturel	Oui	Non		LA FAUTE-SUR-MER	VENDEE



Transparent	157	Equilibré	Banquette	Dune Blanche+Dune Grise	Espace naturel	Oui	Oui	LA FAUTE- SUR-MER	VENDEE
Transparent	119	Equilibré	Falaise éolisée	Dune Grise+Forêt	Espace bâti	Non	Non	BARBATR E	VENDEE
Transparent	732	Erodé	Durcis	Transparent	Espace bâti	Non	O	NOIRMOU TIER-EN- L'ILE	VENDEE
	5567							PLOUHAR NEL	MORBIHAN
	1092							PLOUHAR NEL	MORBIHAN

17 CARTOGRAPHIES





Légende

Cordons Dunaires Domaniaux

- Très Robuste
- Vulnérable
- Transparent
- Construction
- Limites de parcelles domaniales
- Submersions Xynthia

Altitudes

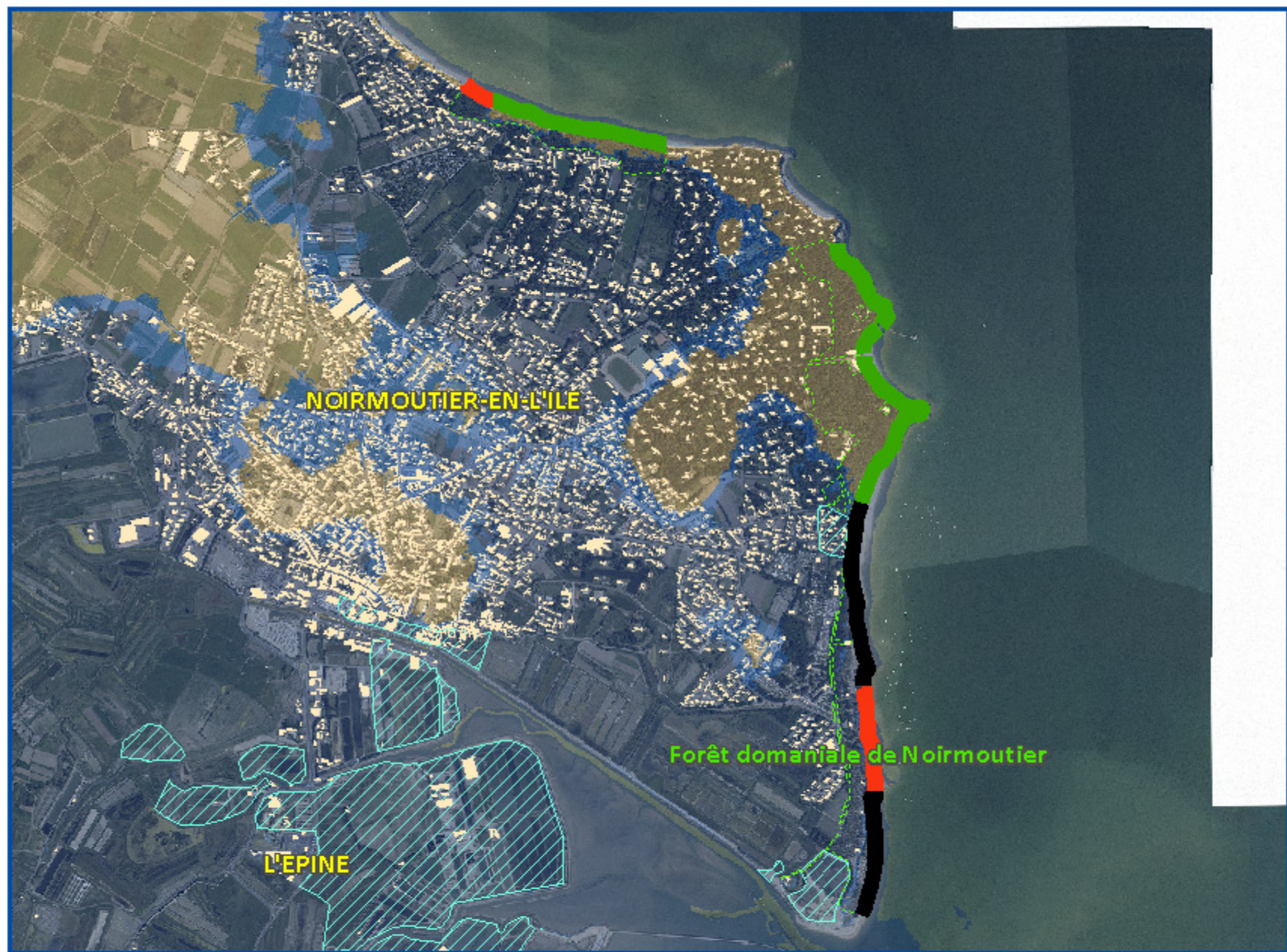
- Sous le NM 100al
- Sous le NM 100al + 1m.
- Sur le NM 100al

Vendée	Planche 1		1:22 760		
---------------	------------------	--	----------	---	---

MISSION D'INTERET GENERAL PREVENTION DES RISQUES NATURELS

Robustesse des cordons dunaires domaniaux / Atlas

Données IGN issues du RGE © IGN © Paris - ONF



Légende

Cordons Dunaires Domaniaux

- Très Robuste
- Vulnérable
- Transparent
- Construction
- Limites de parcelles domaniales
- Submersions Xynthia

Altitudes

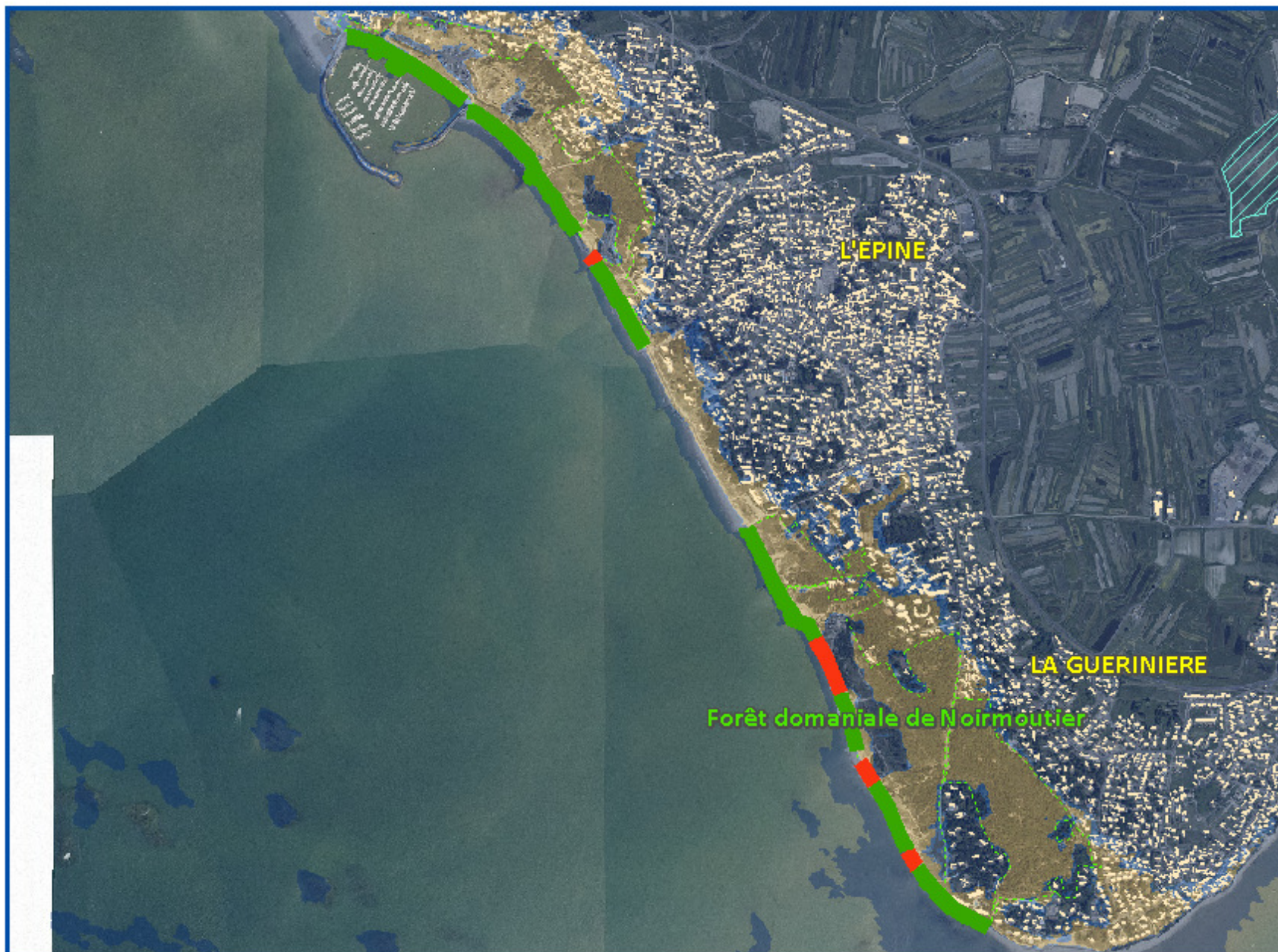
- Sous le NM 100al
- Sous le NM 100al + 1m.
- Sur le NM 100al

Vendée Planche 2 0 487,5 975 m. 1:21 910 

MISSION D'INTERET GENERAL PREVENTION DES RISQUES NATURELS
Robustesse des cordons dunaires domaniaux / Atlas









Données IGN issues du RGE © IGN © Paris - ONF



Légende

Cordons Dunaires Domaniaux

-  Très Robuste
-  Vulnérable
-  Transparent
-  Construction
-  Limites de parcelles
domaniales
-  Submersions Xynthia

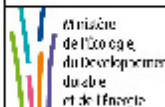
Altitudes

-  Sous le NM 100al
-  Sous le NM 100al + 1m.
-  Sur le NM 100al

Vendée

Planche 3

0 440 880 m. 1:19 810



MISSION D'INTERET GENERAL PREVENTION DES RISQUES NATURELS
Robustesse des cordons dunaires domaniaux / Atlas



Légende

Cordons Dunaires Domaniaux

-  Très Robuste
-  Vulnérable
-  Transparent

 Construction

 Limites de parcelles domaniales

 Submersions Xynthia

Altitudes

-  Sous le NM 100al
-  Sous le NM 100al + 1m.
-  Sur le NM 100al

Données IGN issues du RGE © IGN © Paris - ONF

Vendée

Planche 4

0 105 210 m. 1:4 860



Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

MISSION D'INTERET GENERAL PREVENTION DES RISQUES NATURELS
Robustesse des cordons dunaires domaniaux / Atlas



Légende

Cordons Dunaires Domaniaux

- Très Robuste
- Vulnérable
- Transparent

Altitudes

- Sous le NM 100al
- Sous le NM 100al + 1m.
- Sur le NM 100al

Autres symboles :

- Construction
- Limites de parcelles domaniales
- ⊗ Submersions Xynthia

Vendée | Planche 5 | 0 850 1 700 m. | 1:39 320

MISSION D'INTERET GENERAL PREVENTION DES RISQUES NATURELS
Robustesse des cordons dunaires domaniaux / Atlas



Légende

Cordons Dunaires Domaniaux

- Très Robuste
- Vulnérable
- Transparent
- Construction
- Limites de parcelles domaniales
- ~ Submersions Xynthia

Altitudes

- Sous le NM 100al
- Sous le NM 100al + 1m.
- Sur le NM 100al

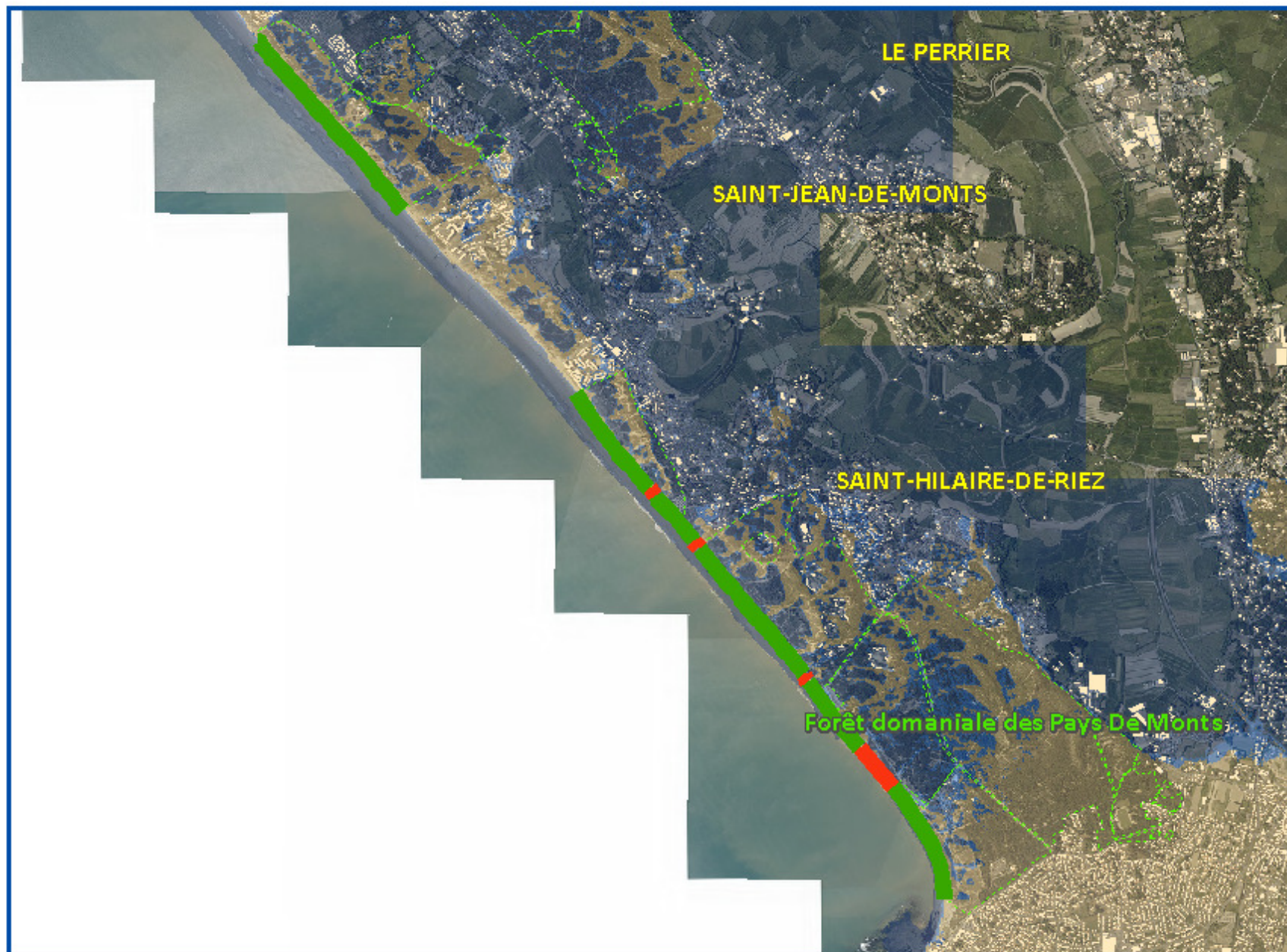
Vendée

Planche 6



Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

MISSION D'INTERET GENERAL PREVENTION DES RISQUES NATURELS
Robustesse des cordons dunaires domaniaux / Atlas



Légende

Cordons Dunaires Domaniaux

- Très Robuste
- Vulnérable
- Transparent

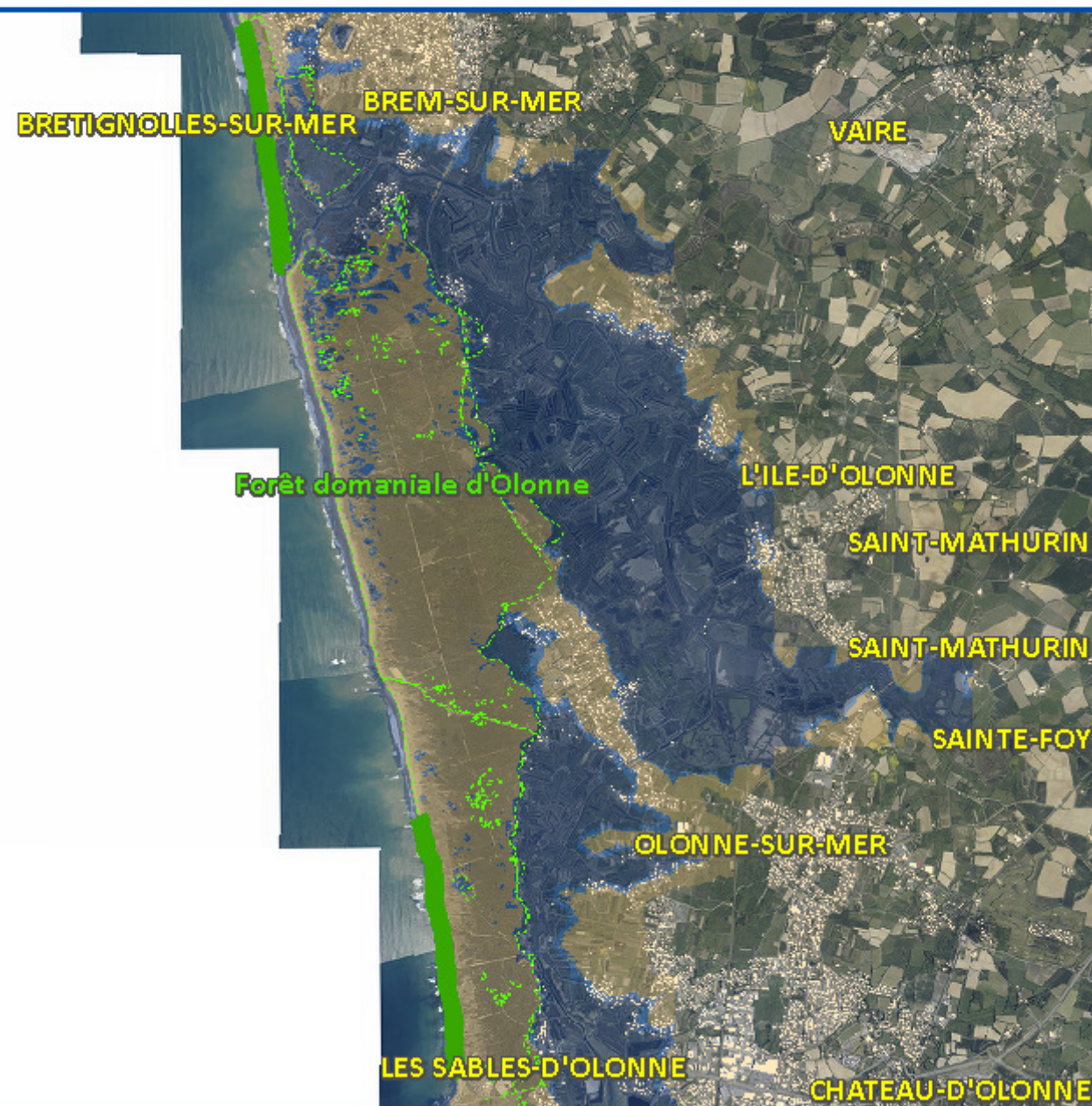
Autres symboles

- Construction
- Limites de parcelles domaniales
- ~ Submersions Xynthia

Altitudes

- Sous le NM 100al
- Sous le NM 100al + 1m.
- Sur le NM 100al

Vendée Planche 7 0 900 1800 m. 1:42 750



Légende

Cordons Dunaires Domaniaux

- Très Robuste
- Vulnérable
- Transparent

Autres

- Construction
- Limites de parcelles domaniales
- Submersions Xynthia

Altitudes

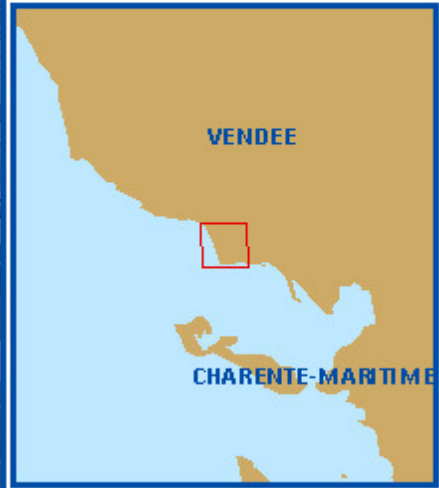
- Sous le NM 100al
- Sous le NM 100al + 1m.
- Sur le NM 100al

Vendée | Planche 8 | 0 1400 2800 m. | 1:66 710

MISSION D'INTERET GENERAL PREVENTION DES RISQUES NATURELS
Robustesse des cordons dunaires domaniaux / Atlas



Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie



Légende

Cordons Dunaires Domaniaux

- Très Robuste
- Vulnérable
- Transparent

Altitudes

- Sous le NM 100al
- Sous le NM 100al + 1m.
- Sur le NM 100al

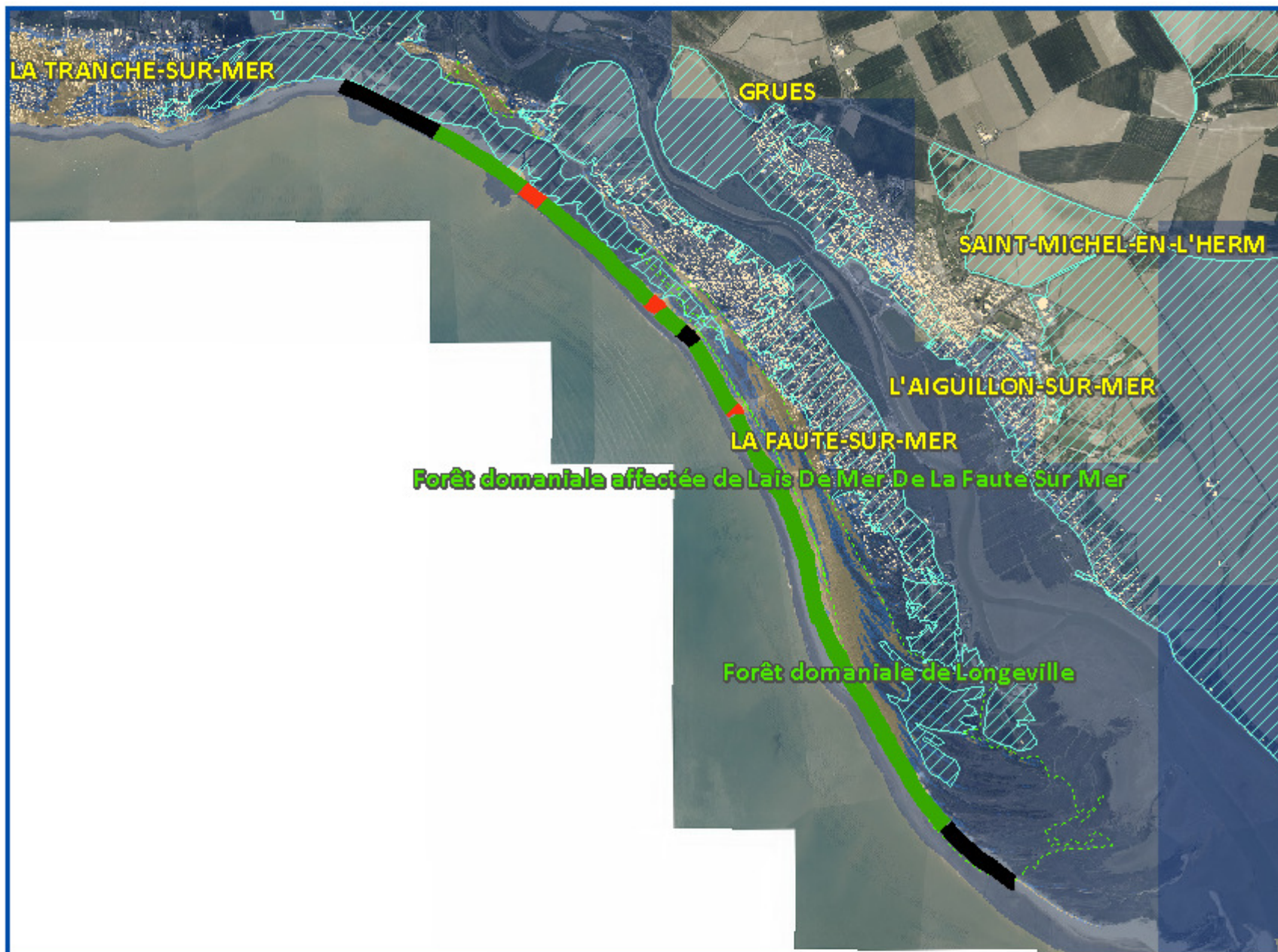
Construction

Limites de parcelles domaniales

⊗ Submersions Xynthia

Vendée | Planche 9 | 0 1000 2000 m. 1:46 130

MISSION D'INTERET GENERAL PREVENTION DES RISQUES NATURELS
Robustesse des cordons dunaires domaniaux / Atlas



Légende

Cordons Dunaires Domaniaux

- Très Robuste
- Vulnérable
- Transparent
- Construction
- Limites de parcelles domaniales
- ▨ Submersions Xynthia

Altitudes

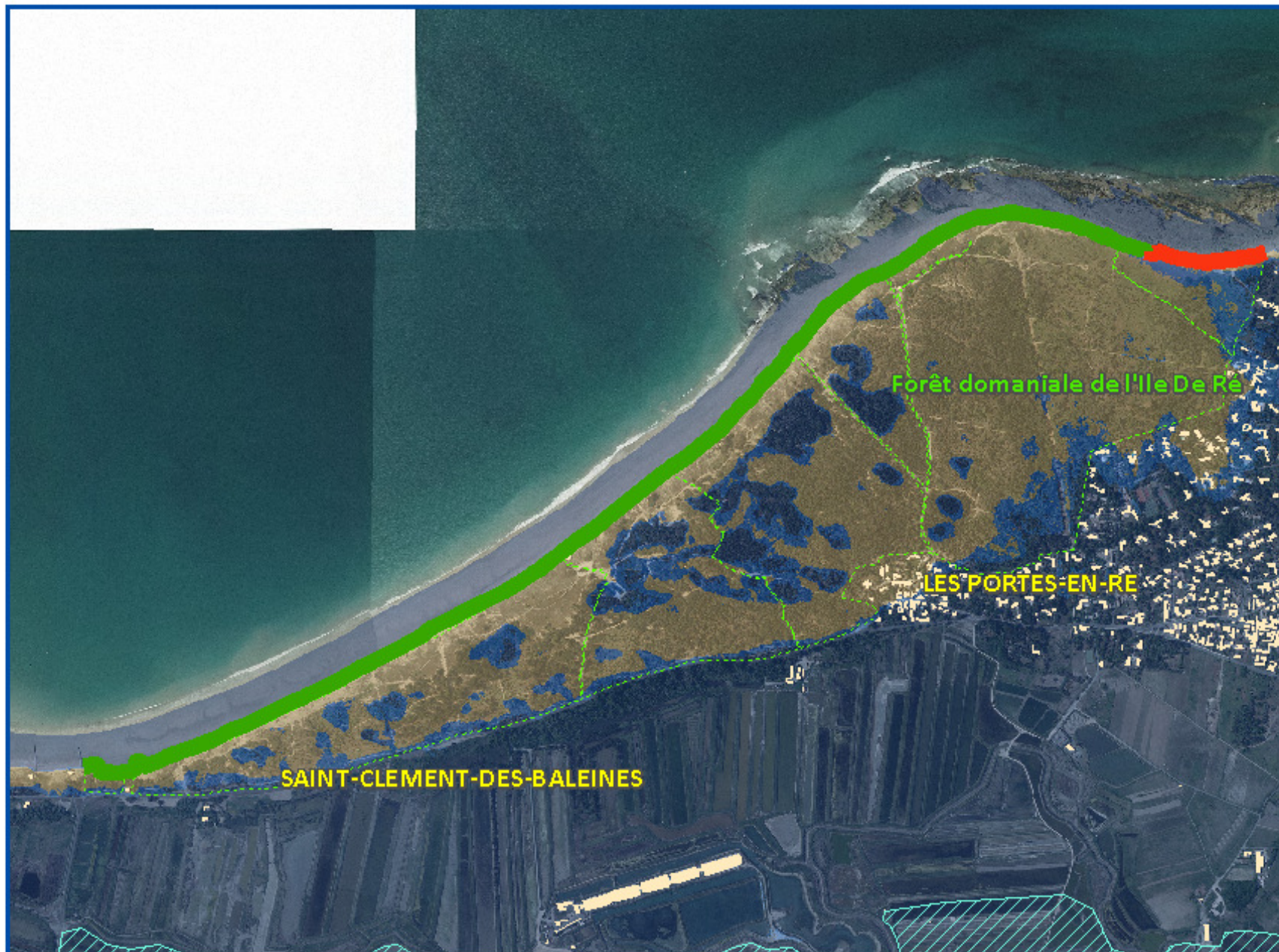
- Sous le NM 100al
- Sous le NM 100al + 1m.
- Sur le NM 100al

Vendée Planche 10 0 1000 2000 m. 1:46 930

MISSION D'INTERET GENERAL PREVENTION DES RISQUES NATURELS
Robustesse des cordons dunaires domaniaux / Atlas

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

Données IGN issues du RGE © IGN © Paris - ONF



Légende

Cordons Dunaires Domaniaux

- Très Robuste
- Vulnérable
- Transparent
- Construction
- Limites de parcelles domaniales
- Submersions Xynthia

Altitudes

- Sous le NM 100al
- Sous le NM 100al + 1m.
- Sur le NM 100al

Charente-Maritime Planche 11 0 345 690 m. 1:15 570 

MISSION D'INTERET GENERAL PREVENTION DES RISQUES NATURELS
Robustesse des cordons dunaires domaniaux / Atlas

 Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

Données IGN issues du RGE © IGN © Paris - ONF



Légende

Cordons Dunaires Domaniaux

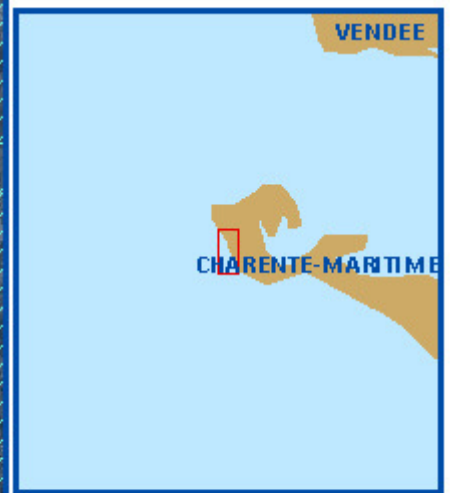
- Très Robuste
- Vulnérable
- Transparent
- Construction
- Limites de parcelles domaniales
- Submersions Xynthia

Altitudes

- Sous le NM 100al
- Sous le NM 100al + 1m.
- Sur le NM 100al

Charente-Maritime Planche 12 0 285 570 m. 1:12 740

MISSION D'INTERET GENERAL PREVENTION DES RISQUES NATURELS
Robustesse des cordons dunaires domaniaux / Atlas



Légende

Cordons Dunaires Domaniaux

- Très Robuste
- Vulnérable
- Transparent

Construction

Limites de parcelles domaniales

— Submersions Xynthia

Altitudes

- Sous le NM 100al
- Sous le NM 100al + 1m.
- Sur le NM 100al

Charente-Maritime Planche 13 0 412,5 825 m. 1:18 610 

MISSION D'INTERET GENERAL PREVENTION DES RISQUES NATURELS
Robustesse des cordons dunaires domaniaux / Atlas

 Ministère de l'Écologie et de l'Énergie

Données IGN issues du RGE © IGN © Paris - ONF



Légende

Cordons Dunaires Domaniaux

- Très Robuste
- Vulnérable
- Transparent
- Construction
- Limites de parcelles domaniales
- ⊞ Submersions Xynthia

Altitudes

- Sous le NM 100al
- Sous le NM 100al + 1m.
- Sur le NM 100al

Charente-Maritime Planche 14 0 500 1000 m. 1:23 050



MISSION D'INTERET GENERAL PREVENTION DES RISQUES NATURELS
Robustesse des cordons dunaires domaniaux / Atlas

Données IGN issues du RGE © IGN © Paris - ONF



Légende

Cordons Dunaires Domaniaux

- Très Robuste
- Vulnérable
- Transparent
- Construction
- Limites de parcelles domaniales
- Submersions Xynthia

Altitudes

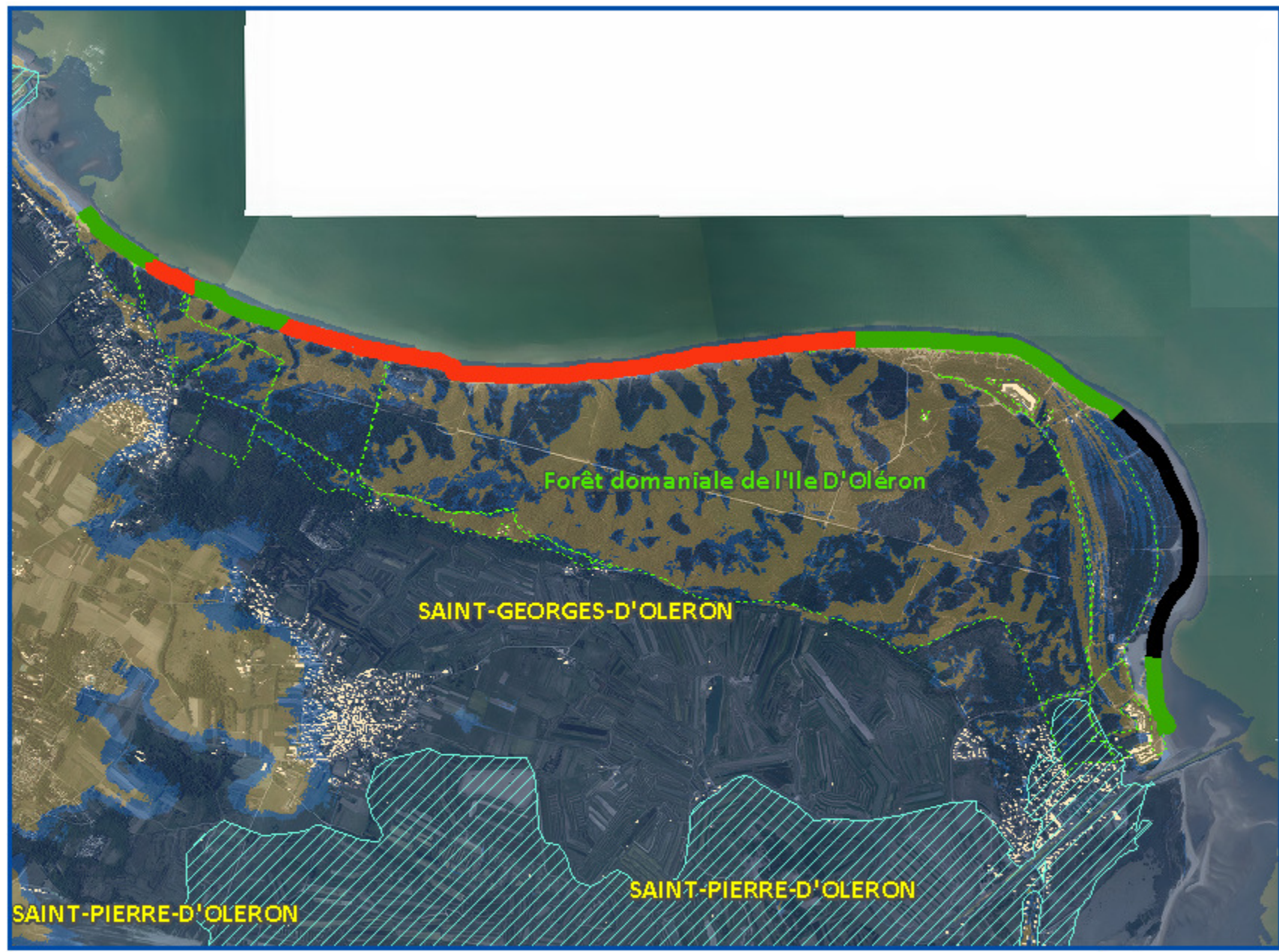
- Sous le NM 100al
- Sous le NM 100al + 1m.
- Sur le NM 100al

Charente-Maritime Planche 15 0 500 1000 m. 1:24 530

MISSION D'INTERET GENERAL PREVENTION DES RISQUES NATURELS
Robustesse des cordons dunaires domaniaux / Atlas

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

Données IGN issues du RGE © IGN © Paris - ONF



Légende

Cordons Dunaires Domaniaux

- Très Robuste
- Vulnérable
- Transparent

Altitudes

- Sous le NM 100al
- Sous le NM 100al + 1m.
- Sur le NM 100al

Construction

Limites de parcelles domaniales

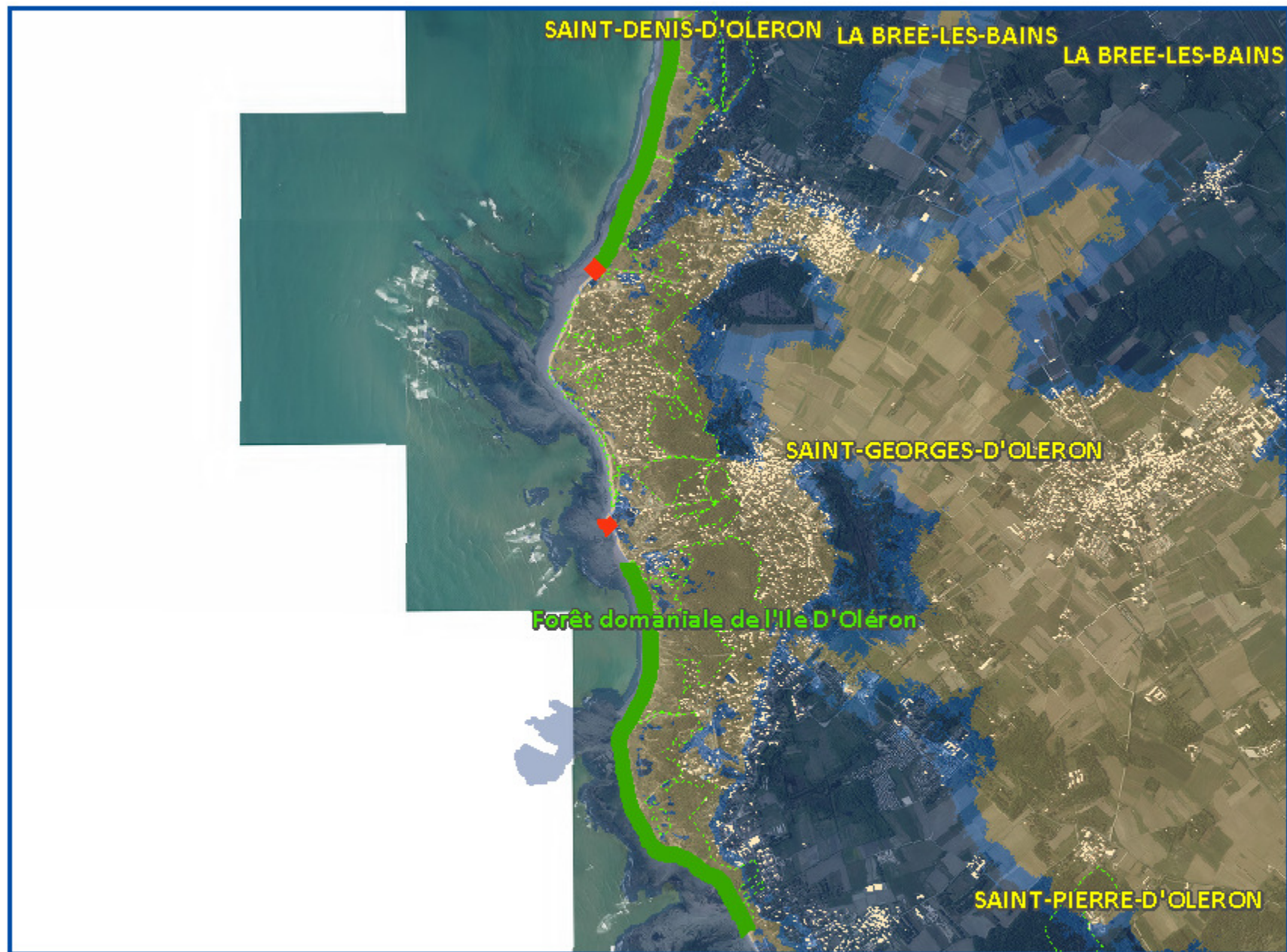
Submersions Xynthia

Charente-Maritime Planche 16 0 650 1 300 m. 1:31 970 

MISSION D'INTERET GENERAL PREVENTION DES RISQUES NATURELS
Robustesse des cordons dunaires domaniaux / Atlas

 Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

Données IGN issues du RGE © IGN © Paris - ONF



Légende

Cordons Dunaires Domaniaux

- Très Robuste
- Vulnérable
- Transparent

Altitudes

- Sous le NM 100al
- Sous le NM 100al + 1m.
- Sur le NM 100al

Construction

Limites de parcelles domaniales

~ Submersions Xynthia

Charente-Maritime Planche 17 0 700 1400 m. 1:34 170

MISSION D'INTERET GENERAL PREVENTION DES RISQUES NATURELS
Robustesse des cordons dunaires domaniaux / Atlas

SAINT-GEORGES-D'OLERON

Forêt domaniale de l'île d'Oléron SAINT-PIERRE-D'OLERON



Légende

Cordons Dunaires Domaniaux

- Très Robuste
- Vulnérable
- Transparent

- Construction
- Limites de parcelles domaniales
- Submersions Xynthia

Altitudes

- Sous le NM 100al
- Sous le NM 100al + 1m.
- Sur le NM 100al

Charente-Maritime

Planche 18



Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

MISSION D'INTERET GENERAL PREVENTION DES RISQUES NATURELS
Robustesse des cordons dunaires domaniaux / Atlas

Données IGN issues du RGE © IGN © Paris - ONF



Légende

Cordons Dunaires Domaniaux

- Très Robuste
- Vulnérable
- Transparent

Autres

- Construction
- Limites de parcelles domaniales
- B Submersions Xynthia

Altitudes

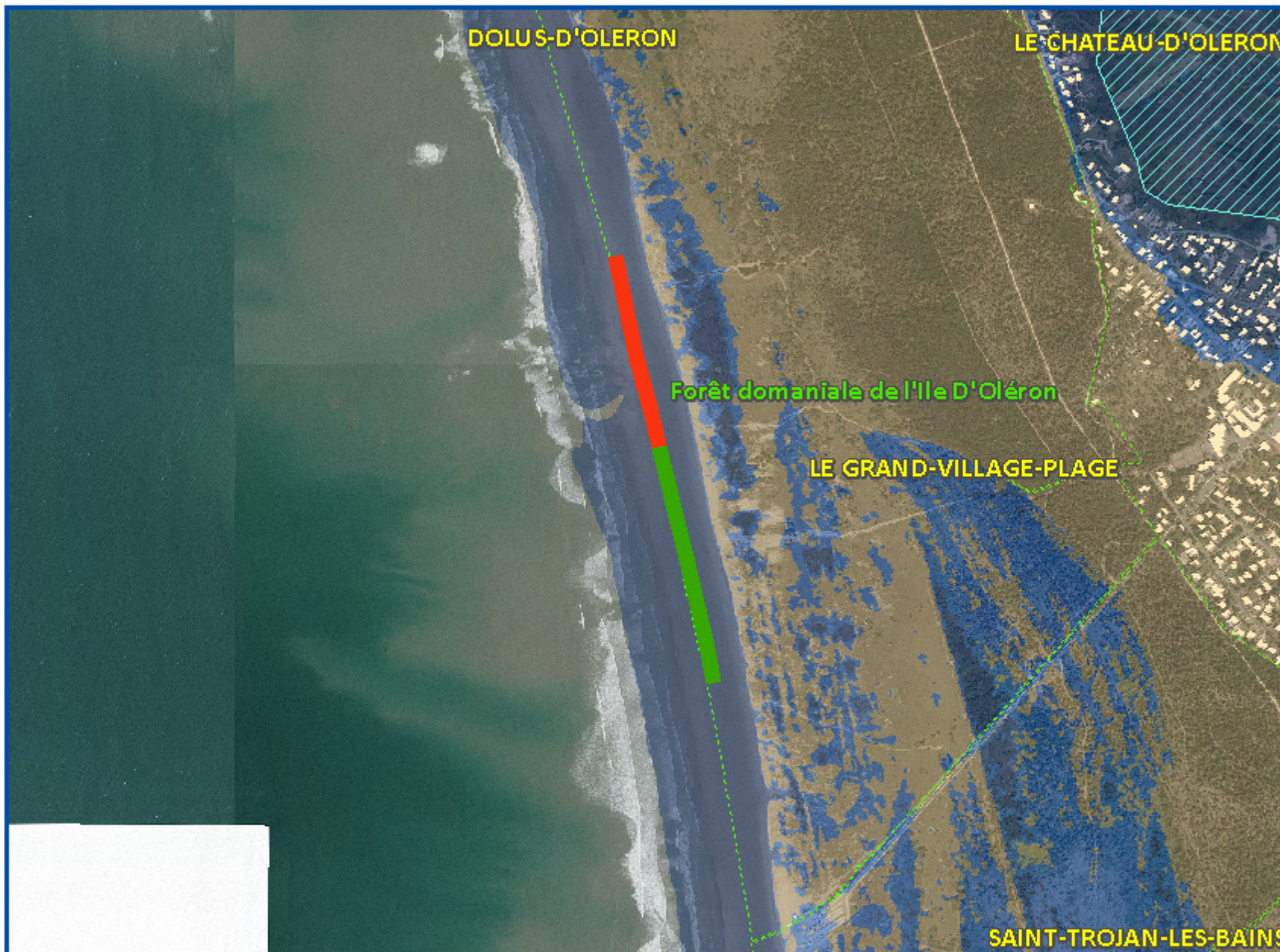
- Sous le NM 100al
- Sous le NM 100al + 1m.
- Sur le NM 100al

Charente-Maritime Planche 19 0 387,5 775 m. 1:17 500 

MISSION D'INTERET GENERAL PREVENTION DES RISQUES NATURELS
Robustesse des cordons dunaires domaniaux / Atlas

 Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

Données IGN issues du RGE © IGN © Paris - ONF



Légende

Cordons Dunaires Domaniaux

- Très Robuste
- Vulnérable
- Transparent

Autres symboles

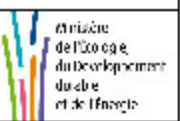
- Construction
- Limites de parcelles domaniales
- ~ Submersions Xynthia

Altitudes

- Sous le NM 100al
- Sous le NM 100al + 1m.
- Sur le NM 100al

Charente-Maritime

Planche 20



MISSION D'INTERET GENERAL PREVENTION DES RISQUES NATURELS
Robustesse des cordons dunaires domaniaux / Atlas



Légende

Cordons Dunaires Domaniaux

- Très Robuste
- Vulnérable
- Transparent

- Construction
- Limites de parcelles domaniales
- Submersions Xynthia

Altitudes

- Sous le NM 100al
- Sous le NM 100al + 1m.
- Sur le NM 100al

Charente-Maritime

Planche 21



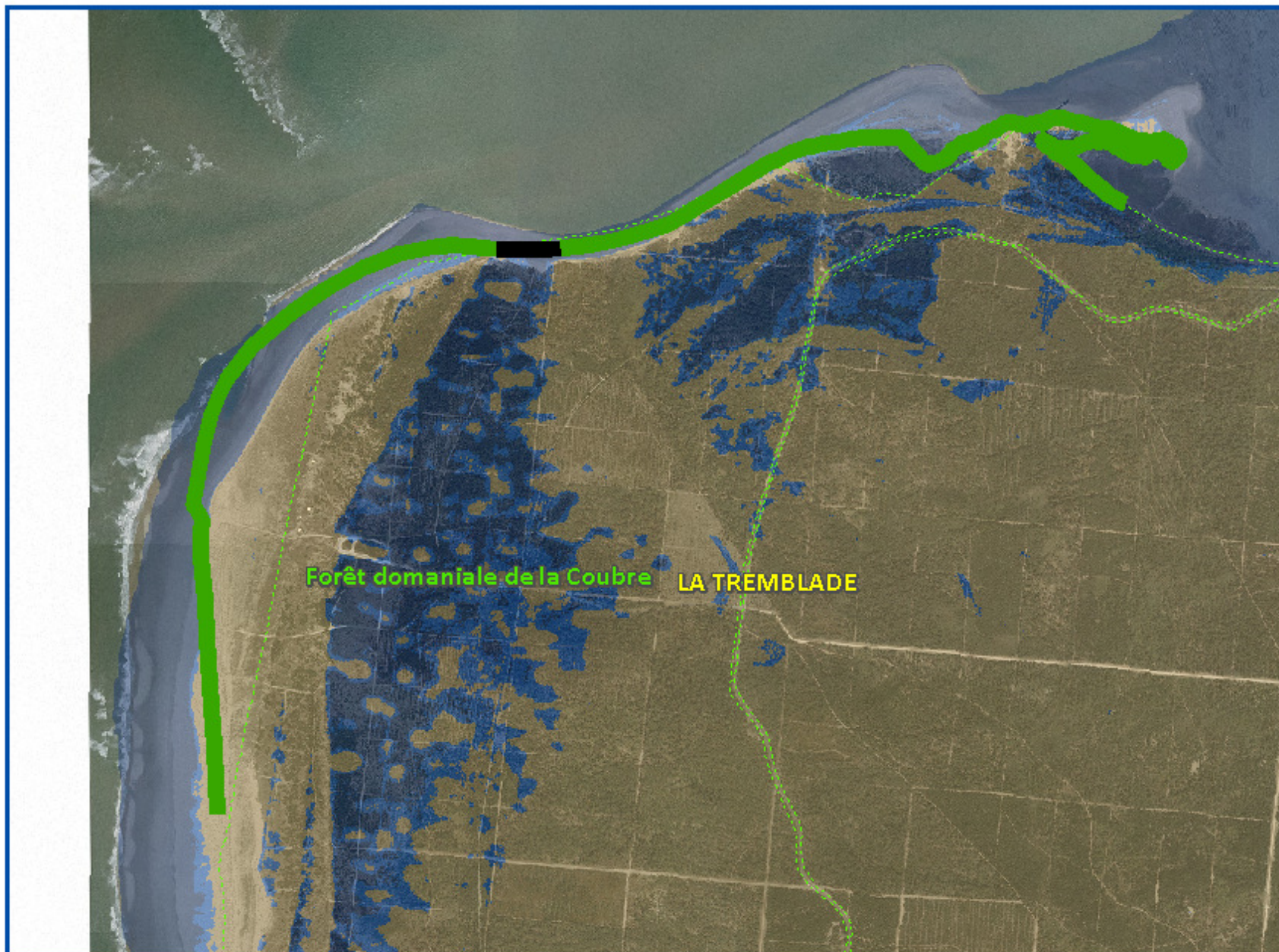
MISSION D'INTERET GENERAL PREVENTION DES RISQUES NATURELS
Robustesse des cordons dunaires domaniaux / Atlas



Office National des Forêts



CHARENTE-MARITIME



Forêt domaniale de la Coubre LA TREMLADE

Légende

Cordons Dunaires Domaniaux

- Très Robuste
- Vulnérable
- Transparent

Construction

Limites de parcelles domaniales

Submersions Xynthia

Altitudes

- Sous le NM 100al
- Sous le NM 100al + 1m.
- Sur le NM 100al

Charente-Maritime

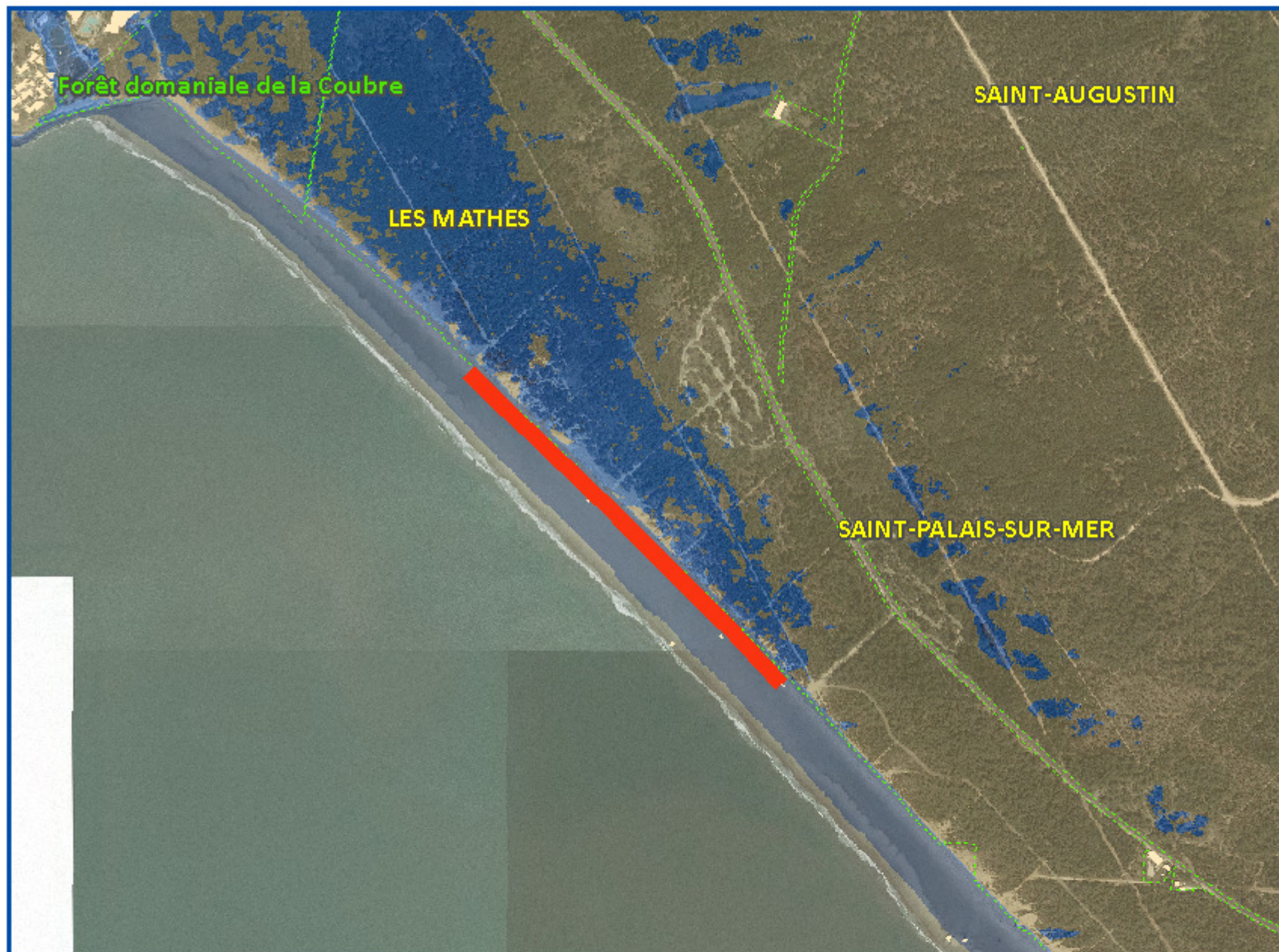
Planche 22



Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

MISSION D'INTERET GENERAL PREVENTION DES RISQUES NATURELS
Robustesse des cordons dunaires domaniaux / Atlas

Données IGN issues du RGE © IGN © Paris - ONF



Légende

Cordons Dunaires Domaniaux

- Très Robuste
- Vulnérable
- Transparent

Construction

Limites de parcelles domaniales

~ Submersions Xynthia

Altitudes

- Sous le NM 100al
- Sous le NM 100al + 1m.
- Sur le NM 100al

