



RAPPORT

Caractérisation des aléas « recul du trait de côte » et « migration dunaire » dans le cadre de la révision du Plan de Prévention des Risques Littoraux de la commune de Lège-Cap Ferret

Rapport de phase 2.2 : méthode de caractérisation de l'aléa « migration dunaire »

Octobre 2023

PREFECTURE DE LA GIRONDE


PRÉFET
DE LA RÉGION
NOUVELLE-AQUITAINE
*Liberté
Égalité
Fraternité*


keran
Des hommes, une planète


creocéan
Environnement & océanographie

CLIENT : PREFECTURE DE LA GIRONDE

COORDONNÉES	DDTM 33 – SRGC Cité administrative 33090 BORDEAUX cedex
INTERLOCUTEUR	Monsieur Stéphane MAÏS

CREOCEAN

COORDONNÉES	Zone Technocéan – Chef de Baie – Rue Charles Tellier 17000 LA ROCHELLE Tél. : 05 46 41 13 13 - Fax : 05 46 50 51 02 E-mail : creocean@creocean.fr
INTERLOCUTEURS	Madame Anaïs DABURON Monsieur Baptiste LE MAUFF

RAPPORT

TITRE	Caractérisation des aléas « recul du trait de côte » et « migration dunaire » dans le cadre de la révision du Plan de Prévention des Risques Littoraux de la commune de Lège-Cap Ferret Rapport de phase 2.2 : méthode de caractérisation de l'aléa « migration dunaire »
REF. DE LA CONSULTATION	2019-DDTM33-SRGC-01
NOMBRE DE PAGES TOTAL	47
NOMBRE D'ANNEXES	4

VERSION

RÉFÉRENCE	VERSION	DATE	REDACTEUR(S)	CONTRÔLE QUALITE
191019	V1	26/10/2023	ADA/BLM	TSC
191019	V2	05/06/2024	ADA	-

Sommaire

Préambule	6
1. Cadre méthodologique existant	7
1.1. Rappel de la définition de l'aléa « migration dunaire »	7
1.1.1. Généralités et définition des dunes littorales.....	7
1.1.2. Définition du phénomène de « migration dunaire ».....	8
1.2. Méthodologie de caractérisation de l'aléa « migration dunaire » du guide PPRL (2014).....	8
1.3. L'historique de l'aléa sur le Cap Ferret (1991-2017)	9
2. Les connaissances qualitatives sur la migration dunaire impactant le Cap Ferret	11
2.1. Modèles conceptuels d'évolution des dunes littorales.....	11
2.2. Un aléa documenté depuis plusieurs siècles	13
2.3. Le contexte historique de calibration et de contrôle des dunes par la végétation.....	15
2.3.1. Les grands travaux de la fin du 18 ^{ème} siècle à 1876.....	15
2.3.2. Des dunes sous le contrôle de l'ONF	16
2.4. Les connaissances actuellement disponibles sont-elles suffisantes pour élaborer des scénarios de projection du recul du pied de dune interne ?.....	19
3. Approches quantitatives pour caractériser l'état ou la mobilité des dunes du Cap Ferret.....	20
3.1. Les estimations sur le terrain par l'ONF.....	20
3.2. L'utilisation d'images aériennes	21
3.3. L'exploitation de données topographiques	22
3.3.1. Analyse de profils de dune obtenus par stéréoscopie d'images aériennes (BRGM/IFREMER, 2001).....	22
3.3.2. Exploitation de données LiDAR sur la façade océanique (Bossard, 2019 ; Bossard & Nicolae Lerma, 2020).....	24
3.4. Peut-on établir des scénarios de projection pour un PPRL à partir des résultats de ces approches quantitatives ?	32
4. Méthodologie de caractérisation de l'aléa migration dunaire dans le cadre de la révision du PPRL de Lège-Cap Ferret	33
4.1. Principe général.....	33
4.2. Etat des dunes de la commune de Lège-Cap Ferret	34

4.3. Inventaire des taux d'évolution à partir de cas aquitains	34
4.4. Construction des scénarios de projection	35
5. Conclusion et suites à donner	35
Bibliographie.....	36
Annexes.....	43

Préambule

La commune de Lège-Cap Ferret est couverte par un PPRL portant sur les aléas de migration dunaire et de recul du trait de côte depuis 2001. Les PPRL ont été mis en place par la loi Barnier (n°95-101) du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement, et dont le décret d'application relatif aux PPR (n°95-1089) date du 5 octobre 1995. Ce territoire est donc précurseur dans l'élaboration et l'application de ce document dont la révision fait aujourd'hui l'objet de cette étude.

La commune de Lège-Cap Ferret se situe dans un environnement aux dynamiques hydro-sédimentaires complexes impliquant une mobilité du littoral importante. De nombreux travaux scientifiques et techniques ont été entrepris depuis 2001 pour comprendre le fonctionnement de ce système sédimentaire, ainsi que pour suivre son évolution. Le Cap Ferret n'a déjà plus la même morphologie qu'il y a 20 ans. La connaissance des aléas a donc été affinée et actualisée et a donné lieu à la production d'un premier rapport de synthèse dans le cadre de la phase 1 de cette étude en juin 2022.

Le présent rapport présente les travaux de définition de la méthodologie de détermination de l'aléa « migration dunaire » (phase 2.2). Cette méthodologie a été réfléchie et déterminée en concertation avec les organismes techniques et scientifiques de la région aquitaine qui se sont constitués en groupe de travail et se sont réunis de 2018 à 2023.

A la suite, cette méthodologie sera couplée avec la détermination de l'aléa « recul du trait de côte » (voir rapport de phase 2.1) pour aboutir à une cartographie harmonisée de la position du trait de côte à l'échéance 100 ans (phase 3).

1. Cadre méthodologique existant

1.1. Rappel de la définition de l'aléa « migration dunaire »

Cette partie est extraite du rapport de phase 1 de la présente étude de caractérisation des aléas « recul du trait de côte » et « migration dunaire » dans le cadre de la révision du Plan de Prévention des Risques Littoraux de la commune de Lège-Cap Ferret.

1.1.1. Généralités et définition des dunes littorales

Les définitions et descriptions sur les dunes littorales suivantes sont tirées du rapport « Méthodologie de détermination du recul des dunes pour les événements extrêmes » publié par le BRGM en 2014 (Desmazes et al., 2014). « Les dunes littorales sont des structures sédimentaires caractéristiques des côtes sableuses. Généralement végétalisées, elles forment un bourrelet au-delà du haut de plage. Le vent est le principal agent constructeur de ces structures, il érode les sables fins sur la plage et les dépose sur la dune. La morphologie typique d'une dune bordière bien développée (Pedreros, 2000) (Figure 1-1) est constituée par :

- **Une dune embryonnaire ou avant-dune.** Lorsqu'elle est présente, elle se situe à proximité immédiate du haut de plage. Elle correspond à des accumulations sableuses, souvent sous forme de banquette ou terrasse en contact avec le corps principal de la dune. Ce type de structure témoigne d'un important apport de sable provenant de la plage et d'une période de repos vis-à-vis de l'érosion. La végétation est essentiellement halophile (tolérante à la salinité) car ce secteur est touché par les embruns.
- **Une dune blanche.** C'est la partie active de la dune car elle est alimentée régulièrement en sable et l'action du vent s'y développe pleinement. Elle comprend le front dunaire (ou face avant de la dune) qui s'étend jusqu'au plateau dunaire. C'est un milieu qui présente une certaine mobilité et qui est propice au développement d'une végétation caractéristique comme l'oyat (ou gourbets).
- **Une dune grise.** Protégée par la dune blanche, les apports sédimentaires éoliens y sont moins importants. Sa couleur est liée à la présence d'une végétation caractéristique de teinte grise qui s'étend depuis le plateau dunaire jusqu'au talus d'envahissement et à la zone d'arrière-dune (ou lette).

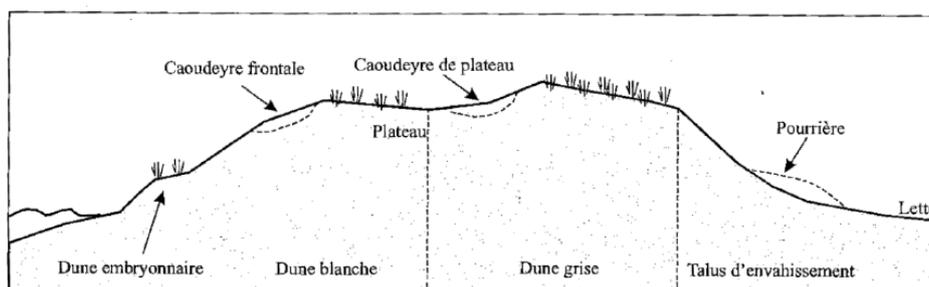


Figure 1-1 : Profil caractéristique d'une dune littorale bien développée (Pedreros, 2000).

Sur la dune, l'érosion éolienne ponctuelle peut créer des zones de déflation, nommées siffle-vent et caoudeyre, tandis qu'à l'arrière de la dune peuvent se créer des pourrières, secteurs de dépôts sur l'abrupt d'envahissement (Figure 1-1). Lorsque les dunes bordières ne sont pas des structures isolées et indépendantes les unes des autres, il s'agit d'un **cordon dunaire**. Quand la morphologie du bourrelet sableux est peu développée et que la végétation est rare, le terme de **cordon sableux** peut être employé. Cependant, les dunes littorales ne doivent pas être confondues avec les bermes, barres sableuses de haut de plage qui sont essentiellement construites par l'action des vagues de beau temps en période estivale.

1.1.2. Définition du phénomène de « migration dunaire »

Le guide méthodologique pour l'élaboration des PPRL (MEDDE, 2014) définit le phénomène de migration dunaire comme étant :

« La migration dunaire est le mouvement, vers l'intérieur des terres, de dunes mobiles non stabilisées par la végétation. Ces mouvements sont souvent associés à des dunes libres, dites transgressives, qui reculent vers l'intérieur des terres par progression de leur versant interne, appelé versant d'ensevelissement. Les grandes phases d'avancées dunaires caractérisant entre autres la côte d'Aquitaine ou la côte d'Opale ont été, dès la fin du 19ème siècle, maîtrisées par une politique active de plantation. Ces phénomènes peuvent menacer des habitations, des voies de communication ou des cultures. Ces phénomènes se rencontrent habituellement le long de côtes exposées à de forts vents de mer et où le volume de sable disponible est important. Ils peuvent être initiés par l'érosion marine d'un versant dunaire en falaise sableuse, à partir de laquelle, sous l'effet de la déflation éolienne (érosion par le vent), se mettent en place des dunes de sommet de falaise (dunes perchées) qui progressivement migrent vers l'intérieur des terres. La déstabilisation du couvert végétal, qu'elle soit d'origine naturelle (sécheresse, feux, animaux rongeurs...) ou anthropique (piétinement, véhicules...) peut également entraîner la formation de couloirs de déflation (siffle-vent) ou de cuvettes de déflation (caoudeyres) qui, en cas de dynamique éolienne active peuvent aboutir à la formation d'une dune parabolique dont la progression vers l'intérieur des terres entraîne l'ensevelissement progressif des terrains adjacents. »

Les migrations dunaires se caractérisent, en règle générale, par des évolutions morphologiques et des processus plus lents que pour les autres aléas littoraux, et par leurs effets spatiaux plus circonscrits.

Le guide méthodologique PPRL (MEDDE, 2014) définit ensuite l'aléa « migration dunaire » ainsi :

« L'aléa migration dunaire est la possibilité de migration vers l'intérieur des terres de la dune ou du cordon dunaire à une échéance et pour une intensité donnée, qui peut entraîner l'ensevelissement et des dommages aux biens, des perturbations sociales ou économiques, la dégradation de l'environnement, voire la sécurité des personnes lorsque la progression des dunes s'accompagne d'avalanches dunaires ».

1.2. Méthodologie de caractérisation de l'aléa « migration dunaire » du guide PPRL (2014)

Le guide méthodologique pour l'élaboration des PPRL (MEDDE, 2014) consacre une partie à l'aléa migration dunaire. Cependant, la partie réservée à cet aléa est beaucoup plus succincte que celle traitant de l'aléa « recul du trait de côte ».

En effet, la méthode proposée s'appuie presque à l'identique sur la méthode détaillée pour le recul du trait de côte et consiste, en tenant compte de l'expertise technique du secteur concerné, à :

1. Déterminer un taux moyen annuel de la migration de la dune (Tx , exprimé en m/an) à partir de l'analyse diachronique des positions successives d'un indicateur représentatif de la mobilité de la dune (identifié dans le guide comme étant le « front de dune côté terre », dit aussi « versant interne de la dune », « versant d'envahissement », ou encore « pied de dune interne » ou « revers interne »),
2. Définir une valeur de migration dunaire liée à un évènement tempétueux majeur ($Lmax$, exprimé en m).

Ainsi, le recul à 100 ans induit par l'aléa « migration dunaire » est exprimé par la formule :

$$Lr = 100.Tx + Lmax$$

La zone soumise à l'aléa migration dunaire est donc celle de la progression du front de dune à échéance 100 ans, à laquelle est ajoutée l'impact d'un événement tempétueux majeur. Le niveau d'aléa migration dunaire est uniquement considéré comme fort ou nul.

Bien que les méthodes soient similaires, la méthode proposée pour la caractérisation de l'aléa migration dunaire par le guide méthodologique pour l'élaboration des PPRL ne détaille pas les spécificités de ce phénomène par rapport à celui du recul du trait de côte. En effet, les mécanismes et les échelles spatio-temporelles des évolutions de ces deux phénomènes sont pourtant très différents. L'absence de détails méthodologiques sur la caractérisation de l'aléa migration dunaire dans un PPRL traduit le manque de connaissance important de ce phénomène. Alors que le recul du trait de côte est largement mesuré et analysé à plusieurs échelles de temps et d'espace, les données qui permettent de suivre ce phénomène sont très lacunaires. Par conséquent, le guide méthodologique pour l'élaboration des PPRL ne présente pas d'exemples concrets sur la réalité de ce phénomène en France.

Malgré la mention du contexte actuel de changement climatique, il n'y a pas d'élément méthodologique sur les incertitudes et les éventuels impacts du changement climatique sur ce phénomène. De plus, aucune recommandation n'est donnée quant à la prise en compte des modes de gestion dans l'analyse et la projection des aléas.

Aussi, dans le cadre de la présente révision du PPRL de la commune de Lège-Cap Ferret, une méthodologie plus précise a été réfléchiée et définie de façon concertée.

1.3. L'historique de l'aléa sur le Cap Ferret (1991-2017)

L'aléa « migration dunaire » est un aléa connu sur le secteur communal depuis de nombreuses années. En 1991, Marc Bœuf, alors sénateur de Gironde, a sollicité l'instance parlementaire sur le danger d'ensablement provoqué par les dunes privées du Cap Ferret (Gironde) par question écrite (Question écrite n°18920 – 9e législature – Publiée dans le JO Sénat du 05/12/1991– page 2673) :

« M. Marc Boeuf attire l'attention de M. le ministre de l'Environnement sur le danger d'ensablement que provoquent les dunes privées du Cap-Ferret en Gironde. Ces dunes sont livrées à l'abandon depuis trente ans malgré l'obligation faite aux propriétaires, dans leurs actes de vente, de les entretenir. Malgré un plan de sauvegarde de cette partie sensible de la pointe du Cap-Ferret, plan mis en place par le conservatoire du littoral et malgré une enquête publique du 22 avril au 1er juin 1991, rien n'a été fait et les riverains craignent une nouvelle avancée des dunes due aux premières tempêtes, menaçant encore davantage leurs propriétés et augmentant le coût de la réhabilitation qu'il faudra bien entreprendre. Il lui demande de mettre rapidement tout en œuvre afin que cette partie du littoral soit protégée. »

Le Ministère en charge de l'Environnement y a répondu en séance publique le 18/03/1992 (Réponse du ministère de l'Environnement – Publiée dans le JO Sénat du 19/03/1992 – page 677) :

« Le littoral du Cap-Ferret, en Gironde, est soumis à un double risque : un risque de recul du trait de côte par érosion marine, sous l'action conjuguée des houles et des marées ; un risque d'ensablement de la frange littorale urbanisée par suite de la mobilisation du matériau dunaire par le vent. Evalué au cours des trente dernières années à 1 ou 2 mètres/an en moyenne, le recul de la côte se poursuivra inéluctablement dans l'avenir. Pour l'instant, ce phénomène n'affecte qu'une frange dunaire non urbanisée, sauf en façade est du Cap-Ferret où le déplacement du chenal d'entrée du Bassin d'Arcachon met en péril la première rangée d'habitations. En façade ouest, le risque d'érosion marine est, à l'heure actuelle, moins préoccupant que le risque d'avancée dunaire qui a provoqué l'ensablement d'environ 50/hectares, dont 3 en zone urbanisée. Ce processus constitue une menace à court terme pour les propriétés de premier rang, notamment dans la partie nord du Cap où la couverture végétale de la dune est absente ou très dégradée. Dans cette zone, la mobilité des dunes peut être très grande puisqu'il a pu être observé, dans certains couloirs de pénétration particulièrement exposés aux vents d'ouest, une progression de 20 à 50 mètres par an, selon l'examen de terrain d'avril 1990. Dans la partie sud, le processus semble enrayé grâce aux travaux de réhabilitation et de revégétalisation de la dune

PREFECTURE DE LA GIRONDE

CARACTERISATION DES ALEAS « REcul DU TRAIT DE COTE » ET « MIGRATION DUNAIRE » DANS LE CADRE DE LA REVISION DU PLAN DE PREVENTION DES RISQUES LITTORAUX DE LA COMMUNE DE LEGE-CAP FERRET

entreprise par le conservatoire du littoral avec l'aide de l'O.N.F. Au vu de ces résultats très prometteurs, une démarche préventive du même type a été engagée à l'initiative du sous-préfet de Bordeaux, afin de traiter le secteur situé au nord du secteur stabilisé. L'acquisition-réhabilitation du domaine dunaire actif a fait l'objet d'une délibération favorable du conservatoire du littoral le 17 avril 1991, sur la base d'une estimation des domaines avec participation financière du département. Un projet de réhabilitation pluriannuel par plantation a été élaboré et a reçu un avis favorable des différentes collectivités concernées. Par ailleurs et afin de ne pas accroître la vulnérabilité du site, un périmètre de risque, délimité en application de l'article R. 111-3 du code de l'urbanisme a été prescrit et soumis à enquête publique du 22 avril au 25 mai 1991 selon les teneurs de l'enquête préalable (en date du 8 avril 1991) à la déclaration d'utilité publique (articles R. 11-1 à R. 11-14 du code de l'expropriation). A l'intérieur de ce périmètre, où les risques d'avancée dunaire en façade ouest et d'érosion marine en façade est sont réputés probables dans les conditions actuelles, toute construction nouvelle est interdite, à l'exception des travaux d'entretien, de réparation ou d'infrastructure sous réserve qu'ils n'aggravent pas les risques et, bien entendu, des travaux et ouvrages de nature à en réduire les effets. Ce périmètre, qui tient compte des travaux préventifs déjà réalisés, pourra naturellement être modifié dès que le nouveau programme de réhabilitation dunaire sera mis en œuvre et aura produit ses effets. »

En 1995, « le recul du littoral a été évalué, pour le massif dunaire, en prenant l'abrupt d'envahissement sur le revers de dune » par Sogreah et Larag (SOGREAH et LARAG, 1995). L'évolution future a été caractérisée « par la poursuite (...) de l'avancée dunaire vers l'Est ». L'avancée dunaire apparaissait alors comme étant le seul phénomène « qui peut être le mieux maîtrisé ». En effet, le cordon dunaire littoral a été progressivement fixé par l'Etre humain, notamment par les travaux entrepris depuis 1945 par les Eaux et Forêts et l'ONF¹. Son évolution prévisible est une « progression inéluctable vers l'intérieur des terres, sous l'influence des vents d'Ouest ».

En 1997, le diagnostic d'évolution du littoral de la face orientale de la flèche du Cap Ferret réalisé par Sogreah a rappelé que les statistiques des vents établies pour la période 1962-1975 mettent en évidence l'importance des effets thermiques sur la direction des vents (prédominance des vents de terre en automne/hiver et des vents marins en printemps/été – vitesse max.10 m/s) avec une prédominance du secteur marin pour les vents dépressionnaires (direction de provenance SO à NO – vitesses supérieures à 15 m/s) (SOGREAH et PAB, 1997). Le LCHF a avancé une valeur moyenne de 20 m³/m/an de perte de matériaux sableux sur le littoral aquitain (ARTELIA et GEOTRANSFERT, 2015; d'après LCHF, 1973). A noter que les vents du NE peuvent également intervenir dans le façonnement du lobe terminal de la flèche du Mimbeau.

Dans son rapport d'analyse préalable à la révision des PPRL érosion marine en Gironde (Mugica et Bernon, 2017), le BRGM recommande de « respecter les consignes du guide méthodologique du MEDDE (2014) » qui propose l'utilisation d'une méthode caractérisation de l'aléa « migration dunaire » identique à celle de l'évolution de la côte.

¹ Office National des Forêts.

2. Les connaissances qualitatives sur la migration dunaire impactant le Cap Ferret

L'objectif de cette section est de synthétiser les connaissances qualitatives sur la migration dunaire impactant le territoire communal de Lège-Cap Ferret, afin de déterminer si elles sont suffisantes pour élaborer des scénarios de projection du recul du pied de dune interne en accord avec le guide méthodologique PPRL.

2.1. Modèles conceptuels d'évolution des dunes littorales

Le bilan sédimentaire d'un compartiment côtier est un facteur important de l'évolution des dunes bordières (Psuty, 2004). En cas de bilan sédimentaire négatif, comme c'est le cas sur la commune de Lège-Cap Ferret (voir rapport de phase 1), l'état de la dune bordière se dégrade, ce qui se traduit par l'apparition de formes d'érosion, une réduction de ses dimensions et un épandage sableux en arrière du front dunaire. Cet épandage peut conduire à une migration du pied de dune interne qui peut impacter des infrastructures à proximité. Ce phénomène a été observé sur le secteur des « ensablés » (Figure 2-1) avant les interventions de l'ONF dans les années 90 pour stabiliser le cordon dunaire.

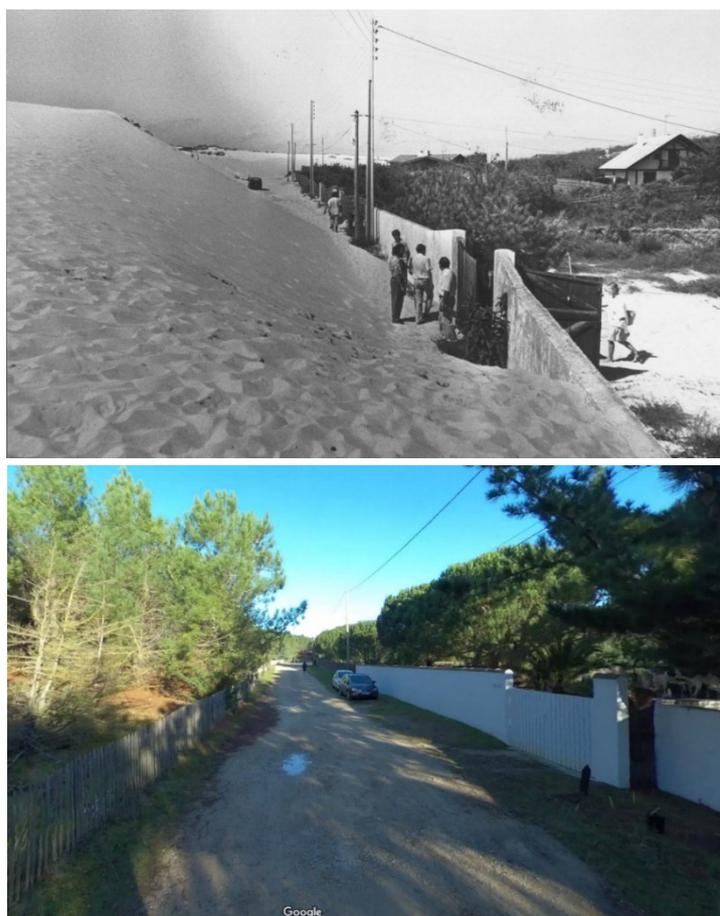


Figure 2-1 : La rue des Bernaches du secteur des "ensablés", en haut en 1989 (source : Annie Peyras / Archives Sud Ouest) avant les travaux de l'ONF, et en bas en 2020 (source : Google). Le sable a été dégagé de la route et des habitations, et le revers interne de la dune a été remodelé et stabilisé par la plantation de végétation.

Ainsi dans le contexte de bilan sédimentaire négatif du Cap Ferret, la dune bordière peut être entaillée en falaise. Le sable, prélevé par le vent sur l'escarpement, est alors entraîné à l'arrière de la dune où il s'accumule. La dune bordière migre alors vers l'arrière (Figure 2-2).

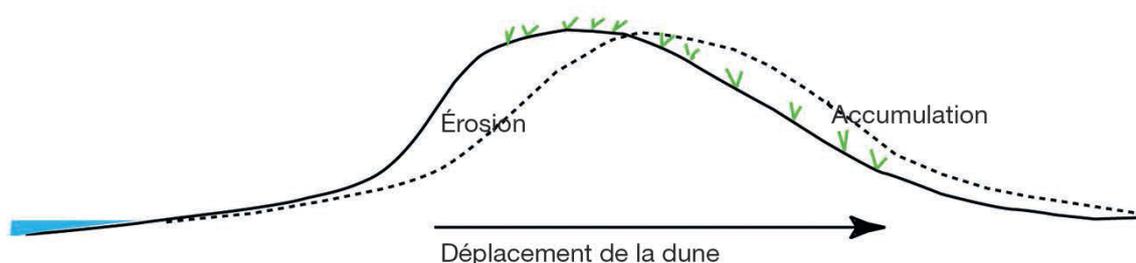


Figure 2-2 : Migration de la dune bordière par érosion côté océan et par accumulation côté terre (Gouguet, 2018).

La mobilité des dunes littorales est visible à travers de nombreux phénomènes, et elle peut être analysée sur une large gamme d'échelles spatio-temporelles (Gouguet, 2018). Il est admis un lien entre l'échelle temporelle de chacun des phénomènes et l'emprise spatiale de ces derniers. Trois échelles de temps peuvent se distinguer :

- ▶ Courte échelle (de la seconde aux jours) : les vagues, les courants et les marées sont des agents dynamiques capables de modifier des morphologies de petites tailles,
- ▶ Moyenne échelle (des jours aux années) : le vent, les cycles saisonniers et le développement de la végétation sont les principaux processus naturels qui vont conditionner la dynamique des avant-dunes et du front dunaire,
- ▶ Longue échelle (décennale à séculaires) : le niveau relatif de la mer, le climat, l'évolution des apports sédimentaires et l'impact des tempêtes majeures sont les facteurs qui influencent la mobilité de l'ensemble du cordon dunaire littoral.

Dans le cadre de ce PPRL, ce sont donc les phénomènes d'échelle longue qui concernent l'ensemble du cordon dunaire, et dans une moindre mesure les phénomènes d'échelle moyenne sur les sous-secteurs dunaires ou les cordons dunaires étroits, qui doivent être pris en compte.

Hesp (2002) distingue différents stades d'évolution de l'état des cordons dunaires qui se basent sur des caractéristiques morphologiques (continuité, largeur et hauteur du cordon dunaire) et végétales (couverture/densité végétale). Selon son modèle conceptuel, un massif dunaire peut passer d'un état caractérisé par une structure large, linéaire et végétalisée, à un état où la structure du massif dunaire est étroite, discontinue et dénudée de végétation. Dans un contexte de déficit sédimentaire, cette dégradation de la dune peut conduire à effacement du cordon dunaire sous la forme d'un épandage sableux et à la persistance de quelques buttes résiduelles. L'échelle de temps d'évolution de ces états peut être courte à moyenne en fonction du stock sédimentaire et des dynamiques qui le mobilisent.

La migration dunaire est donc un processus complexe, non linéaire dans le temps, qui évolue par phase et à des échelles spatio-temporelles très variables. Les phénomènes à long terme de transgression, régression voire effacement du cordon dunaire correspondent à l'échelle spatio-temporelle d'un PPRL. Cependant, ces auteurs soulignent aussi le fait que les tempêtes peuvent provoquer des évolutions morphologiques brutales (temps court) mais durables (temps long) sur l'état d'un cordon dunaire.

En conclusion, en transportant le sable, le vent est donc le principal facteur à l'origine de la mobilité des dunes. Cependant, l'ampleur de cette mobilité est fortement dépendante de l'état (présence de végétation, morphologie) et du stade d'évolution de la dune, ainsi que du contexte érosif du compartiment côtier dans lequel elle se trouve.

2.2. Un aléa documenté depuis plusieurs siècles

Les dunes du Cap Ferret sont très dynamiques en raison de leur évolution conjointe avec l'évolution de la flèche sableuse à l'interface entre le Bassin d'Arcachon et l'Océan Atlantique. Les premières traces de l'impact de ce phénomène naturel de migration dunaire sur les implantations humaines du Cap Ferret sont très anciennes.

En effet, différentes sources permettent d'identifier l'impact répété de l'ensablement sur les infrastructures présentes à proximité des dunes du Cap Ferret. Avant les opérations de stabilisation des dunes du Golfe de Gascogne, la migration dunaire était une réelle menace. En l'absence de moyen de lutte contre ce phénomène, certains villages ont même dû être déplacés vers l'intérieur des terres depuis le 15^{ème} siècle (Tableau 2-1). Ces épisodes ne sont pas nécessairement les témoins d'un changement dans les dynamiques de la mobilité des dunes, mais ils témoignent plutôt des premières installations humaines à une trop grande proximité des secteurs les plus mobiles sur un littoral transgressif (Figure 2-3 et Figure 2-4).

Malgré les chantiers de stabilisation des dunes au cours du 19^{ème} siècle (voir 2.3), l'ensablement par les dunes reste une menace dans différents secteurs du Cap Ferret (Tableau 2-1).

Tableau 2-1 : Synthèse des mentions de l'ensablement par les dunes des constructions sur le Cap Ferret.

Date	Localisation	Observations	Source/Auteur
1480	Eglise de Lège	Déplacement de l'Eglise 4 km dans les terres	De Lapparent 1879 « Mémoire pour servir ... »
17 ^{ème} s.	Eglise de Lège et village	Trois fois ensablée avant fixation (pas de dates)	Harle 1920 « Mémoires des dunes de Gascogne »
1768	Commune de Lège	« Invasion des montagnes de sable »	Lafargue 1949 « Dunes de Gascogne »
1947 à 1950	Colonie de vacances à Lège-Cap Ferret	Ensablement « les dunes avancent et engloutissent tout »	Sud-Ouest de 1947, Sud-Ouest 30/03/1950
Janvier 1986	Pointe extrême du Cap Ferret	« Bond considérable du sable d'Ouest en Est », cause vents violents à 120km/h, envahissement des routes et bordures des maisons	Sud-Ouest 26/01/1986
Mars 1987	Pointe du Cap Ferret, proche de l'ancienne station ESSO	« Avancée du sable qui englouti, toute une forêt de pins », vents violents jusqu'à 140km/h	Sud-Ouest du 23/03/1987
Février 1988	Pointe du Cap Ferret	Ensablement au ¼ de 2 maisons à cause de vents violent jusqu'à 140km/h	Sud-Ouest du 3/02/1988

PREFECTURE DE LA GIRONDE
CARACTERISATION DES ALEAS « REcul DU TRAIT DE COTE » ET « MIGRATION DUNAIRE » DANS LE CADRE DE
LA REVISION DU PLAN DE PREVENTION DES RISQUES LITTORAUX DE LA COMMUNE DE LEGE-CAP FERRET



Figure 2-3 : A la pointe du Cap Ferret, cette maison est envahie par le sable le 3 février 1988 (Source : Romain Peyras / Archives Sud Ouest).



Figure 2-4 : L'entrée du garage de cette maison est obstruée par le sable à La Pointe du Cap Ferret, photographie prise le 22 février 1988 (Source : Romain Peyras / Archives Sud Ouest).

2.3. Le contexte historique de calibration et de contrôle des dunes par la végétation

Cette partie est issue du rapport de phase 1 de la présente étude de caractérisation des aléas « recul du trait de côte » et « migration dunaire » dans le cadre de la révision du Plan de Prévention des Risques Littoraux de la commune de Lège-Cap Ferret.

2.3.1. Les grands travaux de la fin du 18^{ème} siècle à 1876

Au 18^{ème} siècle, les dunes littorales de la façade atlantique sont perçues comme une menace : sous l'effet du vent et de l'impact des tempêtes, des ensablements massifs peuvent impacter des villages situés en arrière des dunes. Plusieurs grandes familles du Bassin d'Arcachon entreprennent alors des réflexions et des expérimentations locales pour tenter de fixer les sables mobiles venant de la mer, notamment par le boisement de ces derniers. L'intervention humaine est massive pour stabiliser les dunes et ainsi protéger les villages et les infrastructures. Nicolas Brémontier, ingénieur, fait la promotion de ces interventions. En raison du succès des méthodes employées, des mesures sont prises à l'échelle des côtes de Gascogne, avec les dunes du Bassin d'Arcachon comme territoire atelier.

Ainsi, depuis la fin du 18^{ème} siècle jusqu'en 1876, de grands travaux de fixation des dunes de Gascogne sont entrepris par les Ponts et Chaussées, puis leur gestion est confiée à l'administration des Eaux et Forêts (ancêtre de l'ONF) une fois celles-ci boisées.

Mais le long de leur façade océanique, les massifs dunaires sont désorganisés et le sable qui transite de la plage vers l'intérieur des terres menace la pérennité des boisements. Dans le but de protéger ces boisements salvateurs, des « pièges à sable » sont construits au cours du 19^{ème} siècle. Sur les recommandations de l'ingénieur des Ponts et Chaussées Goury, différents systèmes de brise-vents, construits à partir de palissades, combinés par des plantations à base d'oyat, aboutissent au modelage d'un cordon bordier qui constitue un véritable rempart à l'ensablement des boisements artificiels (Favenec, 2002; Robin et al., 2021) (Figure 2-5).

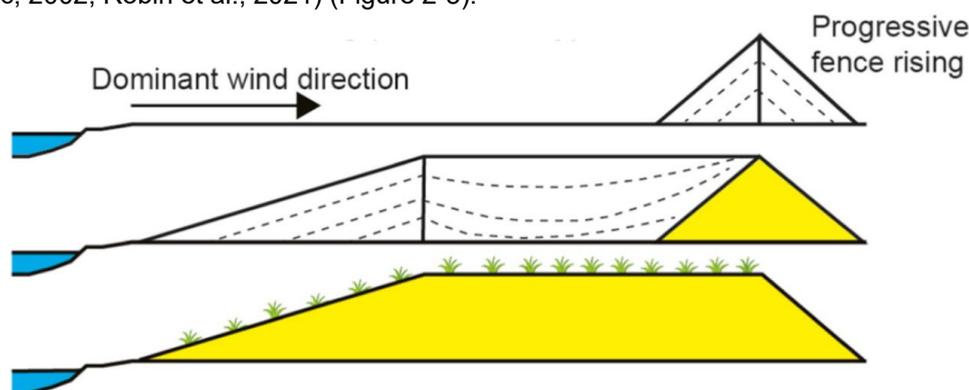


Figure 2-5 : Schéma du système Goury mis en place pour modeler un cordon littoral protecteur des boisements (Robin et al., 2021).

Un profil de dune optimal est conceptualisé. Les palissades sont positionnées afin de capter le sable et permettre de calibrer la dune sur son profil. Côté ouest, la pente recherchée doit être assez douce pour mieux résister aux attaques du vent et au « choc » des vagues (Favenec, 2002). Une fois le profil désiré atteint, la dune est « fixée » par la plantation d'oyats. Cette méthode d'ingénierie présente de nombreuses variantes selon les acteurs et les conditions locales.

Cette « dune protectrice », calibrée et régulière, constitue également le premier rempart face à l'érosion marine. Cependant, les préoccupations concernant l'érosion marine ne sont pas prioritaires à cette époque bien que parfois évoquées (Favenec, 2002). Or, il a été démontré par la suite que la fixation des dunes les rend plus vulnérables face à l'érosion du littoral.

En 1866, la carte d'état-major (Figure 2-6) illustre les travaux de boisement entrepris depuis la publication de la carte de Masse en 1708 :

- Le boisement du Cap Ferret semble avoir été entrepris jusqu'à Bélisaire,
- L'extrémité de la pointe du Cap Ferret est laissée en libre évolution car aucun boisement n'y est représenté.

Les ingénieurs des Ponts et Chaussées ont probablement déjà constaté le caractère très dynamique de ce secteur, empêchant toute fixation inopportune.



Figure 2-6 : Extrait de la carte d'état-major de 1866 (Geoportail).

2.3.2. Des dunes sous le contrôle de l'ONF

Dans la première moitié du 20^{ème} siècle, les guerres ont éloigné les intérêts des administrations d'Etat pour les dunes et leur entretien. Celles-ci ont également servi de surplomb naturel pour la construction des blockhaus du Mur de l'Atlantique pendant la Seconde Guerre Mondiale. Le Cap Ferret est également privatisé au début du 20^{ème} siècle ; peu d'informations sont disponibles à ce sujet.

Cette période de plusieurs décennies est donc propice à une évolution libre des dunes sans intervention humaine. Jusqu'à la Seconde Guerre Mondiale, peu de cartes ou de photographies permettent d'appréhender l'évolution du littoral. Puis, les blockhaus se retrouvent peu à peu sur la plage comme des témoins de l'emplacement du sommet de la dune au moment de leur construction. Ce constat est d'autant plus spectaculaire au Cap Ferret avec la proximité du « Village des blockhaus » à l'embouchure. Localement, les dunes se remobilisent et envahissent l'arrière-dune.

A partir des années 60, l'Etat, par le biais de l'ONF, reprend le contrôle des dunes atlantiques qui ont perdu la régularité du profil calibré par les ingénieurs des Ponts et Chaussées un siècle plus tôt. Jusqu'aux années 80, de grands travaux de reprofilage mécanique des dunes sont entrepris par l'ONF. Des bulldozers servent à « mettre à blanc » la dune et la modeler, de nouveau, selon un profil optimal (Figure 2-7). Des palissades et des brise-vents sont également utilisés pour stabiliser les dépressions trop importantes. Enfin des plantations d'oyats et la mise en place de branchages fixent le profil artificiel (Figure 2-8) (Favennec, 2002).

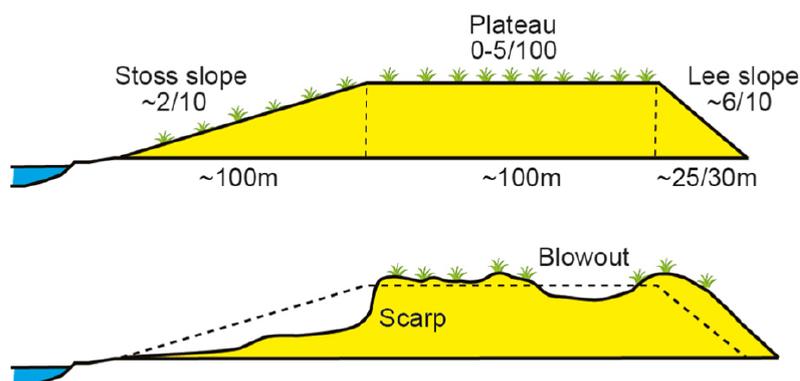


Figure 2-7 : Schéma d'un profil optimal de dune conceptualisé par l'ONF entre 1960 et 1980 (en haut), et d'un profil ayant évolué naturellement après un reprofilage (en bas) (Robin et al., 2021).

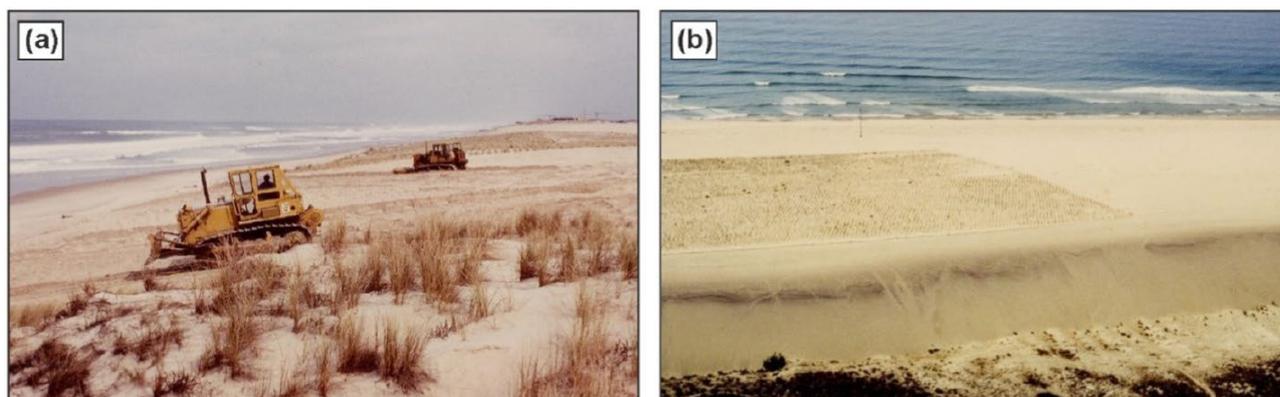


Figure 2-8 : Photographies illustrant le reprofilage mécanique des dunes atlantiques par les bulldozers de l'ONF (a), et la stabilisation du profil artificiel par la plantation d'oyats (b) entre les années 70 et 80 (Robin et al., 2021).

Ces opérations lourdes ont été effectuées sur la partie nord de la commune de Lège-Cap Ferret comme au Grand Crohot ou au Truc Vert (Robin et al., 2021). Cependant, la partie sud de la façade océanique est privatisée au début du 20^{ème} siècle et l'ONF ne peut donc pas y intervenir. La privatisation du territoire favorise une urbanisation beaucoup plus importante au sud que sur la partie nord de la commune. Des habitations sont construites à proximité directe des dunes. Après plusieurs décennies sans entretien, la dune littorale s'est remise en mouvement et a enseveli quelques maisons tout en menaçant l'arrière-dune et le front urbanisé. L'ensemble de la dune littorale située devant cette zone urbanisée a été rachetée par le Conservatoire du Littoral à la fin des années 80. Ce site de 5 km de long fut restauré tardivement comparativement aux dunes du reste de la commune, et compte tenu des désordres observés. Sous maîtrise d'œuvre de l'ONF, des travaux ont été entrepris en deux phases :

- ▶ Les 3 km de la Pointe de 1989 à 1992,
- ▶ Les 2 km du nord, correspondant au secteur « des ensablés », de 1994 à 1995.

Ce secteur est le plus emblématique des ensablements observés sur la commune avec une migration de la dune de 12 m/an à la fin des années 80 (BRGM et ONF, 2018). Les travaux importants entrepris dans les années 90 ont permis de reprendre le contrôle de la dune en une année (Figure 2-9).



Figure 2-9 : Photographies du cordon transgressif de la dune dans le secteur des « ensablés » avant réhabilitation en 1988 (à gauche), et de la dune avançant dans le quartier des « ensablés » en 1994 (à droite) (Favennec et al., 2018, extrait de BRGM).

A partir de la fin des années 80, une réflexion débute au sein de l'ONF de concert avec les scientifiques afin de mettre en place un contrôle souple et pragmatique du milieu avec le souci de préserver et d'améliorer la biodiversité des paysages dunaires littoraux (Figure 2-10) (Favennec, 2002). Cette approche est encore adoptée et majoritaire aujourd'hui sur la commune.



Figure 2-10 : Plantations de gourbets autour des années 90 pour stabiliser les dunes du Cap Ferret (Source : Annie Peyras / Archives Sud Ouest).

Aujourd'hui, la très grande majorité du cordon dunaire de la façade atlantique de l'ex Aquitaine (85 %) est propriété de l'Etat via l'ONF. Les mouvements d'ensemble de la dune vers l'intérieur des terres ne sont plus observés en raison de la gestion souple mise en place. Cependant, des instabilités locales sont observées à l'issue des tempêtes qui modifient le profil des dunes. L'attaque du pied de dune par les vagues génère un profil d'érosion en falaise, plus abrupte et dénudé de végétation et rend la dune plus sensible à l'érosion éolienne. Des portions de quelques dizaines à quelques centaines de mètres peuvent ainsi subir une remobilisation du sable vers l'arrière de la dune. En l'absence de l'intervention de l'ONF, ces instabilités peuvent « exploser » et impacter une plus large partie de la dune. Des exemples récents de ces instabilités locales et de la gestion réactive de l'ONF ont pu être observés suite aux tempêtes de l'hiver 2013-2014 (Bossard et Nicolae Lerma, 2020). A la différence du reste des dunes de la façade océanique, la « dune amoindrie » à la pointe du Cap Ferret demeure un secteur critique, car elle est caractérisée par un stock sableux faible et elle est soumise à une érosion importante du fait de sa proximité avec l'embouchure.

L'historique des dunes de la commune de Lège-Cap Ferret montre une forte dépendance de ces dernières à la gestion de l'ONF pour garantir leur stabilité. Au 20^{ème} siècle, et sur certains secteurs, des périodes d'évolution naturelle sont des exemples de l'évolution possible des dunes actuelles sans intervention humaine. Leur instabilité potentielle est d'autant plus grande que leur fixation artificielle les rend plus sensibles et moins résilientes face aux phénomènes d'érosion par l'océan. En effet, sans intervention de fixation par l'homme, les dunes migrent vers l'intérieur des terres sous l'action de la déflation éolienne et permettent de constituer un énième rempart à la submersion marine et aux tempêtes. Lorsqu'elles sont fixées, elles ne peuvent plus migrer et le stock de sable massif positionné en front de mer peut être d'autant plus facilement repris par la mer sous l'action des houles et « perdu » pour le système plage-dune. Par ailleurs, le boisement et le rempart artificiel constitué par la dune bordière ont fortement réduit les transferts sédimentaires depuis la façade océanique vers la façade interne du Cap Ferret et vers le Bassin d'Arcachon (ARTELIA et GEOTRANSFERT, 2015; Aubié et Tastet, 2000; Benoit Waeles - Consultant Génie Côtier, 2020).

2.4. Les connaissances actuellement disponibles sont-elles suffisantes pour élaborer des scénarios de projection du recul du pied de dune interne ?

D'après la synthèse bibliographique constituée, la migration dunaire apparaît comme étant un phénomène connu et documenté depuis plusieurs siècles sur la commune de Lège-Cap Ferret. La connaissance de l'historique des modes de gestion des dunes permet d'avoir un retour sur le long terme de la réponse du phénomène de migration dunaire à l'impact d'une gestion ou d'une libre évolution des dunes.

Néanmoins, afin de pouvoir élaborer des scénarios de projection du recul du pied de dune interne, marqueur en accord avec le guide méthodologique PPRL, il est nécessaire d'avoir des valeurs quantitatives d'évolution des dunes au cours du temps.

3. Approches quantitatives pour caractériser l'état ou la mobilité des dunes du Cap Ferret

3.1. Les estimations sur le terrain par l'ONF

Le secteur des « ensablés » est le secteur qui a subi les derniers phénomènes d'ensablement majeur sur la commune de Lège-Cap Ferret. Avant les années 90, la gestion des dunes était confiée aux riverains : le secteur dunaire souffrait de sur-fréquentation et de manque d'entretien. La dune littorale était en mouvement, ensevelissant quelques maisons et menaçant l'arrière-dune et le front urbanisé (Favennec, 2002). Face à ce constat, la stabilisation et la gestion de la dune ont été confiées à l'ONF.

Un état des lieux a été effectué par l'ONF (sur une durée inconnue) afin de planifier les interventions de stabilisation réalisées de 1989 à 1995. Les différentes caractéristiques de la dune à cette période ainsi que la nature et la densité de son couvert végétal ont été analysés. Ainsi, un **recul de 10 à 20 m/an** a été constaté « pendant les phases paroxysmales » sur le talus d'envahissement (d1) ou pourrière (d2) (Figure 3-1) des 3 km de dunes de la Pointe alors « en quasi-totalité à sable blanc et fortement transgressifs » (Favennec, 2002). Cette approche de terrain confirme le caractère non linéaire et potentiellement rapide de l'envahissement de sable sur l'arrière de la dune (Figure 3-2) ; cette valeur, également retenue par Bernon *et al.* (2016), peut être considérée comme le recul lié à un événement majeur pour ce secteur dunaire.

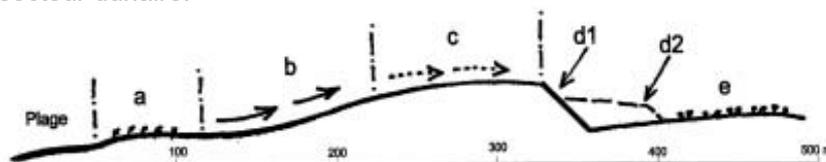


Figure 3-1 : Profil type de l'état des 3 km de dunes de la Pointe (extrême pointe exclue) en 1989, avant les travaux de stabilisation (Favennec, 2002).



Figure 3-2 : Photo de la dune au Cap Ferret à proximité d'habitations en 1990 avant les interventions de l'ONF pour modeler et végétaliser le massif dunaire qui migre vers l'intérieur des terres (Source : Archives Sud Ouest).

3.2. L'utilisation d'images aériennes

Sur la commune de Lège-Cap Ferret, seule l'étude de SOGREAH & LARAG (1995) a utilisé une méthode visant à quantifier spécifiquement la mobilité du pied de dune interne à partir d'images aériennes. Cet indicateur correspond à la rupture de la pente du « talus interne » de la dune, c'est donc un indicateur morphologique. Les résultats obtenus ont été utilisés dans l'élaboration du PPRL de 2001 de la commune de Lège-Cap Ferret pour caractériser l'aléa migration dunaire.

Pour calculer des T_x , l'étude s'appuie sur des photographies aériennes de :

- ▶ 1957 et 1991 (missions IGN, échelle 1/20 000) pour évaluer l'« évolution passée »,
- ▶ 1985, 1989 et 1994 (missions ONF, échelle 1/5 000) pour évaluer l'« évolution récente ».

Les taux sont calculés à différents PK (points kilométriques) de la façade océanique de la commune. Selon la période et la localisation, les taux de recul sont très variables et peuvent atteindre 20 m/an (Tableau 3-1 et Tableau 3-2).

Tableau 3-1 : Valeurs de recul du pied de dune interne sur la période 1957-1991 (évolution passée) utilisées dans le PPRL de 2001 (SOGREAH et LARAG, 1995).

PK	Localisation	1957 – 1991 :	
		photographies aériennes au 1/25 000	
		Recul total (m)	T_x (m/an)
82.5	Le Grand Crohot	10	0.3
95	La Bécassière	50	2.2
99	Bélisaire Sud	80	20
101	Sémaphore	125	11
102	BK 32 (Pointe)	212	19

Tableau 3-2 : Valeurs de recul du pied de dune interne sur la période 1985-1994 (évolution récente) utilisées dans le PPRL de 2001 (SOGREAH et LARAG, 1995).

PK	Localisation	1985 – 1994 :	
		photographies aériennes au 1/5 000	
		Recul total (m)	T_x (m/an)
82.5	Le Grand Crohot	9	1
91	Le Truc Vert	1	0.1
95	La Bécassière	2	0.2
96	Dune de Guagnet - réservoir	6	0.7
98	Bélisaire Nord	2.5	0.25
99	Bélisaire Sud	39	4.3
101	Sémaphore	80	9
102	BK 32 (Pointe)	126	14

Cependant, plusieurs limites existent pour ces résultats :

- ▶ L'indicateur morphologique du pied de dune interne est parfois difficilement visible sur des images aériennes car cette rupture de pente est généralement douce en raison des dépôts éoliens qui alimentent ce talus, contrairement au pied de dune externe parfois soumis à l'érosion marine. De plus, la présence de végétation comme des oyats ou des pins maritimes peuvent occulter son identification. Pour les raisons évoquées dans ce paragraphe, il n'a pas été possible de reproduire cette analyse sur les images aériennes utilisées par SOGREAH & LARAG (1995).
- ▶ Le manque d'information entre chaque date ne permet pas d'interpréter la temporalité de ces dynamiques ; la migration dunaire n'est pas un processus linéaire et continu.
- ▶ Cette analyse ne prend pas en compte les modes de gestion des dunes qui interfèrent avec les dynamiques de la dune et les taux calculés.

Aussi, ces valeurs de T_x doivent être complétées par des valeurs plus récentes et par d'autres éléments d'analyse de la mobilité dunaire pour la présente révision du PPRL de Lège – Cap Ferret.

3.3. L'exploitation de données topographiques

3.3.1. Analyse de profils de dune obtenus par stéréoscopie d'images aériennes (BRGM/IFREMER, 2001)

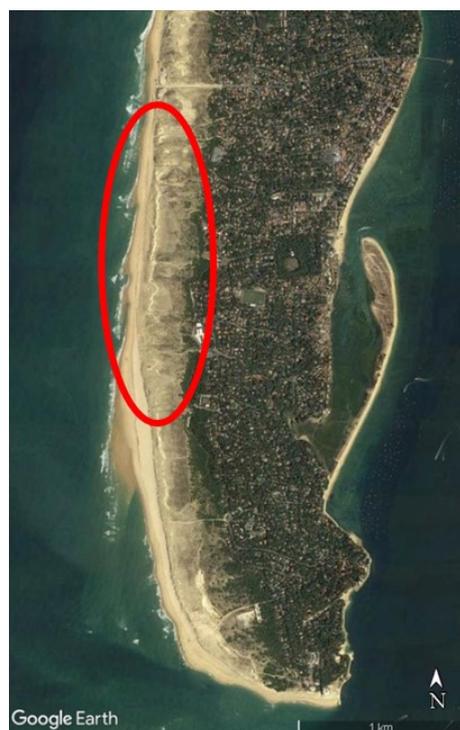


Figure 3-3 : Localisation du secteur dunaire de la plage de l'Horizon.

Dans leur rapport intitulé « Elaboration d'un outil de gestion prévisionnelle de la côte aquitaine » (1997; Le Nindre et al., 2001), le BRGM et l'IFREMER effectuent une analyse quantitative de la morphologie d'un secteur dunaire situé sur la plage de l'Horizon, entre la plage du Petit Train et la plage des Dunes (Figure 3-3). A partir de couples d'images aériennes de l'IGN, 4 modèles numériques de terrain (MNT) ont été générés aux dates suivantes (Figure 3-4) :

- ▶ 1964,
- ▶ 1973,
- ▶ 1996,
- ▶ et 1998.

Une analyse comparative de ces données topographiques recouvrant les dunes permet de faire un bilan de l'évolution de leur morphologie depuis les années 60 jusqu'aux années 90. Plusieurs profils ont ensuite été extraits sur chacun des MNT (Figure 3-5). Le profil de la dune des années 90 apparaît plus haut et plus étroit par rapport au profil des années 60 et 70. En arrière de la crête de la dune, des dépôts éoliens exhaussent le plateau dunaire. Ce changement morphologique du profil des dunes les rend plus vulnérables aux phénomènes d'éolisation et leur résilience est plus faible face à l'impact des tempêtes (Castelle et al., 2017).

En revanche sur chacun des profils, bien que le front de la dune, sa crête et son plateau ont évolué de manière significative, le pied de dune interne apparaît plus stable et peu influencé par ces changements. Ces secteurs sont tous gérés par l'ONF sur la période étudiée, mais aucune information ne permet d'interpréter ces changements morphologiques au regard des interventions de gestion qui auraient pu avoir lieu.

PREFECTURE DE LA GIRONDE
CARACTERISATION DES ALEAS « RECUIL DU TRAIT DE COTE » ET « MIGRATION DUNAIRE » DANS LE CADRE DE LA REVISION DU PLAN DE PREVENTION DES RISQUES LITTORAUX DE LA COMMUNE DE LEGE-CAP FERRET

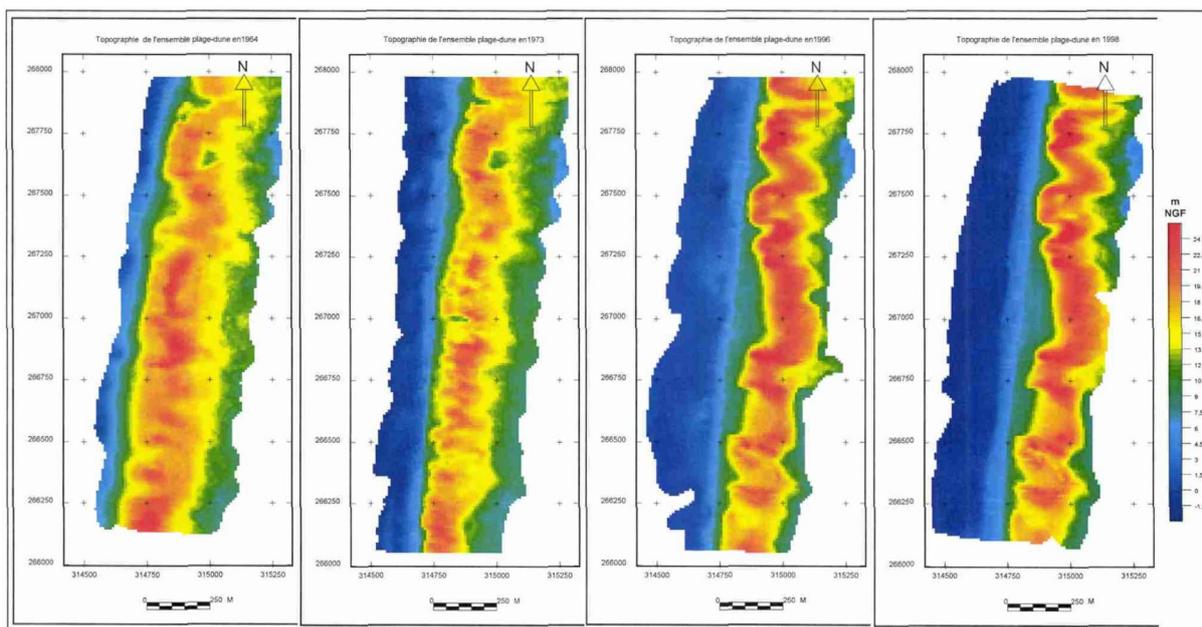


Figure 3-4 : Représentation cartographique des 4 MNT (1964, 1973, 1996 et 1998) générés par stéréoscopie entre la plage du Petit Train et la plage des Dunes (Le Nindre et al., 2001).

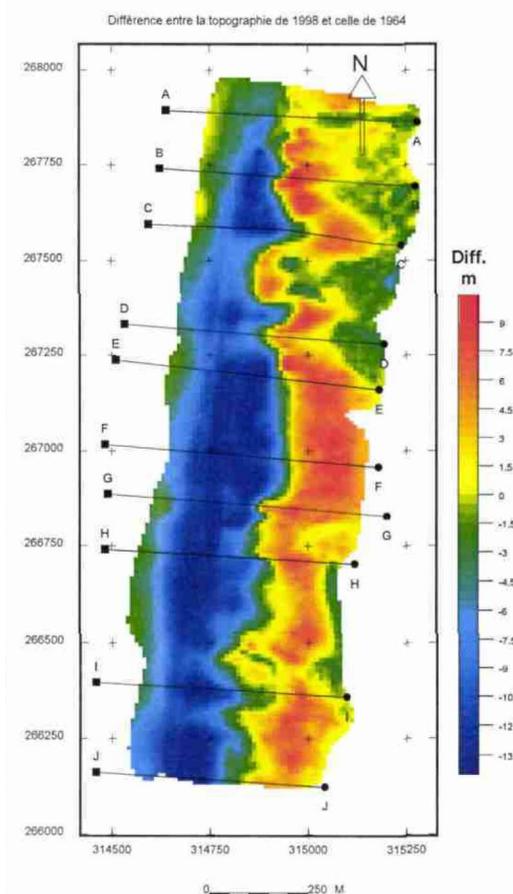
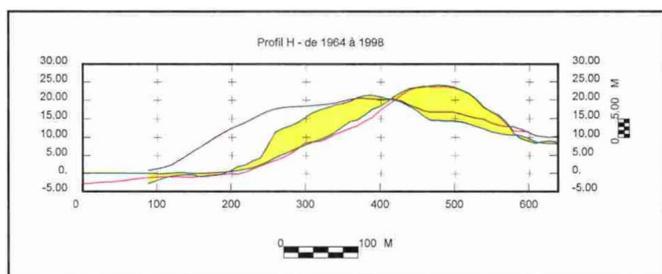
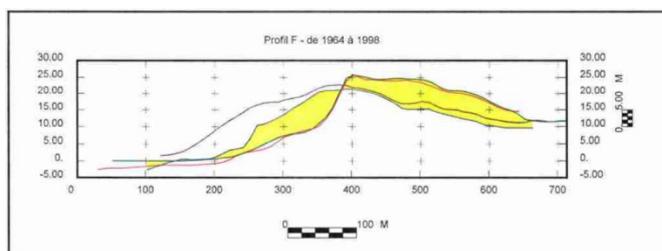
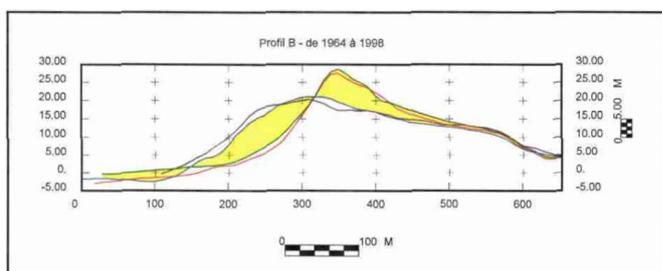


Figure 3-5 : Profils générés à partir des MNT sur la période 1964-1998.

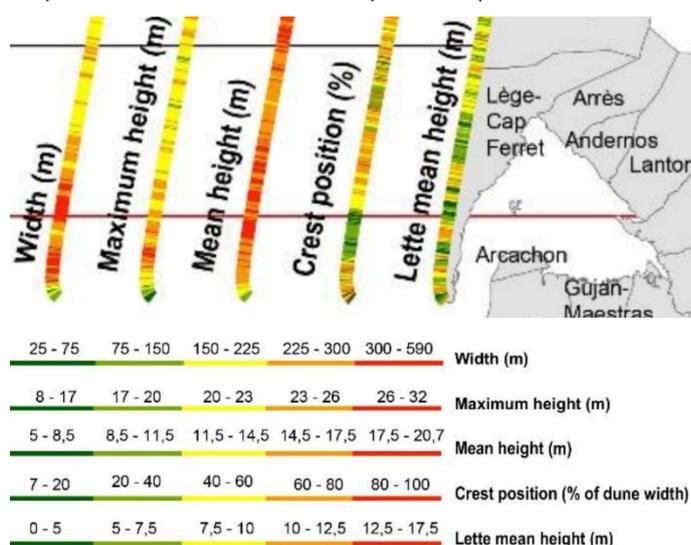
3.3.2. Exploitation de données LiDAR sur la façade océanique (Bossard, 2019 ; Bossard & Nicolae Lerma, 2020)

Depuis 2011, des levés LiDAR sont régulièrement effectués par l'IGN sur le littoral aquitain. Les données traitées se présentent sous la forme de MNT de résolution de 1 m et recouvrent de manière homogène le système dunaire depuis la plage jusqu'à l'arrière-dune. En effectuant des analyses adéquates, ces données topographiques sont un outil précieux pour étudier de manière quantitative les morphologies et les évolutions des dunes. Cinq levés LiDAR ont ainsi été utilisés par Bossard (2019) et Bossard & Nicolae Lerma (2020) pour réaliser leurs travaux à l'échelle régionale. Ils couvrent les années :

- ▶ 2011,
- ▶ 2014,
- ▶ 2016,
- ▶ 2017,
- ▶ et 2018.

A partir de ces données, des indicateurs morphologiques, visant à englober la diversité régionale, ont été extraits ou calculés sur l'intégralité du littoral aquitain. Ces indicateurs ont ensuite été cartographiés et croisés à l'intérieur de polygones rectangulaires contiguës de 100 m de large et perpendiculaires au trait de côte. Ce croisement d'informations quantitatives a permis d'aboutir à une classification et d'établir un état morphologique des dunes et de leur évolution récente.

L'intégralité de la façade océanique du Cap Ferret étant couverte par ces données, elles peuvent servir d'indicateur morphologique des dunes, en l'absence d'étude plus locale. Les figures suivantes synthétisent les indicateurs utilisés et leurs classifications respectives. Seule l'emprise spatiale des résultats correspondant au Cap Ferret a été extraite des travaux réalisés. Les indicateurs utilisés sont précisés pour chaque figure. Le détail de la méthodologie utilisée pour calculer ces indicateurs est disponible dans l'article correspondant (Bossard et Nicolae Lerma, 2020).



▶ La Figure 3-6 présente des indicateurs qui permettent de caractériser métriquement la morphologie des dunes :

- La largeur de la dune,
- La hauteur maximale,
- La hauteur moyenne,
- La position de la crête,
- La hauteur moyenne de la lette.

La morphologie des dunes est très hétérogène sur la façade océanique du Cap Ferret. Un gradient de la dimension des dunes est néanmoins observable sur la cartographie : les dunes ont tendance à s'élargir vers le sud du Cap Ferret, avec une crête plus haute et positionnée plus vers la mer. A l'extrémité de la pointe, la dimension des dunes est fortement réduite pour tous les indicateurs.

Figure 3-6 : Caractéristiques morphométriques des cordons bordiers extraites à partir de données LiDAR (Bossard & Nicolae Lerma, 2020).

Le croisement de ces indicateurs morphologiques sur l'état des dunes a été effectué dans le cadre d'un stage au BRGM (Bossard, 2019). Il permet d'aboutir à une typologie du cordon bordier. Quatre catégories sont proposées :

- **Cordon Calibré Type** : cordon standard de la région Aquitaine, avec des dimensions importantes,
- **Cordon Étalaé** : largeur importante, mais altitude maximale relativement basse, similaire en volume au cordon calibré type,
- **Cordon Étroit** : altitude maximale élevée, mais largeur relativement faible, comparé au cordon calibré type,
- **Cordon Réduit/Restreint** : dimensions nettement plus petites, résultant de l'érosion ou d'un choix initial de construction limité en raison de la disponibilité réduite de sédiments ou de l'absence d'enjeux immédiats pour un cordon plus important.

Le « cordon calibré type » domine largement la répartition de l'état des dunes sur la façade océanique du Cap Ferret (Figure 3-7). La pointe du Cap Ferret ressort de cette typologie : l'état des dunes est classé comme « réduit / restreint » notamment en raison des processus d'érosion du trait de côte et du stock sédimentaire réduit du cordon qui influencent fortement l'état de la dune dans ce secteur, ainsi que de la proximité directe des enjeux qui contraignent les stratégies possibles.

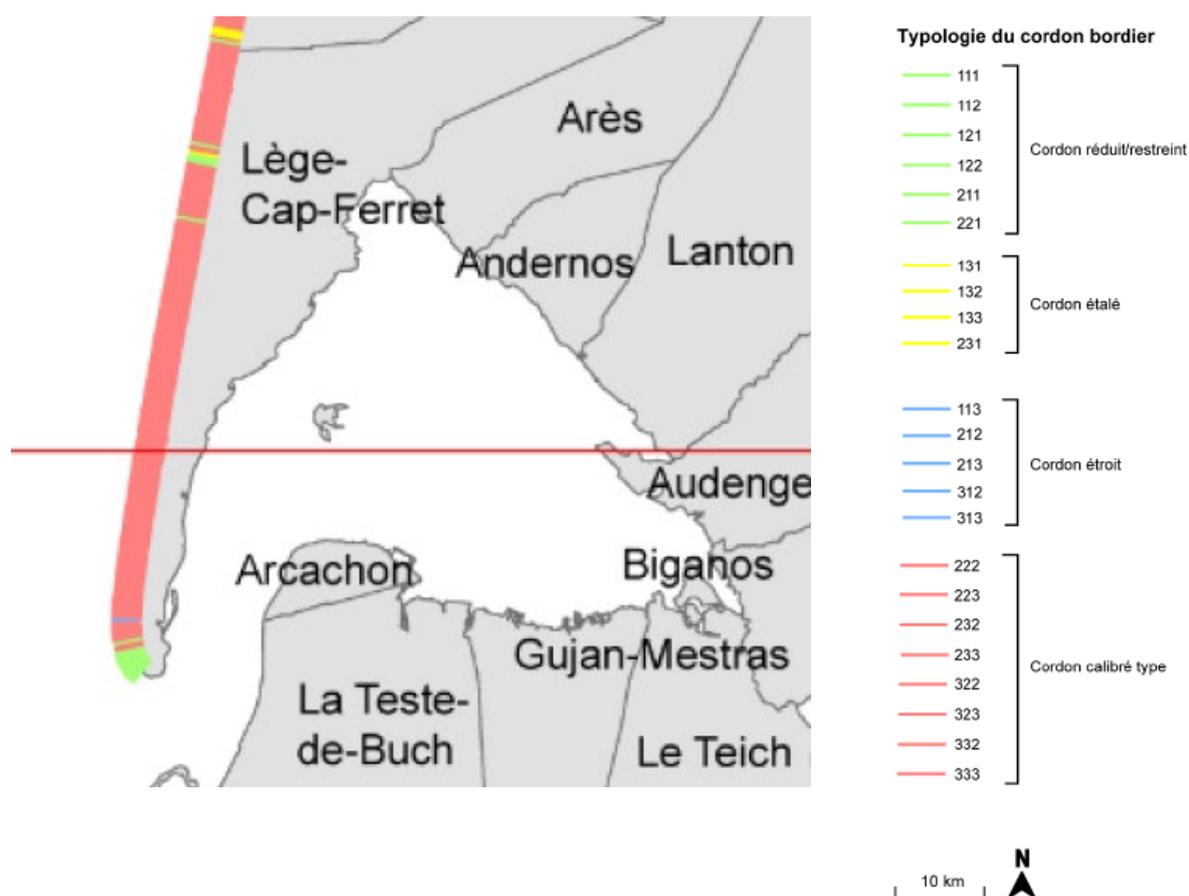


Figure 3-7 : Typologie des cordons bordiers de la façade océanique de Lège-Cap Ferret obtenue à partir du croisement de paramètres morphologiques (extrait de Bossard, 2019).

PREFECTURE DE LA GIRONDE
CARACTERISATION DES ALEAS « RECU DE LA COTE » ET « MIGRATION DUNAIRE » DANS LE CADRE DE LA REVISION DU PLAN DE PREVENTION DES RISQUES LITTORAUX DE LA COMMUNE DE LEGE-CAP FERRET

► La Figure 3-8 présente des indicateurs qui permettent de caractériser les facteurs à l'origine de la mobilité des dunes :

- La mobilité du trait de côte,
- La capacité de résilience du système dune-plage,
- La mobilité éolienne du front de dune,
- Le nombre d'interventions pour gérer la dune.

Ces indicateurs font ressortir également une forte hétérogénéité des facteurs à l'origine de la mobilité des dunes. Selon les indicateurs, certains secteurs sont identifiables : le secteur de la Pointe du Cap Ferret dénote particulièrement en raison des taux d'érosion et de la faible résilience du système plage-dune.

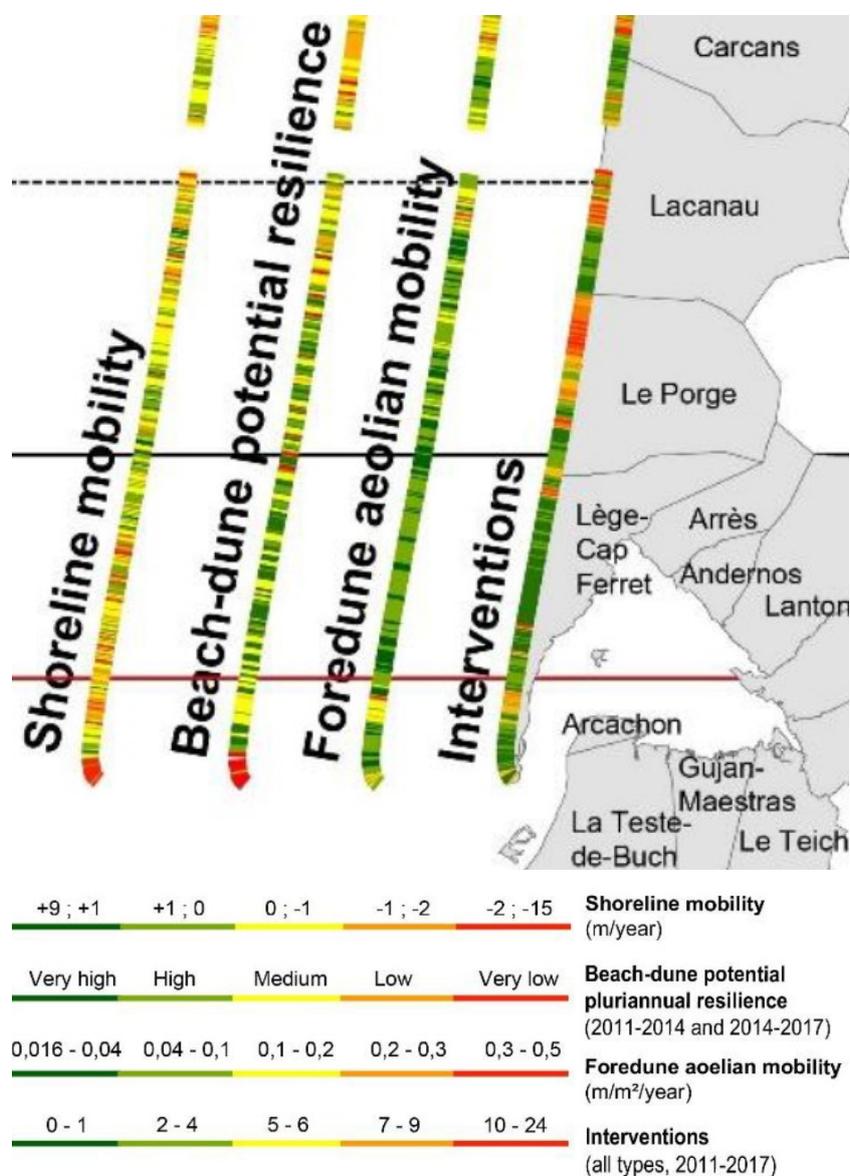


Figure 3-8 : Caractéristiques morphodynamiques du système plage-dune extraites à partir de données LiDAR (Bossard & Nicolae Lerma, 2020).

- ▶ La Figure 3-9 présente des indicateurs permettant d'identifier les secteurs dynamiques des dunes :
 - L'évolution récente du front dunaire (escarpement/falaise ou accumulation),
 - La localisation et la taille des caoudeyres,
 - La localisation et la taille de lobes de dépôt.

Sur la façade océanique de la commune de Lège-Cap Ferret, l'évolution récente du front dunaire est majoritairement dominée par des formes d'accumulation. Il existe des secteurs très localisés marqués par des formes d'érosion, et de nouveau, seule l'extrémité de la Pointe apparaît nettement dominée par des formes d'érosion du front dunaire. Les caoudeyres et les lobes de dépôt sont localisés soit au nord soit au sud de la commune.

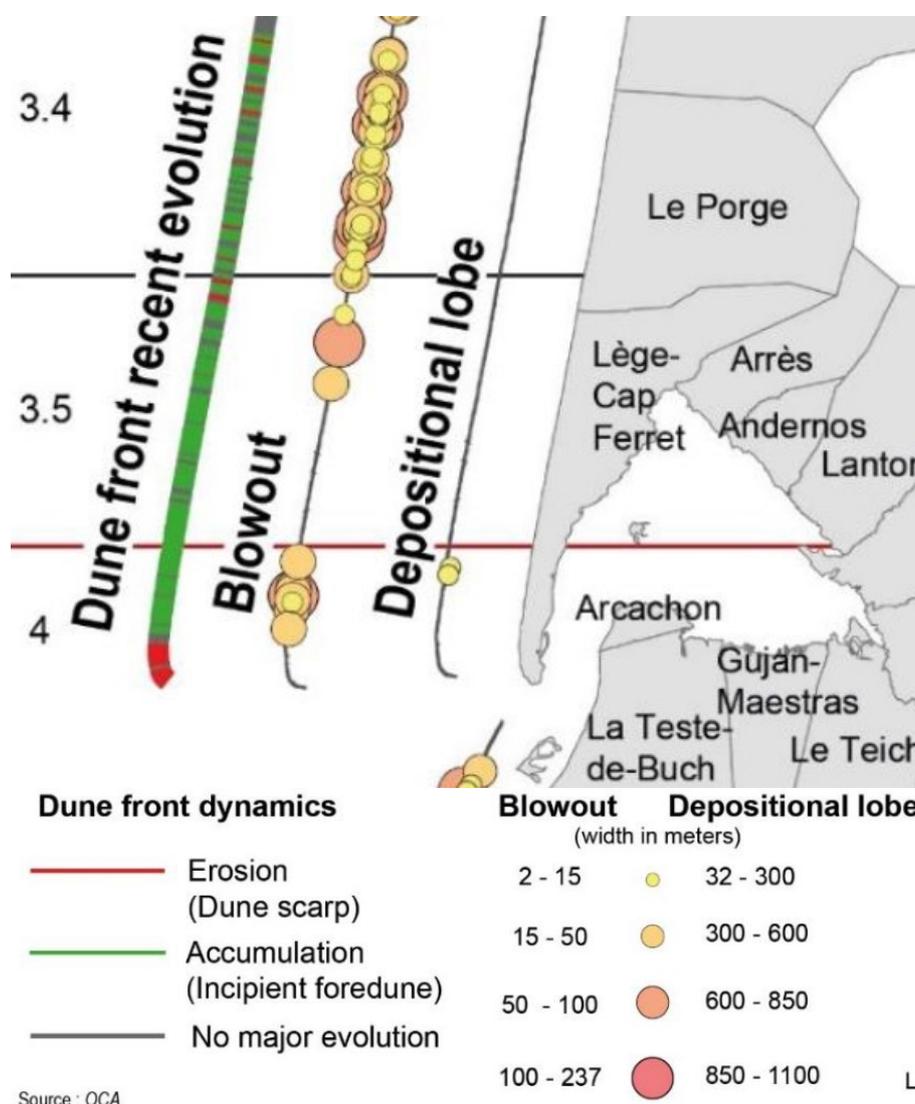


Figure 3-9 : Recensement des formes d'érosion et d'accumulation observées et mesurées sur les fronts dunaires en 2017 (extrait de Bossard & Nicolae Lerma, 2020) ; les numéros 3.4, 3.5 et 4 correspondent aux sous-cellules hydrosédimentaires.

► La Figure 3-10 présente des indicateurs permettant de comptabiliser les types d'intervention sur les dunes. Les interventions suivantes sont recensées :

- Le remodelage (« reshaping »),
- La plantation (« planting »),
- La couverture de branchages (« branches cover »),
- Les ganivelles ou autres clôtures coupe-vent (« wind fences »).

Un gradient des interventions est observable, du nord vers le sud de la commune, où le nombre d'intervention est plus important à hauteur de la partie urbanisée de la façade océanique du Cap Ferret. La présence d'habitations et de structure oriente la stratégie de l'ONF vers des interventions plus nombreuses dans ces secteurs où la mobilité de la dune n'est pas nécessairement la plus importante.

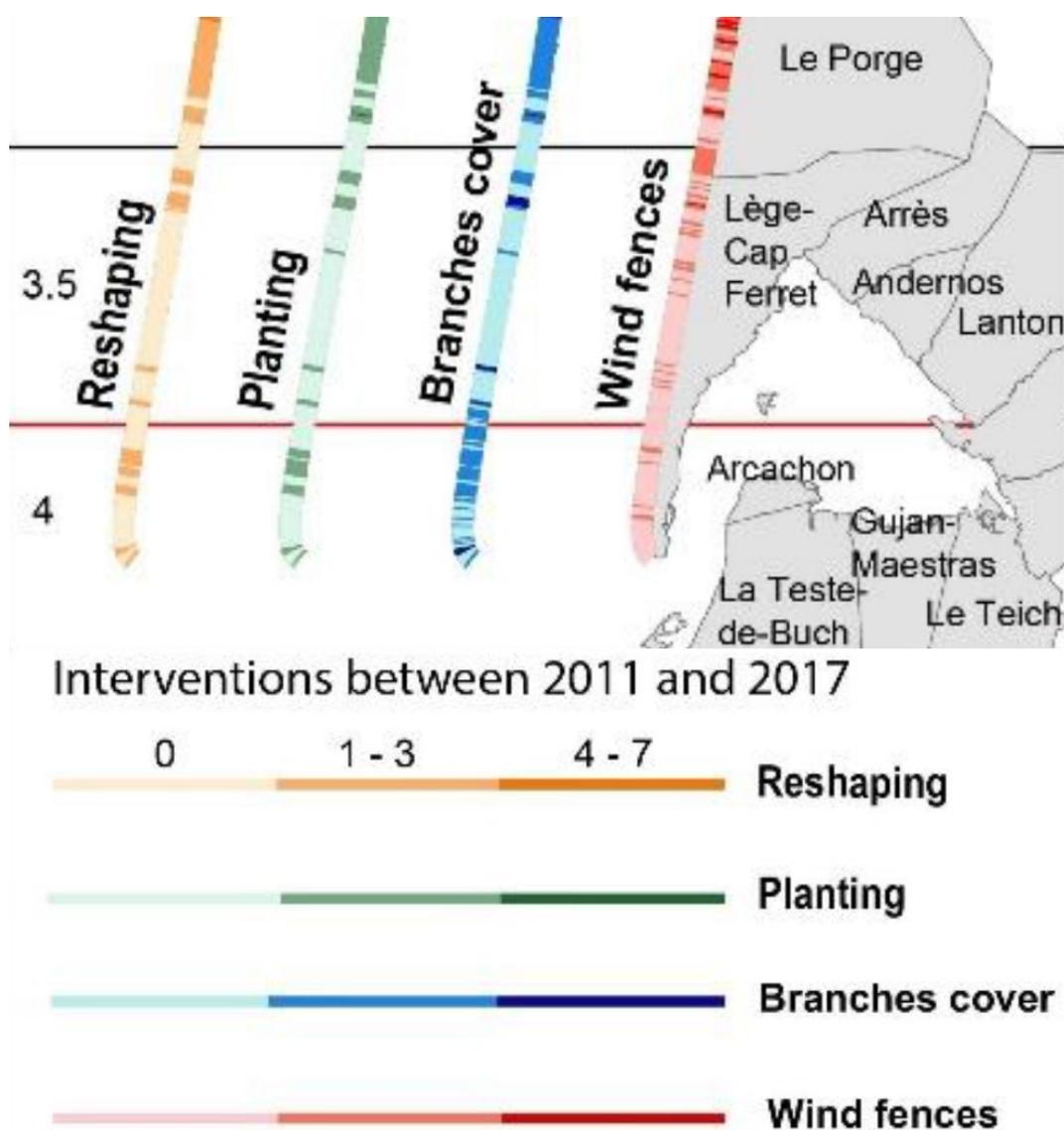


Figure 3-10 : Typologie et nombre d'interventions de l'ONF entre 2011 et 2017 (extrait de Bossard & Nicolae Lerma, 2020) ; les numéros 3.5 et 4 correspondent aux sous-cellules hydrosédimentaires.

- ▶ La Figure 3-11 propose une estimation temporelle de la potentielle disparition du cordon dunaire en comparant la largeur de la dune avec les taux de recul du trait de côte (taux établis dans le cadre des travaux de Bossard et Nicolae Lerma, 2020). Un maintien des cordons dunaires pour une durée au moins supérieure à 100 ans est envisagé sur une grande majorité de la façade océanique de la commune, à l'exception de la Pointe du Cap Ferret dont les dunes pourraient disparaître dans moins de 50 ans voire dans moins de 25 ans. Plusieurs paramètres expliquant cette vulnérabilité sont exposés par les auteurs (Bossard & Nicolae Lerma, 2020) : tout d'abord, les taux de recul du trait de côte considérés à la Pointe du Cap Ferret sont très importants, et concernant les dunes, le stock sédimentaire disponible est faible et leur potentielle mobilité est restreinte par l'urbanisation en arrière-dune dans ce secteur.

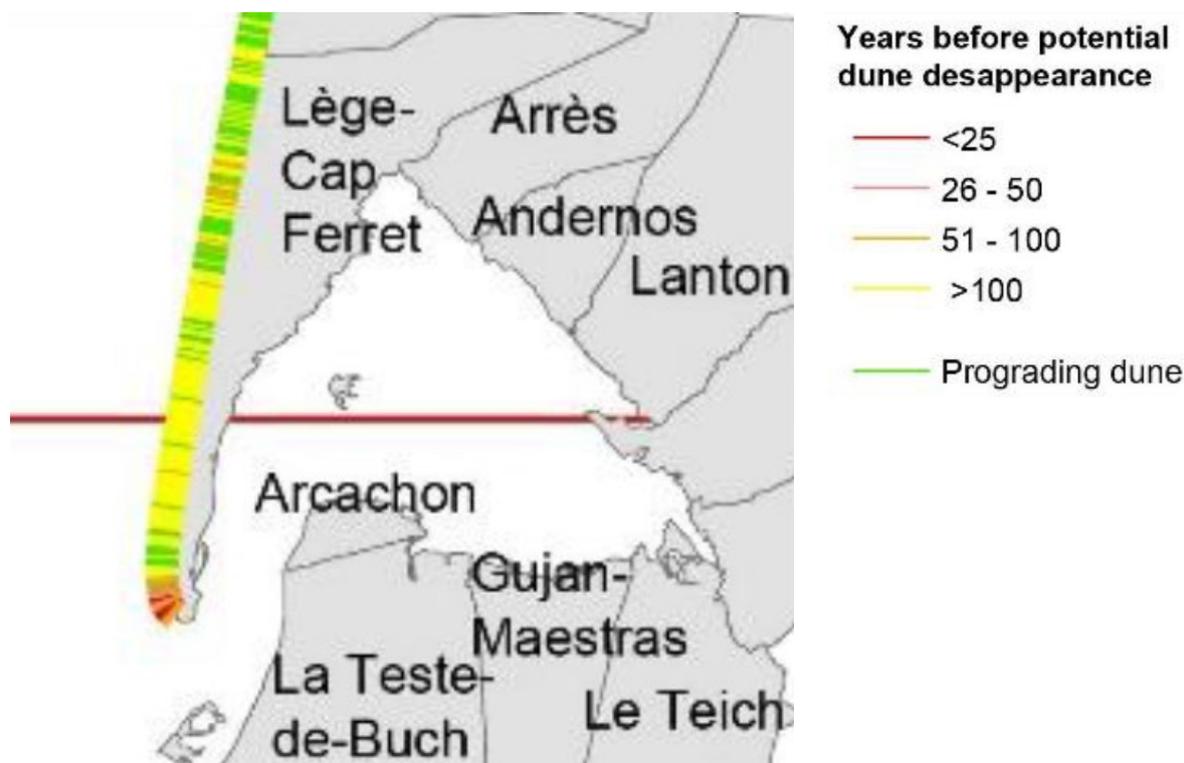


Figure 3-11 : Estimation du nombre d'année avant l'érosion de la largeur de dune disponible en faisant l'hypothèse d'une continuité des taux de recul du trait de côte sur la période 1985-2014 (extrait de Bossard & Nicolae Lerma, 2020).

Ces données ont également été utilisées de manière plus localisée pour analyser des études de cas dans le cadre du stage de Victor Bossard (2019). Deux secteurs du Cap Ferret ont notamment été choisis :

- ▶ Un profil au nord de la commune (Figure 3-12),
- ▶ Un profil plus au sud de la commune correspondant au site de la Torchère (Figure 3-13).

Le site de la Torchère est caractérisé par une forte mobilité sédimentaire : le transport sédimentaire du front de dune vers les terres s'observe facilement, notamment par la formation d'une large pourrière en son sommet (Figure 3-13).

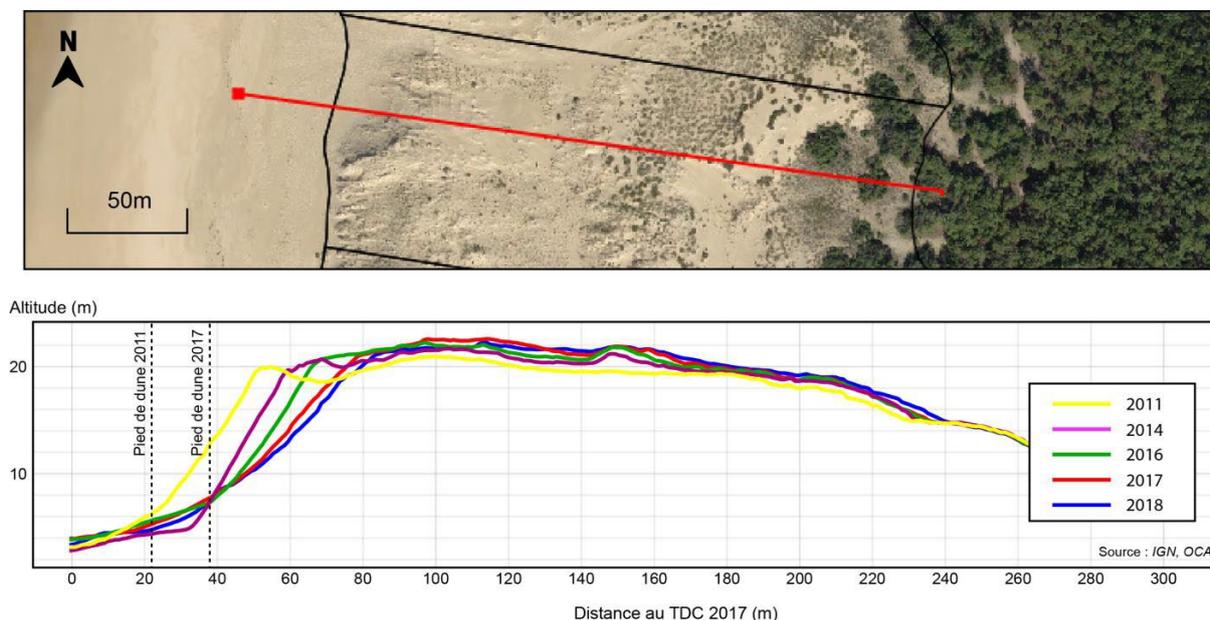


Figure 3-12 : Evolution du profil de la dune au nord du Cap Ferret entre 2011 et 2018, illustrant les mouvements sédimentaires du front de dune vers le revers interne, plus stable (Bossard, 2019).

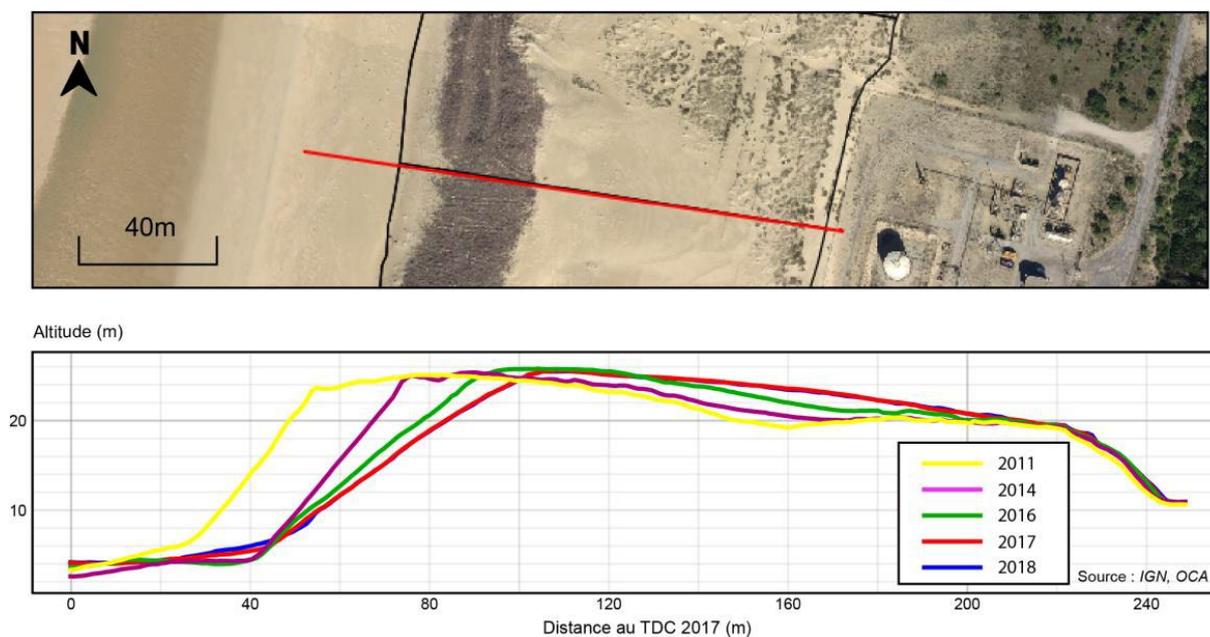


Figure 3-13 : Evolution du profil de la dune de la Torchère entre 2011 et 2018, illustrant les mouvements sédimentaires importants sur le front de dune et plus de stabilité sur le revers interne (Bossard, 2019).

Ces études de cas ont permis d'analyser la déstabilisation du cordon bordier à la suite de l'impact des événements de l'hiver 2013-2014. Le recul progressif du cordon dunaire du site de la Torchère a été mis en évidence par le couplage des orthophotographies disponibles aux différentiels Lidar sur la période 2011-2017 (Figure 3-14).

PREFECTURE DE LA GIRONDE
CARACTERISATION DES ALEAS « RECU DU TRAIT DE COTE » ET « MIGRATION DUNAIRE » DANS LE CADRE DE LA REVISION DU PLAN DE PREVENTION DES RISQUES LITTORAUX DE LA COMMUNE DE LEGE-CAP FERRET

Sur les deux sites analysés, des travaux (plantation d'oyats et pose de couvertures de branchages) ont été entrepris par l'ONF entre 2014 et 2017 pour réduire l'éolisation du front dunaire et stabiliser la dune. Ces interventions ont favorisé le développement de la végétation en arrière (Figure 3-14 – e) ; l'érosion éolienne est depuis maîtrisée.

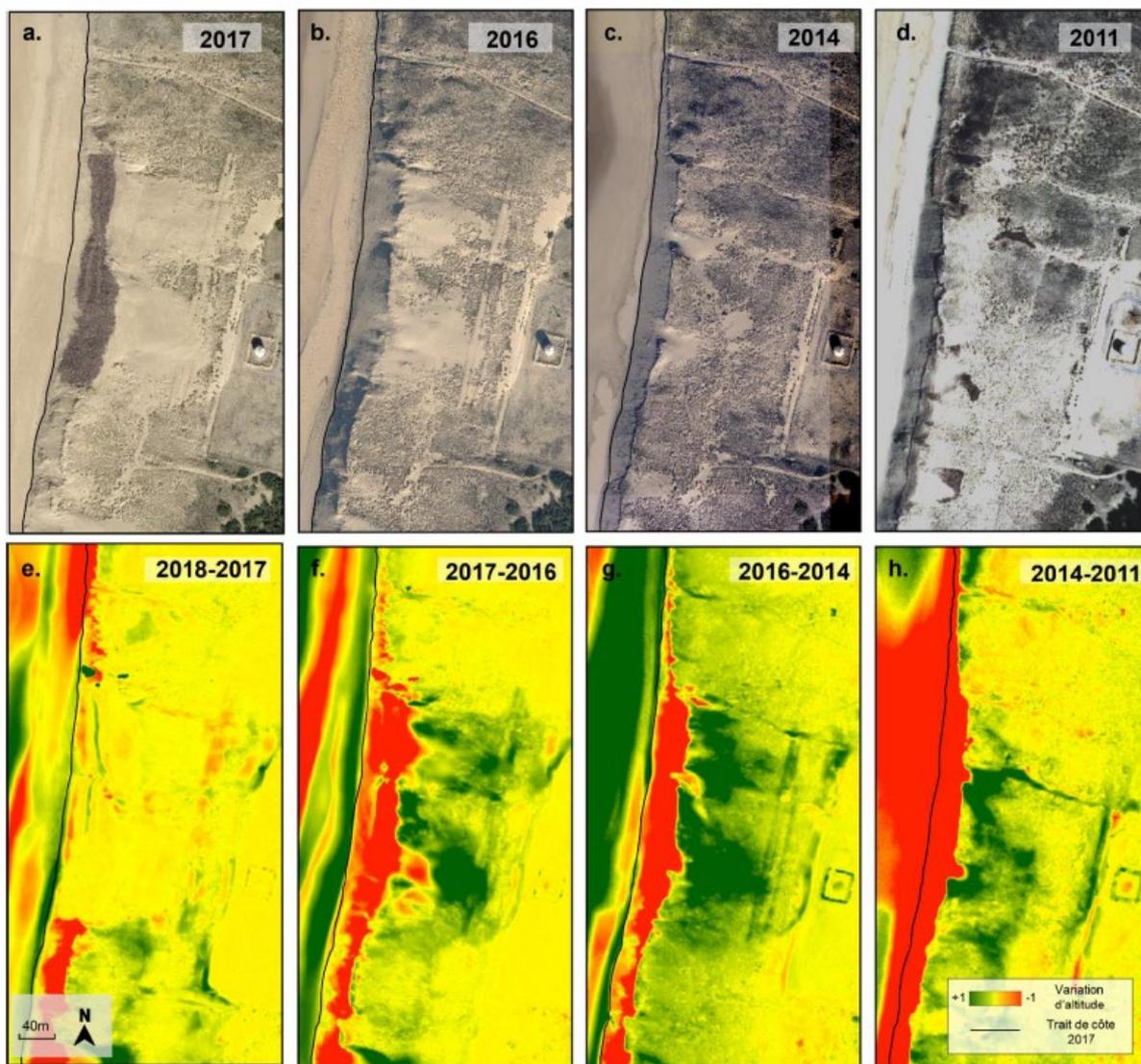


Figure 3-14 : Evolution du cordon dunaire sur le site de la Torchère, illustrant les dynamiques d'érosion puis de stabilisation après intervention (Bossard, 2019).

3.4. Peut-on établir des scénarios de projection pour un PPRL à partir des résultats de ces approches quantitatives ?

Ces différentes approches quantitatives s'appuient sur des observations, à l'échelle événementielle ou à l'échelle pluri-décennale, pour caractériser l'évolution morphologique des dunes. Les résultats montrent une forte dépendance de la mobilité de la dune à l'état de cette dernière, ainsi qu'à la présence d'interventions pour la stabiliser. L'état de la dune est notamment caractérisé par :

- ▶ Ses dimensions et le stock sédimentaire disponible mesurables par des indicateurs morphométriques,
- ▶ Le couvert végétal et les phénomènes d'éolisation,
- ▶ Les modes de gestion ou les interventions de l'ONF,
- ▶ Le recul du trait de côte.

Le secteur des « ensablés » est un exemple pertinent et documenté, sur le territoire de la commune, qui confirme qu'en l'absence de végétation et de contrôle de l'ONF, la migration dunaire au Cap Ferret est bien toujours un aléa présent, qui a atteint des rythmes allant **jusqu'à - 20 m/an** sur des périodes courtes de forte mobilité. Cette valeur sera donc utilisée comme valeur du L_{max} conformément à méthodologie PPRL.

La calibration du cordon dunaire depuis le 19^{ème} siècle, ainsi que les interventions et les stratégies de l'ONF, à court terme et à long terme, pour stabiliser les dunes depuis plusieurs décennies, rendent **impossible toute approche historique pour calculer un taux de recul du pied de dune interne**. Les dunes ont migré vers l'intérieur des terres depuis plusieurs siècles, mais aujourd'hui les interventions humaines sont parvenues à stabiliser ce phénomène. Les facteurs à l'origine de la mobilité des dunes n'ont pas changé : en l'absence de ces interventions lourdes et douces sur les cordons dunaires, les exemples sur le Cap Ferret montrent que la migration dunaire peut s'enclencher de nouveau rapidement.

Une bonne connaissance des modes de gestion et de l'état de la dune à l'année de référence apparaît un élément essentiel pour envisager l'évolution de la dune dans les 100 prochaines années. L'analyse récente du BRGM de la morphologie des cordons dunaires à partir de données LiDAR constitue une source d'information primordiale pour caractériser l'état des dunes à l'année de référence du PPRL en cours de révision. Par conséquent, les **éléments morphométriques de l'état des dunes, ainsi que les typologies qui en découlent**, seront utilisés pour élaborer les scénarios de projection de l'aléa migration dunaire dans le cadre de la révision du PPRL de Lège-Cap Ferret.

4. Méthodologie de caractérisation de l'aléa migration dunaire dans le cadre de la révision du PPRL de Lège-Cap Ferret

Cette partie détaille la méthodologie proposée par le groupe de travail « migration dunaire », mis en place en 2018. Ce groupe de travail a constitué une base de données nationale et internationale sur le sujet et s'est réuni à plusieurs occasions pour échanger et définir, à partir des critères pertinents sur la façade aquitaine, la présente méthodologie de caractérisation de l'aléa « migration dunaire ». Les comptes-rendus des réunions de ce groupe de travail sont disponibles en Annexe 1 à 4.

4.1. Principe général

L'état des connaissances sur la migration dunaire au Cap Ferret est riche d'informations et d'enseignements. Une approche historique a permis d'appréhender cet aléa depuis plusieurs siècles, mais pas de calculer des taux de recul qui pourraient être utilisés pour les scénarios de projection. En effet, les interventions humaines pour maîtriser, voire modeler, les dunes pour préserver des enjeux présents en arrière de ces dernières, empêchent toute démarche de reporter dans des scénarios de projection les dynamiques observées dans le passé. En revanche, cette synthèse des connaissances permet de constater que **l'état de la dune et les modes de gestion** sont des paramètres déterminants pour comprendre leur évolution et envisager la position future du pied de dune interne. Ces deux aspects constituent des paramètres primordiaux à prendre en compte dans l'élaboration des scénarios de projection à l'horizon 2120. Trois étapes seront donc nécessaires pour caractériser l'aléa « migration dunaire » à l'horizon 2120.

- ▶ Dans un premier temps, un état des dunes et des modes de gestion à l'année de référence sera réalisé pour l'ensemble de la façade océanique de la commune de Lège-Cap Ferret. Cette démarche s'appuiera notamment sur :
 - **L'analyse morphométrique** du BRGM présentée ci-avant et des typologies qui en découlent.
 - Ces informations morphologiques sur l'état des dunes seront complétées par des informations transmises par l'ONF sur **la nature et la couverture végétale**, sur **les modes de gestion en cours et futurs**, ainsi que sur des **désordres récents** qui auraient pu être identifiés.

L'objectif de cet état des dunes est de déterminer des tronçons homogènes pour lesquels des hypothèses d'évolution pourront être proposées.

- ▶ Dans un second temps, un inventaire de l'évolution possible des dunes en fonction de leur état sera réalisé. Le manque de données sur la dynamique et la diversité des dunes du Cap Ferret ne permet pas d'alimenter cet inventaire. En revanche, cet inventaire s'appuiera sur des études de cas extérieures au Cap Ferret sur le reste du littoral aquitain. Les taux de recul du pied de dune interne pour chaque cas identifié seront classés selon des critères identiques à l'état des dunes du Cap Ferret réalisé précédemment. Cette classification identifiera les paramètres suivants :
 - **L'état des dunes** (morphologie, végétation),
 - **Les modes de gestion** mis en place et **les enjeux présents** qui ont influencé cette stratégie,
 - Et enfin du **contexte de recul du trait de côte**.

Cet inventaire qui s'appuie sur des études de cas extérieures au Cap Ferret sera alimenté par les membres du groupe de travail sur la migration dunaire.

- ▶ Dans un troisième temps, l'état des dunes du Cap Ferret sera croisé avec l'inventaire des taux d'évolution possibles des cas aquitains. En fonction des paramètres identiques, des hypothèses d'évolution future seront proposées. Ces hypothèses tiendront compte des informations disponibles sur les stratégies de gestion des dunes envisagées par l'ONF pour protéger les éventuels enjeux présents en arrière des dunes.

4.2. Etat des dunes de la commune de Lège-Cap Ferret

L'état des dunes de la commune de Lège-Cap Ferret sera synthétisé sous la forme de cartographie et de tableaux et rassemblera les éléments suivants :

- La dimension des dunes (largeur, hauteur),
- La couverture végétale et sa nature,
- La présence de désordres éventuels (caoudeyre, déflation éolienne, etc.),
- Les modes de gestion mis en place,
- Les enjeux présents qui ont influencé cette stratégie de gestion,
- Le contexte de recul de trait de côte et de stock sédimentaire disponible.

Ces éléments seront extraits des analyses existantes sur le secteur, dont celle du BRGM (Bossard, 2019 ; Bossard & Nicolae Lerma, 2020), ainsi que des informations supplémentaires qui seront transmises par l'ONF. Le contexte du recul du trait de côte s'appuiera sur les résultats de la caractérisation de l'aléa « recul du trait de côte » réalisée dans le cadre de cette même révision du PPRL de Lège-Cap Ferret (voir rapport de phase 2.1).

Pour chacun de ces éléments, une typologie, dont les classes seront déterminées en fonction de la bibliographie et de l'expertise de Créocéan, sera donc réalisée afin de répondre aux objectifs finaux de l'étude. Cette typologie aura pour objectif de déterminer des tronçons homogènes de dune sur l'intégralité de la façade océanique de la commune de Lège-Cap Ferret.

4.3. Inventaire des taux d'évolution à partir de cas aquitains

La synthèse des connaissances sur les dunes du Cap Ferret a montré qu'elles sont de plusieurs types. Leur mobilité passée témoigne également de l'amplitude des mouvements sédimentaires qui peuvent survenir rapidement en l'absence de gestion de l'ONF. Cependant, il n'existe pas d'étude sur le Cap Ferret qui permette de caractériser le recul du pied de dune interne suivant la diversité de morphologie et de l'état de dunes de ce territoire communal.

Le groupe de travail sur la migration dunaire est arrivé à la conclusion qu'il est nécessaire de s'appuyer sur des études de cas plus documentés, à l'échelle du littoral aquitain, qui permettent de caractériser un taux de recul du pied de dune interne en fonction d'un contexte défini. Des éléments de bibliographie ont par ailleurs été publiés récemment, après la rédaction du rapport de phase 1 de la présente étude qui fait la synthèse du fonctionnement du littoral de la commune de Lège-Cap Ferret.

L'inventaire prendra la forme d'un tableau de synthèse récapitulant les éléments du contexte pour chacun des cas identifiés. Ces éléments de contexte s'appuieront sur les mêmes critères et paramètres utilisés dans le cadre de l'élaboration de l'état des dunes du Cap Ferret.

Les membres du groupe de travail sur la migration dunaire alimenteront cet inventaire à partir de cas dont la diversité permettra de déterminer un panel d'évolution possible du pied de dune interne en fonction des typologies de dunes de la commune de Lège-Cap Ferret. Cet inventaire, qui s'appuiera sur des cas situés sur les massifs dunaires aquitains, pourra être réutilisé en dehors du cadre de la révision du PPRL de Lège-Cap Ferret (par exemple pour un PPRL d'une autre commune ou pour toute autre étude ayant besoin de ces informations). Il a vocation à pouvoir aider à envisager l'évolution future de cordons dunaires dont le contexte et l'état des dunes correspondront aux critères pris en compte pour cet inventaire.

4.4. Construction des scénarios de projection

La migration future des dunes de la commune de Lège-Cap Ferret sera envisagée à partir du croisement entre leur état à l'année de référence déterminé dans le premier temps de la méthode, et l'inventaire des taux de recul possibles et leur temporalité réalisés dans le second temps de la méthode. Différents T_x seront proposés en fonction des caractéristiques communes entre les tronçons homogènes du Cap Ferret avec les cas aquitains identifiés dans l'inventaire.

Les scénarios seront envisagés en tenant compte du contexte du recul du trait de côte pour chaque tronçon homogène. En effet, les reculs peuvent être très importants à la Pointe du Cap Ferret pouvant conduire à l'effacement du cordon dunaire en l'absence de stratégie adaptée (Bossard & Nicolae Lerma, 2020). Dans ce cas, le recul du trait de côte pourrait interférer avec le recul du pied de dune interne ; une approche spécifique sera alors proposée pour tenir compte de ce phénomène.

Les modes de gestion envisagés pour les années à venir seront un élément essentiel pour élaborer les scénarios de projection du recul du pied de dune interne : dans le passé, les modes de gestion ou leur absence ont principalement déterminé la mobilité des dunes. Aussi, à partir des informations transmises par l'ONF, et en collaboration avec les experts du site d'étude de cet office, les scénarios de projection intégreront la stratégie envisagée et une temporalité du maintien ou non de cette stratégie.

Conformément aux recommandations du guide méthodologique, des scénarios d'évolution seront construits sur une période de 100 ans à partir de l'année de référence de l'étude : 2020. Un L_{max} sera ajouté à la bande d'aléa. Cette valeur du L_{max} correspondra au recul maximal mesuré sur le terrain par l'ONF lors des épisodes d'ensablement de la fin des années 90 dans le quartier des ensablés, soit **-20 mètres** (voir 3.1).

La prise en compte de l'effet du changement climatique est facultative dans le guide méthodologique d'élaboration des PPRL. Plusieurs effets du changement climatique impactent déjà le littoral aquitain ou sont attendus pour le siècle à venir :

- ▶ Les feux de forêt,
- ▶ Le « Greening » (croissance plus importante de la végétation sous l'effet d'une température plus chaude et d'une plus forte humidité),
- ▶ Le changement du climat de vent.

Cependant, il n'existe à ce jour aucun consensus scientifique permettant de statuer sur un impact de ces phénomènes sur la migration du pied de dune interne. Aussi, il n'est pas envisagé de tenir compte de ce paramètre pour la construction des scénarios de projection de la migration dunaire.

5. Conclusion et suites à donner

Les réflexions et les recherches menées par le groupe de travail de 2018 à 2023 ont permis d'aboutir à une méthodologie de caractérisation de l'aléa « migration dunaire » pour la façade littorale aquitaine. Elle répond aux recommandations du guide PPRL de 2014 par la formule :

$$Lr = 100.Tx + Lmax$$

Avec :

- T_x : le taux de recul défini par typologie de dune,
- L_{max} : 20 mètres (recul maximal connu sur la façade océanique de Lège-Cap Ferret).

Cette méthodologie sera testée et utilisée dans le cadre de la révision du PPRL de Lège-Cap Ferret. L'aléa « migration dunaire » sera ensuite couplé à l'aléa « recul du trait de côte » pour aboutir à une cartographie harmonisée de la position du trait de côte et du revers interne de la dune à l'échéance 100 ans. Ces travaux seront réalisés dans le cadre des phases 3 et 4 de la présente étude.

Bibliographie

- ARTELIA, GEOTRANSFERT, 2015. Erosion au niveau des Passes du Bassin d'Arcachon. Phase 1.
- Aubié, S., Tastet, J.P., 2000. Coastal erosion, processes and rates : an historical study of the gironde coastline, southwestern France.
- Benoit Waeles - Consultant Génie Côtier, 2020. Analyses des évolutions morpho-sédimentaires de la Pointe du Cap Ferret et évaluation des effets d'un prolongement vers le Sud de la digue Bartherotte.
- Bernon, N., Mallet, C., Belon, R., 2016. Caractérisation de l'aléa recul du trait de côte sur le littoral de la côte aquitaine aux horizons 2025 et 2050 (Rapport final No. BRGM/RP-66277-FR).
- Bossard, V., 2019. Pratiques de gestion et comportement des dunes bordières, analyse des évolutions morphologiques le long de la côte Aquitaine (Rapport de stage master 2). Université de La Rochelle / BRGM Pessac.
- Bossard, V., Nicolae Lerma, A., 2020. Geomorphologic characteristics and evolution of managed dunes on the South West Coast of France. *Geomorphology* 367, 107312. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2020.107312>
- BRGM, Ifremer, 1997. Elaboration d'un outil de gestion prévisionnelle de la côte Aquitaine - Phase 1 : reconnaissance - évolution historique - Rapport de synthèse.
- BRGM, ONF, 2018. Atlas morphodynamique de la côte sableuse aquitaine (No. BRGM/RP-67152-FR).
- Castelle, B., Bujan, S., Ferreira, S., Dodet, G., 2017. Foredune morphological changes and beach recovery from the extreme 2013/2014 winter at a high-energy sandy coast. *Mar. Geol.* 385, 41–55. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2016.12.006>
- Desmazes, F., Muller, H., Garcin, M., Belon, R., Baudouin, V., 2014. Méthodologie de détermination du recul maximal des dunes pour les événements extrêmes (No. Rapport final).
- Favennec, J., 2002. Connaissance et gestion durable des dunes de la côte atlantique - Manuel récapitulatif des enseignements du projet européen Life-Environment de « Réhabilitation et gestion durable de quatre dunes françaises », Les Dossiers Forestiers.
- Favennec, J., Rosebery, D., Maugard, F., Mallet, C., Bernon, N., Mugica, J., Desmazes, F., Garcin, M., Stéphanian, A., De La Torre, Y., Clus-Auby, C., Millescamps, B., 2018. Atlas morphodynamique de la côte sableuse aquitaine (No. BRGM/RP-67152-FR).
- Gouguet, L., 2018. Guide de gestion des dunes et des plages associées, Quae. ed, Guide pratique.
- Hesp, P., 2002. Foredunes and blowouts: initiation, geomorphology and dynamics. *Geomorphology*, 29th Binghamton Geomorphology Symposium: Coastal Geomorphology 48, 245–268. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(02\)00184-8](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(02)00184-8)
- JO Sénat, 1991. Danger d'ensablement provoqué par les dunes privées du Cap-Ferret (Gironde) [WWW Document]. Sénat. URL <https://www.senat.fr/questions/base/1991/qSEQ911218920.html> (accessed 10.25.23).
- LCHF, 1973. Etude hydraulique du Bassin d'Arcachon (Rapport général M.I.A.C.A). Département de la Gironde. Service Maritime.
- Le Nindre, Y.M., Benhammouda, S., Rouzeau, O., Haas, H., Quessette, J.A., 2001. Elaboration d'un outil de gestion prévisionnelle de la côte Aquitaine. Phase 3 : diagnostic d'évolution et recommandations (No. BRGM/RP-50822-FR).
- MEDDE, 2014. Guide méthodologique : Plan de prévention des risques littoraux.
- Mugica, J., Bernon, N., 2017. Analyse préalable à la révision des PPRL érosion marine en Gironde. Intérêt et besoins techniques (No. BRGM/RP-67148-FR).
- Pedreras, R., 2000. Quantification et modélisation du transport éolien au niveau des zones côtières : application au littoral girondin. Bordeaux 1, Bordeaux.
- Psuty, N.P., 2004. The coastal foredune: a morphological basis for regional coastal dune development. *Coast. Dunes Ecol. Conserv.* Martínez ML Psuty NP Dir, Dordrecht, Springer 11–27.
- Robin, N., Billy, J., Castelle, B., Hesp, P., Nicolae Lerma, A., Laporte-Fauret, Q., Marieu, V., Rosebery, D., Bujan, S., Destribats, B., Michalet, R., 2021. 150 years of foredune initiation and evolution driven by human and natural processes. *Geomorphology* 374, 107516. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2020.107516>
- SOGREAH, LARAG, 1995. Evolution prévisible du Littoral de la Gironde. Préfecture de la Gironde.
- SOGREAH, PAB, 1997. Diagnostic de l'évolution du littoral sur la face orientale de la flèche du Cap Ferret : Examen de la prefaisabilité de solutions de protection envisageables.

PREFECTURE DE LA GIRONDE
CARACTERISATION DES ALEAS « REcul DU TRAIT DE COTE » ET « MIGRATION DUNAIRE » DANS LE CADRE DE
LA REVISION DU PLAN DE PREVENTION DES RISQUES LITTORAUX DE LA COMMUNE DE LEGE-CAP FERRET

Liste des Figures

Figure 1-1 : Profil caractéristique d'une dune littorale bien développée (Pedreros, 2000).	7
Figure 2-1 : La rue des Bernaches du secteur des "ensablés", en haut en 1989 (source : Annie Peyras / Archives Sud Ouest) avant les travaux de l'ONF, et en bas en 2020 (source : Google). Le sable a été dégagé de la route et des habitations, et le revers interne de la dune a été remodelé et stabilisé par la plantation de végétation.	11
Figure 2-2 : Migration de la dune bordière par érosion côté océan et par accumulation côté terre (Gouguet, 2018).	12
Figure 2-3 : A la pointe du Cap Ferret, cette maison est envahie par le sable le 3 février 1988 (Source : Romain Peyras / Archives Sud Ouest).	14
Figure 2-4 : L'entrée du garage de cette maison est obstruée par le sable à La Pointe du Cap Ferret, photographie prise le 22 février 1988 (Source : Romain Peyras / Archives Sud Ouest). 14	
Figure 2-5 : Schéma du système Goury mis en place pour modeler un cordon littoral protecteur des boisements (Robin et al., 2021).	15
Figure 2-6 : Extrait de la carte d'état-major de 1866 (Geoportail)	16
Figure 2-7 : Schéma d'un profil optimal de dune conceptualisé par l'ONF entre 1960 et 1980 (en haut), et d'un profil ayant évolué naturellement après un reprofilage (en bas) (Robin et al., 2021).	17
Figure 2-8 : Photographies illustrant le reprofilage mécanique des dunes atlantiques par les bulldozers de l'ONF (a), et la stabilisation du profil artificiel par la plantation d'oyats (b) entre les années 70 et 80 (Robin et al., 2021).	17
Figure 2-9 : Photographies du cordon transgressif de la dune dans le secteur des « ensablés » avant réhabilitation en 1988 (à gauche), et de la dune avançant dans le quartier des « ensablés » en 1994 (à droite) (Favennec et al., 2018, extrait de BRGM).	18
Figure 2-10 : Plantations de goubets autour des années 90 pour stabiliser les dunes du Cap Ferret (Source : Annie Peyras / Archives Sud Ouest).	18
Figure 3-1 : Profil type de l'état des 3 km de dunes de la Pointe (extrême pointe exclue) avant les travaux de stabilisation (Favennec, 2002).	20
Figure 3-2 : Photo de la dune au Cap Ferret à proximité d'habitations en 1990 avant les interventions de l'ONF pour modeler et végétaliser le massif dunaire qui migre vers l'intérieur des terres (Source : Archives Sud Ouest).	20
Figure 3-3 : Localisation du secteur dunaire de la plage de l'Horizon.	22
Figure 3-4 : Représentation cartographique des 4 MNT (1964, 1973, 1996 et 1998) générés par stéréoscopie entre la plage du Petit Train et la plage des Dunes (Le Nindre et al., 2001).	23
Figure 3-5 : Profils générés à partir des MNT sur la période 1964-1998.	23

Figure 3-6 : Caractéristiques morphométriques des cordons bordiers extraites à partir de données LiDAR (Bossard & Nicolae Lerma, 2020).	24
Figure 3-7 : Typologie des cordons bordiers de la façade océanique de Lège-Cap Ferret obtenue à partir du croisement de paramètres morphologiques (Bossard, 2019).....	25
Figure 3-8 : Caractéristiques morphodynamiques du système plage-dune extraites à partir de données LiDAR (Bossard & Nicolae Lerma, 2020).	26
Figure 3-9 : Recensement des formes d'érosion et d'accumulation observées et mesurées sur les fronts dunaires en 2017 (Bossard & Nicolae Lerma, 2020).....	27
Figure 3-10 : Typologie et nombre d'interventions de l'ONF entre 2011 et 2017 (Bossard & Nicolae Lerma, 2020).....	28
Figure 3-11 : Estimation du nombre d'année avant l'érosion de la largeur de dune disponible en faisant l'hypothèse d'une continuité des taux de recul du trait de côte sur la période 1985-2014 (Bossard & Nicolae Lerma, 2020).	29
Figure 3-12 : Evolution du profil de la dune au nord du Cap Ferret entre 2011 et 2018, illustrant les mouvements sédimentaires importants sur le front de dune et plus de stabilité sur le revers interne (Bossard, 2019).....	30
Figure 3-13 : Evolution du profil de la dune de la Torchère entre 2011 et 2018, illustrant les mouvements sédimentaires importants sur le front de dune et plus de stabilité sur le revers interne (Bossard, 2019).....	30
Figure 3-14 : Evolution du cordon dunaire sur le site de la Torchère, illustrant les dynamiques d'érosion puis de stabilisation après intervention (Bossard, 2019).	31

Liste des tableaux

Tableau 2-1 : Synthèse des mentions de l'ensablement par les dunes des constructions sur le Cap Ferret..... 13

Tableau 3-1 : Valeurs de recul du pied de dune interne sur la période 1957-1991 (évolution passée) utilisées dans le PPRL de 2001. 21

Tableau 3-2 : Valeurs de recul du pied de dune interne sur la période 1985-1994 (évolution récente) utilisées dans le PPRL de 2001..... 21

Liste des annexes

<i>Annexe 1 : CR de la réunion 1 du GT migration dunaire.....</i>	43
<i>Annexe 2 : CR de la réunion 2 du GT migration dunaire.....</i>	44
<i>Annexe 3 : CR de la réunion 3 du GT migration dunaire.....</i>	45
<i>Annexe 4 : CR de la réunion 4 du GT migration dunaire.....</i>	46

ANNEXES

ANNEXE 1 : CR DE LA REUNION 1 DU GT MIGRATION DUNAIRE



COMPTE RENDU DE RÉUNION	
Rédacteur : N.Bernon	Entité : DAT/GDO/NVA/BDX
Projet : Réunion du groupe de travail Migration dunaire	Numéro : AP18BDX041
Objet : Réunion n°1 du groupe de travail sur le phénomène de Migration dunaire	
Date : 14/12/2018	Lieu : BRGM Pessac
Participants (feuille de présence à la suite du compte-rendu): DDTM33 : Frédéric Painchault, Stéphane Maïs ONF : David Rosebery CNRS / EPOC (Univ. Bordeaux) : Bruno Castelle Cerema Sud-Ouest: Yves Nédélec BRGM : Carlos Oliveros, Nicolas Bernon	
Absents/excusés : Nicolas Pédrón, DGPR (Lucie Solignac, Bérangère Basin)	
Diffusion interne : participants	
Diffusion externe : participants, DGPR En cas de diffusion externe visa et nom du responsable : Nicolas Pédrón	
	

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS
<p>1. Objectifs de la réunion</p> <ul style="list-style-type: none"> - Présentation du groupe de travail : contexte et objectifs - Amorcer les réflexions sur le phénomène de migration dunaire et sa caractérisation dans le cadre des PPRL <p><i>Cf. diaporama à la suite de ce compte-rendu</i></p>
<p>2. Présentation du groupe de travail</p> <p>Le groupe de travail sur la migration dunaire (GT MD) s'inscrit dans le travail de révision des PPRL girondins mené par la DDTM33. A ce stade la prescription n'est arrêtée que sur la commune de Lège-Cap Ferret. La réflexion porte sur le phénomène de la migration dunaire uniquement et sur l'ensemble de la côte girondine (bien que l'analyse de contextes géographique et géomorphologique comparables puisse alimenter la réflexion).</p>

La DDTM33 expose le cas particulier de Lège-Cap Ferret avec un historique important lors de l'élaboration des PPRL en vigueur. Il est impératif de proposer une caractérisation de l'aléa la plus argumentée possible. La démarche de révision s'effectue avec une volonté forte de transparence. La DDTM33 explique que le CoCoAs¹ sera invité à une réunion avant le lancement de l'appel d'offre.

Les objectifs du GT MD identifiés sont l'établissement d'un état des connaissances sur le phénomène (bibliographie + données disponibles). La finalité du groupe de travail est de proposer une méthode de caractérisation de l'aléa, si possible en accord avec la méthodologie nationale (MEDDE, 2014), ou le cas échéant suffisamment robuste pour être intégrée dans un PPRL. Il est rappelé que le bureau d'études qui réalisera la caractérisation de l'aléa intégrera le groupe de travail, une fois sélectionné via la procédure de marché public.

Pour information, le BRGM communiquera le PDF du guide méthodologique PPRL version 1997. Comme dans sa version 2014, les recommandations pour l'aléa migration dunaire sont peu détaillées.

3. Le phénomène de migration dunaire

Les éléments présentés sur le phénomène de migration dunaire dans le guide méthodologique d'élaboration des PPRL (MEDDE, 2014) sont exposés (cf. diaporama).

Plusieurs éléments attirent l'attention des participants :

- l'indicateur de migration proposé dans le guide est le versant interne ou versant d'ensevelissement de la dune → nécessité d'identifier les données qui permettent de révéler cet indicateur, sur une période assez longue (plusieurs décennies)
- « maîtrise des grandes phases d'avancée dunaire par une politique active des plantations » : pose la question des actions de gestion qui fixent la dune. Le guide ne précise pas si ces actions doivent être prises en compte et si oui, comment elles doivent être intégrées. → Nécessité de reconstituer un historique de ces actions. Leurs conséquences sur la migration dunaire devraient être perceptibles dans les évolutions passées (ONF, CNRS). L'arbitrage sur leur prise en compte (et si oui, comment ?) pourra ensuite être plus facilement étudié (DDTM33, BRGM). L'ONF apparaît sur ce point comme « sachant » et le plus à même de reconstituer cet historique, toutefois, il s'agit d'un travail potentiellement conséquent.

Cette discussion est l'occasion d'évoquer la diversité des dunes girondines, dont les évolutions peuvent avoir été différentes d'un secteur à l'autre en fonction notamment : de leur exposition au vent (agent dynamique principal de la migration dunaire), du recul du trait de côte (il n'existe plus de dune mobile sur certains secteurs), des actions de gestion opérées par le passé (+/- active), des variations géomorphologiques qui existent au sein du cordon dunaire. Une approche « sectorisée » apparaît nécessaire. La DDTM33 rappelle que les PPRL sont élaborés par commune, ce qui devrait permettre de prendre en compte les spécificités locales.

La méthode de caractérisation de l'aléa proposée dans le guide est ensuite exposée plus en détail.

¹ Comité de Consultation des Associations

- les taux d'évolution moyens annuels T_x . Rappel : nécessité d'identifier un indicateur fiable du versant d'ensevelissement, sur plusieurs décennies. Les photographies aériennes semblent une donnée intéressante car couvrant plusieurs décennies et de grandes superficies.

Le CNRS et l'ONF ont pu, à partir de photographies aériennes anciennes, reconstituer le relief de la dune (stéréoscopie). Une limite pourrait être la disponibilité des données (prises de vues + recouvrement suffisant + résolution/qualité suffisante des photos). Un test de réalisation technique sur le site du Crohot Noir est envisageable.

La limite de végétation également visible sur les photographies aériennes n'apparaît pas correspondre de manière systématique au « pied de dune côté terre » et présente une plus large incertitude sur les photos les plus récentes (post-reprofilage pendant les années 70-80 suivant les secteurs), mais peut être un indicateur pertinent sur les photos les plus anciennes quand la dune n'était pas ou peu gérée.

La caractérisation des évolutions des dunes au travers d'un indicateur « volume dunaire » est proposée par la DDTM33. Les données les plus récentes (LiDAR) peuvent permettre d'évaluer très précisément le volume de la dune. En première approche, il semble que des profils topographiques dunaires ne soient disponibles et exploitables que depuis une vingtaine d'années (relevés OCA surtout), ce qui est un peu limité pour une projection à +100 ans. Ce pourrait être un indicateur pertinent pour la connaissance des évolutions récentes (i.e. avec le mode de gestion actuel).

- le recul lié à un événement majeur L_{max} . L'ONF indique que la notion de L_{max} est fortement liée à la temporalité que l'on y associe. Une évolution rapide de la dune peut être observée sur quelques années (notions de « puissance » et « rééquilibrage » de la dune), avec un recul plus important que celui susceptible de se produire lors d'une tempête. Le BRGM explique que l'événement majeur peut être défini et proposé pour rendre compte de la manifestation du L_{max} la plus adaptée, le guide (PPRL, 2014) n'est pas exclusif sur ce point.

- le CNRS ajoute dans ce compte-rendu l'existence de remobilisations de sable dans les massifs dunaires de 2nde ligne, sur quelques années. Le BRGM indique que si cet événement peut survenir et se traduire par un envahissement progressif de surfaces non couvertes aujourd'hui par des dunes, et qu'il est possible de les délimiter, ces cas pourraient relever d'un logique « PPRL migration dunaire ». Il conviendrait de documenter des observations historiques de ce phénomène.

- la question de traiter l'aléa migration dunaire avec une méthode inspirée de celle employée pour les mouvements de terrain est évoquée. L'ensemble des participants s'accordent à s'engager en priorité sur la méthode proposée dans le guide PPRL.

- il n'existe qu'une intensité : l'aléa est fort. Le guide n'indique aucune valeur seuil (épaisseur du dépôt de sable) qui caractérise le passage d'un aléa inexistant à aléa fort. Comment aborder la question du « saupoudrage » qui envahit certaines zones urbaines à la suite d'une tempête par exemple, mais ne constitue pas un risque fort dans le sens où cet envahissement est gérable, ou réversible ? La DDTM indique que le règlement du PPR pourra traiter de cette question.

- changement climatique : l'agent dominant responsable de la migration dunaire est le vent. L'ensemble des participants s'accorde à dire que les conséquences potentielles du changement climatique sur les agents dynamiques et l'évolution de la végétation ne permettent pas, a priori, de quantifier un impact en matière de recul. Le CNRS évoque des pistes existantes, à partir de données sur les 30 dernières années où cet impact devrait être plus prononcé qu'auparavant, toutefois ces pistes relèvent encore du domaine de la recherche. Le BRGM indique que cette question peut être abordée de

façon qualitative sans nécessairement avoir une traduction cartographique. Contrairement aux autres aléas des PPRL, il n'existe aucune proposition concrète dans le guide méthodologique du MEDDE (2014) pour intégrer le CC quantitativement aux cartes d'aléas migration dunaire.

- incertitude : rappel de la remarque indiquée dans le guide PPRL pour l'aléa recul du trait de côte sur ce point.

Le Cerema indique la nécessité d'étudier, au sein du groupe de travail, la faisabilité des méthodes de caractérisation de l'aléa. La DDTM33 indique en effet que des inconnues existent sur le volume de travail qui découlera du choix de la méthode. Il conviendrait d'en faire mention dans le cahier des charges pour la révision du PPRL de Lège-Cap Ferret. Le BRGM rappelle que le groupe de travail doit examiner des méthodes de caractérisation, mais la réalisation technique revient au prestataire. Le groupe de travail doit identifier les méthodes, évaluer leur faisabilité et leur validité technique en tenant compte des contraintes de coûts et de délais compatibles avec l'objet de l'étude. Le choix final de la méthode devra être fait à la lumière de ces considérations.

Le Cerema indique également qu'il serait utile de rassembler des illustrations de cas concrets de migrations dunaires. Un support iconographique (photographies d'envahissement, migration dunaires) serait le bienvenu (photothèque OCA, ONF, BRGM, CNRS, Cerema...) pour mieux se représenter les phénomènes que l'on doit cartographier. Cela sera également utile pour les BE en situation de répondre à l'AO.

La réunion se termine par un exposé du calendrier pour le PPRL, ce qui implique l'organisation de la prochaine réunion du groupe de travail au premier trimestre 2019.

Objectifs pour la prochaine réunion

Le BRGM propose, en préparation de la prochaine réunion du groupe de travail :

- De mettre à disposition à l'ensemble des participants un fichier texte ou tableau pour que chacun renseigne les références bibliographiques jugées pertinentes et les données existantes / disponibles pour caractériser la migration dunaire en Gironde. Il est précisé ici que le BRGM envisage la création d'un espace de partage (ftp) pour que les participants y déposent les études dont ils disposent au format numérique, ainsi que toute autre information utile au groupe de travail.

-De rassembler quelques illustrations de sites emblématiques des dunes girondines

-D'étudier avec l'aide du CNRS/EPOC et de l'ONF, la faisabilité d'un tracé de l'abrupt dunaire à partir des images aériennes des années 1950, par stéréoscopie, sur le site du Crohot Noir.

Action	Responsable(s)	Délai
Envoi d'un fichier « état des connaissances » et « données disponibles » aux participants / Mise en place d'un espace de partage numérique	BRGM	Janvier 2019
Test du tracé de l'abrupt dunaire sur Crohot Noir	CNRS / ONF / BRGM	Janvier 2019

Illustrations sites emblématiques ou caractéristiques de processus de migration (divers types ?), photos terrain, cartes, croquis...	Tous	Février 2019
Convocation 2 nd e réunion du groupe de travail	BRGM / DDTM33	Février 2019



FEUILLE DE PRESENCE

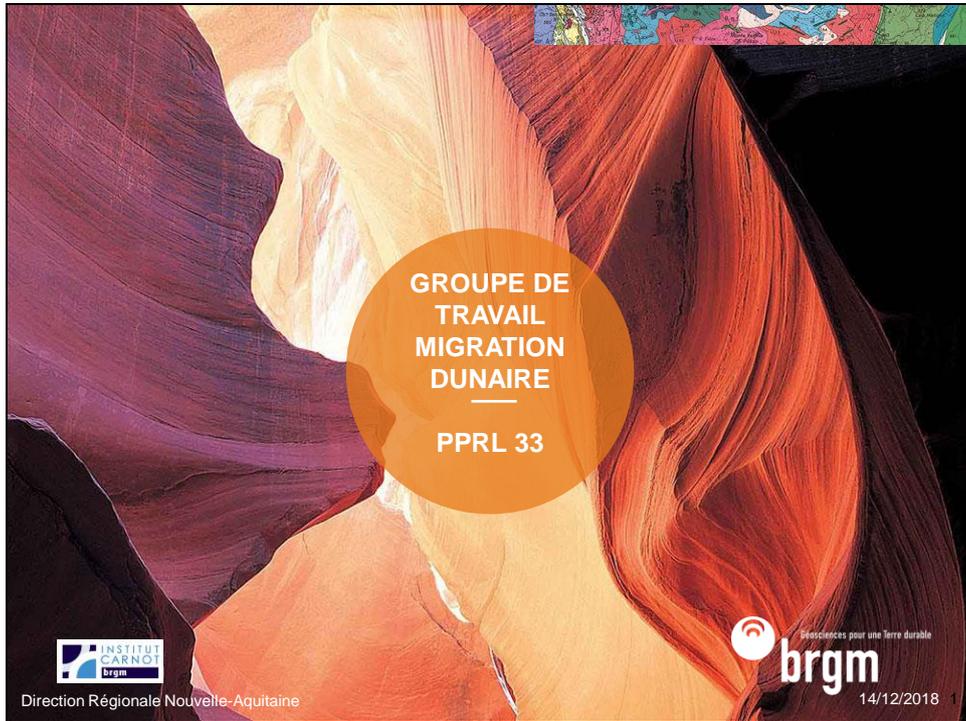
« Groupe de travail « Migration dunaire »

14 décembre 2018

BRGM Nouvelle-Aquitaine - Pessac

NOM	PRENOM	ORGANISME	CONTACT (mail/tél)	SIGNATURE
ROSEBERY	David	ONF	david.rosebery@onf.fr	
NEDELEC	Yves	Cerema	yves.nedelec@cerema.fr	
OLIVEROS	Carlos	BRGM	c.oliveros@brgm.fr	
CASTELLE	Bruno	CNRS	bruno.castelle@u-bordeaux.fr	
MATIS	Stéphane	DDTMS3 / SRCC / PPEL	stphane.matis@grand-ouest.fr	
PAINCHAULT	Frédéric	DDTMS3 / SRCC	frédéric.painchault@grand-ouest.fr	
BERNON	Nicolas	BRGM	m.bernon@brgm.fr	

Diapositive 1



Diapositive 2



Diapositive 3

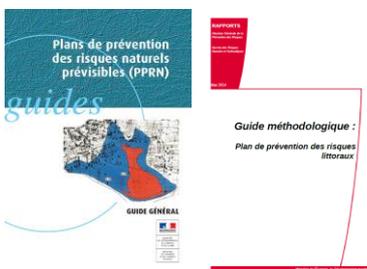
BRGM - Direction Régionale Nouvelle-Aquitaine
14/12/2018

CONTEXTE

PPRN et PPRL

Un document à portée réglementaire

- Créé par la loi du 02/02/1995 : éviter l'aggravation de l'exposition des personnes et biens aux risques naturels; réduire leurs conséquences négatives sur les vies humaines, l'environnement, l'activité économique et le patrimoine culturel (MEEM, 2016)
- Elaboré par l'Etat, avec concertation et association des collectivités, puis soumis à enquête publique
- Comporte 3 pièces : note de présentation, un ou plusieurs documents graphiques, et un règlement
- Une fois approuvé, annexé aux documents d'urbanisme et vaut servitude d'utilité publique ; Peut être révisé ou adapté.
- Les risques littoraux considérés dans les PPRN sont la submersion marine, le recul du trait de côte et la migration dunaire



BRGM SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL WWW.BRGM.FR

 3

Diapositive 4

CONTEXTE

Les PPRL de Gironde

Un zonage élaboré en 1995

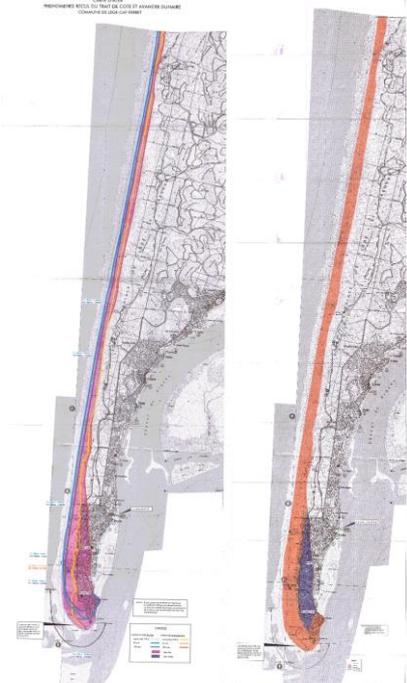
- Porte sur les aléas recul du trait de côte et migration dunaire (pas la submersion marine)
- Caractérisés en 1995 par le groupement SOGREAH Ingénierie et le LARAG (Université Bdx 1) à l'échelle départementale

Des PPRL approuvés en 2001

- Zonages d'aléas de 1995 intégrés dans des PPRL, traduits en plan de zonages réglementaires, déclinés par communes et approuvés pour la majorité le 31/12/2001

Révision des PPRL engagée dès 2018

- Arrêté du 09/08/2018 par le préfet de la Gironde portant prescription de la révision du PPRL sur la commune de Lège-Cap Ferret



BRGM SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL WWW.BRGM.FR

Diapositive 5

BRGM - Direction Régionale Nouvelle-Aquitaine
14/12/2018

CONTEXTE
Groupe de Travail Migration dunaire

Pourquoi ce groupe de travail?

- Appui technique du BRGM à la DDTM pour la révision des zonages d'aléa recul du trait de côte et migration dunaire
- Au niveau national, les éléments de cadrage pour la caractérisation de l'aléa migration dunaire sont peu détaillés
- Nécessité de porter une réflexion impliquant scientifiques et services de l'état sur cette thématique

Objectifs du groupe de travail :

- Etablir un état des connaissances sur le phénomène de migration dunaire
- Dresser un inventaire des données disponibles susceptibles de caractériser le phénomène
- Définir une méthode de caractérisation de l'aléa, si possible en accord avec la méthode nationale (MEDDE, 2014) ou le cas échéant, suffisamment robuste pour être intégrée dans un PPRL



BRGM SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL WWW.BRGM.FR

 5

Diapositive 6

BRGM - Direction Régionale Nouvelle-Aquitaine
14/12/2018

LA MIGRATION DUNAIRE
PHÉNOMÈNE ET CARACTÉRISATION



  6

Diapositive 7

BRGM - Direction Régionale Nouvelle-Aquitaine
14/12/2018

LA MIGRATION DUNAIRE

Le phénomène (MEDDE, 2014)

Définition

-La migration dunaire est le mouvement, vers l'intérieur des terres, de dunes mobiles non stabilisées par la végétation

Autres notions

- Mouvements souvent associés à des dunes libres, progression vers l'intérieur des terres
- Indicateur = versant interne, versant d'ensevelissement
- Maîtrise des grandes phases d'avancée dunaire par une politique active des plantations
- Agents dynamiques responsables : le vent, le phénomène peut être initié et/ou renforcé par l'érosion de la dune
- Risque : ensablement de constructions, risque d'atteinte à la sécurité de personnes « avalanche » dunaire



© BRGM - François Michel

© ARCHIVES GUILLAUME BONNAUD

BRGM SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL WWW.BRGM.FR

 7

Diapositive 8

BRGM - Direction Régionale Nouvelle-Aquitaine
14/12/2018

LA MIGRATION DUNAIRE

Méthode de caractérisation (MEDDE, 2014)

Une formule unique

- $Lr = 100 Tx + Lmax$
- 2 composantes :
 - Tx : Taux d'évolution moyen annuel (m/an) : défini à partir des tendances passées + expertise
 - Lmax : Recul lié à un événement majeur (m) : défini à partir des observations ou de modélisations

L'aléa

- Aléa fort uniquement , projection à +100 ans

Action de gestion / ouvrages

- Prise en compte non évoquées

RAPPORTS
Direction Générale de la
Prévention des Risques
Service des Risques
Littoraux et Transitaires
Mai 2014

Guide méthodologique :
Plan de prévention des risques littoraux

Ministère de l'Environnement, du Développement durable
et de l'Énergie
www.developpement-durable.gouv.fr

BRGM SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL WWW.BRGM.FR

 8

Diapositive 9

BRGM - Direction Régionale Nouvelle-Aquitaine
14/12/2018

LA MIGRATION DUNAIRE

Méthode de caractérisation (MEDDE, 2014)

Détermination des Tx

- Par analyse diachronique sur les positions historiques du « front de dune côté terre » + expertise (taux de migration annuel Tx en m/an)
- → Indicateur à révéler (végétation, topographie)

Détermination des Lmax

- Migration dunaire à la suite d'un évènement majeur (Lmax en m)
- → peu documenté

Impact du changement climatique

- Evolution des vents, impacts sur la végétation (sécheresse, température, non adaptation à des événements extrêmes ou conditions hydro-dynamiques nouvelles etc)
- Facultatif

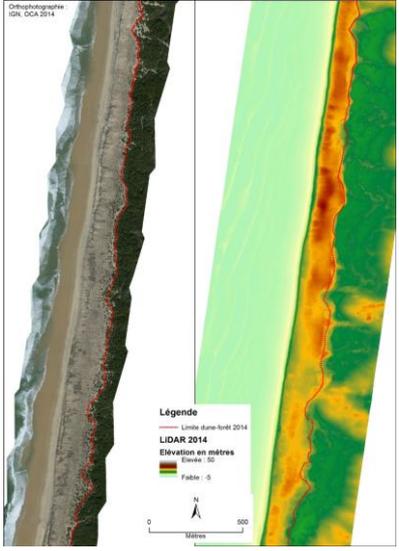
Incertitudes

- À quantifier si possible

Echelle

- 1/5000 ou 1/10000

Peu de détails sur la méthode dans le guide PPRL



Orthophotographie
IGN, DCA 2014

Légende
— Limite dune-forêt 2014
LIDAR 2014
Elevation en mètres
Echelle : 5
Faible : 5

0 500
Mètres

BRGM
Détection par satellite

9

BRGM SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL WWW.BRGM.FR

Diapositive 10

BRGM - Direction Régionale Nouvelle-Aquitaine
14/12/2018

LA MIGRATION DUNAIRE

Méthode mise en œuvre en 1995

Détermination des Tx

- 1/ Analyse des évolutions passées de « l'abrupt dunaire » + expertise (taux de migration annuel moyen historique)
 - Exploitation photos aériennes sur la période 1957-1991, données études MIACA-LCHF, Barrère, Ducas, suivis ONF etc
- 2/ Extrapolation des évolutions passées à +20 ans et à +100 ans, + expertise (temporalité, expression des phénomène cyclique, prise en compte des actions de gestion)

Détermination des Lmax

- Non traité

Impact du changement climatique

- Non traité

Incertitudes

- Non quantifiées

Incertitudes

- 1/25000, 1/10000 dans les zones urbaines

EVOLUTION PASSEE DE L'ABRUPTE D'ENVASSEMENT DU CORDON DUNAIRE

ZONE 2 : De la pointe de la Négade à la pointe du Cap Ferret

PK	Commune ou lieu-dit	1957-1991 : orthophotogrammes aériens à 1:20000 et 1:50000		
		Point en m	Point en m	Point en m
66-25	Capite lieu n° 66	37	1,5	
72	La Forge	50	1,5	Statue
76	La Motte	57	1,5	
78-28	Capite lieu n° 78	17	0,5	
81-28	Capite lieu n° 81	28	0,7	
81,5	La Grand Croix	15	0,5	Statue
86	La Basseville	80	2,2	
88	Billemare Sud	80	20	
101	Stomphère	125	11	
102	Stomphère	122	18	

PK	Commune ou lieu-dit	DUPAS 1986		FRIGOLE ET 1991	
		Point en m	Point en m	Point en m	Point en m
72	La Forge			1940-1978 : 1,5	
				dépass 1989 : 0,5	
	Laige	18			
	Cap Ferret			1978-1982 : 7,4	
101	Stomphère		20	1977-1984 : 11	20
102	Stomphère		20	1977-1984 : 18	20

EVOLUTION RECENTE DE L'ABRUPTE D'ENVASSEMENT DU CORDON DUNAIRE

ZONE 2 : De la pointe de la Négade à la pointe du Cap Ferret

PK	Commune ou lieu-dit	1995-1982 : Suivi topographique CNP		1995-1994 : orthophotogrammes aériens à 1:10000	
		Point en m	Point en m	Point en m	Point en m
66-25	Capite lieu n° 66			18	2
72	La Forge	4	2	7	0,8
78-28	Capite lieu n° 78			5	0,80
81-28	Capite lieu n° 81			11	1,2
81,5	La Grand Croix			9	1
84	Capite lieu n° 84			10	1,1
86	Capite lieu n° 86			5	0,6
88	La Motte	4	2	2	0,2
91	La Basseville			1	0,1
96	Crête de Gangeon - réservoir			2	0,2
96	Crête de Gangeon - réservoir	4	2	0,8	0,7
98	Billemare Nord			2,5	0,28
99	Billemare Sud			39	4,5
101	Stomphère			80	8
102	Stomphère			120	14

juin 1995		EVOLUTION DU LITTORAL GIRONDE		
EVAS	EVAS	EVAS	EVAS	EVAS
LARAG	EVAS	EVAS	EVAS	5.11455
				Tot. 4,8

10

BRGM SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL WWW.BRGM.FR

Diapositive 11

BRGM - Direction Régionale Nouvelle-Aquitaine
14/12/2018

LA MIGRATION DUNAIRE

—
ETAT DES CONNAISSANCES ET DONNÉES
DISPONIBLES

INSTITUT
CARNOT
brgm

brgm
Géosciences pour une Terre durable

11

Diapositive 12

BRGM - Direction Régionale Nouvelle-Aquitaine
14/12/2018

ALÉA MIGRATION DUNAIRE

Constats

Les verrous

- Indicateur « revers interne » très sinueux rendant l'application de DSAS délicate
- Cordon dunaire géré depuis plusieurs décennies → comment prendre en compte ces actions de gestion?
- Peu ou pas d'étude sur le phénomène

Pistes à explorer

- Disposer d'une série sur plusieurs décennies de l'indicateur « revers interne », ou autre indicateur pertinent
- Quantification de variations de volumes du cordon dunaire (LiDAR, profils topographiques)
- Suivi des figures géomorphologiques révélateurs de l'évolution dunaire
- Appliquer un Tx identique à celui de recul TDC
- Dialogue / coopération avec les gestionnaires (ONF, collectivités)

Enveloppe extérieure des sables (Bogreau LARAG, 1995)
Limite dune-forêt 1996 (ONF)
Limite dune-forêt 2014 (ONF)

0 500 Mètres

brgm
Géosciences pour une Terre durable

BRGM SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL WWW.BRGM.FR

Diapositive 13

BRGM - Direction Régionale Nouvelle-Aquitaine

14/12/2018

ALÉA MIGRATION DUNAIRE

Etat préliminaire des connaissances

Bibliographie

- Guides nationaux : DGPR, Etablissements publics
- Etudes scientifiques : études PPRL, Observatoires
- Articles scientifiques
- Autres ?

Données exploitables

- Tx : nécessité d'une longue série de données : inventaires de témoins historiques (repères terrains, profils de plage, orthophotos...)
- Tx : autres ?
- Lmax : observations historiques sur des dunes libres, dunes fixées
- Lmax : autres méthodes : modélisation, autres?

Libre échange : autre méthode que Tx et Lmax? Prise en compte du CC, des incertitudes?

ANNEXE 2 : CR DE LA REUNION 2 DU GT MIGRATION DUNAIRE



COMPTE RENDU DE RÉUNION	
Rédacteur : N.Bernon	Entité : DAT/GO/NVA/BDX
Projet : Révision des PPRL de la Gironde	Numéro : AP18BDX041
Objet : Réunion n°2 du groupe de travail sur le phénomène de Migration dunaire	
Date : 12/06	Lieu : BRGM Pessac
Participants : DDTM33 : Françoise Rose, Stéphane Maïs ONF : David Rosebery CNRS / EPOC (Univ. Bordeaux) : Vincent Marieu Cerema Sud-Ouest: Yves Nédélec, Florent Collin BRGM : Carlos Oliveros, Nicolas Bernon	
Absents/excusés : Bruno Castelle, Frédéric Painchault	
Diffusion interne : participants	
Diffusion externe : participants	
En cas de diffusion externe visa et nom du responsable : Nicolas Pédrón	

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS
<p>1. Objectifs de la réunion</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rappel du contexte - Etat des connaissances : bibliographie rassemblée, illustrations du phénomène et identification des données exploitables - Avancement sur la définition d'une méthode de caractérisation de l'aléa migration dunaire en Gironde <p><i>Cf. diaporama à la suite de ce compte-rendu</i></p>
<p>2. Rappel du contexte</p> <p>Le groupe de travail sur la migration dunaire (GT MD) s'inscrit dans le travail de révision des PPRL girondins mené par la DDTM33. A ce stade la prescription n'est arrêtée que sur la commune de Lège-Cap Ferret. La réflexion porte sur le phénomène de la migration dunaire uniquement et sur l'ensemble de la côte girondine (bien que l'analyse de contextes géographiques et géomorphologiques comparables puisse alimenter la réflexion).</p>

Les objectifs du GT MD sont l'établissement d'un état des connaissances sur le phénomène (bibliographie + données disponibles). La finalité du groupe de travail est de proposer une méthode de caractérisation de l'aléa, si possible en accord avec la méthodologie nationale (MEDDE, 2014), ou le cas échéant suffisamment robuste pour être intégrée dans un PPRL. Il est rappelé que le bureau d'études qui réalisera la caractérisation de l'aléa intégrera le groupe de travail, une fois sélectionné via la procédure de marché public.

3. Etat des connaissances

- Bibliographie

Un espace de partage de la bibliographie dispose a été créé. Chaque participant est invité à y déposer les éléments dont il dispose. Cet espace est un serveur ftp, les conditions d'accès sont les suivantes :

Hôte : <ftp.brgm.fr>

Identifiant : Migration_dunair

Mot de passe : MD33

Au 12/06/2019, 49 références bibliographiques ont été rassemblées. Les contenus et formes de ces documents sont variables ; une hiérarchisation de ces documents est proposée. En outre, 29 articles scientifiques sont recensés, abordant le phénomène de migration dunaire par différents aspects.

Le Cerema propose une synthèse des éléments qu'il a recueillis à l'aide d'un diaporama (cf. à la suite de compte-rendu). Le phénomène s'observe partout dans le monde, dans des contextes variables. Les techniques de surveillance et d'observation sont bien représentées dans ces publications.

Le CNRS explique que le phénomène de migration dunaire est actuellement plutôt bien décrit (cf. travaux de C. Narteau de l'IPGP). L'un des principaux facteurs régissant les morphologies dunaires est la disponibilité en sédiments. En Gironde, les processus marins et éoliens mobilisent ces sédiments, les études traitant de sites désertiques ne sont donc pas pertinentes de ce point de vue (dans les déserts : absence de végétation, milieu continental). Les travaux de recherche en cours dans le cadre de l'ANR SONO (étude de la remobilisation de dunes en Gironde) pourront apporter des éléments sur le phénomène de migration dunaire.

Le BRGM note, à partir de la bibliographie collectée, que les méthodes de caractérisation du phénomène sont pour la plupart des analyses diachroniques d'indicateurs relevés sur des images aériennes ou satellites.

Les modèles existants permettent d'intégrer les processus fondamentaux qui génèrent le transport de sédiments jusqu'à la description de morphologie dunaire. Cependant, ces modèles n'apparaissent pas adaptés pour évaluer des évolutions sur le long terme. C'est pourquoi l'étude du phénomène à partir des observations passées est plus appropriée.

- Données

Un fichier au format Excel est disponible sur le serveur ftp susmentionné. Le BRGM a renseigné les données existantes à sa connaissance. On y distingue les données de type géomorphologiques, topographiques et photographiques.

Le Cerema pourrait y ajouter les données exploitées dans le cadre de l'INEC si pertinent. Il s'agit des images de l'IGN.

Le BRGM indique que les orthophotographies et les données topographiques constituent les informations *a priori* les plus pertinentes puisqu'il s'agit du support classiquement utilisé dans la bibliographie collectée pour relever les indicateurs d'évolution du système dunaire. Les données topographiques sont recueillies notamment dans le cadre de l'OCA (LiDAR et profils topographiques), mais n'existent au mieux que depuis une vingtaine d'années. Elles offrent une précision optimale (données quantitatives).

Les orthophotographies permettent de relever qualitativement des indicateurs géomorphologiques. Elles couvrent une période plus longue que les données topographiques (depuis le début-milieu du 20^{ème} siècle). Les plus récentes sont les plus exhaustives en matière de couverture du linéaire côtier du département. Il existe plusieurs photographies, couvrant des portions distinctes du littoral qui sont accessibles sur le site internet de l'IGN <https://remonterletemps.ign.fr/> mais leur géoréférencement / orthorectification n'est pas réalisée, à l'exception de l'assemblage des années 1950-1960). L'IGN pourrait être contacté pour l'acquisition de cette campagne historique déjà traitée.

Le CNRS explique avoir effectué l'orthorectification et le géoréférencement d'images disponibles sur le site de l'IGN dans le cadre de travaux de recherche. Une base de données a été constituée, mais il conviendrait de vérifier la possibilité d'en disposer pour cette étude PPRL. Les dates et couvertures spatiales sont hétérogènes.

L'ONF informe que la campagne des années 1980 permet d'identifier les travaux de gestion dunaire particulièrement significatif (reprofilage notamment) réalisés à cette période.

La DDTM33 attire l'attention sur l'importance d'un recensement le plus exhaustif possible des données existantes dans la démarche d'élaboration du PPRL. Elle indique la possible présence de jeux de photos dans les archives de la DDTM33.

Concernant les photographies obliques, il est possible d'en déduire un Modèle Numérique de Terrain lorsque le recouvrement est suffisant (CNRS). Ces acquisitions n'existent que depuis quelques années, comme les levés LiDAR (2011, 2014, 2016, 2017, 2018) qui constituent la donnée de référence en matière de topographie. Toutefois, la fréquence annuelle depuis 2012 de la campagne de photographies obliques pourrait être utile pour quantifier les reculs liés à un évènement majeur.

Il est rappelé qu'à ce stade de la réflexion, il convient de se focaliser sur les observations des évolutions passées qui sont des éléments de diagnostic de l'aléa. Les évolutions futures dépendent d'hypothèses qui seront discutées lors de l'élaboration du PPRL.

4. Vers une méthode de caractérisation de l'aléa migration dunaire en Gironde

Les consignes du guide relatives à la caractérisation de l'aléa migration dunaire en Gironde sont rappelées (cf. diaporama). Pour mémoire, l'indicateur d'évolution proposé par le guide méthodologique PPRL est le revers interne de la dune.

Cet indicateur peut être détecté sur les orthophotographies, avec des incertitudes plus ou moins fortes selon les données disponibles. Ces incertitudes peuvent être réduites lorsque le recouvrement permet une vision stéréoscopique.

Concernant les opérations de gestion, l'ONF explique que d'une manière générale, il est possible d'identifier les opérations de gestion du cordon dunaire sur certains tronçons à partir des photos aériennes. Un exemple est présenté dans le diaporama.

Pour caractériser les taux d'évolution (Tx), les discussions conduisent à la nécessaire connaissance des éléments suivants :

- Les opérations de gestion dunaire historiques
- La géomorphologie des dunes (cordon étalé, calibré, cordon étroit etc). Le BRGM et l'ONF ont commencé à travailler sur des typologies du cordon dunaire dans le cadre d'un stage de fin d'étude et de l'Observatoire de la Côte Aquitaine.
- Le contexte hydrosédimentaire et la dynamique d'érosion de la dune sur la façade océanique

La DDTM33 souligne que le croisement de ces informations peut être complexe et mobilisera des moyens potentiellement importants.

Une analyse par tronçons homogènes pourrait être une solution pour limiter ces contraintes de faisabilité. Il conviendrait de définir ces tronçons homogènes, au regard des éléments précités et des données disponibles. Il est proposé d'avancer sur cette question de la faisabilité dans le cadre d'une réunion technique BRGM-ONF-CNRS, qui ont déjà travaillé sur les éléments de connaissance requis.

Le BRGM questionne le groupe de travail sur l'échelle à laquelle cette réflexion doit se poursuivre : à l'échelle de Lège-Cap Ferret ou à l'échelle de la Gironde. La DDTM indique que le groupe doit définir de grandes orientations méthodologiques pour la Gironde, mais que la faisabilité technique peut être étudiée à titre expérimental à une échelle plus grande.

Concernant le recul lié à un évènement majeur (L_{max}), la définition d'un évènement majeur pour le phénomène de migration dunaire est discutée. Si la dynamique d'un évènement majeur renvoie à une temporalité plutôt courte lorsqu'il s'agit d'une tempête, la réponse du cordon dunaire peut néanmoins s'étaler sur plusieurs années. A très court terme, l'effet immédiat d'une tempête en termes d'envahissement dunaire s'apparente essentiellement à du saupoudrage.

Le BRGM explique que lors de la rédaction du guide PPRL (2014), un évènement majeur était considéré comme un évènement susceptible d'entraîner des reculs importants à très court terme. Il rappelle également que plus récemment, la notion d'évènement majeur pouvait être assimilée à une suite d'évènements tempétueux, comme lors de l'hiver 2013/2014.

Enfin, la déstabilisation du cordon dunaire entraînant une mobilité dunaire a déjà été observée à la suite de dégradations du système dunaire, comme le piétinement ou des modifications soudaines de la morphologie du cordon dunaire.

Plusieurs cas sont présentés pour illustrer ces propos : La Torchère et « les ensablés » à Lège-Cap Ferret, des « blow-out » au niveau de l'Anse du Gulp par exemple, le Trencat en évolution libre.

Un point de vigilance est souligné concernant la prise en compte d'évènements majeurs dans le calcul des taux d'évolution, ces derniers étant établis sur une période de plusieurs décennies. Cette question a déjà été mise en évidence pour l'aléa recul du trait de côte. Ne disposant de données temporelles à haute fréquence, il semble néanmoins difficile de reconstituer un historique exhaustif et de distinguer la part du recul relevant d'une érosion chronique de celle d'une érosion événementielle. Cette limite peut être clairement expliquée, et assumée dans la logique préventive d'un PPRL.

La DDTM 33 propose de partager le CCTP rédigé pour la révision du PPRL de Lège-Cap Ferret avec les membres du groupe de travail avant le lancement de l'appel d'offres. Les remarques sur ce document sont les bienvenues.

5. Perspectives pour la prochaine réunion du Groupe de Travail

Il semble nécessaire d'attendre désormais la sélection du prestataire avant la prochaine réunion du groupe de travail.

L'ensemble des participants peut continuer à alimenter le serveur ftp en bibliographie, données disponibles et illustrations du phénomène.

La faisabilité technique pour l'identification de tronçons homogènes du cordon dunaire vis-à-vis du phénomène de migration dunaire peut être discutée lors d'une réunion technique entre le CNRS, l'ONF et le BRGM. Cette réunion est ouverte aux personnes du GT souhaitant y participer.

L'objectif sera de recenser les informations à prendre en compte pour préfigurer un découpage en tronçons homogènes du littoral girondin à partir des aspects hydrosédimentaires, des morphologies dunaires, des actions de gestion historiques sur le cordon dunaire et des données disponibles. Ce travail fera l'objet d'une restitution lors de la prochaine réunion du groupe de travail.

Action	Responsable	Délai
Alimenter le serveur ftp en bibliographie, données disponibles et illustrations du phénomène	Tous	-
Réunion technique sur la faisabilité d'un découpage en tronçons homogènes du littoral vis-à-vis du phénomène de migration dunaire	CNRS, ONF, BRGM	Automne 2019
Convocation 3 ^{ème} réunion du groupe de travail	BRGM/DDTM	Attente sélection du prestataire

Feuille de présence



FEUILLE DE PRESENCE

« Groupe de travail « Migration dunaire »

12 juin 2019

BRGM Nouvelle-Aquitaine - Pessac

NOM	PRENOM	ORGANISME	CONTACT (mail/tél)	SIGNATURE
Collin Florent		CEREMA	florant.collin@cerema.fr	
NÉDELEC	YVES	Cereuna	yves.nedelec@cerema.fr	
Françoise ROSE		DOSTO/SORGC	françoise.rose@pessac.gouv.fr	
MARIFU	Vincent	CNRS / UMR EPOC	vincent.marif@brgm.fr	
Oliveros	Carlos	BRGM	c.oliveros@brgm.fr	
Rose Seruy	David	ONF		
Bernon	Micolas	BRGM	m.bernou@brgm.fr	
Mais	Stephane	DSM33		

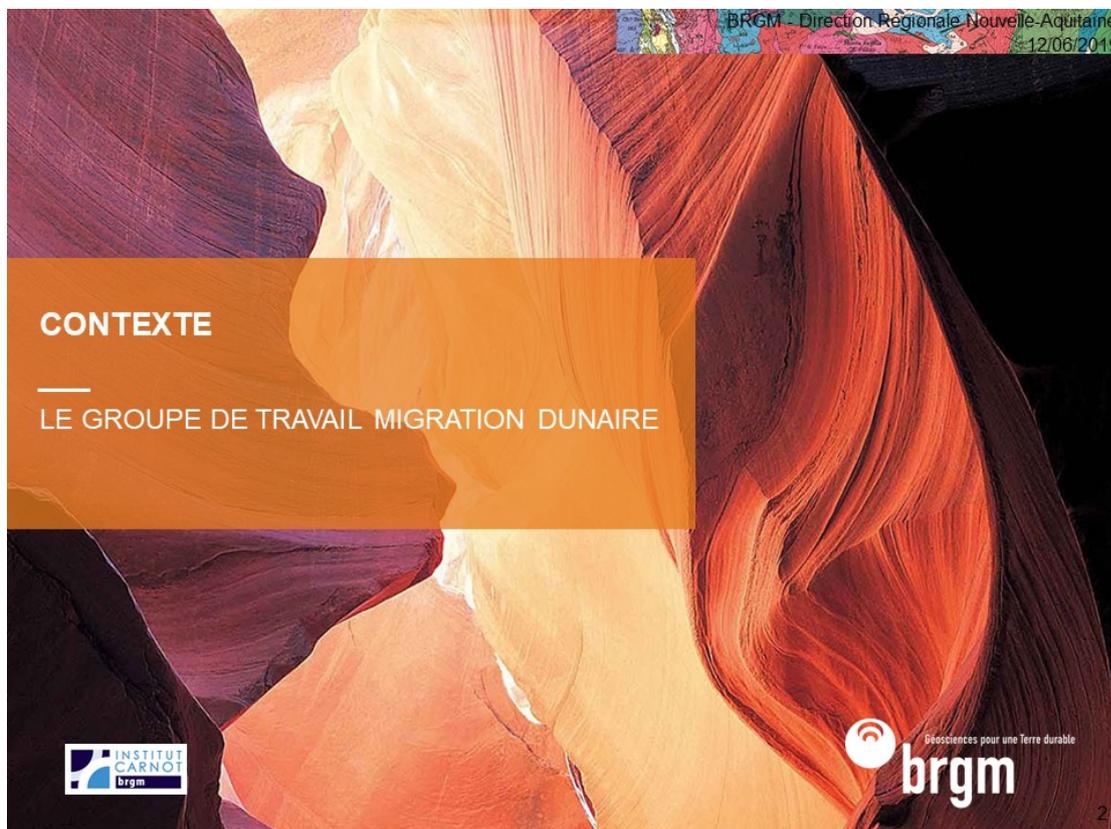
Diaporama support de la réunion du GT



**GROUPE DE TRAVAIL
MIGRATION
DUNAIRE**
—
PPRL 33

 Institut Carnot
Brgm
Direction Régionale Nouvelle-Aquitaine

 Géosciences pour une Terre durable
brgm
12/06/2019



CONTEXTE
—
LE GROUPE DE TRAVAIL MIGRATION DUNAIRE

 Institut Carnot
Brgm

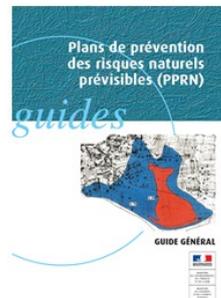
 Géosciences pour une Terre durable
brgm
2

CONTEXTE

PPRN et PPRL

Un document à portée réglementaire

- Créé par la loi du 02/02/1995 : éviter l'aggravation de l'exposition des personnes et biens aux risques naturels; réduire leurs conséquences négatives sur les vies humaines, l'environnement, l'activité économique et le patrimoine culturel (MEEM, 2016)
- Elaboré par l'Etat, avec concertation et association des collectivités, puis soumis à enquête publique
- Comporte 3 pièces : note de présentation, un ou plusieurs documents graphiques, et un règlement
- Une fois approuvé, annexé aux documents d'urbanisme et vaut servitude d'utilité publique ; Peut être révisé ou adapté.
- Les risques littoraux considérés dans les PPRN sont la submersion marine, le recul du trait de côte et la migration dunaire



BRGM SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL WWW.BRGM.FR



CONTEXTE

Les PPRL de Gironde

Un zonage élaboré en 1995

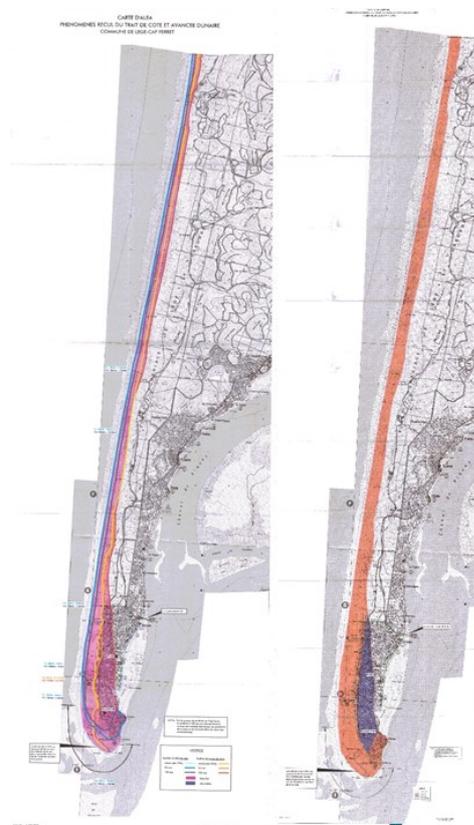
- Porte sur les aléas recul du trait de côte et migration dunaire (pas la submersion marine)
- Caractérisés en 1995 par le groupement SOGREAH Ingénierie et le LARAG (Université Bdx 1) à l'échelle départementale

Des PPRL approuvés en 2001

- Zonages d'aléas de 1995 intégrés dans des PPRL, traduits en plan de zonages réglementaires, déclinés par communes et approuvés pour la majorité le 31/12/2001

Révision des PPRL engagée sur Lège-Cap Ferret

- Arrêté du 12/02/2019 par le préfet de la Gironde portant prescription de la révision du PPRL sur la commune de Lège-Cap Ferret



BRGM SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL WWW.BRGM.FR

CONTEXTE

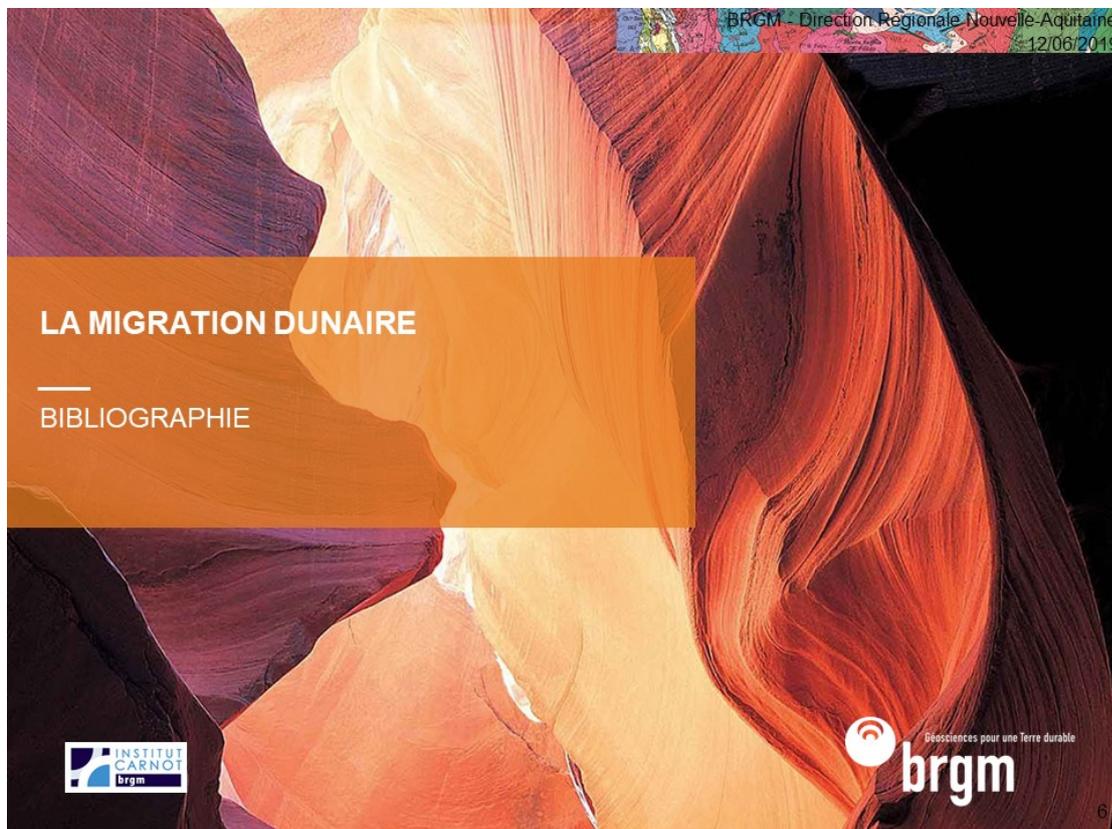
Groupe de Travail Migration dunaire

Pourquoi ce groupe de travail?

- Appui technique du BRGM à la DDTM pour la révision des zonages d'aléa recul du trait de côte et migration dunaire
- Au niveau national, les éléments de cadrage pour la caractérisation de l'aléa migration dunaire sont peu détaillés
- Nécessité de porter une réflexion impliquant scientifiques et services de l'état sur cette thématique

Objectifs du groupe de travail :

- Etablir un état des connaissances sur le phénomène de migration dunaire
- Dresser un inventaire des données disponibles susceptibles de caractériser le phénomène
- Définir une méthode de caractérisation de l'aléa, si possible en accord avec la méthode nationale (MEDDE, 2014) ou le cas échéant, suffisamment robuste pour être intégrée dans un PPRL



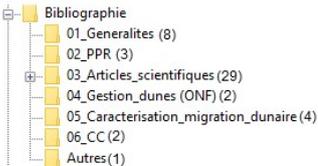
LA MIGRATION DUNAIRE

Recensement bibliographique par les participants du groupe

Collecte via serveur ftp

-Hôte : <ftp.brgm.fr> Identifiant : Migration_dunair Mot de passe : MD33

-Hiérarchisation :



```
graph TD
    Bibliographie --> 01_Generalites["01_Generalites (8)"]
    Bibliographie --> 02_PPR["02_PPR (3)"]
    Bibliographie --> 03_Articles_scientifiques["03_Articles_scientifiques (29)"]
    Bibliographie --> 04_Gestion_dunes["04_Gestion_dunes (ONF) (2)"]
    Bibliographie --> 05_Caracterisation_migration_dunaire["05_Caracterisation_migration_dunaire (4)"]
    Bibliographie --> 06_CC["06_CC (2)"]
    Bibliographie --> Autres["Autres(1)"]
```

-49 références bibliographiques traitant du phénomène ; grande variabilité des contenus

-29 articles scientifiques traitant de multiples aspects (agents dynamiques, observations via télédétection, dynamique court, moyen et long termes, géomorphologie, biodiversité, modélisation) et dans des environnements variés (continentaux et côtiers, géographie mondiale)

-Pour déterminer les taux d'évolution, l'analyse diachronique sur des objets détectés sur des images satellites et/ou aériennes est la plus utilisée

-Rappels : tout participant est invité à alimenter cette bibliographie. Pourra être fournie au prestataire

LA MIGRATION DUNAIRE

Données et illustration du phénomène

Données recensées (fichier à compléter sur le serveur ftp)

-Hôte : <ftp.brgm.fr> Identifiant : Migration_dunair Mot de passe : MD33

-Données SIG recensées: géomorphologiques, topographiques, orthophotographies, prises de vue obliques

-Littoral girondin : orthophotographies couvrent 20 ans. Ortho IGN 1950's et images plus récentes (nécessitant orthorectification et géoréférencement) pourraient être utilisées.

Illustration du phénomène

[-Contribution des participants](#)

LA MIGRATION DUNAIRE

CARACTÉRISATION DE L'ALÉA



ALÉA MIGRATION DUNAIRE

Méthode de caractérisation (MEDDE, 2014)

Une formule unique

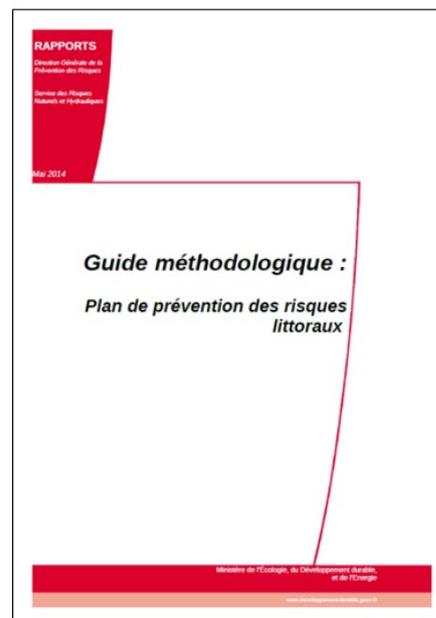
- $L_r = 100 T_x + L_{max}$
- 2 composantes:
 - T_x : Taux d'évolution moyen annuel (m/an) : défini à partir des tendances passées + expertise
 - L_{max} : Recul lié à un évènement majeur (m) : défini à partir des observations ou de modélisations

L'aléa

- Aléa fort uniquement , projection à +100 ans

Action de gestion / ouvrages

- Prise en compte non évoquées

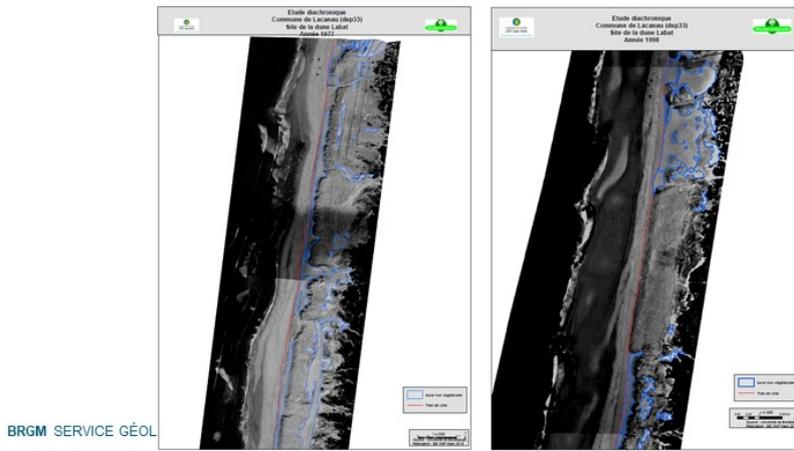


ALÉA MIGRATION DUNAIRE

En Gironde

Supports

- Orthophotographies offrent la chronique la plus longue, durée nécessaire selon les recommandations du guide
- Revers interne de la dune est détectable avec des incertitudes +/- fortes sur les orthophotos anciennes, précision meilleure avec une analyse stéréoscopique
- Années récentes : analyses combinées des orthophotographies et des données topographiques offrent une bonne précision
- Cordon dunaire géré depuis plusieurs décennies → nécessaire identification des actions de gestion (consultation ONF, identification sur photographies)



BRGM SERVICE GÉOL



ALÉA MIGRATION DUNAIRE

En Gironde

Objectif du GT : proposer une méthode de caractérisation de l'aléa

Tx

- Effectuer une analyse diachronique sur des positions historiques du revers interne de la dune est réalisable
- Nécessité d'identifier des tronçons représentatifs de l'évolution du système considéré (sous-cellule hydrosédimentaire) et où les modes gestion sur la période historique sont connus

Lmax

- Définition du Lmax reste à définir : quelques jours à quelques années
- Identification de sites caractéristiques (ex : Torchère, Trencat) ou recul forfaitaire ou modélisation

Faisabilité technique

- Techniquement classique mais fort dire d'expert, temps de réalisation dépendra du nombre de tronçons à traiter. Possible raisonnement à l'échelle des sous-cellules hydrosédimentaires
- Validité : choix des sites conditionne la représentativité du résultat

BRGM SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL WWW.BRGM.FR



Présentation du Cerema



Cerema Sud-Ouest – Y. Nédélec, F. Collin, Département Laboratoire de BORDEAUX

12 juin 2019

1



- Exemples de sites répertoriés
- Documentation sur les mécanismes
- Observation, surveillance
- Prévention du risque, traitement des problèmes

Cerema Sud-Ouest – Y. Nédélec, F. Collin, Département Laboratoire de BORDEAUX

12 juin 2019

2

Exemples de sites répertoriés (étudiés ou avec enjeu)

Cerema Sud-Ouest – Y. Nédélec, F. Collin, Département Laboratoire de BORDEAUX

12 juin 2019

3

- **Taklimakan desert, Chine** :
Non côtier, désert, enjeu routier



- **Alxa plateau, Chine** :
Non côtier, désert, enjeu routier



Cerema Sud-Ouest – Y. Nédélec, F. Collin, Département Laboratoire de BORDEAUX

12 juin 2019

4

- **Shoyna, Russie :**

Côtier, dunes localisées,
enjeu résidentiel,
pas d'étude trouvée...



- **Valdevaqueros, Espagne :**

Côtier, dunes localisées,
enjeu routier



- **Silver Lake, Michigan :**

Côtier (lac Michigan),
dunes localisées,
enjeu résidentiel



- **Keeler, Californie :**

Non côtier, désert,
enjeu routier et résidentiel



▪ **Secteur de Noirmoutier, Vendée :**

Côtier,
dunes localisées,
calcul LIDAR, pas d'enjeu



Documentation sur les mécanismes

Corrélation météorologie, géométrie,
déplacement :
site chinois, publication de 2000

Indice de mobilité :
publication israélienne de 2005

Observation, surveillance

Publications plus nombreuses

Téledétection, LIDAR :
site californien, publication de 2012
site vendéen, publication de 2018

Topographie de profils :
site chinois, publication de 2000,
site espagnol (distance profils / route), pub. de 2011

Prévention du risque, traitement des problèmes

Essentiellement l'exemple espagnol
de Valdequeros
(comparaison de projets de surélévation, de
déplacement de la route, de tunnel)

Presse rapportant la situation à Silver Lake

ANNEXE 3 : CR DE LA REUNION 3 DU GT MIGRATION DUNAIRE



Réf. : CPTR_AQI_2020_13

Pessac, le 24/06/2020

COMPTE RENDU DE RÉUNION	
Rédacteur : N.Bernon	Entité : DAT/GDO/NVA/BDX
Projet : Révision des PPRL de la Gironde	Numéro : AP18BDX041
Objet : Réunion n°3 du groupe de travail sur le phénomène de Migration dunaire en Gironde	
Date : 24/06/2020	Lieu : BRGM Pessac
Participants : DDTM33 : Stéphane Maïs ONF : David Rosebery CNRS / EPOC (Univ. Bordeaux) : Bruno Castelle Cerema Sud-Ouest: Yves Nédélec Creocean : Baptiste Le Mauff, Clémentine Fanton BRGM : Alexandre Nicolae Lerma, Nicolas Bernon	
Absents/excusés : Frédéric Painchault, Carlos Oliveros	
Diffusion interne : participants, C. Oliveros	
Diffusion externe : participants, absents / excusés, DGPR (Bérangère Basin, Lucie Solignac), ONF (Francis Maugard, Cerema (Yann Deniaud)	
En cas de diffusion externe visa et nom du responsable : Nicolas Pédrón	
 Le Directeur Régional du BRGM Nouvelle - Aquitaine Nicolas PÉDRON	

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS
<p>1. Objectifs de la réunion</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rappel du contexte - Enseignements des réunions précédentes du GT / travaux récents - Présentation de Creocean et de l'état d'avancement de l'étude historique menée cadre de la révision du PPRL de Lège-Cap Ferret - Perspectives <p><i>Cf. diaporamas à la suite de ce compte-rendu</i></p>

2. Rappel du contexte

Le groupe de travail sur la migration dunaire (GT MD) s'inscrit dans le travail de révision des PPRL girondins mené par la DDTM33. A ce stade la prescription n'est arrêtée que sur la commune de Lège-Cap Ferret. La réflexion porte sur le phénomène de la migration dunaire uniquement et sur l'ensemble de la côte girondine (bien que l'analyse de contextes géographiques et géomorphologiques comparables puisse alimenter la réflexion).

Les objectifs du GT MD sont l'établissement d'un état des connaissances sur le phénomène (bibliographie + données disponibles). La finalité du groupe de travail est de proposer une méthode de caractérisation de l'aléa, si possible en accord avec la méthodologie nationale (MEDDE, 2014).

3. Enseignements des travaux du groupe de travail et travaux récents

Un espace de partage a été créé. Cet espace est un serveur ftp, les conditions d'accès sont les suivantes :

Hôte : <ftp.brgm.fr>

Identifiant : Migration_dunair

Mot de passe : MD33

Il permet le partage de connaissances sur le phénomène de migration dunaire. La bibliographie y est rassemblée, un inventaire des données disponibles est effectué dans un classeur Excel.

Il est proposé à l'ensemble des participants d'alimenter cet espace avec les éventuelles nouvelles études et données identifiées depuis la dernière mise-à-jour datant de juin 2019. Pour faciliter cette collecte, le BRGM contactera les membres du GT.

Le BRGM fait part d'un travail de stage effectué dans le cadre de l'Observatoire de la Côte Aquitaine en 2019 (V. Bossard). Portant sur le cordon dunaire régional (Gironde + Landes), il a abouti à la caractérisation d'une typologie morphologique du cordon dunaire. Les interventions de l'ONF (gestionnaire) sur le massif dunaire, ont également été étudiées sur la période 2011-2017. Par ailleurs, deux sites ont fait l'objet d'un travail plus détaillé : la dune Rambaud à Lacanau et le site de la Torchère à Lège-Cap Ferret. Il révèle des dynamiques d'évolution distinctes sur ces deux sites affectés par la migration dunaire, en fonction de leurs morphologies initiales, mais aussi des modes de gestion mis en place pour gérer le phénomène.

L'ONF travaille à la création d'un plan de gestion des massifs dunaires au niveau régional (voire national). Il comprendra une phase de diagnostic de l'aléa migration dunaire, et donc une caractérisation des taux d'évolution (Tx) et du recul lié à un évènement majeur (Lmax). Des essais ont été menés pour caractériser le pied du revers interne de la dune sur différents sites, à partir d'orthophotographies anciennes. Depuis la fin de la seconde guerre mondiale, au niveau régional, des travaux de gestion active (remodelage, végétalisation etc) ont été effectués sur le cordon dunaire sur la période 1970-1982. La campagne de photographies aériennes de 1985 de l'ensemble du cordon dunaire aquitain, acquise par l'ONF et de très grande qualité, est particulièrement intéressante pour caractériser l'état du cordon à la fin de cette période de travaux. D'une manière générale, les interventions effectuées sur le cordon dunaire peuvent être identifiées à partir des images aériennes (dans la limite des images

disponibles). Les unités techniques locales sont également susceptibles d'avoir un historique des actions de gestion opérées sur la dune.

Ce projet de l'ONF rejoint les travaux du groupe de travail sur la migration dunaire. Il conviendra de veiller à la cohérence des méthodes développées et des éventuels résultats. L'ONF pourra fournir les informations dont il dispose (images aériennes, couches SIG, consultation des unités territoriales...). Ces échanges techniques doivent être partagés avec le groupe de travail.

Le CNRS évoque les suivis effectués sur le site du Truc Vert dans le cadre du projet de recherche ANR SONO. Des levés topographiques sont effectués à haute fréquence sur l'ensemble du cordon dunaire du site (linéaire d'environ 4 km). Ils permettent de quantifier les volumes de sable qui transitent au sein de la dune blanche, mais pas au niveau du revers interne de la dune. Par ailleurs, des données radar ont été acquises sur le cordon dunaire. Les levés perpendiculaires au massif mettent en évidence des réflecteurs identifiés comme des revers internes historiques du cordon. Il est également possible de visualiser des travaux majeurs comme les remodelages. Si la datation de ces réflecteurs présente des incertitudes, cette information permet d'accéder à des estimations des taux de migration du massif. Enfin, des levés hyperspectraux sont acquis sur 20 km du cordon dunaire sud-Gironde, ils offrent une bonne caractérisation de la végétation.

Le Cerema indique avoir déployé la méthode radar dans le cadre des travaux de thèse d'A. Nahon sur la Pointe du Cap Ferret, en particulier sur la plage. Un profil avait été levé dans la falaise dunaire. Le Cerema peut potentiellement mettre à disposition du groupe de travail cette technologie, qu'il déploie annuellement sur la dune du Pilat.

Une recherche de sites analogues à l'échelle du globe a été réalisée par le Cerema, présentée lors de la seconde réunion du groupe de travail. Il n'existe pas de site comparable au cordon dunaire aquitain au regard des aspects géomorphologiques, exposition aux agents dynamiques, gestion historique, enjeux... Seule la dune de Valdaqueros en Espagne pourrait présenter quelques similitudes.

Enfin, la bibliographie recensée fait état de l'utilisation de l'analyse diachronique d'indicateurs détectés sur des données topographiques, ou des images (aériennes et/ou satellites) pour caractériser la migration dunaire. Les travaux de modélisation du phénomène se focalisent sur les processus dynamiques, il ne s'agit pas de modèle d'évolution à long terme.

La DDTM33 rappelle la nécessité de recenser le maximum de données et d'informations pour l'élaboration du PPRL de Lège-Cap Ferret, dans l'objectif de caractériser l'aléa le plus précisément que possible. Les membres du Comité de Concertation et d'Association (CoCoAs) seront invités dans ce sens à partager les éventuelles données et études dont ils disposent. Ce CoCoAs se réunit le 08/07 prochain.

4. Présentation de Creoccean et premiers éléments recueillis sur Lège-Cap Ferret

Après une rapide présentation du bureau d'étude, Creoccean rappelle qu'il est relativement peu intervenu sur le Bassin d'Arcachon. Il a néanmoins des références certaines sur les caractérisations des évolutions des systèmes littoraux et des dynamiques d'embouchure.

Des archives très anciennes relatent l'existence du phénomène (XV^{ème} siècle pour la plus ancienne). Plus récemment, des photographies et cartes postales illustrent l'envahissement de certains secteurs. Toutefois, ces informations restent qualitatives.

Les travaux de l'IFREMER et du BRGM en 2001 ont produits des MNT par stéréoscopie (1964, 1973, 1996, 1998). Leur étude permet d'identifier différentes phases d'évolution du cordon dunaire, comme illustré sur Lège-Cap Ferret. Quelques agrandissements de certains secteurs de la Pointe du Cap Ferret sont ensuite exposés. Ils révèlent le recul du trait de côte et l'extension de l'urbanisation. La végétation dunaire a beaucoup évolué, et a globalement progressé vers l'ouest. L'étude ayant servi à l'élaboration du PPRL de 2001 fait état de taux de plusieurs mètres voire dizaines de mètres par an.

Creocean rejoint les résultats du groupe de travail : l'indicateur qui servira à la caractérisation de l'aléa migration dunaire est déterminant (végétation ou rupture de pente ?). Les interventions humaines ont fortement impacté la dynamique d'évolution du cordon.

5. Caractérisation de l'aléa migration dunaire : indicateur et valeurs de référence

Le BRGM rappelle la méthode proposée dans le guide d'élaboration des PPRL du MEDDE (2014). Il s'agit de définir un taux d'évolution (Tx) du front de dune côté terre ainsi qu'un recul lié à un évènement tempétueux majeur (Lmax). Ces deux valeurs permettent de calculer un recul (Lr) total sur 100 ans : $Lr = 100.Tx + Lmax$.

Concernant l'indicateur « front de dune côté terre », l'information récurrente utilisée dans la bibliographie correspond à la rupture de pente entre le versant dunaire et l'arrière-dune. Elle peut être détectée sur des orthophotographies (précision améliorée si stéréoscopie possible) et sur des données topographiques.

L'impact des interventions humaines sur la dynamique d'évolution des dunes est clairement identifié. L'ONF indique qu'il existe deux types de taux d'évolution sur la période historique : avant et après la période de remodelage (1970's). La thèse de Duparc doit permettre de retrouver les différentes dates d'intervention de cette période par point kilométrique.

La DDTM33 explique que toutes les hypothèses d'évolution doivent être étudiées, pour une échéance +100 ans, et qu'il est donc nécessaire de connaître les taux d'évolution historiques sur les deux périodes. Ces taux seront discutés dans le cadre de l'élaboration du PPRL, à la fin de la phase 1 (étude du fonctionnement hydrosédimentaire). Le groupe de travail peut être force de proposition et fournir des éléments objectifs d'aide à la décision des valeurs à considérer. Le bureau d'étude proposera en fin de phase 2 (caractérisation des aléas) les valeurs à retenir, sur la base d'un argumentaire. La décision finale sera prise par l'Etat.

Les valeurs de Lmax sont également soumises à interprétation. Définies comme une avancée dunaire consécutive à un évènement tempétueux majeur dans le guide, il s'agit de quantifier le recul de la dune à la suite de cet évènement. Trois paramètres semblent être à considérer pour caractériser ce recul dunaire : la morphologie initiale du cordon dunaire, la temporalité de l'impact de l'évènement majeur, et les interventions éventuelles mises en place pour gérer le phénomène.

Dans l'état actuel des connaissances, il apparaît difficile de caractériser précisément les différentes trajectoires d'évolution sur la base de ces trois paramètres. Il est proposé de dresser la liste des différents cas connus, qui pourraient être étudiés au travers de ces trois entrées. Quelques sites sont mentionnés : Grayan - Le Gurg, Carcans - Le Puant, Lacanau -

Dune Rambaud, Lège-Cap Ferret - La Torchère, La Teste-de-Buch - Le Trencat, et d'autres sites dans les Landes.

Le groupe écarte à ce stade l'utilisation de la modélisation pour caractériser le Lmax. Par ailleurs, le recours à une valeur forfaitaire ne devra être utilisé qu'en l'absence d'informations suffisamment robustes.

Concernant la prise en compte des ouvrages et des modes de gestion dans les hypothèses futures d'évolution du massif, Creoccean propose de suivre un raisonnement comparable à celui proposé pour l'aléa recul du trait de côte, dans le guide méthodologique d'élaboration des PPRL. Sur cet aspect, non mentionné dans le guide d'élaboration des PPRL pour la migration dunaire, tout élément permettant d'étayer ou non la considération des ouvrages/actions de gestion futures sera utile. C'est le cas notamment du projet de plan de gestion des dunes évoqué par l'ONF.

L'ONF rappelle le caractère plus « maîtrisable » de l'évolution du système dunaire comparativement à celle du trait de côte, pour exemple la dune Labat à Lacanau dont la migration a été stoppée. Toutefois, sur certains sites et à une échéance 100 ans, le BRGM explique que le recul du trait de côte risque de dépasser le revers interne de la dune, conduisant à une disparition du système dunaire. On peut douter que ce phénomène se produise à l'avenir, les autorités en charge de la gestion des dunes et de l'aménagement du territoire chercheront des solutions. Ce cas « théorique » s'était déjà présenté dans le cadre de l'élaboration du dernier PPRL de 2001, et se présentera fort probablement à Lège-Cap Ferret. Une hypothèse d'évolution pourrait être une migration du cordon dunaire vers l'intérieur des terres.

6. Perspectives

A ce stade de la réflexion, une mise en pratique des éléments de méthode discutés apparaît nécessaire. En outre, la révision du PPRL de Lège-Cap Ferret prévoit la fin de la phase 1 (étude du fonctionnement hydrosédimentaire) à l'automne 2020. Cette phase comprend le recensement des études et données disponibles sur la commune. Il convient également d'établir un historique des pratiques de gestion de la dune. Creoccean pourra s'appuyer sur les travaux de thèse de Duparc, ainsi que la consultation des unités territoriales de l'ONF (P. Duteau, B. Capdeville, E. Lenain).

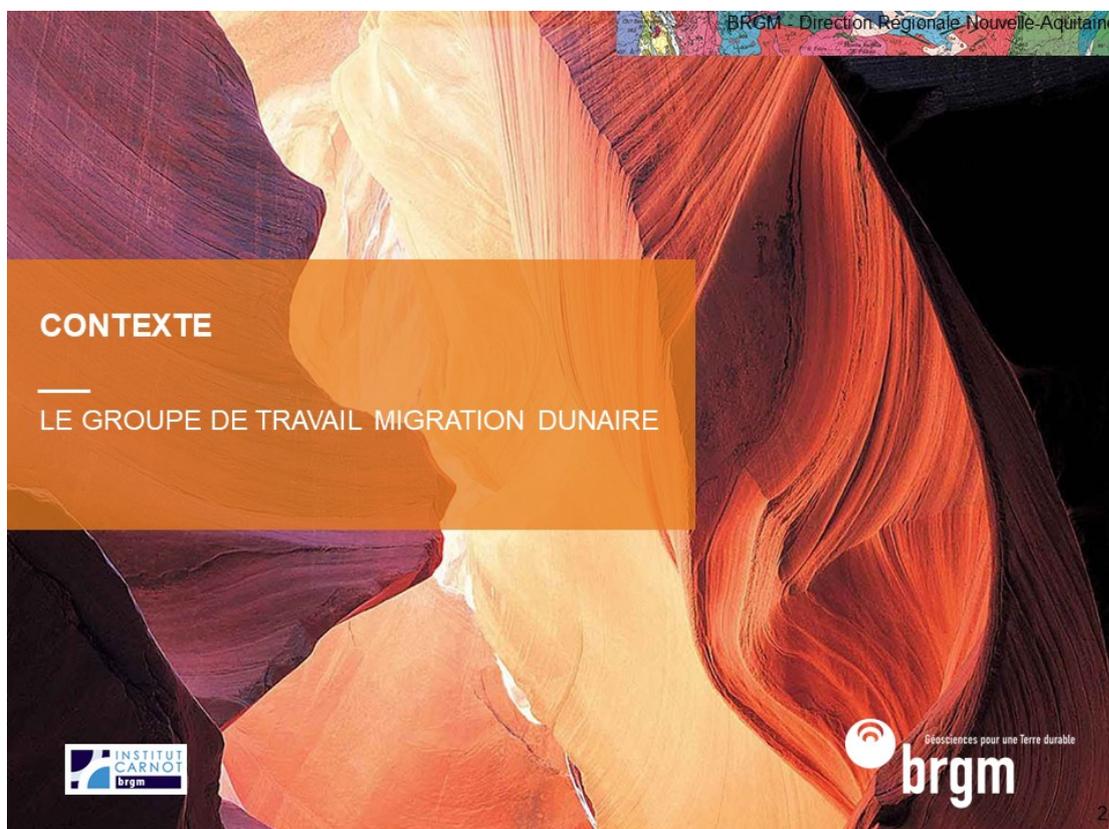
Des visites de terrain sont prévues en septembre dans le cadre de la révision du PPRL de Lège-Cap Ferret, elles pourront faire appel à certains membres du GT Migration dunaire. Une réunion du groupe de travail pourra avoir lieu à la même période.

L'échelle de travail est enfin discutée, il faut garder à l'esprit que le GT doit définir une méthode applicable à l'ensemble de la Gironde. Il s'avère que les données disponibles (orthophotographies, données SIG, historique des modes de gestion...) contrôlent fortement l'échelle de travail envisageable. Le recensement de ces informations à l'échelle du département permettra donc d'avoir une meilleure visibilité sur ce point.

Les travaux menés localement sur Lège-Cap Ferret seront instructifs et permettront d'approfondir la méthode proposée.

Action	Responsable	Délai
Recensement et partage des études et données disponibles à l'échelle départementale- sollicitation des membres du GT	BRGM	Dès que possible
Visite de terrain - participation potentielle des membres du GT	DDTM33/Creocean	Septembre 2020
Convocation 4 ^{ème} réunion du groupe de travail Migration dunaire	BRGM/DDTM33	Automne 2020

Diaporamas présentés lors de la réunion du GT



CONTEXTE

PPRN et PPRL

Un document à portée réglementaire

- Créé par la loi du 02/02/1995 : éviter l'aggravation de l'exposition des personnes et biens aux risques naturels; réduire leurs conséquences négatives sur les vies humaines, l'environnement, l'activité économique et le patrimoine culturel (MEEM, 2016)
- Elaboré par l'Etat, avec concertation et association des collectivités, puis soumis à enquête publique
- Comporte 3 pièces : note de présentation, un ou plusieurs documents graphiques, et un règlement
- Une fois approuvé, annexé aux documents d'urbanisme et vaut servitude d'utilité publique ; Peut être révisé ou adapté.
- Les risques littoraux considérés dans les PPRN sont la submersion marine, le recul du trait de côte et la migration dunaire



BRGM SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL WWW.BRGM.FR

CONTEXTE

Les PPRL de Gironde

Un zonage élaboré en 1995

- Porte sur les aléas recul du trait de côte et migration dunaire (pas la submersion marine)
- Caractérisés en 1995 par le groupement SOGREAH Ingénierie et le LARAG (Université Bdx 1) à l'échelle départementale

Des PPRL approuvés en 2001

- Zonages d'aléas de 1995 intégrés dans des PPRL, traduits en plan de zonages réglementaires, déclinés par communes et approuvés pour la majorité le 31/12/2001

Révision des PPRL engagée sur Lège-Cap Ferret

- Arrêté du 12/02/2019 par le préfet de la Gironde portant prescription de la révision du PPRL sur la commune de Lège-Cap Ferret



BRGM SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL WWW.BRGM.FR

CONTEXTE

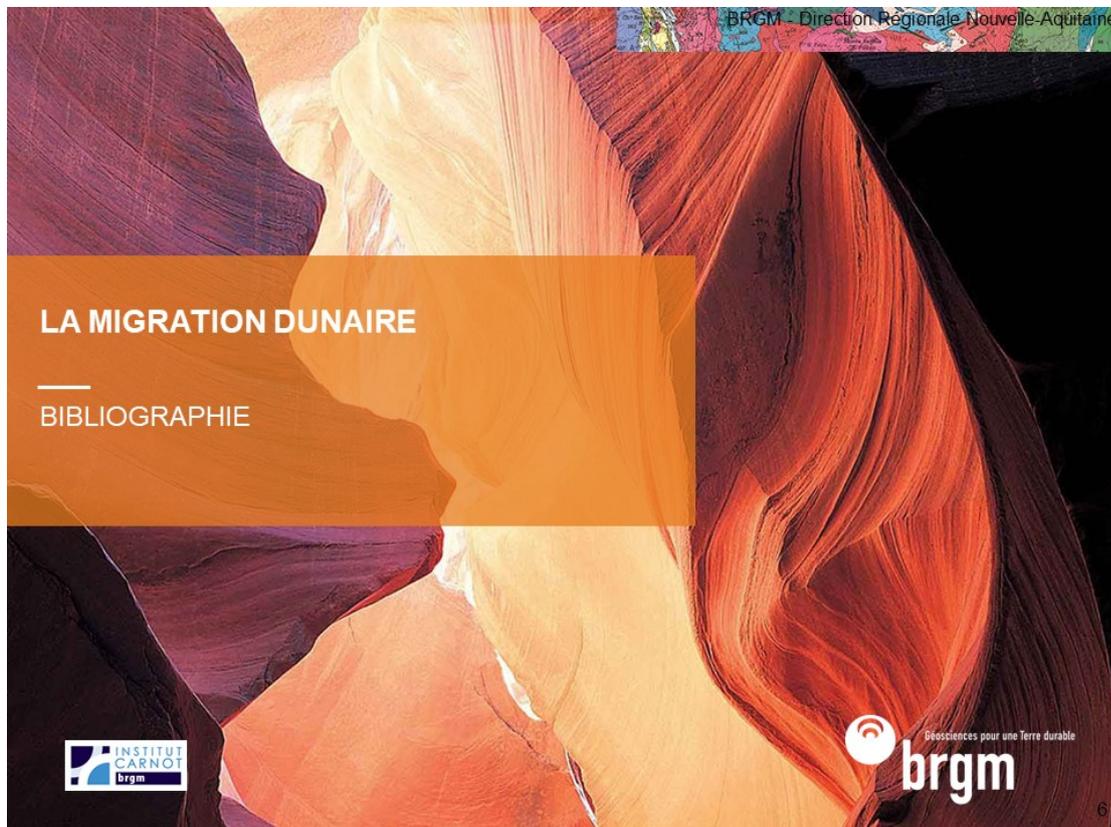
Groupe de Travail Migration dunaire

Pourquoi ce groupe de travail?

- Appui technique du BRGM à la DDTM 33 pour la révision des zonages d'aléa recul du trait de côte et migration dunaire
- Au niveau national, les éléments de cadrage pour la caractérisation de l'aléa migration dunaire sont peu détaillés
- Nécessité de porter une réflexion impliquant scientifiques et services de l'Etat sur cette thématique

Objectifs du groupe de travail :

- Etablir un état des connaissances sur le phénomène de migration dunaire
- Dresser un inventaire des données disponibles susceptibles de caractériser le phénomène
- Définir une méthode de caractérisation de l'aléa, si possible en accord avec la méthode nationale (MEDDE, 2014)



LA MIGRATION DUNAIRE

Recensement bibliographique par les participants du groupe au 12/06/2019

Collecte via serveur ftp

-Hôte : <ftp.brgm.fr> Identifiant : Migration_dunair Mot de passe : MD33

-Hiérarchisation :

- Bibliographie
 - 01_Generalites (8)
 - 02_PPR (3)
 - 03_Articles_scientifiques (29)
 - 04_Gestion_dunes (ONF) (2)
 - 05_Caracterisation_migration_dunaire (4)
 - 06_CC (2)
 - Autres (1)

-49 références bibliographiques traitant du phénomène ; grande variabilité des contenus

-29 articles scientifiques traitant de multiples aspects (agents dynamiques, observations via télédétection, dynamique court, moyen et long termes, géomorphologie, biodiversité, modélisation) et dans des environnements variés (continentaux et côtiers, géographie mondiale)

LA MIGRATION DUNAIRE

Données et illustration du phénomène

Données recensées (fichier à compléter sur le serveur ftp) au 12/06/2019

-Hôte : <ftp.brgm.fr> Identifiant : Migration_dunair Mot de passe : MD33

-[Données SIG](#) recensées: géomorphologiques, topographiques, orthophotographies, prises de vue obliques

-Littoral girondin : orthophotographies couvrent 20 ans. Ortho IGN 1950's et images plus récentes (nécessitant orthorectification et géoréférencement) pourraient être utilisées.

Illustration du phénomène

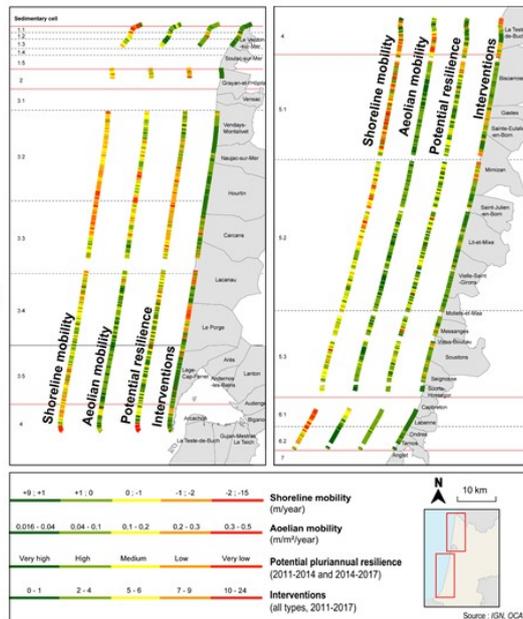
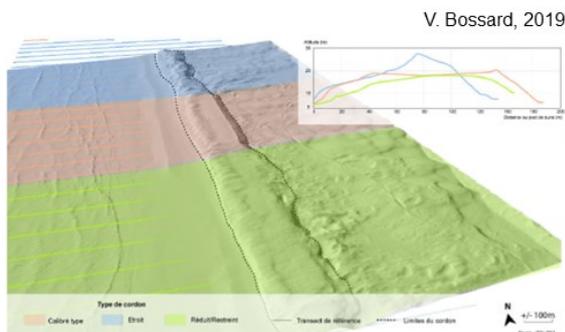
-[Contribution des participants](#)

ALÉA MIGRATION DUNAIRE

Résultats des réunions précédentes du GT Migration dunaire

Bibliographie & données : enseignements

- La **bibliographie est également à actualiser**
 - OCA : Stage V. Bossard
→ Typologies du cordon dunaire aquitain
 - ANR SONO?
 - Autre?



ALÉA MIGRATION DUNAIRE

Résultats des réunions précédentes du GT Migration dunaire

Bibliographie & données : enseignements

- Les travaux de modélisation du phénomène se focalisent sur les processus dynamiques, il ne s'agit pas de modèle d'évolution à long terme.
- Peu de sites à l'échelle du globe ont été identifiés comme présentant des caractéristiques comparables au système dunaire girondin (milieu côtier, morphologie du cordon dunaire, forçages météo, niveau de connaissances...)
- La migration dunaire est le plus souvent étudiée par des analyses diachroniques de descripteurs relevés à partir de données topographiques, d'images aériennes ou satellites
 - **Tableau à compléter** (→ quid de la mise à disposition de certaines de ces données?).
 - Pour les besoins du PPRL, exhaustivité à rechercher



ALÉA MIGRATION DUNAIRE

Méthode de caractérisation (MEDDE, 2014)

Une formule unique

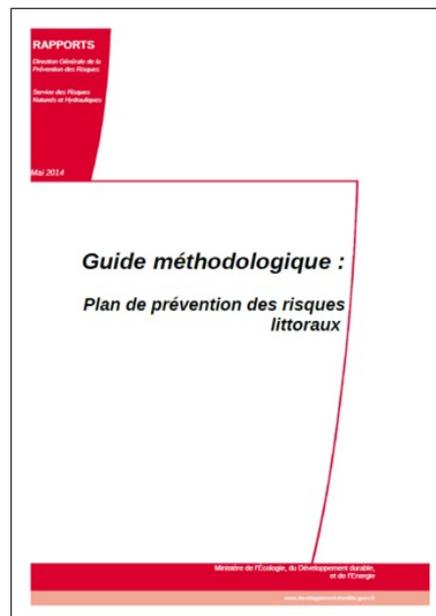
- $L_r = 100 T_x + L_{max}$
- 2 composantes :
 - T_x : Taux d'évolution moyen annuel (m/an) : défini à partir des tendances passées + expertise
 - L_{max} : Recul lié à un évènement majeur (m) : défini à partir des observations ou de modélisations

L'aléa

- Aléa fort uniquement , projection à +100 ans

Action de gestion / ouvrages

- Prise en compte non évoquée



ALÉA MIGRATION DUNAIRE

Objectif du groupe de travail : proposer une méthode de caractérisation de l'aléa

Les enseignements / les pistes de travail

Tx

- Effectuer une analyse diachronique sur des positions historiques du revers interne de la dune est réalisable à partir de photographies anciennes (précision améliorée si stéréoscopie possible)
- Nécessité d'identifier des tronçons représentatifs de l'évolution du système considéré (sous-cellule hydrosédimentaire par exemple) et où les modes gestion sur la période historique sont connus

Lmax

- Lmax : événement majeur à court terme VS conséquences à moyen terme
- Un choix doit être opéré sur la définition de cet événement majeur Lmax
- Identification de sites caractéristiques (ex : Torchère, Trencat, Le Gulp), ou recul forfaitaire, ou modélisation. résultats SONO?



ALÉA MIGRATION DUNAIRE

Objectif du groupe de travail : proposer une méthode de caractérisation de l'aléa

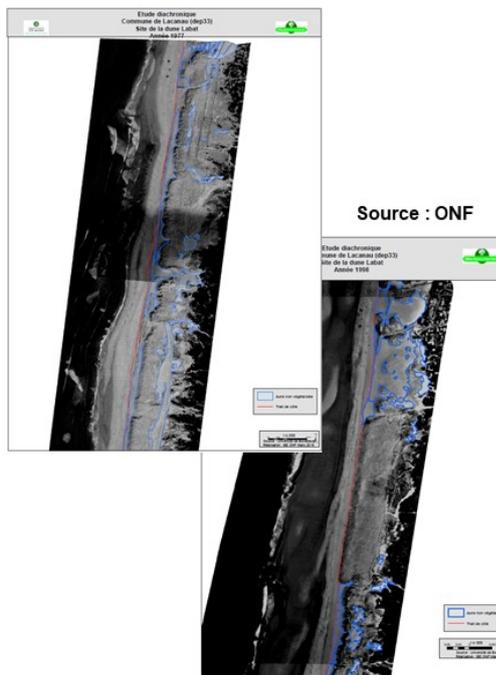
Les enseignements / les pistes de travail

Prise en compte des ouvrages / modes de gestion

- Nécessité de considérer les modes de gestion du cordon pour apprécier les évolutions constatées
- Les modes de gestion peuvent être identifiés sur certaines orthophotographies, les gestionnaires disposent d'informations. Cette information reste néanmoins délicate à synthétiser

Faisabilité technique

- Méthode techniquement classique mais fort dire d'expert
- Travail sur tout le linéaire girondin serait conséquent
 - nécessité d'identifier des secteurs homogènes au regard des données disponibles, des caractéristiques du cordon dunaire, des modes de gestion opérés...
 - nécessité la participation des gestionnaires et des experts → comment l'envisager concrètement?



ALÉA MIGRATION DUNAIRE

Poursuite de la réflexion du groupe de travail

Méthode de caractérisation de l'aléa :

- Compléter la bibliographie et le recensement des données disponibles à l'échelle départementale
- Quelle définition du Lmax adopter?
- Contribution des gestionnaires du cordon dunaire et experts de ce milieu, qui porteront notamment un regard sur les données d'entrée et les résultats

Mise en œuvre de la méthode:

- Définir l'échelle de travail où mettre en pratique la méthode proposée : Lège-Cap Ferret ou Gironde, linéaire total ou partiel?
- Effectuer une synthèse des données disponibles sur les secteurs retenus, évaluer leur pertinence, leurs incertitudes...
- Identification du/des gestionnaires du cordon dunaire, et des pratiques de gestion sur la période historique

Autres ?

Images aériennes historiques

- Changement morphologique visible à grande échelle
- Gestion de l'ONF
- Le recul de l'abrupt dunaire n'est pas évident à partir d'images

→ Végétation ou rupture de pente ?

→ Date de référence pour calculer les Tx ?
(après stabilisation de l'ONF dans les années 90 ?)

24/06/2020

Groupe de travail "migration dunaire" n°3

creocean
Environnement & océanographie

Images aériennes historiques

PK	Commune ou lieu-dit	1957-1991 : photographes aériennes à 1/25000 et 1/20000		MIACA-LCHF 1995
		Recul en m	Recul en m/an	Recul en m/an
69.25	Garde feu n° 68	37	1,1	
72	Le Porçe	50	1,5	Stable
76	La Jenny	37	1,1	
79.25	Garde feu n° 78	17	0,5	
81.25	Garde feu n° 80	25	0,7	
82.5	Le Grand Crohot	10	0,3	Stable
95	La Décassière	50	2,2	
99	Bélisaire Sud	80	2,0	
101	Sérapihom	125	1,1	
102	BK 32	212	1,9	

Sogreah & Larag (1995)

« Les Blockhaus »

« La Pointe »



24/06/2020

Groupe de travail "migration dunaire" n°3

creocean
Environnement & océanographie

Images aériennes historiques

PK	Commune ou lieu-dit	1957-1991 : photographes aériennes à 1/25000 et 1/20000		MIACA-LCHF 1995
		Recul en m	Recul en m/an	
69.25	Garde feu n° 68	37	1,1	
72	Le Porge	50	1,5	Stable
76	La Jenny	37	1,1	
79.25	Garde feu n° 78	17	0,5	
81.25	Garde feu n° 80	25	0,7	
82.5	Le Grand Crohot	10	0,3	Stable
85	La Bécassière	50	2,2	
99	Bétsaire Sud	80	2,0	
101	Sémaphore	125	1,1	
102	BK 32	212	1,9	

Sogreah & Larag (1995)

« Les Blockhaus »

« La Pointe »



24/06/2020

Groupe de travail "migration dunaire" n°3

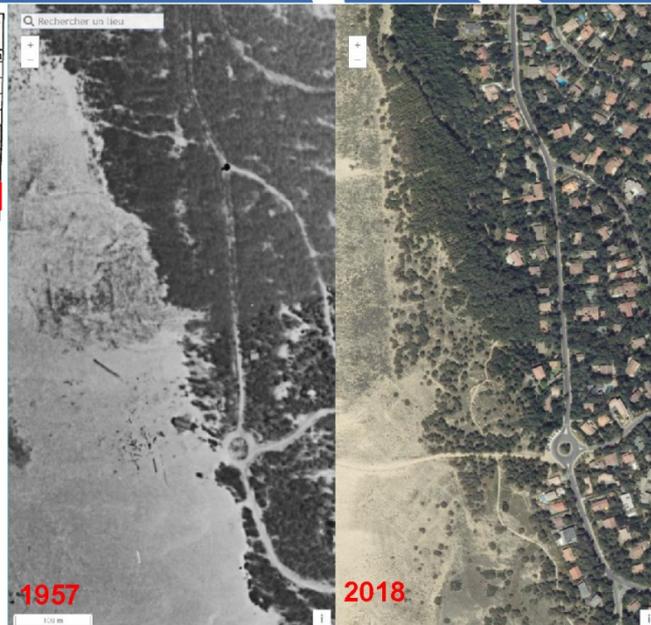
creocean
Environnement & océanographie

Images aériennes historiques

PK	Commune ou lieu-dit	1957-1991 : photographes aériennes à 1/25000 et 1/20000		MIACA-LCHF 1995
		Recul en m	Recul en m/an	
69.25	Garde feu n° 68	37	1,1	
72	Le Porge	50	1,5	Stable
76	La Jenny	37	1,1	
79.25	Garde feu n° 78	17	0,5	
81.25	Garde feu n° 80	25	0,7	
82.5	Le Grand Crohot	10	0,3	Stable
85	La Bécassière	50	2,2	
99	Bétsaire Sud	80	2,0	
101	Sémaphore	125	1,1	
102	BK 32	212	1,9	

Sogreah & Larag (1995)

« Sémaphore »



24/06/2020

Groupe de travail "migration dunaire" n°3

creocean
Environnement & océanographie

Images aériennes historiques

PK	Commune ou lieu-dit	1957-1991 : photographes aériennes à 1/25000 et 1/20000		MIACA-LCHF 1995
		Recul en m	Recul en m/an	
69.25	Garde feu n° 68	37	1,1	
72	Le Porge	50	1,5	Stable
76	La Jenny	37	1,1	
79.25	Garde feu n° 78	17	0,5	
81.25	Garde feu n° 80	25	0,7	
82.5	Le Grand Crohol	10	0,3	Stable
86	La Bécassière	50	2,2	
89	Bélisaire Sud	80	2,0	
101	Sémaphore	125	1,1	
104	BK 32	212	1,9	

Sogreah & Larag (1995)

« Sémaphore »



24/06/2020

Groupe de travail "migration dunaire" n°3

creocean
Environnement & océanographie

Images aériennes historiques

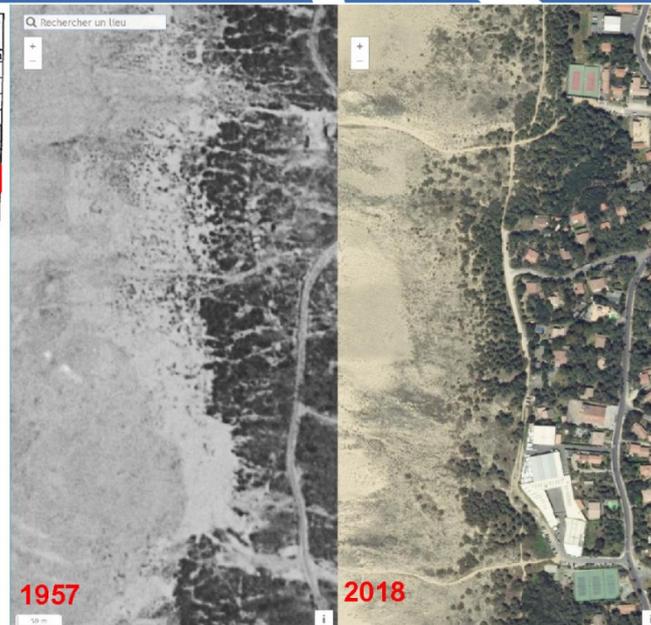
PK	Commune ou lieu-dit	1957-1991 : photographes aériennes à 1/25000 et 1/20000		MIACA-LCHF 1995
		Recul en m	Recul en m/an	
69.25	Garde feu n° 68	37	1,1	
72	Le Porge	50	1,5	Stable
76	La Jenny	37	1,1	
79.25	Garde feu n° 78	17	0,5	
81.25	Garde feu n° 80	25	0,7	
82.5	Le Grand Crohol	10	0,3	Stable
86	La Bécassière	50	2,2	
89	Bélisaire Sud	80	2,0	
101	Sémaphore	125	1,1	
102	BK 32	212	1,9	

Sogreah & Larag (1995)

« Les ensablés »



Favennec (1994)



24/06/2020

Groupe de travail "migration dunaire" n°3

creocean
Environnement & océanographie

Images aériennes historiques

PK	Commune ou lieu-dit	1957-1991 : photographes aériennes à 1/25000 et 1/20000		MIACA-LCHF 1995
		Recul en m	Recul en m/an	
69.25	Garde feu n° 68	37	1,1	
72	Le Porge	50	1,5	Stable
76	La Jenny	37	1,1	
79.25	Garde feu n° 78	17	0,5	
81.25	Garde feu n° 80	25	0,7	
82.5	Le Grand Crohol	10	0,3	Stable
86	La Béasque	60	0,9	
89	Béasque Sud	80	2,0	
191	Sanspierre	125	1,1	
102	BK 32	212	1,9	

Sogreah & Larag (1995)

« Les ensablés »



24/06/2020

Groupe de travail "migration dunaire" n°3

creocean
Environnement & océanographie

Images aériennes historiques

remonterletemps.ign.fr

Le dunes sont prises en étaux entre :

- un trait de côte qui recule
- une urbanisation qui s'étend

Le rapport de surface entre la dune vive et la dune végétalisée semble s'inverser



24/06/2020

Groupe de travail "migration dunaire" n°3

creocean
Environnement & océanographie

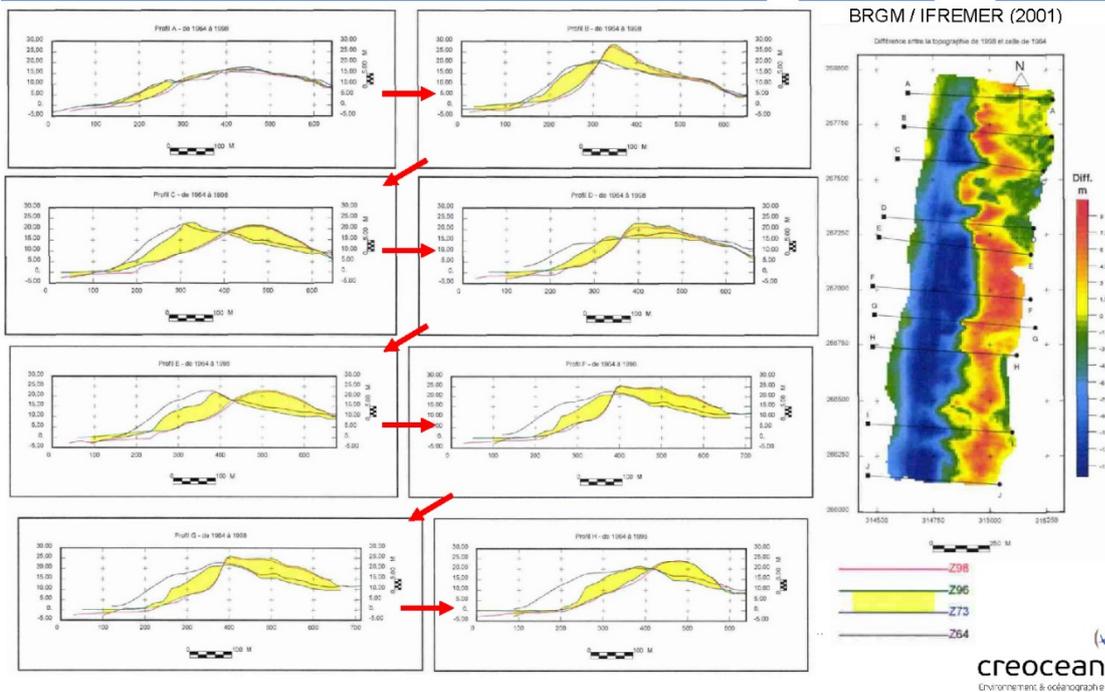
Analyse morphologique

- Changement de la morphologie du massif dunaire (ONF ?)
- Migration de la crête de la dune / migration de l'abrupt dunaire (OUEST) ?
- Morphologie plus stable à partir des années 90 (ONF ?)
- L'érosion du pied de dune (EST) favorise-t-elle la migration dunaire ?

Abrupt dunaire selon Sogreah & Larah (1995) = limite entre la dune vive et la lette à partir d'images aériennes (1959 – 1991)

→ Analyse morpo comparable avec analyse à partir d'images aériennes ?

Analyse morphologique



Analyse morphologique

Outil de gestion prévisionnel de la côte Aquitaine
BRGM / IFREMER (2001)

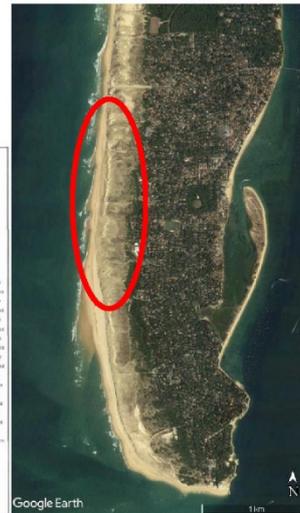
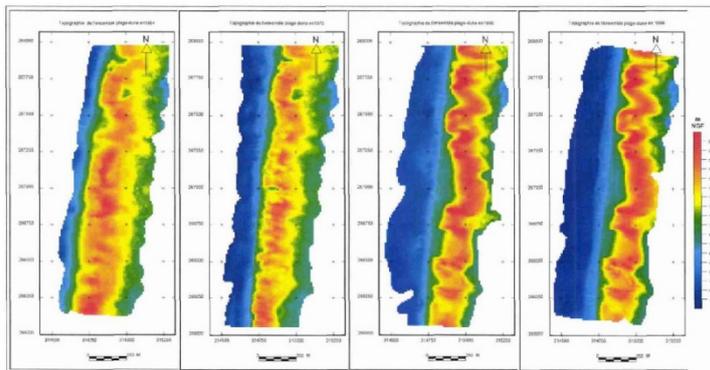
Stéréoscopie d'images aériennes

1964

1973

1996

1998



24/06/2020

Groupe de travail "migration dunaire" n°3

creocean
Environnement & océanographie

Archives historiques

- Un aléa répertorié depuis plusieurs siècles
- Mouvements sédimentaires longs / événements
- Informations qualitatives
- Manque de recul sur les mécanismes qui contrôlent phénomène

24/06/2020

Groupe de travail "migration dunaire" n°3

creocean
Environnement & océanographie

Archives historiques



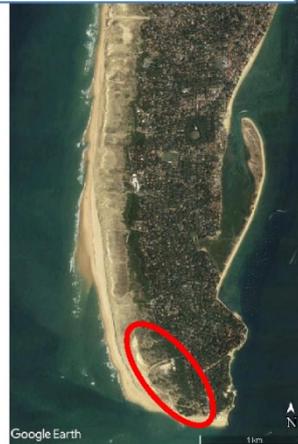
Date	Localisation	Observations	Source/Auteur
Janvier 1986	Pointe extrême du Cap-Ferret	« Bond considérable du sable d'Ouest en Est », cause vents violents à 120km/h, envahissement des routes et bordures des maisons	Sud-Ouest 26/01/1986
Mars 1987	Pointe du Cap-Ferret, proche de l'ancienne station ESSO	« Avancée du sable qui engloutit, toute une forêt de pins », vents violents jusqu'à 140km/h	Sud-Ouest du 23/03/1987
Février 1988	Pointe du Cap-Ferret	Ensablement au ¼ de 2 maisons à cause de vents violent jusqu'à 140km/h	Sud-Ouest du 3/02/1988



Romain Peyras
Sud-Ouest

24/06/2020

Groupe de travail "migration dunaire" n°3



creocean
Environnement & océanographie

Archives historiques



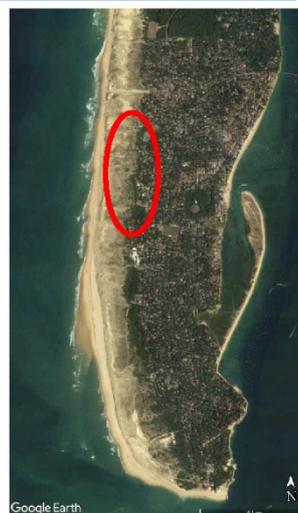
Date	Localisation	Observations	Source/Auteur
1947 à 1950	Colonie de vacances à Lège Cap-Ferret	Ensablement « les dunes avancent et engloutissent tout »	Sud-Ouest de 1947, Sud-Ouest 30/03/1950



Cartes postales (www.ferretdavant.com)

24/06/2020

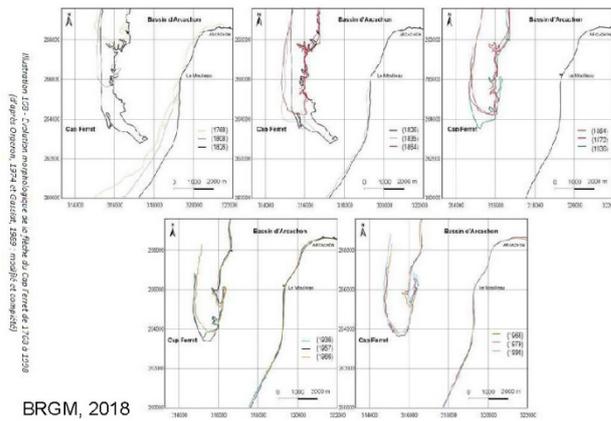
Groupe de travail "migration dunaire" n°3



creocean
Environnement & océanographie

Archives historiques

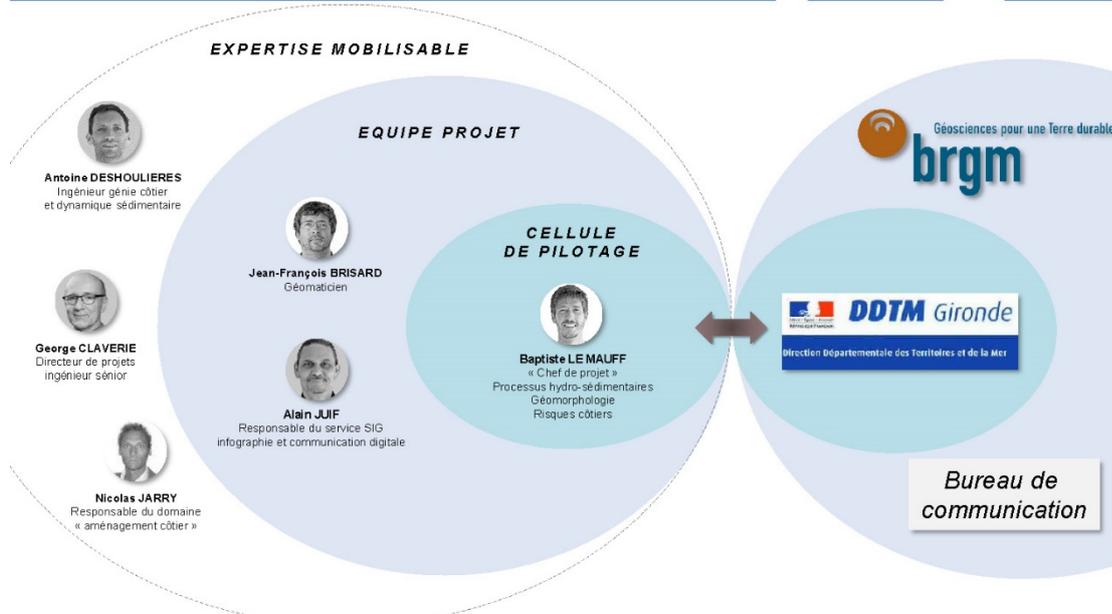
Date	Localisation	Observations	Source/Auteur
1480	Eglise de Lège	Déplacement de l'Eglise 4 km dans les terres	De Lapparent 1879 « Mémoire pour servir ... »
17 ^{ème} s.	Eglise de Lège et village	Trois fois ensablée avant fixation (pas de dates)	Harle 1920 « Mémoires des dunes de Gascogne »
1768	Commune de Lège	« Invasion des montagnes de sable »	Lafargue 1949 « Dunes de Gascogne »



24/06/2020 Groupe de travail "migration dunaire" n°3

creocean
Environnement & océanographie

Équipe projet Creocean



24/06/2020 Groupe de travail "migration dunaire" n°3

creocean
Environnement & océanographie

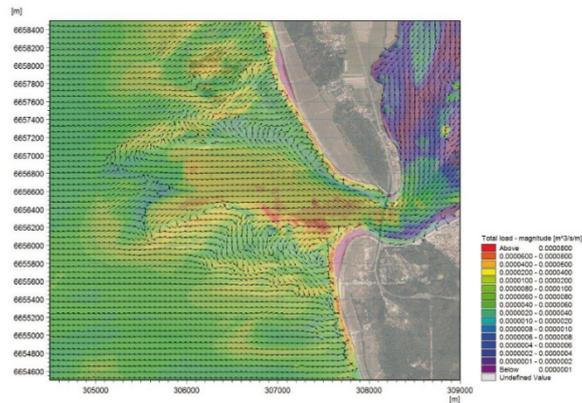
Présentation de Creoccean



Une expertise sur les dynamiques et les processus des systèmes lagunaires du Golfe de Gascogne



Exemple de résultats sur la passe du Goulet de Fromentine en Vendée



5 24/06/2020 Groupe de travail "migration dunaire" n°3

creoccean
Environnement & océanographie

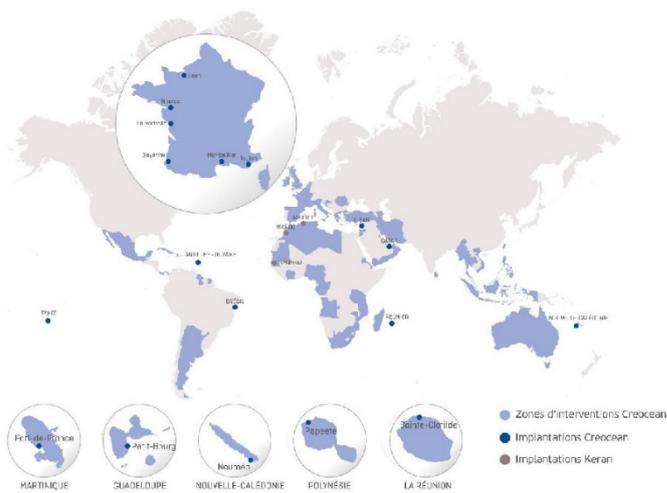
Présentation de Creoccean



Un ancrage fort sur le territoire national et international

Avantages pour l'étude :

- **Proximité :**
Basé à La Rochelle
- **Neutralité :**
Un regard nouveau dans le Bassin
- **Expérience :**
Riche et variée



24/06/2020 Groupe de travail "migration dunaire" n°3

creoccean
Environnement & océanographie

Présentation de Creoccean

Un acteur majeur en matière d'océanographie et d'aménagement du littoral

En 1991, fusion de :

CREO (Centre de Recherches d'Etudes en Océanographie), créé en 1948 puis filiale de l'IFREMER en 1984

ECOCEAN, société créée en 1987

Créocéan en bref :

une société du groupe indépendant Keran : 525 collaborateurs, 50M€ en 2018, dont 20% à l'international

€10,5M en 2018, dont 50% à l'international	70 collaborateurs en 2018	13 métiers
12 implantations	8 qualifications OPQIBI	Certifications : SSE (OHSAS 18001) En cours : QUALITE (ISO 9001)



24/06/2020 Groupe de travail "migration dunaire" n°3

creoccean
Environnement & océanographie

Présentation de Creoccean

Une société dans un groupe indépendant

keran
Des hommes, une planète



Conception, ingénierie et environnement pour un aménagement durable des territoires



L'expertise scientifique au service des territoires littoraux et de l'océanographie



L'expertise numérique pour un aménagement durable des territoires



Conseil en développement urbain dans les pays du sud

24/06/2020 Groupe de travail "migration dunaire" n°3

creoccean
Environnement & océanographie



Résultats préliminaires sur l'analyse historique du phénomène de migration dunaire sur la commune de Lège-Cap-Ferret

Dossier N°191019

Groupe de travail « migration dunaire » n°3

Bordeaux, le 24/06/2020


creocean
Environnement & océanographie


creocean
GROUPE KERAN
www.creocean.fr

ANNEXE 4 : CR DE LA REUNION 4 DU GT MIGRATION DUNAIRE



COMPTE RENDU DE RÉUNION	
Rédacteur : N.Bernon	Entité : DAT/GDO/NVA/BDX
Projet : Révision du PPRL de Lège-Cap Ferret	Numéro : AP18BDX041
Objet : Réunion n°4 du groupe de travail sur le phénomène de Migration dunaire en Gironde	
Date : 26/09/2023	Lieu : BRGM Pessac
Participants : DDTM33 : Stéphane Maïs ONF : Benoît Destribats, Francis Maugard (visio) CNRS / EPOC (Univ. Bordeaux) : Bruno Castelle, Vincent Marieu Cerema Sud-Ouest: Céline Perherin (visio) Creocean : Baptiste Le Mauff, Anaïs Daburon DGPR : Antoine Lhermite (visio) BRGM : Alexandre Nicolae Lerma, Nicolas Bernon	
Absents/excusés : Yves Nédélec (Cerema), David Rosebery (ONF)	
Diffusion interne : participants et absents	
Diffusion externe : participants, absents / excusés.	
En cas de diffusion externe visa et nom du responsable : Nicolas Pédron	

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS
<p>1. Objectifs de la réunion</p> <ul style="list-style-type: none"> -Rappel des objectifs du GT Migration dunaire -Rappel des enseignements des précédents GT Migration dunaire -Connaissances nouvelles pouvant être mobilisées depuis le dernier GT -Perspectives – établissement d’une méthode de caractérisation de l’aléa migration dunaire <p><i>Cf. diaporamas à la suite de ce compte-rendu</i></p>

2. Rappel du contexte et des objectifs

Le groupe de travail sur la migration dunaire (GT MD) s'inscrit dans le travail de révision du PPRL de Lège-Cap Ferret mené par la DDTM33. La réflexion porte sur le phénomène de la migration dunaire uniquement et sur l'ensemble de la côte girondine (bien que l'analyse de contextes géographiques et géomorphologiques comparables puisse alimenter la réflexion).

Les objectifs du GT MD sont l'établissement d'un état des connaissances sur le phénomène (bibliographie + données disponibles). La finalité du groupe de travail est de proposer une méthode de caractérisation de l'aléa, si possible en accord avec la méthodologie nationale (MEDDE, 2014).

La DDTM insiste sur le besoin de robustesse de caractérisation des aléas du PPRL de Lège-Cap Ferret et le rôle du majeur du GT sur la caractérisation de l'aléa migration dunaire. Ce travail doit par ailleurs s'inscrire dans le calendrier de révision du PPRL, dont l'objectif reste opérationnel en qualité de document d'urbanisme.

3. Enseignements des travaux du groupe de travail et travaux récents

Un espace de partage a été créé. Cet espace est un serveur ftp, les conditions d'accès sont les suivantes (l'accès peut être réalisé par une interface dédiée, telle que FileZilla (gratuit)) :

Hôte : <ftp.brgm.fr>

Identifiant : Migration_dunair

Mot de passe : MD33

Il permet le partage de connaissances sur le phénomène de migration dunaire. La bibliographie y est rassemblée, un inventaire des données disponibles est effectué dans un classeur Excel.

Le BRGM a ajouté certains documents et publications récents, parmi lesquels peuvent être cités :

- Nicolae Lerma & Rosebery (2022) Caractérisation de la variabilité interannuelle des flux sédimentaires potentiels d'origine éolienne sur le littoral aquitain : analyse à partir des observations du sémaphore du Cap Ferret au cours de la période 2005-2020 (Rapport BRGM/RP-71197-FR)
- Billy & Bernon (2023) Reconnaissance par la géophysique de vestiges archéologiques au sein du cordon dunaire littoral de Lège-Cap Ferret (Rapport BRGM/RP-72591-FR)
- Bossard & Nicolae Lerma (2020) Geomorphologic characteristics and evolution of managed dunes on the South West Coast of France
- Robin et al. (2020) 150 years of foredune initiation and evolution driven by human and natural processes
- Robin et al. (2022) Beach-dune Recovery from the Extreme 2013-2014 storms erosion at Truc Vert Beach, Southwest France : new insights from Ground-Penetrating Radar
- Robin et al. (2022) Natural remobilization and historical evolution of a modern coastal transgressive dunefield
- Laporte Fauret et al. (2022) Foredune blowout formation and subsequent evolution along a chronically eroding high-energy coast
- Burvingt & Castelle (2023) Storm response and multi-annual recovery of eight coastal dunes spread along Atlantic coast of Europe

- Destribats et al (2023) Suivi des entailles d'érosion, Synthèse annuelle, Campagne 2023
- Destribats et al (2023) Suivi des contacts plage / dune – Synthèse annuelle, Campagne 2023

L'ONF précise qu'une analyse diachronique des évolutions 1/ de l'ourlet forestier a été réalisé sur la période 1985 – 2004 - 2017 – 2021, et 2/ du pied de dune interne sur la période 1985 – 2017 – 2021 a été réalisée.

Il mentionne également le projet Aducha (I-sea-ONF) qui a consisté à réaliser une cartographie de l'habitat dunaire sur l'ensemble du littoral géré par l'ONF. Les images satellites Pléiades et Néo-Pléiades ont été exploitées.

Il précise qu'un travail sur la définition d'un cadre national de gestion des dunes est en cours, visant à des perspectives pour une gestion des dunes différenciée en fonction de la présence d'enjeux. Ce travail rejoint la mise en place d'un plan de gestion régional des dunes.

Enfin, l'ONF indique l'existence d'une cartographie des modes de gestion dunaire depuis 2002 « sommiers dunes », dont l'exploitabilité pour la caractérisation de l'aléa migration dunaire est à étudier. Par ailleurs, les modes de gestion pourraient être identifiés sur des images aériennes et satellites. Les postes ONF locaux pourraient également être questionnés pour reconstituer l'historique de gestion des massifs dunaires. D'une manière générale, l'ONF a pratiqué dans les années 1970 et 1980 un reprofilage du cordon dunaire, la connaissance précise sur ces opérations n'est pas garantie (la thèse de Duparc avait été évoqué lors du GT n°3). Depuis, le principe de la gestion souple a été largement prépondérant relativement à des pratiques interventionnistes.

Le BRGM expose des travaux récents portant sur l'analyse des modes de gestion et de l'évolution des cordons dunaires sur 4 sites tests (Carcans, La Teste-de-Buch, Biscarrosse et Labenne). Réalisés dans le cadre de l'OCNA, les publications d'un rapport et d'un article scientifique sont en cours.

Le CNRS indique commencer à travailler sur la modélisation numérique d'évolution des systèmes dunaires. Par ailleurs, il a proposé, dans le cadre du Programme Scientifique de Grande Ambition Régionale CORALI, un projet destiné à étudier le rôle de la gestion souple des dunes.

Le Cerema indique l'établissement d'un guide Cerema/ONF portant sur le rôle des dunes relativement au phénomène de submersion marine, qui devrait être publié avant la fin de l'année.

Il est proposé à l'ensemble des participants d'alimenter cet espace avec les éventuelles nouvelles études et données identifiées depuis la dernière mise à jour datant de juin 2020.

4. Perspectives pour la caractérisation de l'aléa migration dunaire

Un temps d'échange a ensuite porté sur les connaissances mobilisables et à créer pour caractériser le phénomène de migration dunaire. Les principales informations à retenir sont les suivantes :

- Les paramètres les plus prégnants jouant un rôle sur la mobilité du cordon dunaire sont la morphologie, le mode de gestion, l'exposition à l'érosion marine (recul du trait de côte et création d'une falaise d'érosion) et l'état initial (+/- dégradé) du cordon.

- Le rôle du mode de gestion est déterminant sur l'évolution du massif dunaire. Il peut conduire à la stabilité du massif ou au contraire, à une remobilisation du cordon dunaire. En ce sens, les tendances passées ne sont pas nécessairement représentatives des tendances futures. Les hypothèses quant aux modes de gestion futurs à émettre dans le cadre du PPRL seront donc décisives sur la caractérisation de l'aléa à +100 ans.
- La DDTM rappelle l'esprit d'un PPRL, qui est établi dans une logique de prévention.

Créocéan pourrait donc se concentrer sur la production d'un référentiel reposant sur les variables :

- Morphologie du cordon dunaire : en première approche, les travaux de Victor Bossard pourraient constituer une base de réflexion. Réalisés à l'échelle régionale, il conviendrait de vérifier sa validité à l'échelle locale et son actualité. Le BRGM peut fournir ces éléments.
- Mode de gestion : si possible il conviendrait de reconstituer les modes de gestion historiques (sommier dune, connaissance locale, photographie aériennes) et actuels. L'ONF est disposé à faciliter l'accès aux informations existantes concernant l'historique de gestion.
- Exposition à l'érosion marine et au recul du trait de côte : la connaissance acquise par Créocéan pour la caractérisation de l'aléa recul du trait de côte dans le cadre du PPRL pourrait être mobilisée. Les synthèses sur la caractérisation des contacts plage/dune et sur la détection des entailles d'érosion marine, réalisées par l'ONF dans le cadre de l'Observatoire de la côte de Nouvelle-Aquitaine sont également pertinentes (couches SIG disponibles sur PIGMA).
- Etat du cordon dunaire : l'identification d'indices de mobilité dunaire (siffle-vent, caoudeyres...) peut être menée. L'ONF établit tous les 5 ans une cartographie des caoudeyres. Les données orthophotographies / lidar mises à disposition dans le cadre de l'Observatoire de la côte de Nouvelle-Aquitaine peuvent également être mobilisées pour établir cette cartographie (disponibles sur PIGMA).

Le cordon dunaire de Lège-Cap Ferret pourrait ainsi être caractérisé, comme une combinaison des différentes valeurs possibles de chacune de ces variables. Sur cette base, à la lumière de la connaissance de l'évolution historique du cordon dunaire sur Lège-Cap Ferret et sur d'autres sites aquitains (cf. bibliographie), des valeurs des taux d'évolution moyens annuels (Tx) et des valeurs de reculs liés à un évènement majeur (Lmax) du massif dunaire pourraient être déterminés.

Concernant les Tx, Créocéan rappelle que l'étude de Sogreah Larag (1995) avait défini des valeurs de taux de recul de la dune en plusieurs localités de la commune. Pour le Lmax, Créocéan propose de se baser sur l'envahissement dunaire du secteur des ensablés qui s'est produit dans les années 1990. Dans l'idéal, il conviendrait d'avoir une valeur quantifiée et de l'étayer avec les valeurs observées sur d'autres secteurs. Le précédent GT migration dunaire avait évoqué les sites suivants : Grayan - Le Gurg, Carcans - Le Puant, Lacanau - Dune Rambaud, Lège-Cap Ferret - La Torchère, La Teste-de-Buch - Le Trencat, et d'autres sites dans les Landes. Il est probable que certains de ces sites figurent dans la bibliographie rassemblée.

Concernant les modes de gestion et leur pérennité sur la période prospective, Créocéan propose de suivre le même scénario que pour les ouvrages « en dur » étudiés dans le cadre du recul du trait de côte. Ayant fait consensus au sein du Comité de Concertation et d'Association du PPRL, il s'agit de considérer les modes de gestion comme « actifs » les 20 premières années, puis inopérants les 80 années suivantes. Il pourra être nécessaire de

vérifier la cohérence avec le plan de gestion des dunes mis en œuvre par l'ONF à l'échelle régionale.

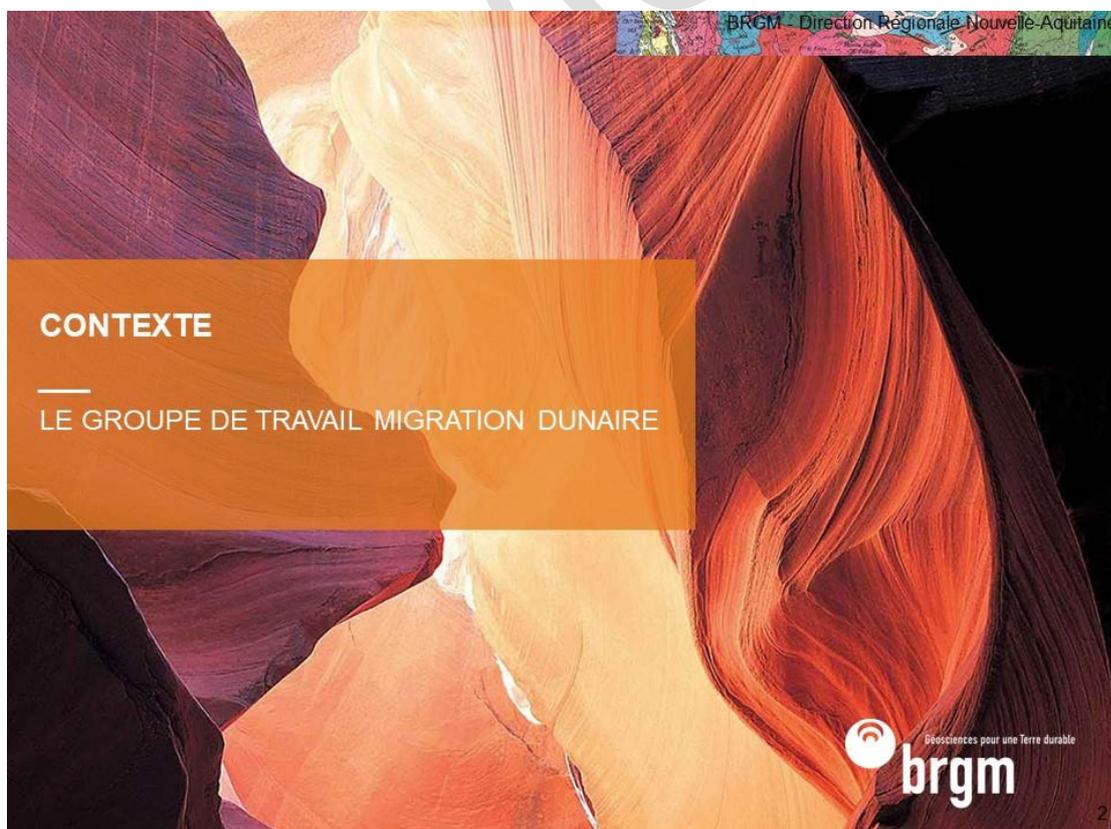
Concernant l'impact du changement climatique, le CNRS évoque des conditions météorologiques susceptibles de favoriser le développement de la végétation (phénomène de « greening », cf. publications de Jackson et Cooper). Les études relatives aux futurs régimes de vents sous l'influence du changement climatique tendent à considérer une évolution mineure, sinon non significative, des régimes futurs. Ces éléments restent du champ de la recherche scientifique et semblent difficilement exploitables pour en déduire directement un impact quantifié du changement climatique sur la mobilité du cordon dunaire aquitain.

5. Perspectives

A ce stade de la réflexion, le groupe de travail a proposé une méthode qu'il convient de mettre en pratique avec les données collectées ou à rassembler, et éventuellement d'adapter. Créocéan se rapprochera des producteurs de données et de connaissance en tant que de besoin et présentera cette mise en pratique à l'occasion d'un prochain groupe de travail sur la migration dunaire, au premier semestre 2024.

Action	Responsable	Délai
Compléter la bibliographie et le catalogue de donnée sur le serveur ftp	Tous	Dès que possible
Mise en œuvre de la méthode définie par le GT	Creocean	Début 2024
Convocation 5 ^{ème} réunion du groupe de travail Migration dunaire	BRGM/DDTM33	1 ^{er} semestre 2024

Diaporamas présentés lors de la réunion du GT



CONTEXTE

Les PPRL de Gironde

Un zonage élaboré en 1995

-Porte sur les aléas recul du trait de côte et migration dunaire (pas la submersion marine)

-Caractérisés en 1995 par le groupement SOGREAH Ingénierie et le LARAG (Université Bdx 1) à l'échelle départementale

Des PPRL approuvés en 2001

-Zonages d'aléas de 1995 intégrés dans des PPRL, traduits en plan de zonages réglementaires, déclinés par communes et approuvés pour la majorité le 31/12/2001

Révision des PPRL engagée sur Lège-Cap Ferret

-Arrêté du 12/02/2019 par le préfet de la Gironde portant prescription de la révision du PPRL sur la commune de Lège-Cap Ferret

BRGM SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL WWW.BRGM.FR



BRGM - Direction Régionale Nouvelle-Aquitaine

26/09/2023

CONTEXTE

Groupe de Travail Migration dunaire

Pourquoi ce groupe de travail?

-Appui technique du BRGM à la DDTM 33 pour la révision des zonages d'aléa recul du trait de côte et migration dunaire

-Au niveau national, les éléments de cadrage pour la caractérisation de l'aléa migration dunaire sont peu détaillés

-Nécessité de porter une réflexion impliquant scientifiques et services de l'Etat sur cette thématique

Objectifs du groupe de travail :

-Etablir un état des connaissances sur le phénomène de migration dunaire

-Dresser un inventaire des données disponibles susceptibles de caractériser le phénomène

-Définir une méthode de caractérisation de l'aléa, si possible en accord avec la méthode nationale (MEDDE, 2014)

BRGM SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL WWW.BRGM.FR





BRGM - Direction Régionale Nouvelle-Aquitaine
26/09/2023

LA MIGRATION DUNAIRE

Recensement bibliographique par les participants du groupe au 20/09/2023

Collecte via serveur ftp

-Hôte : <ftp.brgm.fr>

Identifiant : Migration_dunair

Mot de passe : MD33

-Hiérarchisation :



-82 références bibliographiques traitant du phénomène ; grande variabilité des contenus

-64 articles scientifiques traitant de multiples aspects (agents dynamiques, observations via télédétection, dynamique court, moyen et long termes, géomorphologie, biodiversité, modélisation) et dans des environnements variés (continentaux et côtiers, géographie mondiale).

-certains articles scientifiques traitent de la côte sableuse aquitaine

LA MIGRATION DUNAIRE

Données et illustration du phénomène

Données recensées (fichier à compléter sur le serveur ftp) au 12/06/2019

-Hôte : <ftp.brgm.fr> Identifiant : Migration_dunair Mot de passe : MD33

-Données SIG recensées: géomorphologiques, topographiques, orthophotographies, prises de vue obliques

-Littoral girondin : orthophotographies couvrent 20 ans. Ortho IGN 1950's désormais téléchargeable via les webservices IGN

ALÉA MIGRATION DUNAIRE

Résultats des réunions précédentes du GT Migration dunaire

Bibliographie & données : enseignements

- Les travaux de modélisation du phénomène se focalisent sur les processus dynamiques, il ne s'agit pas de modèle d'évolution à long terme.
- Peu de sites à l'échelle du globe ont été identifiés comme présentant des caractéristiques comparables au système dunaire girondin (milieu côtier, morphologie du cordon dunaire, forçages météo, niveau de connaissances...)
- La migration dunaire est le plus souvent étudiée par des analyses diachroniques de descripteurs relevés à partir de données topographiques, d'images aériennes ou satellites
 - **Tableau à compléter** (→ quid de la mise à disposition de certaines de ces données?).
 - Pour les besoins du PPRL, exhaustivité à rechercher

ALÉA MIGRATION DUNAIRE

Présentation des travaux les plus récents

Projets, bibliographie & données les plus récentes (depuis 2020)

- OCNA : caractérisation de la variabilité interannuelle des flux sédimentaires potentiels d'origine éolienne sur le littoral aquitain : analyse à partir des observations du sémaphore du Cap Ferret au cours de la période 2005-2020 (Rapport BRGM/RP-71197-FR)

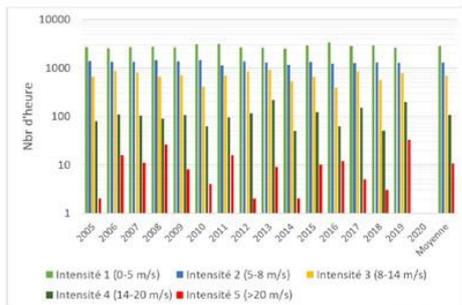


Figure 4 - Nombre d'heures d'occurrence de chaque classe d'intensité, pour l'ensemble de l'année

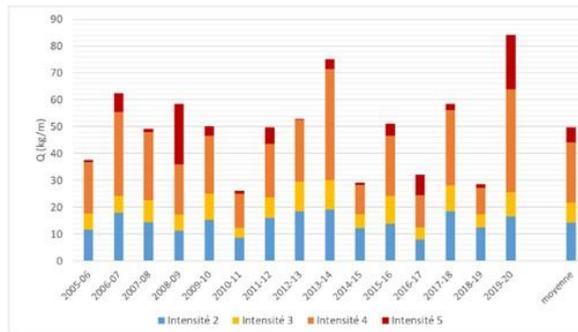


Figure 5 - Répartition des flux sédimentaires éoliens hivernaux potentiels (Q), par classe d'intensité de vent

ALÉA MIGRATION DUNAIRE

Présentation des travaux les plus récents

Projets, bibliographie & données les plus récentes (depuis 2020)

- BRGM : Projet REGAL (partenaires : ONF, Commune de Lège-Cap Ferret, PNMB), Rapport BRGM/RP-72591-FR)

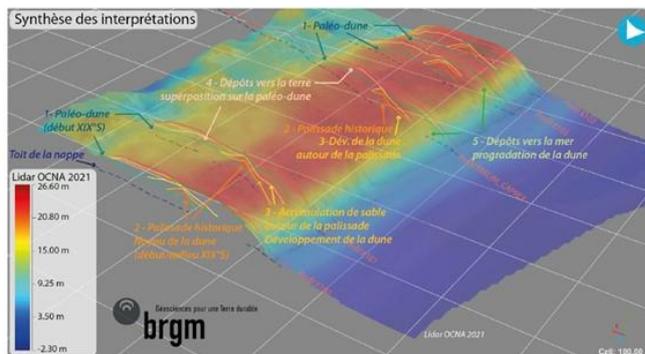


Figure 11 - Synthèse des interprétations des données géoradar imageant les principales interfaces qui structurent l'architecture interne de la dune sous la topographie actuelle (LiDAR OCNA 2021)

1 - paléo-dune illustrant le paysage littoral au début du XIX^{ème} siècle (bleu turquoise), 2 - localisation de la palissade historique au début/milieu du XIX^{ème} siècle, constituant le noyau de la dune actuelle (orange), 3 - accumulation de sable et développement de la dune autour de la palissade (jaune orangé et jaune), 4 - dépôts de sable vers la terre qui recouvre la paléo-dune (saumon), 5 - dépôts de sable vers la mer, progradation de la dune (vert), jusqu'à la morphologie actuelle de la dune (trait rouge).
Le toit de la nappe d'eau est imagé en pointillés bleus.
Représentation 3D DELPH, exagération verticale x2, échelle spatiale : grille 100 m.

ALÉA MIGRATION DUNAIRE

Présentation des travaux les plus récents

Projets, bibliographie & données les plus récentes (depuis 2020)

- Projets récents identifiés par les membres du GT



ALÉA MIGRATION DUNAIRE

Méthode de caractérisation (MEDDE, 2014)

Une formule unique

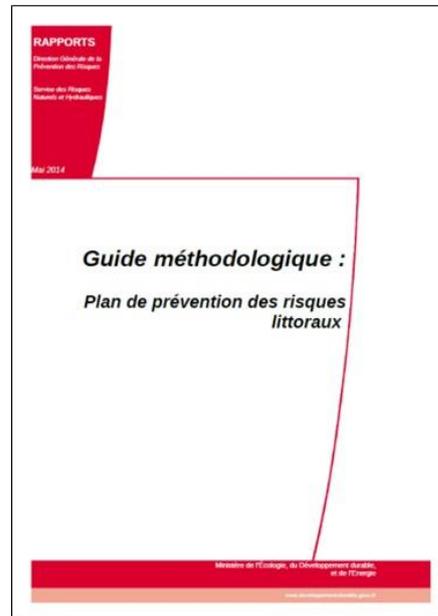
- $L_r = 100 T_x + L_{max}$
- 2 composantes:
 - T_x : Taux d'évolution moyen annuel (m/an) : défini à partir des tendances passées + expertise
 - L_{max} : Recul lié à un évènement majeur (m) : défini à partir des observations ou de modélisations

L'aléa

- Aléa fort uniquement , projection à +100 ans

Action de gestion / ouvrages

- Prise en compte non évoquée



ALÉA MIGRATION DUNAIRE

Objectif du groupe de travail : proposer une méthode de caractérisation de l'aléa

Les enseignements / les pistes de travail

T_x

- Effectuer une analyse diachronique sur des positions historiques du revers interne de la dune est réalisable à partir de photographies anciennes (précision améliorée si stéréoscopie possible)
- *Nécessité d'identifier des tronçons représentatifs de l'évolution du système considéré (sous-cellule hydrosédimentaire par exemple) et où les modes gestion sur la période historique sont connus*

L_{max}

- L_{max} : évènement majeur à court terme VS conséquences à moyen terme
- *Un choix doit être opéré sur la définition de cet évènement majeur L_{max}*
- *Identification de sites caractéristiques (ex : Torchère, Trencat, Le Gulp), ou recul forfaitaire, ou modélisation. résultats SONO?*



ALÉA MIGRATION DUNAIRE

Objectif du groupe de travail : proposer une méthode de caractérisation de l'aléa

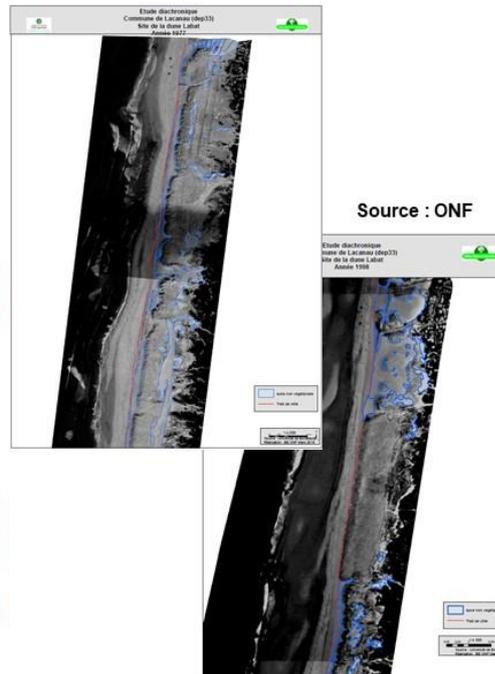
Les enseignements / les pistes de travail

Prise en compte des ouvrages / modes de gestion

- Nécessité de considérer les modes de gestion du cordon pour apprécier les évolutions constatées
- *Les modes de gestion peuvent être identifiés sur certaines orthophotographies, les gestionnaires disposent d'informations. Cette information reste néanmoins délicate à synthétiser*

Faisabilité technique

- Méthode techniquement classique mais fort dire d'expert
- Travail sur tout le linéaire girondin serait conséquent
 - *nécessité d'identifier des secteurs homogènes au regard des données disponibles, des caractéristiques du cordon dunaire, des modes de gestion opérés...*
 - *nécessite la participation des gestionnaires et des experts → comment l'envisager concrètement?*



ALÉA MIGRATION DUNAIRE

Pistes de travail proposées par Creoccean



Point d'avancement sur la méthode de caractérisation du phénomène de migration dunaire sur la commune de Lège-Cap-Ferret dans le cadre de la révision du PPRL

Dossier N°191019

Groupe de travail « migration dunaire » n°4

Bordeaux, le 26/09/2023


creocean
Environnement & océanographie

Groupe de travail "migration dunaire" n°4
BRCM - Direction Régionale Nouvelle-Aquitaine
26/09/2023

Démarche

- ▶ **Construction d'un scénario de migration de la dune à partir :**
 - des observations de dynamiques passées
 - de la connaissance du phénomène
 - des modes de gestion

- ▶ $L_r = L_{r0} + 100.Tx + L_{max}$ (+ autres paramètres ?) → DGPR, 2014
 - L_r : La position du pied de dune interne à 100 ans (m)
 - L_{r0} : La position du pied de dune de l'année de référence (m)
 - Tx : Le taux de recul annuel du pied de dune interne (m/an)
 - L_{max} : La valeur de recul événementiel du pied de dune interne (m)

- ▶ **Cartographie prospective de la position du pied de dune interne dans 100 ans**

26/09/2023

Des informations qualitatives

Date	Localisation	Observations	Source/Auteur
1480	Eglise de Lège	Déplacement de l'Eglise 4 km dans les terres	De Lapparent 1879 « Mémoire pour servir ... »
17 ^{ème} s.	Eglise de Lège et village	Trois fois ensablée avant fixation (pas de dates)	Harle 1920 « Mémoires des dunes de Gascogne »
1768	Commune de Lège	« Invasion des montagnes de sable »	Lafargue 1949 « Dunes de Gascogne »
1947 à 1950	Colonie de vacances à Lège Cap-Ferret	Ensalement « les dunes avancent et engloutissent tout »	Sud-Ouest de 1947, Sud-Ouest 30/03/1950
Janvier 1986	Pointe extrême du Cap-Ferret	« Bond considérable du sable d'Ouest en Est », cause vents violents à 120km/h, envahissement des routes et bordures des maisons	Sud-Ouest 26/01/1986
Mars 1987	Pointe du Cap-Ferret, proche de l'ancienne station ESSO	« Avancée du sable qui englouti, toute une forêt de pins », vents violents jusqu'à 140km/h	Sud-Ouest du 23/03/1987
Février 1988	Pointe du Cap-Ferret	Ensalement au ¼ de 2 maisons à cause de vents violent jusqu'à 140km/h	Sud-Ouest du 3/02/1988



Cartes postales (www.ferretdavant.com)



Sud-Ouest du 3/02/1988



26/09/2023

Des informations qualitatives

- ▶ remonterletemps.ign.fr
- ▶ Les dunes sont prises en étau entre :
 - un trait de côte qui recule
 - une urbanisation qui s'étend
- ▶ Le rapport de surface entre la dune vive et la dune végétalisée semble s'inverser

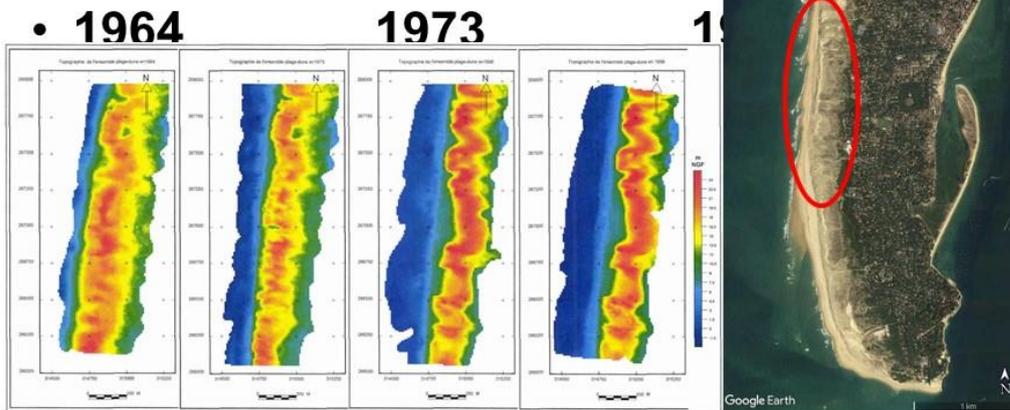


26/09/2023

Analyse morphologique (1/2)

► Outil de gestion prévisionnel de la côte Aquitaine
BRGM / IFREMER (2001)

- Stéréoscopie d'images aériennes :



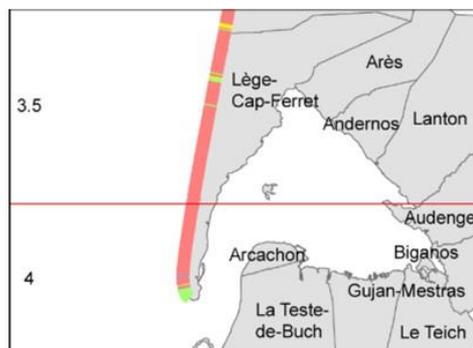
26/09/2023

Analyse morphologique (2/2)

► Analyse à partir de données LiDAR de 2011 à 2018 → Bossard, 2019

► Typologie du cordon dunaire au Cap Ferret :

- ■ Cordon réduit ou restreint = altitude et largeur faible
- ■ Cordon calibré = altitude et largeur plus importante



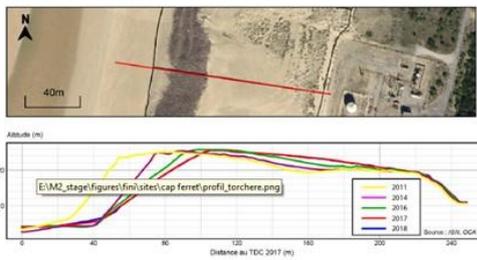
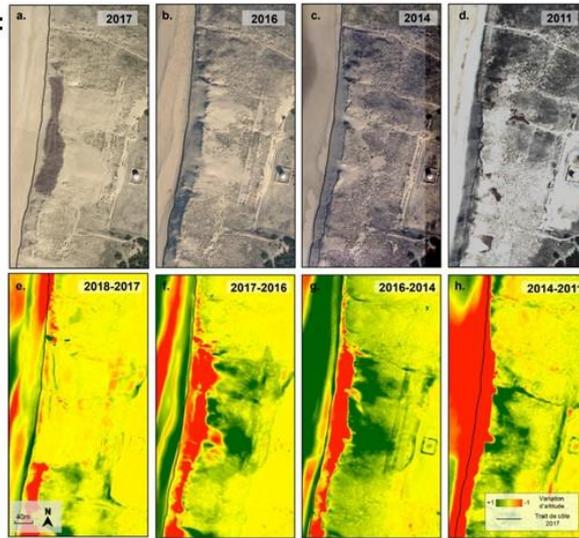
26/09/2023

Analyse morphologique (2/2)

► Exemple à la Torchère (Bossard, 2019) :

Perturbations liées aux tempêtes
 mais stabilisation après intervention

→ Le revers interne n'est pas impacté



26/09/2023

Analyse qualitative du recul

PK	Commune ou lieu-dit	1957-1991 : photographies aériennes à 1/25000 et 1/20000		MIACA-LCHF 1995
		Recul en m	Recul en m/an	Recul en m/an
69,25	Garde feu n° 68	37	1,1	
72	Le Porge	50	1,5	Stable
76	La Jenny	37	1,1	
79,25	Garde feu n° 78	17	0,5	
81,25	Garde feu n° 80	25	0,7	
82,5	Le Grand Crohot	10	0,3	Stable
85	La Bécazette	40	1,3	
99	Bélisaire Sud	80	2,0	
101	Saint-Martin	125	3,1	
102	BK 32	212	5,3	

Sogreah & Larag (1995)

- « Les ensablés »



26/09/2023

Analyse qualitative du recul

PK	Commune ou lieu-dit	1957-1991 : photographies aériennes à 1/25000 et 1/20000		MIACA-LCHF 1995
		Recul en m	Recul en m/an	
69.25	Garde feu n° 68	37	1,1	
72	Le Porge	50	1,5	Stable
76	La Jenny	37	1,1	
79.25	Garde feu n° 78	17	0,5	
81.25	Garde feu n° 80	25	0,7	
82.5	Le Grand Crohot	10	0,3	Stable
94	La Bécassière	50	2,2	
99	Bélisaire Sud	80	2,0	
101	Sémaphore	125	1,1	
102	BK 32	212	1,9	

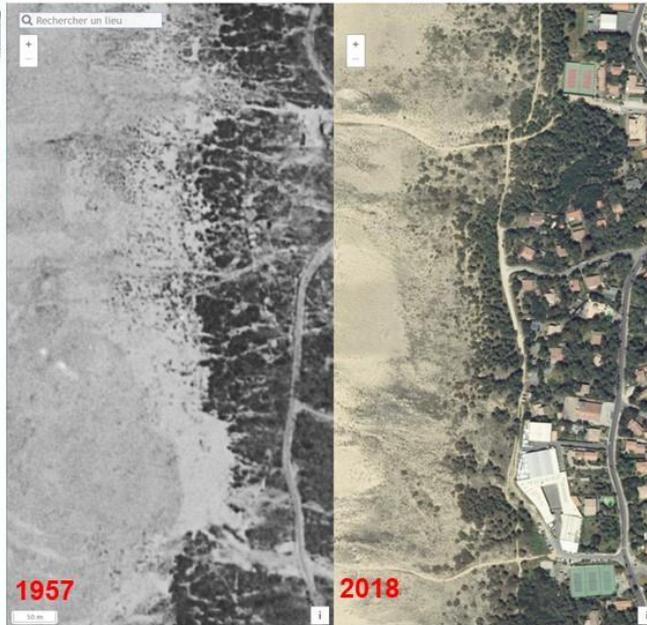
Sogreah & Larag (1995)

« Les ensablés »



Favennec (1994)

26/09/2023



Analyse qualitative du recul

PK	Commune ou lieu-dit	1957-1991 : photographies aériennes à 1/25000 et 1/20000		MIACA-LCHF 1995
		Recul en m	Recul en m/an	
69.25	Garde feu n° 68	37	1,1	
72	Le Porge	50	1,5	Stable
76	La Jenny	37	1,1	
79.25	Garde feu n° 78	17	0,5	
81.25	Garde feu n° 80	25	0,7	
82.5	Le Grand Crohot	10	0,3	Stable
95	La Bécassière	50	2,2	
99	Bélisaire Sud	80	2,0	
101	Sémaphore	125	1,1	
102	BK 32	212	1,9	

Sogreah & Larag (1995)

« Sémaphore »

26/09/2023

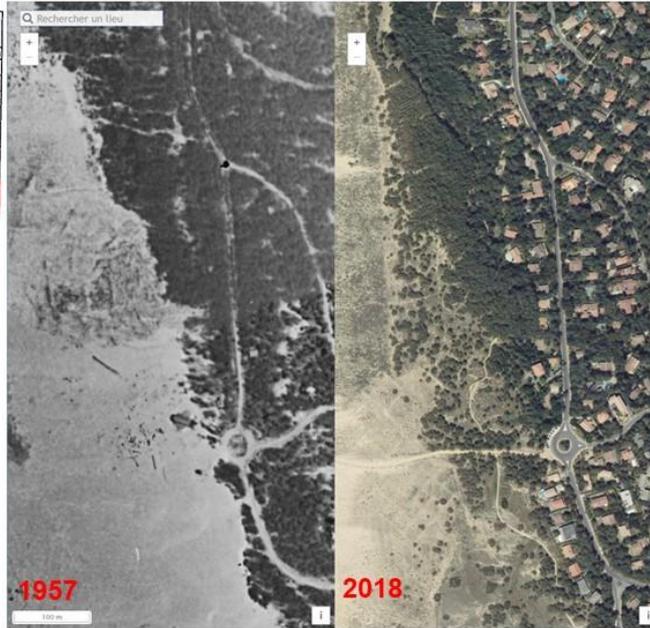


Analyse qualitative du recul

PK	Commune ou lieu-dit	1957-1991 : photographies aériennes à 1/25000 et 1/20000		MIACA-LCHF 1995
		Recul en m	Recul en m/an	
69.25	Garde feu n° 68	37	1,1	
72	Le Porge	50	1,5	Stable
76	La Jenny	37	1,1	
79.25	Garde feu n° 78	17	0,5	
81.25	Garde feu n° 80	25	0,7	
82.5	Le Grand Crohot	10	0,3	Stable
95	La Bécassière	50	2,2	
99	Bélisair Sud	80	20	
101	Sémaphore	125	11	
102	BK 32	212	19	

Sogreah & Larag (1995)

« Sémaphore »



26/09/2023

Analyse qualitative du recul

PK	Commune ou lieu-dit	1957-1991 : photographies aériennes à 1/25000 et 1/20000		MIACA-LCHF 1995
		Recul en m	Recul en m/an	
69.25	Garde feu n° 68	37	1,1	
72	Le Porge	50	1,5	Stable
76	La Jenny	37	1,1	
79.25	Garde feu n° 78	17	0,5	
81.25	Garde feu n° 80	25	0,7	
82.5	Le Grand Crohot	10	0,3	Stable
95	La Bécassière	50	2,2	
99	Bélisair Sud	80	20	
101	Sémaphore	125	11	
102	BK 32	212	19	

Sogreah & Larag (1995)

« Les Blockhaus »

« La Pointe »



26/09/2023

Analyse qualitative du recul

PK	Commune ou lieu-dit	1957-1991 : photographies aériennes à 1/25000 et 1/20000		MIACA-LCHF 1995
		Recul en m	Recul en m/an	Recul en m/an
69.25	Garde feu n° 68	37	1,1	
72	Le Porge	50	1,5	
76	La Jenny	37	1,1	Stable
79.25	Garde feu n° 78	17	0,5	
81.25	Garde feu n° 80	25	0,7	
82.5	Le Grand Crohot	10	0,3	Stable
95	La Bécassière	50	2,2	
99	Bélisaire Sud	80	2,0	
101	Sémachore	125	1,1	
102	BK 32	212	1,9	

Sogreah & Larag (1995)

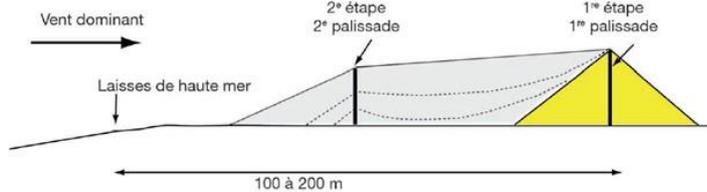
- « Les Blockhaus »
- « La Pointe »



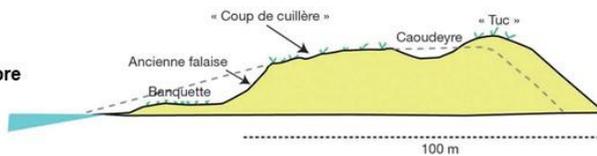
26/09/2023

Connaissance du phénomène

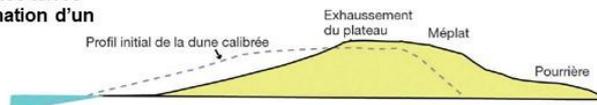
- Etapes de formation d'une dune calibrée (système Goury, 1825) :



- Formes de déflation éolienne :
 → rétablissement d'une pente d'équilibre



- Translation de la dune vers l'intérieur des terres suite à une déstabilisation avec la formation d'un méplat puis de pourrières :



Source : M.-C Prat / EUCC-France

26/09/2023

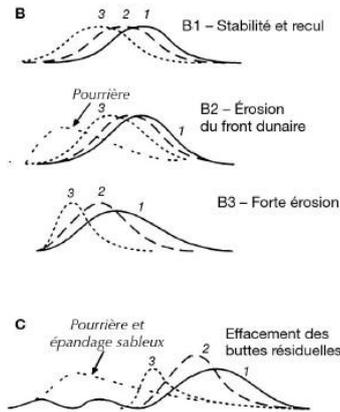
Connaissance du phénomène

► D'après Hesp (2002), la migration de la dune est liée aux :

- dynamiques du trait de côte
- bilans sédimentaires de la cellule

► Plusieurs stades d'évolution dans le cas d'un bilan sédimentaire négatif :

- Court terme (B) : érosion du front dunaire + reprofilage vers l'arrière (épandage sableux)
- Long terme (C) : régression jusqu'à l'effacement (érosion complète)



Source : Hesp (2002)

26/09/2023

Construction du scénario

• $L_r = L_{r0} + 100.Tx + L_{max}$

- L_r : pied de dune interne en 2120
- L_{r0} : pied de dune interne en 2020
- Tx : → quelle temporalité pour atteindre 100 ans ?
 - 20 ans = -0 m/an → hypothèse de maintien des modes de gestion
 - 80 ans = -20 m/an → estimations max de SOGREAH & LARAG (1995)
- L_{max} : recul forfaitaire (? m) pour représenter le réajustement de la pente d'équilibre ? Corrélation avec les projections du recul du trait de côte
- Autres paramètres ?

26/09/2023



www.creocean.fr



[GROUPE KERAN](#)