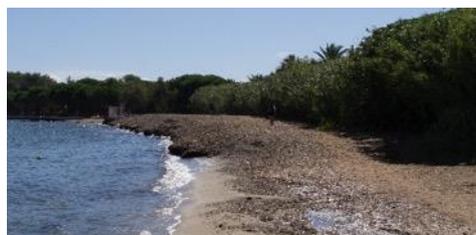


LA LISTE ROUGE des écosystèmes en France

Les littoraux méditerranéens de France métropolitaine Vol. I : dunes côtières et rivages sableux

Rapport technique | 2020



En partenariat avec

Coordination :

Sébastien Moncorps (directeur du Comité français de l'UICN) et Pauline Teillac-Deschamps (chargée du programme « Écosystèmes » du Comité français de l'UICN).

Rédaction et mise en œuvre :

Aurélien Carré (Comité français de l'UICN), et Magali Rossi (Comité français de l'UICN).

Atelier de validation :

Experts présents : Olivier Argagnon (CBN Med) ; Frédéric Bioret (Université de Brest) ; Pascal Cavallin (Conservatoire du littoral) ; Virgile Noble (CBN Med) ; Christophe Panaïotis (CBN Corse) ; Philippe Richard (EID Med).

Évaluateurs Liste rouge : Aurélien Carré (Comité français de l'UICN) et Pauline Teillac-Deschamps (Comité français de l'UICN), avec l'appui de Vincent Gaudillat (UMS PatriNat) et Guillaume Gigot (UMS PatriNat).

Comité technique d'experts :

Arnassant Stéphan (PNR Camargue) ; Barras Nathalie (CdL) ; Aboucaya Annie (PN Port-Cros) ; Arlot Pascal (Syndicat mixte du delta de l'Aude) ; Barcelo Alain (PN Port-Cros) ; Baret Julien (Biodiv) ; Bellan-Santini Denise (IMBE / CNRS) ; Busetitti Farid (UMS PatriNat) ; Boudouresque Charles- François (IMBE / MIO OSU Pytheas) ; Cadène Frédéric (RNN Cerbère-Banyuls / CG 66) ; Caillot Emmanuel (RNF) ; Colas Sébastien (ONML) ; Darses Ophélie (MEEM / CGDD) ; Delabie Matthieu (CdL LR) ; Duhamel Françoise (CBN Bailleul) ; Favennec Jean (ONF) ; Gomez Marie-Claire (PN Port-Cros) ; Grillas Patrick (Tour du Valat) ; Heurtefeux Hugues (EID-Med) ; Le Mire-Pêcheux Lidwine (PN Calanques) ; Lindenmann Alexandra (Université Aix-Marseille) ; Lochet Corine (Région PACA) ; Marobin-Louche Delphine (PNR Camargue) ; Michel Sylvain (AFB) ; Michez Noémie (UMS PatriNat) ; Muracciole Michel (CdL Corse) ; Musard Olivier (AFB / PNM Golfe du Lion) ; Paradis Guilhan (expert) ; Pavon Daniel (IMBE) ; Payrot Jérôme (RNN Cerbère-Banyuls / CG 66) ; Piazza Carole (OEC / CBN Corse) ; Ponel Philippe (IMBE) ; Richart Fanchon (PNR Narbonnaise) ; Robert Julien (Syndicat mixte Rivages et Etang de Leucate) ; Romet Emmanuelle (RNR Sainte-Lucie / PNR Narbonnaise) ; Saatkamp Arne (IMBE) ; Sauvage Philippe (CdL) ; Serantoni Eric (PN Port-Cros) ; Thibaut Thierry (IMBE / MIO OSU Pytheas).

Avec le soutien de :



Citation :

Comité français de l'UICN, 2020. La Liste Rouge des Écosystèmes en France - Chapitre littoraux méditerranéens de France métropolitaine, Vol 1 : dunes côtières et rivages sableux, Rapport technique, Paris, France, 181 pages.

ISBN : 978-2-918105-87-9

Tous les résultats détaillés sont disponibles sur le site du Comité français de l'UICN : uicn.fr et sur l'Inventaire national du patrimoine naturel (INPN) : inpn.mnhn.fr

Sommaire

DEMARCHE D'EVALUATION	6
Choix de la zone d'étude	7
Choix des écosystèmes à évaluer	8
Méthodologie de la Liste Rouge des Écosystèmes de l'UICN	11
Structure des fiches	12

LES DUNES COTIERES ET RIVAGES SABLEUX MEDITERRANEENS DE FRANCE METROPOLITAINE	13
Introduction	14
Les côtes sableuses méditerranéennes	14

ÉVALUATION SELON LA METHODOLOGIE DE LA LISTE ROUGE DES ECOSYSTEMES DE L'UICN	26
---	-----------

Plages sableuses méditerranéennes	27
Présentation et distribution géographique	27
Classification	28
Description	30
Évaluation (méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN V2.1, 2015)	38
Bilan et interprétation de l'évaluation	44
Références	45

Laisses de mer végétalisées des plages sableuses	47
Présentation et distribution géographique	47
Classification	48
Description	49
Évaluation (méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN V2.1, 2015)	56
Bilan et interprétation de l'évaluation	61
Références	62

Dunes embryonnaires méditerranéennes	62
Présentation et distribution géographique	63
Classification	64
Description	65
Évaluation (méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN V2.1, 2015)	71
Bilan et interprétation de l'évaluation	76
Références	77

Dunes blanches méditerranéennes 78

Présentation et distribution géographique	78
Classification.....	79
Description.....	80
Évaluation (méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN V2.1, 2015)	88
Bilan et interprétation de l'évaluation.....	95
Références	96

Dunes grises méditerranéennes 98

Présentation et distribution géographique	98
Classification.....	99
Description.....	101
Évaluation (méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN V2.1, 2015)	108
Bilan et interprétation de l'évaluation.....	114
Références	115

Fruticées dunaires méditerranéennes..... 116

Présentation et distribution géographique	116
Classification.....	117
Description.....	118
Évaluation (méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN V2.1, 2015)	122
Bilan et interprétation de l'évaluation.....	127
Références	128

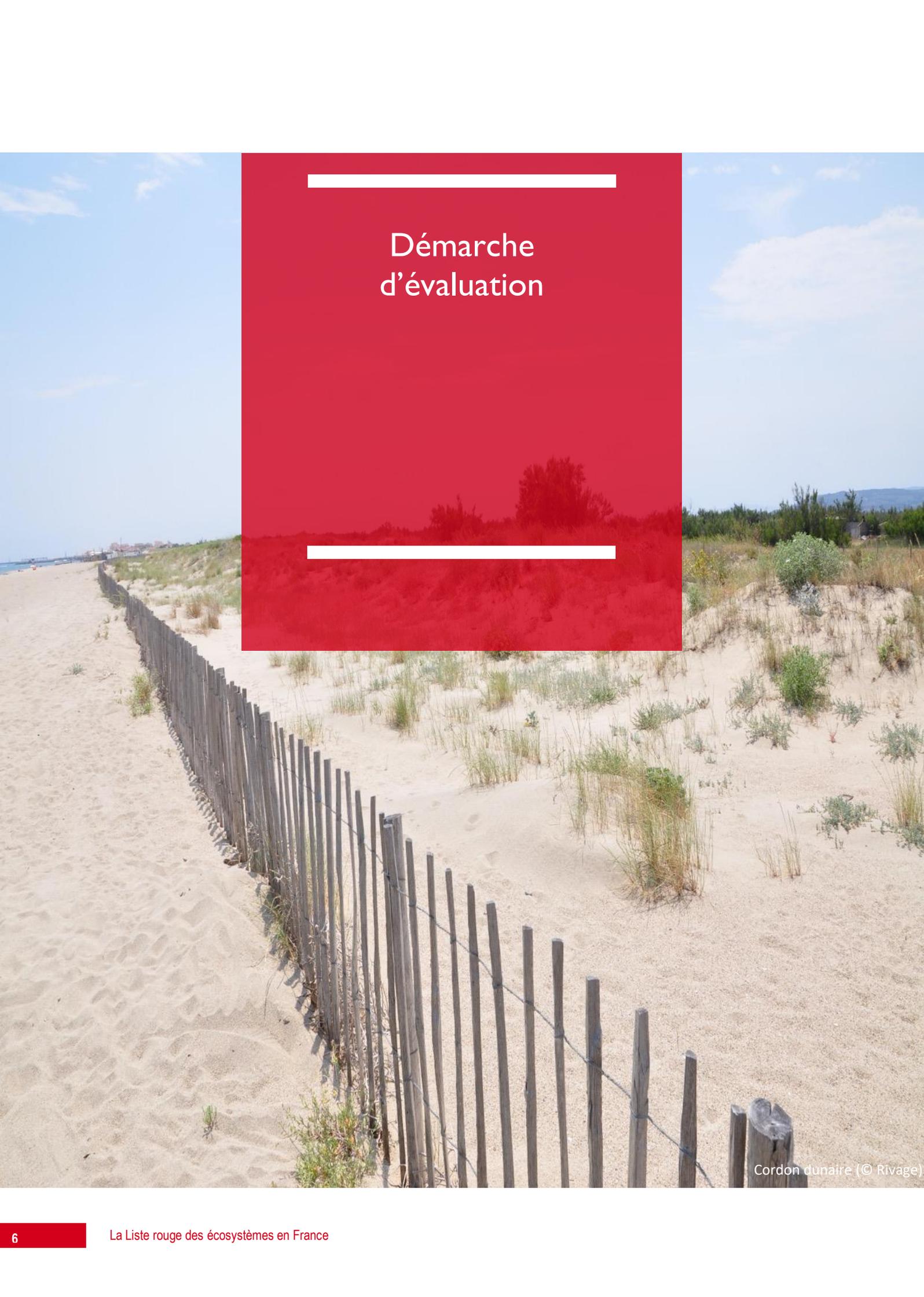
Junipérais dunaires méditerranéennes 129

Présentation et distribution géographique	129
Classification.....	130
Description.....	131
Évaluation (méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN V2.1, 2015)	136
Bilan et interprétation de l'évaluation.....	140
Références	141

Dunes boisées méditerranéennes 142

Présentation et distribution géographique	142
Classification.....	143
Description.....	144
Évaluation (méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN V2.1, 2015)	148
Bilan et interprétation de l'évaluation.....	153

Références	154
Dépressions dunaires humides.....	155
Présentation et distribution géographique	155
Classification.....	156
Description.....	158
Évaluation (méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN V2.1, 2015)	163
Bilan et interprétation de l'évaluation.....	167
Références	168
TABLE DES FIGURES.....	169
TABLEAUX.....	171
BIBLIOGRAPHIE GENERALE.....	172
ANNEXES.....	174



Démarche d'évaluation

Cordon dunaire (© Rivage)

Choix de la zone d'étude

■ Le littoral méditerranéen

L'écorégion méditerranéenne, comme définie par l'IGN (Institut national de l'information géographique et forestière) et la Directive Habitat (92/43/CEE), correspond à l'ensemble des zones de basse altitude et de moyenne montagne caractérisées par un climat de type méditerranéen (Figure 1). L'écorégion méditerranéenne française inclut donc la Corse ainsi que les zones bordant la mer Méditerranée, depuis la frontière espagnole jusqu'à la frontière italienne en remontant vers le nord au sein des vallées du Rhône et de la Durance (IGN, 2012).

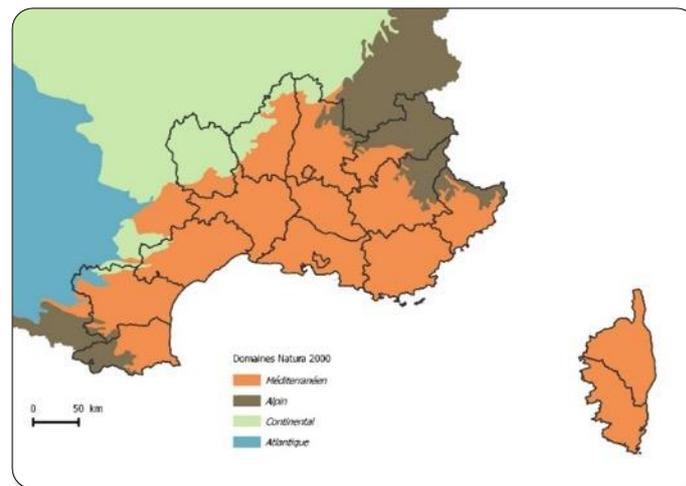


Figure 1 : Domaine bioclimatique méditerranéen selon la Directive Habitat

Au sein de cette écorégion, le littoral est défini comme la zone située au-dessus du niveau moyen des eaux marines et caractérisée par sa proximité avec le milieu marin et de ses influences, notamment en termes d'inondations, d'hydromorphie des sols, d'embruns et de salinité. Le littoral méditerranéen abrite ainsi les écosystèmes caractéristiques de l'étage supralittoral (cordons dunaires et dépressions humides, plages de sable, cordons de galets, falaises et côtes rocheuses), les écosystèmes adlittoraux uniquement affectés par les embruns, les écosystèmes linéaires des rivages caractérisés par la présence d'invertébrés terrestres (laises de mer, sables médiolittoraux) ainsi que les marais salés côtiers (supérieurs, moyens, inférieurs et pionniers).

La longueur totale du trait de côte du littoral méditerranéen en France, qui comprend plusieurs îles et îlots, est estimée entre 1 705 km (à l'échelle 1/100 000^{ème}) et 3 845 km (à l'échelle 1/10 000^{ème}) (Conservatoire du Littoral, 2011) (Tableau 1). Le littoral corse représente près de la moitié de la longueur de ce trait de côte et comprend plus d'une centaine d'îlots (Guyot *et al.* 1990, Paradis 2009).

Tableau 1 : Linéaire des côtes méditerranéennes françaises (en km) à l'échelle 1/100 000^{ème} (d'après Conservatoire du Littoral, 2011 ; EUROSION, 2004)

	Total	Côte sableuse	Côte rocheuse	Artificialisé	Protégé
Corse	800 / 740	155 / 115	605 / 550	40 / 35	192
Languedoc-Roussillon	215 / 185	110 / 95	35 / 25	75 / 65	82
PACA	690 / 780	185 / 210	300 / 335	205 / 235	42
Total	1 705	450 / 445	340 / 925	315 / 330	316

Les deux valeurs de référence ont été conservées.

De manière générale, la séquence caractéristique de la végétation côtière n'excède pas 100 mètres, depuis la mer jusqu'à l'intérieur des terres. Cette bande littorale est même en moyenne de l'ordre de 20 à 50 m de large. L'extension de la zone affectée par les embruns marins varie cependant en fonction du mode d'exposition, abrité ou battu.

Choix des écosystèmes à évaluer

■ Système de classification et échelle d'évaluation

La définition des écosystèmes à évaluer dans le cadre de la Liste rouge des écosystèmes en France s'appuie sur la classification EUNIS (Davies *et al.*, 2004 ; Louvel *et al.*, 2013). Ce système de classification hiérarchisé d'habitats naturels et semi-naturels constitue en effet un référentiel commun à tous les pays d'Europe continentale, pour l'ensemble des milieux naturels terrestres, aquatiques et marins. Utiliser ce système de classification permet ainsi des comparaisons de résultats et une complémentarité hiérarchique des différentes initiatives d'évaluation y faisant référence, que celles-ci soient régionales, nationales ou locales.

Le système de classification EUNIS

Le système de classification EUNIS a été élaboré à partir de 1995, sur la base de la typologie Corine Biotopes et de la classification paléarctique. Il comprend 5 282 unités et permet de décrire un ensemble d'habitats présents au sein de l'Union Européenne et à ses frontières. L'objectif principal d'EUNIS est en effet de fournir une base identique pour la classification des habitats à l'échelle pan-européenne, principalement pour ses niveaux 1, 2 et 3.

Au sein de la classification des habitats côtiers du système de classification EUNIS, les côtes sableuses méditerranéennes de France métropolitaine correspondent à 7 unités de niveau 3 et 19 unités de niveau 4 (Tableau 2). Cette classification ne permet cependant pas de distinguer les habitats méditerranéens des habitats des autres façades maritimes car aucune de ces unités, que ce soit de niveau 3 ou de niveau 4, n'est spécifiquement méditerranéenne. Il est alors nécessaire de considérer les unités de niveau 5 lorsqu'elles existent (cas des dunes embryonnaires) ou de restreindre l'unité EUNIS à ses occurrences méditerranéennes.

Les écosystèmes méditerranéens des dunes côtières et rivages sableux peuvent également inclure un certain nombre d'habitats caractéristiques de l'étage médiolittoral, classés comme marins au sein d'EUNIS. En effet, l'étage médiolittoral, qui correspond à la zone de balancement des marées et des vagues, se limite à seulement quelques dizaines de centimètres en Méditerranée. Pour les écosystèmes littoraux sableux méditerranéens, les biocénoses concernées correspondent principalement au « détritique médiolittoral », qui comprend l'ensemble des algues et végétaux en décomposition ainsi que de la faune détritivore qui en dépend, principalement composée de crustacés (amphipodes, isopodes) et de polychètes (annélides). Cependant, dans le cadre de ce chapitre, nous ne retiendrons aucun habitat marin de la classification EUNIS dans la description des écosystèmes évalués.

Tableau 2 : Liste des habitats côtiers sableux et dunaires méditerranéens, selon EUNIS (niveaux 2, 3 et 4) (Davies et al., 2004 ; Louvel et al., 2013)

Dunes côtières et rivages sableux (B1)
Laisses de mer des plages sableuses (B1.1) B1.13 : Communautés des laisses de mer des plages sableuses téthyennes
Plages sableuses au-dessus de la laisse de mer (B1.2) B1.21 : Plages sableuses au-dessus de la laisse de mer sans végétation B1.22 : Biocénoses des sables supralittoraux B1.24 : Cordons de plages de sable littoraux nus ou à végétation basse
Dunes côtières mobiles (B1.3) B1.31 : Dunes embryonnaires <i>B1.312 : Dunes embryonnaires du domaine téthyen occidental</i> B1.32 : Dunes blanches <i>B1.322 : Dunes blanches du domaine téthyen occidental</i>
Pelouses des dunes côtières fixées (dunes grises) (B1.4) B1.43 : Dunes grises fixées méditerranéo-atlantiques B1.47 : Communautés de fines herbacées annuelles dunaires B1.48 : Communautés de thérophytes des sables dunaires profonds du Téthyen B1.49 : Pelouses xériques des dunes méditerranéennes
Fruticées des dunes côtières (B1.6) B1.63 : Fourrés dunaires à <i>Juniperus</i> B1.64 : Fourrés et fruticées dunaires sclérophylles
Dunes côtières boisées (B1.7) B1.74 : Dunes côtières brunes couvertes de pins thermophiles (naturellement ou quasi-naturellement)
Pannes dunaires humides (B1.8) B1.81 Mares des pannes dunaires B1.82 Gazons pionniers des pannes dunaires B1.83 Bas-marais des pannes dunaires B1.84 Pelouses et landes des pannes dunaires B1.85 Roselières, cariçaies et cannaies des pannes dunaires B1.86 Dunes côtières : pannes dunaires humides dominées par des arbustes ou des arbres

■ Correspondances typologiques

Dans chacune des fiches d'évaluation, l'écosystème est défini par rapport à la classification EUNIS. Cette définition est également complétée par l'indication des types de végétation identifiés au sein de cet écosystème (alliances et sous-alliances), selon le Prodrome des végétations de France (Bardat et al., 2004). Compte tenu de l'usage fréquent de Corine Biotope (Bissardon et al., 1997), les correspondances vers cette typologie sont également précisées.

Les correspondances sont également établies avec les habitats d'intérêt communautaire décrits dans les Cahiers d'habitats (Bensettiti et al. (coord), 2004). Ceci permet d'établir un lien avec l'évaluation de l'état de conservation de ces habitats, réalisé périodiquement par la France dans le cadre de la Directive « Habitats/Faune/Flore ».

Enfin, pour répondre au format international des fiches d'évaluation pour la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN, une correspondance est établie avec la classification UICN des habitats (*IUCN Habitats Classification Scheme*).

■ Les écosystèmes évalués en France

Les unités retenues pour l'évaluation sont présentées dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Liste des écosystèmes des dunes côtières et rivages sableux méditerranéens à évaluer en France, selon la méthodologie UICN

Écosystème évalué	EUNIS	Cahiers d'habitats	Corine Biotopes
Dunes côtières et rivages sableux			
Laisses de mer végétalisées des plages sableuses méditerranéennes	B1.13	1210-3 <i>pro parte</i> 1140-7	16.12
Plages sableuses méditerranéennes	B1.21 <i>pro parte</i> B1.22 <i>pro parte</i> B1.24 <i>pro parte</i>	1140-7 1140-9	16.1
Dunes embryonnaires méditerranéennes	B1.31 <i>pro parte</i> (B1.312)	2110-2	16.2112
Dunes blanches méditerranéennes	B1.32 <i>pro parte</i> (B1.322)	2120-2	16.2122
Dunes grises méditerranéennes	B1.43 B1.47 <i>pro parte</i> B1.48 B1.49	2210-1 2230-1	16.22 <i>pro parte</i>
Fruticées dunaires méditerranéennes	B1.64	2260-1	16.28
Junipérais dunaires méditerranéennes	B1.63	2250-1	16.27
Dunes boisées méditerranéennes	B1.74 <i>pro parte</i>	2270 (2270-1 ; 2270-2) 9540-3.3	16.29 <i>pro parte</i>
Dépression dunaires méditerranéennes	B1.8 <i>pro parte</i>	2190 <i>pro parte</i>	16.3 <i>pro parte</i>

Méthodologie de la Liste Rouge des Écosystèmes de l'UICN

La méthodologie de la Liste Rouge des Écosystèmes de l'UICN comprend 5 critères d'évaluation du risque d'effondrement à l'échelle des écosystèmes (les termes marqués d'un astérisque sont définis dans le glossaire en Annexe) (Keith *et al.*, 2013) :

- A. Réduction de la *distribution** spatiale ;
- B. Distribution spatiale restreinte ;
- C. *Dégradation de l'environnement abiotique** ;
- D. *Perturbation des interactions biotiques** ;
- E. Analyse quantitative estimant la probabilité d'*effondrement** de l'écosystème.

Les différentes catégories de menace selon lesquelles sont évalués les *écosystèmes** sont présentés dans la Figure 2.

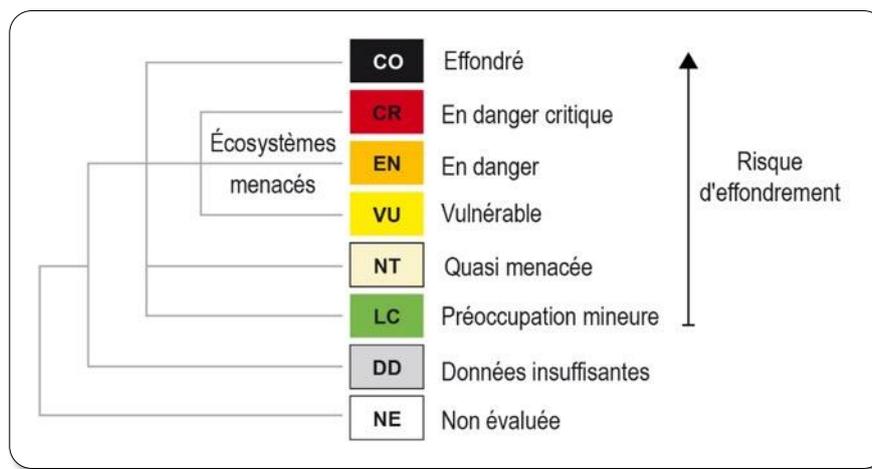


Figure 2 : Les 7 catégories UICN permettant d'évaluer un écosystème en fonction de son risque d'effondrement

Les différentes *menaces et facteurs de vulnérabilité** identifiés dans les fiches d'évaluation des écosystèmes sont évalués par un ou plusieurs critères, précisés en Annexe :

- Les perturbations contribuant à réduire la distribution des écosystèmes, comme les changements d'utilisation des sols et notamment l'urbanisation, sont évalués par le critère A ;
- Tout facteur de vulnérabilité affectant les paramètres abiotiques des écosystèmes, comme les changements climatiques, ou tout changement d'une variable abiotique, comme l'apport de sédiments, sont évalués par le critère C ;
- Tout facteur de vulnérabilité ayant une origine biotique, notamment la progression d'espèces exotiques, ou ayant un impact sur les relations entre les espèces et entre les espèces et leur milieu, sont évalués par le critère D.

L'effondrement d'un écosystème consiste en la perte de son *biote indigène caractéristique**. Ce terme recouvre les éléments moteurs de la dynamique et des caractéristiques d'un écosystème : gènes, populations, espèces, communautés d'espèces, traits taxonomiques ou fonctionnels, etc.

Dans le cadre de ce chapitre, le *biote indigène caractéristique** de chaque écosystème est défini comme regroupant :

- Les essences forestières et les espèces végétales typiques de l'écosystème évalué : essences dominantes et espèces associées utilisées pour déterminer le type de végétation selon une approche phytosociologique ;
- Les guildes d'espèces animales et végétales inféodées à cet écosystème dans un état peu perturbé par des activités anthropiques (forêts matures, anciennes, bien structurées, etc.).

Structure des fiches

Chaque fiche comporte 6 sections :



Présentation et distribution géographique



Classification



Description :

- Biote indigène caractéristique ;
- Milieu physique ;
- Processus et interactions clés ;
- Facteurs de vulnérabilité ;



Évaluation selon les 5 critères de l'UICN



Interprétation des résultats



Références bibliographiques

An aerial photograph of a coastal dune system. The foreground shows a sandy beach with gentle waves lapping at the shore. Behind the beach is a dune ridge covered in sparse, low-lying vegetation. Further inland, there are several small, dark, irregularly shaped ponds or wetlands, some of which are surrounded by more dense green vegetation. A prominent red rectangular box is overlaid on the center of the image, containing white text. Two white horizontal bars are positioned above and below the text within the red box.

Les dunes côtières
et rivages sableux
méditerranéens
de France
métropolitaine

Cordon dunaire (© EID Méditerranée)

Introduction

La Méditerranée représente un des 35 points chauds (*hotspot*) de la biodiversité mondiale, définis comme les zones de la planète où la biodiversité est particulièrement riche mais aussi particulièrement menacée. Du fait que cette écorégion s'étend en partie en France, le Comité français de l'UICN porte une attention particulière aux enjeux de la biodiversité au sein de cette zone biogéographique et s'est fixé comme objectifs de sensibiliser et de mobiliser les membres et les experts français sur les enjeux liés à la Méditerranée.

L'état des écosystèmes méditerranéens est en effet globalement en dégradation depuis plusieurs décennies : la densité croissante de population et les besoins de développement des infrastructures qui en découlent (habitations, infrastructures routières, industrielles et de loisirs) morcellent et altèrent ces écosystèmes, et en particulier sur le littoral. Malgré les dispositifs de protection et les réglementations mis en place au cours des dernières années (acquisitions par le Conservatoire du littoral ou les Conservatoires d'espaces naturels, création de Parcs nationaux, de Parcs naturels régionaux et de Parcs naturels marins, actions des collectivités, etc.), la préservation des milieux naturels littoraux apparaît encore rarement comme une priorité face à certains enjeux socio-économiques.

Le pourtour méditerranéen présente de nombreuses spécificités et comprend notamment des milieux et des espèces qui lui sont endémiques (comme la Silène de Corse, endémique des littoraux de Corse et de Sardaigne). Les espèces migratrices représentent par ailleurs un important enjeu de conservation des littoraux méditerranéens : parmi les dix premiers sites côtiers métropolitains d'hivernage d'oiseaux, deux sont méditerranéens (la Camargue et les étangs palavasiens) et accueillent près de 190 000 oiseaux chaque année. Cette région comprend entre autres l'unique zone de nidification en France du Flamand Rose (*Phoenicopterus roseus*) et plus de 80 % de la population française de la Sterne naine (*Sterna albifrons* ; Colas, 2011).

Il est donc primordial d'accompagner les décideurs locaux pour mieux planifier l'aménagement du littoral méditerranéen, en tenant compte de la fragilité de ces écosystèmes (résilience, endémisme, capacité de charge), de leur vulnérabilité actuelle et des menaces qui contraignent leur pérennité.

Préserver les écosystèmes permet de préserver l'ensemble des espèces qui les composent mais également leurs fonctionnalités et les services qu'ils fournissent. La méthodologie de la Liste Rouge des Écosystèmes, élaborée par l'UICN, permet ainsi d'apporter dans la gestion et l'aménagement des territoires cette dimension écosystémique à la vulnérabilité de la biodiversité et vient compléter les évaluations d'espèces.

Les côtes sableuses méditerranéennes

■ Distribution des littoraux sableux en région méditerranéenne française

Les côtes sableuses représentent 26 % du linéaire côtier méditerranéen en France. Elles sont très fragmentées dans la partie orientale de la région PACA, où l'on trouve plutôt des plages de poches. La majeure partie des véritables cordons dunaires sont situés sur les côtes languedociennes et à l'ouest des Bouches du Rhône, ainsi que le long de la plaine orientale de Corse (Figure 3).

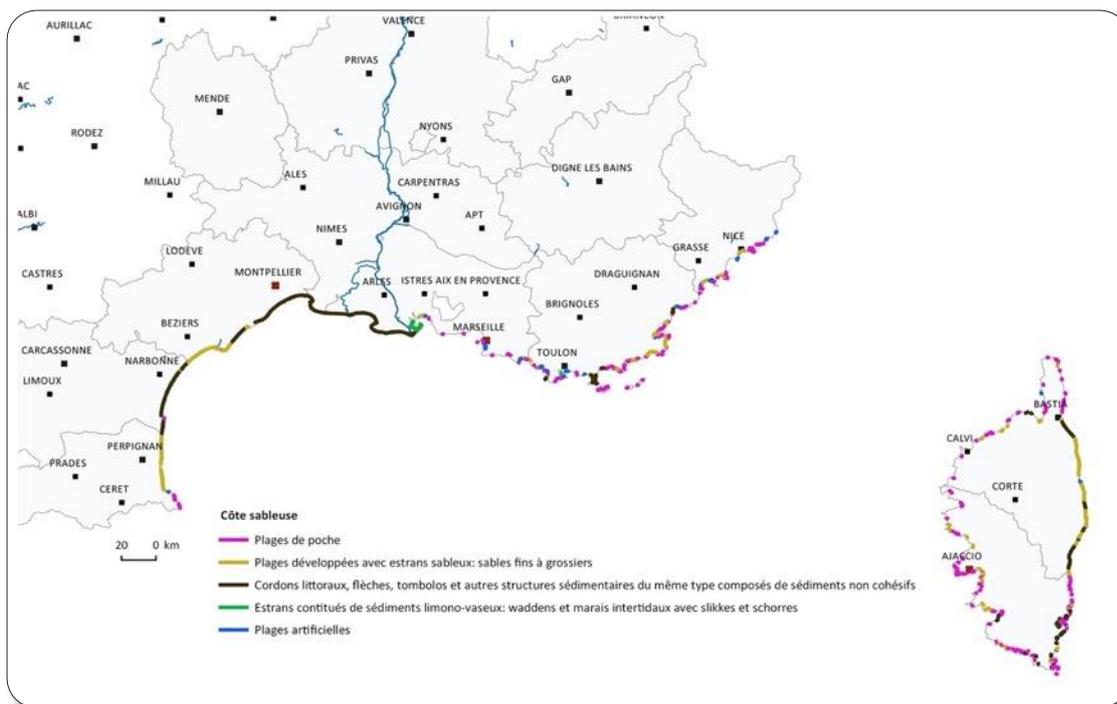


Figure 3 : Les différents types de côtes sableuses des littoraux méditerranéens de France (d'après EUROSION, 2004)

■ Espèces caractéristiques des côtes sableuses méditerranéennes

Les milieux dunaires représentent des niches écologiques très particulières que seules quelques espèces très spécialisées peuvent occuper, capables de s'accommoder de conditions environnementales extrêmes. Les organismes vivants sur les littoraux sableux sont en effet soumis à de fortes contraintes : salinité, ensablement ou submersion, instabilité du substrat, sécheresse, fortes températures, faible disponibilité en nutriments ou encore érosion du substrat sableux (Ruocco *et al.*, 2014). Ils se sont par conséquent dotés d'adaptations particulières en termes de mobilité, de capacité d'enfouissement et de plasticité (Defeo *et al.*, 2009).

La composition des communautés végétales que forment ces espèces et leur organisation dans l'espace sont principalement régies par leur tolérance à l'ensablement, la vitesse du vent, et la salinité et la richesse du sol. Elles sont par conséquent considérées comme de très bons indicateurs de l'intégrité de l'écosystème dunaire dans son ensemble, autant en termes de biodiversité que de fonctionnement écologique (Marcantonio *et al.*, 2014). Les écosystèmes composant les littoraux à substrat sableux sont intimement liés et interdépendants (Figure 4).

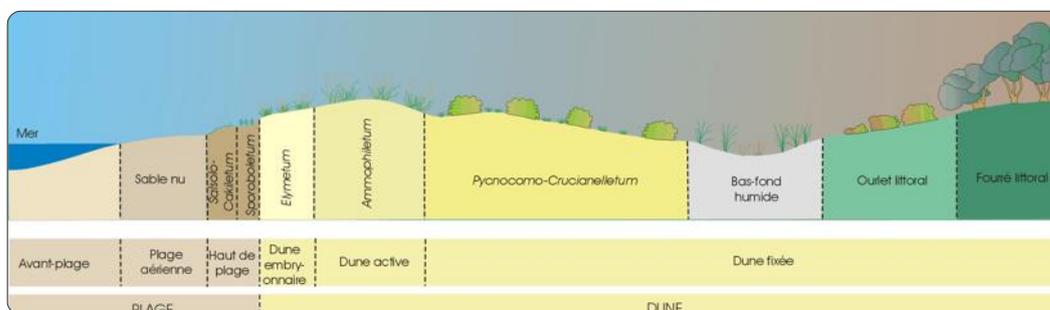


Figure 4 : Représentation schématique de l'organisation des cordons dunaires méditerranéens, exemple de la Corse

Ainsi, la **plage sableuse** est le premier écosystème émergé du littoral. Elle s'étend depuis l'étage médiolittoral, périodiquement submergé par les oscillations du niveau de la mer, jusqu'à la haute plage. Sur la plage sableuse se développe un autre écosystème : la **laisse de mer**. Les lasses de mer se composent d'algues et de phanérogames échouées qui forment parfois

d'épais matelas et représentent une source de nutriment pour une végétation herbacée basse, essentiellement composée d'espèces annuelles. Il s'agit de la première ceinture de végétation terrestre des cordons dunaires.

Le piégeage du sable par cette végétation éparsse va former par endroit de petits monticules, fusionnant progressivement jusqu'à former de petits bourrelets : cet ensemble constitue la **dune embryonnaire**, ou avant dune. En arrière, le contact avec la nappe d'eau douce souterraine située en amont du biseau salé et la stabilisation du substrat par la végétation plus dense favorisée par l'influence moins marquée des embruns marins, accélèrent l'élévation de la dune. Cette dune active est toujours mobile et considérée comme semi-fixée : il s'agit de la **dune blanche**. La salinité du milieu étant plus faible, la végétation de la dune mobile est composée d'un plus grand nombre d'espèces, moins tolérantes au sel que les espèces caractéristiques de la dune embryonnaire.

La dune blanche atteint la hauteur maximale du cordon dunaire et peut atteindre jusqu'à 10 m de hauteur, en Languedoc. À mesure que l'on s'éloigne de la haute plage, la salinité mais aussi les apports sableux diminuent et des plantes moins tolérantes à l'ensablement apparaissent. De plus, le substrat s'enrichit progressivement en matières organiques en raison de la perte de mobilité de la dune, et le recouvrement du sable par la végétation augmente. C'est la couleur de cette végétation de garrigue arrière-dunaire qui permet de qualifier cette dune fixée de **dune grise**. Ces garrigues hébergent ainsi davantage d'espèces que la dune mobile et se trouvent en mosaïque avec d'autres communautés végétales, notamment de pelouses sèches pionnières.

En arrière de la dune grise, des ligneux bas mieux protégés des embruns prennent racine : ce sont les **fourrés sclérophylles** et **formations à genévriers**, qui constituent parfois une lisière préforestière avec l'habitat dunaire le plus éloigné du rivage : la **dune boisée**. Enfin, dans les zones basses de la dune fixée peuvent se développer des **dépressions dunaires** humides, liées à la présence intermittente de mares et étendues d'eau plus ou moins saumâtre (Antoine, 2014 ; Heurtefeux *et al.*, 2010).

Cette organisation théorique peut cependant être totalement bouleversée par des perturbations d'origine anthropique.

■ Contexte environnemental des côtes sableuses méditerranéennes en France

La mer Méditerranée est une mer semi fermée dont la profondeur moyenne est de 1 500 mètres, bien que certaines des fosses les plus profondes atteignent 2 500 à 5 100 mètres. Elle se compose de deux bassins principaux séparés par un seuil sous-marin d'une profondeur inférieure à 400 m, qui s'étend de la Tunisie à la Sicile (Sardā *et al.*, 2004). Les côtes françaises bordent le bassin occidental mais font face à deux entités différentes : la France continentale et la façade occidentale de la Corse bordent le bassin algéro-provençal, entité de forme régulière et de profondeur homogène (2 700-2 800 m), tandis que la façade orientale de la Corse borde la mer Tyrrhénienne, plus profonde et qui comprend un autre seuil sous-marin rattachant la Corse et la Sardaigne à l'Italie.

Le plateau continental du bassin occidental de la Méditerranée est globalement très étroit. Large de seulement 17 km en moyenne, il atteint en France sa largeur maximale au large de la plaine languedocienne, dans le golfe du Lion, où ses 60 km font figure d'exception dans le bassin méditerranéen (Augris et Clabaut, 2001). Le marnage en mer Méditerranée occidentale est très faible et plutôt lié à la variation du niveau marin entre l'Océan Atlantique, d'une part, et le plus vaste bassin oriental de la Méditerranée d'autre part, formant une sorte de vague oscillant entre le Détroit de Gibraltar et la Sicile.

Les paramètres abiotiques pouvant avoir une influence sur la végétation des milieux dunaires sont nombreux. Ruocco *et al.* (2014) ont ainsi montré que pour les côtes toscanes, les facteurs prépondérants étaient la distance à la mer, la granulométrie du sable, la concentration en matière organique et le profil dynamique de la plage. L'altitude, la pente, le pH et la conductivité (liés à la distance à la mer) n'auraient quant à eux qu'une influence secondaire.

Des zones d'accumulation sédimentaire

La géomorphologie des côtes méditerranéennes françaises est très variable. Vers l'est, les côtes de Provence et de la Côte d'Azur (Alpes-Maritimes, Var, Bouches-du-Rhône) sont essentiellement rocheuses et comprennent de nombreuses petites baies et plages de poches. Le plateau continental y est exigu, presque dépourvu de dépôts sédimentaires et incisé par de nombreux canyons très abrupts. Vers l'ouest en revanche, les côtes sont essentiellement sableuses et alimentées par les sédiments du Rhône. Le Golfe du Lion comprend ainsi une large plateforme sédimentaire entaillée par de nombreux canyons, qui plongent doucement vers les profondeurs du bassin occidental (Bellan-Santini *et al.*, 1994).

En Corse, les littoraux présentent une géomorphologie très diversifiée : plages de sable, dunes, plages de galets, terrasses graveleuses, côtes rocheuses et vases salées (Castelnaud, 1920 ; Blache 1932 ; AGENC, 1994 ; Paradis, 2014). Cette diversité s'explique principalement du fait de la morphologie de cette île montagneuse, directement liée aux rapports entre les directions générales des rivages et l'orientation des chaînes de montagnes (Castelnaud, 1920). Les façades occidentales et orientales sont également très différentes : la façade occidentale dite « Corse hercynienne » est essentiellement rocheuse, abrupte et très découpée, creusées de golfes très modérément sédimentés et où l'étendue du plateau continental est très limitée, tandis que la façade orientale dite « Corse Alpine » comprend à la fois des ensembles rocheux au nord, au centre et

au sud ainsi qu'une vaste plaine alluviale lagunaire à cordons littoraux sableux. Le plateau continental est un peu plus étendu sur la façade orientale mais il n'est vraiment conséquent qu'au sud de l'île, lorsqu'il devient commun à la Corse et la Sardaigne. Les typologies géomorphologiques des littoraux corses se basent ainsi principalement sur la distinction entre deux modèles : les côtes d'ablation (côtes rocheuses) et les côtes d'accumulation (côtes sablo-graveleuses) (Palmieri, 2004 ; Delbosc, 2015).

Les littoraux sableux sont ainsi des côtes d'accumulation qui présentent un substrat à structure particulière, de texture sableuse et parfois sablo-limoneuse au niveau des arrières-dunes : sable grossier (de 4 à 1 mm), sable moyen (de 1 à 0,25 mm), sable fin (de 0,25 à 0,063 mm). Les sols y sont très perméables et secs, au moins en surface. En Languedoc, le sable des plages et des dunes littorales est généralement fin et calcaire tandis qu'il est davantage grossier et siliceux en Roussillon (Soldati et Jaulin, 2002).

Le bioclimat méditerranéen

Le climat méditerranéen se définit principalement par une saison estivale sèche et chaude ainsi que par un hiver relativement doux, en particulier à basse altitude. En France, le littoral méditerranéen présente une température moyenne annuelle comprise entre 14°C et 16°C et ne connaît quasiment aucun jour de gel. Le littoral corse est caractérisé par des températures encore plus douces : entre 15°C et 16°C en moyenne (Bruno *et al.*, 2001). Les littoraux méditerranéens présentent des écarts thermiques moins contrastés que l'intérieur des terres avec des températures minimales en hiver plus élevées qu'à l'intérieur des terres, mais moins élevées que les températures maximales d'été. L'insolation sur le littoral méditerranéen est très importante et dépasse localement 3 000 heures/an, notamment sur la côte varoise.

Précipitations

Deux principales propriétés caractérisent les précipitations sous un climat méditerranéen : les précipitations du semestre hivernal représentent plus de 50 % des précipitations annuelles et il existe une période de sécheresse estivale au cours de laquelle les précipitations (P en mm) sont inférieures à 2 fois la température (T en °C), pendant au moins un mois ($P < 2T$; Charre, 1997 ; Le Houérou, 2007). Les pluies estivales restent cependant abondantes et peuvent représenter jusqu'à 12 % des précipitations annuelles. Ces précipitations sont alors souvent violentes et irrégulières et se font principalement sous forme d'orages.

Régime des vents

Le climat méditerranéen se caractérise par des régimes de vents complexes et parfois violents. Le mistral et la tramontane ont une origine continentale (nord-ouest et nord) et sont des vents secs et froids. Au contraire, d'autres vents de secteurs sud et est, venant de la mer, sont plutôt chauds et humides. Les vents continentaux sont dominants sur la côte méditerranéenne française et repoussent les eaux chaudes de surface, faisant remonter des eaux froides des profondeurs. Les vents marins entraînent quant à eux une élévation temporaire du niveau marin sur les littoraux, et plus particulièrement les vents de secteur sud à sud-ouest, responsables des plus fortes houles.

Les vents marins sont également responsables de l'opposition très nette, en Corse, entre les régimes de précipitations de la côte ouest et ceux de la côte est (Bruno *et al.*, 2001). Sur la côte est, les précipitations moyennes annuelles oscillent entre 690 et 840 mm (Bastia, Aléria et Sisco) alors qu'elles sont largement inférieures à 600 mm par an sur la côte ouest (Ajaccio Aéroport et Parata, Bonifacio et Saint Florent). Les vents d'est (*Grecale*, *Sirocco* et *Levante*) apportent en effet une humidité importante qui se déverse sur l'ensemble de la côte orientale (Simi, 1964). En revanche sur la côte ouest, les vents froids et secs comme le *Libecciu* et le *Ponente*, déversent une quantité de pluie bien inférieure. Selon la classification bioclimatique de Rivas-Martínez (2004), le littoral de la Corse se caractérise ainsi par des ombrothermotypes sec supérieur à subhumide inférieur, et un thermotype mésoméditerranéen moyen.

Variation de l'humidité et de la salinité dans le cordon dunaire

La salinité des côtes méditerranéennes est de 38 g/L en moyenne. La présence de sels et en particulier de chlorure de sodium est ainsi un élément clé des écosystèmes littoraux, notamment parce qu'ils sont soumis aux embruns (Bellan-Santini *et al.*, 1994). La salinité varie alors selon la distance à la mer, la topographie de la côte et l'intensité des vents. L'action des embruns est ainsi le premier facteur responsable de la zonation des végétaux se développant sur les littoraux.

Sur le cordon dunaire et la plage, le seul approvisionnement en eau douce provient de la pluie ou de la rosée mais la porosité du sable permet à cette eau de s'infiltrer rapidement en profondeur. Cette eau remonte ensuite naturellement par capillarité et s'évapore dès qu'il fait plus sec. Cependant, cette remontée d'eau s'effectue seulement sur une cinquantaine de centimètres en raison de la granulométrie du sable. Ainsi, là où l'épaisseur de sable est trop importante, l'eau reste prisonnière dans la dune. Petit à petit, cette eau douce s'accumule et constitue une réserve importante appelée lentille « sous-dunaire » (Ciccarelli, 2015). Cette lentille d'eau douce alimente ainsi toute les plantes du cordon dunaire.

Mais les eaux marines sont aussi capables de s'infiltrer dans les formations géologiques littorales. L'eau douce étant moins dense que l'eau salée, la lentille sous dunaire repose alors sur une nappe salée souterraine sans s'y mélanger. Les eaux douces « flottent » ainsi sur les eaux salées mais gagnent également en profondeur vers l'intérieur des terres : par conséquent, l'intrusion de l'eau de mer forme un biseau plongeant vers l'intérieur des terres, communément appelé le « biseau salé ».

Le contact de ces eaux de densités différentes est régi par les lois d'équilibre hydrodynamique et par des phénomènes de diffusion liés au contexte géomorphologique, lithologique et hydrologique propre à chaque région. La salinisation partielle des eaux souterraines des aquifères littoraux est alors un phénomène naturel dont l'importance et l'extension sont variable, en fonction de la nature des matériaux constituant les réservoirs souterrains. Ainsi, les substrats les plus perméables, comme sur la côte languedocienne, facilitent les intrusions salines.

■ Dynamiques des cordons dunaires et littoraux sableux méditerranéens

Hydrologie marine et dérive littorale

Le bilan hydrique de la Méditerranée est négatif : l'évaporation est plus importante que l'ensemble des apports provenant des précipitations et du réseau hydrographique. Ce bilan est alors compensé par les apports venant de l'Atlantique, via le détroit de Gibraltar. Ces eaux venues de l'océan, plus froides et moins salées que celles de la Méditerranée, vont s'étaler au-dessus de ces dernières et former une couche d'environ 200 m d'épaisseur (Millot, 1989).

Du fait des vents à circulation cyclonique et de la force de Coriolis, les courants marins de surfaces sont de type géostrophique : ils longent d'abord les côtes d'Afrique du Nord puis se divisent en plusieurs branches, dont l'une revient vers Gibraltar en remontant le long des côtes italiennes et françaises pour redescendre le long de la péninsule ibérique. En France continentale, la dérive littorale ou direction résiduelle du transport sédimentaire est donc globalement d'orientation est-ouest, sauf localement où des contre-courants peuvent se former : Languedoc, Sainte-Marie de la Mer, Marseille, Cavalaire et Fréjus (MEDDE, 2012). Sur la côte orientale de la Corse, la dérive littorale est d'orientation sud-nord, même s'il existe là aussi des inversions locales (Stépanian *et al.*, 2010).

Dynamique sédimentaire

Le sable est un substrat mobile et donc par nature continuellement remanié, avec une intensité directement liée à l'altitude par rapport au niveau de la mer et à l'exposition par rapport aux vents dominants, en fonction de leur force et de leur fréquence (Bellan-Santini *et al.*, 1994). Les mouvements du sable caractérisent la dynamique sédimentaire des littoraux et conditionnent leur morphologie et leur fonctionnement.

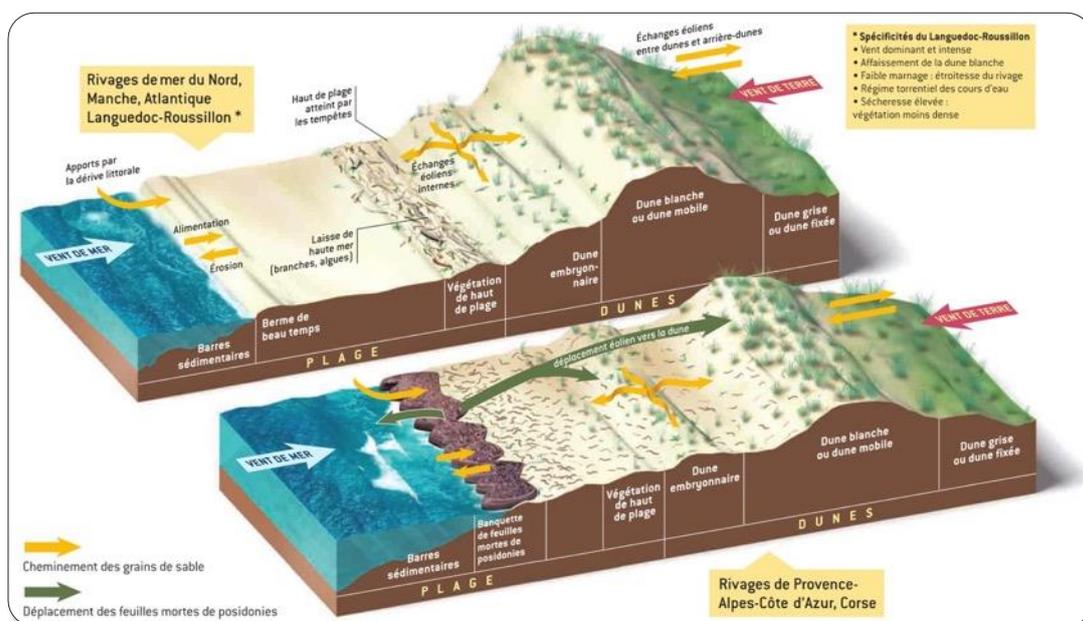


Figure 5 : Coupe schématique du système dunaire et échanges sédimentaires (© Conservatoire du Littoral, 2011)

La dynamique des écosystèmes côtiers méditerranéens est très différente de celle des autres façades maritimes françaises. Sur les côtes atlantiques, de la Manche, ou de la mer du Nord, les vents dominants sont les vents marins qui poussent le sable de la plage vers la dune, puis de la dune vers l'intérieur des terres. À l'inverse, sur les côtes méditerranéennes, les vents

dominants sont des vents de terre (mistral et tramontane) qui peuvent être particulièrement violents (ils peuvent dépasser les 100 km/h). Ces vents génèrent un transfert considérable de sable depuis les dunes ou les hauts de plage vers la mer et l'avant-plage. Lors des coups de vent (qui ne sont pas spécifiques à la saison hivernale), on observe une accumulation de sable au niveau de la haute plage car la houle ramène également les matériaux évacués par les vents de terre vers la partie émergée (Moulis *et al.*, 2004). Par conséquent, les cordons dunaires méditerranéens se forment parallèlement au trait de côte, et sont caractérisés par une hauteur et une pente faibles (Figure 5) (Heurtefeux *et al.*, 2010).

Le rôle des cordons dunaires dans le fonctionnement du système littoral est primordial en Méditerranée : ils permettent à la fois le stockage du sable apporté lors des coups de mer, et limitent l'érosion éolienne de la plage par les vents de terre. La destruction du cordon dunaire, qu'elle soit d'origine naturelle ou humaine, aboutit généralement à la disparition rapide de la plage (Moulis *et al.*, 2004).

Définition d'une cellule sédimentaire

L'analyse de la dynamique sédimentaire passe par la quantification des mouvements d'accrétion et d'érosion. En effet, l'avancée ou le recul du trait de côte n'est pas un paramètre suffisant pour caractériser ces mouvements qui peuvent être compensés en termes de volumes par l'engraissement ou, au contraire, l'érosion du cordon dunaire et des barres sableuses d'avant plage. Le bilan sédimentaire d'une plage sableuse doit alors permettre de rendre compte de la différence entre les apports et les pertes, par rapport à une unité géographique dont le bilan est supposé nul.

Ces unités sont appelées « cellules sédimentaires » et sont délimitées de façon à ce que les échanges de matériaux entre elles soient très faibles ou nuls : le volume de sable présent dans une cellule sédimentaire doit rester constant, sauf en cas de sortie définitive du système par le large ou par la terre. La délimitation des cellules sédimentaires de la façade méditerranéenne française est donnée en Annexe.

L'apport de sédiments par les fleuves est la principale source de sable d'une cellule sédimentaire. Des réserves de sable se constituent aux embouchures des fleuves sous forme de deltas sous-marins. Le jeu des courants marins et de la houle amène peu à peu ce sable sur les plages. En Méditerranée, le climat présente de forts contrastes saisonniers et le relief de l'arrière-pays est marqué. Il en résulte un régime torrentiel des crues qui entraîne une érosion soudaine et discontinue des bassins versants. L'apport de sédiments par les fleuves est donc très irrégulier (Moulis *et al.*, 2004).

Enfin, la faible amplitude des marées en Méditerranée (moins 50 cm), conjuguée à l'étroitesse du rivage, limite la capacité d'échange et de transfert des sédiments vers la haute plage par les vents marins.

Géomorphologie des côtes sédimentaires et réponse des communautés végétales

La dynamique sédimentaire d'accrétion ou d'érosion, de par son influence sur la pente l'aspect de la dune, a une influence directe sur la position et l'organisation des communautés végétales sur l'ensemble du cordon dunaire (Acosta *et al.*, 2007).

Dans le cas d'une dynamique d'accrétion, la dune embryonnaire présente une végétation bien développée et en avant de la limite de cette dune se trouvent des plantes isolées ou des îlots pionniers et disjoints de végétation basse et à faible recouvrement. Sur la dune blanche, l'Oyat est très vigoureux et forme des patchs sur la dune embryonnaire ou en avant de la dune blanche, côté mer. La dune fixée se caractérise par la présence de l'association *Crucianella maritima*, en revers de la dune blanche, en mosaïque avec la végétation des stades précédents (dune blanche et/ou dune embryonnaire) bien développés. Enfin, l'arrière-dune boisée présente de jeunes individus de buissons préforestiers (*Cistus salvifolius*, *Daphne gnidium*) en avant.

Une dynamique régressive, en conséquence d'un déficit sédimentaire, se traduit quant à elle par une dune embryonnaire à végétation peu développée, discontinue, et à très faible recouvrement d'individus adultes. *Echinophora spinosa* et *Eryngium maritimum* sont présentes mais une portion de leurs systèmes racinaires peut être à l'air libre : la dune présente alors un profil de façade maritime en falaise. Sur la dune blanche, l'Oyat perd de sa vigueur et/ou se déchausse progressivement (base des tiges et des rhizomes apparents, chicot dunaire). La dune fixée révèle quant à elle la présence de zones de sable nu ou colonisées par une végétation rudérale. Enfin, l'arrière-dune boisée se retrouve largement saupoudrée de sable, les bourgeons des arbres sont morts ou brûlés par les embruns et les peuplements ne présentent aucune régénération.

En l'absence de ces critères de progression/régression, on considère que la dynamique du cordon dunaire est stable (Heurtefeux *et al.*, 2010).

Les herbiers de posidonie (*Posidonia oceanica*), endémiques de Méditerranée et présents en France principalement sur la côte d'Azur et les littoraux corses, jouent un rôle capital dans la dynamique littorale. Leur présence, de quelques dizaines de centimètres sous la surface à plus de 30 ou 40 mètres de profondeur, amortit la houle et piège les sédiments. De plus, lors des coups de vent, les feuilles mortes des posidonies sont entraînées par la houle vers les plages où elles s'accumulent sous forme de banquettes. Ces banquettes contribuent à protéger les plages contre l'érosion en amortissant l'énergie du déferlement de la houle. Il est possible d'observer les conséquences de la disparition de cet herbier : creusement et instabilité des fonds, divagation générale des particules empêchant l'installation des peuplements benthiques, etc. (Boudouresque *et al.*, 2015 ; Moulis *et al.*, 2004).

Dynamique de la végétation

Sur le littoral, les fortes contraintes écologiques, telles que le caractère instable du substrat, bloquent la dynamique naturelle de la végétation. Il s'agit de groupements végétaux stabilisés à un seul stade dynamique, constituant des végétations permanentes (permaséries) (Rivas-Martinez, 2005). Les dynamiques de succession peuvent cependant s'observer spatialement et de manière très aléatoire d'une année à l'autre. Les communautés végétales évoluent ainsi spatialement (forme et superficie au sein d'une dune) mais elles ne présentent pas de trajectoire dynamique (passage d'une pelouse vers un stade de landes ou de fruticées, par exemple).

Seule la végétation de l'arrière-dune présente une réelle dynamique de succession (Figure 6 : Dynamique de la végétation sur la dune grise et réponses aux pressions). C'est le cas des fourrés à Pistachier lentisque et genévriers (*Pistacio lentisci-Juniperetum macrocarpae*), qui constituent la tête de série d'une trajectoire dynamique en remplaçant les fruticées à Immortelle d'Italie (*Helichryso italicici-Cistetum salviifolii*), qui elles-mêmes ont succédé aux pelouses thérophytiques à Malcolmie (*Maresio nanae-Malcolmion ramosissimae*) (Delbosc, 2015).

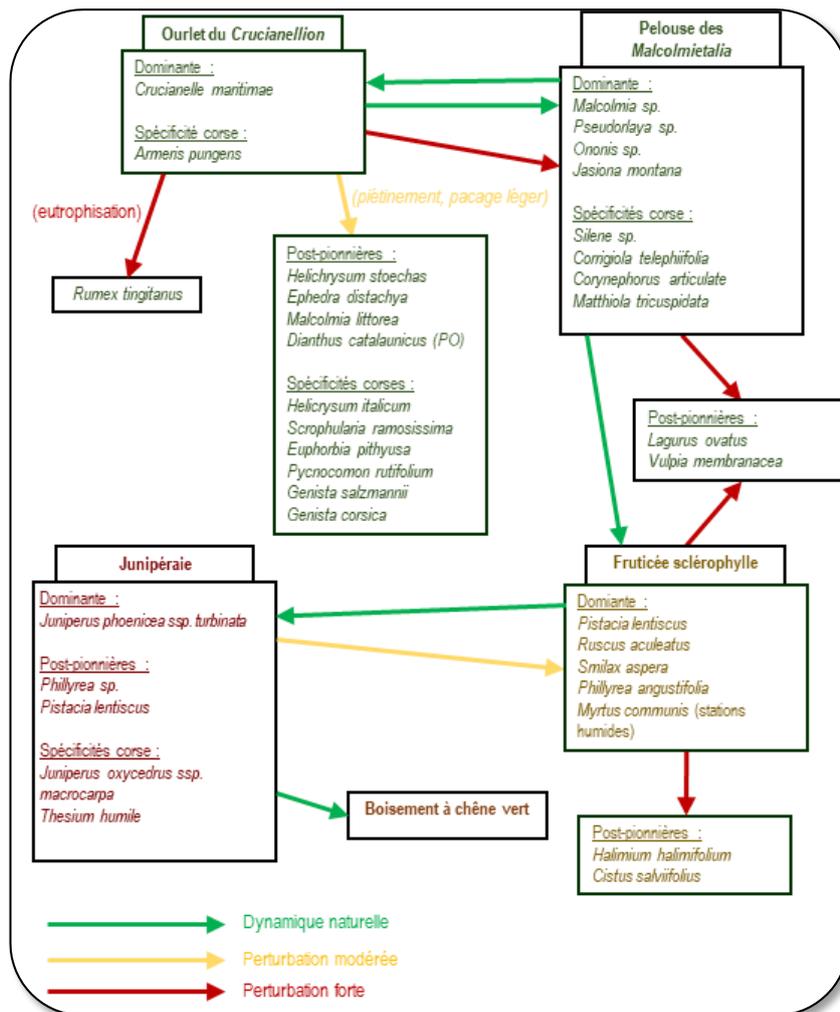


Figure 6 : Dynamique de la végétation sur la dune grise et réponses aux pressions

La diversité morphologique et biologique des dunes littorales est ainsi préservée par l'occurrence naturelle de ces patches de végétation dans le temps en fonction des facteurs environnementaux. Les communautés végétales et leur organisation dans l'espace sont ainsi considérées comme un très bon indicateur de l'état écologique et de l'intégrité du cordon dunaire (Araújo *et al.*, 2002 ; Lopez et Fennessy, 2002).

Cependant, malgré des traits fonctionnels adaptés au stress environnemental et une dynamique rapide de la végétation, les écosystèmes des dunes côtières sont considérés comme peu résilients. En effet, la moindre perturbation peut avoir des conséquences rapides sur l'organisation de ces écosystèmes pouvant amener à un point de bascule vers une dynamique de dégradation sur le long terme (Carter 1988 ; Marcantonio *et al.*, 2014).

■ Pressions et menaces sur les côtes sableuses méditerranéennes en France

En dépit de leurs multiples atouts, les écosystèmes dunaires apparaissent globalement fortement dégradés. À l'échelle européenne, les systèmes dunaires auraient régressé de 70 % au cours du dernier siècle, principalement du fait de l'urbanisation et du développement touristique (Mc Lachlan et Brown, 2006).

Les activités humaines sont les principaux facteurs de dégradation de ces écosystèmes (Malavasi *et al.*, 2014). Ces activités causent des dommages directs comme le piétinement, le surpâturage, l'aménagement ou le nivellement des dunes, quand elles ne sont pas totalement artificialisées, mais aussi des dommages indirects avec notamment les invasions d'espèces exotiques ou l'altération de la qualité des sols, de la circulation des eaux ou de la sédimentation littorale. Les facteurs climatiques et leurs modifications peuvent également jouer un rôle important, notamment en raison des réponses physiologiques très rapides des espèces inféodées à ces écosystèmes, que ces réponses soient directes (variation des quantités de nutriments, de la plage de température ou de la disponibilité en eau) ou indirectes (altérations des interactions biotiques comme la concurrence) (Del Vecchio *et al.*, 2015).

L'altération de la morphologie des dunes est ainsi fortement liée aux changements dans l'organisation spatiale de la végétation, la fragmentation de ses communautés et leur remplacement (Acosta *et al.*, 2007).

Artificialisation du trait de côte

Les côtes méditerranéennes continentales sont les plus bétonnées et artificialisées du littoral français. Ainsi, le taux d'artificialisation du trait de côte (endiguements, remblais, infrastructures portuaires et limites d'estuaires) est d'environ 19 % pour le littoral continental (hors Monaco et étang de Berre). En Corse cependant, ces infrastructures ne représentent que 2 % du trait de côte de l'île (d'après la base de données MEDAM, Meinesz *et al.*, 2012). L'artificialisation des côtes est le premier facteur de disparition des habitats côtiers (stations touristiques en bordure directe de la mer, réseau de dessertes routières ou ferroviaires, ports, etc.).

Le littoral méditerranéen français a en effet connu une sévère urbanisation à partir des années 1960 et, dès le début des années 1980, seuls 20 % des côtes méditerranéennes françaises pouvaient être considéré comme dans un état naturel (Jaulin et Soldati, 2005). Les dunes littorales du Golfe du Lion par exemple, en Occitanie, s'étendaient avant les années 1950 sur près de 230 km de manière quasi continue. Elles ont depuis été considérablement fragmentées ou détruites, principalement par l'urbanisation et l'augmentation de la fréquentation touristique estivale (ex. « Mission Racine ») (Heurtefeux et Richard, 2010) (Figure 7).

Par exemple, 24 ports ont été construits entre 1965 et 1995 sur les littoraux sableux de l'ex-région Languedoc-Roussillon, s'ajoutant aux 250 ouvrages de protection présents sur la côte (Moulis *et al.*, 2004).



Figure 7 : Plage de Valras (© EID Méditerranée)

Les zones portuaires occupent aujourd'hui 7 % du littoral méditerranéens en France continentale, soit environ 90 km de côte.

Le littoral de Corse a quant à lui connu un développement récent, datant des années 1990. Il s'agit d'une urbanisation très structurée, ouverte sur l'espace méditerranéen et marquée par des processus de périurbanisation.

Fragmentation des cordons dunaires

Le fractionnement des vastes entités de cordons dunaires en parcelles plus petites, discontinues et isolées menace les populations animales et végétales sensibles (Malavasi *et al.*, 2014). En effet, la fragmentation de ces écosystèmes implique une réduction de l'étendue des habitats naturels de ces espèces et limite surtout leur dispersion. De plus, cette fragmentation favorise la colonisation par des espèces rudérales ou exotiques, contribuant ainsi au processus de dégradation du biote caractéristique des cordons dunaires.

Perturbation du transport sédimentaire

Au niveau des complexes dunaires, ce sont principalement les aménagements de protection contre l'érosion ou les infrastructures touristiques qui perturbent le fonctionnement de ces écosystèmes. Ces ouvrages de protection frontaux comme les épis et les brise-lames, ainsi que les digues, les infrastructures portuaires et les complexes touristiques sont en effet autant d'obstacles au transport sédimentaire. La dérive littorale est alors interrompue et les courants de retour sont favorisés. Ceci a de plus un effet néfaste sur les herbiers de posidonie qui contribuent grandement à limiter l'érosion.

Les conséquences sont particulièrement marquées sur les côtes sableuses rectilignes du Languedoc, de Camargue et de Corse orientale. À l'embouchure de l'Orb par exemple, au sud de Béziers, les brise-lames construits sur le littoral de la commune de Valras ont accru l'érosion au sud-ouest de leur implantation. Autre exemple dans le secteur du Cap d'Agde, à l'embouchure de l'Hérault, où les ouvrages de défense sont impliqués dans la disparition de la plage de la Tamarissière. Ces infrastructures entraînent en effet bien souvent une aggravation de l'érosion en amont (Figure 8).



Figure 8 : Effet d'un épi sur l'érosion de la plage (© EID Méditerranée)

Plus de 10 % du trait de côte de l'écorégion méditerranéenne est équipé de structures de protection (25 % du littoral de l'Occitanie, 13 % de celui de PACA et 4 % du littoral Corse), ce qui représente plus de 1000 ouvrages et plus de 180 km d'enrochements (EUROSION, 2004 ; Raynal *et al.*, 2012, base de données MEDAM consultée en 2020, Meinesz *et al.*, 2012).

Modification du bilan sédimentaire

Outre l'artificialisation des côtes qui perturbe la dérive littorale, l'Homme a contribué à réduire la principale source de sédiments du système dunaire : celle des fleuves.

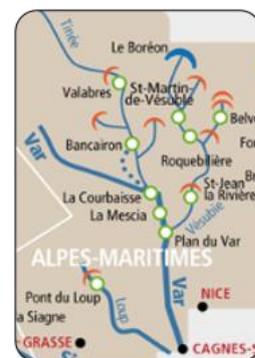
Ainsi, les affluents du Rhône, fleuve français le plus puissant et principale source de sédiments d'origine terrestre pour les côtes méditerranéennes françaises, montrent une raréfaction de leurs apports en sédiments grossiers. En effet, les versants ont largement été reboisés depuis le XIX^{ème} siècle, en particulier du fait des travaux de restauration des terrains de montagne (RTM), ce qui a limité l'érosion des sols mais aussi réduit de fait les transferts de sédiments. De nombreux barrages ont également été construits sur ces affluents et filtrent depuis les éléments les plus grossiers, en particulier dans le cas de barrages avec réservoir. Ces barrages ne laissent en effet passer que les matières en suspension et la majorité des sédiments bloqués doit être artificiellement dragué. Enfin, jusqu'à une époque très récente, les carrières ont prélevé dans ces cours d'eau d'importantes quantités de graviers et de galets, soustrayant au passage une grande partie des éléments les plus grossiers charriés par les cours d'eau.

La navigation et l'entretien des écluses, le maintien des sections d'écoulement des crues et l'entretien des ouvrages hydroélectriques présents sur le Rhône nécessitent pourtant de réaliser des travaux de dragage en continu, ce qui représente plus de 600.000 m³ de sédiments dragués chaque année (DREAL Rhône-Alpes & IDRA Environnement, 2013). Toutefois, l'essentiel de ces prélèvements sont dorénavant directement restitués au Rhône ou déplacés depuis les sites où ils créent un risque vers ceux où ils font défaut, quand les conditions le permettent et dans le respect d'un certain écart de turbidité amont-aval.

Le cas du Var (fleuve) (Moulis *et al.*, 2004)

Entre 1946 et 1958, 4,5 millions de mètres cubes de sédiments ont été extraits du tronçon terminal du Var (environ 15 km du pont de la Manda à Carros jusqu'à la mer). Le fond du lit s'est creusé à plus de 10 m par endroits !

Par ailleurs, 9 barrages ont été mis en place sur son cours ou ses affluents (en orange dans la figure ci-contre), réduisant encore l'afflux de sédiments.



L'érosion des côtes sableuses méditerranéennes est ainsi manifeste en France : d'après les données du projet EUROSION (2004), 39 % du littoral sableux méditerranéen français est en érosion (Figure 9).

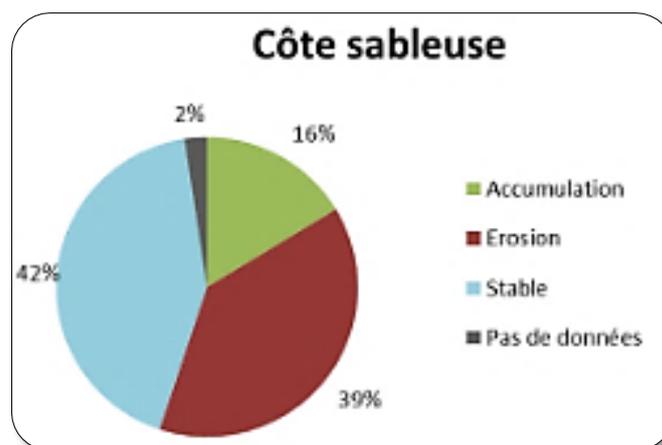


Figure 9 : Proportion du littoral méditerranéen français sableux stable, en accumulation, et en érosion (EUROSION, 2004)

Fréquentation

La fréquentation a des impacts directs et indirects sur les systèmes dunaires. Le piétinement en particulier (cheminements de piétons, chevaux ainsi que le passage de véhicules), entraîne une dégradation de la stabilité du cordon dunaire en affectant profondément la structure du substrat et en détruisant les dunes embryonnaires. Le piétinement perturbe en effet la végétation fixatrice du sable, qui régresse ou disparaît selon l'intensité de la fréquentation. L'action érosive naturelle du vent et de la mer s'en trouve ainsi grandement amplifiée et cela affectent également la faune inféodée à ces milieux (tortues marines, oiseaux de bord de mer, invertébrés, etc.) (Defeo *et al.*, 2009 ; Médail *et al.*, 2013).

Un des impacts indirects les plus importants de la fréquentation touristique des côtes sableuses est le « nettoyage » mécanique des plages. Ces pratiques entraînent une déstructuration de la couche superficielle du sable, plus sensible à l'érosion, la disparition des laisses de mer (y compris les banquettes de posidonie) et avec elles les propagules de la végétation fixatrice du sable : c'est toute la dynamique du complexe dunaire qui est perturbée. Les laisses de mer sont à la fois une source de nutriments et un microhabitat refuge contre la dessiccation pour la faune et la flore des plages (Defeo *et al.*, 2009). Les supprimer condamne ainsi ces espèces. Premier obstacle au vent, c'est également l'amorce de la formation dunaire qui est annihilée.

La surfréquentation ne se cantonne pas uniquement sur la partie terrestre du littoral. Pour reprendre l'exemple des sites des Caps Lardier et Taillat, jusqu'à 327 bateaux ont été observés au mouillage en 2012, dont 121 ancrés dans l'herbier de posidonie (PN Port-Cros, 2012). Ces mouillages sauvages endommagent gravement les herbiers, et amplifient à terme l'érosion des plages. Dans la rade de Giens, la régression de l'herbier a renforcé la puissance des houles et le tombolo a reculé de 50 à 90 cm en 20 ans (Moullis *et al.*, 2004).

Pollutions

Les pollutions ont des origines multiples et ont des impacts à des échelles spatiales et temporelles variées. Parmi les pollutions affectant les écosystèmes dunaires et plus spécialement les plages, on note (Defeo *et al.*, 2009) :

- Les rejets pétroliers : les plus destructeurs, ils impactent les plages à tous les niveaux trophiques. La durée de la contamination dépend notamment de la granulométrie du substrat (plus il est grossier, plus vite les polluants s'infiltrent vers la nappe phréatique) et de l'exposition de la plage aux vagues (les plages abritées sont plus vulnérables car le pétrole y subsiste plus longtemps) ;
- Les macro-déchets : ils se retrouvent dans les lasses de mer, présentent des risques d'ingestions par la faune de la plage (phoques, tortues marines, oiseaux du bord de mer) et constituent une nuisance visuelle ;
- Les pathogènes (bactéries, champignons) : ils sont transportés par les eaux usées rejetées en mer et contaminent les sables intertidaux ;
- Les métaux lourds : ils sont également contenus dans les eaux usées et s'accumulent préférentiellement sur les plages à fine granulométrie ;
- Les rejets d'eau douce : non naturels, ils peuvent affecter la structure et la composition des communautés animales et végétales du cordon dunaire.

Espèces exotiques envahissantes

Au niveau des lasses de mer, l'envahissement des fonds marins par certaines espèces exotiques comme la caulerpe a des répercussions fortes : ces espèces exotiques s'accumulent à la place des espèces natives (comme la posidonie) et modifient tout l'écosystème. Sur les plages et les dunes, la fourmi argentine (*Linepithema humile*), apparue au début du XX^{ème} siècle a envahi tous les littoraux méditerranéens (Defeo *et al.*, 2009). Cette fourmi favorise la pullulation de pucerons qui affaiblissent les plantes et perturbe leur dispersion par myrmécochorie en raison de l'élimination des fourmis indigènes. Indirectement, cette situation ne peut conduire qu'à une érosion inquiétante de la biodiversité, les fourmis locales (*Messor*, *Camponotus*, etc.) étant hôtes d'une importante communauté d'insectes myrmécophiles souvent remarquables (lépismes, grillons *Myrmecophilus*, Coléoptères divers) qui semblent dans l'incapacité de s'adapter à la fourmi d'Argentine, beaucoup plus agressive (Médail *et al.*, 2013).

Les griffes-de-sorcière (*Carpobrotus* spp.) sont des plantes originaires d'Afrique du Sud (déjà naturalisées sur les îles d'Hyères à la fin du XIX^{ème} siècle). Elles comptent parmi les invasives les plus dynamiques (Figure 10). L'expansion de *Carpobrotus* a un fort effet négatif à la fois sur la richesse spécifique moyenne et l'abondance des peuplements de Coléoptères, d'Hyménoptères *Formicidae* (fourmis) et d'Hétéroptères (punaises), vraisemblablement par une diminution drastique de l'hétérogénéité paysagère et des microhabitats. Parfois plantées sur les dunes pour maintenir le sable, elles se sont étendues très rapidement, envahissant certains systèmes dunaires (Médail *et al.*, 2013 ; Paradis *et al.*, 2004).

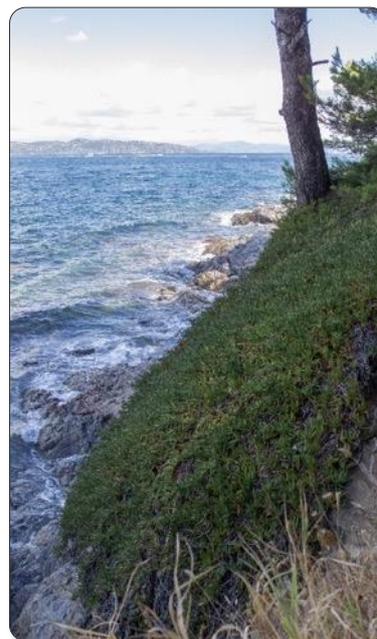


Figure 10 : Envahissement par la Griffes de sorcière (© M. Rossi)

Prélèvement et rechargement des plages

En région méditerranéenne française, des prélèvements de sable (modérés) ont eu lieu par le passé, sur les plages ou dans les dunes (sables profonds uniquement). S'ils sont actuellement interdits sur la zone côtière, les risques liés à cette exploitation ont malheureusement été reportés en mer. En raison de la valeur touristique des plages, les communes littorales vont plutôt favoriser les rechargements en sable, opérations nécessitant des moyens techniques et financiers considérables.

Ces opérations ne sont par ailleurs pas dénuées de risques écologiques, tant sur le site où le sable est prélevé, que sur celui où il est déversé. L'intensité des impacts est variable selon les procédés utilisés, la période à laquelle le rechargement est réalisé, la qualité et la quantité des sédiments déversés. Les effets sur la faune et la flore peuvent être directs (mortalité par enfouissement), ou indirects (réduction de la disponibilité en proie pour les oiseaux du bord de mer, perturbation de la nidification). L'environnement abiotique est également perturbé : la morphologie de la plage est totalement remaniée ; les

sédiments subissent une compaction qui affecte les espaces interstitiels, et modifie la capillarité, la capacité de rétention en eau, la perméabilité et les échanges de gaz et de nutriments.



Évaluation
selon la
méthodologie
de la Liste rouge
des écosystèmes
de l'UICN

Dune mobile à Oyat (© EID Méditerranée)

Plages sableuses méditerranéennes



Présentation et distribution géographique

Les plages sableuses méditerranéennes représentent les principales structures sédimentaires des étages médiolittoraux et supralittoraux méditerranéens en France. Ces plages sableuses, situées au-dessus du niveau marin, sont humectées par les embruns et uniquement immergées lors de fortes marées ou de tempêtes. Elles correspondent au littoral couvert de sable, en pente douce, et façonné par le vent le long des côtes, incluant les cordons littoraux et les lidos sableux sans végétation situés entre les lagunes et la mer. La dynamique de cet écosystème est ainsi principalement dictée par la houle et les courants marins.

Ces plages représentent environ 450 km du trait de côte de la façade méditerranéenne française (Figure 11). Sur le continent, elles sont principalement présentes sur les côtes du Languedoc-Roussillon et de Camargue. D'autres plages sableuses d'étendues plus restreintes, dites plages de poche, sont présentes au sein des anses des côtes provençales et de la Côte d'Azur (Bensettiti *et al.*, 2004). En Corse, les plages de sable se trouvent pour l'essentiel sur la côte orientale de l'île (depuis Bastia jusqu'à Porto-Vecchio) et n'interviennent que ponctuellement ailleurs, dans un paysage majoritairement dominé par des côtes rocheuses.

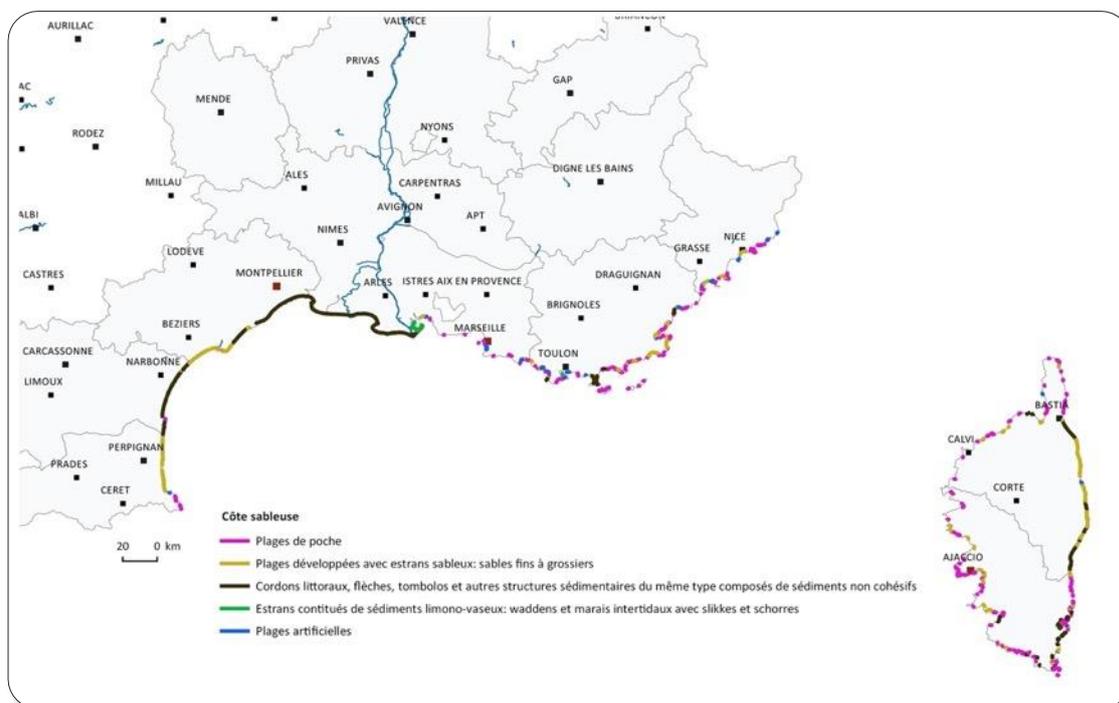


Figure 11 : Les différents types de côtes sableuses des littoraux méditerranéens de France (d'après EUROSION, 2004)



■ EUNIS / Corine biotopes

Nous retenons pour l'écosystème « Plages sableuses méditerranéennes », les unités présentées dans le Tableau 4.

Tableau 4 : Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème « Plages sableuses méditerranéennes » (Davies *et al.*, 2004 ; Louvel *et al.*, 2013)

Code	Intitulé	Description
B1.2 <i>pro parte</i>	Plages sableuses au-dessus de la laisse de mer	Littoral couvert de sable en pente douce, façonnés par le vent, le long des côtes et à proximité des lagunes côtières
B1.21 <i>pro parte</i>	Plages sableuses au-dessus de la laisse de mer, sans végétation	Plages sableuses des océans, de leurs mers bordières et de leurs lagunes, dépourvues de végétation phanérogamique
B1.22 <i>pro parte</i>	Biocénoses des sables supralittoraux	Faciès des dépressions à humidité résiduelle (B1.221) Faciès des lisses à dessiccation rapide (B1.222) Faciès à troncs d'arbres échoués sur le rivage (B1.223) Faciès à phanérogames échouées sur le rivage (partie supérieure) (B1.223)
B1.24 <i>pro parte</i>	Cordons de plages de sable littoraux nus ou à végétation basse	Les cordons de plages de sable littoraux peuvent être nus ou abriter des communautés pionnières de la classe des <i>Ammophiletea</i> , comprenant principalement des géophytes et des hémicryptophytes, par exemple l'association <i>Agropyron juncei-Sporoboletum pungentis</i> . Ils peuvent être occasionnellement inondés par l'eau de mer lors des tempêtes. La végétation peut être psammonitrophile, de la classe <i>Cakiletea maritimae</i> , enrichie par de nombreuses espèces des <i>Ammophiletea</i> , par exemple <i>Echinophora spinosa</i> , <i>Elymus farctus</i> , <i>Eryngium maritimum</i>

L'unité EUNIS B1.2 correspond à l'unité 16.1 de Corine Biotopes (Bissardon *et al.*, 1997).

■ Types d'habitats d'intérêt communautaire (Bensettiti *et al.*, (coord), 2004)

Les plages sableuses méditerranéennes correspondent à deux habitats élémentaires inclus dans l'habitat générique 1140 « Replats boueux ou sableux exondés à marée basse » :

- **Habitat 1140-7** : « Sables supralittoraux avec ou sans lisses à dessiccation rapide (Méditerranée) »
- **Habitat 1140-9** : « Sables médiolittoraux (Méditerranée) ».

■ Classification phytosociologique (Bardat *et al.*, 2004)

Les plages sableuses sont souvent sans végétation et ne sont pas décrites par des unités phytosociologiques spécifiques. Elles peuvent néanmoins héberger différentes communautés végétales :

Communautés végétales des lisses de mer :

- **Classe** : *Cakiletea maritimae*
 - **Ordre** : *Euphorbietalia peplis*
 - **Alliance** : *Euphorbion peplis*

Communautés végétales des dunes embryonnaires :

- **Classe** : *Euphorbio paraliae-Ammophiletea australis*
 - o **Ordre** : *Ammophiletalia australis*
 - **Alliance** : *Ammophilion arenariae*

■ IUCN Habitats classification scheme (Version 3 .1)

Cet écosystème appartient à l'unité 13.3 « Coastal Sand Dunes ».



Description

Les plages sableuses méditerranéennes sont définies comme le littoral couvert de sable en pente douce et façonné par le vent, situé entre le niveau moyen de la mer et les premières communautés végétales des dunes embryonnaires. Cet écosystème inclut ainsi les plages des cordons littoraux, des lidos sableux sans végétation situés entre les lagunes et la mer et l'ensemble des plages de poche, déconnectées de cordons dunaires. Ces plages représentent environ 450 km du trait de côte de la façade méditerranéenne française.

Elles se caractérisent par une microfaune très particulière et sont souvent dépourvues de végétation, bien qu'elles puissent ponctuellement héberger les quelques espèces végétales qui se développent au niveau des laisses de mer ou des dunes embryonnaires. En méditerranée, les vents dominants des côtes sableuses continentales et de la façade orientale de la Corse sont les vents de terre. La tendance majeure du transfert sédimentaire sur ces littoraux s'effectue alors depuis la partie émergée des plages vers l'avant plage immergée. La dérive littorale comme le déplacement des sédiments par les houles conditionnent également la valeur du bilan sédimentaire de ces plages, calculé par « cellule sédimentaire ».

■ Biote indigène caractéristique

Végétation

Flore des laisses de mer et des dunes embryonnaires

Quelques plantes annuelles parviennent à se développer sur les plages sableuses grâce à la matière organique issue de la décomposition des laisses de mer, notamment le Cakilier (*Cakile maritima*), la Soude épineuse (*Salsola kali*) ou encore l'Euphorbe péplis (*Euphorbia peplis*) (Figure 12) (protégée au niveau national et inscrite à l'annexe 2 de la DHFF). La Renouée maritime (*Polygonum maritimum*) s'y développe également et représente l'unique espèce vivace des laisses de mer.

Des touffes d'Oyats (*Ammophila arenaria*) peuvent également se développer sur la plage nue, au contact de la dune embryonnaire (Heurtefeux et Richard, 2010).



Figure 12 : Plage colonisée par *Euphorbia peplis* (© EID Méditerranée)

Faune

Microfaune des sables médio et supralittoraux

Les communautés animales des sables médio- et supralittoraux ont développé d'importants mécanismes d'adaptation et de résistance face à la nature hostile du substrat et des conditions climatiques (hygrométrie, vent, salinité, écart des températures).

Les interactions entre la faune et les composantes physiques du milieu ont ainsi été fréquemment utilisées pour décrire et classer les plages (Bellan-Santini *et al.*, 1994 ; El Gtari *et al.*, 2012). Bigot *et al.* (1982) ont par exemple déterminé 5 biochores différents (ensemble de biotopes similaires) au niveau de la faune du haut de plage, en fonction de la nature des sédiments (profondeur ou surface, humidité et fluidité) et de la nature des laisses de mer (dessiccation rapide de petits fragments végétaux ou troncs d'arbres morceaux de bois).

Les communautés faunistiques des plages se trouvent entre deux biotopes différents : la dune vive, domaine terrestre dont la dynamique est régie par le vent, et celui du bas de plage et de la zone intertidale dont la dynamique est liée à l'hydrodynamisme marin. La plage sableuse représente ainsi une zone d'interface entre le domaine marin et le domaine terrestre et comprend un faible nombre d'espèces mais un nombre très élevé d'individus de certaines de ces espèces. Seuls quelques individus se déplacent entre les différents domaines en fonction de la variation du niveau marin ou des conditions abiotiques, en particulier de la granulométrie du substrat, du niveau d'humidité et de l'exposition aux houles (Bigot *et al.*, 1982).

Cependant, le facteur limitant le développement de ces communautés animales reste la présence de laisses de mer, principale source de matière organique sur la plage, ainsi que la végétation dunaire pionnière. Les communautés animales observées sur plages sableuses méditerranéennes liées à la présence de laisses de mer se composent essentiellement d'espèces

d'insectes, (*Phaleria provincialis*, *Cicindela* sp., *Bledius arenarius*, *Bledius juvencus*, *Tridactylus variegatus*), d'arachnides (*Arctosa perita*) et de crustacés amphipodes (*Talitrus saltator*, *Orchestia stephensi*) et isopodes (*Porcellio* sp.).

Certains insectes xylophages trouvent également refuge dans les troncs d'arbres échoués sur la plage (Bensettiti *et al.*, 2004).

■ Milieu physique

Substrat

Les plages sableuses méditerranéennes présentent une granulométrie variable (sable fluide ou compact, présence de plaques salines plus ou moins humides sur sable bulleux) en fonction de la part de débris coquilliers contenue dans le sable (Bensettiti *et al.*, 2004). Cette granulométrie des sédiments sableux est comprise entre 2 mm et 60 µm. Au-delà de ces diamètres, il s'agit de graviers et en deçà, de limons.

Les sédiments sont répartis du plus grossier au plus fin depuis la haute plage vers le cordon dunaire. L'hydrodynamisme étant maximal dans la zone de déferlement appelée « swach », les sédiments y sont plus grossiers et la granulométrie diminue à nouveau vers le large, proportionnellement à l'hydrodynamisme.

Humidité, salinité et exposition aux vents

Au contact de la laisse de mer et à proximité de la zone de déferlement des vagues, la plage reçoit quantité d'embruns mais n'est submergée que pendant les tempêtes hivernales. En profondeur, l'humidité du sable résulte de la proximité de la nappe phréatique dont l'eau est plus ou moins dessalée (Bensettiti *et al.*, 2004).

Le taux d'humidité du sable de la plage varie relativement peu que ce soit en surface ou en profondeur, notamment parce que l'eau s'écoule rapidement depuis la surface jusque dans les couches profondes du sol et échappe en grande partie par évaporation. Cette infiltration est d'autant plus rapide en haut de plage qu'il n'y pas de sol développé. La proximité de la mer régule également les températures et diminue les écarts saisonniers. L'amplitude thermique à la surface du sable au cours d'une même journée peut tout de même être considérable et atteindre 20° en été. La température de surface peut alors dépasser 50 °C, ce qui est considéré comme léthal pour les organismes inféodés aux sables littoraux.

Contrairement aux autres façades littorales de France métropolitaine où les vents dominants sont essentiellement marins, les vents dominants des côtes sableuses méditerranéennes continentales et de la façade orientale de la Corse sont les vents de terre. Ces vents de terre ont également une occurrence aléatoire tout au long de l'année, ce qui rend bien souvent les schémas de fonctionnement des littoraux sableux classiques inadaptés au contexte méditerranéen français, notamment la description de profils d'érosion hivernaux et d'engraissement estivaux (SDAGE RMC, 2005).

Type de plage

La géomorphologie du littoral détermine également le type de plage. Sur le littoral méditerranéen français, la majeure partie de la côte sableuse est constituée de cordons littoraux et de plages à estrans sableux. Les plages de poches représentent cependant, en Corse et en région PACA, une proportion importante du littoral sableux (Tableau 5) (Belon *et al.*, 2014).

Tableau 5 : Proportion des différents types de côtes sableuses sur le littoral méditerranéen français (d'après EUROSION, 2004)

	Corse	Languedoc-Roussillon	PACA	Écorégion Méditerranéenne
Cordons littoraux, flèches, tombolos et autres structures sédimentaires du même type	24 %	50 %	54 %	44 %
Plages développées avec estrans sableux	48 %	46 %	18 %	33 %
Plages de poche	29 %	4 %	20 %	20 %
Estrans constitués de sédiments limono-vaseux	-	-	8 %	4 %

■ Processus et interactions clés

Dynamique sédimentaire

Les sédiments des plages sableuses proviennent en large majorité des apports fluviaux. Une partie provient également d'autres plages alentours ou du plateau continental, remaniés par la houle et les courants marins. Ces mouvements sédimentaires peuvent constituer des apports aussi bien que des pertes, notamment lorsque le sable est entraîné vers les grandes profondeurs des canyons sous-marins d'où il ne pourra plus être remobilisé.

Le déplacement des sédiments peut se faire de manière perpendiculaire à la côte : il est alors causé par les houles et amène le sable à se déplacer soit vers le large, soit vers le haut de plage. Ces mouvements perpendiculaires ont une influence importante sur le profil de la plage et sur sa morphologie, notamment en cas de tempête. Ils ont souvent un caractère saisonnier bien que cela soit moins souvent le cas en Méditerranée (Figure 13).

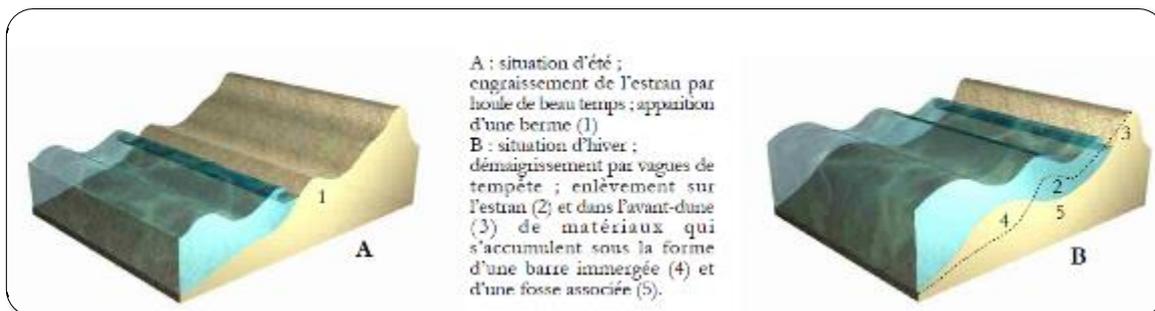


Figure 13 : Les profils saisonniers des plages sableuses méditerranéennes (SDAGE RMC, 2005)

Les sédiments se déplacent également de manière parallèle à la côte : c'est la dérive littorale. La direction de cette dérive littorale est déterminée par l'orientation de la houle par rapport au rivage et peut varier en fonction des saisons. Néanmoins, la résultante de ces différentes dérives présente un sens dominant, souvent rapporté à une échelle annuelle (SDAGE RMC, 2005).

L'étude de ces processus dynamiques est fortement dépendante de l'échelle de temps à laquelle ils agissent. En effet, les changements qui peuvent être enregistrés sur plusieurs centaines ou milliers d'années relèvent plutôt de processus majeurs tels que la variation du niveau marin, les mouvements du sol ou les variations notables d'apports sédimentaires, plutôt que d'événements brutaux comme les tempêtes. Celles-ci agissent sur des périodes de temps bien plus restreintes, comprises entre quelques heures et quelques mois.

On peut alors utiliser plusieurs périodes temporelles pour analyser la dynamique sédimentaire littorale : pluri-décennale, pluriannuelle, saisonnière et événementielle (Suanez, 2010).

Bilan sédimentaire et profil de plage

En fonction de cette dynamique sédimentaire et du déplacement des sédiments, les plages sableuses présentent un bilan sédimentaire qui peut être positif, stable ou négatif. Les plages qui présentent un bilan sédimentaire négatif montrent une érosion progressive de l'avant dune, en particulier lors des tempêtes, qui n'est pas compensée par des phases d'accrétion (engraissement) lors des périodes de beau temps. L'avant-dune est alors entaillée par une falaise marine plus ou moins haute. Dans le cas d'un bilan équilibré, la plage se maintient et permet le transport éolien de sable vers la dune. Cette accrétion du cordon dunaire est alors plus ou moins compensée par des périodes d'érosion, lors des tempêtes. Enfin, dans le cas d'un bilan sédimentaire positif, l'apport continu de sédiment à la plage combiné avec le transport éolien provoque la formation de cordons dunaires d'avant-dunes, ou dunes embryonnaires, parallèles et successives.

Le profil de plage, qui se représente par une vue en coupe de la plage, change constamment en réponse aux variations de ce bilan sédimentaire. Ce sont en particulier les mouvements perpendiculaires à la côte qui ont une influence sur ce profil, que ces mouvements soient saisonniers ou qu'ils aient lieu sur de plus grandes échelles temporelles. Les sédiments passent en effet successivement des barres sableuses d'avant-plage à la berme de haut de plage, ces barres sableuses pouvant se trouver jusqu'à 8 mètres de profondeur en moyenne en Méditerranée (Certain, 2002 ; Suanez, 2010 ; Gervais, 2012). En dessous de cette profondeur, les houles ne sont plus en capacité de remettre les sédiments en mouvement.

Parmi la diversité de profils de plage, il existe deux extrêmes : les plages dissipatives et les plages réfléchives (Tableau 6). Les plages dissipatives ont pour caractéristique de dissiper efficacement l'énergie des vagues : la pente est faible et la zone de déferlement des vagues, qui comprend une succession de barres sableuses sur lesquelles les vagues vont se briser plusieurs fois, est relativement étendue. Les plages réfléchives ont une morphologie différente : la pente de la plage est très forte et

l'avant plage ne comporte aucune barre sableuse. L'énergie des vagues n'est pas absorbée mais réfléchiée par le haut de plage, ce qui forme une berme très développée.

Tableau 6 : Profil de plage en fonction de la dynamique marine (d'après Ley de la Vega *et al.*, 2012)

	Profil dissipatif	Profil réfléchissant
Granulométrie	Sable fin	Sable moyen ou grossier
Front de plage	Peu marqué (« rouleaux »)	Très marqué
Plage sèche	Étroite	Large

Régime des vents

Les vents sont également à l'origine d'importants déplacements de sédiments, depuis ou vers la plage sableuse. En effet, les vents marins sont capables de soustraire à la plage d'importants volumes de sable et favoriser la construction des écosystèmes dunaires, tandis que les vents terrestres peuvent à l'inverse remobiliser le sable du cordon dunaire et recharger la plage en sédiments. Les vents de terre étant dominants sur les côtes méditerranéennes françaises, la tendance majeure du transfert sédimentaire sur ces littoraux s'effectue depuis la partie émergée des plages vers l'avant-plage immergée. Les tempêtes et coups de mer vont quant à eux assurer un engraissement de la haute plage en ramenant ces sédiments évacués par les vents.

De manière plus globale, les apports sédimentaires ne sont jamais exactement compensés par les pertes : le trait de côte des littoraux sableux avance ou recule en fonction de l'intensité de l'ensemble de ces mouvements de sédiments (SDAGE RMC, 2005).

La Figure 14 représente de manière schématique le fonctionnement de l'écosystème, ainsi que l'impact des menaces identifiées ci-après.

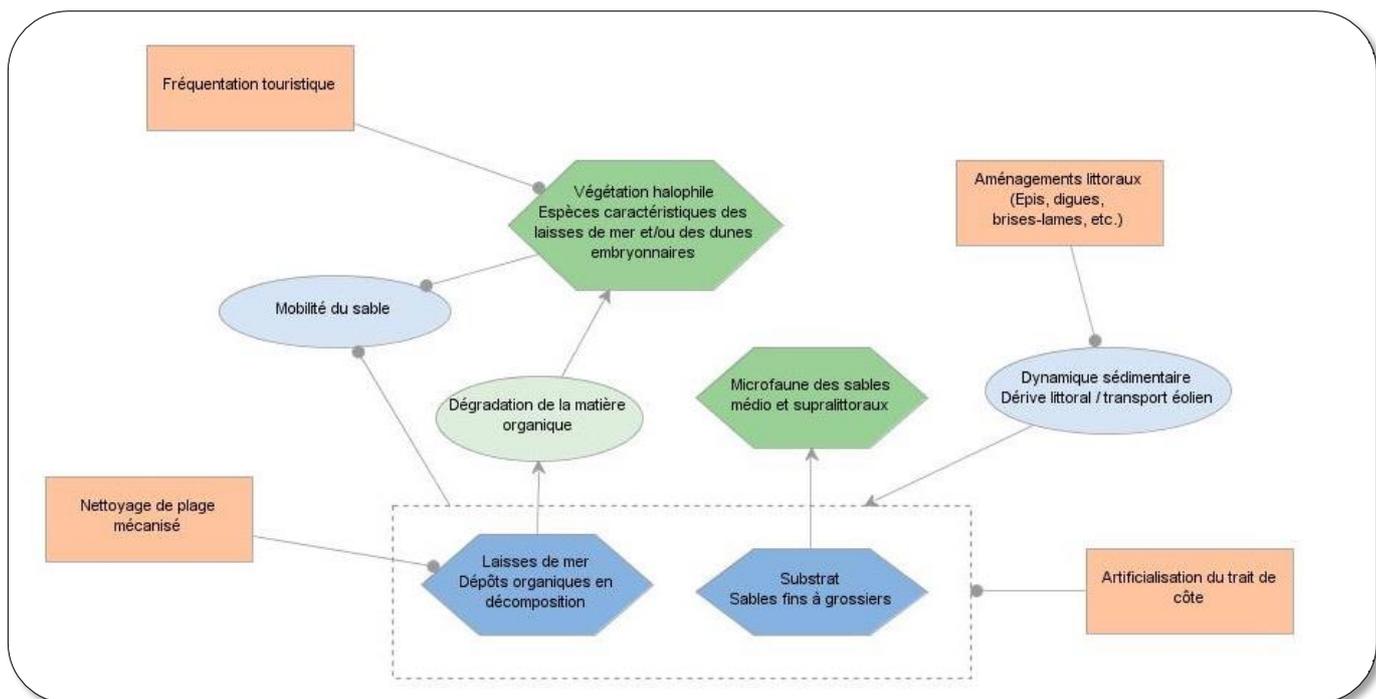


Figure 14 : Modèle conceptuel du fonctionnement de l'écosystème « plages sableuses méditerranéennes »

■ Facteurs de vulnérabilité

Artificialisation du trait de côte

Les plages sableuses sont directement menacées par l'artificialisation du trait de côte, la destruction et l'aménagement du littoral sableux (construction d'infrastructures portuaires ou d'enrochements). Cette artificialisation est particulièrement marquée sur les littoraux méditerranéens de France depuis les années 1960 et concerne aujourd'hui 17 % des littoraux méditerranéens français, tout type de côte confondu (d'après la base de données MEDAM, Meinesz *et al.*, 2012).

Le littoral de la région Occitanie, essentiellement sableux, est par exemple artificialisé à hauteur de 23 % et considérablement fragmenté (Heurtefeux et Richard, 2010 ; Figure 15). Il apparaît de plus que 75 à 85 % de l'artificialisation des littoraux de la côte d'Azur, qui concerne au total 25 % du linéaire côtier, a été effectuée aux dépens de petites plages sableuses (Anthony, 1994).

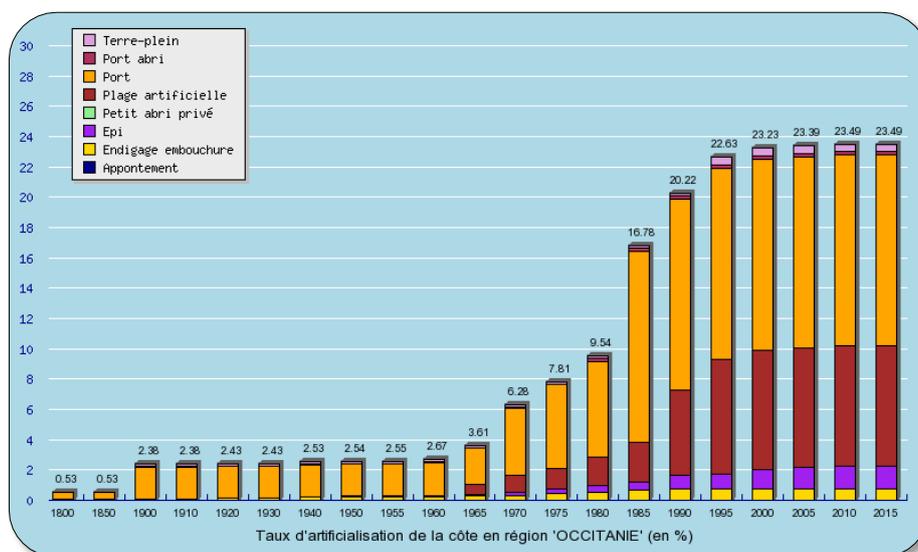


Figure 15 : Évolution du taux d'artificialisation du trait de côte en région Occitanie, depuis 1800 (d'après la base de données MEDAM, Meinesz *et al.* 2012)

Modification du bilan sédimentaire et recul du trait de côte

Les nombreuses études scientifiques concernant les littoraux méditerranéens de France et portant sur leur évolution récente et historique ont montré que l'érosion des littoraux sableux et des plages s'est globalement accentuée au cours du siècle dernier (Samat, 2007). Cette tendance à l'érosion est à mettre en relation avec une réduction des apports sédimentaires, notamment du fait de la diminution de la fréquence des fortes crues et d'une érosion moins marquée dans les bassins versants, du fait de leurs reboisements et de leurs aménagements anthropiques. Mais le bilan sédimentaire des plages sableuses est surtout influencé par l'ensemble des actions humaines qui ont lieu directement sur ces littoraux, et en particulier la construction d'ouvrages de protection et l'artificialisation du trait de côte.

En effet, l'urbanisation du cordon dunaire ou du haut des plages de poche bloque toute mobilité des écosystèmes, supprime une majeure partie du stock de sable et empêche toute accumulation ultérieure. La plupart des cordons dunaires sont ainsi contraints en arrière par les infrastructures anthropiques et ce sont les plages sableuses qui régressent le plus vite. Les infrastructures transversales (épaves) de lutte contre l'érosion piègent les sédiments transportés par la dérive littorale et bloquent ces matériaux sur leur face "alimentée", ce qui accentue bien souvent l'érosion en aval. Les aménagements longitudinaux de front de mer (routes littorales, boulevards de front de mer, promenades, enrochements, digues, etc.), dont les parois sont souvent verticales, renforcent quant à eux la turbulence de l'eau et favorisent l'enlèvement du sable à leur pied. Enfin, les infrastructures longitudinales (brises lames) de bas de plage et de petits fonds favorisent le recul du trait de côte entre deux ouvrages voisins, parfois également en aval.

Ainsi, par exemple, l'érosion s'est globalement accentuée dans le Delta du Rhône et en Camargue suite à l'implantation d'infrastructures de fixation du trait de côte. Ce fort recul représente par ailleurs la principale source des gains sédimentaires observés sur les flèches de Beauduc et de l'Espiguette. Les ouvrages de défense construits sur les côtes languedociennes auraient cependant permis de stabiliser localement le rivage, en amont des ouvrages (Valras, Frontignan, Carnon, etc.). Les valeurs du recul du trait de côte ont en effet globalement diminué après 1977, date de la construction des premiers ouvrages (Samat, 2007). Cependant, la variabilité de la vitesse d'érosion est devenue beaucoup plus importante depuis cette date et le recul du trait de côte s'est ponctuellement accentué, notamment en aval-dérive des ouvrages (embouchure de l'Aude, Valras, Ouest du Cap d'Agde, Frontignan, Carnon). Les nombreuses études réalisées sur les impacts des enrochements et digues de fixation du trait de côte sur ces littoraux ont en effet mis en évidence que l'érosion en aval-dérive des ouvrages de protection est partout plus importante : la vitesse d'érosion a été au moins multipliée par 2, voire par 5 pour certains secteurs (Valras, Frontignan, Carnon, Les Baronnets, Plage Est des Saintes Maries de la Mer, la Courbe, etc.) (Samat, 2007).

La destruction des herbiers de posidonie, capables d'atténuer l'action des vagues, participe également à l'aggravation des phénomènes d'érosion des plages sableuses méditerranéennes (Samat, 2007). Pour lutter contre cette érosion, certaines communes littorales procèdent au rechargement artificiel des plages. Or ces pratiques ont aussi des impacts négatifs, aussi bien sur le site de prélèvement que sur le site de déversement (Rey-Valette *et al.*, 2013).

Nettoyage mécanisé des plages

Outre l'artificialisation des plages et des cordons dunaires adjacents, une autre pratique qui menace fortement les plages sableuses méditerranéennes s'est récemment développée. Il s'agit du nettoyage systématique des plages et notamment du ramassage mécanisé des laines de mer qui détruit la faune associée à ces laines, prive les plages de l'apport de matériel organique nécessaire à l'ensemble du cordon dunaire et favorise l'érosion, dans la mesure où les laines de mer protègent la plage de l'action des vagues. De plus, la compacité des sédiments et leur pouvoir de rétention ou de drainage sont fortement modifiés par le passage des engins.

L'essentiel du bois mort échoué sur les plages (arbres ou grosses branches) est également ramassé ou brûlé, souvent par méconnaissance de la faune inféodée à ce micro-habitat particulier. La destruction de ce bois mort est d'autant plus préjudiciable que les apports, notamment par le Rhône, sont actuellement plus rares du fait des travaux d'endiguement qui y ont été réalisés au cours du siècle dernier (Bellan-Santini *et al.*, 1994). Certaines espèces apparaissent ainsi fortement menacées : *Amaurorhinus cf. bewickianus*, *Styphloderes exsculptus*, *Mesites pallidipennis* et le Forficule maritime (*Anisolabis maritima*). Tous les bois échoués n'ont cependant pas la même valeur : le bois à demi enfouis dans le sable conserve suffisamment d'humidité pour que les insectes saproxylophages se développent, tandis que le bois déposé sur les rochers et desséché par le soleil ne renferme pas de vie animale (Ponel, 2015, comm. pers.).

Fréquentation

Les impacts liés à la fréquentation humaine ne sont pas récents et ont par exemple déjà été mentionnés par Veyret dès 1955. Cependant, les proportions qu'atteint actuellement la fréquentation des plages méditerranéennes françaises sont telles qu'il est actuellement constaté une extinction locale et massive d'un certain nombre d'espèces sabulicoles, en particulier sur le littoral du Var et des Alpes-Maritimes.

D'un point de vue environnemental, la présence de nombreux touristes et de résidents sur un espace réduit peut provoquer une hausse de la concentration en matière organique et de polluants divers (crèmes solaires notamment). La densité de macro-déchets dispersés sur le littoral est également d'autant plus grande que la densité touristique est importante. La surfréquentation des plages peut aussi être à l'origine de la remise en suspension de sédiments des fonds meubles, à une période où l'hydrodynamisme de la mer est naturellement plus calme. Le degré de naturalité de cet écosystème est ainsi très fortement altéré en période estivale et la capacité de régénération de certaines plages fortement anthropisées est très amoindrie, voire déjà inexistante (Guingand, 2012).

Le parc de Port-Cros est lui-même soumis aux dégradations liées à la fréquentation des plages. Kooor et Munoz-Cuevas (2000) signalent en effet l'état de dégradation avancée des populations d'araignées typiques des sables littoraux de Porquerolles et de Port-Cros. Une espèce d'Opilion des bords de mer, *Nelima doriae*, est par exemple actuellement en voie d'extinction alors qu'elle était abondante au début du XX^{ème} siècle (Médail *et al.*, 2013).

Les perturbations causées par une fréquentation excessive se traduisent sur la végétation observée. Par exemple, la présence d'une végétation caractéristique de la dune fixée en première position, au niveau du haut de plage, signifie que le système dunaire est fortement perturbé et fragilisé (Heurtefeux et Richard, 2010).

Changements climatiques

Les changements climatiques interviennent comme un facteur aggravant de l'ensemble des menaces auxquelles sont confrontées les plages sableuses. En effet, depuis les années 1950, les conditions climatiques et notamment l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des vents de secteur sud à sud-est sont de plus en plus propices à générer des phénomènes de surcote (Ullmann, 2008). Ces surcotes, qui ont principalement lieu lors des tempêtes, deviennent ainsi plus fréquentes et plus intenses (Figure 16).

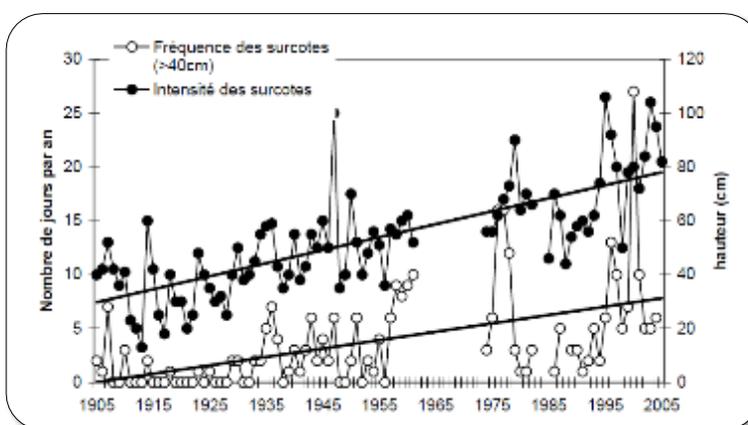


Figure 16 : Intensité et fréquence des surcotes dans le Golfe du Lion depuis 1905

Les phénomènes de submersions marines sont ainsi également de plus en plus fréquents, ce qui sous-entend une érosion potentiellement plus marquée (Samat, 2007).

Autres menaces

Enfin, d'autres techniques de lutte contre l'érosion dites « douces » entraînent également des modifications des plages sableuses. Par exemple, la technique de drainage entraîne une modification de la capacité de rétention en eau douce du sable ainsi qu'une remontée du biseau salé, ce qui peut conduire à la destruction des communautés végétales qui se développent au niveau de la haute plage.

Les plages sont également une zone de percolation des polluants terrestres (eaux polluées par des activités agricoles, apports d'eau douce), et subissent le déversement des polluants d'origine marine (pétrole, macro-déchets, effluents rejetés en mer).

L'envahissement du milieu par des espèces exotiques envahissantes telles que la fourmi d'Argentine (*Linepithema humile*) peut quant à elle réduire la diversité des communautés d'invertébrés qu'elle abrite.

Encadré : La côte languedocienne

En Languedoc-Roussillon, principal littoral sableux de France métropolitaine, le bilan sédimentaire des plages a été principalement modifié au cours des années 1960-1980 du fait de la mission Racine. À l'origine de la construction des principales stations touristiques présentes aujourd'hui dans cette région (13 au total), notamment la Grande-Motte, cette mission d'aménagement littoral a engendré la construction de plus de 250 ouvrages de « fixation » du trait de côte (Bulteau *et al.*, 2011).

Le bilan sédimentaire de la côte languedocienne a fait l'objet d'une étude (Raynal *et al.*, 2012) attestant de l'érosion généralisée des cellules sédimentaires analysées entre Argelès-sur-Mer et le Grau du Roi (Figure 17). Entre 1984 et 2009, ces cellules ont perdu plus de 30 millions de m³ de sable. Afin de pallier ces pertes, des mesures ont été prises pour recharger les plages en sable : le plus important rechargement fut de 1,1 million m³ de sable apporté sur les plages du Golfe d'Aigues-Mortes, ce qui représente plus de 40 % du volume total de sable artificiellement rechargé sur les plages de la région jusqu'en 2009. Ce sable provenait majoritairement du dragage des ports et des chenaux de navigation (3 millions de m³ dragués en 2008 en Méditerranée occidentale ; Quemmerais-Amice, 2011).

L'étude permet de constater que la quasi-totalité des sédiments portés par la dérive littorale sont retenus par ces aménagements. Cependant, le principal problème reste le transport du sable vers le large : la majorité des sables érodés sont en effet entraînés au large et perdus, passant au-delà de la profondeur d'action des vagues sur le fond et ne pouvant être remobilisés (> 6-10 m).

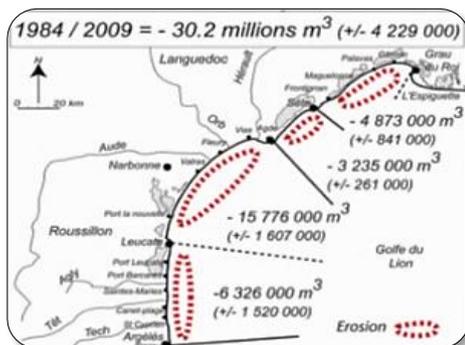


Figure 17 : Tendence d'évolution de la dynamique sédimentaire de l'avant côte du Golfe du Lion entre 1984 et 2009 (Raynal *et al.*, 2012)



Évaluation (méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN V2.1, 2015)

■ Critère A : Réduction de la distribution spatiale

A.1 Réduction au cours des 50 dernières années

L'artificialisation du trait de côte, du fait de la construction d'infrastructures portuaires ou d'enrochements, a entraîné une réduction non négligeable de la distribution des plages sableuses depuis les années 1960, notamment en région Occitanie où le trait de côte est artificialisé à près de 25%.

La réduction de la distribution des plages sableuses au cours des 50 dernières années est également liée au recul du trait de côte. En effet, 40 % du littoral sableux méditerranéen de France présente actuellement une érosion confirmée, localisée ou généralisée (Languedoc-Roussillon, PACA et côte orientale de la Corse) (Figure 18). Ainsi, sept des huit cellules sédimentaires identifiées sur les côtes languedociennes et du Delta du Rhône présentent un bilan surfacique négatif au cours des 50 dernières années (Samat, 2007). Sur la côte orientale de Corse, découpée en 4 cellules sédimentaires, deux montrent un recul du trait de côte significatif entre 1948 et 2007, avec parfois un recul compris entre 80 et 100 m (Stépanian *et al.*, 2010). Ces secteurs en érosion correspondent cependant souvent à des flèches sableuses d'embouchures mobiles ainsi qu'aux secteurs situés en aval d'aménagements de fixation du trait de côte. Les secteurs en accrétion correspondent quant à eux plutôt aux secteurs en amont de ces aménagements.

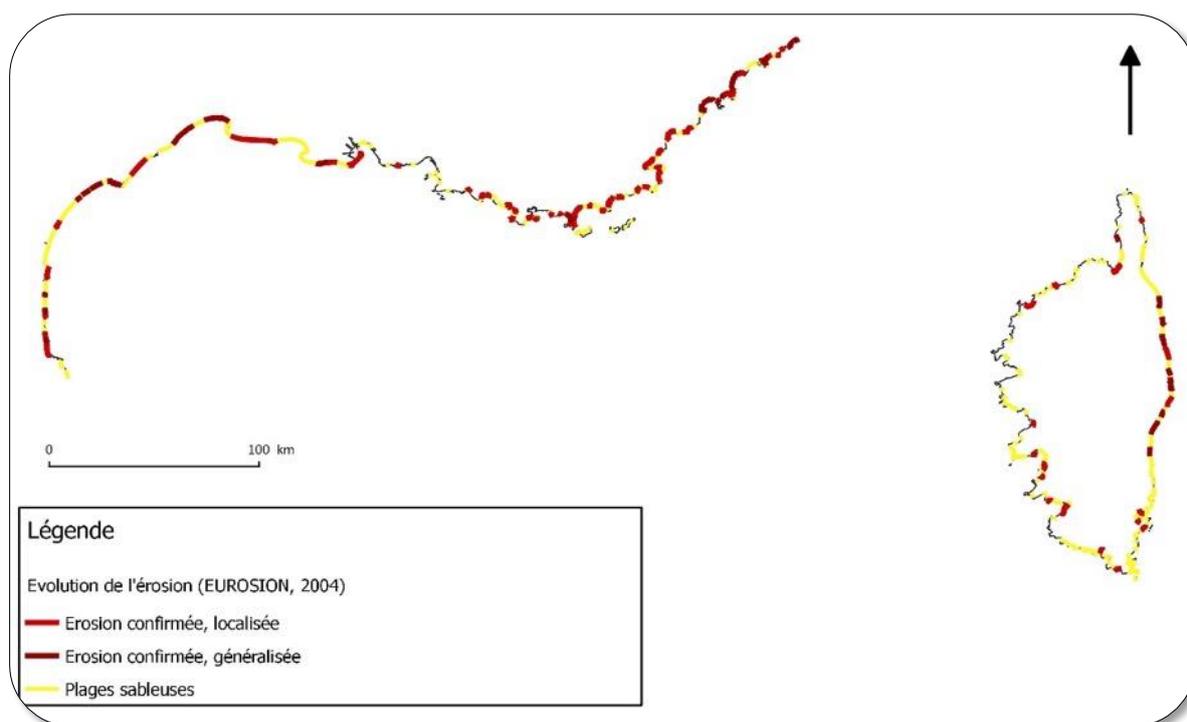


Figure 18 : Secteurs en érosion des plages sableuses méditerranéennes (EUROSION, 2004)

Les plages de poche du Var montrent également une forte érosion, notamment sur le lido de la presqu'île de Giens, tandis que les plages des Alpes-Maritimes sont stables ou en progradation au cours des 50 dernières années. Les plages de poche de la façade occidentale de la Corse sont, elles, majoritairement en recul, bien que celui-ci ait été qualifié de peu significatif sur la période 1951-1996 (Oliveros et Delpont, 1997). La superficie des plages de poche réparties au sein des côtes rocheuses du nord de l'île semble quant à elle relativement stable : seules 4 plages sur 44 montrent un fort recul sur la période 1948-2012 (Belon *et al.*, 2014 ; Balouin *et al.*, 2014).

L'évaluation de la dynamique spatiale des plages sableuses est souvent réalisée à partir de la vitesse d'érosion, donnée en m/an. Cependant, la vitesse du recul du trait de côte n'a de valeur que si elle est mise en relation avec la superficie de la plage restant après érosion : une petite plage de poche pouvant disparaître bien avant un cordon dunaire bien dessiné, même si la vitesse d'érosion y est moins élevée. D'après Brunel (2010), l'évolution de la surface de plage émergée serait ainsi un

critère plus pertinent que celui du seul recul du trait de côte, pour interpréter les déplacements du rivage en termes de vulnérabilité des plages. Cependant, ces quantifications n'ont pas été réalisées à l'échelle du littoral méditerranéen français.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données Insuffisantes (DD).

A.2a Réduction estimée au cours des 50 prochaines années

Le recul du trait de côte reste un phénomène très préoccupant concernant la régression des plages sableuses méditerranéennes en France, d'autant que la montée du niveau marin et l'augmentation possible de la fréquence des tempêtes contribueront à amplifier leur érosion. Cependant, aucune donnée ne permet de quantifier une quelconque réduction de la superficie des plages sableuses méditerranéennes au cours des 50 prochaines années.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données Insuffisantes (DD).

A.2b Réduction estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

Le recul du trait de côte est accentué par l'artificialisation du littoral, le nettoyage des plages ou encore la destruction des herbiers. Ces phénomènes d'érosion des littoraux sableux constituent une menace sérieuse pour les plages, d'autant que les experts s'accordent à dire qu'ils se sont accélérés au cours des 10 - 15 dernières années. Cependant, aucune donnée ne permet de quantifier l'évolution surfacique actuelle des plages sableuses méditerranéennes.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données Insuffisantes (DD).

A.3 Réduction depuis une référence historique (≈1750)

Les données existantes permettent de constater un recul moyen de 7 m sur la période 1895-1984 pour l'ensemble du littoral languedocien, malgré une opposition entre les côtes du sud-ouest globalement en accrétion et les côtes situées plus à l'est (Brunel, 2010). Les plages sableuses du delta du Rhône sont quant à elles profondément marquées par un approfondissement de leur profil : celui-ci s'est abaissé de près de 7 mètres au niveau des Saintes-Maries-de-la-Mer entre 1895 et 2006 (Brunel, 2010). Seules les deux flèches sableuses de l'Espiguette et de Beauduc se sont étendues.

Les plages de poche de Provence auraient quant à elle perdu près de la moitié de leur superficie depuis 1896. Elles seraient ainsi parmi les plages sableuses méditerranéennes les plus vulnérables face à l'érosion en raison de leur faible étendue, bien qu'elles soient confrontées à un faible taux d'érosion (Brunel, 2010).

Cependant, aucune étude n'a encore mis en relation la vitesse historique de recul du trait de côte avec la largeur effective des plages. Par conséquent, aucune donnée surfacique de régression des plages sableuses n'est disponible depuis une référence historique.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données Insuffisantes (DD).

La catégorie Données Insuffisantes (DD) est attribuée à l'écosystème « plages sableuses méditerranéennes » selon le critère A.

■ Critère B : Distribution spatiale restreinte

B.1 Zone d'occurrence (km²)

La zone d'occurrence des plages sableuses méditerranéennes comprend l'ensemble des côtes sableuses de l'écorégion méditerranéenne, de France continentale et de Corse et s'étend sur plus de 50 000 km² (Figure 19).

B.2 Zone d'occupation (maille 10x10 km)

Leur zone d'occupation (AOO) comprendrait quant à elle plus de 100 mailles de 10x10 km (Figure 19). Cependant, une cartographie plus précise permettrait d'identifier le nombre de mailles occupées à plus de 1 % par les plages sableuses méditerranéennes, d'autant plus que l'étendue limitée de cet écosystème ne lui permettrait que dans certains cas d'occuper une superficie supérieure à ce seuil, pour chaque maille de présence.

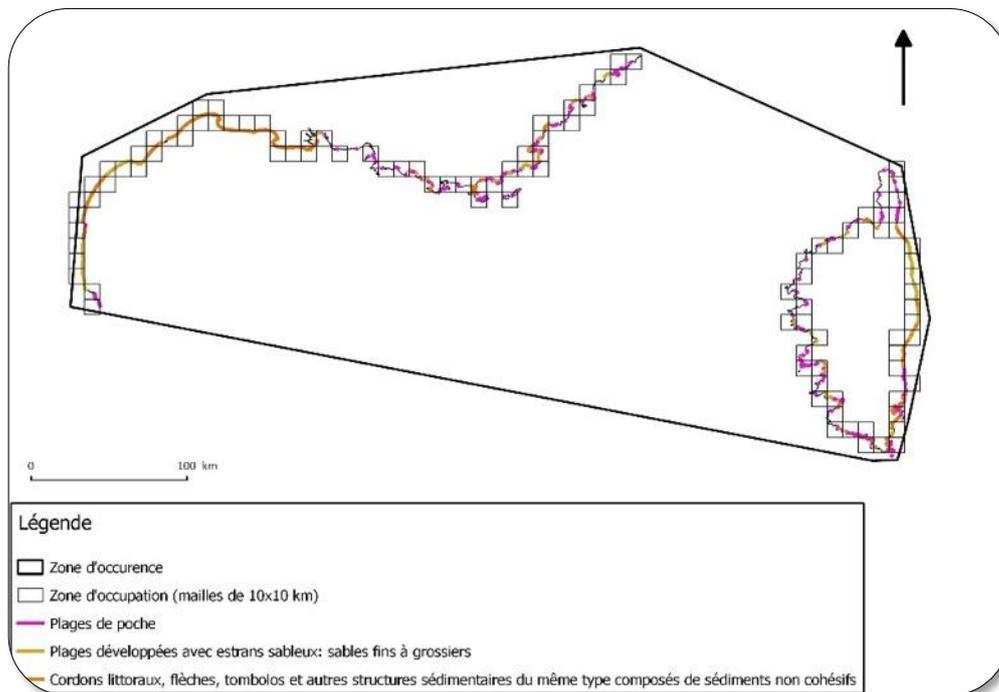
B.3 Nombre de localités

Le nombre de localités peut quant à lui être fixé par rapport au nombre de cellules sédimentaires, soit 37 : 4 en Corse (façade orientale), 14 en Languedoc-Roussillon et 19 en PACA.

Déclin continu ou menace imminente

Les valeurs d'EOO, d'AOO et de nombre de localités sont supérieures aux seuils d'attribution d'une catégorie de menace selon ce critère. Cependant, cet écosystème pourrait être considéré comme en déclin continu (distribution et environnement abiotique), du fait des impacts du recul du trait de côte et du nettoyage de plage. Les plages sableuses méditerranéennes sont également confrontées à une menace imminente pouvant provoquer un tel déclin continu au cours des 20 prochaines années, de par l'accélération des phénomènes d'érosion littorale.

La catégorie Préoccupation-Mineure (LC) est attribuée à l'écosystème « plages sableuses méditerranéennes » selon le critère B.



■ Critère C : Dégradation de l'environnement abiotique

C.I Modification d'une variable abiotique au cours des 50 dernières années

Le transit sédimentaire des littoraux sableux méditerranéens a été extrêmement perturbé par les activités humaines. Les aménagements côtiers, l'urbanisation, la construction de barrages et le prélèvement de sable ont notamment perturbé le transport de sédiments, modifié et amplifié les processus d'érosion. Actuellement, 40 % des littoraux sableux méditerranéens présentent une érosion confirmée. Cependant, cette érosion ne semble pas s'être globalement accélérée au cours des 50 dernières années : seule une des sept cellules sédimentaires à bilan négatif des côtes languedociennes et du Delta du Rhône montre une accélération de l'érosion (Samat, 2007).

Le Delta du Rhône est ainsi principalement concerné par une accélération du recul du trait de côte depuis les années 1970, ce qui se traduit par un recul beaucoup plus marqué à l'aval des ouvrages de fixation, une stabilité des secteurs en amont et une forte progradation des flèches sableuses de Beauduc et de l'Espiguette. Le recul des côtes languedociennes aurait quant à lui globalement ralenti après 1977, bien qu'il présente une plus forte variabilité interannuelle, notamment en aval des ouvrages de fixation du trait de côte implantés sur près du tiers de ce littoral (embouchure de l'Aude, Valras, Ouest du Cap d'Agde, Frontignan, Carnon).

La réduction des apports sédimentaires concerne l'ensemble des côtes sableuses méditerranéennes. Cependant, ce déficit sédimentaire ne semble pas s'être fortement creusé au cours des 50 dernières années. Nous estimons la sévérité relative de cette modification comme proche de 30 %.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Quasi-Menacé (NT).

C.2a Modification d'une variable abiotique estimée au cours des 50 prochaines années

La montée du niveau marin semble avoir eu un impact négligeable sur l'évolution des profils de plages méditerranéennes au cours du siècle dernier. Cependant, l'abaissement généralisé du profil des plages s'additionne à la hausse du niveau des mers et renforce l'action érosive des houles, celles-ci se propageant avec plus d'énergie (Brunel, 2010). Les conditions d'agitation à la côte risquent donc de fortement augmenter à mesure que le niveau marin s'élève et que le profil des plages s'abaisse, d'autant plus que les changements climatiques en cours renforcent l'hydrodynamisme marin du fait de l'intensification des régimes des vents (Sabatier, 2015).

La hausse du niveau marin est également le principal facteur en cause dans la multiplication et l'intensification des phénomènes de surcotes. En tenant compte des tendances récentes et des scénarios climatiques pour le 21^{ème} siècle, la fréquence des niveaux marins érosifs hivernaux (surcote supérieure à 40 cm) pourrait dépasser 20 % des jours d'hiver dans le cas des plus basses projections de l'élévation du niveau marin, et dépasser plus de 80 % si la hausse du niveau marin suit les projections moyennes. Les surcotes actuellement décennales (> 80 cm) deviendraient alors pluriannuelles et les surcotes supérieures à 1 mètre, aujourd'hui centennales, pourraient se produire plusieurs fois par hiver d'ici la fin du 21^{ème} siècle.

L'érosion des plages sableuses méditerranéennes est par conséquent susceptible de s'accroître fortement au cours des 50 prochaines années, comme le montrent les observations récentes. La sévérité relative retenue pour le sous-critère C1 pourrait alors dépasser le seuil validant la catégorie Vulnérable (VU).

Ce sous-critère classe l'écosystème en Vulnérable (VU).

C.2b Modification d'une variable abiotique estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

Considérant l'aggravation de la modification du bilan sédimentaire des plages sableuses méditerranéennes comme considérable au cours des 50 prochaines années, nous retiendrons pour ce sous-critère les mêmes valeurs que pour le sous-critère C1.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Quasi-Menacé (NT).

C.3 Modification d'une variable abiotique depuis une référence historique (≈1750)

L'étude du bilan sédimentaire global du littoral languedocien sur la période 1895-1984 montre que celui-ci est largement déficitaire (-1 222 800 m³) (Figure 20).

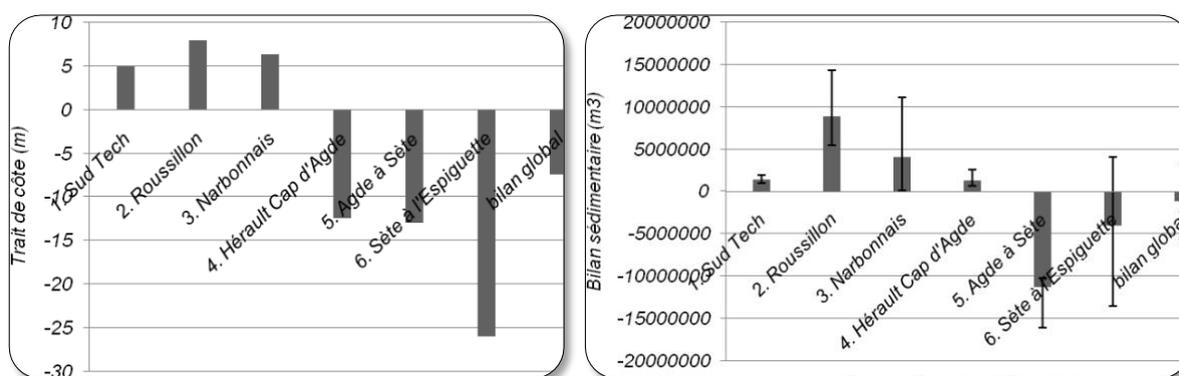


Figure 20 : Évolution moyenne du trait de côte du Languedoc- Roussillon entre 1895 et 1989 et Bilan sédimentaires nets entre 1895 et 1984, par unités sédimentaires (Brunel, 2010)

Cette étude montre également que ce sont les houles et la redistribution des sédiments par la dérive littorale, plutôt que la montée du niveau de la mer, qui ont principalement conditionné l'évolution des plages sableuses continentales au cours du siècle dernier. En effet, plutôt que d'avoir accompagné la hausse du niveau de la mer (22 cm en 100 ans), le profil des plages de la façade languedocienne s'est globalement abaissé d'environ 1 mètre. Cet abaissement a cependant les mêmes conséquences sur les conditions d'agitation des eaux côtières qu'une hausse du niveau marin, d'autant plus que s'ajoute à

cet enfoncement la véritable hausse du niveau des mers. La tranche d'eau côtière se trouve donc aujourd'hui, en moyenne, plus épaisse de 1,22 mètre qu'il y a 100 ans (Brunel, 2010).

La réduction des apports sédimentaires sur les côtes sableuses méditerranéennes est un phénomène observé depuis le siècle dernier et affecte l'ensemble du littoral méditerranéen. Étant données les vitesses de recul du trait de côté observées, la sévérité relative de cette modification est estimée comme étant supérieure à 50 % sur cette même période.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Vulnérable (VU).

La catégorie Vulnérable (VU) est attribuée à l'écosystème « plages sableuses méditerranéennes » selon le critère C.

■ Critère D : Perturbation des processus et interactions biotiques

D.1 Modification d'une variable biotique au cours des 50 dernières années

Le nettoyage mécanisé et systématique des plages, en retirant les dépôts de laisse de mer, modifie totalement leur fonctionnement écologique. Les laines de mer représentent en effet la première source de matière organique pour l'ensemble des communautés animales et végétales présentes sur les plages. En atténuant la force des vagues, elles constituent de plus un important moyen d'atténuation de l'érosion. La sévérité relative de cette modification est donc > 80 %. D'après les données disponibles et l'avis des experts consultés, ces pratiques ont affecté au moins 30 % des plages sableuses méditerranéennes de France au cours des 50 dernières années.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Vulnérable (VU).

D.2a Modification d'une variable biotique estimée au cours des 50 prochaines années

Si les pratiques concernant le nettoyage des plages et le ramassage des laines de mer sont en train d'évoluer, il n'est actuellement pas possible de prédire qu'elles seront les politiques mises en œuvre et leurs conséquences sur les écosystèmes des plages sableuses au cours des 50 prochaines années.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

D.2b Modification d'une variable biotique estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

Les impacts du ramassage systématique sont toujours observés et leur évolution à court terme reste conditionnée aux changements des pratiques.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

D.3 Modification d'une variable biotique depuis une référence historique (≈ 1750)

Les impacts des activités anthropiques sur les plages sableuses sont des phénomènes récents, en lien notamment avec le développement du tourisme balnéaire. Bouleversant totalement leur fonctionnement écologique, la sévérité relative des perturbations causées par rapport à une référence historique est estimée comme supérieure à 90 % (très proche de l'effondrement). Près de 50 % des plages sableuses méditerranéennes auraient été affectées au cours du siècle dernier.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Quasi-Menacé (NT).

La catégorie Vulnérable (VU) est attribuée à l'écosystème « plages sableuses méditerranéennes » selon le critère D.

■ Critère E : Analyse quantitative (modélisation) estimant la probabilité d'effondrement de l'écosystème

Il n'existe pas de modélisation de l'écosystème des plages sableuses qui permettent d'estimer la probabilité d'effondrement de l'écosystème.

La catégorie Données-Insuffisantes (DD) est attribuée à l'écosystème « plages sableuses méditerranéennes » selon le critère E.

■ Bilan de l'évaluation des plages sableuses méditerranéennes en France

Critère	Sous-critère	Statut
A : Réduction de la distribution spatiale	A.1 : 50 dernières années	DD
	A.2a : 50 prochaines années	DD
	A.2b : 50 ans incluant le passé, le présent et le futur	DD
	A.3 : Depuis une référence historique (≈1750)	DD
B : Distribution spatiale restreinte	B1. Zone d'occurrence	LC
	B2. Zone d'occupation	LC
	B3. Nombre de localités	LC
C : Dégradation de l'environnement abiotique	C.1 50 dernières années	NT
	C.2a 50 prochaines années	VU
	C.2b 50 ans incluant le passé, le présent et le futur	NT
	C.3 Depuis une référence historique (≈1750)	VU
D : Perturbation des processus et interactions biotiques	D.1 50 dernières années	VU
	D.2a 50 prochaines années	DD
	D.2b 50 ans incluant le passé, le présent et le futur	DD
	D.3 Depuis une référence historique (≈1750)	NT
E : Analyse quantitative (modélisation) estimant la probabilité d'effondrement de l'écosystème		DD
Statut de l'écosystème	VU	

■ Fiabilité de l'évaluation

Moyenne (les données quantitatives ne sont pas toujours disponibles mais il existe une bibliographie plutôt complète et de nombreux experts).

■ Évaluateur

Comité français de l'UICN (Magali Rossi, Aurélien Carré)



Bilan et interprétation de l'évaluation

L'érosion des littoraux sableux et des plages méditerranéennes s'est accentuée au cours du siècle dernier. Ce recul du trait de côte est lié d'une part à une réduction naturelle des apports sédimentaires, mais surtout aux impacts cumulés de l'ensemble des aménagements anthropiques réalisés sur ces côtes. En particulier, l'impossibilité de déplacement du cordon dunaire vers l'intérieur des terres du fait de l'artificialisation des arrières-dunes contraint les plages à régresser progressivement. De plus, le nettoyage systématique des plages et le ramassage mécanisé des laisses de mer détruit la faune inféodée aux plages et prive l'écosystème d'apports en matière organique. Le retrait des laisses de mer accentue de plus les phénomènes d'érosion car elles atténuent l'impact des houles et des courants. Enfin, la très forte fréquentation estivale des plages méditerranéennes françaises est responsable d'une extinction locale, mais massive, d'un certain nombre d'espèces également inféodées à cet écosystème.

Le nettoyage mécanisé et l'élimination des laisses de mer sont réalisés de manière quasi-systématique depuis les années 1960 et concerne plus de 30 % des plages sableuses méditerranéennes (Vulnérable, critère D1). De plus, l'ensemble du littoral sableux méditerranéen a subi une modification de son bilan sédimentaire au cours du siècle dernier (Vulnérable, C3). Ainsi, l'ensemble du littoral sableux languedocien aurait reculé de près de 7 m depuis la fin du XIX^{ème} siècle, tandis que les plages de poche de Provence auraient perdu près de la moitié de leur superficie sur cette même période. On constate de plus un abaissement généralisé du profil de ces plages, qui s'additionne à la hausse du niveau marin et renforce l'action érosive des houles. Ces modifications rendent les plages sableuses méditerranéennes de France fortement vulnérable face aux phénomènes d'érosion à l'avenir et dont l'accentuation est dorénavant constatée sur le terrain depuis une dizaine d'années (Vulnérable, critère C2a).

Les plages sableuses méditerranéennes françaises sont évaluées **Vulnérable (VU)** selon la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN. Il est cependant nécessaire de mettre en relation les vitesses de recul du trait de côte, bien connues, avec des données relatives à la largeur des plages ou des cordons dunaires.



Références

Rédacteur de la fiche d'évaluation DHFF (2012) : Gérard Bellan, relecture : Denise Bellan-Santini

- Anthony E.J., 1994.** *Natural and artificial shores of the French Riviera: An analysis of their inter-relationship.* Journal of Coastal Research, 10(1), pp. 48-58.
- Balouin Y., Bélon R., Merour A., Riotte C., 2014.** *Evolution of Corsican pocket beaches.* In Green A.N. and Cooper J.A.G. (eds.), Proceedings 13th International Coastal Symposium (Durban, South Africa). Journal of Coastal Research, Special Issue No 70, pp. 96-101.
- Bardat J., Bioret F., Botineau M., Boulet V., Delpech R., Géhu J.-M., Touffet J., 2001.** *Prodrome des végétations de France.* MNHN, 143 p.
- Bellan-Santini D., Lacaze J. C., Poizat C., 1994.** *Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée : synthèse, menaces et perspectives.* Muséum National d'Histoire Naturelle, 298 p.
- Belon R., Balouin Y., Mercour A., Riotte C., 2014.** *Evolution des plages de poche de Corse : vers un modèle conceptuel.* XIII^{ème} journées Nationales Génie Côte – Génie Civil, 12 p.
- Bensettiti F., Bioret F., Roland J., Lacoste J. P. (coord). 2004.** « Cahiers d'habitats » *Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire.* Tome 2 - Habitats côtiers. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation Française, Paris, 399 p. + cédérom.
- Bigot L., Picard J., Roman M.-L., 1982** *Contribution à l'étude des peuplements des invertébrés des milieux extrêmes, 1) La plage et les dunes vives de l'Espiguette (Grau-du-Roi, Gard),* Ecologia Mediterranea, Tome VIII (fascicule 3), Marseille, pp. 3-30.
- Bissardon M., Guibal L., Rameau J.-C., 1997.** *CORINE biotopes.* Version originale. Types d'habitats français. ENGREF, MNHN, 175 p.
- Brunel C., 2010.** *Évolution séculaire de l'avant-côte de la méditerranée française.* Thèse de l'Université Aix-Marseille I, 444 p. + annexes.
- Certain R., 2002.** *Morphodynamique d'une côte sableuse microtidale à barres : Le Golfe du Lion (Languedoc-Roussillon).* Thèse de l'Université de Perpignan, 210 p. + annexes.
- Davies C. E., Moss D., O Hill M., 2004.** *Eunis habitat classification revised 2004.* European Environment Agency, 307 p.
- De la Torre Y., Belon R., Balouin Y., Stepanian A., 2014.** *Inventaire et analyse des solutions douces de gestion de l'érosion côtière et applicabilité au littoral corse.* Rapport Final BRGM/RP-63034-FR, 59 p.
- Defeo O., McLachlan A., Schoeman D. S., Schlacher T. a., Dugan J., Jones A., Scapini F., 2009.** *Threats to sandy beach ecosystems: A review.* Estuarine, Coastal and Shelf Science, 81(1), pp. 1–12.
- Deidun A., Saliba S., Schembri P., 2009.** *Considerations on the Ecological Role of Wrack Accumulations on Sandy Beaches in the Maltese Islands and Recommendations for Their Conservation Management.* Journal of Coastal Research, (July 2015), pp. 410–414.
- EuroSION, 2004.** Base de données disponible en ligne sur www.euroSION.org, consultée en 2020.
- Gervais M., 2012.** *Impacts morphologiques des surcotes et vagues de tempêtes sur le littoral méditerranéen.* Thèse de l'Université de Perpignan Via Domitia (UPVD), 370 p. + annexes.
- Guingand A., 2012** *Utilisation des eaux marines, activités de loisirs, Activités de baignade et fréquentation des plages,* Analyse économique et sociale de l'utilisation de nos eaux marines et du coût de la dégradation du milieu marin – Méditerranée occidentale, AAMP, IFREMER et MEDDE, 10 p.
- Heurtefeux H., Richard P., 2010.** *Inventaire et évaluation des écosystèmes dunaires et des aménagements de protection douce sur le littoral du Languedoc-Roussillon.* CPER 2007-2013. Gérer Durablement Le Littoral -Études Stratégiques et Prospectives Sur L'évolution Des Risques Littoraux, EID Méditerranée, 48 p.
- Keith D. A., Rodríguez J. P., Rodríguez-Clark K. M., Nicholson E., Aapala, K., Alonso A., Zambrano-Martínez S., 2013.** *Scientific Foundations for an IUCN Red List of Ecosystems.* Plos one, 8(5), e62111.
- Kovoor J., Muñoz-Cuevas A., 2000.** *Diversité des Arachnides dans les îles d'Hyères (Porquerolles et Port-Cros, Var, France).* Modifications au cours du XX^e siècle. Zoosystema, 22, pp. 33-69.
- Ley de la Vega C., Favennec J., Gallego-Fernández J.-B., Pascual Vidal C., 2012.** *Conservation des dunes côtières, restauration et gestion durables en Méditerranée occidentale.* UICN, Gland, Suisse et Malaga, Espagne, 124 p.
- Louvel J., Gaudillat V., Poncet, 2013.** *EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce.* MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.
- Médail F., Cheylan G., Ponel P., 2013.** *Dynamique des paysages et de la biodiversité terrestres du Parc national de Port-Cros (Var, France) : enseignements de cinquante années de gestion conservatoire.* Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park, 262(27), pp. 171–262.

Meinesz A., Blanfuné A., Chancollon O., Javel. F., Longepierre S., et al. 2012. MEDAM.org : inventaire et impact des aménagements gagnés sur le domaine marin - côtes méditerranéennes françaises. Laboratoire Ecomers, Université Nice Sophia Antipolis. Publication électronique : www.medam.org

Oliveros C., Delpont G., 1997. Littoral occidental Corse : évolution du trait de côte de 1951 à 1996 des Agriates au Golfe de Ventilégne. Rapport BRGM RR-39480-FR, 109 p.

Quemmerais-Amice F., 2011. Extraction sélective de matériaux marins. Contribution DCSMM, 9 p.

Raynal O., Brunel C., Certain R., Aleman N., Robin N., Sabatier F., 2012. Le bilan sédimentaire, un outil pour la conception d'un plan de gestion des sédiments du littoral du Languedoc-Roussillon. XII^{èmes} Journées, Cherbourg, pp. 371–380.

Sabatier F., 2015. *Changements climatiques et érosion des plages de PACA*. Présentation PowerPoint, Pôle métier Climat & Air, 44 p.

Samat O., 2007. *Efficacité et impact des ouvrages en enrochement sur les plages microtidales. Le cas du Languedoc et du delta du Rhône*. Thèse de l'Université Aix-Marseille I, 343 p. + annexes.

SDAGE RMC, 2005. *Guide technique n°9, Connaissance et gestion de l'érosion du littoral*. Bassin Rhône Méditerranée et Bassin de Corse, 55 p.

Stépanian A., Balouin Y., Bacon A., Bodéré G., Danger Y., Hennequin V., 2010. *Atlas littoral de la Plaine Orientale de Corse*. Rapport final, Rapport BRGM RP-59058-FR, 78 p. + annexes.

Suanez S., 2010. *La question du bilan sédimentaire des côtes d'accumulation. Rôle des forçages naturels et anthropiques dans les processus morphodynamiques analysés à partir de quelques exemples pris en Méditerranée et en Bretagne*. Mémoire de recherche de l'Université de Caen – Basse Normandie, 220 p.

Laisses de mer végétalisées des plages sableuses



Présentation et distribution géographique

Les communautés végétales qui se développent au niveau des laisses de mer des plages sableuses méditerranéennes forment des écosystèmes linéaires, discontinus et souvent temporaires, situés en haut de plage. Il s'agit en effet d'une végétation halonitrophile (dépendante du sel et de l'azote) qui se développe grâce à la décomposition des laisses de mer, ces dépôts naturels de débris de posidonies, d'algues marines et de toutes sortes de matériaux organiques ou non apportés par la mer. La quantité de ces dépôts, ainsi que leur étendue, varient considérablement en fonction des saisons et de l'agitation de la mer.

Composées d'espèces différentes des communautés végétales se développant sur les plages de galets, où les laisses de mer se décomposent plus lentement, les communautés végétales des laisses de mer des plages sableuses méditerranéennes devraient cependant être observées sur l'ensemble des 450 km de linéaire côtier sableux méditerranéens de France (Figure 21). La quantité de dépôts d'origine marine sur les plages sableuses a cependant très fortement diminué sur ce littoral, notamment en raison de leur ramassage.

Il n'existe actuellement aucune donnée fiable relative à la superficie couverte par cet écosystème (Bensettiti *et al.*, 2004 ; évaluations communautaires 2006 et 2013).

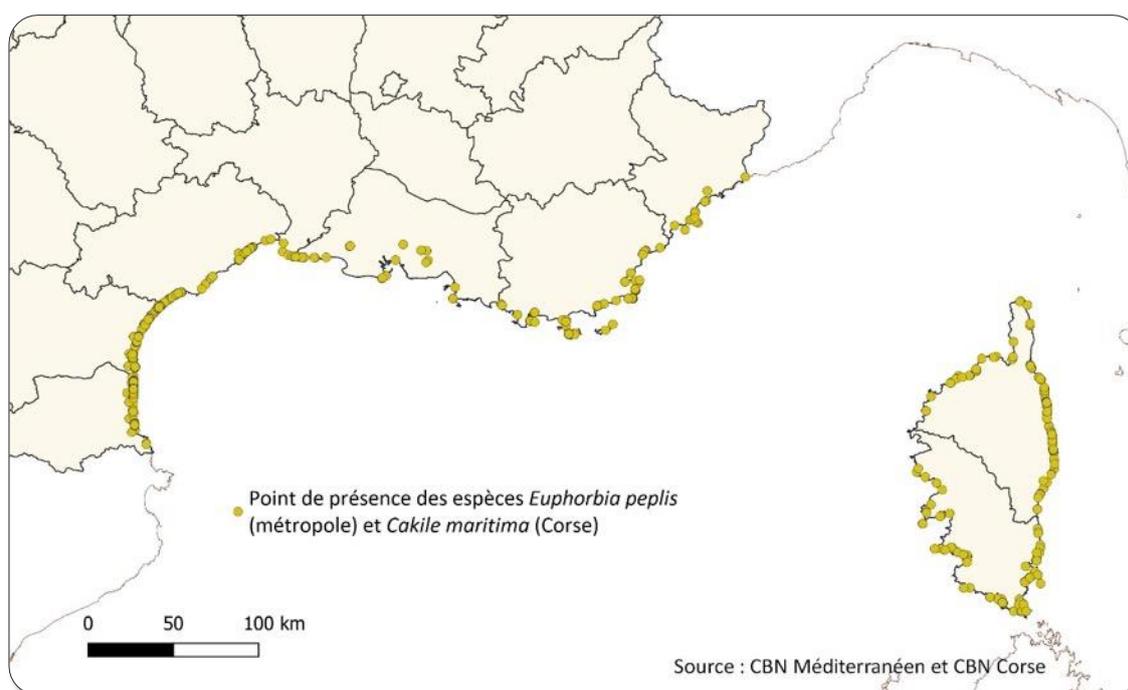


Figure 21 : Points de présence des espèces caractéristiques de l'écosystème (© CBN méditerranéen et CBN Corse)



Classification

■ EUNIS / Corine biotopes

Nous retenons pour l'écosystème « Laises de mer végétalisées des plages sableuses méditerranéennes » l'unité présentée dans le Tableau 7.

Tableau 7 : Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème « Laises de mer végétalisées des plages sableuses méditerranéennes » (Davies *et al.*, 2004 ; Louvel *et al.*, 2013)

Code	Intitulé	Description
B1.1	Laises de mer des plages sableuses	Le niveau le plus bas du supralittoral, juste au-dessus de la limite normale des marées, où les matériaux charriés s'accumulent et le sable peut être riche en matières organiques azotées. La végétation, lorsqu'elle est présente, est très ouverte et composée d'espèces annuelles, par exemple <i>Atriplex</i> spp., <i>Cakile</i> spp., <i>Salsola kali</i> , <i>Polygonum</i> spp.
B1.13	Communautés des laisses de mer des plages sableuses téthyennes	Communautés annuelles des plages sableuses de la Méditerranée, de la mer Noire et des côtes méditerranéo-atlantiques.

L'unité EUNIS B1.1 correspond à l'unité 16.12 de Corine Biotopes (Bissardon *et al.*, 1997).

■ Types d'habitats d'intérêt communautaire (Bensettiti *et al.*, (coord), 2004)

Les communautés végétales des laisses de mer des plages sableuses méditerranéennes correspondent à l'habitat élémentaire 1210-3 « *Laises de mer des côtes méditerranéennes* », inclus dans l'habitat générique 1210 « *Végétation annuelle des laisses de mer* ». Cet habitat « *présente un développement linéaire et discontinu* » et « *forme la première ceinture de végétation terrestre des massifs dunaires* ».

Cet écosystème inclus également l'habitat élémentaire 1140-7 « *sables supralittoraux avec ou sans laisses à dessiccation rapide (Méditerranée)* », haute plage humectée par les tempêtes et caractérisée par sa microfaune.

■ Classification phytosociologique (Bardat *et al.*, 2004)

- **Classe** : *Cakiletea maritimae*
 - **Ordre** : *Euphorbietalia peplis*
 - **Alliance** : *Euphorbion peplis*

Cette alliance est cependant souvent assimilée à l'Alliance *Ammophilion arenariae* (**Classe** : *Euphorbio paraliae-Ammophiletea australis*, **Ordre** : *Ammophiletalia australis*). Cet écosystème regroupe ainsi plusieurs associations végétales décrites ci-après.

■ IUCN Habitats classification scheme (Version 3 .1)

Cet écosystème appartient à l'unité 13.3 « Coastal Sand Dunes ».



Description

■ Biote indigène caractéristique

Les laisses de mer végétalisées des plages sableuses méditerranéennes forment un écosystème linéaire, discontinu et souvent temporaire situé en haut de plage, qui constitue la première ceinture de végétation terrestre des massifs dunaires.

Cet écosystème se structure autour de communautés végétales et animales dont le développement est conditionné par la présence de laisses de mer. Deux types de laisses de mer sont distingués : les laisses de haut de plage composées principalement de débris grossiers, et les banquettes de posidonies situées en bas de la plage émergée.

Végétation

Flore thérophytique

L'habitat correspondant aux communautés végétales de laisse de mer des plages sableuses de Méditerranée est défini comme étant composé d'un « végétation herbacée basse, ouverte, très largement dominée par les espèces annuelles à bisannuelles, présentant une seule strate, et dont le recouvrement est le plus souvent faible. Parmi les espèces dominantes, il faut citer le Cakilier (*Cakile maritima*), ainsi que les Arroches (*Atriplex* spp.) » (Bensettiti et al. (coord.), 2004).

Le Cakilier (*Cakile maritima*), ou Roquette de mer, est l'espèce caractéristique de la végétation d'avant-dune. Elle présente des feuilles grasses qui lui permettent de séquestrer le sel ainsi que de faire des réserves d'eau douce, lorsque cette ressource est disponible. Ses graines sont transportées par la mer, ce qui assure la dispersion du Cakilier sur les hauts de plage (Parisod, 2006).

Sur les substrats sableux les plus fins des côtes méditerranéennes se développent les communautés associant la sous-espèce de Cakilier (*Cakile maritima* subsp. *maritima*, Figure 22), l'Euphorbe péplis (*Euphorbia pepelis*, Figure 23), la Soude épineuse (*Salsola kali* ou *Kali australis*, Figure 24) et la Renouée maritime (*Polygonum maritimum*). Certaines espèces comme l'Euphorbe péplis sont par ailleurs protégées au niveau national, cette dernière étant évaluée Vulnérable (VU) en France (Comité français de l'UICN, 2012).



Figure 22 : *Cakile maritima*
(© EID Méditerranée)



Figure 23 : *Euphorbia pepelis*
(© EID Méditerranée)



Figure 24 : *Salsola kali*
(© EID Méditerranée)

Les substrats plus grossiers mêlant sable et débris coquilliers permettent plutôt le développement de l'Arroche hastée (*Atriplex prostrata*), accompagnée de l'Arroche de Tornaben (*Atriplex tornabeni*). En milieu plus halophile, la végétation des laisses de mer comprend plutôt la Soude brillante (*Suaeda maritima* subsp. *splendens*) accompagnée de la Kochie hérissée (*Bassia hirsuta*).

D'autres communautés végétales de laisses de mer se développent sur les substrats limoneux et comprennent notamment la Puccinellie festucoïde (*Puccinellia festuciformis*), l'Arroche du littoral (*Atriplex littoralis*) et la Soude (*Salsola soda*).

Flore vivace

La Renouée maritime (*Polygonum maritimum*) est l'unique espèce vivace qui se développe en haut des estrans méditerranéens, au niveau des laisses de mer. Elle possède des racines beaucoup plus importantes que ses parties aériennes lui permettant de résister à la sécheresse et aux hautes températures.

Microfaune détritvire

Les dépôts des laisses de mer présentent une microfaune caractéristique, appelée épipsammon (organismes vivant à la surface du sable) et épipelon (organismes vivant dans et à la surface du sable). Cette microfaune des laisses de mer intervient dans la productivité primaire de ces écosystèmes littoraux. De manière plus générale, on trouve dans les sédiments de la haute plage des crustacés (amphipodes et isopodes), des diplopodes, des arachnides et de nombreuses espèces insectes (coléoptères, orthoptères, diptères, hyménoptères, dermoptères).

Ces communautés animales situées à l'interface entre le domaine marin et le domaine terrestre présentent à la fois un nombre d'espèces restreint et un nombre très élevé d'individus de certaines espèces. Il s'agit d'une caractéristique biologique des milieux en profond déséquilibre (Bigot *et al.*, 1982).



Figure 25 : Puce de mer (© Arnold Paul)

Les trois principaux détritvires de l'étage supralittoral sont *Fucellia maritima* (diurne), *Talitrus saltator* subsp. *mediterraneus* et *Phaleria provincialis* (nocturnes). La Puce de mer (*Talitrus saltator* subsp. *mediterraneus*), petit amphipode nocturne qui s'enterre jusqu'au sable mouillé de la plage durant la journée, reste l'espèce caractéristique du haut de plage et des laisses de mer (Figure 25). On retrouve également de nombreux prédateurs de ces détritvires qui dépendent d'autres milieux pour compléter leurs cycles de vie, notamment *Bembex olivaceus*, *Cicindela trisignata* et *Cicindela lunulata nemoralis*, ou encore *Philonicus albiceps*.

Les sédiments sous les dépôts humides des laisses de mer sont les plus riches en espèces. On y trouve de nombreux coléoptères venant des dunes environnantes ainsi que des insectes exogènes, capables d'y survivre plus ou moins longtemps. Les bois flottés échoués sont également des milieux riches en biodiversité car ils sont colonisés par des larves d'insectes saproxyliques.

Cette microfaune, essentiellement composée d'espèces détritvires et saprophages, n'est présente que du printemps à l'automne. En hiver, cette portion de la plage n'héberge quasiment aucun insecte (Soldati et Jaulin, 2002).

Avifaune

Les laisses de mer, leur microfaune associée et les communautés végétales qui s'y développent représentent une ressource importante pour de nombreuses espèces d'oiseaux limicoles hivernants et migrateurs. Ces oiseaux trouvent dans ces laisses de mer insectes, mollusques vers et autres crustacées pour leur alimentation.

Le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) niche par exemple de manière quasi-exclusive dans les laisses de mer. Celles-ci lui permettent de cacher ses œufs (Mission Migration, 2016). En France, les principaux effectifs du Gravelot à collier interrompu se trouvent en région méditerranéennes (Camargue et salins d'Hyères).

■ Milieu physique

Substrat

Les cahiers d'habitats situent cet écosystème à « la limite supérieure des pleines mers de vives-eaux, à pente faible à nulle ; sur substrat sableux, plus ou moins enrichi en débris coquilliers » (Bensettiti *et al.* (coord.), 2004). Les laisses de mer se forment en particulier sur des plages de sable ou de galets, bien qu'elles soient ponctuellement présentes dans les secteurs abrités des zones rocheuses. Les laisses de mer se trouvant sur cordons de galets présentent cependant un fonctionnement différent et sont appelées « laisses à dessiccation lente ».

Les laisses de mer des plages sableuses méditerranéennes sont composées de débris végétaux et marins, arrachés par la houle dans la zone de balancement des marées ou charriés par les courants marins. Elles sont principalement composées d'algues et de phanérogames marins mais elles peuvent également comprendre des troncs, branches et débris végétaux terrestres apportés par les crues, des organismes marins morts, notamment des mollusques à coquille, de l'écume marine chargée de plancton ainsi que d'autres éléments apportés depuis la terre par le vent.

Laisses de haut de plage

En Languedoc-Roussillon, les laisses de mer se forment plutôt en haut de la plage, en amont de la dune embryonnaire (Figure 26). Elles se composent principalement de débris grossiers et épars (branches, algues rouges, etc.) et se forment après des épisodes de vents intenses d'automne ou de printemps. Ces tempêtes peuvent également remobiliser les laisses de mer, leur donnant souvent un caractère temporaire. La végétation des laisses de mer qui s'y développe n'est alors bien souvent observable qu'en période estivale, du printemps à l'automne (Bensettiti *et al.*, 2004).

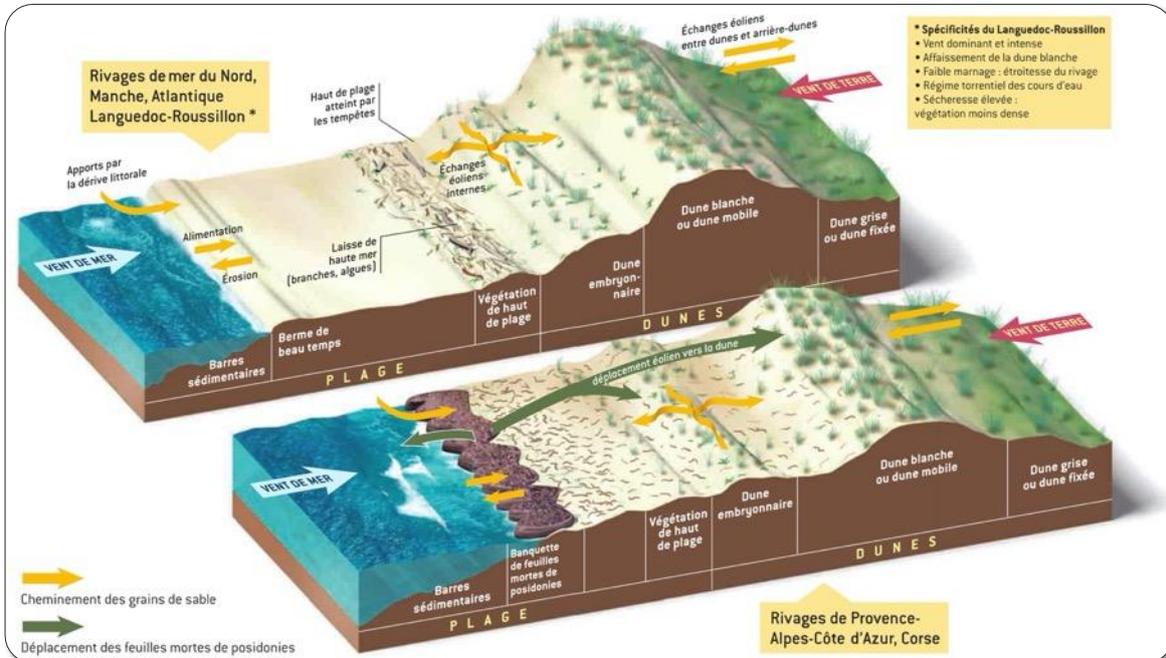


Figure 26 : Les laisses de mer des rivages du Languedoc-Roussillon et des rivages de PACA et de Corse (Conservatoire du littoral, 2011)

Banquettes de Posidonie

En Corse, en région PACA ainsi que sur quelques plages languedociennes situées au droit d'herbiers marins de posidonie plus étendus, les laisses de mer se trouvent directement au contact de la mer, en bas de la plage émergée (Figure 27).

Elles se composent alors majoritairement de feuilles de Posidonie (*Posidonia oceanica*) en décomposition. L'accumulation sur les plages s'effectue le plus souvent en automne, lorsque la disponibilité de litière dans les herbiers est maximale et que les vents commencent à s'intensifier.

Cette accumulation est alors capable de constituer de véritables banquettes de plusieurs dizaines de centimètre d'épaisseur, certaines banquettes pouvant atteindre jusqu'à 2,5 m (Boudouresque *et al.*, 2015 ; Simeone, 2008). On trouve à proximité des banquettes de Posidonies de petites « pelotes de mer » appelées « aegagropiles », constituées de fibres de posidonies qui, après dégradation de la feuille, sont agglomérées par le ressac.

Ces banquettes font l'objet de cycles d'érosion et d'accumulation au cours de l'année mais elles peuvent aussi persister durant plusieurs années sur une même plage. Leur persistance est en effet favorisée par leur forte compacité qui augmente leur résistance face aux vagues et ralentit la décomposition aérobie des feuilles (DREAL PACA *et al.*, 2011).



Figure 27 : Banquettes de posidonies, Saint-Tropez (© Magali Rossi)

Humidité, salinité et exposition aux vents

Les communautés végétales halophiles des laisses de mer des plages sableuses se développent en haut de l'estran, où elles ne sont recouvertes par la mer que par les plus fortes marées de vives eaux et les tempêtes. Elles se trouvent en amont des dunes embryonnaires dominées par d'autres espèces et dont le microrelief est plus marqué.

Les sables grossiers présentent une moindre capacité de capillarité que des sables fins. Ainsi, l'eau ne représente que 4 à 8 % du poids de sables grossiers, contre 12 à 24 % pour des sables fins (Stammitti, 1992). Sur la haute plage, les couches

sableuses superficielles peuvent ainsi être extrêmement sèches durant la période estivale, et le taux d'humidité en surface peut passer en dessous du point de flétrissement permanent des végétaux. Cependant la teneur en eau du sol augmente en profondeur. Ainsi, entre 10 et 50 cm de profondeur, elle peut même être supérieure à la seule capacité de rétention du sable. Cependant, en dehors de la période estivale, le taux d'humidité varie relativement peu que ce soit en surface ou en profondeur. La haute plage peut également rester humide du fait de la proximité d'une nappe d'eau douce souterraine.

La forte salinité liée à la proximité de la mer et aux embruns salés est responsable de la zonation de la végétation littorale : les végétaux les plus proches du rivage sont halonitrophiles et ont un cycle de vie annuel pour la plupart. Cette caractéristique du milieu ne permet la croissance et la survie que d'un faible nombre d'espèces, formant des communautés végétales au sein desquelles la compétition est faible. Cependant, l'exposition aux embruns et aux vents limite le développement de la végétation au seul stade pionnier.

■ Processus et interactions clés

Dégradation de la matière organique

Les dépôts de laisses de mer constituent une importante source de carbone et de nutriments sont à la base des chaînes alimentaires liées aux écosystèmes littoraux (Figure 28). Frais, ces dépôts assurent l'alimentation de nombreux oiseaux mais une fois dégradés par les bactéries et autres organismes détritiques qu'ils hébergent, la matière organique recyclée en nitrates et en sels nutritifs sera bénéfique autant pour les herbiers marins, le plancton et les organismes intertidaux, que pour toute la faune et la flore terrestre pouvant se développer sur la plage. Les déjections des oiseaux venant s'alimenter sur les laisses de mer participent également à l'enrichissement du milieu.

Les espèces qui composent les communautés végétales du haut de plage, première ceinture de végétation terrestre des massifs dunaires, sont ainsi totalement dépendantes des apports nutritifs fournis par la décomposition des laisses de mer (Bensettiti *et al.*, 2004).

Le caractère temporaire des dépôts de laisses de mer ne permet que des apports intermittents en éléments nutritifs pour les populations végétales. Par conséquent, ces apports profitent davantage au développement d'espèces therophytes qu'à celui des espèces vivaces. Les espèces vivaces se développent en haut de plage lorsque les apports nutritifs y sont constants, entraînant alors la formation de la dune embryonnaire.

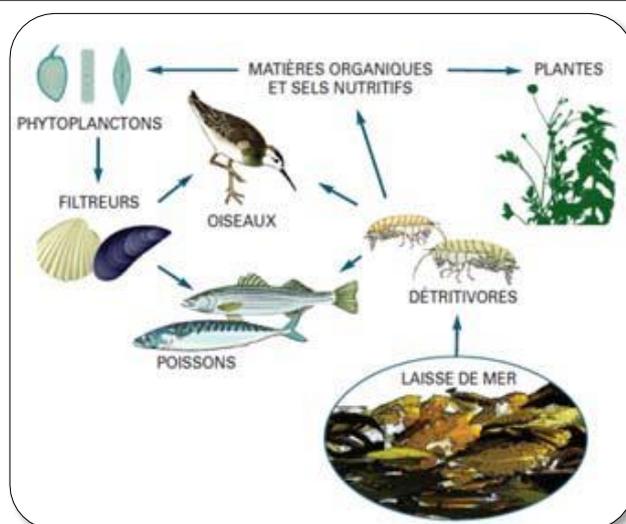


Figure 28 : La laisse de mer, base d'une riche chaîne alimentaire (Rivages de France, EID et Conservatoire du littoral, 2010)

Fixation des sédiments

L'association de matières échouées et de la végétation qui s'y développe favorise la fixation des sédiments mobiles de la plage. Les laisses de mer ont une importance double : elles constituent la principale source de matière organique et d'éléments nutritifs disponibles pour la végétation et participent à la fixation du sable de la plage qui est mobilisé par la mer et le vent. Les laisses de mer favorisent ainsi le développement des communautés végétales pionnières de laisses de mer, puis progressivement de l'ensemble de la végétation du cordon dunaire adjacent.

Les communautés végétales des laisses de mer des plages sableuses développent tout un réseau de racines qui emprisonne le sable, ce qui contribue à le fixer durablement. Également bloqué par les feuilles de ces plantes, le sable s'accumule et permet la formation d'une petite dune, dite dune embryonnaire. Les espèces annuelles et bisannuelles qui composent ces végétations pionnières représentent ainsi le point de départ de l'édification des cordons dunaires et de leur progression (Figure 29). Le développement de cette végétation est donc primordial pour garantir l'intégrité de tout l'écosystème dunaire.

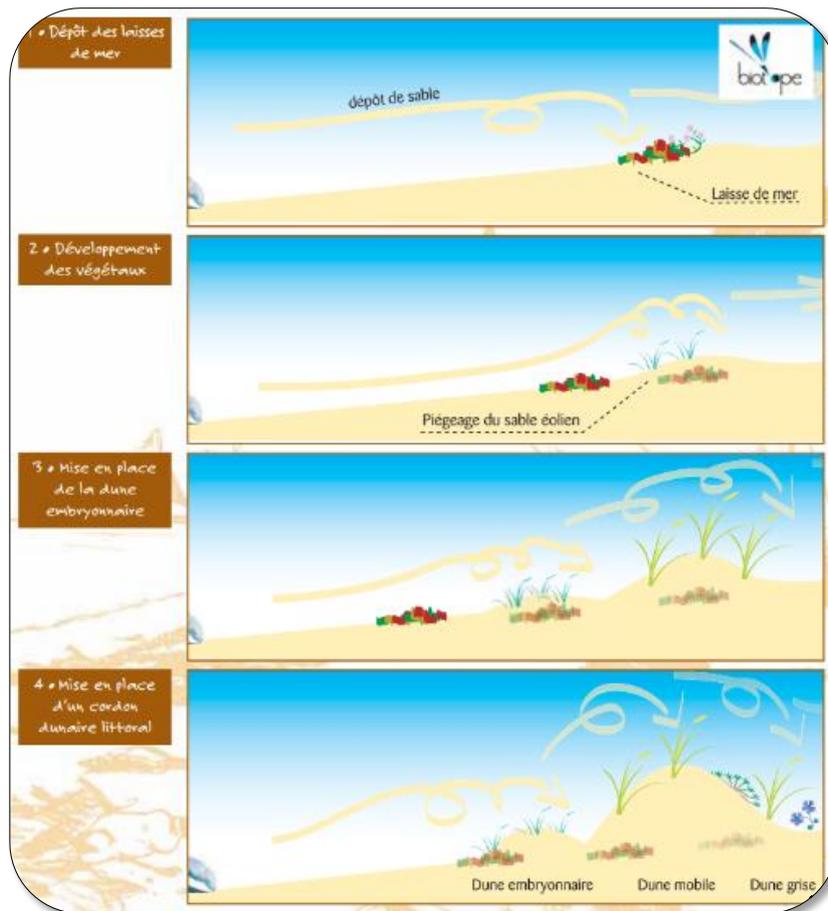


Figure 29 : Schéma de la formation dunaire et rôle des laisses de mer (Biotope, 2006)

Les banquettes de posidonies contribuent également à limiter l'érosion des plages. Elles fixent en effet les sédiments qui se déposent dans les interstices des feuilles mortes entrelacées, en particulier à l'arrière des banquettes. Leur présence continue tout au long de l'année permet également de dissiper une partie de l'énergie des vagues et de la houle des tempêtes hivernales (Simeone, 2008 ; CSIL & CREOCEAN, 2011).

La Figure 30 présente de manière schématique le fonctionnement global de l'écosystème ainsi que l'impact des principales menaces identifiées ci-après.

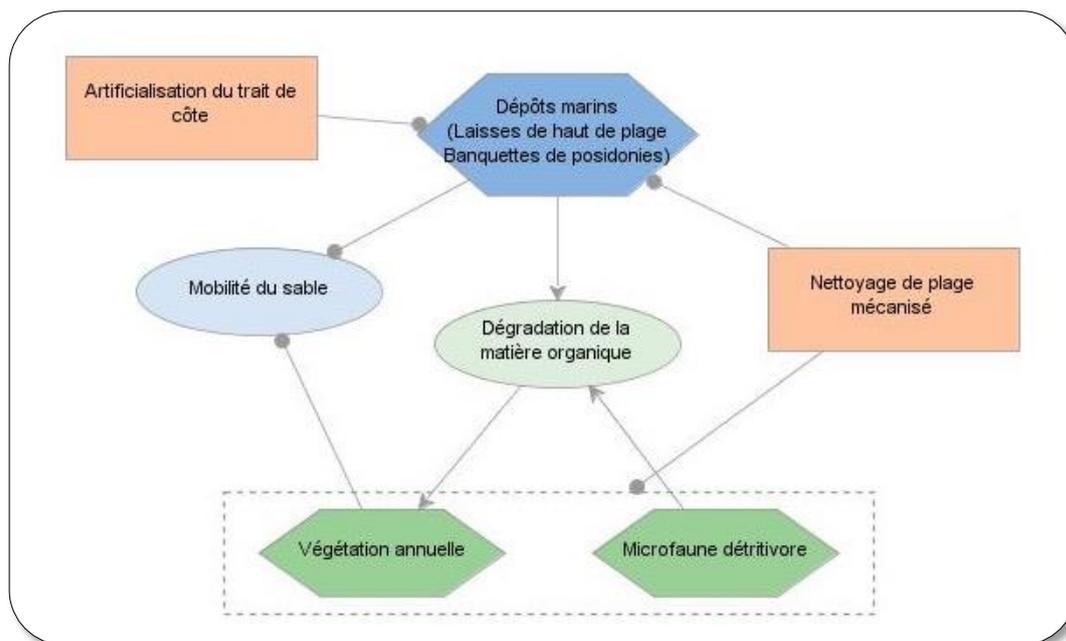


Figure 30 : Modèle conceptuel du fonctionnement de l'écosystème « laisses de mer végétalisées de plages sableuses » et impacts des menaces identifiées

■ Facteurs de vulnérabilité

Nettoyage mécanisé des plages

La végétation des laisses de mer est inféodée à la présence de dépôts marins en haut de plage. Or les plages et en particulier les plages méditerranéennes, qui font l'objet d'une intense fréquentation estivale, sont « nettoyées », souvent de manière mécanique et quasi-systématique. Ainsi, en Languedoc-Roussillon, 41 % des plages sableuses étaient nettoyées mécaniquement en 2011 et seules 34 % n'étaient soumises à aucun nettoyage. Parmi les plages nettoyées, on retrouve plus de la moitié des plages languedociennes qui sont considérées comme naturelles (absence d'infrastructure sur le linéaire côtier et absence de constructions à moins de 400 m du cordon dunaire) (EID, 2011b).

En région PACA, près de 80 km de plages sableuses sont concernés par la formation de banquettes de Posidonie, soit 10 % du linéaire côtier de la région. Sur les 147 plages de poche que représentent ces 80 km de côtes, seules 32 % ne sont pas concernées par des pratiques de ramassage mécanisé des banquettes de Posidonie (CSIL & CREOCEAN, 2011). Enfin, en Corse, une étude de l'Office de l'Environnement Corse réalisée en 2008 révèle que sur 31 plages concernées par des dépôts de posidonies, 16 voient leurs banquettes enlevées ou déplacées pour la saison estivale (Gianluigi, 2010).

Le nettoyage des banquettes de Posidonie est le plus souvent réalisé à l'aide de tractopelles et de pelleuses (68 % des 40 communes de PACA interrogées par CSIL & CREOCEAN en 2011), tandis que celui des autres types de laisses de mer est plutôt effectué avec une cribleuse, engin censé limiter l'export de sable lors du ramassage des algues échouées (EID Med, 2011a). Cependant, les quantités de sable exportées des plages par le passage des engins, chaque année, voire parfois plusieurs fois par an, peuvent être considérables. Par exemple, le nettoyage de banquettes de posidonies correspond à un prélèvement moyen de plus de 50 kg de sable par m³ de laisse de mer ramassée (Simeone, 2008 ; CSIL & CREOCEAN, 2011). Une étude menée en Bretagne conclue également que, même avec une cribleuse, le sable représente 63 % des éléments prélevés et que plus de 98 % de ces éléments sont d'origine naturelle, les déchets d'origine anthropique ne représentant que 2 % du poids total (EID Med, 2011a).

Toutes les biocénoses associées aux laisses de mer sont également détruites par ces opérations de ramassage. Les communautés d'invertébrés sont particulièrement affectées, tant au niveau de la diversité des espèces présentes que de l'abondance des populations (Soldati & Jaulin, 2002 ; Tortosa, 2009 ; El Gtari *et al.*, 2012). Certaines familles comme celle des Staphylinidés ou des espèces comme le gastéropode *Truncatella subcylindrica* ne sont par exemple présentes que sur les plages ne faisant l'objet d'aucun nettoyage (Deidun *et al.*, 2009).

Au-delà d'un intense appauvrissement de la biodiversité, ces opérations entraînent de graves désordres écologiques et en particulier sur la dynamique et l'intégrité du cordon dunaire. Les laisses de mer permettent en effet le développement de la

première ceinture de végétation du cordon dunaire et la formation des premiers amas de sable. Ces éléments du littoral servent d'amorce à la formation d'habitats dunaires plus développés et garantissent la pérennité du cordon dunaire (EID Med, 2011a).

Artificialisation du trait de côte

Les laisses de mer végétalisées sont menacées par l'artificialisation du trait de côte, la destruction et l'aménagement du littoral sableux (enrochements) ne permettant plus la formation de laisses de mer. Cette artificialisation est particulièrement marquée sur les littoraux méditerranéens de France depuis les années 1960. Par exemple, 30 % du littoral sableux languedocien est aujourd'hui artificialisé, avec un niveau de fragmentation considérable du fait de la forte pression anthropique qui s'y exerce (Heurtefeux et Richard, 2010).

Fréquentation

Le littoral méditerranéen est soumis à de très fortes pressions touristiques, et représente notamment 45 % de l'offre d'hébergement touristique de bord de mer en métropole. Ces pressions correspondent à la concentration à la fois dans l'espace et dans le temps des usages. Les impacts de l'activité touristique sont alors à mettre en relation avec la notion de « capacité de charge touristique maximale », qui correspond au seuil maximal de fréquentation d'un site ou d'un territoire au-delà duquel apparaissent des dysfonctionnements logistiques (saturation des infrastructures), sociétaux et environnementaux (Audouit, 2008).

Modification du bilan sédimentaire et recul du trait de côte

Comme les plages desquelles elles dépendent, les laisses de mer végétalisées sont menacées par la modification du bilan sédimentaire des côtes sableuses qui, associée à l'élévation du niveau de la mer, conduit à une érosion accélérée des plages. Cependant, les matériaux organiques en suspension dans l'eau de mer continueront à se déposer sur les littoraux en érosion.

Changements climatiques

L'élévation du niveau de la mer Méditerranée ne devrait atteindre, en France, que quelques dizaines de centimètres d'ici 2070 (Planton *et al.*, 2015). Les conséquences de cette élévation sur les littoraux sableux seraient encore en grande partie dépendantes des dynamiques hydrosédimentaires locales, ainsi que des actions humaines. Des effets majeurs sont cependant susceptibles d'être observés à plus long terme mais ils restent très difficiles à quantifier (Planton *et al.*, 2015).

Autres menaces

La nécessité de la présence d'une plage pour l'activité touristique conduit parfois à recharger le stock de sable des plages les plus érodées avec du matériel sédimentaire importé d'autres sites. Ces pratiques, qui restent encore aujourd'hui marginales, constituent un grave problème écologique pour les organismes dépendants des écosystèmes littoraux et benthiques riverains. En effet, l'utilisation d'un matériel inadapté (limon, argile et matériel « terreux ») ou différent de celui d'origine peut modifier la granulométrie des sédiments. Or, la nature même des communautés animales et végétales se développant sur des substrats meubles est très fortement liée à la granulométrie de ce dernier (Boudouresque *et al.*, 2006).

Les laisses de mer sont également les premiers écosystèmes contaminés par les polluants rejetés en mer (pétrole, effluents rejetés en mer telles que les eaux usées) ou provenant de l'intérieur des terres (percolation d'eaux polluées par des activités agricoles ou autres). Les laisses de mer sont particulièrement touchées par l'échouage de macro-déchets. Les macro-déchets sont bien souvent constitués de matières plastiques et présentent également un risque sanitaire en raison des polluants qu'ils transportent. De plus, ces macro-déchets représentent également une pollution visuelle, et sont donc la motivation principale des opérations de nettoyage mécanisé des plages.

Enfin, les communautés animales et végétales dépendantes des laisses de mer peuvent être sensibles aux invasions biologiques d'espèces exotiques envahissantes, qu'elles soient terrestres ou marines. Ainsi, les caulerpes (*Caulerpa taxifolia* et *Caulerpa racemosa*) ont parfois supplanté certains herbiers de posidonies et réduit la part de cette espèce indigène dans les laisses de mer. Ceci impacte alors l'ensemble des communautés associées à la dégradation des banquettes de posidonies (Boudouresque *et al.*, 2006 ; Rodil *et al.*, 2007). La fourmi d'Argentine (*Linepithema humile*) pourrait également directement affecter les communautés d'invertébrés dépendantes des laisses de mer.



Évaluation (méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN V2.1, 2015)

■ Critère A : Réduction de la distribution spatiale

A.1 Réduction au cours des 50 dernières années

Il n'existe pas de données chiffrées et fiables concernant l'étendue des laisses de mer végétalisées des plages sableuses méditerranéennes en France. Cette superficie est d'autant plus difficile à calculer qu'elle dépend des saisons et des pratiques de nettoyage des plages. Cependant, d'après les évaluations communautaires de 2006 et 2013 réalisées sur la base de dires d'experts, le développement touristique de la côte méditerranéenne entre les années 60 et le milieu des années 1990 s'est accompagné d'une réduction drastique de la superficie de l'écosystème. Depuis, la superficie serait relativement stable mais bien inférieure à sa valeur de référence. L'état de cet habitat vis à vis de sa surface est par conséquent évalué « *défavorable mauvais* ».

D'après la bibliographie concernant le suivi des activités de nettoyage des plages méditerranéennes, 41 % des plages sableuses de la région Languedoc-Roussillon étaient nettoyées mécaniquement en 2011, tout comme 68 % des plages de poche de la région PACA et plus de la moitié des plages corses concernées par la formation de banquettes de posidonies. Par conséquent, et selon l'avis des experts consultés, la réduction de la distribution géographique des laisses de mer végétalisées au cours des 50 dernières années est supérieure à 30 %.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Vulnérable (VU).

A.2a Réduction estimée au cours des 50 prochaines années

Les pratiques de nettoyage des plages évoluent et continueront d'évoluer au cours des 50 prochaines années. Cette évolution est autant liée à des considérations écologiques, du fait d'une meilleure sensibilisation des élus, qu'à des considérations économiques, le ramassage mécanique systématique ayant un coût important pour les collectivités. Toutefois, le phénomène d'érosion et de recul du trait de côte reste très préoccupant pour les écosystèmes du haut de plage, tout comme l'état de dégradation des herbiers de posidonies qui entraîne une diminution des échouages.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

A.2b Réduction estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

Comme indiqué pour le sous-critère A.1, la plus importante réduction de superficie des laisses de mer aurait eu lieu entre les années 1960 et le début des années 2000. Le ramassage mécanisé des laisses de mer est cependant toujours une pratique courante sur les littoraux sableux méditerranéens, y compris les plus naturels, et la tendance n'est pas encore à la reconquête du haut de plage par la végétation pionnière des laisses de mer. Le nettoyage des plages constitue, avec l'artificialisation du trait de côte et les phénomènes d'érosion, une menace sérieuse pour la pérennité des laisses de mer à l'avenir, bien que la restauration de cet écosystème puisse être très rapide.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

A.3 Réduction depuis une référence historique (≈1750)

Le ramassage mécanisé et systématique des laisses de mer est un phénomène récent, ayant accompagné le développement touristique des littoraux méditerranéens depuis les années 1960. Ainsi, malgré la mobilité naturelle du trait de côte méditerranéen au cours des derniers siècles, la superficie couverte par la végétation des laisses de mer et banquettes de Posidonie devaient être relativement stable d'une année sur l'autre, et leur présence intégrée au fonctionnement de l'écosystème dunaire dans son ensemble. La réduction de la distribution effective de la végétation des laisses de mer des plages sableuses méditerranéennes est par conséquent susceptible d'atteindre 50 %, par rapport à toute référence historique ou distribution potentielle.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Quasi-Menacé (NT).

La catégorie Vulnérable (VU) est attribuée à l'écosystème « Laisses de mer végétalisées des plages sableuses méditerranéennes » selon le critère A.

■ Critère B : Distribution spatiale restreinte

B.1 Zone d'occurrence (km²)

La zone d'occurrence (EOO) des laisses de mer végétalisées des plages sableuses méditerranéennes comprend l'ensemble des côtes sableuses de l'écorégion méditerranéenne de France continentale et de Corse. Elle s'étend ainsi sur plus de 50.000 km² (Figure 31).

B.2 Zone d'occupation (maille 10x10 km)

Leur zone d'occupation (AOO) comprendrait quant à elle plus de 100 mailles de 10x10 km (Figure 31). Cependant, une cartographie plus précise permettrait d'identifier le nombre de mailles réellement occupées par la végétation des laisses de mer, et en particulier celles que cet écosystème occupe à plus de 1 %. En effet, la méthodologie UICN préconise de ne retenir que les mailles occupées à plus de 1 % par l'écosystème considéré pour définir la zone d'occupation (AOO).

B.3 Nombre de localités

Le nombre de localités est quant à lui déterminé par rapport à la menace principale de cet écosystème, à savoir le ramassage mécanisé. Celui-ci étant effectué plage par plage, le nombre de localité est donc bien supérieur à 10.

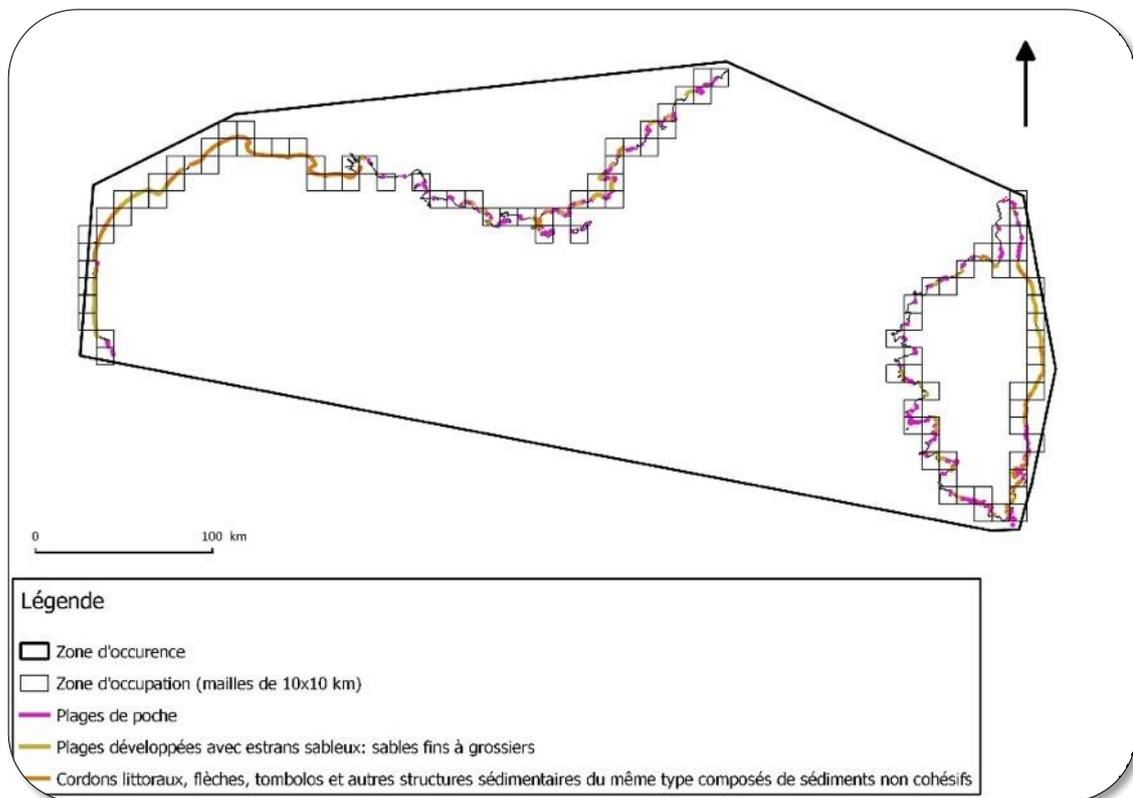


Figure 31 : Zone d'occurrence et zone d'occupation des plages sableuses méditerranéennes (EUROSION, 2004)

Déclin continu ou menace imminente

Les valeurs d'EOO, d'AOO et de nombre de localités sont supérieures aux seuils d'attribution d'une catégorie de menace selon ce critère. De plus, bien que les laisses de mer végétalisées soit affectées à la fois par la montée du niveau de la mer et par le nettoyage systématique sur plus de la moitié des littoraux sableux méditerranéens, cet écosystème ne peut être considéré comme en déclin continu (distribution, environnement abiotique ou interactions biotiques). De plus, il n'est pas exposé à une menace pouvant entraîner un déclin continu au cours des 20 prochaines années, sur l'ensemble de sa distribution.

La catégorie Préoccupation-Mineure (LC) est attribuée à l'écosystème « Laises de mer végétalisées des plages sableuses méditerranéennes » selon le critère B.

■ Critère C : Dégradation de l'environnement abiotique

C.1 Modification d'une variable abiotique au cours des 50 dernières années

La plus forte modification de l'environnement physique de la végétation des laises de mer est liée au nettoyage mécanisé des plages. Ce ramassage systématique supprime en effet, outre un élément protecteur du littoral sableux, l'unique source d'éléments nutritifs de cette végétation halonitrophile et de l'ensemble des communautés animales qui leurs sont liées. La sévérité relative de cette modification est donc > 80 % et a principalement eu lieu au cours des 50 dernières années. D'après les données disponibles et l'avis des experts consultés, cette modification affecte au moins 30 % de la distribution de l'écosystème.

Si la dynamique sédimentaire des littoraux sableux méditerranéens a été extrêmement perturbée par les activités humaines au cours des 50 dernières années en France, ces changements n'affectent pas directement la végétation temporaire des laises de mer. Cette végétation a, de plus, une action bénéfique contre le recul du trait de côte en limitant l'action érosive des vagues et en assurant le développement de la végétation dunaire. Cependant, la construction d'infrastructures capables de modifier localement la dynamique sédimentaire et de limiter la capacité des houles à former des laises de mer ou le rechargement des plages, qui provoque le recouvrement de cet écosystème d'une couche de sédiments exogène, peuvent interférer sur le développement de la végétation des laises de mer ou sur la quantité de matière organique apportée par la mer.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Vulnérable (VU).

C.2a Modification d'une variable abiotique estimée au cours des 50 prochaines années

Les changements climatiques en cours contribuent à une élévation progressive du niveau de la mer, ainsi qu'à l'augmentation de la fréquence des tempêtes. Même si l'élévation du niveau de la mer ne devrait atteindre que quelques dizaines de centimètres d'ici 2070, ces deux phénomènes ne feront qu'amplifier les processus d'érosion. De plus, même si les pratiques liées au nettoyage des plages évoluent, celles liées au rechargement des plages risquent au contraire de se développer davantage à l'avenir. Cependant, aucune donnée robuste ne permet d'estimer le changement d'une variable abiotique au cours des 50 prochaines années.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

C.2b Modification d'une variable abiotique estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

Les pratiques liées au nettoyage des plages sableuses évoluent vers un ramassage des laises de mer moins systématique, ce qui est susceptible d'entraîner une amélioration en termes d'apports nutritifs et de développement de la végétation des laises de mer. La hausse progressive du niveau marin et la plus forte occurrence de tempêtes pourront cependant aggraver les phénomènes d'érosion côtière dans un avenir proche, dans les secteurs qui y sont déjà confrontés. Les conséquences de ces changements d'ordre abiotique sur les communautés du haut de plage n'ont pas encore été étudiées dans la littérature scientifique.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

C.3 Modification d'une variable abiotique depuis une référence historique (≈1750)

Le ramassage des laises de mer est une pratique qui s'est développée récemment et reste la principale source de modification de l'environnement physique du haut de plage des côtes sableuses méditerranéennes. Par rapport à une référence historique, ces pratiques affectent près de 50 % la distribution de cet écosystème en France, avec des conséquences dont la sévérité relative est supérieure à 90 %.

La nette diminution des apports sédimentaires terrigènes notamment, qui est également liée à des changements d'ordres climatiques, n'affecte quant à elle pas directement la végétation temporaire des laises de mer.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Quasi-Menacé (NT).

La catégorie Vulnérable (VU) est attribuée à l'écosystème « Laises de mer végétalisées des plages sableuses méditerranéennes » selon le critère C.

■ Critère D : Perturbation des processus et interactions biotiques

D.1 Modification d'une variable biotique au cours des 50 dernières années

Le nettoyage mécanique des plages est réalisé de manière non sélective et essentiellement durant la période printanière et estivale, époque de l'année correspondant à la période de reproduction des talitridés qui sont inféodées aux laisses de mer. Cette pratique élimine les laisses de mer qui constituent un lieu de refuge et l'une des principales ressources pour ces crustacés. De plus, le tamisage mécanique des laisses de mer récolterait cette faune parmi les déchets. Par conséquent, ces pratiques détruisent l'écosystème dans son intégralité à chaque nouveau passage et déstructure totalement les communautés d'invertébrés qui s'y développent, autant au niveau de la diversité des espèces que de l'abondance des populations. La sévérité relative de cette modification est donc > 80 %. D'après les données disponibles et l'avis des experts consultés, elle a affecté au moins 30 % des plages sableuses méditerranéennes de France au cours des 50 dernières années.

La micro-faune des laisses de mer est également affectée par la modification de la géomorphologie et des régimes hydrodynamiques des plages, causées par l'urbanisation littorale. La perte sédimentaire comme la modification de la texture physico-chimique de la plage peuvent en effet contraindre la réinstallation de certaines espèces et accélérer leur disparition.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Vulnérable (VU).

D.2a Modification d'une variable biotique estimée au cours des 50 prochaines années

Comme notifié dans les sous-critères A.2a et C2a, les pratiques concernant le nettoyage systématique des plages sont en pleine évolution. La menace que représentent ces pratiques ne serait plus significative au cours des 50 prochaines années, selon les critères de la méthodologie UICN, si un nettoyage mécanisé systématique ne se pratique que sur moins de 25 % des plages sableuses, ou si un nettoyage manuel ou utilisant les techniques de stockage temporaire et de « mille-feuilles » se pratique sur au moins 50 % des plages sableuses. Cependant l'évolution des pratiques de nettoyage de plage ne peut être anticipée.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

D.2b Modification d'une variable biotique estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

Les menaces sont les mêmes que celles décrites pour les sous-critères D.1 et D.2a. Cependant, l'évolution à court terme des pratiques de nettoyage des plages sableuses ne peut être anticipée.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

D.3 Modification d'une variable biotique depuis une référence historique (≈ 1750)

Le nettoyage des laisses de mer est une pratique récente, en lien avec le développement du tourisme balnéaire. La superficie de l'écosystème affectée depuis 1750 est estimée comme étant proche de 50 %, pour une sévérité relative (déstructuration et destruction des communautés animales et végétales) estimée comme supérieure à 90 %.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Quasi-Menacé (NT).

La catégorie Vulnérable (VU) est attribuée à l'écosystème « Laisses de mer végétalisées des plages sableuses méditerranéennes » selon le critère D.

■ Critère E : Analyse quantitative (modélisation) estimant la probabilité d'effondrement de l'écosystème

Il n'existe pas de modélisation de l'écosystème des laisses de mer végétalisées qui permettrait d'estimer sa probabilité d'effondrement.

La catégorie Données-Insuffisantes (DD) est attribuée à l'écosystème « Laisses de mer végétalisées des plages sableuses méditerranéennes » selon le critère E.

■ Bilan de l'évaluation des laisses de mer végétalisées de plages sableuses méditerranéennes en France

Critère	Sous-critère	Statut
A : Réduction de la distribution spatiale	A.1 : 50 dernières années	VU
	A.2a : 50 prochaines années	DD
	A.2b : 50 ans incluant le passé, le présent et le futur	DD
	A.3 : Depuis une référence historique (≈1750)	NT
B : Distribution spatiale restreinte	B1. Zone d'occurrence	LC
	B2. Zone d'occupation	LC
	B3. Nombre de localités	LC
C : Dégradation de l'environnement abiotique	C.1 50 dernières années	VU
	C.2a 50 prochaines années	DD
	C.2b 50 ans incluant le passé, le présent et le futur	DD
	C.3 Depuis une référence historique (≈1750)	NT
D : Perturbation des processus et interactions biotiques	D.1 50 dernières années	VU
	D.2a 50 prochaines années	DD
	D.2b 50 ans incluant le passé, le présent et le futur	DD
	D.3 Depuis une référence historique (≈1750)	NT
E : Analyse quantitative (modélisation) estimant la probabilité d'effondrement de l'écosystème		DD
Statut de l'écosystème	VU	

■ Fiabilité de l'évaluation

Bonne (Certaines données quantitatives existent, bibliographie fournie et nombreux experts).

■ Évaluateur

Comité français de l'UICN (Magali Rossi, Aurélien Carré)



Bilan et interprétation de l'évaluation

Les laines de mer qui se déposent sur les plages sont bien souvent « nettoyées », de manière mécanique et quasi-systématique pour satisfaire l'activité touristique estivale. Ainsi, outre la suppression de l'unique source de nutriments pour les communautés végétales inféodées à cet écosystème, toutes les biocénoses associées et en particulier les communautés d'invertébrés sont affectées, tant au niveau de la diversité des espèces présentes que de l'abondance des populations. De plus, le nettoyage des plages modifie de manière importante la dynamique et l'intégrité du cordon dunaire car le développement de cette première ceinture de végétation amorce la formation des habitats dunaires plus développés et garantit la pérennité du cordon dunaire.

Cette menace affecte autant la distribution de l'écosystème que la qualité de son environnement abiotique ou l'intégrité de ses interactions biotiques. Si les données disponibles sont lacunaires pour estimer la véritable étendue des plages sableuses méditerranéennes concernées par des pratiques de nettoyage mécanisé systématique, les experts réunis lors de l'atelier de validation ont estimé que la réduction de la distribution géographique de cet écosystème au cours des 50 dernières années est au moins supérieure à 30 % (Vulnérable, critère A1). La matière organique nécessaire au développement des laines de mer végétalisées a ainsi été réduite à néant sur près de 30 % de la distribution « potentielle » de l'écosystème (Vulnérable, critère C1), ce qui affecte dans les mêmes proportions l'organisation des communautés animales inféodées à cet écosystème (Vulnérable, critère D1).

Les laines de mer végétalisées des plages sableuses méditerranéennes françaises sont par conséquent évaluées Vulnérable (VU) selon la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN. Cet écosystème est cependant très résilient et toute évolution des pratiques entraînerait une amélioration rapide de sa situation. De plus, de nombreux travaux de recherche sont mis en place afin de viser une gestion durable des laines de mer et des banquettes de Posidonie, à l'instar du programme POSBEMED (*Sustainable management of the systems Posidonia-beaches in the Mediterranean region*).



Références

Rédacteurs de la fiche d'évaluation N.2000 : Olivier Argagnon/Virgile Noble/Benoît Offerhaus

- Audouit C., 2008** *L'étude de la fréquentation et de ses impacts sur le littoral languedocien*, Thèse de l'Université Montpellier III – Paul Valéry, 474 p. + annexes.
- Bardat J., Bioret F., Botineau M., Boulet V., Delpech R., Géhu J.-M., Touffet J., 2001.** *Prodrome des végétations de France*. MNHN, 143 p.
- Bellan-Santini D., Lacaze J. C., Poizat C., 1994.** *Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée : synthèse, menaces et perspectives*. Muséum National d'Histoire Naturelle, 298 p.
- Bensettiti F., Bioret F., Roland J., Lacoste J. P. (coord). 2004.** « Cahiers d'habitats » *Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 2 - Habitats côtiers*. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation Française, Paris, 399 p. + cédérom.
- Bigot L., Picard J., Roman M.-L., 1982** *Contribution à l'étude des peuplements des invertébrés des milieux extrêmes, 1) La plage et les dunes vives de l'Espiguette (Grau-du-Roi, Gard)*, *Ecologia Mediterranea*, Tome VIII (fascicule 3), Marseille, pp. 3-30.
- Bissardon M., Guibal L., Rameau J.-C., 1997.** *CORINE biotopes*. Version originale. Types d'habitats français. ENGREF, MNHN, 175 p.
- Boudouresque C. F., Pergent G., Pergent-Martini C., Ruitton S., Thibaut T., Verlaque M., 2015.** *The necromass of the Posidonia oceanica seagrass meadow: fate, role, ecosystem services and vulnerability*. *Hydrobiologia*, 18 p.
- Conseil Scientifique des Iles de Lérins & CREOCEAN, 2011.** *Bilan de la gestion des « banquettes » de Posidonie en région PACA*. Rapport CSIL/CREOCEAN/DREAL PACA, ADEME/Région PACA, 75 p. + Annexes.
- Davies C. E., Moss D., O Hill M., 2004.** *Eunis habitat classification revised 2004*. European Environment Agency, 307 p.
- Deidun A., Saliba S., Schembri P., 2009.** *Considerations on the Ecological Role of Wrack Accumulations on Sandy Beaches in the Maltese Islands and Recommendations for Their Conservation Management*. *Journal of Coastal Research*, (July 2015), pp. 410–414.
- EID Méditerranée, 2011a.** *Phase 2 & 3 – Nettoyage de plage, Module 2 : Stratégie d'adaptation, Action 3 : Le nettoyage des plages, problèmes et solutions*. CPER 2007-2013 : Gérer durablement le Littoral – Etudes stratégiques et prospectives sur l'évolution des risques littoraux, 36 p.
- EID Méditerranée, 2011b.** *Phase 2 & 3 – Nettoyage de plage, Module 2 : Stratégie d'adaptation, Action 6 : Le nettoyage des plages, appui aux communes*. CPER 2007-2013 : Gérer durablement le Littoral – Etudes stratégiques et prospectives sur l'évolution des risques littoraux, 51 p.
- El Gtari M., Bouriga N., Medini-Bouaziz L., Hamaïd S., Charfi-Cheikhrouha F., 2012.** *Modifications paysagères et mécanisation des côtes sableuses de la région d'Alicante (S-E de l'Espagne) et leurs impacts sur la faune carcinologique semi-terrestre*. *Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer de Salammbô*, Vol. 39, pp. 161-169.
- FCPN, 2014.** *Laisse et coquillages*. Fiche éducative, 4 p.
- Gianluigi C., 2010.** *Banquettes de Posidonie : l'expérience de la Corse*, office de l'Environnement de la Corse, Présentation PowerPoint, 32 p.
- Keith D. A., Rodriguez J. P., Rodriguez-Clark K. M., Nicholson E., Aapala, K., Alonso A., Zambrano-Martínez S., 2013.** *Scientific Foundations for an IUCN Red List of Ecosystems*, *Plos one*, 8(5), e62111.
- Louvel J., Gaudillat V., Poncet, 2013.** *EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce*, MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.
- Mission Migration, Gravelot à collier interrompu (Charadrius alexandrinus)**, http://www.migration.net/index.php?m_id=1517&bs=92, site internet consulté en juin 2016.
- Rivages de France, EID Méditerranée, Conservatoire du littoral, 2010.** *Comprendre les initiatives de nettoyage raisonné des plages !* Brochure grand public, 2 p.
- Rodil I. F., Olabarria C., Lastra M., López J., 2008.** *Differential effects of native and invasive algal wrack on macrofaunal assemblages inhabiting exposed sandy beaches*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 358(1), pp. 1–13.
- Simeone S., 2008.** *Posidonia banquettes removal: sedimentological, geomorphological and ecological implications*. PhD Thesis, Viterbo, Italy, 127 p.
- Soldati F., Jaulin S., 2002.** *Etude de la faune invertébrée des milieux halophiles du littoral du Languedoc-Roussillon : Coléoptères Carabiques, Scarabaeoidea et Tenebrionidae des complexes dunaires littoraux*, Tome I, OPIE Languedoc-Roussillon, 52 p.
- Tortosa N., 2009.** *Laisse de mer – Laisse d'étang*, Dossier pédagogique, Syndicat Intercommunal du Bolmon et du Jaï, 12 p.
- UICN France, FCBN, MNHN, 2012.** *La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Flore vasculaire de France métropolitaine : premiers résultats pour 1000 espèces, sous-espèces et variétés*. Dossier électronique. <http://www.uicn.fr/Liste-rouge-flore.html>

Dunes embryonnaires méditerranéennes



Présentation et distribution géographique

Les dunes embryonnaires correspondent aux premiers reliefs sableux des cordons dunaires. Ils sont formés par l'accumulation de sable au pied des espèces végétales se développant en haut de plage grâce aux laisses de mer. En effet, ces communautés végétales développent tout un réseau de racines qui fixe le sable en profondeur, tandis que leurs organes aériens stoppent une partie du sable porté par le vent. La formation de la dune embryonnaire représente ainsi le point de départ de l'édification de l'ensemble du cordon dunaire. Le développement de la végétation de haut de plage est alors primordial pour garantir l'intégrité et la résilience de tout l'écosystème dunaire.

Le développement de dunes embryonnaires est possible sur l'ensemble des cordons sédimentaires du littoral méditerranéen : Golfe du Lion, Camargue et façade orientale de la Corse. Des dunes littorales se forment également de manière plus ponctuelle à l'est de Marseille ainsi que sur le littoral biterrois, des Pyrénées Orientales et sur de nombreux petits sites sableux de la côte occidentale de la Corse, du Cap Corse et de l'Agriate (Bensettiti *et al.*, 2004 ; évaluations communautaires 2006 et 2013 ; Paradis, comm. pers. ; Argagnon, comm. pers.).

À ce jour, aucune cartographie ne permet de représenter précisément cet écosystème en France. Notons cependant que les cordons dunaires encore observés aujourd'hui occupent 18 % du littoral méditerranéen français, ce qui représente près de 320 km de linéaire côtier (Figure 11). Le Chiendent à feuilles de Jonc (*Elytrigia juncea*), une des espèces caractéristiques des dunes embryonnaires, est observé sur une large portion du littoral continental, mais les observations sur le littoral Corse sont rares à notre connaissance (Figure 32).

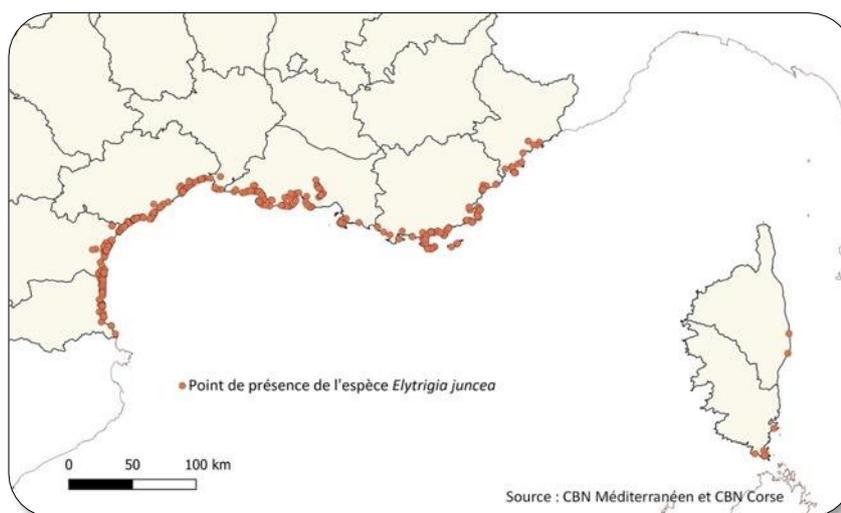


Figure 32 : Points de présence de l'espèce *Elytrigia juncea*, caractéristique des dunes embryonnaires (© CBN méditerranéen et CBN Corse)



■ EUNIS / Corine biotopes

Nous retenons pour l'écosystème « Dunes embryonnaires méditerranéennes », l'unité présentée dans le Tableau 8.

Tableau 8 : Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème « Dunes embryonnaires méditerranéennes » (Davies *et al.*, 2004 ; Louvel *et al.*, 2013)

Code	Intitulé	Description
B1.31 (pro parte)	Dunes mobiles embryonnaires	Ces formations représentent les premiers stades de constructions dunaires, se manifestant en rides ou en élévations de la surface sableuse de la plage supérieure ou comme une frange à la base du versant maritime des hautes dunes.
B1.312	Dunes mobiles embryonnaires du domaine téthyen occidental	Dunes embryonnaires des côtes méditerranéennes, dans lesquelles <i>Elymus farctus</i> est accompagnée par <i>Sporobolus pungens</i> , <i>Euphorbia peplis</i> , <i>Otanthus maritimus</i> , <i>Medicago marina</i> , <i>Anthemis maritima</i> , <i>Anthemis tomentosa</i> , <i>Eryngium maritimum</i> , <i>Pancratium maritimum</i> .

L'unité B1.312 correspond à l'unité 16.2112 de Corine Biotopes (Bissardon *et al.*, 1997).

■ Types d'habitats d'intérêt communautaire (Bensettiti *et al.*, (coord), 2004)

Les dunes embryonnaires méditerranéennes correspondent à l'habitat élémentaire 2110-2 « Dunes mobiles embryonnaires méditerranéennes », inclus dans l'habitat générique 2110 « Dunes mobiles embryonnaires » inscrit à l'Annexe 1 de la Directive Habitat-Faune-Flore (92/43/CEE).

■ Classification phytosociologique (Bardat *et al.*, 2004)

- **Classe** : *Euphorbio paraliae-Ammophiletea australis*
 - **Ordre** : *Ammophiletalia australis*
 - **Alliance** : *Ammophilion arenariae*

■ IUCN Habitats classification scheme (Version 3 .1)

Cet écosystème appartient à l'unité 13.3 « Coastal Sand Dunes ».



Description

Les dunes embryonnaires méditerranéennes, dont la formation repose sur l'accumulation de sable en haut de plage au niveau de la végétation des laisses de mer, représente le point initial de l'édification de l'ensemble des cordons dunaires. Cet écosystème est instable et constamment remanié par le vent. Il est susceptible de se former sur l'ensemble des 320 km de cordons sédimentaires développés du littoral méditerranéen français.

Cet écosystème se structure autour d'une végétation dominée notamment par le Sporobole piquant et le Chiendent à feuilles de jonc, peu diversifiée et capable de se développer dans des conditions d'instabilité. Il est par contre très riche en espèces de coléoptères.

■ Biote indigène caractéristique

Végétation

Groupements végétaux dominés par des géophytes

La végétation de la dune embryonnaire est peu diversifiée et peu recouvrante car très peu d'espèces sont adaptées aux conditions de ce milieu. Cette végétation se compose d'espèces herbacées moyennes qui ne forment qu'une seule strate, dominée par des espèces géophytes. Les géophytes sont des plantes vivaces dont la partie aérienne meurt durant l'hiver et dont seule la partie racinaire, qui comprend les futurs bourgeons, survit. Ces espèces sont adaptées à un enfouissement régulier lié au saupoudrage éolien. De plus, le système racinaire des communautés végétales des dunes embryonnaires est particulièrement dense comparé à leur système aérien. Cette caractéristique permet l'accumulation et la fixation du sable.

Le taux de recouvrement de la dune embryonnaire est rarement très élevé (40 % en moyenne, 80 % au maximum). Le Sporobole piquant (*Sporobolus pungens*) et le Chiendent à feuilles de jonc (*Elytrigia juncea*, aussi appelé *Elymus farctus*, Figure 33) sont les espèces pionnières dominantes des dunes embryonnaires méditerranéennes. D'autres espèces apparaissent ensuite au contact des dunes blanches, comme le Panais épineux (*Echinophora spinosa*, Figure 34), la Cutandie maritime (*Cutandia maritima*), l'Euphorbe maritime (*Euphorbia paralias*, Figure 35) ou l'Oyat (*Ammophila arenaria*) qui est caractéristique de la dune blanche (Bellan-Santini *et al.*, 1994 ; Piazza et Paradis, 1997 ; Paradis *et al.*, 2004).

Certaines de ces espèces sont rares et souvent protégées. C'est notamment le cas du Panicaut maritime (*Eryngium maritimum*, Figure 36) ou du Diotis cotonneux (*Otanthus maritimus*). D'autres espèces inféodées aux dunes embryonnaires corses sont même endémiques, notamment la Buglosse crêpe (*Anchusa crispa*) et le Silène de Corse (*Silene succulenta* subsp. *corsica*).



Figure 33 : *Elytrigia juncea*
(© EIC Méditerranée)



Figure 34 : *Echinophora spinosa*
(© EID Méditerranée)



Figure 35 : Dune embryonnaire à
Euphorbia paralias, Camargue

La nature des espèces caractéristiques des dunes embryonnaires méditerranéennes est cependant variable en fonction du contexte écologique et géographique (Tableau 9).

Tableau 9 : Espèces indicatrices et associations phytosociologiques des dunes embryonnaires méditerranéennes en fonction du type de milieu (Bensettiti *et al.*, 2004)

Milieu	Littoral	Espèces indicatrices	Association végétale
Plages très plates, inondées lors des tempêtes, sur sables salés encroûtés	Languedoc, PACA et Corse (Figure 37)	Sporobole piquant (<i>Sporobolus pungens</i>)	<i>Sporoboletum arenarii</i>
Bourrelets sableux salés	Languedoc, Camargue	Chiendent à feuilles de jonc (<i>Elytrigia juncea</i>), Spartine étalée (<i>Spartina patens</i>)	<i>Elymo farcti-Spartinetum patentis</i>
Bourrelets et dunes embryonnaires à sable meuble	Languedoc, Corse orientale	Échinophore épineuse (<i>Echinophora spinosa</i>), Chiendent à feuilles de jonc	<i>Echinophoro spinosi-Elymetum farcti</i>
Dunes embryonnaires meubles	Corse	Silène de Corse (<i>Silene succulenta</i> ssp. <i>corsica</i>), Chiendent à feuilles de jonc	<i>Sileno corsicae-Elymetum farcti</i>



Figure 36 : *Eryngium maritimum* (© EID Méditerranée)



Figure 37 : Dune embryonnaire à *Sporobolus pungens* (© A. Lagrave)

Faune

Macrofaune

Les dunes embryonnaires hébergent notamment quelques espèces de reptiles comme le Psammodrome d'Edwards (*Psammodromus hispanicus*) et le Psammodrome algire (*Psammodromus algerus*) (Bensettiti *et al.*, 2004). Très peu d'espèces de macrofaune sont caractéristiques de la dune embryonnaire du fait de sa faible étendue et de sa mobilité.

Microfaune

L'interface dune embryonnaire/dune blanche représente par contre un milieu très diversifié en coléoptères, à la fois en termes d'effectifs et de nombre d'espèces (*Aphodiidae*, *Carabidae*, *Cicindelidae*, *Rutelidae*, *Scarabaeoidea*, *Tenebrionidae*) (Bigot *et al.*, 1977 ; Bigot *et al.*, 2005).

■ Milieu physique

Substrat

Le substrat des dunes embryonnaires méditerranéennes est sableux, de granulométrie fine à grossière, et parfois mélangé aux dépôts organiques des laisses de mer, notamment sur les plages languedociennes, en l'absence de banquettes de Posidonie (Bensettiti *et al.*, 2004).

Humidité, salinité et exposition aux vents

Les laisses de mer et les espèces végétales qui se développent en haut de plage représentent un obstacle pour le sable transporté par le vent depuis la plage ou depuis le cordon dunaire. Ce sable s'y accumule et, ce faisant, entraîne un relèvement progressif du substrat. La salinité diminue alors progressivement, ce qui favorise le développement d'un plus grand nombre d'espèces végétales (Heurtefeux et Richard, 2010). Le vent est ainsi le principal facteur abiotique conditionnant la formation de la dune embryonnaire, sous conditions d'apports sédimentaires et de présence d'espèces végétales.

La forte salinité liée à la proximité de la mer et aux embruns salés limite la compétition entre les espèces végétales mais limite également leur développement au seul stade pionnier.

■ Processus et interactions clés

Dynamique sédimentaire

Les communautés végétales qui se développent sur les laisses de mer des plages sableuses développent tout un réseau de racines qui emprisonne le sable, ce qui contribue à sa fixation. Combiné au ralentissement provoqué par la présence des feuilles, le sable s'accumule plus facilement et permet ainsi la formation de la dune embryonnaire. La dune embryonnaire prend alors naissance directement au pied des laisses de mer et de leur végétation associée, sur une pente très douce ou quasi-nulle. Elle est totalement émergée et uniquement humectée par les vagues lors des tempêtes hivernales.

Il s'agit d'un système dunaire instable où le sable est constamment remanié, selon que le vent vienne de la terre ou de la mer. Après une tempête, la dune embryonnaire assure ainsi le rôle de réserve sédimentaire pour la plage, tandis que par temps calme, elle représente la première étape de fixation du sable pour la formation de la dune blanche.

Dynamique des communautés vivaces de haut de plage

Les communautés végétales littorales des laisses de mer et des dunes embryonnaires ne présentent pas de dynamique successionnelle intrinsèque : ce sont des permaséries ou géo-permaséries (Figure 39). Ainsi, si les espèces caractéristiques de la dune embryonnaire sont remplacées par d'autres espèces, c'est que le milieu a évolué vers ce qui correspond à la dune mobile (dune blanche).

Il existe cependant une zonation de la végétation dans l'espace, depuis les laisses de mer jusqu'à la dune mobile. Ainsi, le Sporobole piquant (*Sporobolus arenarius*) est l'espèce la plus fréquente en haut de plage, au niveau des laisses de mer, tandis que le Chiendent à feuille de jonc (*Elytrigia juncea*) est l'espèce dominante de la dune embryonnaire bien formée. De cette façon, un groupement végétal dominé par ces deux espèces correspond à une végétation de transition entre la laisse de mer végétalisée et la dune embryonnaire. Les tempêtes et les coups de mer favorisent la dominance du Sporobole piquant, tandis que les épisodes de calme favorisent celle du Chiendent à feuilles de jonc. La présence de ces groupements mixtes correspond alors soit à un stade régressif, lié à l'érosion de la dune embryonnaire, soit au contraire à un stade d'alluvionnement du haut de plage et de formation d'une dune embryonnaire (Paradis, 2014).

Les perturbations causées aux cordons dunaires par les activités anthropiques ont favorisé la création de niches écologiques favorables au Chiendent à feuilles de jonc. Beaucoup de sites dont la topographie n'est pas liée à la force du vent montrent alors des groupements végétaux comprenant *Elytrigia juncea* : il s'agit alors de groupements secondaires ayant remplacé d'autres types de végétations, parfois relativement loin de la mer, et dont la dynamique conduira non pas à des peuplements de dunes vives mais à un retour de la végétation chaméphytes et nanophanéphytes d'arrière-dune (Paradis, 2014).

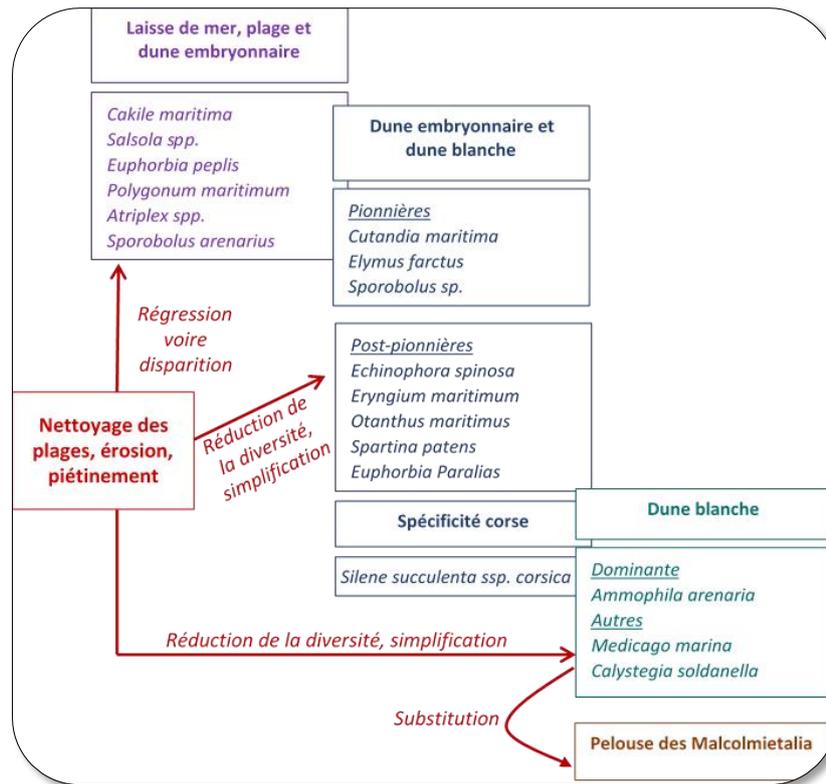


Figure 39 : Dynamique de la végétation au sein de la géo-permasérie « plage/dune mobile »

La Figure 38 présente de manière schématique le fonctionnement global de l'écosystème ainsi que l'impact des principales menaces identifiées ci-après.

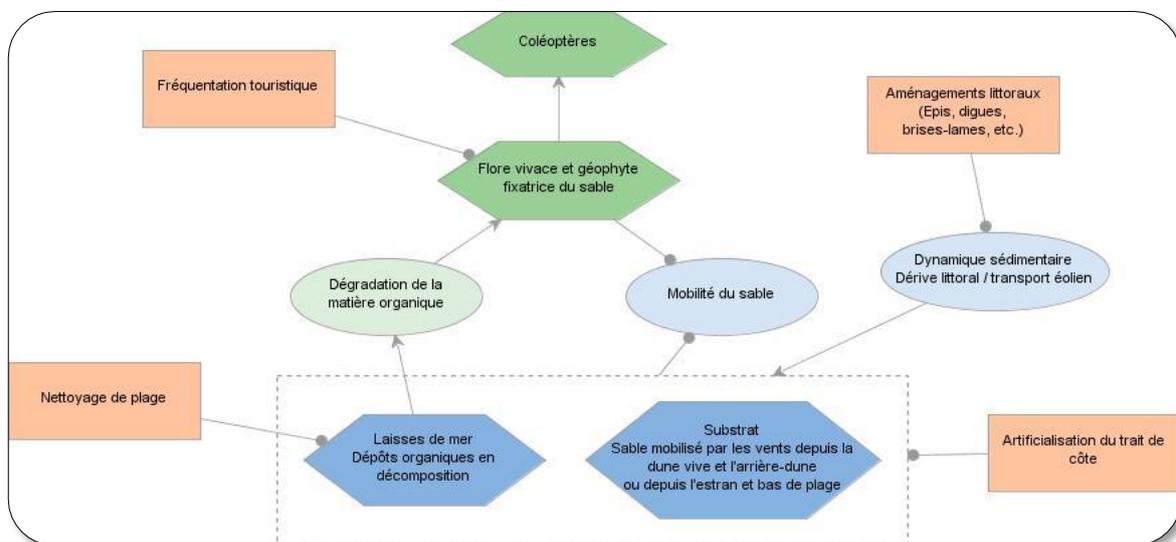


Figure 38 : Modèle conceptuel du fonctionnement de l'écosystème « dunes embryonnaires méditerranéennes » et impacts des menaces identifiées

Artificialisation du trait de côte

Tout comme les plages sableuses, les dunes embryonnaires méditerranéennes sont aussi directement menacées par l'artificialisation du trait de côte (destruction et aménagement du littoral sableux par la construction d'infrastructures touristiques, portuaires ou d'enrochements). Les littoraux méditerranéens de France sont particulièrement concernés : 17 % de ce littoral est considéré comme artificialisé, tous types de côtes confondus (d'après la base de données MEDAM, Meinesz et al. 2012).

Par exemple, le littoral sableux de la région Occitanie est artificialisé à hauteur de 23 %, avec un haut niveau de fragmentation (Heurtefeux et Richard, 2010). Il apparaît également que 75 à 85 % du littoral artificialisé de la côte d'Azur (25 % du linéaire côtier de la région) l'a été aux dépens de petites plages sableuses (Anthony, 1994).

Fréquentation

La fréquentation des plages méditerranéennes françaises est telle que les experts constatent actuellement une extinction locale et massive d'un certain nombre d'espèces sabulicoles (inféodées aux plages sableuses), en particulier sur le littoral du Var et des Alpes-Maritimes.

Les perturbations causées par une fréquentation excessive sont visibles sur la végétation. En effet, outre l'ouverture du tapis végétal de la dune embryonnaire, une forte perturbation du système dunaire peu amener la végétation caractéristique de la dune fixée à se développer jusqu'en haut de plage en raison du tassement du substrat (Heurtefeux et Richard, 2010). Le passage des engins de nettoyage altère également le degré de compaction des sédiments, ainsi que leur pouvoir de rétention d'eau déjà très faible.

Modification du bilan sédimentaire et recul du trait de côte

Le déséquilibre sédimentaire et l'érosion des plages sableuses des côtes méditerranéennes françaises affectent également la formation des dunes embryonnaires. En effet, un cordon dunaire qui présente un déficit sédimentaire et une plage en recul ne peut être propice au développement de la végétation pionnière de la dune embryonnaire, qui nécessite une accumulation de sable. Des études ont en effet montré que ces phénomènes d'érosion entraînent une instabilité physique du milieu, ce qui accroît considérablement l'hétérogénéité des communautés végétales des dunes embryonnaires et leur appauvrissement (Ciccarelli, 2012).

Le déséquilibre sédimentaire, en partie dû à une réduction des apports sédimentaires par les cours d'eau, s'est amplifié depuis les années 1960 en conséquence de l'anthropisation des littoraux : l'artificialisation des milieux dunaires et d'arrière-dunes bloque la mobilité du sable vers l'intérieur des terres, tandis que les aménagements littoraux visant à limiter l'érosion (digues, enrochements, épis, brise-lames, etc.) piègent les sédiments se déplaçant à la fois longitudinalement, portés par la dérive littorale, et transversalement, de la haute plage vers l'avant plage.

Pour lutter contre l'érosion des plages, les communes littorales procèdent parfois à des rechargements en sable. Ceux-ci ont cependant des impacts négatifs autant sur le site de prélèvement que sur le site de déversement où ils ensablent la faune et la flore et provoquent une compaction des sédiments.

Nettoyage mécanisé des plages

En plus de ce déficit sédimentaire généralisé, la plupart des plages méditerranéennes font également l'objet d'un nettoyage récurrent qui détruit de façon durable la faune et la flore associée aux laisses de mer et prive le milieu de l'apport de matière organique (Bensettiti *et al.*, 2004). En Languedoc-Roussillon, par exemple, seules 34 % des plages sableuses n'étaient pas soumises à un nettoyage mécanisé en 2011 (EID, 2011b).

Au-delà d'un appauvrissement de la biodiversité, ces opérations entraînent de graves perturbations, particulièrement sur la dynamique et l'intégrité du cordon dunaire (EID, 2011a). En effet, le ramassage des laisses de mer limite l'accumulation de sable en haut de plage et ainsi le développement de la végétation caractéristique de la dune embryonnaire. Ces dunes ne subsistent alors que dans les secteurs non nettoyés ou là où elles ont pu se former avant que les activités de nettoyage estival n'aient débuté.

Changements climatiques

De nombreuses études ont tenté de quantifier l'impact des changements climatiques sur les habitats dunaires méditerranéens. Une des conclusions de Prisco *et al.* (2013) révèle cependant que les habitats dunaires les plus proches de la mer, et en particulier les dunes blanches et dunes embryonnaires, tendraient à gagner en superficie dans les prochaines années. Les espèces végétales pionnières, adaptées à un substrat sableux mobile, seraient en effet moins sensibles aux changements d'ordre climatique, notamment parce que leur développement dépend principalement de la stabilité du substrat.

Cette progression ne serait cependant possible que si le système dunaire n'était pas contraint en arrière par des infrastructures anthropiques.

Drainage de plage, pollution et espèces exotiques envahissantes

Le drainage de plage est une technique douce employée pour stabiliser le trait de côte et favoriser l'engraissement des plages. Cependant, cette pratique affecte la capacité de rétention en eau douce de la page car elle entraîne un abatement de la nappe

« sous-dunaire ». Le biseau salé remonte et l'augmentation de la salinité des sédiments peut alors fortement perturber l'installation des communautés végétales à l'origine de la formation de la dune embryonnaire.

Les dunes embryonnaires se trouvent au contact des plages et constituent une zone de percolation des polluants terrestres (eaux polluées par des activités agricoles, apports d'eau douce), tout en subissant le déversement des pollutions d'origine marine (pétrole, macro-déchets, effluents rejetés en mer).

Enfin, l'envahissement des dunes embryonnaires par des espèces exotiques envahissantes telles que la fourmi d'Argentine (*Linepithema humile*) peut réduire la diversité des communautés d'invertébrés qu'elle abrite.



Évaluation (méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN V2.1, 2015)

■ Critère A : Réduction de la distribution spatiale

A.1 Réduction au cours des 50 dernières années

La réduction de la distribution spatiale des dunes embryonnaires méditerranéennes au cours des 50 dernières années est principalement liée à l'artificialisation des littoraux sableux, mais aussi à l'aménagement des cordons dunaires encore présents et la modification de la dynamique sédimentaire ayant aggravé les phénomènes d'érosion sur cette période. En effet, les experts consultés estiment que les cordons dunaires ayant été aménagés (infrastructures, enrochements, etc.) ou soumis à une forte érosion ne peuvent plus permettre la formation ou le maintien de dunes embryonnaires.

Or, près de 40 % des 320 km de cordons dunaires méditerranéens propices à la formation de dunes embryonnaires en France présentent un important recul de leur trait de côte sur cette période (40 % sont stables et 20 % en accrétion). En incluant la superficie des cordons dunaires artificialisés et aménagés, nous pouvons estimer qu'au moins 30 % des dunes embryonnaires méditerranéennes ont disparu au cours des 50 dernières années sur le littoral français, faute de pouvoir se former par accumulation de sable en haut de plage.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Vulnérable (VU).

A.2a Réduction estimée au cours des 50 prochaines années

L'intensité de l'érosion des côtes sableuses méditerranéennes ne devrait pas diminuer au cours des 50 prochaines années, d'autant que la probable augmentation de la fréquence des tempêtes pourrait contribuer à amplifier ce phénomène. La destruction des dunes embryonnaires du fait du piétinement et du nettoyage des plages pourrait cependant être limitée par l'extension du réseau d'aires protégées, une meilleure sensibilisation du public et des acteurs locaux.

Cependant, les experts consultés estiment que tout repli des cordons dunaires vers l'intérieur des terres ou toute recolonisation par accrétion sédimentaire semblent impossibles à l'avenir. Ainsi, au moins 30 % des cordons dunaires méditerranéens resteront dépourvus de dunes embryonnaires au cours des 50 prochaines années.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Vulnérable (VU).

A.2b Réduction estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

Comme indiqué dans les sous-critères A.1 et A.2a, la modification de la dynamique sédimentaire, l'aménagement et l'artificialisation du littoral sableux méditerranéen constituent autant de menaces sérieuses à la formation de dunes embryonnaires. Au moins 30 % des cordons dunaires méditerranéens de France ne permettent pas leur formation, et il est improbable que cette situation s'améliore à l'avenir.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Vulnérable (VU).

A.3 Réduction depuis une référence historique (≈1750)

Bien que le déficit sédimentaire des côtes sableuses méditerranéennes françaises semble s'être accentué au cours des derniers siècles, la superficie des dunes embryonnaires devait être relativement stable avant la mise en œuvre des principaux projets d'artificialisation du littoral et le développement du tourisme estival observé depuis les années 1960. Sur la base des données existantes, les experts consultés estiment que probablement près de 50 % des dunes embryonnaires méditerranéennes auraient disparu par rapport à une référence historique.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Vulnérable (VU).

La catégorie Vulnérable (VU) est attribuée à l'écosystème « dunes embryonnaires méditerranéennes » selon le critère A.

■ Critère B : Distribution spatiale restreinte

B.1 Zone d'occurrence (km²)

Les cordons dunaires méditerranéens représentent près de 320 km de côte. La zone d'occurrence (EOO) des dunes embryonnaires méditerranéennes s'étend ainsi sur plus de 50 000 km² et comprend l'ensemble des cordons dunaires languedociens, de Corse et des quelques stations du littoral provençales (Figure 40).

B.2 Zone d'occupation (maille 10x10 km)

Leur zone d'occupation (AOO) comprendrait quant à elle près de 45 mailles de 10x10 km (Figure 40). Cependant, une cartographie plus précise permettrait d'identifier le nombre de mailles occupées à plus de 1 % par les dunes embryonnaires. Cette information serait d'autant plus déterminante que les dunes embryonnaires ont une l'étendue limitée : il est probable que peu de mailles soient en réalité occupées à plus de 1% par cet écosystème.

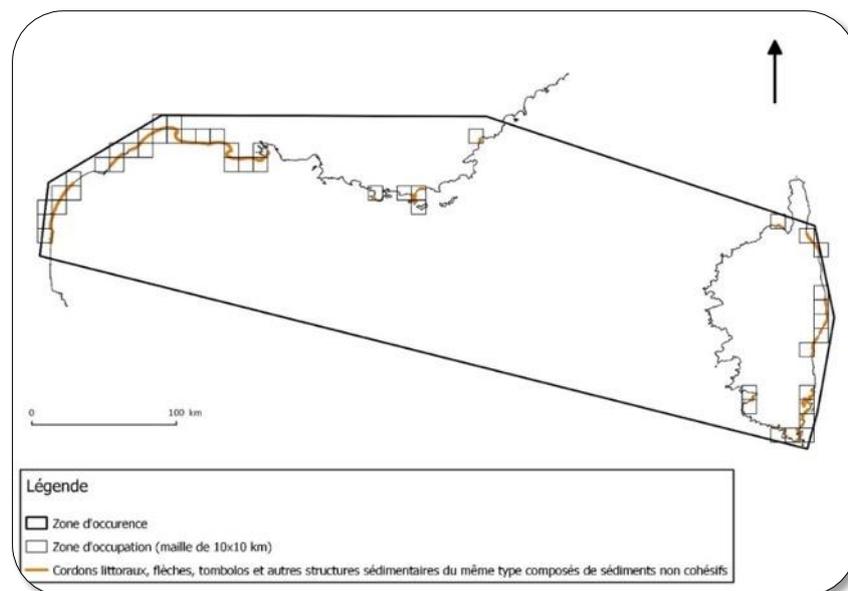


Figure 40 : Zone d'occurrence et zone d'occupation des cordons littoraux méditerranéens (EUROSION, 2004)

B.3 Nombre de localités

Le nombre de localités est quant à lui déterminé par la menace principale de cet écosystème, à savoir l'artificialisation du trait de côte. Les aménagements anthropiques étant réalisés sur chaque site, le nombre de localité est bien supérieur à 10. Il peut également être fixé par rapport à la menace que représente l'érosion et au nombre de cellules sédimentaires définies sur le littoral méditerranéen, soit 27.

Déclin continu ou menace imminente

Nous pouvons considérer que les dunes embryonnaires méditerranéennes présentent en France un déclin continu de la qualité de leur environnement physique, leur formation étant contrainte par l'ensemble des perturbations physiques causées par les activités humaines. La valeur de la zone d'occupation (< 50 mailles de 10x10 km) permet ainsi l'attribution de la catégorie Vulnérable (VU).

La catégorie Vulnérable (VU) est attribuée à l'écosystème « dunes embryonnaires méditerranéennes » selon le critère B.

■ Critère C : Dégradation de l'environnement abiotique

C.1 Modification d'une variable abiotique au cours des 50 dernières années

La dynamique sédimentaire des écosystèmes dunaires méditerranéens de France a été fortement perturbée au cours des 50 dernières années par les activités humaines : aménagements côtiers, urbanisation, barrages et prélèvements de sable ont affecté la mobilité des sédiments et amplifié les processus d'érosion. 40 % des cordons dunaires méditerranéens seraient ainsi concernés (Figure 41).

Les données fournies par l'Indicateur national de l'érosion côtière, qui ne concerne pour l'instant que la France continentale, permettent quant à elles de calculer que près de 70 km de cordons littoraux méditerranéens et structures sédimentaires du même type ont été confrontés à un recul supérieur à 1m par an au cours des 50 dernières années, soit près de 20 % de ce linéaire côtier en France (Figure 41). Cet indicateur représente une tendance pluriannuelle basée sur la comparaison du trait de côte entre des orthophotographies prises à deux dates différentes : les plus anciennes datent de la période 1920-1955 et les plus récentes de la période 2005-2014. Cette forte érosion concerne également certains secteurs de Corse, non étudiés par cet indicateur.

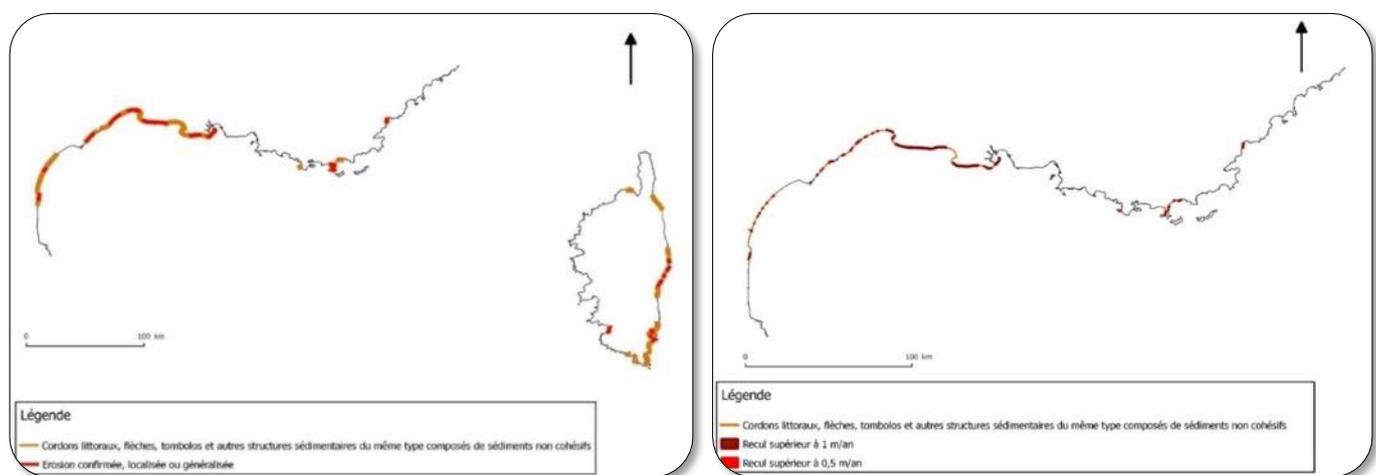


Figure 41 : Secteurs en érosion confirmée pour les cordons dunaires méditerranéens et vitesse d'érosion selon l'Indicateur national de l'érosion côtière (EUROSION, 2004)

Étant donné que les plages en forte érosion ne peuvent permettre la formation de dunes embryonnaires, la sévérité relative de cette érosion est supérieure à 80 %. L'étendue concernée par cette menace est comprise entre 20 et 40 %. Cette incertitude est due au fait que l'indicateur national de l'érosion côtière ne concerne pas les littoraux corses dont une partie est également en recul.

Les experts consultés pour cette évaluation estiment également que plus de 80 % des cordons dunaires méditerranéens de France pouvant permettre la formation de dunes embryonnaires ont été globalement affectés par des modifications de leurs paramètres physiques au cours des 50 dernières années, notamment de leur dynamique sédimentaire (artificialisation, fréquentation, etc.). Ces modifications se traduisent sur le terrain par une déstructuration profonde de la végétation dunaire, d'après les relevés réalisés. La sévérité relative de ces modifications est estimée comme au moins supérieure à 30 %.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Vulnérable (VU).

C.2a Modification d'une variable abiotique estimée au cours des 50 prochaines années

Les changements climatiques en cours contribuent à une élévation progressive du niveau de la mer et à l'augmentation de la fréquence des tempêtes, deux phénomènes qui amplifieront le processus d'érosion. Une restauration des cordons dunaires au niveau des secteurs les plus sensibles pourraient limiter sensiblement les impacts des changements climatiques, d'autant plus que la végétation pionnière des dunes embryonnaires semble peu sensible aux effets des changements du climat.

Cependant, les experts estiment que la zonation « naturelle » de la végétation dunaire a pratiquement disparue sur la quasi-totalité des littoraux sableux méditerranéens français et que le rétablissement de conditions physiques favorables à la formation des dunes embryonnaires semble improbable à l'avenir à cette échelle. Nous retenons pour ce sous-critère les mêmes valeurs de sévérité relative ($\geq 30\%$) et d'étendue concernée ($\geq 80\%$).

Ce sous-critère classe l'écosystème en Vulnérable (VU).

C.2b Modification d'une variable abiotique estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

Les valeurs de sévérité relative et d'étendue concernée de la modification de variables abiotiques des dunes embryonnaires méditerranéennes au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur sont les mêmes que celles décrites pour les sous-critères C.1 et C.2a.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Vulnérable (VU).

C.3 Modification d'une variable abiotique depuis une référence historique (≈1750)

Les principales initiatives d'artificialisation du littoral sableux méditerranéens français ont été effectuées à partir des années 1960. On peut ainsi considérer que ces cordons dunaires présentaient un état optimal à une date proche de 1750. Considérant cet état historique comme un état de référence, l'ensemble des dunes embryonnaires méditerranéennes auraient subi une modification de leurs paramètres abiotiques d'une sévérité relative proche de 50 %. Les experts consultés jugent en effet, d'après leur connaissance des relevés de terrain, que cet écosystème se trouve à mi-chemin d'un état effondré du fait de la modification de ses dynamiques physiques.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Quasi-Menacé (NT).

La catégorie Vulnérable (VU) est attribuée à l'écosystème « dunes embryonnaires méditerranéennes » selon le critère C.

■ Critère D : Perturbation des processus et interactions biotiques

D.1 Modification d'une variable biotique au cours des 50 dernières années

Les communautés végétales qui composent les dunes embryonnaires ne sont structurées que par un faible nombre d'espèces et aucune ne semble avoir disparu des littoraux méditerranéens de France métropolitaine. Les conditions physiques très particulières ont également limité le développement d'espèces exotiques. Aussi, si l'expression de ces communautés végétales a été fortement contrainte par la modification des facteurs environnementaux des cordons dunaires, cette dégradation ne peut être évaluée selon une modification de variable biotique.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Préoccupation-Mineure (LC).

D.2a Modification d'une variable biotique estimée au cours des 50 prochaines années

Les communautés végétales qui caractérisent la dune embryonnaire méditerranéenne semblent assez résilientes et le rétablissement des conditions abiotiques favorables à leur installation permettrait leur pleine expression en très peu de temps. Les communautés faunistiques pourraient cependant être affectées plus durablement (coléoptères), mais aucune donnée ne peut l'affirmer. Toutefois, il reste improbable qu'un tel rétablissement puisse être opéré à large échelle en France.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

D.2b Modification d'une variable biotique estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

Comme décrit pour les sous-critères D.1 et D.2a, les processus et interactions biotiques au sein des dunes embryonnaires ne sont affectées que par la modification des variables biotiques et leur évolution à court terme ne peut être anticipée.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

D.3 Modification d'une variable biotique depuis une référence historique (≈1750)

Les impacts anthropiques sur les dunes embryonnaires sont récents, en lien avec le développement du tourisme balnéaire au cours de la seconde moitié du XXème siècle. Cependant, ce sont davantage les propriétés physiques de l'écosystème que les processus écologiques régissant son fonctionnement qui ont été affectés.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Préoccupation-Mineure (LC).

La catégorie Préoccupation-Mineure (LC) est attribuée à l'écosystème « dunes embryonnaires méditerranéennes » selon le critère D.

■ Critère E : Analyse quantitative (modélisation) estimant la probabilité d'effondrement de l'écosystème

Il n'existe pas de modélisation numérique du fonctionnement des dunes embryonnaires méditerranéennes qui permettrait d'estimer la probabilité d'effondrement de cet écosystème à moyen ou long terme.

La catégorie **Données-Insuffisantes (DD)** est attribuée à l'écosystème « dunes embryonnaires méditerranéennes » selon le critère E.

■ Bilan de l'évaluation des dunes embryonnaires méditerranéennes en France

Critère	Sous-critère	Statut
A : Réduction de la distribution spatiale	A.1 : 50 dernières années	VU
	A.2a : 50 prochaines années	VU
	A.2b : 50 ans incluant le passé, le présent et le futur	VU
	A.3 : Depuis une référence historique (≈1750)	VU
B : Distribution spatiale restreinte	B1. Zone d'occurrence	LC
	B2. Zone d'occupation	VU
	B3. Nombre de localités	LC
C : Dégradation de l'environnement abiotique	C.1 50 dernières années	VU
	C.2a 50 prochaines années	VU
	C.2b 50 ans incluant le passé, le présent et le futur	VU
	C.3 Depuis une référence historique (≈1750)	NT
D : Perturbation des processus et interactions biotiques	D.1 50 dernières années	LC
	D.2a 50 prochaines années	DD
	D.2b 50 ans incluant le passé, le présent et le futur	DD
	D.3 Depuis une référence historique (≈1750)	LC
E : Analyse quantitative (modélisation) estimant la probabilité d'effondrement de l'écosystème		DD
Statut de l'écosystème	VU	

■ Fiabilité de l'évaluation

Moyenne (les données quantitatives ne sont pas toujours disponibles mais il existe une bibliographie plutôt complète et de nombreux experts).

■ Évaluateur

Comité français de l'UICN (Magali Rossi, Aurélien Carré)



Bilan et interprétation de l'évaluation

La formation des dunes embryonnaires méditerranéennes repose sur l'accumulation de sable en haut de plage, fixé par des communautés végétales très particulières capables de fixer le sable en profondeur, grâce à leurs racines, et en surface grâce à leurs parties aériennes. Cet écosystème se structure autour d'une végétation peu diversifiée qui se développe dans des conditions de forte instabilité, notamment dominée par le Sporobole piquant et le Chiendent à feuilles de jonc. Il est en revanche très riche en espèces de coléoptères. Les dunes embryonnaires sont par conséquent des écosystèmes instables et constamment remaniés par le vent, qui représentent à la fois le point initial de l'édification de l'ensemble du cordon dunaire mais également un indicateur clé de sa mobilité et de sa résilience face à la fluctuation des apports sédimentaires.

Toute modification de l'équilibre sédimentaire des cordons dunaires, qu'elle soit liée à l'artificialisation du cordon dunaire, aux enrochements réalisés pour limiter l'érosion ou à la fréquentation des plages (piétinement), contraint par conséquent la formation et le maintien des dunes embryonnaires. De plus, l'accumulation de matière organique en décomposition sur le haut de plage et le développement des premières espèces végétales inféodées aux laisses de mer sont également contraintes par les pratiques de nettoyage de plage, pratiquées de manière mécanique et quasi-systématique pour satisfaire l'activité touristique estivale, et avec elles la possibilité de formation de dunes embryonnaires.

L'ensemble de ces phénomènes ont globalement modifié la dynamique des cordons dunaires méditerranéens. Ainsi, si les espèces clés des dunes embryonnaires semblent encore préservées, les propriétés physiques des cordons dunaires permettant leur mobilité et la formation de ces dunes embryonnaires sont profondément affectées à l'échelle de la façade méditerranéenne française, et il en résulte une perturbation de plus en plus prononcée de la zonation des différents types de dunes. Les modifications occasionnées par les activités humaines étant bien souvent irréversibles, seul l'existant pourrait au maximum être conservé à l'avenir. Or, la tendance actuelle ne va pas en ce sens.

Les dunes embryonnaires méditerranéennes sont évaluées **Vulnérable (VU)** selon la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN. Principalement menacé par l'artificialisation du trait de côte, la fréquentation et l'érosion des plages, seule une protection des cordons dunaires encore fonctionnels limiterait leur déclin à l'avenir. Un arrêt des pratiques de nettoyage de plage sur les secteurs les plus « naturels » permettrait également de favoriser la formation de nouvelles dunes embryonnaires.



Références

Rédacteurs de la fiche d'évaluation N.2000 : Olivier Argagnon / Julie Reymann / Virgile Noble

- Bardat J., Bioret F., Botineau M., Boulet V., Delpech R., Géhu J.-M., Touffet J., 2001.** *Prodrome des végétations de France*. MNHN, 143 p.
- Bellan-Santini D., Lacaze J. C., Poizat C., 1994.** *Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée : synthèse, menaces et perspectives*. Muséum National d'Histoire Naturelle, 298 p.
- Bensettiti F., Bioret F., Roland J., Lacoste J. P. (coord). 2004.** « Cahiers d'habitats » *Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire*. Tome 2 - Habitats côtiers. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation Française, Paris, 399 p. + CD Rom.
- Bigot L., Legier P., Musso J.J., 1977.** *Les biocénoses des substrats meubles d'un haut de plage (Camargue)*, *Ecologia Mediterranea*, n° 3, pp. 13-31.
- Bissardon M., Guibal L., Rameau J.-C., 1997.** *CORINE biotopes*. Version originale. Types d'habitats français. ENGREF, MNHN, 175 p.
- Ciccarelli D., Baraco G., Charucci A., 2012** *Coastal Dune Vegetation Dynamics: Evidence of No Stability*. *Folia Geobotanica*, Vol 47, pp. 263-275.
- Davies C. E., Moss D., O Hill M., 2004.** *Eunis habitat classification revised 2004*. European Environment Agency, 307 p.
- Defeo O., McLachlan A., Schoeman D. S., Schlacher T. a., Dugan J., Jones A., Scapini F., 2009.** *Threats to sandy beach ecosystems: A review*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 81(1), pp. 1–12.
- Deidun A., Saliba S., Schembri P., 2009.** *Considerations on the Ecological Role of Wrack Accumulations on Sandy Beaches in the Maltese Islands and Recommendations for Their Conservation Management*. *Journal of Coastal Research*, (July 2015), pp. 410–414.
- EID Méditerranée, 2011a.** *Phase 2 & 3 – Nettoyage de plage, Module 2 : Stratégie d'adaptation, Action 3 : Le nettoyage des plages, problèmes et solutions*. CPER 2007-2013 : Gérer durablement le Littoral – Etudes stratégiques et prospectives sur l'évolution des risques littoraux, 36 p.
- EID Méditerranée, 2011b.** *Phase 2 & 3 – Nettoyage de plage, Module 2 : Stratégie d'adaptation, Action 6 : Le nettoyage des plages, appui aux communes*. CPER 2007-2013 : Gérer durablement le Littoral – Etudes stratégiques et prospectives sur l'évolution des risques littoraux, 51 p.
- Eurosion, 2004.** Base de données disponible en ligne sur www.eurosion.org, consultée en 2020.
- Heurtefeux H., Richard P., 2010.** *Inventaire et évaluation des écosystèmes dunaires et des aménagements de protection douce sur le littoral du Languedoc-Roussillon*. CPER 2007-2013. Gérer Durablement Le Littoral -Études Stratégiques et Perspectives Sur L'évolution Des Risques Littoraux, EID Méditerranée, 48 p.
- Jaulin S., Soldati F., 2005.** *Les dunes littorales du Languedoc-Roussillon*. Guide méthodologique d'évaluation de leur état de conservation à travers l'étude des cortèges spécialisés de coléoptères. OPIE/DREAL LR, 58 p.
- Louvel J., Gaudillat V., Poncet, 2013.** *EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française*. Habitats terrestres et d'eau douce, MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.
- Meinesz A., Blanfuné A., Chancollon O., Javel. F., Longepierre S., et al. 2012.** MEDAM.org : inventaire et impact des aménagements gagnés sur le domaine marin - côtes méditerranéennes françaises. Laboratoire Ecomers, Université Nice Sophia Antipolis. Publication électronique : www.medam.org
- Paradis G., Piazza C., Pozzo di Borgo M.-L., 2004.** *La végétation dunes de Villata et Pinarellu (sud-est de la Corse), sites proposés pour le réseau Natura 2000*. *Bulletin de La Société Botanique Du Centre-Ouest, Nouvelle série* (35), pp 139–219.
- Paradis G., 2014.** *Végétation et géomorphologie du littoral sablo-graveleux de la Corse – Essai de synthèse*. Association Scientifique de Travaux, Etudes et Recherches sur l'Environnement, 331 p.
- Piazza C., Paradis G., 1998.** *Essai de présentation synthétique des végétations chaméphytique et phanérophytique du littoral sableux et sablo-graveleux de la Corse*. *Bulletin de La Société Botanique Du Centre-Ouest, Nouvelle série* (29), pp. 109–168.
- Prisco I., Carboni M., Acosta A. T. R. 2013.** *The Fate of Threatened Coastal Dune Habitats in Italy under Climate Change Scenarios*, *PLoS ONE* 8(7), 32 p.
- SDAGE RMC, 2005.** *Guide technique n°9, Connaissance et gestion de l'érosion du littoral*. Bassin Rhône Méditerranée et Bassin de Corse, 55 p.

Dunes blanches méditerranéennes



Présentation et distribution géographique

Les dunes blanches, également appelées dunes vives, correspondent aux dunes de sable non fixé les plus hautes du cordon dunaire. Ces dunes forment un écosystème où la végétation, plus diversifiée et plus dense qu'au niveau de la dune embryonnaire, permet de fixer une grande partie du sable en mouvement. La diversification et la densification de la couverture végétale est facilitée par l'élévation progressive de la dune : les apports nutritifs y sont plus importants, et les conditions d'humidité et de salinité plus favorables aux espèces psammophiles (inféodées aux substrats sableux). Ces communautés végétales sont dominées par une seule espèce structurante : l'Oyat (*Ammophila arenaria*).

Aucune carte de distribution des dunes blanches méditerranéennes en France n'est actuellement disponible. Sur le continent, la formation de ces dunes actives est cependant possible sur l'ensemble des cordons sédimentaires développés du littoral méditerranéen, en particulier ceux du Golfe du Lion et de Camargue. Des dunes littorales se développent également de manière plus ponctuelle à l'est de Marseille, ainsi que sur les littoraux biterrois et des Pyrénées Orientales (Bensettiti *et al.*, 2004 ; évaluations communautaires 2006 et 2013 ; Argagnon, comm. pers). La présence potentielle de dunes blanches méditerranéennes peut être déduite en recoupant la distribution des cordons dunaires (Figure 11) et les points de présence de l'espèce caractéristique de l'écosystème (Figure 42).

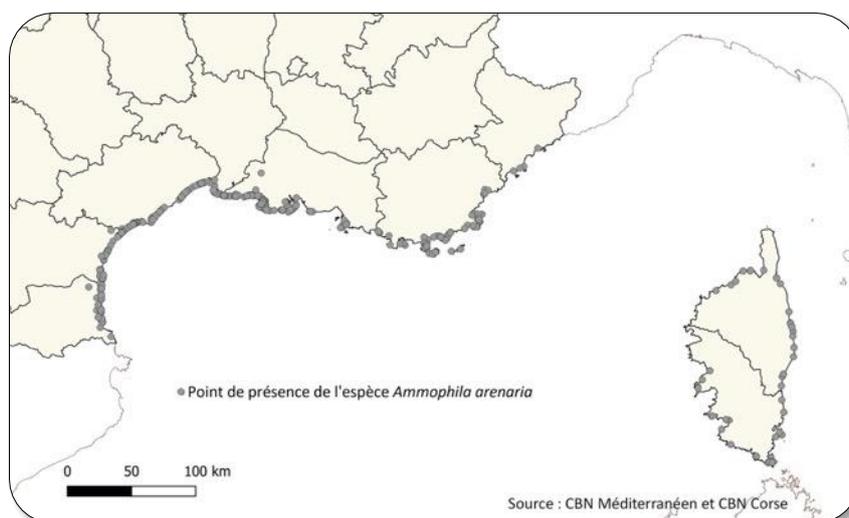


Figure 42 : Points de présence de l'espèce *Ammophila arenaria*, espèce caractéristique des dunes blanches méditerranéennes (© CBN méditerranéen et CBN Corse)

Cet écosystème n'occuperait cependant que de faibles surfaces en Corse, les seules dunes à oyats vraiment actives ne se trouvant que sur le site de Barcaggio (Pointe du Cap Corse) (Paradis, comm. pers.). Les vents généralement faibles qui touchent la côte sableuse orientale de l'île n'ont en effet pas permis l'édification de véritables cordons dunaires et de dunes mobiles à Oyat. On y trouve ainsi plutôt des terrasses fluvio-marines, composées de sables assez grossiers. De plus, les avant-dunes de ces cordons dunaires ont été fortement dégradées et urbanisées au cours du temps et subissent actuellement une forte érosion (Paradis, 2014). La côte rocheuse occidentale héberge quant à elle quelques dunes mobiles très actives mais souvent plaquées sur les collines littorales ou perchées au-dessus des rochers, sans contact avec la plage.



■ EUNIS / Corine biotopes

Nous retenons pour l'écosystème « Dunes blanches méditerranéennes », l'unité présentée dans le Tableau 10.

Tableau 10 : Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème « Dunes blanches méditerranéennes » (Davies *et al.*, 2004 ; Louvel *et al.*, 2013)

Code	Intitulé	Description
B1.32	Dunes blanches	Dunes mobiles constituant le ou les cordons des systèmes dunaires les plus proches de la mer des côtes des zones néorale, steppique, méditerranéenne et des zones humides chaudes et tempérées.
B1.322	Dunes blanches du téthyen occidental	Dunes blanches des côtes méditerranéennes et des côtes atlantiques subtropicales de la péninsule Ibérique et de la région méditerranéenne d'Afrique du Nord, s'étendant au sud jusqu'à Safi à 32° N. Ces dunes sont dominées, lorsqu'il y a de la végétation, par l'Oyat (<i>Ammophila arenaria</i> ssp. <i>arundinacea</i>), (<i>Ammophila australis</i>), accompagné notamment par <i>Otanthus maritimus</i> , <i>Echinophora spinosa</i> , <i>Eryngium maritimum</i> , <i>Euphorbia paralias</i> , <i>Cutandia maritima</i> , <i>Medicago marina</i> , <i>Anthemis maritima</i> .

L'unité EUNIS B1.322 correspond à l'unité 16.2122 de Corine Biotopes (Bissardon *et al.*, 1997).

■ Types d'habitats d'intérêt communautaire (Bensettiti *et al.*, (coord), 2004)

Les dunes blanches méditerranéennes correspondent à l'habitat élémentaire 2120-2 « Dunes mobiles à *Ammophila arenaria* ssp. *australis* des côtes méditerranéennes », inclus dans l'habitat générique 2120 « Dunes mobiles du cordon littoral à *Ammophila arenaria* (dunes blanches) » inscrit à l'Annexe 1 de la Directive Habitat-Faune-Flore (92/43/CEE).

■ Classification phytosociologique (Bardat *et al.*, 2004)

- **Classe** : *Euphorbio paraliae-Ammophiletea australis*
 - **Ordre** : *Ammophiletalia australis*
 - **Alliance** : *Ammophilion australis*

■ IUCN Habitats classification scheme (Version 3.1)

Cet écosystème appartient à l'unité 13.3 « Coastal Sand Dunes ».



Description

Les dunes blanches méditerranéennes se développent immédiatement au contact supérieur des dunes embryonnaires ou des laisses de mer végétalisées et représentent la partie la plus haute du cordon dunaire. Cet écosystème se structure autour d'une végétation spécifique dominée par l'Oyat (l'ammophilaie) qui permet l'accumulation du sable transporté par le vent. L'élévation de la dune assurée par l'Oyat va rendre les conditions écologiques favorables à l'installation d'un plus grand nombre d'espèces, adaptées à un enfouissement régulier.

Les dunes blanches assurent une fonction de stockage du sable apporté lors des tempêtes et de rechargement des plages lorsque les vents terrestres sont dominants. La dune mobile est ainsi un écosystème clé au sein du cordon dunaire.

■ Biote indigène caractéristique

Végétation

L'ammophilaie

L'Oyat (*Ammophila arenaria* subsp. *australis*) représente l'espèce caractéristique des dunes blanches méditerranéennes (Figure 43) : on parle alors d'ammophilaie pour désigner la végétation dominée par cette espèce. L'ammophilaie se compose de touffes d'oyats dont le taux de recouvrement peut atteindre 70 %. La composition de ces communautés végétales présente cependant des variations en fonction du contexte géographique (Tableau 11) (Géhu, 1995 ; Benstetiti *et al.*, 2004 ; Parisod, 2006 ; Heurtefeux et Richard, 2010).



Figure 43 : L'Oyat (*Ammophila arenaria*) (© EID Méditerranée)



Figure 44 : Dune blanche à *Echinophora spinosa*, Camargue



Figure 45 : Dune blanche à *Medicago marina*, Hérault

Les communautés végétales dominées par l'Oyat et l'Echinophore épineux (*Echinophora spinosa*) caractérisent les dunes mobiles languedociennes (Figure 44). Ces deux espèces sont accompagnées par la Luzerne maritime (*Medicago marina*, Figure 45), espèce rampante à souche ligneuse dont seules les parties terminales des branches émergent du sable, le Liseron des sables (*Calystegia soldanella*) ou encore le Diotis blanc (*Achillea maritima*, ou *Otanthus maritimus*).

Les dunes mobiles de Corse occidentale sont quant à elles dominées par l'Oyat et le Silène de Corse (*Silene succulenta* subsp. *corsica*). L'Oyat s'associe également à l'Immortelle d'Italie (*Helichrysum italicum* subsp. *italicum*), dont l'extension est favorisée par une faible alimentation en sable éolien aux dépens des oyats (Paradis et Piazza, 2011).

Les dunes mobiles hébergent également certaines espèces caractéristiques de la dune embryonnaire comme *Anthemis maritima*, *Euphorbia paralias* et *Eryngium maritimum*. Certaines de ces espèces sont rares en France et ont une forte valeur patrimoniale : le Panicaut maritime (*Eryngium maritimum*) ou le Diotis blanc (*Otanthus maritimus*).

Tableau 11 : Espèces indicatrices et associations végétales des dunes blanches méditerranéennes en fonction de la zone géographique (Bensettiti *et al.*, 2004 ; Paradis et Piazza, 2011)

Zone géographique	Espèces indicatrices	Association
Languedoc	Oyat (<i>Ammophila arenaria</i> subsp. <i>australis</i>), Echinophore épineux (<i>Echinophora spinosa</i>)	<i>Echinophoro spinosae-Ammophiletum australis</i>
Corse occidentale	Oyat (<i>Ammophila arenaria</i> subsp. <i>australis</i>), Silène de Corse (<i>Silene succulenta</i> subsp. <i>corsica</i>)	<i>Sileno corsicae-Ammophiletum australis</i>
Corse occidentale	Oyat (<i>Ammophila arenaria</i> subsp. <i>australis</i>), Immortelle d'Italie (<i>Helichrysum italicum</i> subsp. <i>italicum</i>)	<i>Helichryso italici- Ammophiletum australis</i>

Faune

Microfaune

La dune blanche, et notamment l'interface dune embryonnaire/dune blanche, représente le milieu le plus diversifié en coléoptères, à la fois en termes d'effectifs et de nombre d'espèces (des familles des *Aphodiidae*, *Carabidae*, *Cicindelidae*, *Rutelidae*, *Scarabaeoidea*, *Tenebrionidae* ; Jaulin et Soldati, 2005). Ces espèces psammo-halophiles sont très spécialisées et sont inféodées aux dunes vives. Elles présentent ainsi un certain nombre d'adaptations, notamment à l'enfouissement et, pour certaines, une tendance à la dépigmentation (Soldati et Jaulin, 2002).

En période de sécheresse, les touffes d'oyats conservent une humidité supérieure à celle des sables mobiles alentours et font obstacle au déplacement éolien des débris végétaux. Ces touffes concentrent alors de fortes populations d'insectes fouisseurs, notamment des coléoptères (Ténébrionidés, Histéridés et Scarabéidés) venus des sables dunaires et du haut de plage. Beaucoup de végétaux de la dune blanche possèdent également leurs parasites spécialisés, comme le Coléoptère *Cneorrhinus plagiatum* qui se nourrit exclusivement des racines de l'Oyat (Bigot *et al.*, 1982).

Macrofaune

Très peu d'espèces de la macrofaune sont inféodées à la dune blanche ou ont un impact considérable sur son fonctionnement. Comme la dune embryonnaire, la dune vive héberge tout de même quelques espèces de reptiles comme le Psammodrome d'Edwards (*Psammodromus hispanicus*) et le Psammodrome algire (*Psammodromus algirus*) (Bensettiti *et al.*, 2004).

■ Milieu physique

Substrat

Les dunes blanches (ou avant-dunes) qui se développent immédiatement au contact supérieur des dunes embryonnaires ou des laisses de mer végétalisées sont dite « primaires » et se distinguent par leur altitude nettement plus élevée. La dune mobile représente en effet la zone la plus haute du cordon dunaire et peut atteindre jusqu'à 10 m de hauteur pour 20 m de largeur au maximum, notamment en Languedoc-Roussillon (Heurtefeux et Richard, 2010).

Il existe également des formations dunaires mobiles issues de la remobilisation du sable fixé des dunes grises, lorsque la végétation vient à régresser. Il se forme alors des « creux » dans la dune grise, appelés « siffle-vent » ou dunes paraboliques. Ces dunes mobiles paraboliques sont dites « secondaires » par opposition aux avant-dunes primaires (Paradis, 2014).

Le substrat des dunes mobiles primaires est sableux, essentiellement minéral et de granulométrie majoritairement fine, les sables grossiers n'ayant pu être transportés par le vent depuis le haut de plage. Ce sable reste toujours soumis à l'action directe du vent et des embruns et n'est pas encore stabilisé. Cette mobilité empêche l'accumulation de matière organique et par conséquent la formation d'un sol, d'où l'appellation de dune « blanche ». La décomposition de débris coquillers permet tout de même d'enrichir le sol en calcium, ce qui favorise le développement des espèces végétales.

Humidité, salinité et température

La très forte salinité liée à la proximité de la mer et aux embruns salés est responsable de la zonation de la végétation littorale : la végétation la plus proche du rivage est halonitrophile et composée d'espèces annuelles. Ainsi, l'éloignement de la mer et l'élévation de la dune, qui permet la formation d'une lentille d'eau douce au-dessus de la nappe d'eau salée, rendent la dune

mobile favorable au développement de plantes moins halophiles (Bensettiti *et al.*, 2004 ; Heurtefeux et Richard, 2010). Cette lentille d'eau douce est alimentée par les précipitations et la nappe phréatique. Du fait de la capillarité du sable, le niveau de cette lentille « sous-dunaire » suit la topographie de la dune : la teneur en eau s'accroît avec la profondeur, même dans la partie haute de la dune (Figure 46). L'humidité du sable est ainsi toujours relativement élevée au niveau des racines des plantes (Soldati et Jaulin, 2002).

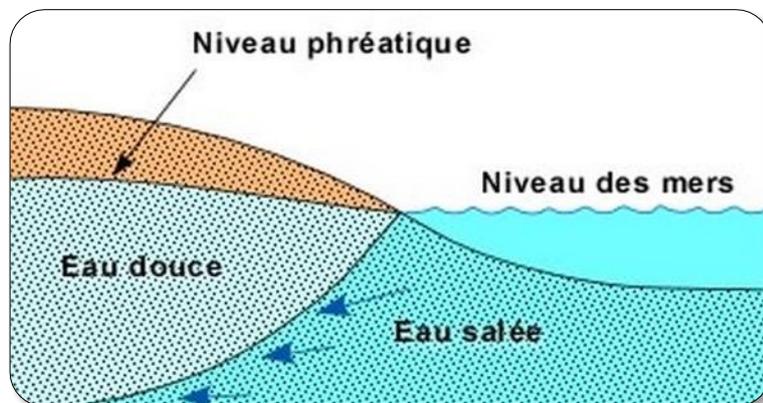


Figure 46 : Le biseau salé des côtes sableuses (© Symcrau)

Le régime thermique du sol de la dune mobile est très particulier. La température varie beaucoup en surface, atteignant de fortes valeurs en milieu de journée en période estivale, beaucoup plus faibles la nuit. En profondeur, au contraire, la température est plus constante : elle est plus basse qu'en surface la journée et plus élevée la nuit. La perméabilité du sable, son pouvoir de cohésion nul et sa faible conductivité thermique confèrent ainsi au substrat interne un climat opposé à celui de la surface (Soldati et Jaulin, 2002).

■ Processus et interactions clés

Le meilleur indicateur de l'intégrité d'un cordon dunaire serait la présence des différents types de végétations caractéristiques du système littoral sableux, depuis la plage jusqu'à la dune boisée. Or, parmi ces différents types de végétations, celle de la dune mobile apparaît comme un témoin clé : la dégradation de la dune mobile et de sa végétation entraîne une déstructuration de l'ensemble des autres types de végétations. Protéger la dune mobile contre l'érosion et le piétinement représente ainsi une stratégie de conservation efficace de l'intégralité des cordons dunaires (Ciccarelli, 2014).

Dynamique sédimentaire

Les littoraux sableux des côtes languedociennes sont soumis à l'action érosive de vents majoritairement de terre. Il résulte de cette action un important transfert de sable depuis le cordon dunaire vers la mer, ce qui limite l'élévation de la dune mobile. Les plages étant généralement trop étroites pour que les vents marins puissent permettre de recharger efficacement la dune mobile, ce sont surtout les faibles houles de tempêtes (sans déferlement) qui assurent le rechargement du haut de plage (Gervais, 2012). Le sable va alors s'accumuler au pied de la dune et former une microfalaise, puis sera progressivement étalé sur la plage par les vents terrestres et en partie retenu par la végétation pionnière de la dune embryonnaire et des laisses de mer.

Le rôle de la dune blanche est donc doublement important : elle permet à la fois de stocker le sable apporté par les houles de tempêtes et de limiter l'érosion de la plage par les vents terrestres (Figure 47, SDAGE RMC, 2005).

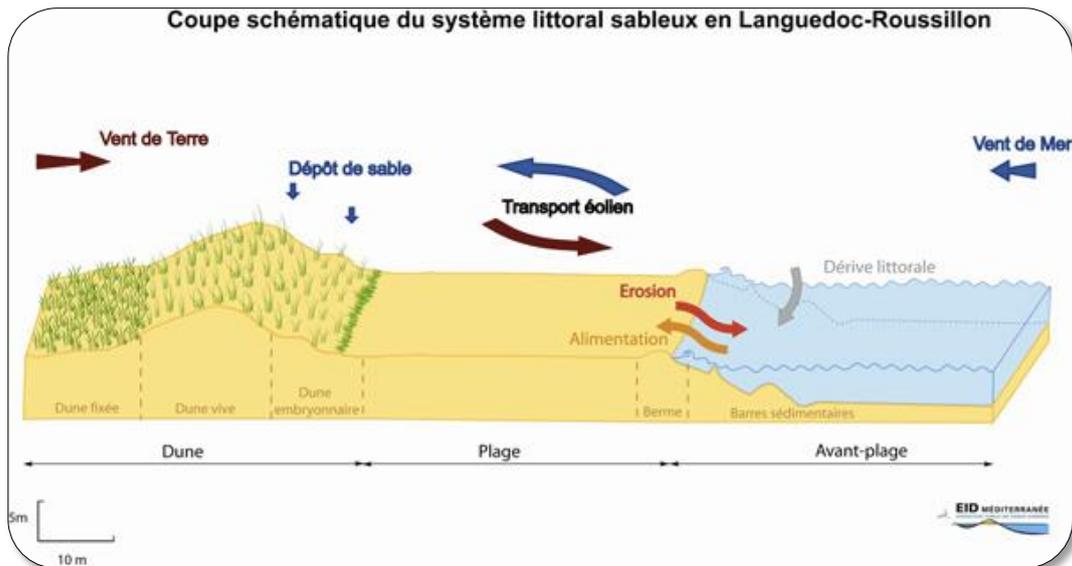


Figure 47 : Coupe schématique du système littoral sableux méditerranéen (© EID Méditerranée)

En Corse orientale, la dominance des vents terrestres comme la faiblesse des apports sédimentaires, notamment en sables moyens, contraint fortement l'édification de cordons dunaires mobiles. La topographie relativement plane de ce littoral a alors favorisé la mise en place de terrasses fluviomarines dominant les basses plaines alluviales des fleuves côtiers. Ces terrasses planes et peu élevées sont composées de matériaux hétérogènes souvent grossiers et se sont formées par accumulation sédimentaire au cours de l'Holocène récent, époque où le niveau marin était légèrement plus haut que l'actuel (Paradis, 2014). Il existe cependant quelques exemples de cordons dunaires développés (Figure 48).

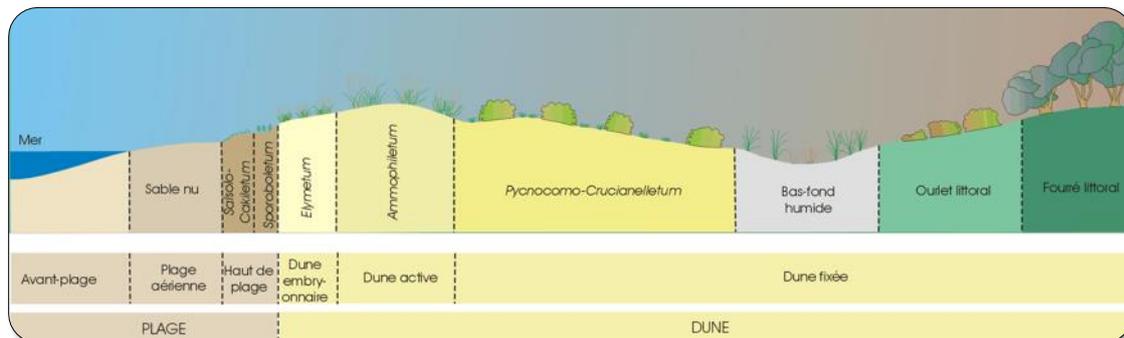


Figure 48 : Profil de dune typique de la Plaine Orientale corse (© OEC)

L'Oyat, espèce ingénieur

La végétation qui se développe sur la dune blanche est adaptée voire même favorisée par un enfouissement régulier par le sable. L'Oyat (*Ammophila arenaria* subsp. *australis*), qui domine cette végétation d'espèces xérophytes vivaces, est le premier colonisateur de la dune blanche et représente en cela l'espèce ingénieur de l'édification des cordons dunaires : son système racinaire rampant lui permet un ancrage optimal et suffisamment profond pour atteindre les réserves d'eau douce sous-jacentes (Bellan-Santini *et al.*, 1994). Le recouvrement par cette espèce peut alors dépasser 70 %, ce qui assure l'élévation progressive de la dune et favorise l'installation d'autres espèces (Heurtefeux et Richard, 2010).

L'Oyat a également une importance capitale pour la microfaune dunaire car ses longues racines jouent un rôle de « pompe à eau ». Les insectes fouisseurs s'enterrent ainsi aux pieds des Oyats et bénéficient à la fois de conditions de températures plus clémentes et d'une humidité suffisante à leur survie (Soldati et Jaulin, 2002).

La Figure 49 présente de manière schématique le fonctionnement global de l'écosystème, ainsi que l'impact des principales menaces identifiées ci-après.

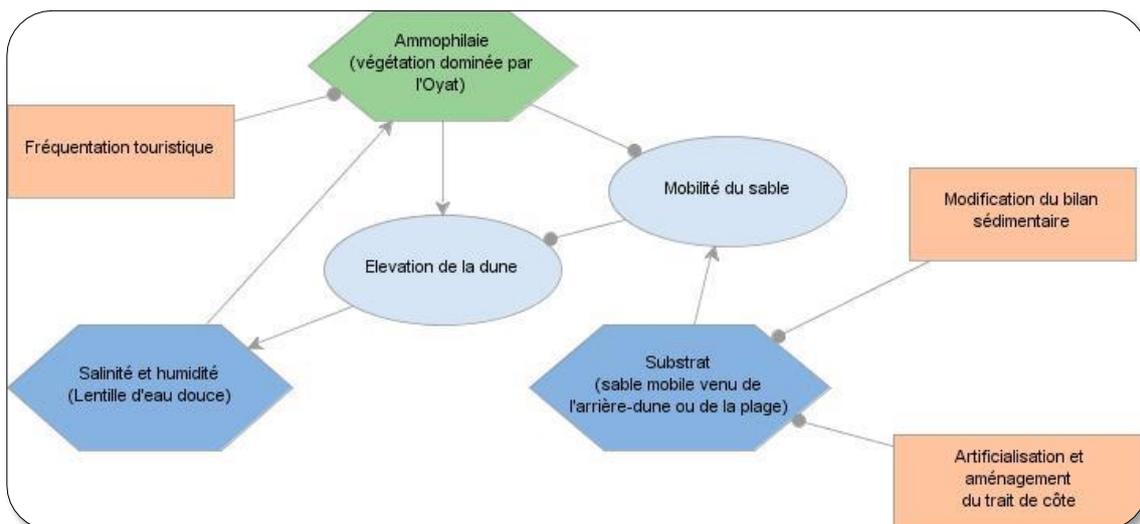


Figure 49 : Modèle conceptuel de l'écosystème "dunes blanches méditerranéennes" et impacts des menaces identifiées

■ Facteurs de vulnérabilité

Artificialisation du cordon dunaire

L'artificialisation du littoral méditerranéen français, particulièrement marquée depuis les années 1960, a totalement détruit certaines portions des cordons dunaires. Ainsi, par exemple, la côte sableuse languedocienne s'étendait jusqu'aux années 1960 sur près de 230 km d'un vaste lido naturel séparant les lagunes côtières de la mer, ponctuellement interrompu par trois promontoires rocheux (Sète, Agde et Leucate). 30 % de ce littoral est aujourd'hui artificialisé et considérablement fragmenté du fait de la forte pression anthropique qui s'y exerce (Heurtefeux et Richard, 2010). L'artificialisation de la dune blanche supprime un stock majeur de sédiments du système côtier et accélère bien souvent l'érosion des plages.

Modification du bilan sédimentaire et recul du trait de côte

Si de nombreuses plages sableuses et dunes mobiles sont encore observées aujourd'hui, la plupart sont adossées à des aménagements anthropiques (routes, zones urbaines, parkings, etc.). Or l'artificialisation des systèmes dunaires et d'arrière-dunes bloque la mobilité du sable entre la plage et le cordon dunaire.

Ainsi, lors des tempêtes, le sable ne peut plus être stocké par la dune et il est directement entraîné vers le large (Figure 50). De plus, lorsque les sédiments sont emportés à une profondeur qui dépasse 6 à 10 m (profondeur d'action de la houle), la force des houles n'est plus capable de les ramener vers le haut de plage. Le sable sort alors définitivement de la cellule sédimentaire du système dunaire.

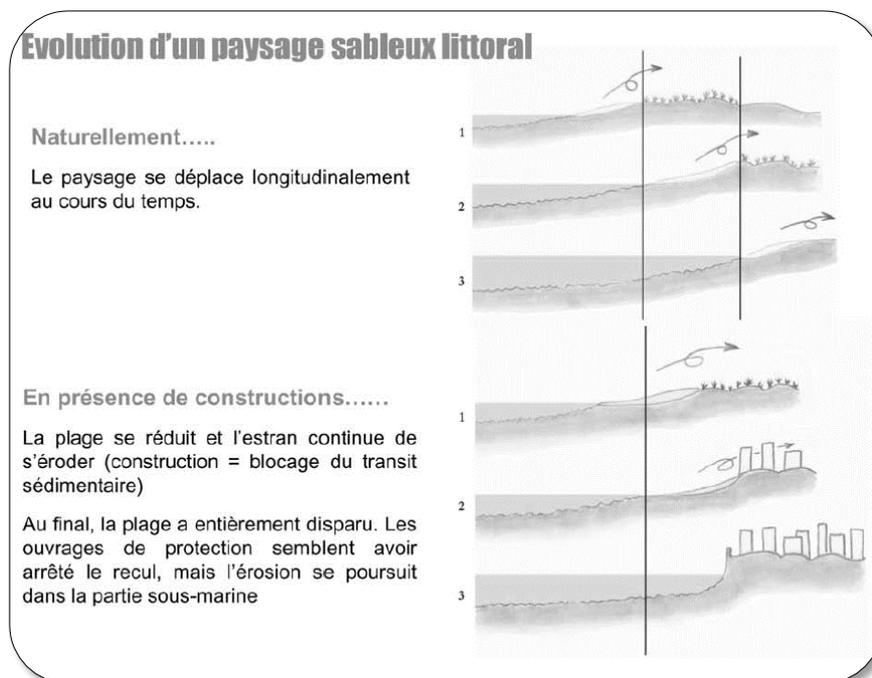


Figure 50 : Schéma de l'effet de l'artificialisation des cordons dunaires sur le phénomène d'érosion (Lenôtre, 2009)

Par exemple, une des causes du recul du lido entre Sète et Marseillan (en bordure de l'étang de Thau) dont le recul moyen est de l'ordre de 1 m/an voire localement jusqu'à 5 m/an, serait l'artificialisation de l'arrière-dune pour la construction d'une route et d'une voie de chemin de fer. Entre 2005 et 2008, ce recul s'est même accéléré et la plage a perdu 10 m en moyenne, soit un recul global de l'ordre de 3 à 4m/an.

La présence d'ouvrages gagnés sur la mer, notamment d'infrastructures portuaires, perturbe également le transit sédimentaire qui régule l'équilibre des cordons sableux. Or, 24 ports ont été construits ou réaménagés depuis 1965 rien que sur le littoral languedocien. Ces infrastructures représentent de véritables barrières pour les sédiments portés par la dérive littorale, ce qui a aggravé l'érosion des secteurs adjacents (SDAGE RMC, 2005).

La construction d'infrastructures littorales visant à limiter l'érosion (digues, enrochements, épis, brise-lames, etc.) perturbe également le déplacement longitudinal des sédiments portés par la dérive littorale, tout comme leur déplacement transversal entre la haute plage et l'avant plage (Samat, 2007). Même si ces infrastructures ont pu ralentir ou stopper le recul du trait de côte dans certains secteurs, leurs effets à plus ou moins court terme sont très aléatoires. Ils ont ainsi souvent entraîné le déplacement de la zone d'érosion, tandis que d'autres ont directement accéléré ce phénomène après une courte période de stabilisation (SDAGE RMC, 2005). Plus de 250 ouvrages ont été construits sur le littoral languedocien et plus de 110 sur les côtes camarguaises.

L'impact de ces infrastructures sur le bilan sédimentaire s'ajoute également à un contexte global de déficit sédimentaire. En effet, les nombreuses études scientifiques concernant les littoraux méditerranéens de France et leur évolution récente et historique ont montré que, depuis le milieu du XX^e siècle, l'érosion des littoraux sableux s'est accentuée (Samat, 2007). Cette tendance est à mettre en relation avec une réduction naturelle des apports sédimentaires, notamment due à la diminution de la fréquence des fortes crues, ainsi qu'avec une plus faible érosion dans les bassins versants due à leur aménagement (barrages, etc.) et à leur reforestation.

Fréquentation

La fréquentation des écosystèmes littoraux, notamment en été, est très intense sur les littoraux méditerranéens et est à l'origine de multiples impacts sur les cordons dunaires. La vulnérabilité du cordon dunaire face à la fréquentation touristique fait alors appel à la notion de capacité de charge écologique (Audouit, 2008a). Certains de ces impacts sont indirects et notamment liés à l'urbanisation, la consommation d'eau douce ou encore l'augmentation des rejets d'eaux usées, mais beaucoup sont directs : piétinement (piétons, chevaux et véhicules), dérangement de la faune ou encore dépôt de macro-déchets (Audouit, 2008a).

Outre la destruction de la végétation, le piétinement entraîne une compaction des sols qui rend le substrat inadapté à la végétation de la dune mobile dont la dynamique est liée à l'instabilité du substrat et à l'ensablement.

Les communautés végétales de la dune mobile seraient cependant très résilientes et capables de récupérer d'une forte dégradation en très peu de temps, si l'origine de la perturbation est contenue. La déstabilisation de la dune blanche peut également provoquer une importante accumulation de sables mobiles vers l'intérieur du cordon dunaire (formations de dunes mobiles secondaires), ce qui favorise le développement des espèces végétales inféodées à la dune mobile au détriment de la végétation caractéristique des dunes fixées (Ciccarelli, 2014).

Sur les côtes de Provence, par exemple, les plus graves atteintes aux écosystèmes dunaires sont dues au piétinement excessif des dunes ainsi qu'au nettoyage des plages (Médail *et al.*, 2013). La modification de la structure du substrat entraîne en effet une déstabilisation de l'ensemble du cordon dunaire et de la zonation de sa végétation. Le développement de la végétation fixatrice du sable se trouve perturbé, ce qui d'une part entraîne la régression de certaines espèces (*Pancratium maritimum*, *Crucianella maritima*, etc.) et, d'autre part, accentue l'action érosive du vent et de la mer (Piazza et Paradis, 1997 ; Defeo *et al.*, 2008 ; Médail *et al.*, 2013).

Des observations sur la reproduction des espèces de larvo-limicoles (oiseaux limicoles de la famille des laridés) sur les lidos languedociens ont également montré la fréquentation humaine des sites de nidification dérange les adultes. Le taux de reproduction est par conséquent très faible, voire nul, au sein des cordons dunaires très fréquentés (Audouit, 2008b).

Changements climatiques et montée du niveau marin

Dans un contexte global de réduction d'apports sédimentaires des cordons sableux littoraux et de montée du niveau marin, les changements climatiques en cours sont à l'origine d'une accélération des phénomènes d'érosion des plages sableuses (CGDD, 2011). Il est par exemple estimé que le seuil de surcote « érosif » actuel, qui correspond à une surcote de 40 cm par rapport au niveau marin moyen, pourront correspondre au niveau marin moyen en période hivernale d'ici 2100 (Ullmann, 2008).

Cependant, les incertitudes liées à l'hétérogénéité des contextes morphosédimentaires des littoraux sableux méditerranéens et notamment de la réaction des barres sableuses d'avant-côte face à ces changements, rendent impossible de prédire une tendance générale pour l'ensemble du littoral (Suarez, 2010).

Invasions biologiques

Les propriétés abiotiques des dunes mobiles (salinité, faibles apports nutritifs, mobilité du substrat et ensablement) sont si extrêmes qu'elles réduisent le risque d'implantation d'espèces exotiques envahissantes (Carboni *et al.*, 2010 ; Mercantonio *et al.*, 2014). Cependant, quelques espèces représentent tout de même une menace pour la biodiversité des dunes blanches.

La Griffes-de-sorcière (*Carpobrotus* spp.) en particulier, plante originaire d'Afrique du Sud et initialement utilisée pour fixer les dunes mobiles ou comme plante ornementale, est déjà naturalisée sur les îles d'Hyères depuis la fin du XIX^e siècle et compte parmi les espèces invasives les plus dynamiques sur les littoraux méditerranéens (Médail *et al.*, 2013). Son expansion entraîne une uniformisation du milieu et a donc un effet majeur sur la richesse spécifique moyenne, comme sur l'abondance des espèces inféodées aux littoraux sableux : coléoptères, hyménoptères, dont des *Formicidae* (fourmis), hétéroptères (punaises) et plantes indigènes (notamment les espèces annuelles thérophytes). La présence de la Griffes-de-sorcière entraîne également une régression des communautés de pathogènes présents dans les sols, une diminution de la fréquence de pollinisation des végétaux présents à proximité et une accélération de l'acidification des sols (Médail *et al.*, 2013 ; Paradis *et al.*, 2004).

L'envahissement des dunes méditerranéennes par la fourmi d'Argentine (*Linepithema humile*), bien que peu étudié, peut également induire une perturbation de la dynamique des espèces végétales indigènes car cette fourmi favorise la prolifération de pucerons qui affaiblissent les plantes. La fourmi d'Argentine élimine également les autres espèces de fourmis indigènes desquelles dépend une importante communauté d'insectes myrmécophiles, ainsi qu'une fonction essentielle de dispersion des graines de certaines plantes (Médail *et al.*, 2013).

De plus, une étude réalisée en Italie révèle que les communautés végétales caractéristiques des dunes blanches méditerranéennes seraient les plus impactées par une progression des espèces thermophiles venant des côtes méditerranéennes orientales (Del Vecchio, 2015). Les changements dans la composition floristique de des dunes blanches, essentiellement dominées en Méditerranée occidentale par des plantes rhizomateuses telles que l'Oyat, représentent alors une menace considérable de par le rôle de ces plantes indigènes pour la préservation de l'intégrité des dunes mobiles et de l'ensemble des cordons dunaires (érosion, submersion, etc.).

Nettoyage mécanisé des plages

Si l'anthropisation des littoraux et des milieux dunaires a largement amplifié le phénomène d'érosion des côtes sableuses, le nettoyage mécanisé des plages, largement pratiqué sur le littoral méditerranéen, y contribue également. En effet, cette pratique

limite la fixation du sable du fait de la destruction des laisses de mer et de la végétation qui s'y développe, ce qui facilite le transfert éolien des sédiments vers la mer (EID Méditerranée, 2011).

Le nettoyage des plages ne représente cependant pas une menace directe pour les dunes mobiles car ce n'est qu'en phase de progradation que le rôle des laisses de mer est primordial dans la formation du cordon dunaire.



Évaluation (méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN V2.1, 2015)

■ Critère A : Réduction de la distribution spatiale

A.1 Réduction au cours des 50 dernières années

La réduction de la distribution spatiale des dunes blanches méditerranéennes au cours des 50 dernières années est principalement liée à l'artificialisation du littoral, lorsque les infrastructures sont implantées directement sur la dune mobile. Aucune étude n'a encore porté spécifiquement sur la quantification des surfaces de dunes mobiles perdues du fait de l'urbanisation des côtes languedociennes, malgré la disponibilité de nombreuses photos aériennes anciennes. La comparaison de ces clichés anciens avec des images satellites actuelles permet pourtant de visualiser l'ampleur de ce phénomène (Figure 51).

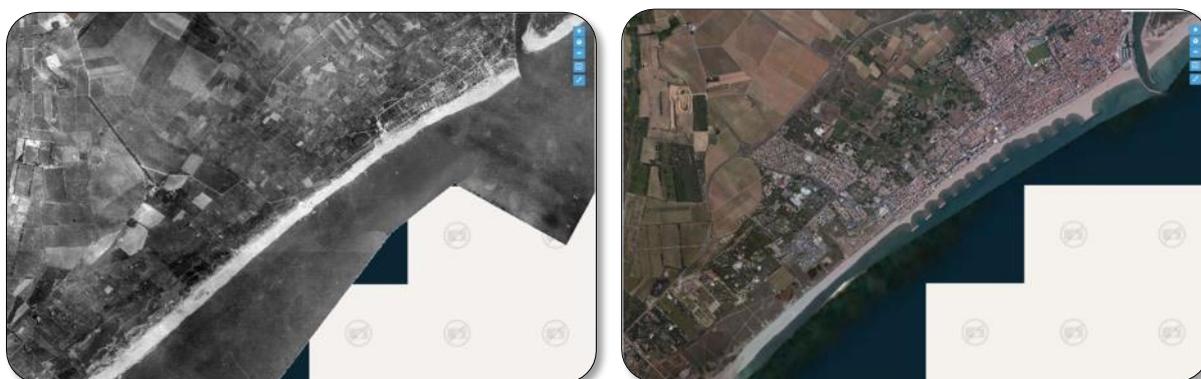


Figure 51 : Comparaison de clichés historiques (1935) et actuels (consulté sur Sextan.ifremer.fr)

Les cordons dunaires encore observés aujourd'hui occupent 18 % du littoral méditerranéen français, ce qui représente près de 320 km de linéaire côtier, dont 190 km en région Languedoc-Roussillon où le taux d'artificialisation du trait de côte atteint 30 %. L'Observatoire national de la mer et du littoral (ONML) révèle également que cette urbanisation s'étendait sur plus de 30 % des 500 premiers mètres du littoral de cette région en 2006, les milieux naturels (zones humides maritimes, espaces ouverts et milieux à végétation arbustive et/ou herbacée) en représentant toujours plus de 50 % (Figure 52).

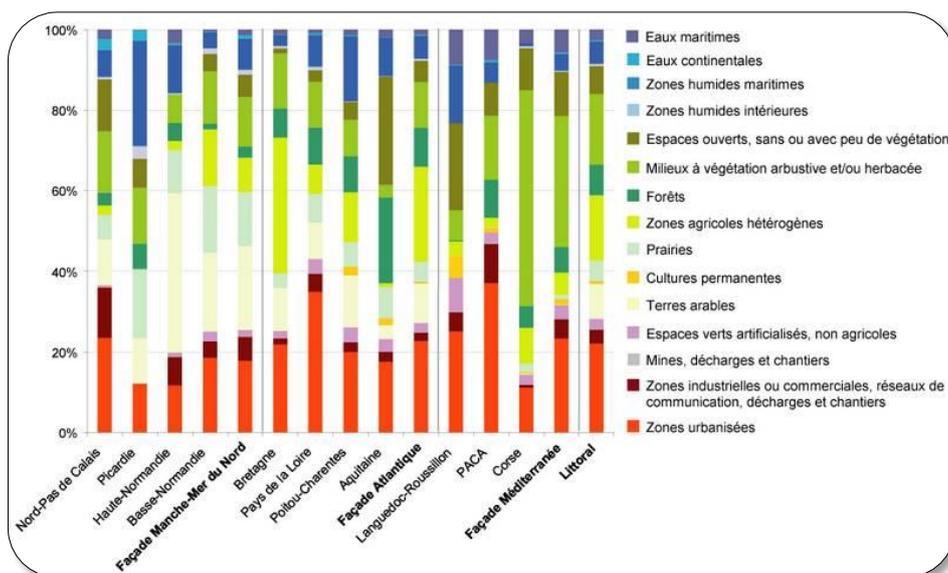


Figure 52 : Occupation du sol à moins de 500 m de la mer par façade régionale en 2006 (UE-SOeS, CORINE Land Cover 2006, Observatoire du littoral)

Les experts consultés pour réaliser cette évaluation estiment ainsi que les dunes mobiles méditerranéennes auraient perdu autour de 30 % de leur superficie au cours des 50 dernières années, du fait de l'artificialisation des littoraux et des aménagements réalisés directement sur les cordons dunaires, et ce autant en Corse qu'en métropole.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Quasi-Menacée (NT).

A.2a Réduction estimée au cours des 50 prochaines années

La réglementation actuellement en vigueur devrait permettre de limiter l'artificialisation des cordons dunaires méditerranéens français à l'avenir. Cependant, le littoral sableux méditerranéen reste en France soumis à une forte érosion : 22 % du littoral languedocien montre par exemple une érosion forte et plus de 250 ouvrages de protection ont été construits pour tenter de contrer ces processus. L'indicateur national de l'érosion côtière produit par le Cerema montre ainsi de nombreux secteurs en érosion, souvent ponctuels et liés à l'implantation de ces ouvrages de défense (Figure 53).

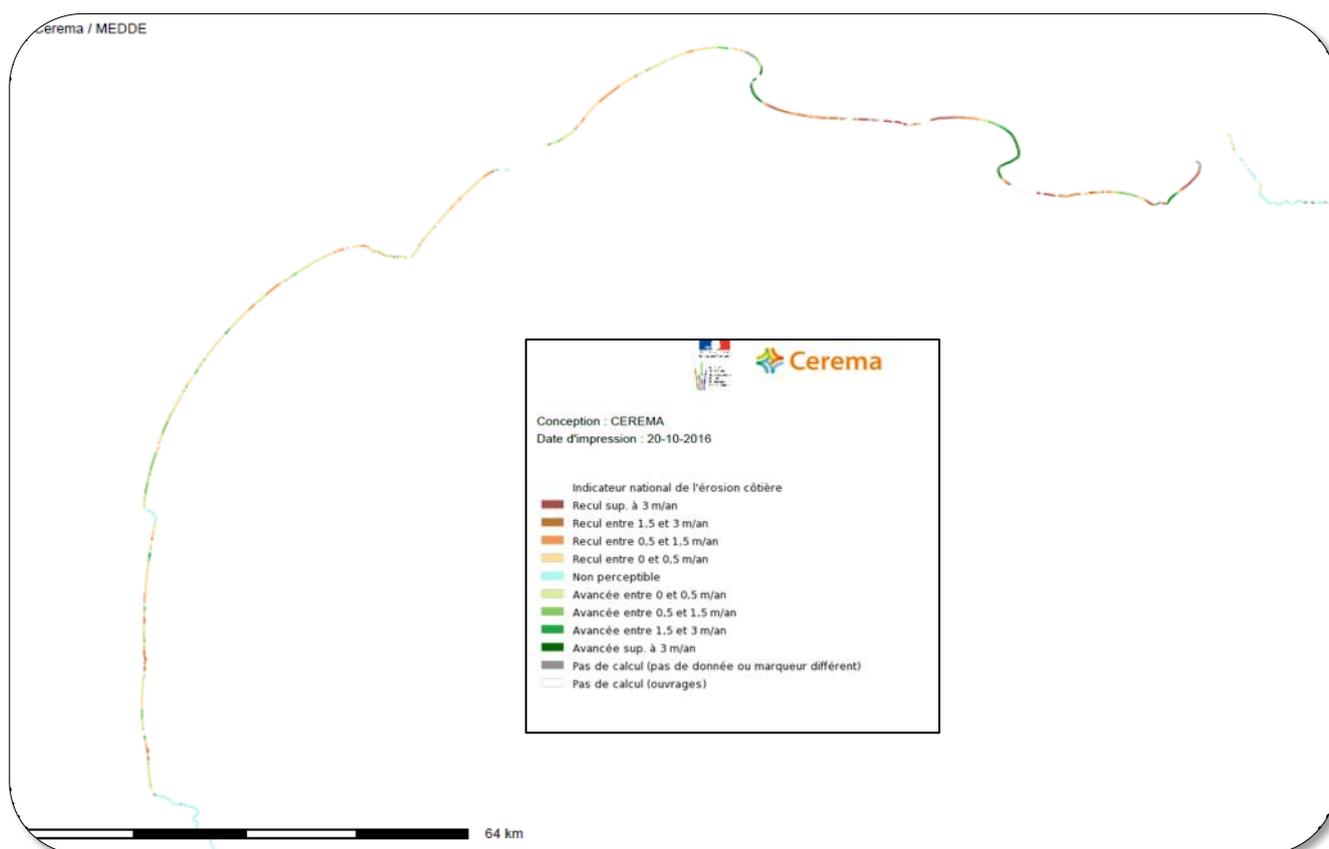


Figure 53 : Indicateur national de l'érosion côtière sur les côtes sableuses languedociennes (Cerema, 2016)

De plus, la mobilité de la majeure partie des cordons dunaires étant dorénavant rendue impossible par les aménagements construits en arrière-dune, la régression des dunes blanches sera d'autant plus importante à l'avenir, et ce malgré les mesures de protection qui pourront être localement mises en place. L'augmentation possible de l'intensité des tempêtes, la probable diminution des précipitations annuelles qui limitera les apports sédimentaires et l'élévation progressive du niveau marin vont également fortement contribuer à amplifier les phénomènes d'érosion et menacer l'intégrité des cordons dunaires.

Nous estimons ainsi que plus de 30 % des dunes mobiles méditerranéennes françaises pourraient disparaître au cours des 50 prochaines années.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Vulnérable (VU).

A.2b Réduction estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

Comme indiqué pour les sous-critères A.1 et A.2a, le phénomène d'érosion du trait de côte amplifié par l'artificialisation des dunes et des arrière-dunes constitue une menace sérieuse pour les dunes blanches méditerranéennes, dont la disparition semble s'accélérer.

Malgré les lacunes de connaissances actuelles, il est possible d'affirmer que la réduction de la distribution des dunes blanches méditerranéennes pourra atteindre au moins 30 % dans un avenir proche.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Vulnérable (VU).

A.3 Réduction depuis une référence historique (≈1750)

Ce n'est que depuis les années 1960 que le littoral sableux méditerranéen français a été confronté à une artificialisation massive : c'est par exemple en 1963 que fut instaurée la Mission interministérielle pour l'aménagement touristique du Languedoc-Roussillon prévoyant la création de six unités touristiques, séparées par des coupures vertes. L'artificialisation du littoral rocheux de la Côte d'Azur a quant à elle commencé bien avant, vers la fin du XIX^{ème} siècle. Dès les années 1970, ce littoral apparaissait déjà saturé.

La réduction de la distribution des dunes blanches méditerranéennes, bien que probablement importante, ne semble pas avoir dépassé 50 % depuis 1750.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

La catégorie Vulnérable (VU) est attribuée à l'écosystème « dunes blanches méditerranéennes » selon le critère A.

■ Critère B : Distribution spatiale restreinte

B.1 Zone d'occurrence (km²)

La zone d'occurrence (EOO) des dunes blanches méditerranéennes s'étend sur plus de 50 000 km² et comprend l'ensemble des cordons dunaires languedociens, de Corse et des quelques stations du littoral provençal (Figure 54).

B.2 Zone d'occupation (maille 10x10 km)

La zone d'occupation (AOO) de cet écosystème serait quant à elle de près de 45 mailles de 10x10 km (Figure 54). Cependant, une cartographie plus précise permettrait d'identifier les sites effectivement occupés par les dunes blanches méditerranéennes ainsi que les mailles occupées à plus de 1 %. Ce niveau de précision est d'autant plus souhaitable que cet écosystème est de faible étendue, et n'occupe probablement pas une proportion importante des mailles recensées.

B.3 Nombre de localités

Le nombre de localités est déterminé par rapport à la menace principale de cet écosystème, à savoir l'artificialisation du littoral. Cette menace étant localisée au niveau des communes, le nombre de localités est donc bien supérieur à 5. Il peut également

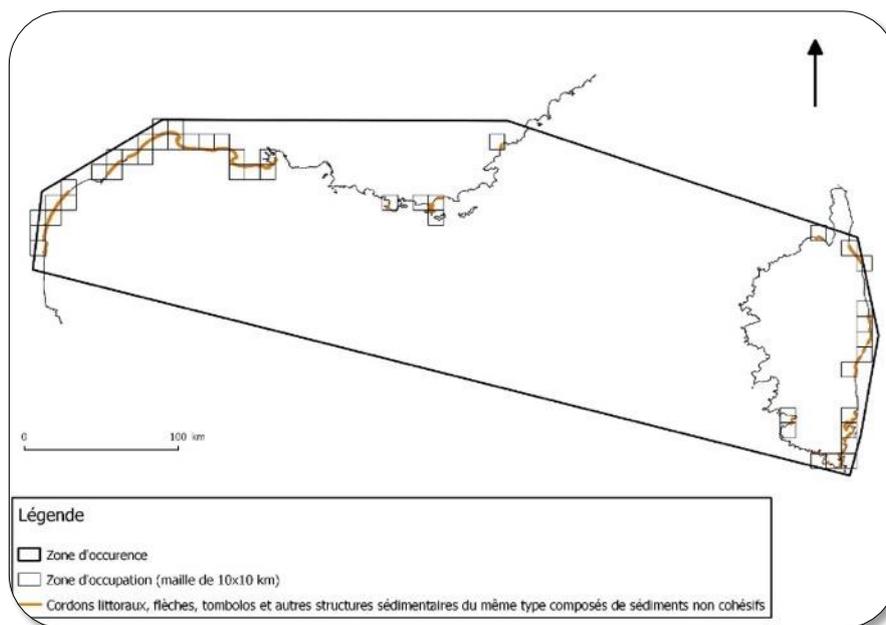


Figure 54 : Zone d'occurrence et zone d'occupation des cordons littoraux méditerranéens (EUROSION, 2004)

être fixé par rapport au nombre de cellules sédimentaires définies sur le littoral méditerranéen français en lien avec les phénomènes d'érosion, soit 27.

Déclin continu ou menace imminente

D'après les experts consultés pour l'évaluation, il ne subsisterait quasiment aucune localité où la mobilité des dunes blanches aurait été préservée. Cette dégradation du fonctionnement du système dunaire est la source d'un déclin continu à venir pour les dunes blanches méditerranéennes de France. La valeur d'AOO inférieure à 50 mailles permet alors l'attribution de la catégorie Vulnérable.

La catégorie Vulnérable (VU) est attribuée à l'écosystème « dunes blanches méditerranéennes » selon le critère B.

■ Critère C : Dégradation de l'environnement abiotique

C.1 Modification d'une variable abiotique au cours des 50 dernières années

Au cours des 50 dernières années, la dynamique sédimentaire des écosystèmes dunaires a été extrêmement perturbée par les activités humaines. Les apports de sédiments ont en effet été considérablement réduits tandis que leur déplacement le long des côtes a été fortement contraint. L'artificialisation des cordons dunaires a de plus fortement limité la capacité de déplacement de la dune mobile, favorisant l'évacuation des sédiments vers le large plutôt que leur stockage.

Nous pouvons considérer que la totalité des cordons dunaires hébergeant des dunes blanches ont été affectées par des modifications de leur fonctionnement, et notamment en raison de la suppression du caractère mobile des dunes blanches du fait de l'artificialisation des arrières-dunes (habitations, routes, etc.). La sévérité relative peut quant à elle être estimée comme au moins supérieure à 50 %, cette modification entraînant à long terme une dégradation inévitable de l'écosystème.

Ce sous-critère classe l'écosystème en En Danger (EN).

C.2a Modification d'une variable abiotique estimée au cours des 50 prochaines années

Les changements climatiques en cours contribuent à une élévation progressive du niveau de la mer ainsi qu'à l'augmentation de la fréquence des tempêtes. Ces deux phénomènes ne feront qu'amplifier les processus d'érosion. De plus, la restauration à large échelle de la mobilité des cordons dunaires semble *a priori* improbable au cours des 50 prochaines années.

Les experts estimant par conséquent que la dégradation de l'écosystème est inévitable à long terme, les valeurs d'étendue concernée et de sévérité relative retenues pour ce sous-critères sont les mêmes que pour C1. La sévérité relative de l'érosion côtière sur les dunes mobiles au cours des 50 prochaines années pourrait également être calculée en rapportant les vitesses de recul du trait de côte mesurées actuellement à la largeur moyenne des cordons dunaires concernés, mais ces données ne sont pas connues.

Ce sous-critère classe l'écosystème en En Danger (EN).

C.2b Modification d'une variable abiotique estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

Les dégradations environnementales affectant les dunes blanches méditerranéennes au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur sont les mêmes que celles décrites pour les sous-critères C.1 et C.2a. Nous retenons que l'ensemble de l'écosystèmes est concerné par une modification environnementale dont la sévérité relative est supérieure à 50 %.

Ce sous-critère classe l'écosystème en En Danger (EN).

C.3 Modification d'une variable abiotique depuis une référence historique (≈1750)

Brunel (2010) montre dans son étude que le bilan sédimentaire global de la côte languedocienne sur la période 1895-1984 est fortement déficitaire (-1 222 800 m³) et que l'ensemble de ce littoral a connu un recul moyen de 7 m au cours de cette période (Figure 55).

Si l'on considère l'ensemble des modifications de l'environnement physique des dunes blanches méditerranéennes (perturbation du transit sédimentaire, réduction des apports et augmentation du déficit sédimentaire, perturbation des régimes hydrologiques, etc.) et en considérant un état historique optimal, l'ensemble de l'écosystème est concerné par une modification de variable abiotique d'une sévérité supérieure à 50 % (mi-chemin de l'effondrement).

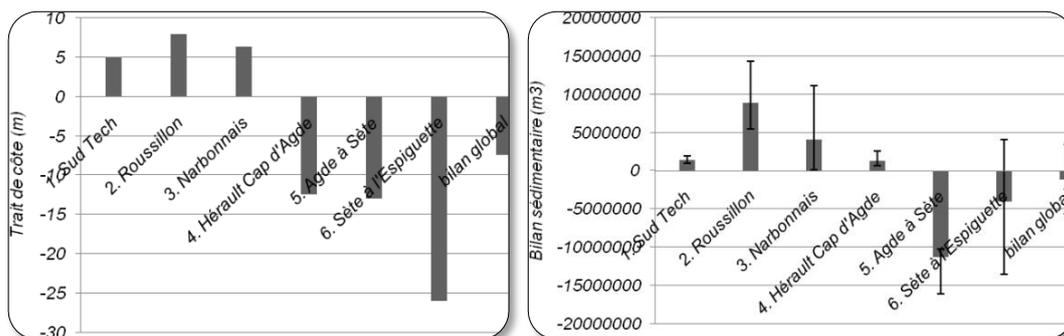


Figure 55 : Évolution moyenne du trait de côte du Languedoc- Roussillon entre 1895 et 1989 et Bilan sédimentaires nets entre 1895 et 1984, par unités sédimentaires (Brunel, 2010)

Ce sous-critère classe l'écosystème en Vulnérable (VU).

La catégorie En Danger (EN) est attribuée à l'écosystème « dunes blanches méditerranéennes » selon le critère C.

■ Critère D : Perturbation des processus et interactions biotiques

D.1 Modification d'une variable biotique au cours des 50 dernières années

La dune mobile apparaît comme l'écosystème le plus important pour garantir l'intégrité écologique de l'ensemble du cordon dunaire ainsi sa résilience face aux perturbations. Or ces dunes apparaissent fortement dégradées en France, d'une part parce que la fixation du trait de côte par l'artificialisation des arrière-dunes altère la dynamique du cordon dunaire, et d'autre part parce que les littoraux sableux méditerranéens apparaissent globalement surfréquentés. La fréquentation estivale des littoraux méditerranéens est en effet à l'origine de perturbations sévères des interactions biotiques au sein de cet écosystème. Le piétinement ou le passage de véhicules créent des couloirs de déflation au sein du système dunaire qui déstabilisent la dune mobile, amplifient l'érosion et altère l'expression de la végétation de la dune fixée. Certaines espèces végétales sensibles au piétinement sont détruites ou en forte régression (mise à nu du système racinaire, ensablement). Il en est de même pour certaines espèces animales, notamment d'oiseaux, pour lesquels le dérangement provoque la chute de leur taux de reproduction.

Une étude réalisée par l'EID Méditerranée sur 47 sites dunaires en région Languedoc-Roussillon estime ainsi que 38 % des dunes vives encore observées présentent un état dégradé vis-à-vis de l'organisation de leurs communautés végétales, et 47 % un état moyen (EID Méditerranée, 2011). Un état dégradé, comparativement à un état moyen ou un état optimal, peut correspondre à une sévérité relative supérieure à 50 %.

Dans la mesure où près de 30 % des dunes vives languedociennes ont été totalement artificialisées, que de nombreux cordons dunaires situés à proximité de centres urbains touristiques n'ont pas été évalués dans cette étude et que les cordons dunaires de Camargue et de Corse sont également fortement perturbés, nous pouvons estimer que plus de 50 % des dunes blanches méditerranéennes de France sont dans un état dégradé. Par ailleurs, l'état de conservation des « structures et fonctions » de l'habitat 2110 à l'échelle de la région biogéographique méditerranéenne a été évalué, à dire d'expert, comme « défavorable inadéquat ».

Ce sous-critère classe l'écosystème en Vulnérable (VU).

D.2a Modification d'une variable biotique estimée au cours des 50 prochaines années

Pour assurer un bon état de conservation des dunes mobiles méditerranéennes, certains cordons dunaires ont fait l'objet de travaux de restauration tandis que la gestion de la fréquentation devient globalement plus respectueuse des enjeux écologiques et mieux canalisée. Les résultats obtenus semblent satisfaisants, malgré un manque de recul sur le bilan à long terme de ces initiatives.

Il n'est cependant pas possible d'anticiper les politiques qui pourront être mises en œuvre à l'avenir à plus large échelle, et donc d'estimer la superficie de l'écosystème qui pourrait être soustraite à la menace d'une fréquentation mal gérée. Surtout, la tendance de dégradation semble difficilement renversable à long terme. Il existe cependant trop peu de données concernant l'état écologique des dunes blanches et de leurs communautés d'espèces, notamment animales, pour évaluer leur vulnérabilité au cours des 50 prochaines années.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

D.2b Modification d'une variable biotique estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

Les menaces sont les mêmes que celles décrites pour les sous-critères D.1 et D.2a. La dune vive étant un écosystème relativement résilient si des mesures efficaces sont prises et l'évolution à court terme de son intégrité écologique reste imprévisible.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

D.3 Modification d'une variable biotique depuis une référence historique (≈ 1750)

Les principales dégradations des dunes vives méditerranéennes ne sont constatées que depuis les années 1960. Nous pouvons ainsi supposer que cet écosystème se trouvait dans un état « naturel » à une date proche de 1750. Depuis cette époque, il apparaît que bien plus de la moitié des cordons dunaires méditerranéens se trouve en France dans un état de dégradation avancée mais, faute de données précises, nous préférons ne pas renseigner ce critère.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

La catégorie Vulnérable (VU) est attribuée à l'écosystème « dunes blanches méditerranéennes » selon le critère D.

■ Critère E : Analyse quantitative (modélisation) estimant la probabilité d'effondrement de l'écosystème

Il n'existe pas de modélisation de l'écosystème des dunes blanches qui permettent d'estimer la probabilité d'effondrement de l'écosystème.

La catégorie Données-Insuffisantes (DD) est attribuée à l'écosystème « dunes blanches méditerranéennes » selon le critère E.

■ Bilan de l'évaluation des dunes blanches méditerranéennes en France

Critère	Sous-critère	Statut
A : Réduction de la distribution spatiale	A.1 : 50 dernières années	NT
	A.2a : 50 prochaines années	VU
	A.2b : 50 ans incluant le passé, le présent et le futur	VU
	A.3 : Depuis une référence historique (≈1750)	DD
B : Distribution spatiale restreinte	B1. Zone d'occurrence	LC
	B2. Zone d'occupation	VU
	B3. Nombre de localités	LC
C : Dégradation de l'environnement abiotique	C.1 50 dernières années	EN
	C.2a 50 prochaines années	EN
	C.2b 50 ans incluant le passé, le présent et le futur	EN
	C.3 Depuis une référence historique (≈1750)	VU
D : Perturbation des processus et interactions biotiques	D.1 50 dernières années	VU
	D.2a 50 prochaines années	DD
	D.2b 50 ans incluant le passé, le présent et le futur	DD
	D.3 Depuis une référence historique (≈1750)	D
E : Analyse quantitative (modélisation) estimant la probabilité d'effondrement de l'écosystème		DD
Statut de l'écosystème	EN	

■ Fiabilité de l'évaluation

Moyenne (les données quantitatives ne sont pas toujours disponibles mais il existe une bibliographie plutôt complète et de nombreux experts).

■ Évaluateur

Comité français de l'UICN (Magali Rossi, Aurélien Carré)



Bilan et interprétation de l'évaluation

La dune blanche serait l'écosystème le plus important du cordon dunaire pour garantir son intégrité écologique et sa résilience. La disponibilité en sédiments et la mobilité de la dune blanche sont donc des facteurs essentiels pour permettre au cordon dunaire d'accompagner les mouvements d'accrétion ou d'érosion littorale. Or, depuis les années 1960, de nombreuses dunes blanches méditerranéennes ont été urbanisées, artificialisées et aménagées pour accueillir le développement de l'activité touristique estivale.

Outre la disparition pure et simple de l'écosystème, le volume de sable que les dunes mobiles représentent est alors complètement ou en partie soustrait à la dynamique sédimentaire de ces littoraux sableux. Les dunes blanches qui n'ont pas été artificialisées sont également aujourd'hui en grande majorité adossées à des infrastructures anthropiques (routes, parkings, zones urbaines, etc.), ce qui bloque totalement la mobilité du sable vers l'intérieur des terres et par conséquent la capacité du cordon dunaire à stocker ce sable et à se déplacer au grès des phases d'accrétion et d'érosion. L'érosion côtière s'en trouve, dans tous les cas, accentuée. Enfin, les dunes mobiles méditerranéennes sont aujourd'hui soumises à une intense et toujours croissante fréquentation touristique estivale, qui déstructure voire détruit totalement l'organisation spontanée des communautés végétales caractéristiques de cet écosystème mais également celle des écosystèmes adjacents. Cette déstructuration de la végétation est également un facteur d'accentuation des phénomènes d'érosion.

Nous savons que 30 % du littoral languedocien, essentiellement sableux, est aujourd'hui artificialisé. Et si aucune donnée ne permet de quantifier précisément la régression historique des dunes blanches à l'échelle des côtes méditerranéennes françaises, elle est probablement du même ordre de grandeur. Cette régression sera d'autant plus importante à l'avenir (Vulnérable, A2a) que les spécialistes de ces écosystèmes estiment la perte de mobilité des dunes blanches méditerranéennes comme un phénomène irréversible dans la plupart des cas, et qui, à long terme, condamne ces écosystèmes (En Danger, C1 et C2). Les connaissances des experts et les données de terrain disponibles permettent également d'estimer que la majorité des dunes blanches des côtes méditerranéennes françaises présentent un état de dégradation avancé, notamment au niveau de la structuration de leurs communautés végétales, en raison de leur intense fréquentation (Vulnérable, D1).

Les dunes blanches méditerranéennes françaises sont par conséquent évaluées En Danger (EN) selon la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN. Les infrastructures anthropiques bloquent en effet toute mobilité des cordons dunaires vers l'intérieur des terres, tandis que la tendance des littoraux sableux méditerranéens est à un déficit sédimentaire de plus en plus prononcée. La mise en œuvre de mesures drastiques et efficaces pourrait cependant entraîner une réduction rapide de cette vulnérabilité.



Références

Rédacteurs de la fiche d'évaluation DHFF : Olivier Argagnon / Julie Reymann / Virgile Noble

- Audouit C., 2008a.** *L'étude de la fréquentation et de ses impacts sur le littoral languedocien*, Thèse de l'Université Montpellier III – Paul Valéry, 474 p.
- Audouit C., 2008b.** *Les enjeux patrimoniaux du littoral : étude de fréquentation et des impacts des Aresquières à Villeneuve-Les-Maguelone*, Revue de l'économie méridionale, vol.55 (n°219), pp. 175-196.
- Bardat J., Bioret F., Botineau M., Boulet V., Delpech R., Géhu J.-M., Touffet J., 2001.** *Prodrome des végétations de France*. MNHN, 143 p.
- Bellan-Santini D., Lacaze J. C., Poizat C., 1994.** *Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée : synthèse, menaces et perspectives*. Muséum National d'Histoire Naturelle, 298 p.
- Bensettiti F., Bioret F., Roland J., Lacoste J. P. (coord). 2004.** « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 2 - Habitats côtiers. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation Française, Paris, 399 p. + cédérom.
- Bigot L., Picard J., Roman M.-L., 1982** *Contribution à l'étude des peuplements des invertébrés des milieux extrêmes, 1) La plage et les dunes vives de l'Espiguette (Grau-du-Roi, Gard)*, Ecologia Mediterranea, Tome VIII (fascicule 3), Marseille, pp. 3-30.
- Bissardon M., Guibal L., Rameau J.-C., 1997.** CORINE biotopes. Version originale. Types d'habitats français. ENGREF, MNHN, 175 p.
- Carboni M., Santoro R., Acosta A.-T.-R., 2010.** *Are some communities of the coastal dune zonation more susceptible to alien plant invasion?* Journal of Plant Ecology, Vol: 3, n°2, pp. 139-147.
- CGDD., 2011.** *Impacts à long terme du changement climatique sur le littoral métropolitain*, Collection « Etudes et documents », série « Prospective », 76 p.
- Ciccarelli D., 2014.** *Mediterranean Coastal Sand Dune Vegetation: Influence of Natural and Anthropogenic Factors*, Environmental Management, 54, pp. 194-204.
- Davies C. E., Moss D., O Hill M., 2004.** *Eunis habitat classification revised 2004*. European Environment Agency, 307 p.
- Defeo O., McLachla A., Schoeman D.-S., Schlacher T.-A., Dugan J., Jones A., Lastra M., Scapini F., 2008.** *Threats to sandy beach ecosystems: A review*, Estuarine, Coastal and Shelf Science (81), pp. 1-12.
- Del Vecchio S., Prisco I., Acosta A.T. R., Stanisci A., 2015.** *Changes in plant species composition of coastal dune habitats over a 20-year period*, AoB PLANTS 7, 10 p.
- EID Méditerranée, 2011.** *Phase 2 & 3 – Nettoyage de plage, Module 2 : Stratégie d'adaptation, Action 3 : Le nettoyage des plages, problèmes et solutions*. CPER 2007-2013 : Gérer durablement le Littoral – Etudes stratégiques et prospectives sur l'évolution des risques littoraux, 36 p.
- Géhu J.-M., 1995.** *Résumé typologique des milieux littoraux de France – Schéma synoptique hiérarchisé des végétations côtières (document provisoire)*, 71 p.
- Gervais M., 2012.** *Impacts morphologiques des surcotes et vagues de tempêtes sur le littoral méditerranéen*. Thèse de l'Université de Perpignan Via Domitia (UPVD), 370 p. + annexes.
- Heurtefeux H., Richard P., 2010.** *Inventaire et évaluation des écosystèmes dunaires et des aménagements de protection douce sur le littoral du Languedoc-Roussillon*. CPER 2007-2013. Gérer Durablement Le Littoral -Études Stratégiques et Prospectives Sur L'évolution Des Risques Littoraux, EID Méditerranée, 48 p.
- Jaulin S., Soldati F., 2005.** *Les dunes littorales du Languedoc-Roussillon*. Guide méthodologique d'évaluation de leur état de conservation à travers l'étude des cortèges spécialisés de coléoptères. OPIE/DREAL LR, 58 p.
- Lenôtre N., 2009.** *Pour une gestion dynamique du littoral*, Responsabilité & Environnement, n°56, pp. 80-89.
- Louvel J., Gaudillat V., Poncet, 2013.** *EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française*. Habitats terrestres et d'eau douce, MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.
- Marcantonio M., Rocchini D., Ottaviani G., 2014.** *Impacts of alien species on dune systems: a multifaceted approach*, Biodiversity Conservation, n°23, pp. 2645-2668.
- Médail F., Cheylan G., Ponel P., 2013.** *Dynamique des paysages et de la biodiversité terrestres du Parc national de Port-Cros (Var, France) : enseignements de cinquante années de gestion conservatoire*. Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park, 262(27), pp. 171-262.
- Paradis G., 2014.** *Végétation et géomorphologie du littoral sablo-graveleux de la Corse – Essai de synthèse*, A.S.T.E.R.E, 331 p.
- Paradis G., Piazza C., Pozzo di Borgo M.-L., 2004.** *La végétation dunes de Villata et Pinarellu (sud-est de la Corse), sites proposés pour le réseau Natura 2000*. Bulletin de La Société Botanique Du Centre-Ouest, Nouvelle série (35), pp. 139-219.
- Paradis G. et Piazza C., 2011.** *Biodiversité végétale de cinq sites sableux et graveleux du golfe de Valinco (Corse)*, Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest, N.S., Tome 42, pp. 85-128.

- Parisod C., 2006.** *Flore du littoral : description et conservation de la plage roussillonnaise*, adapté de Parisod & Baudière (2006), *Flore du littoral sableux : description et conservation de la plage roussillonnaise en tant que théâtre écologique de l'évolution*. Bulletin de la Société vaudoise des Sciences Naturelles (90), pp. 47-62.
- Piazza C., Paradis G., 1997.** *Essai de présentation synthétique des groupements végétaux de la classe des Euphorbio-Ammophiletea du littoral de la Corse*, Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest, N.S., tome 28, pp. 119-158.
- Samat O., 2007.** *Efficacité et impact des ouvrages en enrochement sur les plages microtidales. Le cas du Languedoc et du delta du Rhône*. Thèse de l'Université Aix-Marseille I, 343 p. + annexes.
- SDAGE RMC, 2005.** *Guide technique n°9, Connaissance et gestion de l'érosion du littoral*. Bassin Rhône Méditerranée et Bassin de Corse, 55 p.
- Soldati F., Jaulin S., 2002.** *Etude de la faune invertébrée des milieux halophiles du littoral du Languedoc-Roussillon : Coléoptères Carabiques, Scarabaeoidea et Tenebrionidae des complexes dunaires littoraux*, Tome I, OPIE Languedoc-Roussillon, 52 p.
- Suarez S., 2010.** *La question du bilan sédimentaire des côtes d'accumulation. Rôle des forçages naturels et anthropiques dans les processus morphodynamiques analysés à partir de quelques exemples pris en Méditerranée et en Bretagne*. Mémoire de recherche de l'Université de Caen – Basse Normandie, 220 p.
- Ullman A., 2008.** *Surcotes dans le Golfe du Lion et conditions atmosphérique : variabilité contemporaines et future (1900-2100)*, Thèse de Géographie de l'Université de Provence – Aix-Marseille I, 334 p.

Dunes grises méditerranéennes



Présentation et distribution géographique

Cet écosystème se développe théoriquement en arrière de toutes les dunes mobiles méditerranéennes. Cependant, à l'inverse des dunes mobiles à Oyat, les garrigues et pelouses des dunes côtières fixées sont abondantes sur le littoral corse et plus ponctuelles sur les cordons dunaires du Golfe du Lion et de Camargue. Elles sont également particulièrement rares à l'est de Marseille (presqu'île de Giens et Ramatuelle, dans le Var) (Bensettiti *et al.*, 2004 ; évaluations communautaires 2006 et 2013).

Aucune cartographie précise de cet écosystème n'est cependant disponible à l'heure actuelle. La présence potentielle de dunes blanches méditerranéennes peut être déduite en recoupant la distribution des cordons dunaires (Figure 11) et les points de présence d'espèces caractéristiques de l'écosystème (Figure 56). De plus, l'évaluation de l'état de conservation de l'habitat 2210 « Dunes fixées du *Crucianellion* » donne une estimation de sa surface couverte entre 3,92 km² et 36,7 km², et entre 0,08 km² et 10,9 km² pour l'habitat 2220 « Dunes avec pelouses des *Malcolmietalia* ».

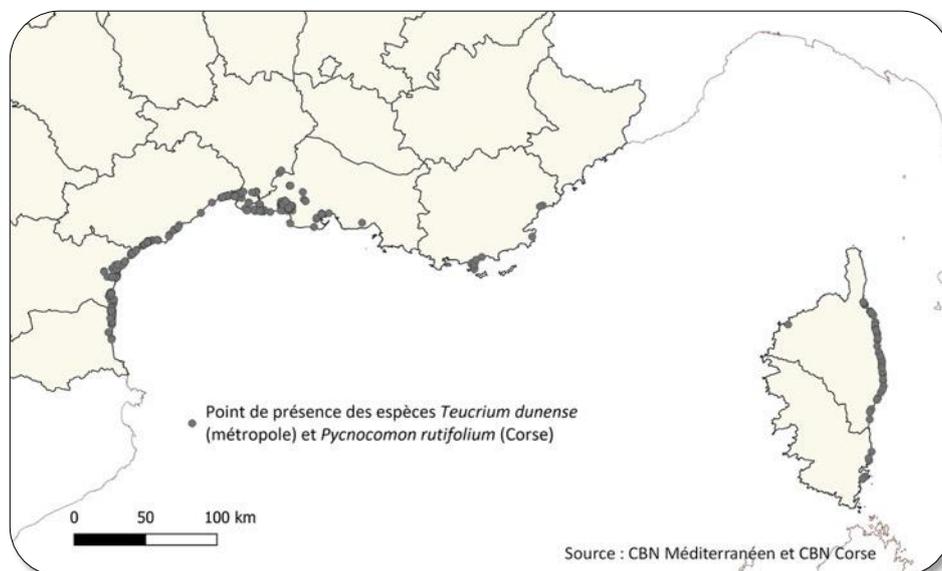


Figure 56 : Points de présence d'espèces caractéristiques des dunes grises méditerranéennes (© CBN méditerranéen et CBN Corse)



Classification

■ EUNIS / Corine biotopes

Nous retenons pour l'écosystème « Dunes grises méditerranéennes », les unités présentées dans le Tableau 12.

Tableau 12 : Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème « Dunes grises méditerranéennes » (Davies *et al.*, 2004 ; Louvel *et al.*, 2013)

Code	Intitulé	Description
B1.4	Pelouses des dunes côtières fixées (dunes grises)	Dunes fixées ou semi-fixées des côtes des zones boréale, némorale, steppique, méditerranéenne et des zones humides chaudes et tempérées. Avec des communautés de prairies pérennes, de prairies parsemées de chaméphytes, de mégaphorbiaies, de sous-arbrisseaux ou de succulentes qui les stabilisent, ainsi que des communautés de thérophytes pouvant occuper les clairières de prairie.
B1.43	Dunes grises fixées méditerranéo-atlantiques	Dunes fixées de la Méditerranée centrale et occidentale et des côtes thermo-atlantiques du Portugal, de l'Espagne sud-occidentale et d'Afrique du Nord, colonisées par des communautés composées principalement d'espèces arbustives, avec <i>Crucianella maritima</i> , <i>Artemisia crithmifolia</i> , <i>Armeria pungens</i> , <i>Armeria welwitschi</i> , <i>Helichrysum decumbens</i> , <i>Helichrysum italicum</i> , <i>Teucrium spp.</i> , <i>Ephedra distachya</i> , <i>Pancratium maritimum</i> et <i>Ononis natrix ssp. ramosissima</i> . Communautés de <i>Crucianellion maritimae</i> et <i>Ononidion ramosissimae</i> .
B1.47	Communautés de fines herbacées annuelles dunaires	Formations pionnières éparées de fines herbacées riches en thérophytes de printemps, caractéristiques des sols oligotrophes et superficiels des systèmes de dunes grises de l'Atlantique et de la Méditerranée.
B1.48	Communautés de thérophytes des sables dunaires profonds du domaine Thétyen	Communautés de thérophytes des côtes du bassin méditerranéen et de l'Atlantique subtropical, colonisant des sables profonds dans les éclaircies de communautés vivaces des systèmes dunaires fixés ou semi-fixés, et parfois dans des dépressions des dunes blanches, avec par exemple plusieurs espèces de <i>Malcolmia</i> .
B1.49	Pelouses xériques des dunes méditerranéennes	Communautés de thérophytes des sables fixés, superficiels, calcaires, des systèmes dunaires côtiers du bassin méditerranéen.

L'unité EUNIS B1.4 correspond à l'unité 16.22 de Corine Biotopes (Bissardon *et al.*, 1997).

■ Types d'habitats d'intérêt communautaire (Bensettiti *et al.*, (coord), 2001)

Les dunes fixées méditerranéennes incluent :

- L'habitat élémentaire 2210.1 : « Dunes fixées du littoral méditerranéen du *Crucianellion maritimae* », décliné de l'habitat générique 2210 « Dunes fixées du littoral du *Crucianellion maritimae* » ;
- L'habitat élémentaire 2230.1 : « Pelouses dunales des *Malcolmietalia* », décliné de l'habitat générique 2230 « Dunes avec pelouses des *Malcolmietalia* ».

■ Classification phytosociologique (Bardat *et al.*, 2004)

« Ourlets du *Crucianellion* » :

- **Classe** : *Euphorbio paraliae-Ammophiletea australis*
 - **Ordre** : *Ammophiletalia australis*
 - **Alliance** : *Crucianellion maritimae*
 - **Alliance** : *Helichryson italicum*

« Pelouses des Malcolmietalia » :

- **Classe** : *Helianthemetea guttati*
 - **Ordre** : *Malcolmietalia ramosissimae*
 - **Alliance** : *Maresio nanae-Malcolmion ramosissimae*
 - **Alliance** : *Laguro ovati-Vulpion fasciculatae*

■ IUCN Habitats classification scheme (Version 3.1)

Cet écosystème appartient à l'unité 13.3 « Coastal Sand Dunes ».



Description

Les dunes fixées et semi-fixées se trouvent en arrière des dunes mobiles, protégées par celles-ci de l'ensablement et de l'action de la mer. Ces conditions favorisent l'enrichissement du substrat et ainsi le développement d'une communauté végétale plus diverse. Ces dunes fixées méditerranéennes se caractérisent souvent par une végétation basse et semi-ouverte structurée autour de la Crucianelle maritime, appelée ourlets du *Crucianellion*. C'est par ailleurs la couleur grise de cette plante buissonnante qui donne aux dunes fixées l'appellation de « dunes grises » (Parc National de Port Cros, 2014). La composition du couvert végétal de ces garrigues arrière-dunaires présente cependant de nombreuses variations en fonction de la nature, du degré de stabilisation et de l'enrichissement du substrat. Elles se trouvent également en mosaïque avec des pelouses pionnières, notamment les pelouses des *Malcolmietalia*, qui colonisent les dépressions et les éclaircies de la dune fixée.

Les dunes grises méditerranéennes se composent de différents groupements végétaux bloqués à un stade de pelouse ou de garrigue basse. Les pelouses pionnières dominées par la Malcolmie à petite fleur et la Malcolmie rameuse colonisent ainsi les dépressions et les secteurs où le sable a été remanié, tandis que les garrigues basses et semi-ouvertes à Crucianelle maritime sont restreintes aux zones abritées où le substrat est plus stabilisé.

■ Biote indigène caractéristique

Végétation

Garrigues des dunes semi-fixées

La végétation des dunes grises se développe en arrière de la dune mobile à Oyat. La formation végétale la plus caractéristique de ces dunes fixées est l'habitat « ourlet du *Crucianellion* », structuré autour de la Crucianelle maritime (*Crucianella maritima*). Ces ourlets ont l'aspect de garrigues et de fruticées basses (< 30 cm) et mono-strates, dont le recouvrement n'est jamais total (Figure 57).

Cette végétation se compose essentiellement de chamaephytes (plante vivace dont les bourgeons sont situés entre 10 et 50 cm du sol) mais comprend également quelques hémicryptophytes (bourgeons au niveau du sol) et annuelles. La composition de ces communautés varie cependant selon la stabilité, la topographie et la granulométrie du substrat.

Sur le continent, la Crucianelle maritime s'associe à diverses espèces vivaces (Tableau 13). Elle s'associe notamment à la Malcolmie littorale (*Malcolmia littorea*) et l'Éphédra à deux épis (*Ephedra distachya*) sur des substrats stabilisés (Figure 58), ou à l'Œillet catalan (*Dianthus catalaunicus*) et le Corynéphore (*Corynephorus canescens*) sur des substrats graveleux et plats (Figure 59). Il existe également des communautés végétales associant la Crucianelle maritime à l'Immortelle commune (*Helichrysum stoechas*, Figure 60), ou encore à la Germandrée des dunes (*Teucrium dunense*) et l'Armoise champêtre (*Artemisia campestris*).

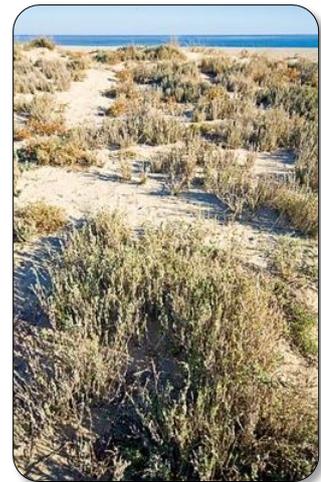


Figure 57 : Dune fixée à *Crucianella maritima*, Camargue (© A. Lagrave)



Figure 58 : *Ephedra distachya* (©EID Méditerranée)



Figure 59 : Dune fixée à *Dianthus*, Pyrénées-Orientales (© A. Lagrave)

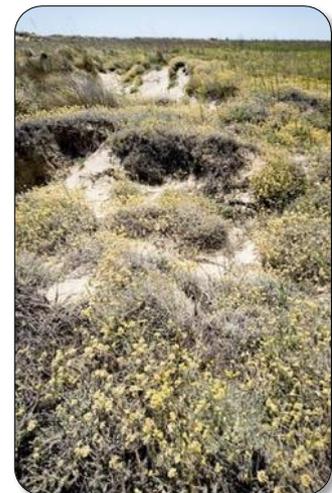


Figure 60 : Dune fixée à *Helichrysum*, Camargue (© A. Lagrave)

Tableau 13 : Espèces indicatrices et associations phytosociologiques des dunes grises continentales en fonction du type de milieu (Bensettiti et al., 2004)

Substrat	Espèces indicatrices	Alliance	Association
Dunes présentes en Languedoc-Roussillon et PACA			
Semi-stabilisé	Malcolmie littorale (<i>Malcolmia littorea</i>), Anthémis maritime (<i>Anthemis maritima</i>), Giroflée des dunes (<i>Matthiola sinuata</i>), Immortelle commune (<i>Helichrysum stoechas</i>)		<i>Malcolmia littorea</i> - <i>Crucianellum maritimae</i> <i>Malcolmia littorea</i> - <i>Helichrysetum stoechadis</i>
Fixé et stable	Malcolmie littorale (<i>Malcolmia littorea</i>), Éphédra à deux épis (<i>Ephedra distachya</i>), Germandrée des dunes (<i>Teucrium dunense</i>), Armoise champêtre (<i>Artemisia campestris</i>)	<i>Crucianellion maritimae</i>	<i>Malcolmia littorea</i> - <i>Ephedretum distachyae</i> <i>Artemisio glutinosae</i> - <i>Holoschoenetum romani</i>
Sables graveleux	Œillet catalan (<i>Dianthus catalaunicus</i>), Corynéphore (<i>Corynephorus canescens</i>)		<i>Diantho catalonici</i> - <i>Corynephorum canescens</i>
Graviers	Œillet catalan (<i>Dianthus catalaunicus</i>), Éphédra à deux épis (<i>Ephedra distachya</i>)		<i>Diantho catalonici</i> - <i>Ephedretum distachyae</i>

En Corse, les ourlets littoraux des sables fixés et semi-fixés se caractérisent par des groupements végétaux différents selon la façade concernée. La Crucianelle maritime est ainsi absente des quelques dunes fixées de la façade occidentale, dominées par l'Immortelle d'Italie (*Helichrysum italicum*). Celle-ci s'associe notamment à la Scrofulaire rameuse (*Scrophularia ramosissima*) ou le Ciste à feuilles de Sauge (*Cistus salviifolius*) (Figure 61). Ces communautés sont rattachées à l'alliance *Helichryson italicum*.

Sur les cordons gravo-caillouteux de Corse orientale, notamment les terrasses fluvio-marines littorales, la Crucianelle maritime est bien présente (alliance du *Crucianellion maritimae*) et s'associe à l'Immortelle d'Italie (*Helichrysum italicum*), l'Euphorbe pin (*Euphorbia pithyusa*), l'Éphédra à deux épis (*Ephedra distachya*) ou la Scrofulaire rameuse (*Scrophularia ramosissima*), ainsi qu'à la Scabieuse à feuilles de rue (*Pycnocomon rutifolium*) (Piazza et Paradis, 1998 ; Paradis, 2014).

Des landes à Genêt se développent également sur les arrière-cordons littoraux anciennement pâturés, où le Genêt de Salzmann (*Genista salzmannii*) se trouve en mosaïque avec la Scrofulaire rameuse (*Scrophularia ramosissima*) (Figure 62), et le Genêt de Corse (*Genista corsica*) avec l'Immortelle d'Italie (*Helichrysum italicum*) (Piazza et Paradis, 1998).

L'Armérie piquante (*Armeria pungens*), évaluée Vulnérable (VU) sur la Liste rouge de la Flore vasculaire de France métropolitaine, caractérise quant à elle un type d'ourlet du *Crucianellion* (Figure 63) dont l'aire de répartition est limitée au sud

de la Corse (région de Bonifacio et île Piana, réserve naturelle des Bouches de Bonifacio, Bensettiti *et al.*, 2004 ; UICN France *et al.*, 2012 ; Piazza et Paradis, 2014).



Figure 61 : Dune fixée à *Cistus salviifolius* (© A. Lagrave)



Figure 62 : Dune fixée à *Genista salzmannii* et *Scrophularia ramosissima* (© A. Lagrave)



Figure 63 : Dune fixée à *Armeria pungens* (© A. Lagrave)

Pelouses pionnières des sables meubles

À la fin de l'hiver et au printemps, sur les sites littoraux où la végétation vivace des ourlets a pu subir des perturbations, des communautés d'espèces annuelles se développent et occupent les espaces entre les pieds subsistants des espèces pérennes. Cette végétation, dite secondaire, forme une sorte de « voile de substitution » à la végétation originelle (Paradis, 2014). Les ourlets du *Crucianellion* se trouvent ainsi en mosaïque avec des pelouses pionnières dont les plus représentatives sont les pelouses des *Malcolmietalia*. Ces pelouses se caractérisent par une végétation herbacée assez rase, monostrate et ouverte où persistent des zones de sable nu entre les plantes. Ces pelouses peuvent être observées sur la quasi-totalité du cordon dunaire mais elles sont les plus développées sur la dune grise (Gomez-Serrano et Sanjaume, 2009).

Essentiellement composées d'espèces annuelles, les groupements végétaux caractéristiques de ces pelouses varient selon leur position (haut de plage et premiers revers ou position interne) mais également selon la richesse du milieu (oligotrophe à subnitrophile) et la nature du substrat (sables fins, sables grossiers, graviers et terrasses, placages). L'état de dégradation du milieu importe également, favorisant par exemple l'apparition de clairières d'avant-dunes altérées, dominées en Corse par la *Vulpie fasciculée* (*Vulpia fasciculata*, Figure 64).



Figure 64 : Pelouse des *Malcolmietalia* et *Vulpia fasciculata*, Corse (© A. Lagrave)



Figure 65 : Pelouse des *Malcolmietalia* et *Cutandia maritima*, Corse (© A. Lagrave)

La plupart des espèces annuelles qui composent ces pelouses ont un cycle de vie très court et se reproduisent avant l'été. Les espèces les plus caractéristiques sont la Malcolmie à petite fleur (*Malcolmia paviflora*) et la Malcolmie rameuse (*Malcolmia*

ramosissima), associées à la Cutandie maritime (*Cutandia maritima*, Figure 65), au Silène de Nice (*Silene nicaensis*), à l'Ononis panaché (*Ononis variegata*), à la Pseudorlaya maritime (*Pseudorlaya maritima*), au Lotier faux-cytise (*Lotus cytisoides*), à la Matthiote triscuspide (*Matthiola tricuspidata*), à la Vulpie fasciculée (*Vulpia fasciculata*) ou encore à la Corynéphore articulée (*Corynephorus articulata*). Il existe également, sur le continent, des pelouses associant les malcolmies à la Silène conique (*Silene conica*) et au Céraiste des sables (*Cerastium semidecandrum*).

Certaines de ces espèces ont une forte valeur patrimoniale, comme la Buglosse crépue (*Anchusa crispa*), le Linaire jaune (*Linaria flava* ssp. *sardoa*), la Malcolmie rameuse (*Malcolmia ramosissima*) ou encore l'Ononis diffus (*Ononis diffusa*) (Bensettiti *et al.*, 2004 ; Heurtefeux et Richard, 2010).

Bryophytes

Les bryophytes (mousses) sont localisées sur les portions décalcifiées de la dune, zones où la teneur en carbonate a fortement diminué du fait du lessivage par les eaux de pluie. Ces tapis de "mousses" structurés autour de *Syntrichia ruralis* var. *ruraliformis* comprennent également quelques espèces de plantes à fleurs, comme par exemple *Corynephorus canescens* ou *Sedum acre*.

Faune

Avifaune

Le nombre d'espèces d'oiseaux qui fréquentent la dune grise est relativement faible et aucune n'y est directement inféodée. Cependant, quelques espèces peuvent occasionnellement y nicher. C'est notamment le cas du Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*) qui niche habituellement dans les hautes herbes de mer mais qui peut retrouver sur la dune grise les conditions nécessaires à sa reproduction : la thermorégulation de ses œufs, à moitié enterrés dans le sable, et une bonne visibilité de ses prédateurs (Gomez-Serrano et Sanjaume, 2009). Les pelouses pionnières, les éclaircies du couvert végétal et les corridors interdunaires sont les secteurs les plus propices à sa nidification.

Microfaune

Les dunes grises méditerranéennes hébergent dans l'ensemble une faune moins riche et moins originale que les dunes mobiles (Soldati et Jaulin, 2002). Le rôle de la salinité y étant négligeable, les espèces présentes ne sont en effet pas aussi spécialisées que celles qui peuplent les écosystèmes plus proches de la mer, comme les dunes blanches et les dunes embryonnaires.

Les espèces observées sur la dune grise sont pour la plupart des espèces adaptées aux substrats sableux et dont les aires de répartition sont relativement vastes. C'est notamment le cas des coléoptères *Scarites buparius*, *Scarites laevigatus* et *Brindalus porcicollis*, ou du Scarabée des dunes (*Scarabaeus semipunctatus*).

■ Milieu physique

Substrat

Les dunes grises méditerranéennes se trouvent en situation arrière-dunaire, abritées par les dunes mobiles. Les plus faibles apports de sable et la mobilité amoindrie du substrat favorisent le développement d'une végétation plus dense, elle-même favorisant la fixation du sable. Le sol sableux et profond présente une granulométrie variant du sable fin au sablo-graveleux. Il est plus ou moins enrichi en matières organiques et en débris coquilliers mais reste globalement pauvre en nutriments.

Les ourlets du *Crucianellion* se développent à l'abri de l'ensablement et de la submersion marine sur des sables semi-stabilisés, tandis que les pelouses rases sont plus résistantes à l'ensablement et se développent en majorité sur des substrats plus grossiers ou remaniés (Bensettiti *et al.*, 2004 ; Heurtefeux *et al.*, 2010).

Humidité, salinité et exposition aux vents

Protégée par les dunes mobiles, les dunes grises ne sont généralement jamais envahies par l'eau de mer mais présentent tout de même une certaine salinité du fait des embruns marins. Ces dunes constituent cependant un espace de transition entre les dunes vives, sous forte influence marine, et les espaces arrière-dunaires plus rudéraux.

La nature du sol y a ainsi une plus grande importance que la salinité (Soldati & Jaulin, 2002). Ce sol, dont la principale caractéristique est un déficit hydrique très élevé, est très peu développé et qualifié d'aridisol. La majorité des précipitations

percole en effet entre les grains de sable ou ruisselle vers les zones les plus basses et les dépressions, d'autant plus en été car les sols sableux desséchés sont très peu mouillables. La teneur en eau s'élève cependant rapidement avec la profondeur.

L'exposition aux vents et les contraintes écologiques limitent toujours le développement de la végétation à un stade herbacé ou arbustif très peu évolutif.

■ Processus et interactions clés

Dynamique de la végétation

En l'absence de perturbations, les fortes contraintes écologiques qui règnent au sein des dunes littorales bloquent la dynamique de la végétation. Les dunes grises se composent en réalité de groupements végétaux maintenus au stade de pelouses ou de garrigues qui constituent des végétations permanentes représentées par quelques associations végétales (curtasérie). Si ces groupements présentent une dynamique spatiale, ce n'est en réalité qu'en termes de forme et de superficie et non en termes de trajectoire successionnelle (Rivas-Martinez, 2005 ; Delbosc, 2015). La diversité morphologique et biologique des dunes grises est ainsi liée à l'occurrence de patches résultant des nombreuses interactions entre les facteurs environnementaux du milieu, qui amènent les différentes associations végétales à s'exprimer spatialement de manière très aléatoire.

Ceci rend cet écosystème à la fois dynamique dans l'espace mais également peu résilient, la moindre perturbation d'une variable biotique ou abiotique étant susceptible d'entraîner d'importants changements et une altération progressive de l'écosystème sur le long terme (Marcantonio *et al.*, 2014). Ainsi, la Crucianelle maritime survivant mal à l'ensablement, la déstabilisation naturelle ou anthropique du substrat (piétinement dû à des cheminements, passages de 4x4, ou autres) va provoquer sa régression au profit d'autres espèces plus résistantes. Dans un premier temps, cette déstabilisation va favoriser la dominance de la Malcolmie littorale, de l'Immortelle des sables et de l'Éphédra à deux épis (Piazza et Paradis, 1998).

Il existe également des formations altérées particulières aux Pyrénées-Orientales dominées par l'Œillet catalan. En Corse, les garrigues arrière-dunaires altérées sont dominées par l'Immortelle d'Italie, très compétitrice sur terrain dénudé, l'Éphédra à deux épis, la Scrofulaire rameuse, l'Euphorbe pin et la Scabieuse à feuilles de rue. Des perturbations répétées ou plus intenses vont quant à elles limiter le développement des espèces vivaces et favoriser l'expansion des pelouses pionnières, notamment des pelouses des *Malcolmietalia* dominées par la Vulpie fasciculée.

En conséquence des nombreuses perturbations subies par les cordons dunaires méditerranéens en France, les groupements végétaux des ourlets du *Crucianellion* intacts serait devenus très rares sur le continent (Argagnon, comm. pers.).

La Figure 66 présente de manière schématique le fonctionnement global de l'écosystème, ainsi que l'impact des principales menaces identifiées ci-après.

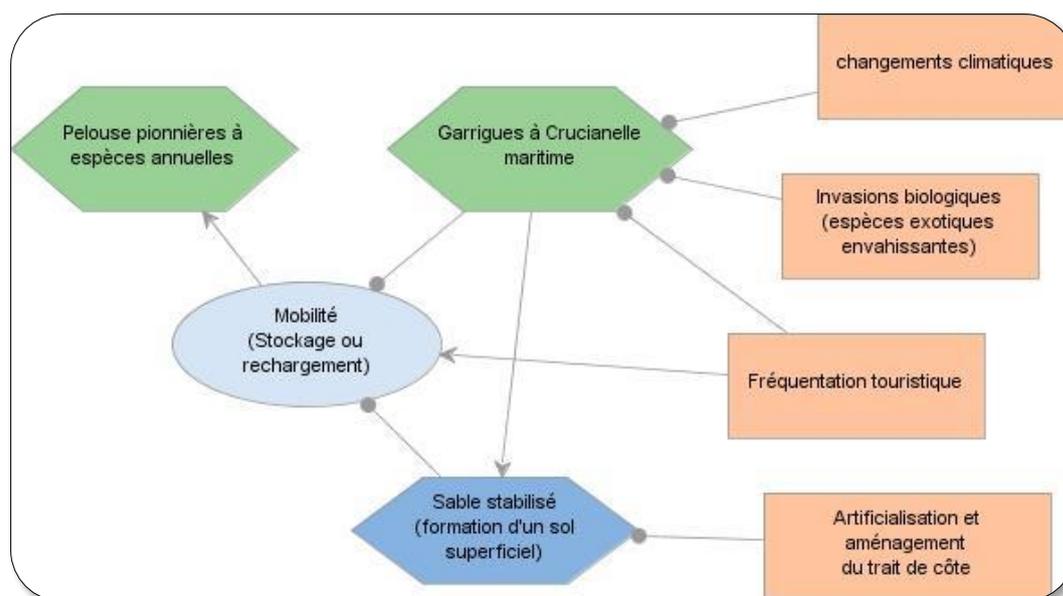


Figure 66 : Modèle conceptuel de l'écosystème "dunes grises" et impacts des menaces identifiées

■ Facteurs de vulnérabilité

Artificialisation

L'artificialisation du littoral méditerranéen a entraîné la destruction totale de certains cordons dunaires, surtout depuis les années 1960, mais l'estimation du taux d'artificialisation de ces cordons dunaires n'a pas été réalisée jusqu'à présent. L'artificialisation (ports, digues et remblais) du linéaire côtier méditerranéen tous types confondus (sableux ou rocheux) est quant à elle connue : 30 % en Languedoc Roussillon (dont 50 % du linéaire côtier de l'Hérault), 30 % en PACA et 4 % en Corse (Colas, 2012).

L'artificialisation et l'urbanisation des dunes fixées et semi-fixées, en arrière des plages et des dunes mobiles naturelles, soustrait un stock majeur de sédiments à la dynamique de l'écosystème dunaire et bloque la mobilité des dunes mobiles. L'incapacité du cordon dunaire à se déplacer vers l'intérieur des terres en cas de déficit sédimentaire accélère alors les effets des tempêtes hivernales et le recul du trait de côte de manière générale.

Fréquentation touristique

Malavasi *et al.* (2016) montrent dans leur étude que les groupements végétaux des dunes grises sont généralement les plus affectés par la fréquentation du cordon dunaire, d'une part du fait de leur position centrale sur le cordon dunaire et d'autre part du fait de la méconnaissance du grand public de ces formations herbacées. Par conséquent, la plupart des cordons dunaires de métropole et de Corse montrent une zonation de la végétation tronquée ou modifiée. Il est également constaté un important changement de la composition floristique des communautés végétales dunaires qui s'appauvrissent ou sont perturbées par l'apparition d'espèces nitrophiles (Paradis, 2014).

L'ensablement et la compaction des sédiments entraînent en effet une déstructuration, voire une destruction des communautés végétales et animales de la dune grise, ce qui provoque la formation de dépressions intradunaires là où la végétation n'est plus en capacité de fixer le sable. Les perturbations anthropiques entraînent ainsi une progression des ammobilaies en arrière de la dune vive, l'Oyat colonisant ce sable remobilisé. Les pelouses à annuelles printanières plus ou moins nitrophiles progressent également dans les ouvertures créées par le piétinement. Les garrigues chaméphytiques des ourlets peuvent quant à elles progresser sur les arrière-dunes lors de déboisements. Ces effets sont renforcés quand la dune mobile est elle-même dégradée car le saupoudrage éolien vers la dune fixée s'en trouve intensifié.

Le simple fait que des chemins d'accès soient aménagés sur la dune grise serait un des facteurs les plus influents sur la composition floristique et sur les processus érosifs. Curr *et al.* (2000) estiment ainsi que l'indicateur le plus pertinent pour évaluer la pression de la fréquentation touristique sur la dune grise est lié à l'analyse des sentiers piétonniers. L'impact de ces sentiers sur la végétation est en effet directement lié à leurs dimensions à leur réseau : des dunes peu fréquentées présentent des sentiers étroits et courts avec relativement peu d'étendues de sables nus, tandis que des dunes grises très fréquentées présentent au contraire un réseau dense de sentiers interconnectés. Ces sentiers sont également plus larges et les zones nues à l'intersection de ces sentiers sont plus étendues.

Le nettoyage mécanisé et systématique des plages est quant à lui reconnu comme le principal facteur limitant de la colonisation végétale et la régénération de la dune (Gomez-Serrano et Sanjaume, 2009).

Eutrophisation

L'activité touristique sur les littoraux méditerranéens est également à l'origine d'une importante augmentation de la population humaine au cours de la saison estivale. L'augmentation de la quantité d'eaux usées conduit alors à des pratiques néfastes pour la végétation des cordons dunaires, notamment l'épandage de boues de stations d'épuration sur les dunes mises en défens. Or, l'enrichissement en nutriments du système dunaire conduit à la disparition des ourlets du *Crucianellion*, qui se trouvent alors essentiellement submergés par le Rumex de Tanger (*Rumex tingitanus*; Bellan-Santini *et al.*, 1994; Piazza et Paradis, 1998; Bensettiti *et al.*, 2004; Heurtefeux *et al.*, 2010). Cette eutrophisation favorise ainsi l'implantation d'espèces nitrophiles ou rudérales, qui banalisent le cortège floristique et dont l'élimination est ensuite problématique (Bensettiti *et al.*, 2004; évaluations communautaires 2006 et 2013).

Invasions biologiques

Bien que les milieux dunaires dans leur ensemble soient souvent décrits en Europe comme les écosystèmes littoraux les plus perturbés par les espèces exotiques envahissantes, il semblerait que certaines communautés végétales indigènes soient plus affectées que d'autres par ces phénomènes (Carboni *et al.*, 2010). Les dunes semi-fixées du *Crucianellion* représenteraient ainsi le compartiment écologique du cordon dunaire le plus sensible aux invasions biologiques : La dune grise montrerait les plus fortes fréquences et les plus forts taux de recouvrement en espèces exotiques (Carboni *et al.*, 2010).

Ceci serait, d'une part, lié à la proximité plus immédiate de foyers de dispersion d'espèces exotiques adaptées aux conditions littorales, notamment de par la présence de plantes exotiques au sein des jardins particuliers ou des infrastructures touristiques, et d'autre part du fait de la position centrale de la dune grise dans le profil dunaire. Les conditions environnementales propices au développement de la végétation pérenne de la dune grise sont en effet moins contraignantes pour le développement d'espèces exotiques (moindre exposition aux embruns et sols plus riches) tout en comprenant un nombre d'espèces indigènes limité (Marcantonio *et al.*, 2014).

Le succès de la colonisation des dunes grises méditerranéennes par certaines espèces exotiques est ainsi lié à la forte densité de structures anthropiques sur les littoraux qui favorise une forte pression propagulaire : une espèce introduite à plusieurs reprises et en de grandes quantités a plus de chance de survivre qu'une espèce introduite en petite quantité et en seulement quelques épisodes.

Les Griffes-de-sorcières (*Carpobrotus acrinaciformis* & *Carpobrotus edulis*) sont les espèces exotiques les plus problématiques sur les littoraux méditerranéens, avec le Figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica*, Figure 67) et le Bourreau-des-arbres (*Periploca graeca*). Des plantations de résineux ou de Robiniers faux Acacia (*Robinia pseudoacacia*) ont parfois aussi été réalisées sur les parties les plus internes des arrière-dunes, contribuant à une déstabilisation des communautés indigènes.

Enfin, la présence de l'Herbe de la pampa (*Cortaderia selloana*), espèce envahissante dans certaines localités, est également préoccupante (Agence Méditerranéenne de l'Environnement et Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles, 2003 ; Bensettiti *et al.*, 2004 ; évaluations communautaires 2006 et 2013).



Figure 67 : Envahissement de la dune fixée par *Opuntia ficus-indica*, Aude (© A. Lagrave)

Changements climatiques

Les dunes fixées méditerranéennes caractérisées par une végétation pérenne seraient très vulnérables face aux changements climatiques. Prisco *et al.* (2013) estiment ainsi que cet écosystème devrait perdre la majeure partie de sa distribution actuelle dans un futur proche. Les facteurs de stress naturels (ensablement, salinité des embruns) étant moins intenses sur la dune fixée, ce sont en effet les paramètres climatiques qui ont le plus d'influences sur la végétation. Cependant, ces formations couvrent une large gamme de bioclimats sur le pourtour méditerranéen et pourraient être en capacité de s'adapter à un climat changeant.

Les pelouses annuelles des *Malcolmietalia*, composées d'espèces annuelles et plutôt nitrophiles, ne seraient quant à elles que peu sensibles aux changements climatiques.

Recul du trait de côte

Actuellement, 22 % du littoral languedocien est en érosion et plus de 250 ouvrages de protection ont été construits pour tenter de contrer ces processus. L'indicateur national de l'érosion côtière produit par le Cerema montre ainsi de nombreux secteurs en érosion, ponctuels et souvent liés à l'implantation d'ouvrage de défense. Seuls deux secteurs sont en accrétion : les pointes de Beauduc et de l'Espiguette.

La côte orientale de la Corse subit également une érosion prononcée de son linéaire depuis le XIX^{ème} siècle, aggravée récemment par la création de ports, l'urbanisation de certains secteurs dunaires ou encore le prélèvement de sable dans les lits fluviaux (Paradis, 2014).



Évaluation (méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN V2.1, 2015)

■ Critère A : Réduction de la distribution spatiale

A.1 Réduction au cours des 50 dernières années

La principale menace responsable d'une réduction de la superficie des dunes grises méditerranéennes en France est leur artificialisation. En effet, si l'érosion côtière et le recul du trait de côte se sont fortement accentués au cours des 50 dernières années, le déficit sédimentaire des côtes sableuses affecte en premier lieu les plages et les dunes mobiles.

Les cordons dunaires du littoral méditerranéen français représentent environ 320 km de linéaire côtier mais tous n'hébergent pas les formations caractéristiques des dunes grises. De plus, les données faisant référence à l'artificialisation du trait de côte ne distinguent pas la nature initiale de celui-ci. Ainsi, aucune étude n'a encore porté sur la quantification des surfaces de dunes grises perdues du fait de l'artificialisation ou de l'aménagement des côtes méditerranéennes françaises, ni même de cordons dunaires dans leur globalité, et ce malgré la disponibilité de nombreuses photos aériennes anciennes. L'Observatoire national de la mer et du littoral (ONML) révèle néanmoins qu'en 2006, près de 30 % des 500 premiers mètres du littoral méditerranéen sont urbanisés, notamment sur le littoral sableux de la région Languedoc-Roussillon. En revanche, les milieux naturels (zones humides maritimes, espaces ouverts et milieux à végétation arbustive et/ou herbacée) représentent toujours plus de la moitié de cette bande littorale (Figure 68).

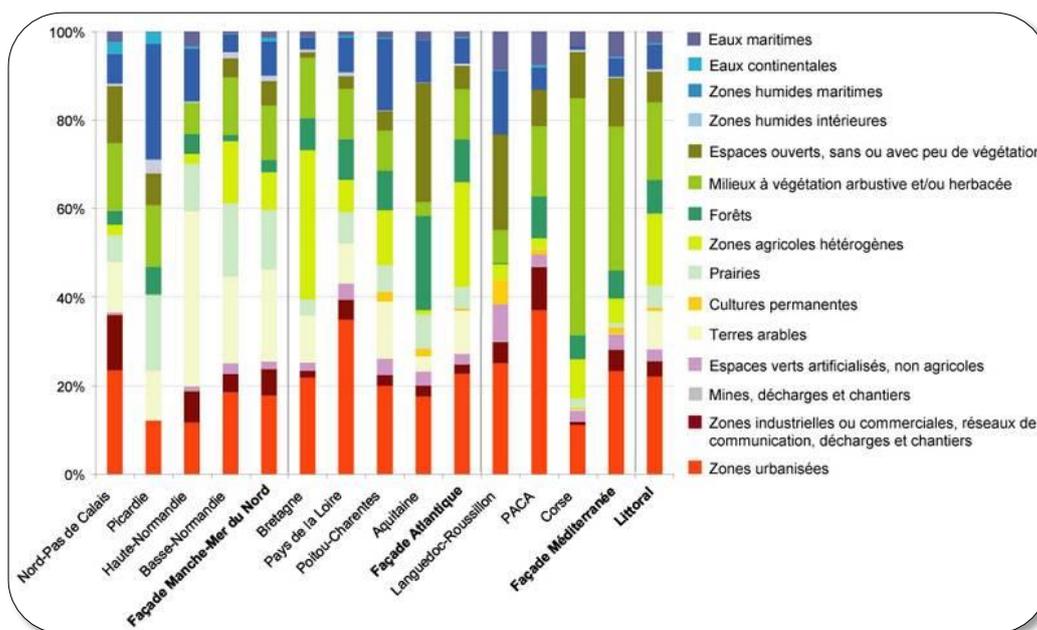


Figure 68 : Occupation du sol à moins de 500 m de la mer par façade régionale en 2006 (UE-SOeS, CORINE Land Cover 2006, Observatoire du littoral)

La réduction de la distribution des dunes grises méditerranéennes en France est principalement liée à l'artificialisation des milieux arrière-dunaires, notamment aux alentours des principales stations touristiques languedociennes et de Petite Camargue. Les terrasses sablo-graveleuses et les quelques dunes grises du littoral corse du littoral sableux oriental seraient quant à elles restées globalement préservées de l'urbanisation, contrairement aux avant-dunes (Paradis, 2014).

Une étude précise par analyse de clichés aériens et de cartographies anciennes serait nécessaire pour connaître l'exacte régression des dunes grises méditerranéennes. Néanmoins, les experts consultés pour cette évaluation estiment que plus du tiers de la superficie de ces dunes aurait disparu au cours des 50 dernières années, selon les observations réalisées en Petite Camargue et en Corse notamment. L'état de conservation de l'habitat 2210 déterminé en 2012, dans le cadre du rapportage DHFF, évalue par ailleurs « défavorable mauvais » la surface des dunes fixées méditerranéennes du fait de leur régression passée et en cours.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Vulnérable (VU).

A.2a Réduction estimée au cours des 50 prochaines années

La régression future des dunes grises méditerranéennes et de leurs formations végétales caractéristiques est davantage dépendante des actions de conservation qui pourront être mises en place à l'avenir, notamment de contrôle de l'artificialisation, de maîtrise de la fréquentation ou de lutte contre l'érosion, et ne peut être correctement estimée à une échelle de 50 ans.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

A.2b Réduction estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

Comme indiqué dans les sous-critères A1 et A.2a, l'artificialisation du littoral est la principale menace pour les dunes fixées méditerranéennes à l'avenir. Il est cependant impossible, en l'état actuel des connaissances, de fournir une estimation de cette réduction pour une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

A.3 Réduction depuis une référence historique (≈1750)

La plupart des aménagements anthropiques ayant entraîné une régression des dunes grises méditerranéennes ont été réalisés depuis les années 1960, accompagnant le développement du tourisme balnéaire. Cependant, les pratiques de conversion en zones agricoles sont plus anciennes et, bien que peu documentées, seraient responsables d'une importante régression des milieux naturels arrière-dunaires.

Les experts consultés pour cette évaluation estiment la régression historique des dunes grises méditerranéennes comme étant supérieure à 50 %.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Vulnérable (VU).

La catégorie Vulnérable (VU) est attribuée à l'écosystème « dunes grises méditerranéennes » selon le critère A.

■ Critère B : Distribution spatiale restreinte

B.1 Zone d'occurrence (km²)

La zone d'occurrence (EOO) des cordons dunaires méditerranéens, comprenant l'ensemble des cordons dunaires languedociens, de Corse et de quelques stations du littoral provençales susceptibles d'héberger les formations caractéristiques de la dune grise, s'étend sur plus de 50 000 km² (Figure 69).

B.2 Zone d'occupation (maille 10x10 km)

La zone d'occupation (AOO) de ces cordons dunaires correspondrait quant à elle près de 45 mailles de 10x10 km (Figure 69). Cependant, une cartographie plus précise des dunes grises méditerranéennes permettrait d'identifier le nombre de mailles réellement occupées par cet écosystème, notamment celles occupées à plus de 1 %, probablement bien inférieures à 50 voire à 20. Les surfaces estimées lors de l'évaluation communautaire de ces habitats révèlent en effet que l'étendue limitée de cet écosystème ne lui permettrait que dans de rares cas d'occuper une superficie supérieure à ce seuil.

B.3 Nombre de localités

Le nombre de localités est quant à lui déterminé par rapport à la menace principale de cet écosystème, à savoir l'artificialisation et la fréquentation touristique. Ces menaces s'exprimant à une échelle locale, ce nombre de localités est bien supérieur à 5.

Déclin continu ou menace imminente

D'après les experts, l'ensemble des dunes grises méditerranéennes de France présente un déclin continu, en termes de surface et d'intégrité de leur fonctionnement, du fait de la fréquentation touristique estivale. Les dunes grises méditerranéennes occupent en France un nombre de mailles de 10x10 km (AOO) bien inférieur à 50. Ceci permet l'attribution de la catégorie Vulnérable (VU).

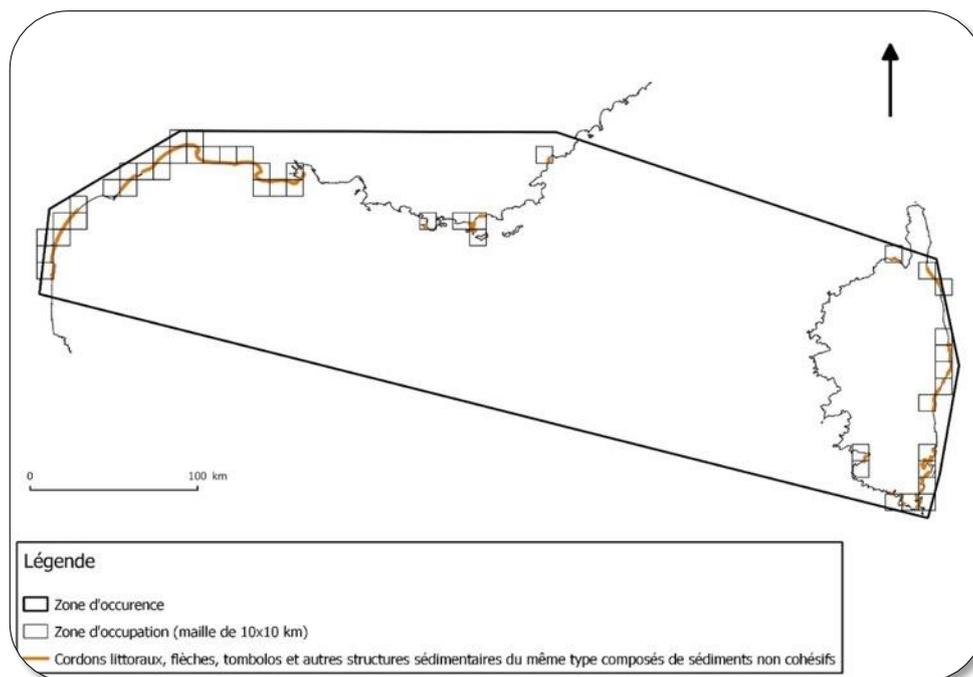


Figure 69 : Zone d'occurrence et zone d'occupation des cordons littoraux méditerranéens (EUROSION, 2004)

La catégorie Vulnérable (VU) est attribuée à l'écosystème « dunes grises méditerranéennes » selon le critère B.

■ Critère C : Dégradation de l'environnement abiotique

C.I Modification d'une variable abiotique au cours des 50 dernières années

Au cours des 50 dernières années, les activités humaines et l'artificialisation de larges secteurs d'arrière-dunes ont fortement réduit la mobilité des cordons dunaires. Par ailleurs, la dynamique sédimentaire des littoraux sableux méditerranéens a été fortement perturbée au cours du 20^e siècle, entraînant une profonde modification des processus d'érosion des cordons dunaires. Ainsi, 40 % des cordons dunaires méditerranéens serait actuellement en érosion (Figure 70) et près de 70 km de cordons littoraux et structures sédimentaires du même type (20 % des cordons dunaires méditerranéens, Corse comprise) ont été confrontés à un recul supérieur à 1 m par an au cours des 50 dernières années.

Les dunes grises et l'ensemble des cortèges floristiques et faunistiques qui les composent ont par conséquent été très fortement morcelés et perturbés, que ce soit par l'urbanisation, l'aménagement de chemins d'accès ou la fréquentation touristique. Il est probable que plus de 50 % des cordons dunaires méditerranéens sont soumis à une intense fréquentation touristique estivale, et que leur morcellement par l'ensemble des infrastructures qui y ont été implantées a fortement modifié leurs propriétés physiques. Néanmoins, aucune donnée ne permet d'évaluer la sévérité relative de cette dégradation au cours des 50 dernières années.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

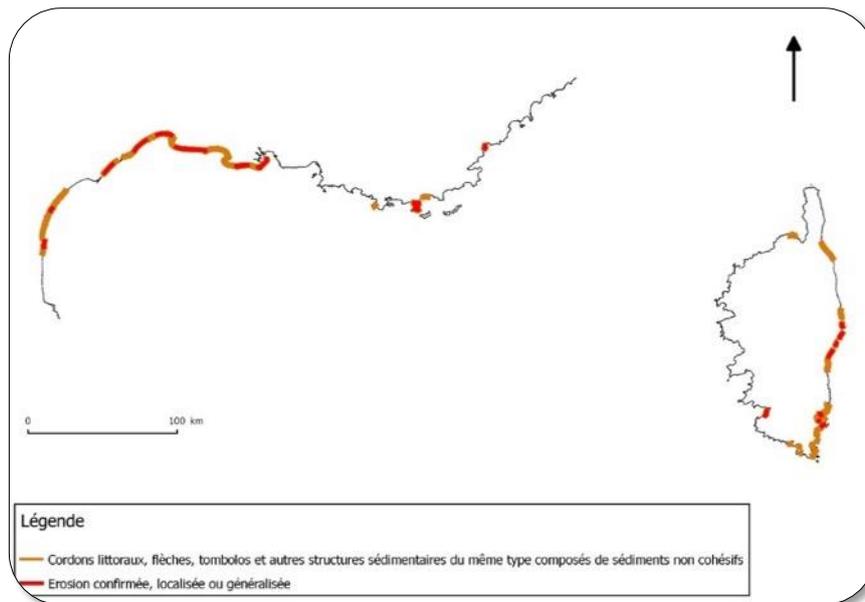


Figure 70 : Secteurs en érosion confirmée des cordons dunaires méditerranéens (EUROSION, 2004)

C.2a Modification d'une variable abiotique estimée au cours des 50 prochaines années

Les dunes grises méditerranéennes sont déjà fortement morcelées et perturbées par l'urbanisation des arrières-dunes et la fréquentation touristique. Au cours des 50 prochaines années, les changements climatiques en cours vont contribuer à l'élévation progressive du niveau de la mer, ainsi qu'à l'augmentation de la fréquence des tempêtes, et ces deux phénomènes ne feront qu'amplifier les processus d'érosion constatés aujourd'hui. La végétation caractéristique des dunes fixées semble également particulièrement vulnérable face aux modifications de variables environnementales, en raison de ces changements climatiques. Cependant, la modification des paramètres physiques des dunes grises méditerranéennes a des conséquences complexes sur le fonctionnement de l'écosystème qu'aucune donnée ne permet actuellement de quantifier.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

C.2b Modification d'une variable abiotique estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

Les dégradations environnementales affectant les dunes grises méditerranéennes au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur sont les mêmes que celles décrites pour les sous-critères C.1 et C.2a. Nous ne disposons pas de données pour cette période.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

C.3 Modification d'une variable abiotique depuis une référence historique (≈1750)

L'artificialisation des littoraux sableux méditerranéens en France remonte principalement aux années 1960. Si l'on considère la période historique depuis 1750, la superficie de l'écosystème affectée par des dégradations environnementales (modification du transit et réduction du bilan sédimentaire, perturbation des régimes hydrologiques, déstructuration du substrat, etc.), est très probablement supérieure à 50 %. Il est cependant difficile d'estimer la sévérité relative de ces modifications environnementales.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

La catégorie Données-Insuffisantes (DD) est attribuée à l'écosystème « dunes grises méditerranéennes » selon le critère C.

■ Critère D : Perturbation des processus et interactions biotiques

D.1 Modification d'une variable biotique au cours des 50 dernières années

L'artificialisation des cordons dunaires et leur fréquentation estivale sont à l'origine de perturbations sévères des interactions entre le milieu physique et les espèces caractéristiques des dunes grises méditerranéennes. En effet, les aménagements à vocation touristique, le piétinement ou le passage de véhicules ont perturbé les équilibres sédimentaires assurant le développement de la végétation pérenne et des communautés animales qui leurs sont associées. Ces perturbations créent alors des couloirs de déflation au sein du système dunaire, qui déstabilisent la dune et, *in fine*, amplifient le saupoudrage éolien et les processus d'érosion et modifient l'hydrologie de la dune grise. Certaines espèces animales ou végétales sont alors en forte régression, comme la *Crucianella maritima*, espèce clé de voûte des ourlets du *Crucianellion*. Ces perturbations favorisent également la progression d'espèces exotiques envahissantes. Enfin, des phénomènes d'eutrophisation et d'acidification sont également observés, en conséquence du déversement d'eaux usées à proximité des cordons dunaires.

Les dunes grises méditerranéennes de France apparaissent ainsi fortement perturbées dans leur fonctionnement, et beaucoup de sites évoluent actuellement vers des états de « friches » composées d'espèces rudérales. Cependant, aucune donnée ne permet de rendre compte de la sévérité relative de cette dégradation à l'échelle des côtes méditerranéennes françaises.

Une étude réalisée par l'EID Méditerranée en région Languedoc-Roussillon, sur 47 sites dunaires, estime que l'organisation des communautés végétales des dunes fixées est « dégradée » sur 45 % d'entre eux, 40 % des autres sites présentant un état « moyen » (EID Méditerranée, 2011). Néanmoins, cette étude n'a pas considéré de nombreux massifs dunaires situés à proximité de centres urbains touristiques, nombreux sur ces littoraux. Enfin, l'état de conservation des « structures et fonctions » de l'habitat 2210 à l'échelle de la région biogéographique méditerranéenne a également été évalué, à dire d'experts, comme « défavorable inadéquat ».

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

D.2a Modification d'une variable biotique estimée au cours des 50 prochaines années

Certains cordons dunaires ont fait l'objet de travaux de restauration et la gestion de la fréquentation devient plus respectueuse des enjeux écologiques, les flux de personnes étant canalisés pour permettre le bon état de conservation de certains secteurs. Les résultats obtenus semblent satisfaisants à l'échelle du cordon dunaire mais nous ne disposons que de peu de recul concernant l'impact réel sur les garrigues et pelouses des dunes fixées, d'autant que cet écosystème apparaît très peu résilient. De plus, il n'est actuellement pas possible de prédire les politiques qui seront mises en œuvre à l'avenir et donc d'estimer la superficie de l'écosystème qui pourrait être soustraite ou, au contraire, soumise à la menace d'une fréquentation mal gérée.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

D.2b Modification d'une variable biotique estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

La perturbation du fonctionnement écologique des dunes grises méditerranéennes au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur, sont les mêmes que celles décrites pour les sous-critères D.1 et D.2a et nous ne disposons pas de plus de données pour les évaluer.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

D.3 Modification d'une variable biotique depuis une référence historique (≈1750)

Si l'impact de la fréquentation touristique sur l'équilibre écologique des dunes fixées est un phénomène récent, en lien avec le développement du tourisme balnéaire, la perturbation des dunes grises méditerranéennes est un phénomène ancien et beaucoup de ces dunes ont certainement disparu au cours des derniers siècles. Cependant, aucune donnée ne permet de rendre compte de la sévérité relative de ces dégradations à l'échelle des côtes méditerranéennes françaises.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

La catégorie Données-Insuffisantes (DD) est attribuée à l'écosystème « dunes grises méditerranéennes » selon le critère D.

■ Critère E : Analyse quantitative (modélisation) estimant la probabilité d'effondrement de l'écosystème

Il n'existe pas de modélisation de l'écosystème des pelouses des dunes fixées qui permettrait d'estimer la probabilité d'effondrement de l'écosystème.

La catégorie Données-Insuffisantes (DD) est attribuée à l'écosystème « dunes grises méditerranéennes » selon le critère E.

■ Bilan de l'évaluation des dunes grises méditerranéennes en France

Critère	Sous-critère	Statut
A : Réduction de la distribution spatiale	A.1 : 50 dernières années	VU
	A.2a : 50 prochaines années	DD
	A.2b : 50 ans incluant le passé, le présent et le futur	DD
	A.3 : Depuis une référence historique (≈1750)	VU
B : Distribution spatiale restreinte	B1. Zone d'occurrence	LC
	B2. Zone d'occupation	VU
	B3. Nombre de localités	LC
C : Dégradation de l'environnement abiotique	C.1 50 dernières années	DD
	C.2a 50 prochaines années	DD
	C.2b 50 ans incluant le passé, le présent et le futur	DD
	C.3 Depuis une référence historique (≈1750)	DD
D : Perturbation des processus et interactions biotiques	D.1 50 dernières années	DD
	D.2a 50 prochaines années	DD
	D.2b 50 ans incluant le passé, le présent et le futur	DD
	D.3 Depuis une référence historique (≈1750)	DD
E : Analyse quantitative (modélisation) estimant la probabilité d'effondrement de l'écosystème		DD
Statut de l'écosystème	VU	

■ Fiabilité de l'évaluation

Médiocre (pas de données fiables de superficie, bibliographie limitée et peu de données quantitatives, dires d'experts).

■ Évaluateur

Comité français de l'UICN (Magali Rossi, Aurélien Carré)



Bilan et interprétation de l'évaluation

L'artificialisation et l'urbanisation des secteurs arrière-dunaires, en arrière des plages et des dunes mobiles naturelles, sont les principales causes de régression des dunes grises méditerranéennes de France métropolitaine. Cette artificialisation bloque également la mobilité du cordon dunaire dans son ensemble, ce qui accentue l'effet des tempêtes hivernales et accélère le recul du trait de côte des secteurs déjà en érosion. Les dunes grises seraient également les écosystèmes dunaires les plus affectés par la fréquentation touristique estivale, d'autant que leur végétation apparaît comme très peu résiliente face à ce type de perturbations.

Les dunes grises méditerranéennes ont ainsi fortement régressé au cours des dernières décennies mais également depuis une référence historique (date proche de 1750), et beaucoup de celles ayant subsisté apparaissent aujourd'hui fortement perturbées. Cependant, aucune donnée ne permet de quantifier précisément l'ampleur de ce déclin ou l'intensité des perturbations auxquelles ces dunes sont actuellement confrontées, notamment les conséquences de leur fragmentation, de la modification de la dynamique sédimentaire littorale et de leur sur-fréquentation. Les cortèges d'espèces caractéristiques de cet écosystème sont de plus très divers et ne réagissent pas tous de manière uniforme aux perturbations, ce qui rend délicates les évaluations selon les critères C et D sur la base des données actuellement disponibles. Les experts consultés pour ces évaluations affirment néanmoins que les dunes grises méditerranéennes présentent un déclin continu de leur superficie et de l'intégrité de leurs interactions biotiques (relations entre les espèces et leur milieu physique).

Les dunes grises méditerranéennes françaises sont par conséquent évaluées Vulnérable (VU) selon la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN.



Références

Rédacteurs des fiches d'évaluation DHFF : Olivier Argagnon/ Guilhan Paradis/Julie Reymann/ Virgile Noble

- Agence Méditerranéenne de l'Environnement & Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles., 2003.** *Plantes envahissantes de la région méditerranéenne*, Agence Méditerranéenne de l'Environnement, Agence Régionale pour l'Environnement Provence-Alpes-Côte d'Azur, 48 p.
- Bardat J., Bioret F., Botineau M., Boulet V., Delpech R., Géhu J.-M., Touffet J., 2001.** *Prodrome des végétations de France*. MNHN, 143 p.
- Bellan-Santini D., Lacaze J. C., Poizat C., 1994.** *Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée : synthèse, menaces et perspectives*. Muséum National d'Histoire Naturelle, 29 p.
- Bensettiti F., Bioret F., Roland J., Lacoste J. P. (coord). 2004.** « Cahiers d'habitats » *Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 2 - Habitats côtiers*. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation Française, Paris, 399 p. + cédérom.
- Bissardon M., Guibal L., Rameau J.-C., 1997.** *CORINE biotopes. Version originale. Types d'habitats français*. ENGREF, MNHN, 175 p.
- Carboni M., Santoro R., Acosta A.-T.-R., 2010.** *Are some communities of the coastal dune zonation more susceptible to alien plant invasion?* *Journal of Plant Ecology*, Vol. 3, n°2, pp. 139-147.
- Colas S., 2012.** *Utilisation des eaux marines, Activités industrielles, Artificialisation des territoires littoraux*, Analyse économique et sociale de l'utilisation de nos eaux marines et du coût de la dégradation du milieu marin, Méditerranée occidentale, MEDDE, AAMP, IFREMER, 10 p.
- Curr R. H. F., Koh A., Edwards E., Williams A. T., Davies P., 2000.** *Assessing anthropogenic impact on Mediterranean sand dunes from aerial digital photography*, *Journal of Coastal Conservation*, 6, pp. 15-22.
- Davies C. E., Moss D., O Hill M., 2004.** *Eunis habitat classification revised 2004*. European Environment Agency, 307 p.
- Gomez-Serrano M.-A. & Sanjaume E., 2009.** *2230 Dunas con cespedes de Malcolmietalia*, in : VV.AA., *Bases ecologicas preliminares para la conservacion de los tipos de habitat de interes comunitario en Espana*. Madrid, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, 63 p.
- Heurtefeux H., Richard P., 2010.** *Inventaire et évaluation des écosystèmes dunaires et des aménagements de protection douce sur le littoral du Languedoc-Roussillon*. CPER 2007-2013. Gérer Durablement Le Littoral -Études Stratégiques et Prospectives Sur L'évolution Des Risques Littoraux, EID Méditerranée, 48 p.
- Keith D. A., Rodriguez J. P., Rodriguez-Clark K. M., Nicholson E., Aapala, K., Alonso A., Zambrano-Martínez S., 2013.** *Scientific Foundations for an IUCN Red List of Ecosystems*. *Plos one*, 8(5), e62111.
- Louvel J., Gaudillat V., Poncet, 2013.** EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.
- Malavasi M., Santoro R., Cutini M., Acosta A. T. R., Laura Carranza M., 2016.** *The impact of human pressure on landscape patterns and plant species richness in Mediterranean coastal dunes*, *Plant Biosystems*, 150:1, pp. 73-82.
- Marcantonio M., Rocchini D., Ottaviani G., 2014.** *Impacts of alien species on dune systems: a multifaceted approach*, *Biodiversity Conservation*, n°23, pp. 2645-2668.
- Meinesz A., Blanfuné A., Chancollon O., Javel. F., Longepierre S., et al. 2012.** MEDAM.org : inventaire et impact des aménagements gagnés sur le domaine marin - côtes méditerranéennes françaises. Laboratoire Ecomers, Université Nice Sophia Antipolis. Publication électronique : www.medam.org
- Paradis G., 2014.** *Végétation et géomorphologie du littoral sablo-graveleux de la Corse – Essai de synthèse*, A.S.T.E.R.E., 331 p.
- Parc National de Port-Cros., 2014.** *Les milieux dunaires méditerranéens*, *L'attitude mer*, le journal du parc national de Port-Cros, n°15, pp. 8-9.
- Piazza C., Paradis G., 1998.** *Essai de présentation synthétique des végétations chaméphytique et phanérophytique du littoral sableux et sablo-graveleux de la Corse*. *Bulletin de La Société Botanique Du Centre-Ouest, Nouvelle série* (29), pp. 109–168.
- Piazza C., Paradis G., 2016.** *Armeria pungens en Corse : état des lieux en 2014*, *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest, N.S.*, Tome 46 (2015), pp. 115-130.
- Soldati F. & Jaulin S., 2002.** *Etude de la faune invertébrée des milieux halophiles du littoral du Languedoc-Roussillon : Coléoptères Carabiques, Scarabaeoidea et Tenebrionidae des complexes dunaires littoraux*, OPIE Languedoc-Roussillon, 52 p.
- UICN France., FCBN., MNHN., 2012.** *La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Flore vasculaire de France métropolitaine : premiers résultats pour 1 000 espèces, sous-espèces et variétés*. Dossier électronique.
- Rivas-Martinez S., 2005.** *Notions on dynamic-catenal phytosociology as a basis of landscape science*, *Plant Biosystems*, 139 (2), pp. 135-144.

Fruticées dunaires méditerranéennes



Présentation et distribution géographique

Les fruticées et fourrés dunaires méditerranéens sont des formations de plantes ligneuses dont les parties aériennes sont très ramifiées sur toute leur hauteur et ne disposent pas de véritables troncs. Cette végétation arbustive se développe entre les garrigues des dunes grises et les forêts dunaires et, contrairement aux junipérais, ne sont pas dominées par des espèces de genévriers.

Cet écosystème est essentiellement observé sur le littoral corse, bien qu'il soit aussi présent de façon très ponctuelle sur le continent (Figure 71), en Petite Camargue et ses environs (Bensettiti *et al.*, 2004 ; évaluations communautaires 2006 et 2012).

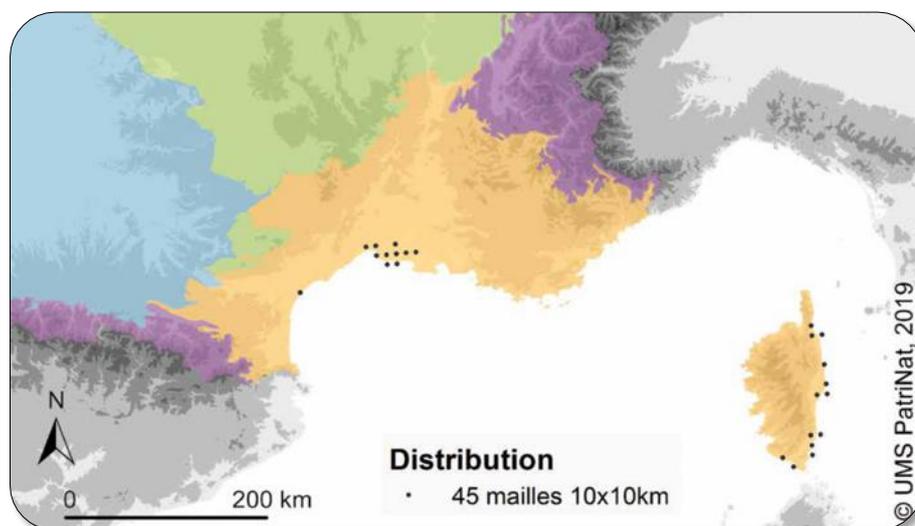


Figure 71 : Distribution de l'habitat 2260 « fruticées dunaires dominées par des cistes » en région méditerranéenne française, correspondant en partie à l'écosystème évalué (Rapportage 2013-2018)



Classification

■ EUNIS / Corine biotopes

Nous retenons pour l'écosystème « Fruticées dunaires méditerranéennes », l'unité présentée dans le Tableau 14.

Tableau 14 : Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème « Fruticées dunaires méditerranéennes » (Davies *et al.*, 2004 ; Louvel *et al.*, 2013)

Code	Intitulé	Description
B1.6	Fruticées des dunes côtières	Dunes stables à arbustes, par exemple <i>Hippophae rhamnoides</i> , <i>Salix repens</i> dans le Nord, ou <i>Juniperus</i> spp. ou des arbustes sclérophylls dans le Sud.
B1.64	Fourrés et fruticées dunaires sclérophylls	Fourrés, arbustes et broussailles sclérophylls, lauriphylls ou perdant leurs feuilles lors de sécheresse, établis sur les dunes des régions méditerranéennes ou des régions humides chaudes et tempérées. Ils sont partiellement représentés par les classes <i>Ononido-Rosmarineta</i> , <i>Quercetea ilicis</i> , <i>Cisto-Lavanduletea</i> , <i>Retametea raetami</i> , <i>Cisto-Micromerietea</i> et <i>Ammophiletea</i> .

L'unité EUNIS B1.64 correspond à l'unité 16.28 de Corine Biotopes (Bissardon *et al.*, 1997).

■ Types d'habitats d'intérêt communautaire (Bensettiti *et al.*, (coord), 2001)

Une partie des fruticées dunaires méditerranéennes correspond à l'habitat élémentaire 2260-1 « Dunes à végétation sclérophyll des *Cisto-lavanduletalia* », inclus dans l'habitat générique 2260 du même nom.

■ Classification phytosociologique (Bardat *et al.*, 2004)

Cistaies dunaires :

- **Classe** : *Cisto ladaniferi-Lavanduletea stoechadis*
 - **Ordre** : *Lavanduletalia stoechadis*
 - **Alliance** : *Cistion laurifolii*

Fourrés dunaires à Lentisque ou Filaire :

- **Classe** : *Quercetea ilicis*
 - **Ordre** : *Pistacio-Rhamnetalia alaterni*
 - **Alliance** : *Oleo-Ceratonion*

■ IUCN Habitats classification scheme (Version 3.1)

Cet écosystème appartient à l'unité 13.3 « Coastal Sand Dunes ».



Description

Les fruticées dunaires méditerranéennes sont des formations non halophiles arbustives et broussailleuses dont les genévriers sont absents. Cet écosystème comprend essentiellement des fourrés sclérophylles et lauriphyllés à Pistachier lentisque et Filaire ainsi que des cistaies à Ciste jaune. Il se développe généralement en arrière des garrigues des dunes grises et s'observe essentiellement au sein des arrière-dunes peu élevées des terrasses sablo-graveleuses littorales de Corse.

Les fruticées dunaires ont pu, dans un passé lointain, constituer de véritables forêts dunaires dominées par la Bruyère arborescente (Reille, 1988). Les dégradations successives subies au cours des derniers siècles ont cependant favorisé le Pistachier lentisque, tandis que la récurrence d'incendies durant les dernières décennies a permis le développement de cistaies à Ciste jaune, sur ces mêmes terrasses fluvio-marines.

■ Biote indigène caractéristique

Végétation

Fourrés à Lentisque et Filaire

Les formations à Lentisque (*Pistacia lentiscus*) se développent en arrière des ourlets à Crucianelle maritime (*Crucianella maritima*) (Figure 72). Certaines de ces formations peuvent cependant se trouver proche du rivage, en situation plus abritée lorsque les vents ne limitent pas la régénération du Pistachier lentisque (Paradis, comm. pers.). Ces fourrés sont difficilement pénétrables et atteignent de 0,5 à 4 m de hauteur.

Le Lentisque peut représenter jusqu'à 60 % du couvert, accompagné par le Fragon (*Ruscus aculeatus*) et la Salsepareille (*Smilax aspera*) (Piazza et Paradis, 1998). Dans les secteurs les plus humides, le Myrte commun (*Myrtus communis*) domine alors la couverture végétale de ces fourrés tandis que le Lentisque s'y trouve en mélange avec la Filaire à feuille étroite (*Phillyrea angustifolia*) et l'Arbousier (*Arbutus unedo*). Le Chêne vert (*Quercus ilex*) est également capable de se développer dans les secteurs les plus abrités des embruns marins et du vent (Piazza et Paradis, 1998). Le Filaire à feuille étroite peut également dominer ces fourrés littoraux, notamment sur les sols tassés où la végétation est plus fortement soumise à l'ensablement (Figure 73 ; Argagnon, comm. pers.).

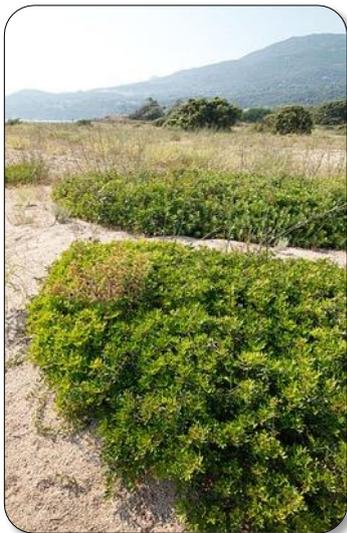


Figure 72 : *Pistacia lentiscus*, Corse
(© A. Lagrave)



Figure 73 : *Phillyrea angustifolia*, Gard
(© A. Lagrave)



Figure 74 : Cistaie, Corse
(© A. Lagrave)

Cistaies dunaires de Corse

Les cistaies sont des formations végétales essentiellement secondaires qui ont été favorisées par le feu. Elles se développent sur les terrasses sablo-graveleuses des littoraux corses et ont l'aspect de formations arbustives denses (recouvrement

supérieur à 80 %), pouvant dépasser 1,3 m de hauteur. Les cistaies corses sont largement dominées par le Ciste jaune (*Halimium halimifolium*), dont la particularité est une floraison jaune et massive en fin de printemps.

Le Ciste jaune est associé au Ciste à feuilles de sauge (*Cistus salviifolius*) dans la strate dominante (Figure 74). Ce dernier est cependant moins présent au sein des cistaies les plus proches de la mer et davantage exposées aux embruns, qui résultent de la colonisation des ourlets à Crucianelle maritime par le Ciste jaune (notamment les groupements à *Scrophularia ramosissima* ; Piazza et Paradis, 1998).

Certains sites montrent également une densité de Cistes jaunes plus faible, au bénéfice de l'Immortelle d'Italie (*Helichrysum italicum* subsp. *microphyllum*). Les cistaies corses peuvent également se trouver en mosaïque avec des pelouses annuelles à Corynéphore articulé (*Corynephorus articulatus*), rattachées aux pelouses des *Malcolmietalia*.

Faune

Micro-faune

Dans l'ensemble, la micro-faune des dunes fixées et des fruticées dunaires est moins riche et moins spécifique qu'au niveau de la dune vive (Soldati et Jaulin, 2002). Le rôle de la salinité y étant négligeable, les espèces présentes ne sont en effet pas aussi spécialisées que celles qui peuplent les écosystèmes plus exposés aux embruns, comme les dunes mobiles et embryonnaires.

■ Milieu physique

Substrat

Les fruticées dunaires sont observées sur les arrière-dunes relativement plates, entre les pelouses dunaires de la dune grise et le manteau forestier arrière-dunaire lorsqu'il existe. Les fourrés à Lentisque présents en Corse se développent préférentiellement sur les cordons à granulométrie grossière, où les dunes ne sont ni très hautes ni très actives (Piazza et Paradis, 1998). Comme au niveau de la dune grise, le sol y est très aride et peu développé et a pour principale caractéristique un déficit hydrique élevé (Bensettiti *et al.*, 2004).

Les cistaies dunaires de Corse sont également inféodées aux substrats sableux et gravillonnaires littoraux. Elles se développent majoritairement sur les terrasses sablo-graveleuses littorales, fréquentes dans le fond des anses et sur les littoraux à relief adouci (Bensettiti *et al.*, 2004). Les cistaies se trouvent également au sein de clairières formées par les incendies à l'intérieur des junipérais dunaires, ainsi que sur les cordons dunaires relativement proches de la plage (Piazza et Paradis, 1998).

Humidité, salinité et exposition aux vents

Les fruticées dunaires se développent à l'étage mésoméditerranéen, le long du littoral, où les températures minimales enregistrées en hiver sont plus élevées qu'à l'intérieur des terres au contraire des températures maximales estivales. Elles se développent en arrière des dunes semi-fixées et sont donc peu soumises aux embruns marins. Le sol accuse un déficit hydrique important en surface mais l'humidité croît avec la profondeur.

Les fourrés à Lentisque dominés par le Myrte commun se développent quant à eux dans des contextes plus humides, notamment des dépressions intradunaires ensablées, sur les pentes d'arrière-dunes dominant une dépression humide ou un étang ainsi qu'au sein de micro-talwegs.

■ Processus et interactions clés

Adaptation aux perturbations anthropiques

Certaines fruticées dunaires ont pu atteindre des âges avancés et constituer de véritables forêts par le passé, notamment en Corse, où quelques vestiges de pistachiers lentisques pluriséculaires sont observés. Il y a 5 000 ans, ces manteaux préforestiers naturels étaient cependant probablement dominés par la Bruyère arborescente (*Erica arborea* ; Reille, 1984). Les fourrés à Lentisques auraient également pu constituer le manteau naturel d'anciennes forêts littorales de Chêne vert, de Chêne-liège et de Chêne pédonculé (Reille, 1975 ; Piazza et Paradis, 1998).

Par la suite, les dégradations successives (incendie, abattage, pacage) au cours du dernier millénaire auraient favorisé l'extension de *Pistacia lentiscus*, *Olea europea* et *Phillyrea angustifolia*, puis de *Myrtus communis*. Les faciès à Bruyère

arborescente et Arbousier sont par conséquent aujourd'hui très rares et tendent toujours à évoluer vers des fourrés à Lentisque, favorisés par les incendies (Piazza et Paradis, 1998 ; Bensettiti *et al.*, 2004).

La grande majorité des cistaies corses sont quant à elles des formations de substitution résultant de la dégradation des fourrés à Lentisque et Filaire eux-mêmes, ainsi que des junipérais dunaires. Les cistaies sont en effet des formations végétales largement favorisées par les incendies, le piétinement et le pâturage excessif (Paradis, Reymann, comm. pers.). La fréquence élevée des incendies sur les littoraux corses, notamment jusqu'aux années 1990, a ainsi été très favorable à la présence des cistaies et a contribué à leur forte expansion (Piazza et Paradis, 1998 ; Panaiotis, comm. pers.).

La Figure 75 présente de manière schématique le fonctionnement global de l'écosystème, ainsi que l'impact des principales menaces identifiées ci-après.

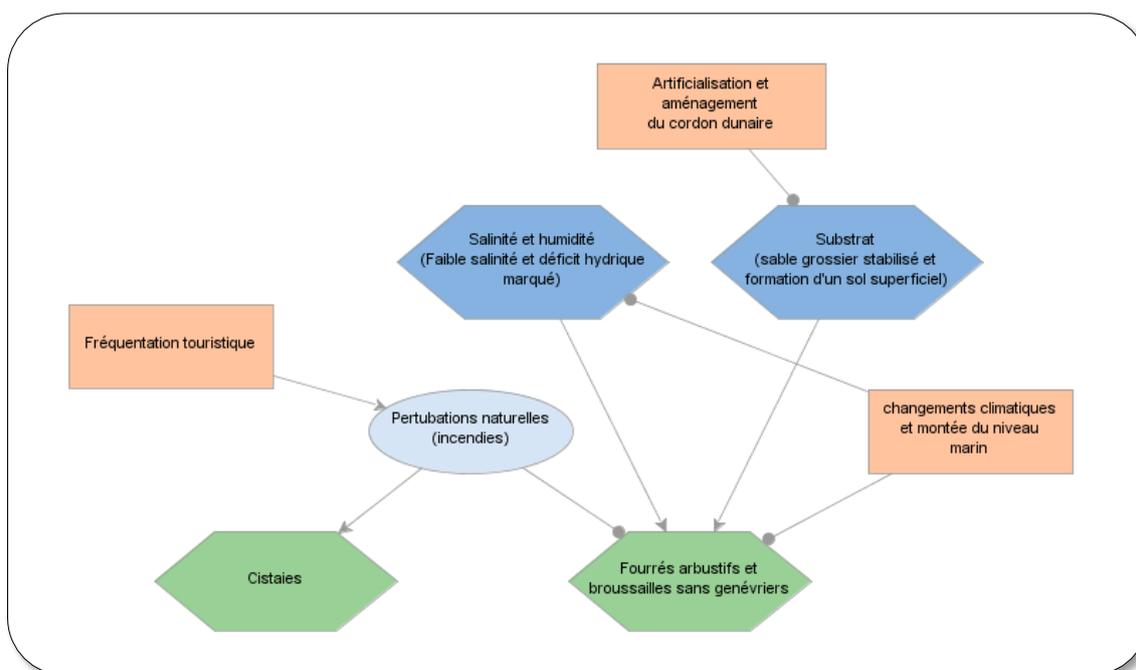


Figure 75 : Modèle conceptuel du fonctionnement de l'écosystème "fruticées dunaires de méditerranéennes" et impacts des menaces identifiées

■ Facteurs de vulnérabilité

Aménagement des zones arrière dunaires

La superficie des fourrés à Lentisque de Corse semble se réduire du fait des nombreux aménagements réalisés en arrière des cordons dunaires, notamment l'aménagement de sentiers, parkings et infrastructures touristiques légères (snacks, restaurants et bungalows ; Piazza et Paradis, 1998). De plus, si le Conservatoire du littoral a acquis des nombreux terrains comprenant d'importantes surfaces de fourrés littoraux, ceux-ci font également l'objet d'aménagements afin de canaliser la fréquentation de ces sites. Les fruticées dunaires auraient également fortement régressé suite au développement des activités agricoles au cours des derniers siècles, notamment en Camargue.

Montée du niveau marin

Les fruticées dunaires sont essentiellement composées d'espèces non halophiles, malgré leur adaptation à un environnement hostile (vent, sécheresse et sol très superficiel). Ainsi, le recul de la ligne de rivage due à la montée du niveau marin et/ou à l'érosion des littoraux sableux, accentue les effets des embruns salés sur cette végétation. L'élévation du niveau de la mer modifie également les conditions de salinité de la nappe d'eau douce, par remontée du biseau salé, susceptible d'entraîner le dépérissement de la végétation.

Perturbations et incendies

Les incendies peuvent être favorables aux fruticées dominées par les cistes mais ils sont défavorables aux autres fruticées. Ainsi, la forte fréquence d'incendies sur les littoraux corses a par le passé largement favorisé l'expansion des cistaies (évaluation communautaire, 2012). En revanche, si ces incendies littoraux ont pu être relativement fréquents par le passé, ils ne jouent plus aujourd'hui un rôle clé pour cet écosystème et ne constituent plus non plus une menace importante.

A l'inverse, en cas d'absence de perturbations sur une longue période et notamment d'incendies, les cistaies peuvent être colonisées par des pins thermophiles ou évoluer vers des stades arborescents de la junipéraie. En effet, certaines tâches de maquis à Genévrier peuvent avoir résisté aux incendies et fourni des propagules pour la recolonisation progressive de la cistaie (Piazza et Paradis, 1998).

Embruns marins pollués

Les fruticées dunaires ont également pu être affectées par des phénomènes de dépérissements dus aux polluants présents dans les embruns marins. En effet, les polluants de type détergents (tensioactifs anioniques notamment) mélangés aux embruns dissolvent les cuticules des feuilles cireuses des fruticées littorales et provoquent leur dépérissement, comme cela a pu être observé au sein de certains peuplements forestiers dunaires sur le continent (Crouzet et Resch, 1993 ; Garrec, 1994 ; Panaïotis et Paradis, 1999).



Évaluation (méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN V2.1, 2015)

■ Critère A : Réduction de la distribution spatiale

A.1 Réduction au cours des 50 dernières années

La superficie des cistaies corses semble avoir été en augmentation au cours des 50 dernières années, en particulier du fait des incendies récurrents. Les fourrés à Lentisque semblent quant à eux avoir subi quelques destructions, bien que la plupart des fruticées auraient disparu avant les années 1960. La surface de l'habitat 2260 est par ailleurs évaluée « favorable » selon le rapportage effectué en 2012.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Préoccupation-Mineure (LC).

A.2a Réduction estimée au cours des 50 prochaines années

Les incendies pourraient favoriser les cistaies littorales à l'avenir mais leur occurrence sur les littoraux corses semble de plus en plus maîtrisée. Sur le continent, la maîtrise des régimes de perturbation (incendies, fréquentation, etc.) pourrait favoriser la dynamique spontanée des fruticées, et conduire au retour de formations arborescentes à Genévrier. Ce retour ne s'effectuerait cependant qu'à très long terme et serait conditionné à la proximité de genévriers matures et capables de se reproduire.

Cet écosystème occupe cependant de très faibles superficies et l'évolution de sa distribution spatiale au cours des 50 prochaines années ne peut être actuellement estimée.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

A.2b Réduction estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

Les fruticées dunaires ne semblent pas confrontées à une importante réduction de leur distribution sur une quelconque période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur, mais l'évolution de cette distribution à l'avenir, même à court terme, ne peut être estimée.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

A.3 Réduction depuis une référence historique (≈1750)

Les fruticées dunaires se composent aujourd'hui en majorité de formations végétales secondaires, notamment en Corse, conséquences des perturbations anthropiques des derniers siècles. Quelques données quantitatives concernant les fruticées de Petite Camargue permettent d'affirmer que cet écosystème aurait de plus fortement régressé par le passé, les premières études phytosociologiques des années 1960 conduites par Molinier montrant que la plupart des fruticées avaient déjà disparu à cette époque. Cependant, cette affirmation ne peut être extrapolée à l'ensemble de la distribution de cet écosystème, notamment en Corse, et aucune valeur historique de référence ne peut être donnée en termes de superficie.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

La catégorie Données-Insuffisantes (DD) est attribuée à l'écosystème « fruticées dunaires méditerranéennes » selon le critère A.

■ Critère B : Distribution spatiale restreinte

B.1 Zone d'occurrence (km²)

La zone d'occurrence des fruticées dunaires méditerranéennes comprend une partie de la Corse, ainsi que quelques stations continentales, notamment en Petite Camargue. Elle s'étend ainsi sur un peu moins de 50 000 km² (Figure 71).

B.2 Zone d'occupation (maille 10x10 km)

Selon l'évaluation de l'état de conservation de l'habitat 2260 en France, les fruticées dunaires méditerranéennes occupent 21 mailles de 10x10 km, bien que l'estimation minimale de la surface couverte par cet habitat soit de seulement 1 km². La zone d'occupation de cet écosystème peut alors être estimée comme inférieure à 20 mais supérieure à 2 (Figure 71).

B.3 Nombre de localités

Le nombre de localités est quant à lui déterminé par rapport à la menace principale de cet écosystème, à savoir l'artificialisation et la fréquentation touristique. Ces menaces s'exprimant à une échelle locale, le nombre de localités est supérieur à 5.

Déclin continu ou menace imminente

La valeur de la zone d'occurrence ($EOO \leq 50\,000\text{ km}^2$) permettrait d'attribuer la catégorie Vulnérable (VU) à cet écosystème. L'estimation de sa zone d'occupation (≤ 20 mailles de 10x10 km) permettrait quant à elle l'attribution de la catégorie En Danger (EN). Cependant, les experts consultés estiment que cet écosystème ne présente pas de déclin continu de sa distribution spatiale (surfaces stables), de son environnement abiotique ou de l'intégrité de ses interactions biotiques, ni qu'une menace imminente puisse provoquer un tel déclin continu au cours des 20 prochaines années.

La catégorie Préoccupation-Mineure (LC) est attribuée à l'écosystème « fruticées dunaires méditerranéennes » selon le critère B.

■ Critère C : Dégradation de l'environnement abiotique

C.1 Modification d'une variable abiotique au cours des 50 dernières années

La fréquence d'incendie élevée en Corse a pu être un facteur ayant favorisé l'expansion des cistaies littorales par le passé, sans que cela n'ait menacé les fourrés à Lentisque pour autant. De plus, l'érosion constatée sur les littoraux sableux méditerranéens, notamment sur le littoral oriental de la Corse, n'aurait entraîné aucun changement majeur au sein de cet écosystème au cours des 50 dernières années. En revanche, la remontée du niveau des nappes salées et la plus forte soumission aux embruns marins aura probablement des impacts conséquents sur les fruticées dunaires à l'avenir.

Enfin, l'artificialisation des cordons dunaires a entraîné sa fragmentation ce qui a fortement limité la capacité de déplacement des dunes, favorisant l'évacuation des sédiments vers le large plutôt que leur stockage. Ces modifications ont pu affecter les fruticées dunaires épargnées par l'artificialisation des littoraux mais aucune donnée ne permet de renseigner les valeurs d'étendue concernée ou de sévérité relative. Ces menaces concernent de plus une période plus large que les seules 50 dernières années.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Préoccupation-Mineure (LC).

C.2a Modification d'une variable abiotique estimée au cours des 50 prochaines années

Les changements climatiques en cours contribuent à une élévation progressive du niveau de la mer et au recul du trait de côte, ainsi qu'à l'augmentation de la fréquence des tempêtes et à un dérèglement des régimes de précipitations. L'élévation du niveau de la mer impacte aussi la hauteur de la nappe d'eau salée et donc la quantité d'eau douce disponible pour les plantes. Ainsi, l'ensemble de ces modifications environnementales représente une menace pour les peuplements ligneux arrière-dunaires, peu tolérants au sel. Il n'est cependant pas possible d'en estimer la sévérité relative. Les terrasses sablo-graveleuses sur lesquelles se développent les fruticées dunaires en Corse semblent également moins menacées par des phénomènes de salinisation.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

C.2b Modification d'une variable abiotique estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

En Corse, l'érosion du trait de côte constatée sur la façade orientale peut être suffisamment importante pour impacter les végétations arrière-littorales, qui s'en trouvent davantage soumises aux embruns marins et confrontées à la progression du biseau salé. Cependant, aucune donnée ne permet de quantifier cette menace pour une période de 50 ans incluant le passé, le présent et l'avenir.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

C.3 Modification d'une variable abiotique depuis une référence historique (≈1750)

La fréquence élevée d'incendies en Corse au cours des derniers siècles y a favorisé l'expansion des cistaies littorales mais sans causer la disparition des autres types de formations végétales des fruticées dunaires. La principale dégradation de l'environnement physique de cet écosystème provient de l'artificialisation et du morcellement des cordons dunaires, limitant la capacité de déplacement des dunes et favorisant l'évacuation des sédiments vers le large plutôt que leur stockage. Ces modifications ont pu affecter les fruticées dunaires épargnées par l'artificialisation des littoraux mais aucune donnée ne permet de renseigner les valeurs d'étendue concernée ou de sévérité relative.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

■ Critère D : Perturbation des processus et interactions biotiques

D.1 Modification d'une variable biotique au cours des 50 dernières années

La fréquentation estivale des cordons dunaires et les aménagements qui en découlent sont à l'origine de perturbations sévères des interactions entre le milieu physique et les espèces qui caractérisent ces écosystèmes. Ces aménagements, le piétinement ou le passage de véhicules ont ainsi depuis longtemps perturbé l'équilibre sédimentaire assurant le développement des espèces végétales pérennes ainsi que des communautés animales qui leurs sont associées, bien que les fruticées dunaires méditerranéennes semblent présenter une sensibilité moins importante à ces perturbations que les autres écosystèmes du cordon dunaire.

En Camargue également, la proximité des habitations a favorisé la progression d'espèces exotiques envahissantes au sein des cordons dunaires. Ces espèces modifient aujourd'hui les cortèges d'espèces caractéristiques des fruticées ainsi que le fonctionnement de l'écosystème, et seraient une menace à étudier plus spécifiquement.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Préoccupation-Mineure (LC).

D.2a Modification d'une variable biotique estimée au cours des 50 prochaines années

Compte tenu que la principale source de perturbation des interactions biotiques au sein des fruticées dunaires est liée à leur fréquentation, il est actuellement impossible d'estimer la superficie de cet écosystème qui serait affectée par une intensification des activités touristiques ou qui, au contraire, pourrait y être soustraite à l'avenir.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

D.2b Modification d'une variable biotique estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

Les menaces sont les mêmes que celles décrites pour les sous-critères D.1 et D.2a et ne peuvent être estimées pour une période de 50 ans incluant le passé, le présent et se projetant dans l'avenir.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

D.3 Modification d'une variable biotique depuis une référence historique (≈1750)

Si l'impact de la fréquentation sur les fruticées des dunes fixées, en lien avec le développement du tourisme balnéaire, est un phénomène récent, leur perturbation par les activités agricoles serait un phénomène bien plus ancien. Cependant, aucune référence historique concernant l'état ou la distribution historique des fruticées dunaires n'existe à l'échelle du littoral méditerranéen français.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

La catégorie Données-Insuffisantes (DD) est attribuée à l'écosystème « fruticées dunaires méditerranéennes » selon le critère D.

■ Critère E : Analyse quantitative (modélisation) estimant la probabilité d'effondrement de l'écosystème

Il n'existe pas de modélisation de l'écosystème des fruticées des dunes fixées qui permettrait d'estimer la probabilité d'effondrement de l'écosystème.

La catégorie Données-Insuffisantes (DD) est attribuée à l'écosystème « fruticées dunaires méditerranéennes » selon le critère E.

■ Bilan de l'évaluation des fruticées dunaires méditerranéennes en France

<i>Critère</i>	<i>Sous-critère</i>	<i>Statut</i>
A : Réduction de la distribution spatiale	<i>A.1 : 50 dernières années</i>	LC
	<i>A.2a : 50 prochaines années</i>	DD
	<i>A.2b : 50 ans incluant le passé, le présent et le futur</i>	DD
	<i>A.3 : Depuis une référence historique (≈1750)</i>	DD
B : Distribution spatiale restreinte	<i>B1. Zone d'occurrence</i>	LC
	<i>B2. Zone d'occupation</i>	LC
	<i>B3. Nombre de localités</i>	LC
C : Dégradation de l'environnement abiotique	<i>C.1 50 dernières années</i>	LC
	<i>C.2a 50 prochaines années</i>	DD
	<i>C.2b 50 ans incluant le passé, le présent et le futur</i>	DD
	<i>C.3 Depuis une référence historique (≈1750)</i>	DD
D : Perturbation des processus et interactions biotiques	<i>D.1 50 dernières années</i>	LC
	<i>D.2a 50 prochaines années</i>	DD
	<i>D.2b 50 ans incluant le passé, le présent et le futur</i>	DD
	<i>D.3 Depuis une référence historique (≈1750)</i>	DD
E : Analyse quantitative (modélisation) estimant la probabilité d'effondrement de l'écosystème		DD
Statut de l'écosystème	LC	

■ Fiabilité de l'évaluation

Médiocre (les données quantitatives ne sont pas toujours disponibles mais il existe de la bibliographie et des experts).

■ Évaluateur

Comité français de l'UICN (Magali Rossi, Aurélien Carré)



Bilan et interprétation de l'évaluation

Si cet écosystème apparaît aujourd'hui stable, à la fois en termes de superficie et de fonctionnement écologique, les fruticées dunaires auraient fortement régressé au cours des derniers siècles suite au développement des activités agricoles et touristiques. Il n'existe cependant aucune référence historique sur l'étendue que pouvait auparavant couvrir cet écosystème.

Les fruticées dunaires méditerranéennes restent principalement menacées par les aménagements réalisés en arrière des cordons dunaires à des fins touristiques et agricoles. Les régimes de perturbations étant favorables à leur pérennité et leur expansion, la fréquence élevée des incendies littoraux en Corse a par le passé été favorable à la progression des cistaies à Ciste jaune, tandis que seuls quelques fourrés à Pistachier lentisque semblent avoir été détruits au cours des 50 dernières années. Une absence prolongée de perturbation (incendies, tempête, pâturage, etc.) pourrait cependant entraîner une régression des fruticées au profit des junipérais ou de formations boisées.

Les changements climatiques combinés à la montée du niveau marin représentent également une menace majeure pour l'avenir des fruticées dunaires. Ces phénomènes modifient fortement les conditions physiques des stations où se développent ces végétations, de par la progression du biseau salé et de la plus forte soumission aux embruns marins. Ces menaces sont d'autant plus importantes que l'artificialisation des arrières-dunes rend impossible le recul de l'ensemble du cordon dunaire. L'impact du recul du trait de côte et de la modification de la dynamique sédimentaire des littoraux sableux sur la végétation arrière-dunaire ne peuvent cependant être évalués, faute de données disponibles.

Les fruticées dunaires méditerranéennes françaises sont par conséquent classées dans la catégorie Préoccupation-mineure (LC) selon la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN. Les catégories retenues sont cependant essentiellement Données-Insuffisantes (DD) et il serait important d'améliorer les connaissances relatives à cet écosystème, d'une part car d'importantes surfaces de fruticées dunaires ont probablement disparu au cours des derniers siècles, et d'autre part car son avenir peut être menacé par les changements d'ordres environnementaux auxquels il est actuellement confronté.



Références

Rédacteurs de la fiche d'évaluation N.2000 : Olivier Argagnon/ Julie Reymann

- Bardat J., Bioret F., Botineau M., Boulet V., Delpech R., Géhu J.-M., Touffet J., 2001.** *Prodrome des végétations de France*. MNHN, 143 p.
- Bensettiti F., Bioret F., Roland J., Lacoste J. P. (coord). 2004.** « Cahiers d'habitats » *Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 2 - Habitats côtiers*. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation Française, Paris, 399 p. + cédérom.
- Bissardon M., Guibal L., Rameau J.-C., 1997.** *CORINE biotopes. Version originale. Types d'habitats français*. ENGREF, MNHN, 175 p.
- Crouzet A., Resch F., 1993.** *Embruns marins pollués : origine, formation, action sur la végétation terrestre*, Sci. Rep. Port-Cros natl. Parc, 15, pp. 189-217.
- Davies C. E., Moss D., O Hill M., 2004.** *Eunis habitat classification revised 2004*. European Environment Agency, 307 p.
- Garrec J.P., 1994.** *Dépérissements littoraux d'arbres forestiers*, Rev. For. Fr., XLVI (5), pp. 454-457.
- Keith D. A., Rodríguez J. P., Rodríguez-Clark K. M., Nicholson E., Aapala, K., Alonso A., Zambrano-Martínez S., 2013.** *Scientific Foundations for an IUCN Red List of Ecosystems*. Plos one, 8(5), e62111.
- Louvel J., Gaudillat V., Poncet, 2013.** *EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce*. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.
- Panaïotis C., Paradis G., 1999.** *Potentialités de régénération d'un taillis littoral de chênes verts (Quercus ilex L.)*. Trav. Sci. du PNR et Rés. Nat. de Corse, 59, pp. 3-21.
- Piazza C., Paradis G., 1998.** *Essai de présentation synthétique des végétations chaméphytique et phanérophytique du littoral sableux et sablo-graveleux de la Corse*. Bulletin de La Société Botanique Du Centre-Ouest, Nouvelle série (29), pp. 109-168.
- Reille M., 1975.** *Contribution pollenanalytique à l'histoire de la végétation tardiglaciaire et holocène de la montagne corse*, Thèse Doct., Aix-Marseille III.
- Reille M., 1984.** *Origine de la végétation actuelle de la Corse sud-orientale ; analyse pollinique de cinq marais côtiers*, Pollen et Spores, XXVI (1), pp. 43-60.
- Reille M., 1988.** *Recherches pollenanalytiques sur le littoral occidental de Corse, Région de Galéria : la place naturelle d'Erica arborea et de Quercus ilex*, Trav. Sci. du PNR et Rés. Nat. de Corse, 18, pp. 53-75.
- Soldati F. & Jaulin S., 2002.** *Etude de la faune invertébrée des milieux halophiles du littoral du Languedoc-Roussillon : Coléoptères Carabiques, Scarabaeoidea et Tenebrionidae des complexes dunaires littoraux*, OPIE Languedoc-Roussillon, 52 p.

Junipérais dunaires méditerranéennes



Présentation et distribution géographique

Les junipérais dunaires sont des formations arrière-dunaires ayant souvent l'aspect de fourrés discontinus et arbustifs, similaires aux autres fruticées mais dominées par des genévriers. Dans des conditions climatiques optimales, ces fourrés peuvent former de véritables forêts basses, très rares en France.

Ces junipérais dunaires sont présentes sur quelques sites du littoral méditerranéen continental, notamment entre le Var et l'Étang de l'Or (Camargue, Presqu'île de Giens) (Bensettiti *et al.*, 2004 ; évaluations communautaires 2006 et 2013 ; Arnassant *et al.*, 1996). Le Bois des Rièges, au sein de la Réserve Naturelle de Camargue, couvre à lui seul 64 ha. Cet écosystème est surtout observé en Corse, en particulier sur la côte orientale (entre Bastia et Porto-Vecchio). Les plus belles unités sont localisées sur le site de l'Ostriconi, Saleccia et sur le littoral de Roccapina. Certains peuplements se développent également sur le pourtour occidental (Campomoro, Tizzano, Barcaggio, Roccapina ; Paradis, 1993 ; Figure 76).

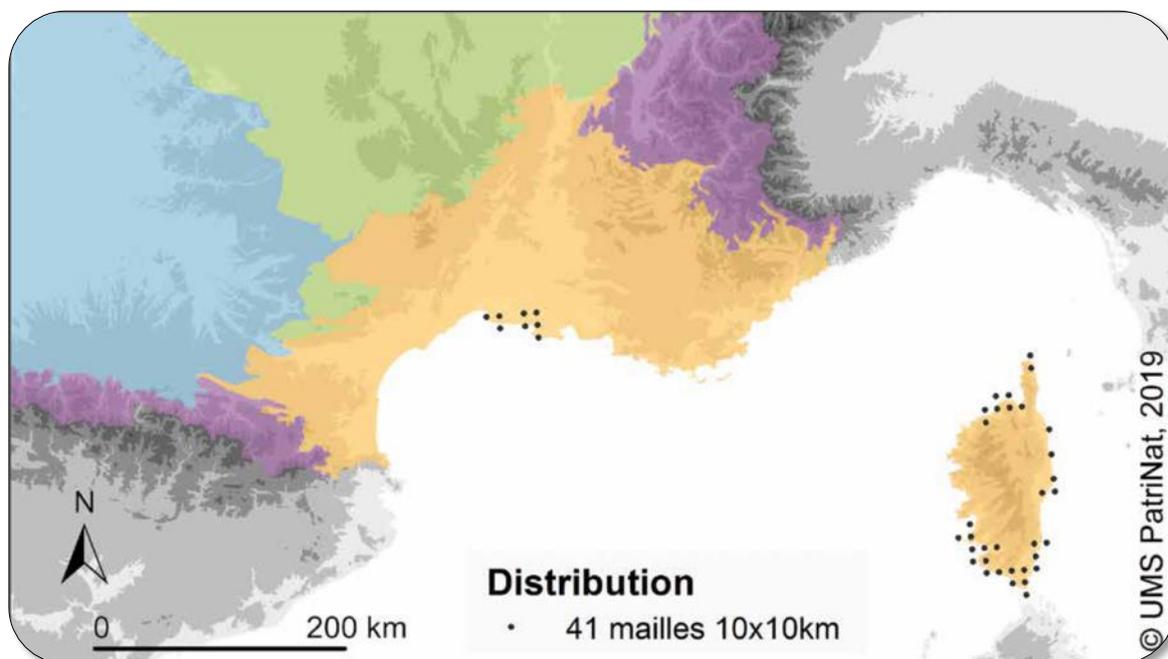


Figure 76 : Distribution de l'habitat 2250 « Dunes littorales à *Juniperus* spp. » en région méditerranéenne française, correspondant à l'écosystème évalué (Rapportage 2013-2018)



Classification

■ EUNIS / Corine biotopes

Nous retenons pour l'écosystème « Junipérais dunaire méditerranéennes », l'unité présentée dans le Tableau 15.

Tableau 15 : Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème « Junipérais dunaire » (Davies et al., 2004 ; Louvel et al., 2013)

Code	Intitulé	Description
B1.6	Fruticées des dunes côtières	Dunes stables à arbustes, par exemple <i>Hippophae rhamnoides</i> , <i>Salix repens</i> dans le Nord, ou <i>Juniperus</i> spp. ou des arbustes sclérophylles dans le Sud.
B1.63	Fourrés dunaire à <i>Juniperus</i>	Landes et fourrés de Genévriers, composés de <i>Juniperus phoenicea</i> , <i>Juniperus lycia</i> s.l., <i>Juniperus macrocarpa</i> , <i>Juniperus transtagana</i> , <i>Juniperus communis</i> des pannes et des pentes dunaire des côtes des zones boréale, némorale, steppique, méditerranéenne ou des zones humides chaudes et tempérées de la région Paléarctique.
B1.631	Fourrés dunaire à genévrier oxycèdre à gros fruits	Fourrés et bois bas de <i>Juniperus oxycedrus</i> ssp. <i>macrocarpa</i> de la ceinture extérieure des junipérais des dunes fixées méditerranéennes et méditerranéo-atlantiques.
B1.632	Fourrés à genévrier de Phénicie	Fourrés à <i>Juniperus phoenicea</i> ssp. <i>lycia</i> de la ceinture intérieure des junipérais des dunes fixées méditerranéennes et méditerranéo-atlantiques. Les formations boisées bien développées et les forêts relèvent de l'unité B1.7, l'habitat étant précisé au moyen de l'unité G3.9A* (B1.7 x G3.9A).

L'unité EUNIS B1.63 correspond à l'unité 16.27 de Corine Biotopes (Bissardon et al., 1997). Cet écosystème inclut également les formations boisées littorales dominées par le Genévrier oxycèdre, qui correspondent à l'unité EUNIS G3.99 « Bois à *Juniperus oxycedrus* » (Corine B1.631), ainsi que les formations boisées dominées par le Genévrier de Phénicie correspondant à l'unité EUNIS G3.9A « Bois à *Juniperus phoenicea* » (Corine B1.632).

Les peuplements forestiers à sous-bois de genévriers mais dominés par des pins thermophiles, qui relèvent de l'unité B1.7 « Dunes côtières boisées », sont quant à eux exclus de cet écosystème.

■ Types d'habitats d'intérêt communautaire (Bensettiti et al., (coord), 2001)

Les fourrés dunaire à genévriers correspondent à l'habitat élémentaire 2250-1 « Fourrés à genévriers sur dunes », inclus dans l'habitat générique 2250 « Dunes littorales à *Juniperus* spp. ». Cet habitat est un habitat d'intérêt prioritaire.

■ Classification phytosociologique (Bardat et al., 2004)

- **Classe** : *Quercetea ilicis*
 - **Ordre** : *Pistacio-Rhamnetalia alaterni*
 - **Alliance** : *Juniperion turbinatae*

■ IUCN Habitats classification scheme (Version 3.1)

Cet écosystème appartient à l'unité 13.3 « Coastal Sand Dunes ».



Description

Les junipérais dunaires sont des formations denses, broussailleuses, arbustives ou boisées composées d'espèces thermo-méditerranéennes et halophobes dominées par le Genévrier de mer et/ou le Genévrier oxycèdre à gros fruits. Sur le continent, cet écosystème s'observe en de rares endroits en arrière de prés salés mais il se développe plus largement au sein des massifs dunaires littoraux de la façade orientale de la Corse.

La junipéraie représente un stade d'équilibre de la végétation entre les propriétés du milieu physique et les régimes de perturbations, qui restent les principaux facteurs limitant la dynamique de la végétation. Ainsi, la junipéraie peut évoluer ou régresser si les conditions du milieu changent, en particulier en cas d'accrétion ou d'érosion du cordon dunaire. La végétation évolue alors vers des boisements forestiers ou vers des fruticées.

■ Biote indigène caractéristique

Végétation

Les genévriers

Le Genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*), ou Genévrier rouge, est présent sur tout le pourtour méditerranéen et comprend plusieurs sous-espèces. Celle qui se développe sur les milieux littoraux pauvres et arides est la sous-espèce *turbinata*, aussi appelée Genévrier de mer (Figure 77). Le développement de cette sous-espèce pionnière intolérante aux sols salés (halophobe) n'est possible que grâce à la formation d'une lentille d'eau douce sous le cordon dunaire.



Figure 77 : *Juniperus phoenicea* ssp. *turbinata*, Corse (© A. Lagrave)



Figure 78 : *Juniperus oxycedrus* ssp. *macrocarpa*, Corse (© A. Lagrave)

Le Genévrier oxycèdre à gros fruits (*Juniperus oxycedrus* subsp. *Macrocarpa*, Figure 78) est quant à lui une sous-espèce littorale du Genévrier cade (*Juniperus oxycedrus*), arbuste très fréquent des maquis et garrigues rocailleuses méditerranéennes. Le Genévrier oxycèdre à gros fruits est essentiellement présent en Corse et évalué *Vulnérable (VU)* en France (UICN France *et al.*, 2012) car ses populations sont peu nombreuses et isolées. De plus, sa dispersion naturelle est difficile car peu de ses cônes contiennent des graines.

Dans des conditions climatiques et édaphiques optimales, les formations dunaires à genévriers ont l'aspect d'une forêt basse et dense dont le recouvrement avoisine les 90-100 %. Ces junipérais sont essentiellement dominées par le Genévrier de mer, certains individus pouvant alors atteindre 7 à 8 mètres de hauteur, 30 cm de diamètre et vivre jusqu'à 700 ans. Ce type de peuplement est très rare en France, particulièrement sur le continent (Figure 79).



Figure 79 : Le bois des Rièges (© P.Bardin)

Les conditions du milieu étant plus clémentes pour la végétation, les junipérais sont des formations relativement diversifiées. Ainsi, la strate arbustive des junipérais est constituée d'un mélange de filaires (*Phillyrea spp*), de Pistachier lentisque (*Pistachia lentiscus*), de Tamaris (*Tamarix gallica*) et de Ciste à feuilles de sauge (*Cistus salviifolius*), tandis que la strate herbacée comprend des narcisses (*Narcissus*), des asphodèles (*Asphodelus*), la Germandrée tomenteuse (*Teucrium polium*) et la Salsepareille (*Smilax aspera*).

Cependant, le type de junipérais le plus couramment observable se caractérise par un fourré discontinu arbustif à arboré pauvre en espèces et dominé par le Genévrier de mer, d'une hauteur comprise entre 1 et 5 m (Figure 80). En Corse notamment, les junipérais sont ainsi surtout structurées autour du Genévrier de mer, associé à l'Arbousier (*Arbutus unedo*) et au Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*).

Certaines junipérais corses ne comprennent cependant que le Genévrier oxycèdre à gros fruits, associé à l'Asperge à feuilles aigües (*Asparagus acutifolius*). Ces peuplements incluant également le Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*) et la Salsepareille (*Smilax aspera*) correspondent à l'association phytosociologique *Asparago acutifolii-Juniperetum macrocarpae* (Paradis, 1993).

Enfin, les junipérais comprenant les deux espèces de genévriers montrent généralement une zonation où le Genévrier oxycèdre se trouve en avant du Genévrier de mer, tous deux en mélange avec l'Arbousier (*Arbutus unedo*) et le Nerprun alaterne (*Rhamnus alaternus*, Paradis et Piazza, 1991 ; Paradis et Tomasi, 1991 ; Paradis et Piazza, 1995 ; Piazza et Paradis, 1995).

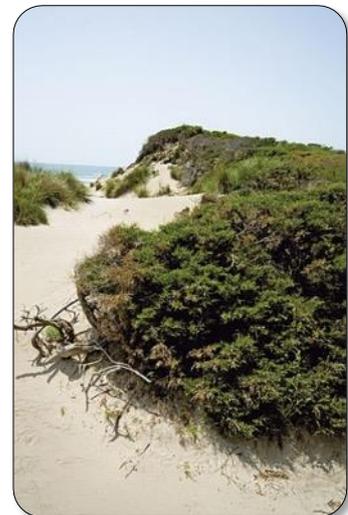


Figure 80 : Junipérais dunaire, Camargue (© A. Lagrave)

Végétation de substitution

La présence du Thésium humble (*Thesium humile*) marque une dégradation de la junipérais (Paradis, comm. pers.). Les faciès dominés par la Filaire à feuille étroite (*Phillyrea angustifolia*), le Pistachier lentisque (*Pistachia lentiscus*), les cistes (*Cistus spp.*) ou le Romarin (*Rosmarinus officinalis*) sont également des stades de dégradation de la forêt climacique à *Juniperus phoenicea* (Piazza et Paradis, 1998 ; Molinier et Tallon, 1965). A l'inverse, la présence éparse du Chêne vert (*Quercus ilex*) au sein des junipérais corses les plus éloignées de la mer traduirait un probable stade climacique de ces peuplements associant le Chêne vert aux genévriers (Paradis, 1993).

D'autres junipérais associant le Genévrier oxycèdre à gros fruits, le Genévrier de mer et l'Oléastre (*Olea europa* subsp. *sylvestris*) se développent sur des falaises rocheuses neutro-alkalines. Ces junipérais sur substrat rocheux ne font pas l'objet de cette fiche.

Faune

Les junipérais présentent généralement une faune caractéristique des garrigues méditerranéennes comprenant notamment, sur le continent, des rossignols et des fauvettes mélanocéphales. Il a également été montré que la dispersion des genévriers est essentiellement assurée par des animaux, notamment par cinq espèces d'oiseaux (Rouge-gorge, Merle, Grive musicienne, Fauvette à tête noire et Fauvette mélanocéphale) et deux espèces de mammifères (Fouine et Renard). Le Merle et les Grives seraient de plus de grands consommateurs des baies du Genévrier de Phénicie.

■ Milieu physique

Substrat

Les junipérais dunaires méditerranéennes se développent au sein des massifs dunaires littoraux, sur un substrat sableux très filtrant et plus ou moins mobilisable par le vent. En Corse, les junipérais à genévriers et Bruyère arborescente se développent sur des substrats cristallins, sur les versants les plus ensoleillés (Reymann *et al.*, 2016). Cet écosystème peut également se rencontrer sur des dunes fossiles plaquées ou perchées, notamment sur la façade occidentale de la Corse (Bensettiti *et al.*, 2004).

En Camargue et en Languedoc-Roussillon, les quelques junipérais observées s'installent le plus souvent derrière les prés salés, très rarement en arrière de la dune grise (Argagnon, comm. pers.).

Humidité, salinité et exposition aux vents

Les formations dunaires à genévriers correspondent à une végétation thermoméditerranéenne, étage bioclimatique caractérisé par une température moyenne du mois le plus froid d'au moins 5°C. Les junipérais s'implantent en effet dans les secteurs ne connaissant aucun gel hivernal.

La végétation des junipérais est halophobe et sa survie dépend exclusivement du contact des racines avec la nappe d'eau douce sous-dunaire, alimentée par les eaux de pluie, qui se superpose à la nappe d'eau salée. Cependant, cette végétation se trouve parfois dans des situations assez exposées à la déflation éolienne et aux embruns marins.

Le vent représente le principal obstacle au développement de la junipérais, surtout sur des sols très peu élaborés dont les particules sont facilement mobilisables.

■ Processus et interactions clés

Dynamique de la végétation

Certaines junipérais peuvent constituer le stade climacique des dunes boisées méditerranéennes, à proximité du littoral, dans le cas où elles représentent le stade d'équilibre de la végétation entre les capacités édaphiques du milieu dunaire (instabilité, disponibilité en eau, etc.) et les perturbations auxquelles la végétation peut être soumise (vent, embruns, etc.). D'autres junipérais correspondent quant à elles à des stades de transition, en fonction de la distance au trait de côte : transition vers des boisements à pins thermophiles sur les dunes marines ou transition vers des boisements à chênes verts et chênes kermès sur les dunes intérieures. Cette dynamique est en effet favorisée par l'apport d'alluvions fluviales ainsi que par des conditions environnementales moins rudes à mesure de l'éloignement de la mer (salinité plus faible, diminution de la force des vents, etc.).

À l'inverse, les genévriers peuvent dépérir et perdre leur caractère dominant en cas de modification de la balance eau douce/salée, des caractéristiques édaphiques du sol ou de l'intensité de l'impact du vent (incendie, coupe, piétinement intense, érosion, etc.). Les junipérais sont alors remplacées par des fruticées sclérophylles, notamment des cistais (Piazza et Paradis, 1998 ; Bensettiti *et al.*, 2004 ; Antoine, 2014). Les genévriers peuvent aussi dépérir spontanément si leurs racines atteignent la nappe salée, même en l'absence de perturbation extérieure (Antoine, 2014).

Les junipérais à Genévrier oxycède à gros fruits sont souvent situées devant les peuplements à Genévrier de mer. Les genévriers oxycèdes plus proches de la mer constituent alors une lisière protégeant des embruns et de l'ensablement les genévriers de mer, dont les peuplements sont plus susceptibles d'évoluer vers des stades forestiers, en mélange notamment avec le Chêne vert (Antoine, 2014). Le Genévrier oxycède a cependant tendance à remplacer le Genévrier de mer au sein de ses peuplements, en cas d'éclaircie (Piazza et Paradis, 1998 ; Bensettiti *et al.*, 2004).

Les junipérais présentent de plus une productivité plus élevée que les autres écosystèmes du cordon dunaire, du fait de leur éloignement de la mer et des conditions physiques plus clémentes où elles s'implantent. La compétition entre les espèces végétales y est accrue, bien que le stress induit par les régimes de perturbations reste le facteur structurant de l'organisation de cette végétation littorale (Ciccarelli, 2015).

Dynamique spatiale

Les dunes boisées à genévrier font partie d'une mosaïque d'écosystèmes dont la dynamique spatiale est régie par le déplacement et le renouvellement régulier du sable. Ce système est ainsi en évolution constante et nécessite des surfaces non contraintes au sein desquelles ces formations peuvent se déplacer.

La junipéraie dunaire présente en effet une dynamique spatiale à long terme régie par l'alternance de dunes jeunes en formation et de dunes séniles en érosion (Vanden Berghen, 1990). Ainsi, la croissance des genévriers favorise l'accumulation de sable au niveau de leurs racines et la formation de petites dunes. Or ces dunes seront tôt ou tard démantelées par l'action du vent : les genévriers adultes vont alors dépérir progressivement tandis que de jeunes individus vont pouvoir se développer dans les creux des reliefs édifiés par ces genévriers dépérissant.

Processus morphodynamiques

La morphologie des junipérais est fortement impactée par le vent, reconnu comme le principal moteur des processus morphodynamiques du système dunaire. Les genévriers présentent ainsi d'importantes anémomorphoses dans les sites les plus exposés aux vents et aux embruns, à tel point que la junipéraie apparaît parfois de manière fragmentée, en îlots ou en bouquets de quelques pieds, voire par pieds isolés et morphologiquement très affectés.

Sur certaines dunes très actives comme celles de l'Ostriconi, en Corse, de nombreux genévriers apparaissent totalement ensablés et seul le sommet de leur feuillage émerge du sable (Paradis et Piazza, 1991). Sur le site d'Erbaju-Ortolo, les prélèvements de sable récurrents ont ainsi mis à nu des troncs de genévriers de 10 à 15 m de long, orientés dans le sens du vent dominant (Paradis et Piazza, 1995).

La Figure 81 présente de manière schématique le fonctionnement global de l'écosystème, ainsi que l'impact des principales menaces identifiées ci-après.

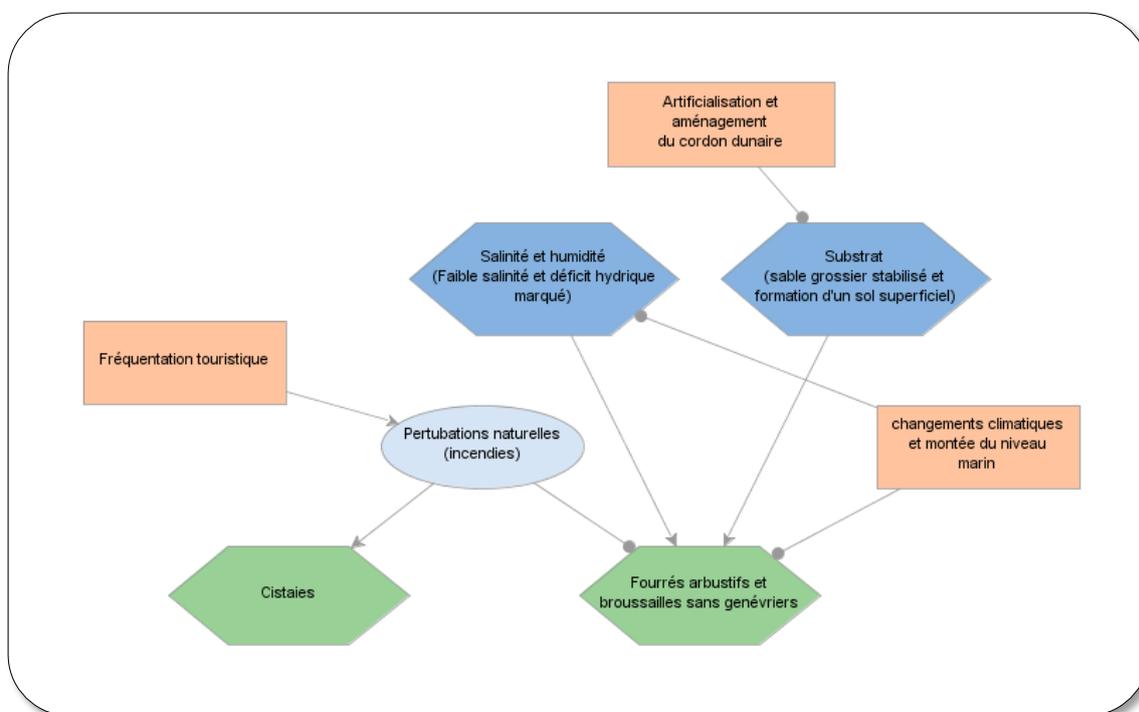


Figure 81 : Modèle conceptuel du fonctionnement de l'écosystème « junipérais dunaires méditerranéennes » et impacts des menaces identifiées

■ Facteurs de vulnérabilité

Destruction et artificialisation des milieux arrière-dunaires

L'artificialisation du littoral méditerranéen a, depuis les années 1960, et en particulier sur le continent, entraîné la destruction totale de certains cordons dunaires. L'étendue des formations à genévriers qui ont pu disparaître du fait de cette artificialisation reste inconnue mais est probablement conséquente. En Corse, de nombreuses activités anthropiques ont également perturbé le développement des junipérais. Les coupes des bois en particulier sont la cause historique de la disparition de cet écosystème en de nombreux sites de Corse, où seuls quelques genévriers subsistent aujourd'hui en arrière des hauts de plages et des dunes bordières. L'érosion généralisée de la côte orientale de la Corse a également contribué à la disparition d'un très grand nombre des junipérais.

Modification des processus morphodynamiques

L'établissement d'infrastructures humaines à proximité ou au sein du cordon dunaire provoque d'importantes modifications dans l'organisation des cortèges végétaux des junipérides, de par la modification des processus morphodynamiques. Cela provoque bien souvent la régression de la junipéride vers des fruticées dunaires. Mais la modification des processus morphodynamiques et des interactions entre les espèces et leur milieu peut aussi, à l'inverse, renforcer la compétition des genévriers avec les pins thermophiles méditerranéens se trouvant à proximité, au sein de plantations ou de peuplements spontanés environnants. Ces pins sont en effet aussi des espèces thermophiles et halophobes, comme les genévriers, et peuvent s'établir sur les mêmes zones s'ils sont à l'abri des embruns et de l'érosion éolienne. L'établissement de pins au sein des formations à genévriers traduit alors la déconnection de la dune avec le système dunaire (Antoine, 2014).

Le prélèvement de sable peut quant à lui entraîner la mise à nu du système racinaire des genévriers ou provoquer un ensablement trop important de leurs peuplements (Paradis, 1993 ; Piazza & Paradis, 1995).

Fréquentation touristique

La plupart des cordons dunaires de métropole et de Corse montrent une zonation de la végétation tronquée ou modifiée du fait de la fréquentation touristique et des perturbations physiques qu'elle entraîne. Il est également constaté un important changement de la composition floristique des communautés végétales dunaires, appauvries ou perturbées par l'apparition d'espèces nitrophiles (Paradis, 2014). Le simple fait que des chemins d'accès soient aménagés sur les dunes fixées serait ainsi un des facteurs les plus influents sur la composition floristique et sur les processus érosifs (Curr *et al.*, 2000). Une présence excessive de troupeaux peut également entraîner une rudéralisation des communautés végétales des junipérides (Bensettiti *et al.*, 2004 ; évaluations communautaires 2006 et 2013).

Changements climatiques

Les dunes fixées méditerranéennes caractérisées par une structure de végétation complexe comme celle des junipérides seraient très vulnérables face aux changements climatiques. Les facteurs de stress naturels (ensablement, salinité des embruns) étant moins intenses sur la dune fixée, ce sont en effet les paramètres climatiques qui ont le plus d'influences sur ce type de végétation. Prisco *et al.* (2013) estiment alors que ces écosystèmes pourraient perdre la majeure partie de leurs distributions actuelles dans un futur proche.

Montée du niveau marin

Intolérants à la salinité, les genévriers sont susceptibles de dépérir très rapidement en cas de modification, même mineure, d'une variable abiotique comme l'équilibre eau douce – eau salée ou l'intensité du vent. Or, le recul de la ligne de rivage en conséquence de la montée du niveau marin et/ou de l'érosion des littoraux sableux, accentuent les effets des embruns salés sur ces espèces non halophiles et modifient les conditions de salinité de la nappe d'eau douce, par remontée du biseau salé.



Évaluation (méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN V2.1, 2015)

■ Critère A : Réduction de la distribution spatiale

A.1 Réduction au cours des 50 dernières années

Il n'existe aucune donnée concernant la superficie couverte par les junipérais dunaires méditerranéennes et son évolution au cours des 50 dernières années. L'évaluation communautaire de l'habitat 2250 en France estime cependant, à dire d'expert, que sa tendance fut stable au cours des 15 dernières années, mais négative au cours des 30 dernières années. Les experts consultés pour cette évaluation considèrent également la régression des junipérais dunaires comme supérieure à 30 %, même s'il est possible que celle-ci ait eu lieu sur une période plus longue que les seules 50 dernières années.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Vulnérable (VU).

A.2a Réduction estimée au cours des 50 prochaines années

L'évaluation communautaire de l'habitat 2250 évalue ses perspectives futures de sa surface comme mauvaises, à échéance 2024. Cependant, aucune donnée ne permet d'estimer précisément la future réduction de la distribution des junipérais dunaires méditerranéennes au cours des 50 prochaines années.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

A.2b Réduction estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

Comme pour le sous-critère A2a, aucune donnée ne permet d'estimer la réduction de la distribution des junipérais dunaires méditerranéennes sur une période incluant le passé, le présent et se projetant dans l'avenir.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

A.3 Réduction depuis une référence historique (≈1750)

Il est certain que l'action de l'homme sur le littoral méditerranéen français a engendré une réduction de la superficie des junipérais dunaires au cours des 250 dernières années. Cependant, si quelques études mentionnent ces régressions historiques, notamment en Corse où des coupes rases et l'érosion côtière auraient éradiqué un grand nombre de junipérais de la côte orientale, aucune donnée ne permet de quantifier cette régression historique estimée comme au moins supérieure à 30 %.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

La catégorie Vulnérable (VU) est attribuée à l'écosystème « junipérais dunaires » selon le critère A.

■ Critère B : Distribution spatiale restreinte

B.1 Zone d'occurrence (km²)

La zone d'occurrence des junipérais dunaires méditerranéennes comprend l'ensemble de la Corse ainsi que la Camargue. Elle s'étend sur plus de 50 000 km² (Figure 76).

B.2 Zone d'occupation (maille 10x10 km)

La distribution des junipérais dunaires méditerranéenne est estimée à 41 mailles selon l'évaluation communautaire de l'habitat 2250 réalisée en 2018. Cependant, une cartographie plus précise permettrait d'identifier un nombre plus restreint de mailles occupées à plus de 1 % par ces junipérais. La zone d'occupation des junipérais méditerranéennes peut ainsi être estimée comme au moins inférieure à 50 mailles de 10x10 km (Figure 76).

B.3 Nombre de localités

Le nombre de localités est quant à lui déterminé par rapport à la menace principale de cet écosystème, à savoir l'artificialisation et la fréquentation touristique. Ces menaces s'exprimant à une échelle locale, le nombre de localité est supérieur à 5.

Déclin continu ou menace imminente

Un nombre de mailles occupées (AOO) inférieur à 50 permettrait l'attribution de la catégorie Vulnérable (VU) mais il ne peut être affirmé que cet écosystème soit confronté à un déclin continu, que ce soit de sa distribution, de sa qualité environnementale ou de l'intégrité de ses interactions biotiques, ni qu'il soit confronté à une menace imminente pouvant provoquer un tel déclin continu au cours des 20 prochaines années. Les experts estiment en effet que chaque station de junipéraie dunaire réagit différemment aux perturbations auxquelles elle est confrontée.

La catégorie Préoccupation-Mineure (LC) est attribuée à l'écosystème « junipérais dunaires » selon le critère B.

■ Critère C : Dégradation de l'environnement abiotique

C.1 Modification d'une variable abiotique au cours des 50 dernières années

Les effets des changements climatiques, et en particulier de la montée du niveau de la mer, se font déjà sentir au sein de certaines junipérais. Les genévriers du bois des Rièges, en Petite Camargue, montrent ainsi actuellement une plus forte vitalité en lisère du peuplement qu'en son cœur du fait du stress induit par l'augmentation de la salinité des sols. A l'échelle du littoral méditerranéen français cependant, nous pouvons estimer qu'aucun changement majeur de variable abiotique n'a été constaté au cours des 50 dernières années, mais que ces changements sont en cours.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Préoccupation-Mineure (LC).

C.2a Modification d'une variable abiotique estimée au cours des 50 prochaines années

Les changements climatiques en cours pourraient en effet représenter l'une des principales menaces pour les formations dunaires à genévriers à l'avenir car les paramètres climatiques sont les facteurs abiotiques qui ont le plus d'influence sur cet écosystème. L'élévation du niveau de la mer impacte quant à elle la hauteur de la nappe d'eau salée et donc la salinité de l'eau à disposition des genévriers, particulièrement sensibles à son augmentation. Nous ne disposons cependant d'aucune donnée fiable pour estimer l'ampleur des menaces sur l'écosystème au cours des 50 prochaines années, bien qu'elles puissent à terme affecter l'ensemble de la distribution de l'écosystème en France.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

C.2b Modification d'une variable abiotique estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

Nous ne disposons pas de données permettant d'évaluer, même à court terme, le changement d'une variable abiotique de cet écosystème.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

C.3 Modification d'une variable abiotique depuis une référence historique (≈1750)

Aucune modification majeure des paramètres abiotiques des junipérais dunaires ne semble avoir eu lieu au cours des 250 dernières années.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Préoccupation-Mineure (LC).

La catégorie Préoccupation-Mineure (LC) est attribuée à l'écosystème « junipérais dunaires » selon le critère C.

■ Critère D : Perturbation des processus et interactions biotiques

D.1 Modification d'une variable biotique au cours des 50 dernières années

L'artificialisation des arrière-dunes, la fréquentation estivale des cordons dunaires ou l'établissement d'infrastructures légères même saisonnières sont à l'origine du morcellement des formations dunaires à genévriers et de perturbations sévères de leur fonctionnement écologique. Ces activités perturbent notamment les équilibres sédimentaires et écologiques (exposition aux vents et aux embruns) assurant le développement de cette végétation pérenne et de leurs communautés animales associées. Les junipérais de Corse semblent ainsi n'être aujourd'hui que des vestiges de vastes formations forestières, aujourd'hui dégradées par les diverses perturbations qui limitent la croissance des jeunes genévriers (sciage, camping sauvage, piétinement, etc.). À l'échelle de la Petite Camargue également, une étude récente révèle que près de la moitié des stations de junipérais dunaires sont fragmentées et que très peu de ces stations font partie d'un système dunaire complet et ordonné.

L'évaluation de l'état de conservation de l'habitat 2250 réalisée en 2012 estimait que la pression exercée par les activités récréatives et de loisirs constituait une pression moyenne, mais que le fonctionnement naturel de ces boisements n'était pas irrémédiablement modifié. La progression des pins méditerranéens au sein des fourrés à genévriers est quant à elle estimée comme défavorable pour moins de 25 % de la surface de l'habitat 2250. Les experts consultés pour cette évaluation estiment quant à eux qu'au moins 30 % des junipérais dunaires sont actuellement dans un état très dégradé en France. La sévérité relative de cette dégradation peut être estimée comme supérieure à 80 %, proche de l'effondrement.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Vulnérable (VU).

D.2a Modification d'une variable biotique estimée au cours des 50 prochaines années

Il est actuellement impossible d'estimer la superficie de l'écosystème qui serait affectée par une intensification des activités touristiques et de la fréquentation, ou qui au contraire pourrait être soustraite à ces menaces. Il semble également que moins de 30 % de l'écosystème soit confronté à la compétition des genévriers avec les pins thermophiles méditerranéens, et donc à une potentielle substitution de l'espèce dominante.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

D.2b Modification d'une variable biotique estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

Nous ne disposons pas de données permettant d'évaluer, même à court terme, le changement d'une variable biotique de cet écosystème.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

D.3 Modification d'une variable biotique depuis une référence historique (≈1750)

Si l'impact de la fréquentation touristique sur les junipérais des dunes fixées est un phénomène récent, les impacts des activités anthropiques comme le pastoralisme ou le prélèvement de bois ont des origines plus anciennes. En Corse par exemple, certains boisements dunaires de genévriers auraient été abattus dès l'occupation génoise du XVI^{ème} siècle. Aucune donnée ne permet cependant d'estimer la superficie de l'écosystème concernée par ces perturbations historiques, ni leur sévérité relative.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

La catégorie Vulnérable (VU) est attribuée à l'écosystème « junipérais dunaires » selon le critère D.

■ Critère E : Analyse quantitative (modélisation) estimant la probabilité d'effondrement de l'écosystème

Il n'existe pas de modélisation de l'écosystème des junipérais des dunes fixées qui permettrait d'estimer la probabilité d'effondrement de l'écosystème.

La catégorie Données-Insuffisantes (DD) est attribuée à l'écosystème « junipérais dunaires » selon le critère E.

■ Bilan de l'évaluation des junipérais dunaires méditerranéennes en France

Critère	Sous-critère	Statut
A : Réduction de la distribution spatiale	A.1 : 50 dernières années	VU
	A.2a : 50 prochaines années	DD
	A.2b : 50 ans incluant le passé, le présent et le futur	DD
	A.3 : Depuis une référence historique (≈1750)	DD
B : Distribution spatiale restreinte	B1. Zone d'occurrence	LC
	B2. Zone d'occupation	LC
	B3. Nombre de localités	LC
C : Dégradation de l'environnement abiotique	C.1 50 dernières années	LC
	C.2a 50 prochaines années	DD
	C.2b 50 ans incluant le passé, le présent et le futur	DD
	C.3 Depuis une référence historique (≈1750)	LC
D : Perturbation des processus et interactions biotiques	D.1 50 dernières années	VU
	D.2a 50 prochaines années	DD
	D.2b 50 ans incluant le passé, le présent et le futur	DD
	D.3 Depuis une référence historique (≈1750)	DD
E : Analyse quantitative (modélisation) estimant la probabilité d'effondrement de l'écosystème		DD
Statut de l'écosystème	VU	

■ Fiabilité de l'évaluation

Moyenne (les données quantitatives ne sont pas toujours disponibles mais il existe une riche bibliographie et une expertise conséquente).

■ Évaluateur

Comité français de l'UICN (Magali Rossi, Aurélien Carré)



Bilan et interprétation de l'évaluation

L'étendue des junipérais dunaires qui ont pu disparaître du fait de leur exploitation ou des aménagements littoraux reste inconnue, que ce soit en Corse ou sur le continent, mais elle est probablement conséquente. Le développement des formations dunaires à genévriers dépend de plus d'un fragile équilibre entre les difficiles conditions physiques de la dune (instabilité, faible disponibilité en eau, etc.) et les perturbations auxquelles la végétation peut être soumise, notamment le vent et les embruns marins. Ainsi, s'il n'est pas rare de trouver des genévriers sur les arrière-dunes littorales méditerranéennes, leurs peuplements sont le plus souvent fortement morcelés et très perturbés.

En effet, toute modification d'un seul de ces paramètres peut entraîner une dégradation à long terme de l'écosystème. Par exemple, l'établissement d'infrastructures sur les cordons dunaires, même légères, peut profondément modifier l'équilibre morphodynamique de la dune : si l'influence du vent est limitée, cela peut déconnecter les junipérais du système dunaire et favoriser leur substitution par des formations arborées. A l'inverse, si certaines contraintes se trouvent renforcées, cela peut entraîner une régression des formations à genévriers au profit de fruticées. C'est notamment le cas de la fréquentation touristique qui augmente l'instabilité du substrat. Les junipérais apparaissent également très sensibles à l'augmentation de la salinité du sol. La diminution des précipitations liée aux changements climatiques en cours, associée à la montée du niveau marin, sont alors susceptibles d'avoir d'importants effets sur cet écosystème à l'avenir.

La faible superficie actuellement couverte par les junipérais dunaires laisse supposer qu'elles ont pu subir d'importantes régressions par le passé (Vulnérable, critères A1 ; Données-Insuffisantes, critère A3). De nombreuses stations de cet écosystème sur le continent, mais également en Corse, apparaissent également fragmentées et incluses dans des systèmes dunaires incomplets et perturbés par la fréquentation (Vulnérable, critère D1). L'augmentation de la salinité du sol, en lien avec les changements climatiques, la montée du niveau de la mer et le recul du trait de côte, est également une menace importante mais qui ne peut être quantifiée actuellement (Données-insuffisantes, critère, C2a et C2b).

Les junipérais dunaires méditerranéennes françaises sont par conséquent évaluées Vulnérable (VU) selon la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN, et ce malgré les incertitudes concernant les impacts à venir des changements climatiques et le manque de données concernant la distribution passée de cet écosystème. L'état de conservation de l'habitat 2250 « Dunes littorales à *Juniperus* spp. » est par ailleurs évalué « défavorable inadéquat » du fait des mauvaises perspectives futures quant à sa surface couverte.



Références

Rédacteurs de la fiche d'évaluation N.2000 : Olivier Argagnon / Julie Reymann / Virgile Noble

- Antoine M., 2014.** *Éléments pour la mise en place d'une méthode d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat « Dunes littorales à Juniperus spp »*. Mémoire Université de Lorraine, Syndicat Mixte Pour La Protection et La Gestion de La Camargue Gardoise, 47 p. + annexes.
- Arnassant S., Bailliencourt A. L. de., Bonnafé J.-C., Laurence A., Thomas P., Yavercovski N., 1996.** *La petite Camargue gardoise*, Courrier de la nature, Vol 160, pp. 24-29.
- Bardat J., Bioret F., Botineau M., Boulet V., Delpech R., Géhu J.-M., Touffet J., 2001.** *Prodrome des végétations de France*. MNHN, 143 p.
- Bensettiti F., Bioret F., Roland J., Lacoste J. P. (coord). 2004.** « Cahiers d'habitats » Natura 2000. *Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 2 - Habitats côtiers*. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation Française, Paris, 399 p. + cédérom.
- Bissardon M., Guibal L., Rameau J.-C., 1997.** *CORINE biotopes. Version originale. Types d'habitats français*. ENGREF, MNHN, 175 p.
- Ciccarelli D., 2015.** *Mediterranean coastal dune vegetation: Are disturbance and stress the key selective forces that drive the psammophilous succession?* Estuarine, Coastal and Shelf Science, pp. 1-7.
- Davies C. E., Moss D., O Hill M., 2004.** *Eunis habitat classification revised 2004*. European Environment Agency, 307 p.
- Keith D. A., Rodríguez J. P., Rodríguez-Clark K. M., Nicholson E., Aapala, K., Alonso A., Zambrano-Martínez S., 2013.** *Scientific Foundations for an IUCN Red List of Ecosystems*. Plos one, 8(5), e62111.
- Louvel J., Gaudillat V., Poncet, 2013.** *EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce*. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.
- Molinier R., Tallon G., 1965.** *Études botaniques en Camargue*. pp. 6-185.
- Paradis G., 1993.** *Les formations à Juniperus phoenicea et à Juniperus oxycedrus subsp. macrocarpa sur le littoral de la Corse*. Colloques Phytosociologiques XX, « Dynamique forestière », Bailleul, 24-26 octobre 1991 : pp. 345-358, J. Cramer, Berlin-Stuttgart.
- Paradis G., Piazza A C., 1991.** *Contribution à l'étude de la végétation des dunes du site classé de l'Ostriconi (Corse)*. Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest, N.S., Tome 22, pp. 149-182.
- Paradis G., Tomasi J.C., 1991.** *Aperçus phytosociologique et cartographique de la végétation littorale de Barcaggio (Cap Corse, France): rochers, dunes, étangs et dépressions*, Documents Phytosociologiques, NS, XIII, Camerino : pp. 175-208.
- Paradis G., Piazza C., 1995.** *Phytosociologie du site protégé de l'Ortolo (Corse). Etude préliminaire à sa gestion*. Colloques Phytosociologiques XXI, « Ecologia del Paesaggio e Progettazione ambientale. Il ruolo della Fitosociologia », Camerino 19-21 marzo 1992, pp. 51-100, J. Cramer, Berlin-Stuttgart.
- Piazza C., Paradis G., 1995.** *Description phytosociologique et cartographique de la végétation du site protégé de Roccapina (Corse, France) : Dune et zone humide*, Documents phytosociologiques, N.S., Camerino, XV, pp. 211-233.
- Piazza C., Paradis G., 1998.** *Essai de présentation synthétique des végétations chaméphytique et phanérophytique du littoral sableux et sablo-graveleux de la Corse*. Bulletin de La Société Botanique Du Centre-Ouest, Nouvelle série (29), pp. 109–168.
- Prisco I., Carboni M., Acosta A. T. R. 2013.** *The Fate of Threatened Coastal Dune Habitats in Italy under Climate Change Scenarios*, PLoS ONE 8(7), 32 p.
- Reymann J., Panaiotis C., Bioret F., Delbosc P., Gamisans J., Paradis G., Pioli A., Gauberville G., Piazza C., O'Deye-Guizien K. & Hugot L., 2016.** *Prodrome des végétations de Corse. Version 1.0*. Conservatoire Botanique National de Corse – Office de l'Environnement de la Corse, Corte, *Documents phytosociologiques*, accepté.
- Rossi M., Bardin P., Cateau E., Vallauri D., 2013.** *Forêts anciennes de Méditerranée et des montagnes limitrophes*. Références pour la naturalité régionale. WWF France, 144 p.
- Vanden Berghen C., 1990.** *Le fourré à Juniperus oxycedrus subsp. macrocarpa dans les dunes du golfe de Tunis*, Belgian Journal of Botany, pp. 5-13.

Dunes boisées méditerranéennes



Présentation et distribution géographique

Les boisements implantés sur les arrière-dunes méditerranéennes sont essentiellement dominés par des pins thermophiles : Pin maritime, Pin pignon ou Pin d'Alep. Ces peuplements se développent dans des conditions d'abri et de faible exposition aux embruns marins. Si certains sont spontanés, la plupart sont cependant issus de plantations anciennes ou ont colonisé des dunes dégradées situées à proximité de plantations.

Les forêts dunaires sont globalement rares sur les côtes méditerranéennes françaises (Figure 82). Les peuplements des dunes littorales dominés par le Pin maritime s'observent en particulier sur la côte orientale de la Corse, tout comme les boisements dunaires à Pin pignon, aussi présents en Petite Camargue. Les dunes boisées à Pin d'Alep se trouvent également en Petite Camargue ainsi que sur les côtes varoises (Bensettiti *et al.*, 2004 ; évaluations communautaires, 2006 et 2012).

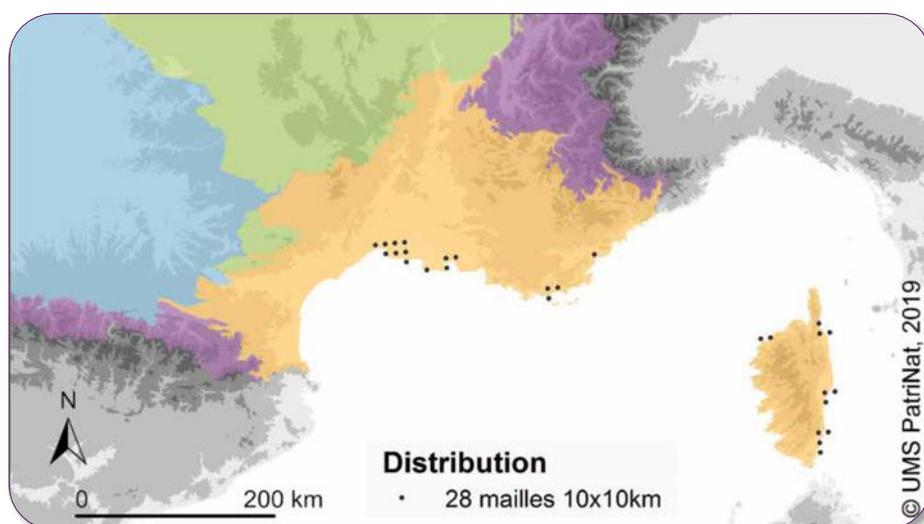


Figure 82 : Distribution de l'habitat 2270 « Dunes avec forêts à *Pinus pinea* et/ou *Pinus pinaster* » en région méditerranéenne française, correspondant en partie à l'écosystème évalué (Rapportage 2013-2018)



Classification

■ EUNIS / Corine biotopes

Nous retenons pour l'écosystème « Dunes boisées méditerranéennes », l'unité présentée dans le Tableau 16.

Tableau 16 : Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème « Dunes boisées méditerranéennes » (Davies *et al.*, 2004 ; Louvel *et al.*, 2013)

Code	Intitulé	Description
B1.7	Dunes côtières boisées	Dunes côtières colonisées par des boisements subissant l'influence directe de la proximité de la mer.
B1.74	Dunes côtières brunes couvertes naturellement ou quasi naturellement de pins thermophiles	Dunes côtières colonisées par des pins thermophiles méditerranéens et atlantiques, correspondant à un faciès de substitution ou dans quelques stations à des formations climaciques des chênaies sempervirentes d'origine anthropique (<i>Quercetalia ilicis</i> ou <i>Ceratonio-Rhamnetalia</i>). Les espèces typiques sont <i>Pinus pinea</i> , <i>Pinus pinaster</i> , <i>Pinus halepensis</i> , <i>Juniperus macrocarpa</i> , <i>Juniperus pinoidea ssp. turbinata</i> , <i>Scaligeria napiformis</i> , <i>Rhamnus alaternus</i> , <i>Arbutus unedo</i> , <i>Erica arborea</i> , <i>Pistacia lentiscus</i> . Cette unité est l'équivalent littoral de l'unité G3.7.

L'unité EUNIS B1.7 correspond à l'unité 16.29 de Corine Biotopes (Bissardon *et al.*, 1997).

■ Types d'habitats d'intérêt communautaire (Bensettiti *et al.*, 2004)

Les dunes boisées méditerranéennes correspondent à l'habitat générique prioritaire 2270 « Dunes avec forêts à *Pinus pinea* et/ou *Pinus pinaster* ». Cet habitat comprend deux habitats élémentaires :

- 2270.1 « Forêts dunales à Pin parasol (*Pinus pinea*) » ;
- 2270.2 « Forêts dunales à Pin maritime (*Pinus pinaster*) ».

Cet écosystème inclus également une partie de l'habitat élémentaire 9540.3-3 « Peuplements littoraux de Pin d'Alep et Genévrier de Phénicie sur sables ou rochers ».

■ Classification phytosociologique (Bardat *et al.*, 2004)

- **Classe** : *Quercetea ilicis*
 - **Ordre** : *Quercetalia ilicis*
 - **Alliance** : *Quercion ilicis*
 - **Ordre** : *Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni*
 - **Alliance** : *Juniperion turbinatae*

■ IUCN Habitats classification scheme (Version 3 .1)

Cet écosystème appartient à l'unité 13.3 « Coastal Sand Dunes ».



Description

Les dunes boisées méditerranéennes correspondent aux arrières-dunes côtières capables d'héberger des peuplements forestiers, du fait de la faible exposition aux embruns marins et de l'accumulation de matière organique au sol. Ces boisements sont souvent dominés par les pins thermophiles méditerranéens (Pin maritime, Pin pignon et Pin d'Alep).

Ces peuplements forestiers dunaires sont globalement rares sur les côtes méditerranéennes françaises et se trouvent parfois en position rétro-littorale, en arrière des lagunes côtières et des cordons de dunes grises. Si certains de ces peuplements forestiers sont spontanés, la plupart sont issus de plantations anciennes et se superposent aux fourrés dunaires méditerranéens à genévriers.

■ Biote indigène caractéristique

Végétation

Pins thermophiles méditerranéens

Le Pin pignon (*Pinus pinea* L.) fait partie du groupe des pins méditerranéens indigènes de Méditerranée occidentale. Il est cependant considéré comme une espèce isolée car il n'est pas capable de se reproduire avec les autres espèces de pins méditerranéens. Le Pin pignon présente un port typiquement "en parasol" et peut atteindre 30 m de haut pour une circonférence de plus de 6 m (Figure 83).

Le Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill. ssp. *halepensis*) est une espèce voisine du Pin de Calabre (*Pinus halepensis* Mill. ssp. *bruttia*). Il est cependant beaucoup plus fréquent en Méditerranée française que le Pin de Calabre et s'en distingue notamment par ses aiguilles filiformes, plus courtes (6-10 cm), vert-jaunâtre.

Le Pin maritime mésogéen (*Pinus pinaster* subsp. *pinaster*) est quant à lui une des 3 sous-espèces de pins maritimes (*Pinus pinaster*), avec la sous-espèce maghrébine (*Pinus pinaster* subsp. *renoui*) et la sous-espèce atlantique (*Pinus pinaster* subsp. *hamiltonii*).

Les pinèdes dunaires forment des peuplements plus ou moins réguliers et souvent en mélange, ouverts et plus ou moins clairsemés (Figure 84, Figure 85).

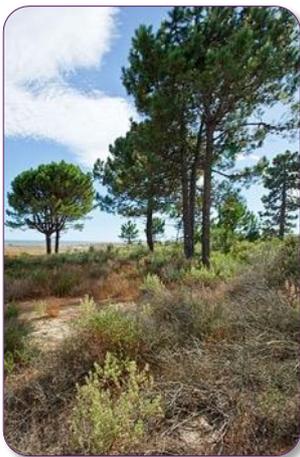


Figure 83 : Boisement dunaire à Pin pignon, Corse (© A. Lagrave)



Figure 84 : Boisement dunaire à Pin pignon, Camargue (© A. Lagrave)



Figure 85 : Boisement dunaire à Pin d'Alep, Camargue (© A. Lagrave)

Végétations des fourrés dunaires :

Les pinèdes des dunes méditerranéennes se développent pour la plupart en superposition des fourrés littoraux à genévriers ou des fruticées dunaires, et en contact interne avec la végétation du *Crucianellion maritimae* et des pelouses rases de la dune fixée. Parmi les autres espèces végétales caractéristiques du sous-bois des forêts dunaires, on retrouve ainsi le

Pistachier lentisque (*Pistachia lentiscus*), la Filaire à feuilles étroites (*Phillyrea angustifolia*), le Nerprun alaterne (*Rhamnus alaternus*) ou encore la Garance voyageuse (*Rubia peregrina*).

■ Milieu physique

Substrat

Les peuplements forestiers dunaires se développent sur des substrats sableux, très filtrants et pouvant être remobilisés par le vent selon l'exposition et l'état du tapis végétal en sous-bois (Bensettiti *et al.*, 2004). Ces peuplements se rencontrent parfois sur des dunes de troisième ligne, notamment en Petite Camargue (Figure 86 ; Avias et Favennec, 2010).

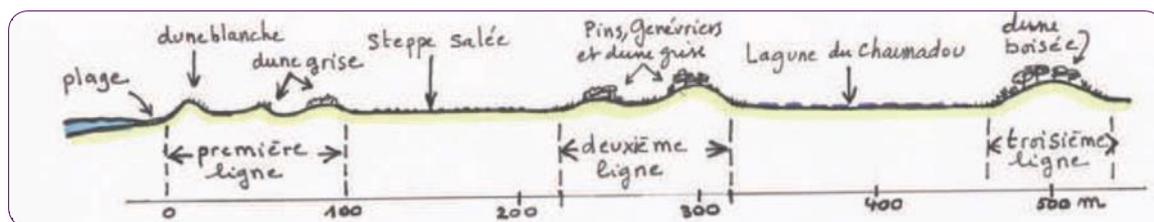


Figure 86 : Transect du complexe dunaire de Terre-Neuve, cordon dunaire de l'Espiguette (Avias & Favennec, 2010)

Humidité, salinité et exposition aux vents

Les peuplements forestiers des dunes boisées se développent sous des bioclimats thermoméditerranéen et mésoméditerranéen, les plus tamponnés en termes de températures (Bensettiti *et al.*, 2004). Du fait de l'éloignement de la mer, les contraintes environnementales sont également moins marquées et permettent à la végétation d'atteindre un stade arborescent.

Situées à l'étage dit ad-littoral, la teneur en sodium dans le sol des peuplements forestiers dunaires reste marquée mais elle est plus faible que dans les autres parties du cordon dunaire. Cette salinité résiduelle pourrait ainsi être un frein à la germination de certaines espèces, notamment des espèces arborées feuillues comme *Quercus ilex* (Panaiotis 1996, Panaiotis et Paradis 1999).

Ces contraintes spécifiques aux milieux dunaires restent cependant fortes pour des peuplements forestiers, notamment l'exposition aux vents et aux embruns marins. Les contraintes écologiques liées à leur implantation sur le cordon dunaire, dont la principale consiste en la très faible capacité de rétention d'eau des sols, sont également très marquées.

■ Processus et interactions clés

Dynamique de la végétation

En arrière des junipérais et des fruticées dunaires et où les conditions physiques sont favorables à la croissance d'espèces arborescentes, la dynamique de la végétation dunaire méditerranéenne devrait spontanément conduire à l'établissement de peuplements forestiers dominés par le Chêne vert. Ce dernier est par ailleurs souvent observé à l'état d'individus épars en Corse, en mélange avec les genévriers (Paradis et Piazza, 1988).

Certaines études soulignent cependant que la dynamique naturelle de la végétation littorale n'aboutirait en réalité que rarement à un stade forestier, notamment par défaut de germination du Chêne vert sur les milieux dunaires du fait de la salinité résiduelle (Panaiotis, 1996). Ainsi, si le Chêne vert est souvent présent au sein des dunes boisées, sa présence résulterait plutôt du rejet de souche de chênes verts établis par le passé dans des conditions plus clémentes, notamment en termes de précipitation et de pression d'abrutissement.

Dynamique spatiale

Les trois espèces de pins qui dominent aujourd'hui les dunes boisées méditerranéennes, et en particulier le Pin parasol et le Pin maritime, ont été fortement favorisés par l'homme sur les milieux dunaires et correspondent donc bien souvent à des faciès de substitution (Heurtefeux & Richard, 2010).

Le Pin pignon a en effet été largement planté pour la récolte des pignes dès l'époque romaine, ce qui a considérablement contribué à étendre sa distribution, notamment sur les sables littoraux (Quézel, 1979 ; Tassin, 2012). En France continentale, les peuplements de Pin pignon sont ainsi majoritairement issus de plantations plus ou moins anciennes qu'il est difficile de distinguer des peuplements spontanés. En Corse par contre, ces peuplements sont exclusivement issus de plantations datant pour les plus anciennes du XIXème siècle. Le Pin maritime mésogéen est quant à elle une espèce cicatricielle nomade qui colonise spontanément les terrains incendiés ou les anciens parcours abandonnés. Malgré sa grande plasticité, les peuplements qu'il domine sont considérés comme des formations transitoires, y compris sur les dunes littorales.

Le Pin d'Alep était quant à lui originellement cantonné aux quelques stations les plus hostiles de Provence et du Languedoc. Les quelques pinèdes à Pin d'Alep spontanées en France seraient en effet inféodées uniquement à deux stations littorales, la première près de Marseille et la seconde dans le massif de la Clape. Les peuplements actuels de Pin d'Alep sont ainsi principalement des faciès forestiers de substitution d'anciennes forêts caducifoliées ou sclérophylles.

Ces pins thermophiles sont de plus des essences pionnières à forte plasticité, et dont la dynamique « expansionniste » se traduit sur les milieux dunaires par une colonisation progressive des junipérais indigènes lorsque les conditions d'exposition le permettent (Piazza et Paradis, 1998 ; Bensettiti *et al.*, 2004). Les genévriers forment alors une végétation de sous-bois.

La Figure 87 présente de manière schématique le fonctionnement de l'écosystème, ainsi que l'impact des menaces identifiées ci-après.

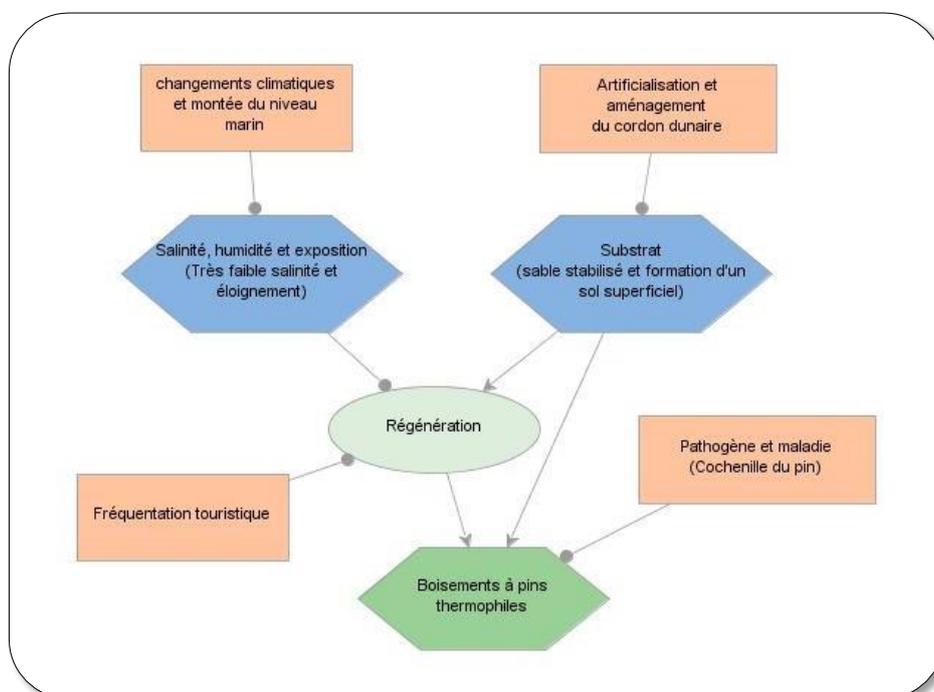


Figure 87 : Modèle conceptuel du fonctionnement de l'écosystème « dunes boisées méditerranéennes » et impacts des menaces identifiées

■ Facteurs de vulnérabilité

Artificialisation

Il est avéré que la dégradation des écosystèmes dunaires méditerranéens s'est accentuée depuis les années 1960, conjointement à l'intensification de l'activité touristique suscitée par ces littoraux. La transformation de ces milieux est dans la plupart des cas irréversible. Même en Corse, où le littoral a été mieux préservé en comparaison des côtes méditerranéennes continentales, les formations arborées y sont très rares (Panaiotis, 1996).

Progression du biseau salé

Le recul de la ligne de rivage, conséquence de la montée du niveau marin et/ou de l'érosion des littoraux sableux, accentue les effets des embruns salés sur la végétation non halophile des dunes boisées méditerranéennes. Le recul de la ligne de rivage et l'élévation du niveau de la mer modifient également les conditions de salinité de la nappe d'eau douce par remontée

du biseau salé, ce qui représente aujourd'hui la principale menace pour la végétation forestière des dunes boisées méditerranéennes en France.

Changements climatiques

Le développement des peuplements forestiers sur des milieux à fortes contraintes écologiques, comme les dunes littorales, n'est possible que dans des conditions d'équilibre stricte entre les propriétés physiques du milieu et les paramètres climatiques. Ces peuplements dunaires sont ainsi très vulnérables face à toute modification de l'un de ces paramètres. Or les paramètres climatiques propices à la croissance et la régénération de ces peuplements changent sous l'effet des changements climatiques, qui entraînent à la fois des perturbations ponctuelles plus fréquentes (sécheresse, tempête, froid intense) et des perturbations durables des conditions climatiques (baisse des précipitations estivales, augmentation de l'évapotranspiration). Ces changements vont renforcer les contraintes du milieu et donc la vulnérabilité de ces écosystèmes face aux événements climatiques extrêmes, qu'ils soient ponctuels ou permanents. Certaines études ont ainsi montré la forte probabilité de disparition des communautés végétales des dunes fixées d'ici 2050 du fait de l'influence directe des changements climatiques (Prisco *et al.*, 2013).

Pathogènes et ravageurs

La cochenille du pin (*Matsucoccus feytaudi*) est une espèce endémique des peuplements de pins maritimes d'Europe de l'Ouest et d'Afrique du Nord. En France, elle est présente depuis le XIX^{ème} siècle dans tous les peuplements landais et des côtes atlantiques mais fut accidentellement introduite dans les années 1940 en région méditerranéenne, d'où elle était encore absente (Riom, 1994). Elle s'attaque exclusivement au Pin maritime et provoque un affaiblissement de l'arbre qui réagit à la prolifération et aux piqûres de cet insecte par l'exsudation de résine, suivi du jaunissement de ses aiguilles. Dans un deuxième temps, des ravageurs secondaires comme les scolytes, des insectes xylophages, peuvent profiter de cet affaiblissement et amener les arbres les plus atteints à mourir sur pied. Il est également possible que l'affaiblissement provoqué par la cochenille soit exacerbé sur les stations les moins favorables au Pin maritime mésogéen.

La Cochenille du pin est arrivée en Corse en 1994 et cause depuis de nombreux dépérissements : le réseau de surveillance mis en place révèle une mortalité de près de 26 % entre 2000 et 2009 et la situation y est toujours à un stade épidémique (Raffin, 2011). Le déficit foliaire du Pin maritime en Corse atteint 52 % en 2011 et ne cesse de croître depuis 1997 (Goudet, 2011). Les changements climatiques pourraient également amplifier les attaques d'insectes xylophages sur les arbres déjà infectés (la processionnaire du pin est favorisée par les hivers doux, les scolytes se multiplient davantage sur les arbres déjà affaiblis par des épisodes de sécheresse, etc.).

Cependant, les peuplements actuels du Var et des Alpes-Maritimes présentent dorénavant une forte régénération naturelle et un mélange d'arbres sains et atteints, sans mortalités importantes. La sélection naturelle des arbres et l'arrivée des prédateurs de la cochenille auraient ainsi pu contribuer au maintien du Pin maritime dans le sud-est, probablement par modification de la composition génétique des populations.

Fréquentation

La fréquentation touristique a également un impact conséquent sur la régénération naturelle des peuplements forestiers dunaires méditerranéens. Une étude conduite par l'ONF entre 2002 et 2008 sur les pinèdes littorales de la Camargue gardoise conclut en effet que, si l'état de conservation de cet habitat est globalement bon et stable, la capacité des peuplements à se renouveler est remise en question du fait de la fréquentation et du déplacement du sable (ONF, 2008). Les peuplements forestiers dunaires sont de plus très inflammables et présentent une grande vulnérabilité vis-à-vis des incendies, notamment en Corse et dans le Var, que la fréquentation touristique contribue à amplifier.

Embruns marins pollués

D'importants phénomènes de dépérissement des arbres littoraux des côtes méditerranéennes françaises ont été observés au cours des années 1990. Ces phénomènes ont touché le sud du département des Bouches-du-Rhône et le Var dès les années 1960, affectant l'ensemble de la végétation littorale. Ces dépérissements présentaient les mêmes symptômes initiaux qu'une forte exposition aux embruns salés mais avec une issue bien différente : la mortalité des aiguilles fut suivie de la nécrose des bourgeons, entraînant *in fine* la mort de branches entières puis des arbres (Stammiti et Garrec, 1992).

Ces dépérissements, également constatés dans d'autres régions littorales du monde, ont été attribués aux embruns marins pollués. La présence de détergents et d'hydrocarbures dans les embruns marins a en effet pu permettre au sel de franchir plus facilement et en plus grande quantité la barrière cuticulaire des arbres, qui sépare les tissus vivants de la plante de l'atmosphère (Crouzet et Resch 1993, Garrec 1994). De plus, les pins à aiguilles persistantes sont plus sensibles au dépérissement que les autres espèces d'arbres à feuilles caduques (Stammiti et Garrec, 1992).



Évaluation (méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN V2.1, 2015)

■ Critère A : Réduction de la distribution spatiale

A.1 Réduction au cours des 50 dernières années

Les dunes boisées méditerranéennes sont des écosystèmes très restreints, et qui ont probablement régressé depuis les années 1960 du fait de l'aménagement des cordons dunaires. Cela est particulièrement le cas en région Occitanie, où presque aucun peuplement forestier de ce type n'est actuellement observé et où les dégradations du cordon dunaire sont nombreuses. L'évaluation de l'état de conservation de l'habitat prioritaire 2270 en France évalue la « tendance observée à long terme » sur la période 1989-2012 comme « négative », en raison notamment de mises en culture.

Cependant, aucune autre donnée supplémentaire, notamment d'études par photo-interprétation, ne permet de renseigner ce sous-critère.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

A.2a Réduction estimée au cours des 50 prochaines années

La protection des dunes boisées apparaît dorénavant comme une priorité dans les stratégies de conservation des espaces littoraux méditerranéens. Pour autant, cet écosystème est rare et les nombreuses incertitudes sur sa vulnérabilité à long terme ne permettent pas de formuler de quelconques hypothèses d'évolution de la distribution des dunes boisées méditerranéennes au cours des 50 prochaines années.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

A.2b Réduction estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

Dans le cadre de l'évaluation de l'état de conservation de l'habitat 2270 en France, la « tendance à court terme » (depuis 2001) de sa surface est estimée comme stable, tandis que la « tendance future » (2013-2024) serait négative. Aucune autre estimation de tendance n'est disponible pour cet écosystème.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

A.3 Réduction depuis une référence historique (≈1750)

Depuis 1750, l'impact anthropique sur les littoraux sableux méditerranéens de France métropolitaine a probablement engendré une réduction conséquente de la superficie des dunes boisées. Cependant, bien que l'étude par interprétation de clichés aériens et de cartes anciennes serait possible, aucune valeur de référence n'a pu être renseignée pour l'évaluation de l'état de conservation de l'habitat 2270 en France.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

La catégorie Données-insuffisantes (DD) est attribuée à l'écosystème « dunes boisées méditerranéennes » selon le critère A.

■ Critère B : Distribution spatiale restreinte

B.1 Zone d'occurrence (km²)

La zone d'occurrence des dunes boisées méditerranéennes s'étend de la Camargue à la façade Orientale de la Corse, en passant par les côtes varoises. Elle s'étend ainsi sur près de 50 000 km² (Figure 82).

B.2 Zone d'occupation (maille 10x10 km)

Selon l'évaluation de l'état de conservation de l'habitat 2270 en France de 2018, les dunes boisées méditerranéennes occupent 28 mailles de 10x10 km (Figure 82), bien que l'estimation minimale de la surface couverte par cet habitat soit seulement de 3,32 km². La zone d'occupation de cet écosystème peut alors être estimée comme comprise entre 3 et 24 mailles de 10x10 km.

B.3 Nombre de localités

Le nombre de localités d'un écosystème est quant à lui déterminé par rapport à sa menace principale. Les plus fortes menaces pesant sur les dunes boisées méditerranéennes étant directement liées à ce qui peut localement menacer les peuplements présents, notamment leur destruction, il y a donc autant de localités de cet écosystème que de sites où il est observé. Le nombre de peuplements dunaires continus est cependant inconnu en France, mais reste probablement supérieur à 5.

Déclin continu ou menace imminente

L'estimation de la Zone d'occupation de cet écosystème (AOO entre 3 et 24 mailles) permettrait l'attribution des catégories Vulnérable (VU) et/ou En Danger (EN). Cependant, nous ne pouvons considérer que cet écosystème présente un déclin continu de sa distribution spatiale, son environnement abiotique ou de ses interactions biotiques. De plus, la progression du biseau salé liée à la montée du niveau marin ne provoquerait sans doute pas un tel déclin continu au cours des 20 prochaines années, mais à plus long terme.

La catégorie Préoccupation-Mineure (LC) est attribuée à l'écosystème « dunes boisées méditerranéennes » selon le critère B.

■ Critère C : Dégradation de l'environnement abiotique

C.1 Modification d'une variable abiotique au cours des 50 dernières années

Au cours des 50 dernières années, certains boisements littoraux méditerranéens ont été touchés par des phénomènes de dépérissement, résultat d'une pollution de la mer par des détergents et des hydrocarbures. Ces embruns pollués ont ainsi principalement attaqué les arbres situés en première ligne des peuplements implantés sur les rivages peu accidentés et les larges baies, les plus affectés étant ceux de la rade de Marseille et des îles d'Hyères. D'après l'estimation de la distribution de l'habitat 2270, ces peuplements représentent moins de 30 % de l'ensemble des dunes boisées méditerranéennes en France. Aucun autre changement majeur de variable abiotique n'a été constaté au cours des 50 dernières années pour cet écosystème.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Préoccupation-Mineure (LC).

C.2a Modification d'une variable abiotique estimée au cours des 50 prochaines années

Les changements climatiques en cours contribuent notamment à l'augmentation de la fréquence des tempêtes et à un dérèglement des régimes de précipitations. L'élévation du niveau de la mer impacte aussi la hauteur de la nappe d'eau salée et donc la quantité d'eau douce disponible pour les arbres. L'ensemble de ces modifications environnementales pourrait remettre en question l'avenir des peuplements forestiers des dunes méditerranéennes, sans qu'il soit possible d'en estimer la sévérité relative au cours des 50 prochaines années.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

C.2b Modification d'une variable abiotique estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

Le phénomène d'embruns marins pollués n'étant plus constaté aujourd'hui, seuls les changements climatiques occasionnent actuellement un changement de variable abiotique. Nous ne disposons pas de plus de données sur cette période que pour le sous-critère C.2a.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

C.3 Modification d'une variable abiotique depuis une référence historique (≈1750)

Les principales modifications des variables abiotiques assurant la stabilité des dunes boisées méditerranéennes ont eu lieu depuis les années 1960. De plus, ce sont surtout les modifications à venir qui sont susceptibles de menacer cet écosystème.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Préoccupation-Mineure (LC).

■ Critère D : Perturbation des processus et interactions biotiques

D.1 Modification d'une variable biotique au cours des 50 dernières années

La fréquentation touristique présente un impact conséquent sur la régénération naturelle des peuplements forestiers dunaires méditerranéens, comme cela fut montré pour les pinèdes littorales de la Camargue gardoise où il est constaté une quasi-absence de jeunes pins (moins de 1,30 m). Cette absence de régénération représente une sévérité relative supérieure à 80 %. Cependant, ces données ne peuvent être extrapolées à l'ensemble de cet écosystème en France.

De nombreux incendies ont également pu affecter les pinèdes dunaires méditerranéennes au cours des 50 dernières années, mais aucune donnée ne permet de quantifier la sévérité relative de cette perturbation.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

D.2a Modification d'une variable biotique estimée au cours des 50 prochaines années

La réussite de la régénération des pinèdes littorales méditerranéennes devant passer par la mise en œuvre de techniques de protection, il n'est pas possible d'estimer la superficie de l'écosystème qui pourrait être soustraite à la menace d'une fréquentation mal gérée.

Les dépérissements liés à la Cochenille du pin semblent dorénavant mineurs sur le continent et il est possible que, d'ici 50 ans, l'épidémie de Cochenille soit également résolue en Corse.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

D.2b Modification d'une variable biotique estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

L'arrivée récente de la Cochenille du pin en Corse et les dépérissements constatés laissent présager d'une intense perturbation des dunes boisées corses à Pin maritime à l'avenir. En effet, le déficit foliaire moyen des pins maritimes dépasse 50 % et sa mortalité est estimée à 26 % au sein des secteurs infectés. De plus, les changements climatiques pourront à l'avenir favoriser la dynamique des populations de ravageurs et de pathogènes, en raison de la présence d'arbres affaiblis par une moindre disponibilité en eau. Considérant que la quasi-totalité des pins maritimes des littoraux corses sont infectés, la sévérité relative de cette menace est estimée comme supérieure à 80 %. Les dunes boisées corses à Pin maritime représentent plus de 30 % de la distribution de cet écosystème en France.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Vulnérable (VU).

D.3 Modification d'une variable biotique depuis une référence historique (≈1750)

L'impact de la fréquentation sur les dunes boisées méditerranéennes est un phénomène récent, en lien avec le développement du tourisme balnéaire. Les impacts liés au pâturage, ainsi que ceux liés au prélèvement de bois, sont quant à eux plus anciens. Cependant, aucune donnée historique ne permet d'estimer l'étendue concernée ou la sévérité relative de ces perturbations au cours des 250 dernières années.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

La catégorie Vulnérable (VU) est attribuée à l'écosystème « dunes boisées méditerranéennes » selon le critère D.

■ Critère E : Analyse quantitative (modélisation) estimant la probabilité d'effondrement de l'écosystème

Il n'existe pas de modélisation de l'écosystème des dunes boisées méditerranéennes qui puisse permettre d'estimer la probabilité d'effondrement de l'écosystème au cours des 50 prochaines années.

La catégorie Données-Insuffisantes (DD) est attribuée à l'écosystème « dunes boisées méditerranéennes » selon le critère E.

■ Bilan de l'évaluation des dunes boisées méditerranéennes en France

Critère	Sous-critère	Statut
A : Réduction de la distribution spatiale	A.1 : 50 dernières années	DD
	A.2a : 50 prochaines années	DD
	A.2b : 50 ans incluant le passé, le présent et le futur	DD
	A.3 : Depuis une référence historique (≈1750)	DD
B : Distribution spatiale restreinte	B1. Zone d'occurrence	LC
	B2. Zone d'occupation	LC
	B3. Nombre de localités	LC
C : Dégradation de l'environnement abiotique	C.1 50 dernières années	DD
	C.2a 50 prochaines années	DD
	C.2b 50 ans incluant le passé, le présent et le futur	LC
	C.3 Depuis une référence historique (≈1750)	DD
D : Perturbation des processus et interactions biotiques	D.1 50 dernières années	DD
	D.2a 50 prochaines années	DD
	D.2b 50 ans incluant le passé, le présent et le futur	VU
	D.3 Depuis une référence historique (≈1750)	DD
E : Analyse quantitative (modélisation) estimant la probabilité d'effondrement de l'écosystème		DD
Statut de l'écosystème	VU	

■ Fiabilité de l'évaluation

Médiocre (pas de données fiables de superficie, bibliographie limitée et peu de données quantitatives, dires d'experts).

■ Évaluateur

Comité français de l'UICN (Magali Rossi, Aurélien Carré)



Bilan et interprétation de l'évaluation

Les peuplements forestiers des dunes littorales méditerranéennes sont rares sur les côtes françaises, du continent comme de Corse, et aucune estimation des surfaces qu'ils auraient pu occuper par le passé n'a été réalisée. La présence de la Cochenille du pin en Corse représente ainsi la principale menace quantifiable pour cet écosystème car ce pathogène pourrait entraîner la disparition d'une grande partie des pinèdes dunaires corses dominées par le Pin maritime, notamment par des individus âgés. De plus, l'actuelle surfréquentation des dunes boisées encore présentes perturbe fortement la capacité de régénération des peuplements et, en Corse, renforce l'action de la Cochenille.

La présence de peuplements forestiers sur les dunes littorales repose de plus sur un équilibre fragile entre les paramètres climatiques et la qualité du milieu, que les changements climatiques en cours risquent de remettre en question à plus ou moins long terme. La montée du niveau marin et les conséquences sur la salinité des sols que cela engendre devraient par conséquent être mieux étudiées.

Les dunes boisées méditerranéennes ont probablement pu couvrir une plus grande superficie par le passé, mais ont régressé notamment en raison des transformations anciennes et plus récentes de ces milieux par les activités humaines. Néanmoins, aucune donnée ne permet de quantifier leur régression depuis 1750, ni même au cours des 50 dernières années (Données-Insuffisantes, critères A1 & A3). Il est également impossible d'estimer la sévérité relative des modifications environnementales que peuvent potentiellement provoquer les changements climatiques au cours des 50 prochaines années (Données-Insuffisantes, critère C2a). La contamination de l'ensemble des dunes boisées corses à Pin maritime par la Cochenille du pin et l'évolution en cours de ce phénomène est ainsi la seule menace quantifiable pour cet écosystème (Vulnérable, critère D2b).

Les dunes boisées méditerranéennes françaises sont par conséquent évaluées Vulnérable (VU) selon la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN.



Références

Rédacteurs de la fiche d'évaluation N.2000 : Olivier Argagnon / Julie Reymann / Virgile Noble

- Avias P. & Favennec J., 2010.** Adapter la gestion des dunes en zones à risques de submersion : Un exemple en Petite Camargue, RDV techniques de l'ONF, n°29-30, pp. 25-30.
- Bardat J., Bioret F., Botineau M., Boulet V., Delpech R., Géhu J.-M., Touffet J., 2001.** *Prodrome des végétations de France*. MNHN, 143 p.
- Bensettiti F., Bioret F., Roland J., Lacoste J. P. (coord). 2004.** « Cahiers d'habitats » *Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 2 - Habitats côtiers*. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation Française, Paris, 399 p. + cédérom.
- Bissardon M., Guibal L., Rameau J.-C., 1997.** *CORINE biotopes. Version originale. Types d'habitats français*. ENGREF, MNHN, 175 p.
- Crouzet A. & Resch F., 1993.** *Embruns marins pollués : origine, formation, action sur la végétation terrestre*, Sci. Rep. Port-Cros natl. Park, Fr., 15 : 189-217.
- Davies C. E., Moss D., O Hill M., 2004.** *Eunis habitat classification revised 2004*. European Environment Agency, 307 p.
- Garrec J.-P., 1994.** *Dépérissements littoraux d'arbres forestiers*, Rev. For. Fr., XLVI (5) : 454-457.
- Goudet M., 2011.** *Le réseau systématique de suivi des dommages forestiers en 2011 – Bilan de la santé des forêts 2011*, Département de la santé des forêts, 15 p.
- Heurtefeux H., Richard P., 2010.** *Inventaire et évaluation des écosystèmes dunaires et des aménagements de protection douce sur le littoral du Languedoc-Roussillon*. CPER 2007-2013. Gérer Durablement Le Littoral -Études Stratégiques et Prospectives Sur L'évolution Des Risques Littoraux, EID Méditerranée, 48 p.
- Keith D. A., Rodríguez J. P., Rodríguez-Clark K. M., Nicholson E., Aapala, K., Alonso A., Zambrano-Martínez S., 2013.** *Scientific Foundations for an IUCN Red List of Ecosystems*. Plos one, 8(5), e62111.
- Louvel J., Gaudillat V., Poncet, 2013.** *EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce*. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.
- ONF, 2008.** *Analyse de l'évolution de l'habitat naturel : « Forêts dunales à Pinus pinea et/ou Pinus pinaster », Analyse des mesures 2008 – Comparaison diachronique de l'évolution de l'habitat*, Syndicat mixte pour la gestion et la protection de la Camargue Gardoise, 17 p.
- Panaïotis C., 1996.** *Étude des potentialités de pérennisation du chêne vert (Quercus ilex L.) en Corse : le cas de la forêt du Fango (Réserve de l'Homme et la Biosphère)*. Thèse de doctorat, Université de Corte, Corte, 259 p.
- Paradis G., Piazza C., 1988.** *Étude de la végétation de la plage (sensu lato) de Baracci (Golfe de Valinco, Corse)*, Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest, Tome 19, pp. 111-127.
- Panaïotis C. & Paradis G., 1999.** *Potentialités de régénération d'un taillis littoral de chênes verts (Quercus ilex L.)*, Travaux Scientifiques du Parc Naturel Régional et des Réserves Naturelles de Corse, 59, pp. 3-21.
- Piazza C., Paradis G., 1998.** *Essai de présentation synthétique des végétations chaméphytique et phanérophytique du littoral sableux et sablo-graveleux de la Corse*. Bulletin de La Société Botanique Du Centre-Ouest, Nouvelle série (29), pp. 109–168.
- Quézel P., 1979.** *La région méditerranéenne Française et ses essences forestières. Signification écologique dans le contexte circum-méditerranéen. Forêt méditerranéenne, Tome I, n°1, pp. 7-18.*
- Raffin, A., 2011.** *Conserver les ressources génétiques du pin maritime en France*, CRGF, 2 p.
- Riom J., 1994.** *Le dépérissement du Pin maritime dans le sud-est de la France au cours des années 1960-1970 : le rôle de la cochenille Matsucoccus feytaudi Duc. (Coccoidea, Margarodidae)*, Revue forestière française, Vol XLVI (5), pp. 437-445.
- Stammitti L. & Garrec J.-P., 1992.** *Arbres du littoral en péril ? Deux exemples de dépérissement des arbres en bordure du littoral français*, Courrier de l'Environnement de l'INRA, n°20, pp. 49-58.
- Tassin C., 2012.** *Paysages végétaux du bassin méditerranéen*, IRD Éditions, 421 p.
- UICN France., FCBN. & MNHN., 2012.** *La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Flore vasculaire de France métropolitaine : premiers résultats pour 1 000 espèces, sous-espèces et variétés*. Dossier électronique.

Dépressions dunaires humides



Présentation et distribution géographique

Les cordons dunaires méditerranéens peuvent héberger des écosystèmes aquatiques ou inondables, structurés autour de dépressions humides au sein desquelles la nappe d'eau douce affleure de manière temporaire ou permanente. Ces écosystèmes se développent alors dans des contextes pauvres en nutriments et dans des conditions de salinité faibles.

Ces dépressions dunaires hébergent des communautés d'algues, de plantes aquatiques et d'amphibiens qui se développent dans des mares d'eau douce à saumâtre, très restreintes et souvent temporaires. Autour de ces mares se développent différentes communautés végétales hygrophiles de pelouses pionnières, de prairies et de roselières, également influencées par le « coin salé » du fait de leur bas niveau topographique.

Ces écosystèmes sont rares en méditerranée française, peu inventoriés et très peu étudiés. Ils seraient surtout présents sur les côtes camarguaises, notamment en Petite Camargue (Espiguette), ainsi que sur quelques stations languedociennes (Grand et Petit Travers notamment ; Figure 88). En Corse, d'après la mise à jour de la liste des habitats d'intérêt communautaire et prioritaire réalisée en 2016, seules les « prairies humides dunaires » (habitat 2190.4) et les « roselières et cariçaias dunaires » (habitat 2190.5) ont été répertoriées.

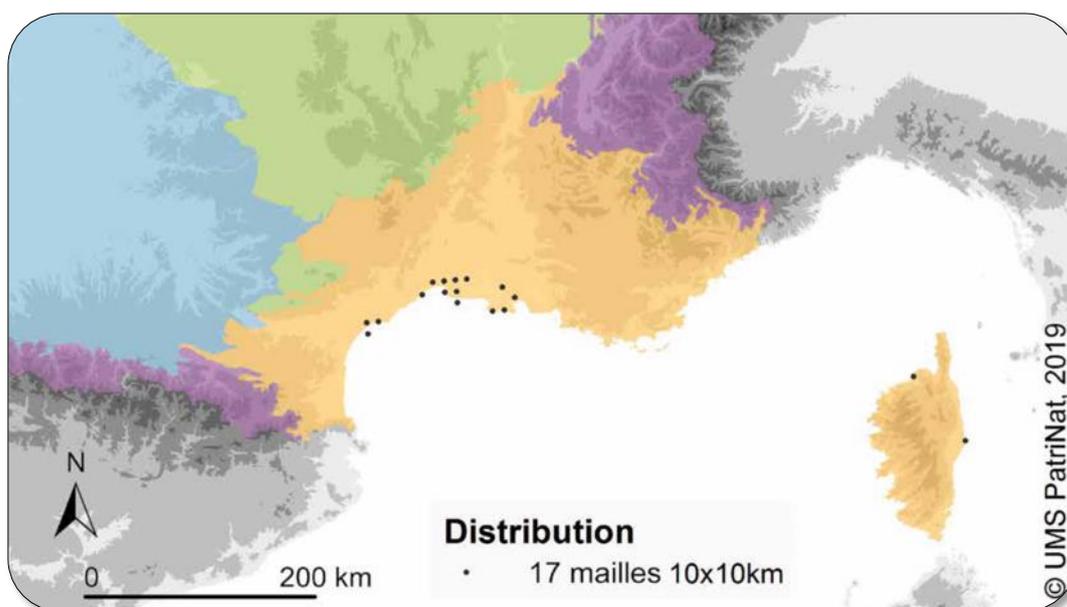


Figure 88 : Distribution de l'habitat 2190 « Dépressions humides intradunaires » en région méditerranéenne française, correspondant à l'écosystème évalué (Rapportage 2013-2018)



Classification

■ EUNIS / Corine biotopes

Nous retenons pour l'écosystème « Dépressions dunaires méditerranéennes », les unités présentées dans le Tableau 17.

Tableau 17 : Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème « Dépressions dunaires méditerranéennes » (Davies *et al.*, 2004 ; Louvel *et al.*, 2013)

Code	Intitulé	Description
B1.8 Pro parte	Pannes dunaires humides	Dépressions humides des systèmes dunaires côtiers, renfermant parfois de l'eau permanente, mais le plus souvent humides ou inondées seulement de façon saisonnière. Les pannes dunaires sont des habitats extrêmement riches et spécialisés, très menacés par l'abaissement des nappes phréatiques
B1.81 Pro parte	Mares des pannes dunaires	Communautés aquatiques d'eau douce des pièces d'eau permanentes des pannes dunaires. (voir les unités C1.22-C1.26, C1.32-C1.34, C1.42-C1.45, C1.69).
B1.82 Pro parte	Gazons pionniers des pannes dunaires	Formations pionnières des sables humides et des ourlets des mares dunaires, sur sols à faible salinité. (Les habitats qui les composent peuvent relever de l'unité C3, en particulier des unités C3.4132 et C3.512)
B1.84 Pro parte	Pelouses et landes des pannes dunaires	Prairies humides et jonchaies (végétation relevant des unités E3.1, E3.411F, E3.418 et E3.51, entre autres), landes humides et landes marécageuses (unité F4.11) des pannes dunaires, souvent accompagnées aussi de saules rampants (<i>Salix rosmarinifolia</i> , <i>Salix arenaria</i>)
B1.85 Pro parte	Roselières, cariçaies et cannaies des pannes dunaires	Roselières, magnocariçaies et cannaies (voir les unités C3.2, C3.3, D5.2) des pannes dunaires. Communautés du <i>Phragmition</i> , du <i>Magnocaricion</i> , du <i>Potamogetonion</i> et du <i>Juncetalia</i> .

Les unités EUNIS B1.81, B1.82, B1.84 et B1.85 correspondent respectivement aux unités 16.31, 16.32, 16.34 et 16.35 de Corine Biotopes (Bissardon *et al.*, 1997).

Seules les occurrences méditerranéennes de ces unités sont considérées.

■ Types d'habitats d'intérêt communautaire (Bensettiti *et al.*, (coord), 2001)

Les dépressions dunaires méditerranéennes sont identifiées au sein de l'habitat générique 2190 « Dépressions humides intradunales » et correspondent aux occurrences méditerranéennes de différents habitats élémentaires :

- 2190.1 « Mares dunaires » (dont la distribution est essentiellement nord-atlantique) ;
- 2190.2 « Pelouses pionnières des pannes » ;
- 2190.4 « Prairies humides dunaires » (dont la distribution est essentiellement atlantique) ;
- 2190.5 « Roselières et cariçaies dunaires ».

■ Classification phytosociologique

Toutes les unités phytosociologiques présentées sont à replacer dans le prodrome des végétations de France (PVF1 ; Bardat *et al.*, 2004), à l'exception de celle pour les pelouses pionnières qui figure dans le prodrome des végétations de France décliné (PVF2 ; de Foucault 2013a, 2013b).

Communautés de characées

- **Classe** : *Charetea fragilis*
 - **Ordre** : *Charetalia canescentis*

- **Alliance** : *Charion canescentis*

Communautés de plantes aquatiques vivaces

- **Classe** : *Potametea pectinati*
 - **Ordre** : *Potametalia pectinati*
 - **Alliance** : *Nymphaeion albae*
 - **Alliance** : *Potamion pectinati*

Pelouses pionnières

- **Classe** : *Isoeto durieui-Juncetea bufonii*
 - **Ordre** : *Nanocyperetalia flavescens*
 - **Alliance** : *Centaurio pulchelli-Blackstonion perfoliatae*

Roselières et cannaies

- **Classe** : *Phragmiti australis-Magnocaricetea elatae*
 - **Ordre** : *Scirpetalia compacti*
 - **Alliance** : *Scirpion compacti*
 - **Alliance** : *Scirpion compacto-littoralis*

■ IUCN Habitats classification scheme (Version 3.1)

Cet écosystème appartient à l'unité 13.3 « Coastal Sand Dunes ».



Description

Les dépressions dunaires méditerranéennes sont des milieux pauvres en nutriments et de faible salinité, et sont structurées autour de dépressions humides au sein desquelles affleure la nappe d'eau douce. Elles se composent d'une mosaïque de végétations dont l'organisation varie en fonction de la fluctuation du niveau de la lentille sous-dunaire et de sa saisonnalité.

Les mares permanentes ou temporaires hébergent des characées et des communautés de plantes vivaces aquatiques, tandis que sur leurs bordures se développent des pelouses annuelles pionnières en alternance avec des communautés d'angiospermes pouvant s'apparenter à celles des prés salés mais plutôt adaptées à un milieu doux à saumâtre. Les berges des plans d'eau, plus vastes et permanents, sont quant à elles propices au développement de roselières. Cet écosystème présente un intérêt particulier pour sa faune, notamment d'amphibiens et d'oiseaux.

■ Biote indigène caractéristique

Végétation

Communautés aquatiques

Les dépressions dunaires humides hébergent des characées, un groupe d'algues vertes encore mal connu qui se développe au sein des eaux douces et saumâtres. Il existerait plus de 400 de ces espèces d'algues écologiquement proches des plantes terrestres, dont 42 observées en France métropolitaine (Mouronval *et al.*, 2015). La plupart de ces espèces présente un fort degré de spécialisation, ce qui permet à ce groupe de coloniser une très grande diversité de zones humides. Chacune de ces espèces possédant une niche écologique propre, la composition des communautés de characées représente un véritable bio-indicateur du degré d'eutrophisation.

Les mares des dépressions dunaires méditerranéennes hébergent également des communautés de plantes vivaces aquatiques, notamment des Potamots (*Potamogeton* sp.) et des Nénuphars (*Nymphaeaceae*).

Pelouses pionnières et prairies humides

Autour de ces mares permanentes ou temporaires se développe une végétation pionnière de pelouses annuelles, parfois assimilée à celle des « gazons amphibies des sables humides » non littoraux. Il s'agit de communautés de plantes annuelles se développant en période estivale, composées notamment de la Petite Centaurée à petites fleurs (*Centaurium tenuiflorum*) et de la Blackstonie perfoliée (*Blackstonia perfoliata*) (Syndicat mixte de gestion de l'étang de l'Or, 2008).

La Linare à vrille (*Kickxia cirrhosa*) se développe également dans ces dépressions humides inondables, tout comme la Spiranthe d'été (*Spiranthes aestivalis*) et l'Orchis punaise (*Anacamptis fragrans*) (Syndicat Mixte pour la protection et la gestion de la Camargue Gardoise, 2007).

En mosaïque avec les pelouses pionnières s'observent des communautés d'angiospermes qui s'apparentent visuellement à des prés-salés méditerranéens. Les groupements végétaux formés par ces espèces qui se développent dans des conditions de faible salinité et de moindre disponibilité en nutriments sont ainsi rattachés aux associations phytosociologiques des marais salés et des bords de lagunes (Heurtefeux et Richard, 2010). Ces prés-salés peuvent parfois se présenter sous l'aspect de zones très ouvertes et basses dominées par le Plantain à feuilles grasses (*Plantago crassifolia*), parfois de végétations plus denses et plus hautes dominées par la Spartine bigarrée (*Spartina versicolor*), le Jonc aigu (*Juncus acutus*) et le Choin noir (*Shoenus nigricans*), intolérant aux substrats salés (Figure 89).



Figure 89 : Lido de Mateille, mosaïque de dune blanche, dune grise et creux humides (@ J. Favennec)

Espèces hélophytes

Les berges des plans d'eau douce à saumâtre permanents présents au sein des cordons dunaires sont quant à elles propices au développement de roselières, communautés hélophytiques (racines submergées) dominées par de grandes graminoides vivaces monocotylédones. Le Roseau (*Phragmites australis*) est généralement l'espèce dominante, voire exclusive, de cette végétation.

D'autres espèces d'hélophytes telles que le Scirpe (*Bolboschoenus maritimus*) ou la Marisque (*Cladium mariscus*) peuvent cependant s'associer aux Phragmites. L'Orchis des marais (*Anacamptis palustris*) affectionne également les milieux humides détrempés et en particulier les marais (jonchaies notamment), les prairies temporairement inondés et les dépressions interdunaires (Syndicat mixte pour la protection et la gestion de la Camargue gardoise, 2007).

Faune

Amphibiens

Malgré leur faible étendue, les mares permanentes ou temporaires des cordons dunaires méditerranéens abritent une faune remarquable et souvent composée d'espèces rares ou menacées, notamment de batraciens. Le Crapaud des joncs (*Bufo calamita*) par exemple, qui tolère relativement bien la sécheresse estivale et les eaux saumâtres des pannes dunaires, fréquente régulièrement cet écosystème (Syndicat Mixte pour la protection et la gestion de la Camargue gardoise, 2007).

Le Pélodyte ponctué (*Pelodytes punctatus*), ou Crapaud persillé, vit dans tous types de terrains ouverts de plaine dès lors qu'existent des points d'eau, de préférence stagnante, qu'il fréquente au printemps. Il est observé en petite Camargue au sein des dépressions dunaires peu végétalisées des dunes fixées (pelouses halo-psammophiles ou souillères) du littoral. Le Pélobate cultripède (*Pelobates cultripedes*) profite également des périodes d'inondation pour se reproduire dans ces dépressions dunaires (Syndicat Mixte pour la protection et la gestion de la Camargue Gardoise, 2007 ; Syndicat mixte de gestion de l'étang de l'Or, 2008).

Avifaune

Les dépressions humides dunaires constituent également une zone d'alimentation pour l'avifaune (avocettes, aigrettes, hérons, etc.). La roselière, en particulier, représente un habitat d'oiseaux prioritaires de la Directive « Oiseaux », notamment pour le Héron pourpré (*Ardea purpurea*), le Butor étoilé (*Botaurus stellaris*) ou le Blongios nain (*Ixobrychus minutus*).

Mollusques et ichtyofaune

L'Hydrobie du Scamandre (*Hydrobia scamandri*) est une petite espèce de mollusque qui serait endémique de Petite Camargue. Elle semble vivre dans des eaux légèrement saumâtres des roselières, sur les tiges immergées de *Phragmites australis*, de *Chara* ssp. et de *Cladophora*.

La roselière constitue également une zone de frai pour de nombreux poissons.

■ Milieu physique

Substrat

Les dépressions dunaires sont des formations sableuses où affleure la lentille d'eau douce sous-jacente au cordon dunaire du fait du creusement de celui-ci par le vent. Le substrat de ces dépressions humides est essentiellement minéral et pauvre en matière organique (Bensettiti *et al.*, 2004). Le sol est ainsi très filtrant et les traces d'hydromorphie sont inexistantes.

Au sein des roselières qui se développent sur les dunes en bordure des étangs arrière-dunaires, l'accumulation de la matière organique issue de la croissance des roseaux forme une litière épaisse qui contribue à l'appauvrissement du sol en oxygène. La roselière se développe ainsi sur un sol inondé, riche en matière organique mais relativement anoxique (Barral, 2005). Les pelouses pionnières se développent quant à elles sur des sols humides et peu stabilisés, contrairement aux prairies méditerranéennes halo-psammophiles à Plantain.

Humidité, salinité et exposition aux vents

Les dépressions humides dunaires méditerranéennes sont alimentées, notamment en hiver, par l'affleurement de la lentille d'eau douce formée sous le cordon dunaire. Cette eau est oligotrophe, fortement minéralisée et présente un caractère alcalin du fait du substrat sableux enrichi en débris coquilliers. Son pH peut alors être relativement élevé (7,3 à 8,5). Elle peut néanmoins être plus ou moins saumâtres (oligohaline, alcalino-saumâtre à douce) en fonction de la proximité du biseau d'eau

salée (eau marine) sur lequel repose la lentille sous-dunaire. Le niveau de la lentille d'eau douce varie en effet en fonction des phénomènes de remontée de nappe et de la quantité de précipitations. La durée et la fréquence d'inondation, comme la concentration en sel, sont ainsi très variables. Ces mares ainsi formées peuvent également s'échauffer rapidement en période estivale, lorsqu'elles ne sont pas asséchées.

Les pelouses pionnières de ces dépressions humides sont inondées en hiver et très fortement asséchées en période estivale, ce qui limite le recouvrement végétal et profite aux petites espèces annuelles qui se développent une fois le terrain asséché (Syndicat mixte de gestion de l'étang de l'Or, 2008). Les secteurs moins longtemps inondés sont quant à eux plus propices au développement des espèces vivaces des prairies halo-psammophiles.

Les roselières et cannaies sont quant à elles temporairement ou continuellement inondées et peuvent être confrontées à de fortes variations de niveau d'eau (Bensettiti *et al.*, 2004). Le roseau (*Phragmites australis*) tolère une salinité maximale de 20 ‰ et se développe idéalement dans des conditions de salinité inférieure à 5 ‰.

■ Processus et interactions clés

Dynamique de la végétation

Les dépressions dunaires humides sont des milieux dynamiques dont l'aspect peut changer d'une année à l'autre, en fonction de la saisonnalité des niveaux d'eau et de leur fluctuation annuelle. Ainsi, les pelouses pionnières composées d'espèces annuelles peuvent être rapidement colonisées par les plantes vivaces des prés-salés qui les bordent, en cas d'absence prolongée de submersion. Les roselières sont quant à elles plus dynamiques lorsqu'elles sont asséchées en période estivale pendant au moins 2 à 3 mois, et ce au moins tous les 2 à 5 ans (Barral, 2005).

Dynamique spatiale

Les différents types de végétation observés autour des dépressions dunaires humides se développent à très petite échelle, de l'ordre du mètre carré, et par tâches, ce qui rend leur cartographie très délicate (Syndicat mixte de gestion de l'étang de l'Or, 2007).

Rôle fonctionnel des espèces dominantes

Les Characées sont reconnues pour leur rôle fonctionnel majeur au sein des milieux humides qu'elles occupent. Elles ont en effet une influence sur les caractéristiques physico-chimiques des masses d'eau, offrent des habitats de qualité pour les invertébrés et représentent une ressource alimentaire pour de nombreuses espèces animales (avifaune et ichtyofaune).

La roselière, constituée de peuplements denses et quasi monospécifiques de Roseau, représente un véritable brise-lame naturel qui amortit les mouvements de l'eau et protège les rives de l'érosion. La roselière piège également les sédiments en suspension et, de par sa forte productivité, oxygène l'eau et l'épure des polluants organiques (phosphates et nitrates) (Le Barz *et al.*, 2009). Cette forte productivité entraîne également une importante accumulation de matière organique au sol : la litière représente près de 80 % de la biomasse organique mesurée dans une roselière, estimée à 25 kg/m² (Barral, 2005).

L'accumulation de cette litière contribue cependant à l'appauvrissement du sol en oxygène et sa submersion par une eau saumâtre entraîne une réaction chimique dont résulte la formation de composés toxiques et notamment de sulfures, qui ont un impact direct sur la croissance des espèces végétales caractéristiques de la roselière. Le Roseau (*Phragmites australis*) a cependant développé des adaptations physiologiques à ces conditions : son appareil racinaire peut s'enfoncer jusqu'à 80 cm de profondeur et il est alimenté en oxygène par ses parties aériennes. Il diffuse ainsi de l'oxygène dans le sol, ce qui crée une zone oxydée autour de ses racines et réduit la toxicité des sulfures tout en favorisant l'absorption des nutriments (Barral, 2005).

La Figure 90 présente de manière schématique le fonctionnement de l'écosystème, ainsi que l'impact des menaces identifiées ci-après.

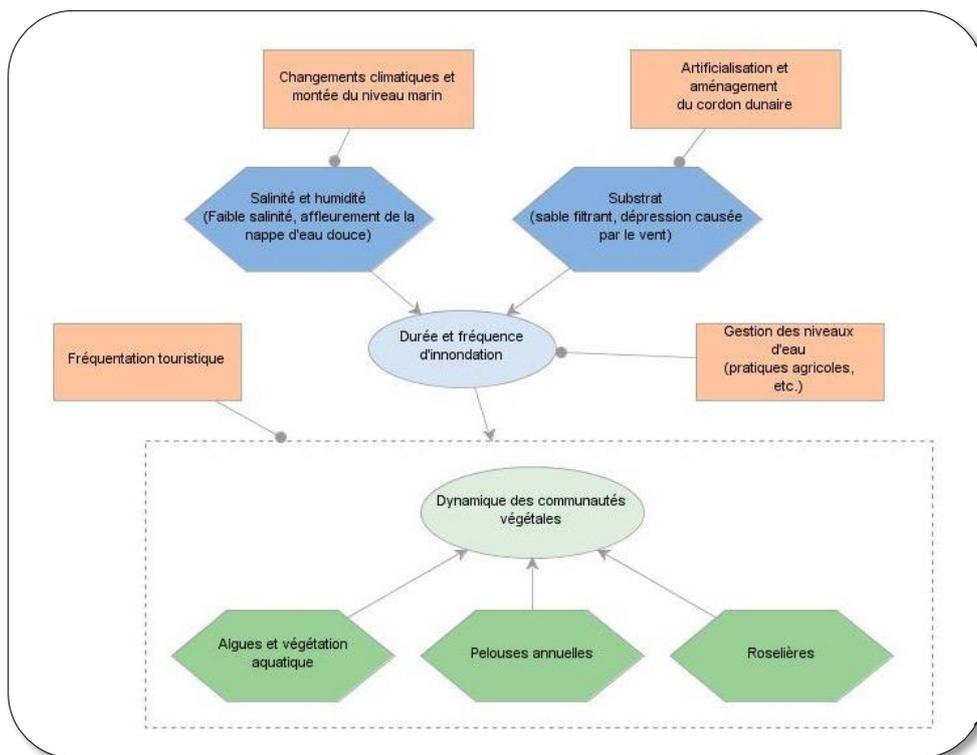


Figure 90 : Modèle conceptuel du fonctionnement de l'écosystème « dépressions dunaires humides » et les impacts des menaces identifiées

■ Facteurs de vulnérabilité

Artificialisation

Les dépressions dunaires humides ont principalement régressé du fait de l'aménagement du littoral, notamment l'urbanisation des arrières-dunes. Les quelques stations connues de dépressions humides se trouvent cependant aujourd'hui au sein de cordons dunaires bien établis et, pour l'essentiel, protégés ou inclus dans des sites Natura 2000.

Fréquentation

La forte fréquentation humaine en période estivale est également à l'origine de la destruction de plusieurs sites. Le piétinement entraîne une déstructuration de ces milieux, d'autant plus qu'ils sont exondés durant l'été et donc facilement accessibles.

Fluctuation des niveaux d'eau

De manière générale, tout changement dans les pratiques de gestion des niveaux d'eau des plans d'eau arrière-littoraux peut entraîner une régression des biotopes liés aux dépressions dunaires humides (Pôle-relais lagunes méditerranéennes, 2014). Par exemple, les pelouses pionnières composées d'espèces annuelles peuvent d'une année à l'autre présenter des recouvrements très différents, au profit de la végétation haute et vivace des prairies halo-psammophiles, selon les régimes d'inondation et d'assec.

Une trop longue stagnation du niveau d'eau au sein des roselières va quant à elle favoriser l'accumulation de matière organique et affecter la croissance et le maintien des roseaux, de par l'intensification de l'anoxie du sol et l'accumulation de sulfures. L'accumulation continue de matière organique conjuguée à une accumulation de sédiments conduit ensuite à l'atterrissement de la roselière et à sa substitution par une végétation plus terrestre. Des niveaux d'eau trop importants peuvent également dégrader le réseau de rhizomes des plantes et provoquer le dépérissement de la roselière. À l'inverse, une absence ou une insuffisance des périodes d'assec sont aussi néfastes pour cette végétation (Pôle relais lagunes méditerranéennes, 2014).

Progression du biseau salé

La dégradation de la qualité des masses d'eau et de la fluctuation de leurs niveaux sont également liées à la diminution des apports en eau douce venant des bassins versants, en lien avec l'abandon des pratiques agricoles ayant recours à de submersions temporaires, mais aussi avec la lutte contre les moustiques ou contre les inondations.

La baisse du niveau de la nappe d'eau douce provoquée par la diminution des précipitations, l'accroissement des prélèvements en eau douce ou le drainage des zones littorales, ainsi que la montée du niveau marin, font progresser le biseau salé vers l'intérieur des terres. Des communautés d'espèces halophiles caractéristiques des prés-salés ou des steppes salées vont alors se substituer aux communautés des eaux douces à saumâtres inféodées aux mares temporaires et permanentes, ainsi qu'aux pelouses pionnières.

La salinisation est également définie comme le facteur clé de la dégradation des roselières en région méditerranéennes (Barral, 2005). En effet, une forte concentration en sel (supérieure à 5 g/L) suffit à altérer la morphologie des roseaux dont la croissance devient difficile au-dessus d'une concentration de 10 g/L. Les techniques de gestion visant à assécher périodiquement les roselières, afin de favoriser l'oxygénation des sols et la germination des graines, entraîne cependant bien souvent une augmentation de la salinité lors de la remise en eau (Pôle-relais lagunes méditerranéennes, 2014).

Gestion anthropique et invasions biologiques

L'exploitation mécanisée des roselières, inadaptée aux substrats sur lesquelles celles-ci se développent, ou un pâturage réalisé de manière trop intensif, sont autant de facteurs pouvant entraîner une régression des biotopes liés aux dépressions dunaires humides (Pôle-relais lagunes méditerranéennes, 2014). Enfin, certaines espèces exotiques envahissantes, comme la Spartine américaine (*Spartina alterniflora*), peuvent rapidement coloniser ces milieux.



Évaluation (méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN V2.1, 2015)

■ Critère A : Réduction de la distribution spatiale

A.1 Réduction au cours des 50 dernières années

Il n'existe aucune étude portant sur l'évolution récente de la superficie des dépressions dunaires méditerranéennes. La surface de cet habitat (2190) est cependant évaluée « défavorable mauvais » dans le domaine biogéographique méditerranéen, à dire d'expert, dans le cadre du rapportage effectué en 2012. Les dépressions dunaires auraient en effet fortement régressé du fait des divers travaux d'aménagement réalisés sur les littoraux méditerranéens au cours des dernières décennies.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

A.2a Réduction estimée au cours des 50 prochaines années

Aucune étude ne permet d'estimer l'évolution de la distribution spatiale des dépressions dunaires méditerranéennes au cours des 50 prochaines années. Celle-ci dépendra principalement de l'action humaine. Les « perspectives futures » de la surface couverte par cet habitat sont cependant estimées comme négatives à l'avenir, selon le rapportage effectué en 2012.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

A.2b Réduction estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

Comme pour les sous-critères A1 et A2a, aucune donnée ne permet d'estimer la réduction de la distribution de cet écosystème sur une période incluant le passé, le présent et se projetant dans l'avenir.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

A.3 Réduction depuis une référence historique (≈1750)

La distribution actuellement très restreinte des dépressions humides des cordons dunaires méditerranéens de France est probablement liée à une régression historique de cet écosystème. Cependant, aucune étude ne permet de quantifier cette régression.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

La catégorie Données-Insuffisantes (DD) est attribuée à l'écosystème « dépressions dunaires méditerranéennes » selon le critère A.

■ Critère B : Distribution spatiale restreinte

B.1 Zone d'occurrence (km²)

D'après les données actuelles concernant les dépressions dunaires méditerranéennes, celles-ci seraient surtout présentes sur les côtes camarguaises et sur quelques stations languedociennes, ainsi qu'en Corse pour ce qui concerne les prairies humides et les roselières dunaires. Leur zone d'occurrence serait ainsi supérieure à 50 000 km² (Figure 88).

B.2 Zone d'occupation (maille 10x10 km)

La distribution des dépressions dunaires humides est estimée à dire d'expert à 17 mailles de 10x10 km, selon l'évaluation communautaire de l'habitat 2190 réalisée en 2018, mais ne comprend pas les stations de Corse. La zone d'occupation de cet écosystème peut néanmoins être estimée comme inférieure à 50 mailles de 10x10 km (Figure 88).

B.3 Nombre de localités

Le nombre de localités est quant à lui déterminé par rapport à la menace principale de cet écosystème, à savoir l'artificialisation et la fréquentation touristique, mais aussi la modification des régimes hydrologiques. Ces menaces, et en particulier la modification des régimes hydrologiques, entraîne la dégradation de l'ensemble de l'écosystème en contact avec la nappe d'eau douce, que celle-ci soit présente en « patches » dispersés ou non. Cependant, le nombre de ces localités, probablement faible, reste inconnu.

Déclin continu ou menace imminente

Bien qu'une zone d'occupation (AOO) inférieure à 50 permette l'attribution de la catégorie Vulnérable (VU), le manque de connaissances relatives à cet écosystème ne permet pas d'affirmer que cet écosystème soit confronté à un déclin continu de sa distribution, de sa qualité environnementale ou de l'intégrité de ses interactions biotiques, ni qu'il soit confronté à une menace imminente pouvant provoquer un tel déclin continu au cours des 20 prochaines années.

La catégorie Données-Insuffisantes (DD) est attribuée à l'écosystème « dépressions dunaires méditerranéennes » selon le critère B.

■ Critère C : Dégradation de l'environnement abiotique

C.1 Modification d'une variable abiotique au cours des 50 dernières années

Les aménagements anthropiques réalisés sur les littoraux sableux méditerranéens, l'évolution des pratiques de gestion des niveaux d'eau des étangs littoraux ou encore la diminution des apports en eau douce venant des bassins versants ont nécessairement modifié le fonctionnement écologique des dépressions dunaires au cours des 50 dernières années. Cependant, aucune donnée ne permet de quantifier un quelconque changement de variable abiotique au cours des 50 dernières années pour cet écosystème.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

C.2a Modification d'une variable abiotique estimée au cours des 50 prochaines années

Au cours des 50 prochaines années, la remontée du biseau salé risque d'affecter profondément le fonctionnement écologique des dépressions dunaires méditerranéennes. Cependant, aucune donnée ne permet de quantifier ce phénomène. Les « structures et fonctions » de l'habitat 2190 sont cependant évaluées comme stable en termes de perspectives futures, selon l'évaluation communautaire réalisée en 2012.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

C.2b Modification d'une variable abiotique estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

Comme pour les sous-critères C1 et C2a, aucune donnée ne permet d'estimer la modification de paramètres abiotiques de cet écosystème sur une période incluant le passé, le présent et se projetant dans l'avenir.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

C.3 Modification d'une variable abiotique depuis une référence historique (≈1750)

Aucune donnée ne permet d'évaluer la modification des paramètres abiotiques des dépressions dunaires au cours des 250 dernières années.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

■ Critère D : Perturbation des processus et interactions biotiques

D.1 Modification d'une variable biotique au cours des 50 dernières années

L'artificialisation des arrière-dunes et la fréquentation estivale des cordons dunaires ont pu entraîner de fortes perturbations du fonctionnement écologique des dépressions dunaires méditerranéennes. L'évaluation de l'état de conservation de l'habitat 2190 estime cependant l'urbanisation et la fréquentation touristique comme d'une faible importance, en termes de pression et de menace.

La progression des espèces exotiques envahissantes constitue également une perturbation des interactions biotiques que connaît l'écosystème. Cependant, aucune donnée ne permet d'estimer une quelconque étendue ou sévérité pour les variables identifiées.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

D.2a Modification d'une variable biotique estimée au cours des 50 prochaines années

L'essentiel des stations connues de dépressions humides se trouvent aujourd'hui au sein de cordons dunaires protégés, propriété du Conservatoire du littoral, ou inclus dans des sites Natura 2000. Cependant, rien ne permet d'estimer leur niveau de dégradation au cours des 50 prochaines années.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

D.2b Modification d'une variable biotique estimée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et le futur

Comme pour les sous-critères D1 et D2a, la perturbation des interactions biotiques au sein des dépressions dunaires méditerranéennes ne peut être documentée au cours d'une période de 50 ans incluant le passé, le présent et se projetant dans l'avenir.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

D.3 Modification d'une variable biotique depuis une référence historique (≈ 1750)

Aucune donnée ne permet d'estimer la superficie de l'écosystème ayant été perturbée dans ses interactions biotiques depuis 1750, ni même la sévérité relative de ces perturbations.

Ce sous-critère classe l'écosystème en Données-Insuffisantes (DD).

La catégorie Données-Insuffisantes (DD) est attribuée à l'écosystème « dépressions dunaires méditerranéennes » selon le critère D.

■ Critère E : Analyse quantitative (modélisation) estimant la probabilité d'effondrement de l'écosystème

Il n'existe pas de modélisation des dépressions dunaires qui permettent d'estimer la probabilité d'effondrement de l'écosystème.

La catégorie Données-Insuffisantes (DD) est attribuée à l'écosystème « dépressions dunaires humides méditerranéennes » selon le critère E.

■ Bilan de l'évaluation des dépressions dunaires méditerranéennes en France

Critère	Sous-critère	Statut
A : Réduction de la distribution spatiale	A.1 : 50 dernières années	DD
	A.2a : 50 prochaines années	DD
	A.2b : 50 ans incluant le passé, le présent et le futur	DD
	A.3 : Depuis une référence historique (≈1750)	DD
B : Distribution spatiale restreinte	B1. Zone d'occurrence	LC
	B2. Zone d'occupation	DD
	B3. Nombre de localités	LC
C : Dégradation de l'environnement abiotique	C.1 50 dernières années	DD
	C.2a 50 prochaines années	DD
	C.2b 50 ans incluant le passé, le présent et le futur	DD
	C.3 Depuis une référence historique (≈1750)	DD
D : Perturbation des processus et interactions biotiques	D.1 50 dernières années	DD
	D.2a 50 prochaines années	DD
	D.2b 50 ans incluant le passé, le présent et le futur	DD
	D.3 Depuis une référence historique (≈1750)	DD
E : Analyse quantitative (modélisation) estimant la probabilité d'effondrement de l'écosystème		DD
Statut de l'écosystème	DD	

■ Fiabilité de l'évaluation

Médiocre (pas de données fiables de superficie, bibliographie limitée et peu de données quantitatives, dires d'experts).

■ Évaluateur

Comité français de l'UICN (Magali Rossi, Aurélien Carré)



Bilan et interprétation de l'évaluation

Les dépressions dunaires humides méditerranéennes se trouvent aujourd'hui au sein de cordons dunaires bien établis et souvent protégés mais elles occupent des surfaces très restreintes. Ces sites sont de plus toujours confrontés à une forte fréquentation estivale, susceptible de déstructurer l'organisation de leurs végétations. Surtout, cet écosystème est fortement vulnérable face à tout changement dans les cycles de fluctuation ou de saisonnalité du niveau des lentilles d'eau douce sous-dunaires, ainsi que de la salinité de ces dernières, en lien avec les changements de pratiques agricoles ou la lutte contre les inondations mais aussi les changements climatiques, et en particulier la montée du niveau marin. Enfin, cet écosystème aurait également subi une forte régression par le passé, du fait de l'aménagement et de l'urbanisation des arrières-dunes littorales.

La surface de l'habitat d'intérêt communautaire « Dépressions humides intradunales » a été évaluée à dire d'expert comme « défavorable mauvais » dans le domaine biogéographique méditerranéen, du fait de sa probable régression passée. Il n'existe cependant aucune étude quantifiée portant sur l'évolution de la superficie des dépressions dunaires méditerranéennes en France (Données-Insuffisantes, critères A1 et A3). Il n'existe également aucune donnée permettant de suivre les variables abiotiques clés de cet écosystème, à savoir la fluctuation et la salinité des nappes d'eau douce sous-dunaires (Données-Insuffisantes, critère C). Enfin, si les dépressions dunaires humides méditerranéennes se trouvent aujourd'hui en grande partie dans des sites gérés et protégés, l'aménagement et la fréquentation de ces cordons dunaires ont tout de même pu entraîner de fortes perturbations dans leur fonctionnement écologique, qui ne sont là aussi pas quantifiables (Données-Insuffisantes, critère D).

Les dépressions dunaires humides méditerranéennes françaises sont par conséquent évaluées Données-Insuffisantes (DD), selon la méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN. Si cet écosystème ne semble pas susceptible de s'effondrer à court terme, le suivi de certaines variables clés reste incontournable pour le confirmer.



Références

Rédacteurs des fiches d'évaluation N.2000 : Olivier Argagnon/ Guilhan Paradis/Julie Reymann/ Virgile Noble

- Barral M., 2005.** *Eutrophisation et roselières : impacts et gestion*, Réseau de Suivi Lagunaire – Séminaire Eutrophisation du 8 décembre 2005, 2 p.
- Bardat J., Bioret F., Botineau M., Boulet V., Delpech R., Géhu J.-M., Touffet J., 2001.** *Prodrome des végétations de France*. MNHN, 143 p.
- Bellan-Santini D., Lacaze J. C., Poizat C., 1994.** *Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée : synthèse, menaces et perspectives*. Muséum National d'Histoire Naturelle, 298 p.
- Bensettiti F., Bioret F., Roland J., Lacoste J. P. (coord). 2004.** « Cahiers d'habitats » *Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 2 - Habitats côtiers*. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation Française, Paris, 399 p. + cédérom.
- Davies C. E., Moss D., O Hill M., 2004.** *Eunis habitat classification revised 2004*. European Environment Agency, 307 p.
- de Foucault, 2013a.** *Contribution au prodrome des végétations de France : les Isoëtetea velatae de Foucault 1988 et les Juncetea bufonii de Foucault 1988 (« Isoëto – Nanojuncetea bufonii ») (Partie 1)*. Journal de botanique de la Société botanique de France, 62, pp. 35-70.
- de Foucault, 2013b.** *Contribution au prodrome des végétations de France : les Isoëtetea velatae de Foucault 1988 et les Juncetea bufonii de Foucault 1988 (« Isoëto – Nanojuncetea bufonii ») (Partie 2)*. Journal de botanique de la Société botanique de France, 63, pp. 63-109.
- Heurtefeux H., Richard P., 2010.** *Inventaire et évaluation des écosystèmes dunaires et des aménagements de protection douce sur le littoral du Languedoc-Roussillon*. CPER 2007-2013. Gérer Durablement Le Littoral -Études Stratégiques et Prospectives Sur L'évolution Des Risques Littoraux, EID Méditerranée, 48 p.
- Keith D. A., Rodríguez J. P., Rodríguez-Clark K. M., Nicholson E., Aapala, K., Alonso A., Zambrano-Martínez S., 2013.** *Scientific Foundations for an IUCN Red List of Ecosystems*. Plos one, 8(5), e62111.
- Le Barz C., Michas M., Fouque C., 2009.** *Les roselières en France : premier inventaire (1998-2008)*, faune sauvage n°283, pp. 14-26.
- Louvel J., Gaudillat V., Poncet, 2013.** EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.
- Mouronval J.-B., Baudouin S., Borel N., Souliè-Marshe I., Kleczewski M., Grillas P., 2015.** *Guide des Characées de France métropolitaine*, Office national de la chasse et de la faune sauvage, 214 p.
- Pôle-relais lagunes méditerranéennes, 2014.** *Méthodes et outils de diagnostic des roselières méditerranéennes françaises en faveur de l'avifaune paludicole*, Recueil d'expérience, 34 p.
- Syndicat Mixte de gestion de l'étang de l'Or., 2008.** *Document d'Objectifs Natura 2000 des sites « étang de Manguio »*, Tome I : Document de compilation, 470 p.
- Syndicat Mixte pour la protection et la gestion de la Camargue Gardoise., 2007.** *Documents d'Objectifs de la Petite Camargue*, 143 p.

Table des figures

Figure 1 : Domaine bioclimatique méditerranéen selon la Directive Habitat	7
Figure 2 : Les 7 catégories UICN permettant d'évaluer un écosystème en fonction de son risque d'effondrement	11
Figure 3 : Les différents types de côtes sableuses des littoraux méditerranéens de France (d'après EUROSION, 2004)	15
Figure 4 : Représentation schématique de l'organisation des cordons dunaires méditerranéens, exemple de la Corse	15
Figure 5 : Coupe schématique du système dunaire et échanges sédimentaires (© Conservatoire du Littoral, 2011)	18
Figure 6 : Dynamique de la végétation sur la dune grise et réponses aux pressions	20
Figure 7 : Plage de Valras (© EID Méditerranée)	21
Figure 8 : Effet d'un épi sur l'érosion de la plage (© EID Méditerranée)	22
Figure 9 : Proportion du littoral méditerranéen français sableux stable, en accumulation, et en érosion (EUROSION, 2004)	23
Figure 10 : Envahissement pas la Griffes de sorcière (© M. Rossi)	24
Figure 11 : Les différents types de côtes sableuses des littoraux méditerranéens de France (d'après EUROSION, 2004)	27
Figure 12 : Plage colonisée par <i>Euphorbia peplis</i> (© EID Méditerranée)	30
Figure 13 : Les profils saisonniers des plages sableuses méditerranéennes (SDAGE RMC, 2005)	32
Figure 14 : Modèle conceptuel du fonctionnement de l'écosystème « plages sableuses méditerranéennes »	34
Figure 15 : Évolution du taux d'artificialisation du trait de côte en région Occitanie, depuis 1800 (d'après la base de données MEDAM, Meinesz et al. 2012)	34
Figure 16 : Intensité et fréquence des surcotes dans le Golfe du Lion depuis 1905	36
Figure 17 : Tendances d'évolution de la dynamique sédimentaire de l'avant côte du Golfe du Lion entre 1984 et 2009 (Raynal et al., 2012)	37
Figure 18 : Secteurs en érosion des plages sableuses méditerranéennes (EUROSION, 2004)	38
Figure 19 : Zone d'occurrence et zone d'occupation des plages sableuses méditerranéennes (EUROSION, 2004)	40
Figure 20 : Évolution moyenne du trait de côte du Languedoc- Roussillon entre 1895 et 1989 et Bilan sédimentaires nets entre 1895 et 1984, par unités sédimentaires (Brunel, 2010)	41
Figure 21 : Points de présence des espèces caractéristiques de l'écosystème (© CBN méditerranéen et CBN Corse)	47
Figure 22 : <i>Cakile maritima</i> (© EID Méditerranée)	49
Figure 23 : <i>Euphorbia peplis</i> (© EID Méditerranée)	49
Figure 24 : <i>Salsola kali</i> (© EID Méditerranée)	49
Figure 25 : Pucelles de mer (© Arnold Paul)	50
Figure 26 : Les laisses de mer des rivages du Languedoc-Roussillon et des rivages de PACA et de Corse (Conservatoire du littoral, 2011)	51
Figure 27 : Banquettes de posidonies, Saint-Tropez (© Magali Rossi)	51
Figure 28 : La laisse de mer, base d'une riche chaîne alimentaire (Rivages de France, EID et Conservatoire du littoral, 2010)	52
Figure 29 : Schéma de la formation dunaire et rôle des laisses de mer (Biotopie, 2006)	53
Figure 30 : Modèle conceptuel du fonctionnement de l'écosystème « laisses de mer végétalisées de plages sableuses » et impacts des menaces identifiées	54
Figure 31 : Zone d'occurrence et zone d'occupation des plages sableuses méditerranéennes (EUROSION, 2004)	57
Figure 32 : Points de présence de l'espèce <i>Elytrigia juncea</i> , caractéristique des dunes embryonnaires (© CBN méditerranéen et CBN Corse)	63
Figure 33 : <i>Elytrigia juncea</i> (© EIC Méditerranée)	65
Figure 34 : <i>Echinophora spinosa</i> (© EID Méditerranée)	65
Figure 35 : Dune embryonnaire à <i>Euphorbia paralias</i> , Camargue	65
Figure 36 : <i>Eryngium maritimum</i>	66
Figure 37 : Dune embryonnaire à <i>Sporobolus pungens</i> (© A. Lagrave)	66
Figure 38 : Dynamique de la végétation au sein de la géo-permasérie « plage/dune mobile »	68
Figure 39 : Modèle conceptuel du fonctionnement de l'écosystème « dunes embryonnaires méditerranéennes » et impacts des menaces identifiées	68
Figure 40 : Zone d'occurrence et zone d'occupation des cordons littoraux méditerranéens (EUROSION, 2004)	72
Figure 41 : Secteurs en érosion confirmée pour les cordons dunaires méditerranéens et vitesse d'érosion selon l'Indicateur national de l'érosion côtière (EUROSION, 2004)	73
Figure 42 : Points de présence de l'espèce <i>Ammophila arenaria</i> , espèce caractéristique des dunes blanches méditerranéennes	78
Figure 43 : L'Oyat (<i>Ammophila arenaria</i>) (© EID Méditerranée)	80
Figure 44 : Dune blanche à <i>Echinophora spinosa</i> , Camargue	80
Figure 45 : Dune blanche à <i>Medicago marina</i> , Hérault	80
Figure 46 : Le biseau salé des côtes sableuses (© Symcrau)	82
Figure 47 : Coupe schématique du système littoral sableux méditerranéen (© EID Méditerranée)	83
Figure 48 : Profil de dune typique de la Plaine Orientale corse (© OEC)	83

Figure 49 : Modèle conceptuel de l'écosystème "dunes blanches méditerranéennes" et impacts des menaces identifiées...	84
Figure 50 : Schéma de l'effet de l'artificialisation des cordons dunaires sur le phénomène d'érosion (Lenôtre, 2009)	85
Figure 51 : Comparaison de clichés historiques (1935) et actuels (consulté sur Sextan.ifremer.fr)	88
Figure 52 : Occupation du sol à moins de 500 m de la mer par façade régionale en 2006 (UE-SOeS, CORINE Land Cover 2006, Observatoire du littoral)	88
Figure 53 : Indicateur national de l'érosion côtière sur les côtes sableuses languedociennes (Cerema, 2016)	89
Figure 54 : Zone d'occurrence et zone d'occupation des cordons littoraux méditerranéens (EUROSION, 2004)	90
Figure 55 : Évolution moyenne du trait de côte du Languedoc- Roussillon entre 1895 et 1989 et Bilan sédimentaires nets entre 1895 et 1984, par unités sédimentaires (Brunel, 2010).....	92
Figure 56 : Points de présence d'espèces caractéristiques des dunes grises méditerranéennes (© CBN méditerranéen et CBN Corse)	98
Figure 57 : Dune fixée à <i>Crucianella maritima</i> , Camargue (© A. Lagrave)	101
Figure 58 : <i>Ephedra distachya</i> (©EID Méditerranée)	102
Figure 59 : Dune fixée à <i>Dianthus</i> , Pyrénées-Orientales (© A. Lagrave).....	102
Figure 60 : Dune fixée à <i>Helichrysum</i> , Camargue (© A. Lagrave)	102
Figure 61 : Dune fixée à <i>Cistus salviifolius</i> (© A. Lagrave).....	103
Figure 62 : Dune fixée à <i>Genista salzmannii</i> et <i>Scrophularia ramosissima</i> (© A. Lagrave).....	103
Figure 63 : Dune fixée à <i>Armeria pungens</i> (© A. Lagrave).....	103
Figure 64 : Pelouse des <i>Malcolmietalia</i> et <i>Vulpia fasciculata</i> , Corse (© A. Lagrave).....	103
Figure 65 : Pelouse des <i>Malcolmietalia</i> et <i>Cutandia maritima</i> , Corse (© A. Lagrave)	103
Figure 66 : Modèle conceptuel de l'écosystème "dunes grises" et impacts des menaces identifiées	105
Figure 67 : Envahissement de la dune fixée par <i>Opuntia ficus-indica</i> , Aude (© A. Lagrave)	107
Figure 68 : Occupation du sol à moins de 500 m de la mer par façade régionale en 2006 (UE-SOeS, CORINE Land Cover 2006, Observatoire du littoral)	108
Figure 69 : Zone d'occurrence et zone d'occupation des cordons littoraux méditerranéens (EUROSION, 2004)	110
Figure 70 : Secteurs en érosion confirmée des cordons dunaires méditerranéens (EUROSION, 2004)	111
Figure 71 : Distribution de l'habitat 2260 « fruticées dunaires dominées par des cistes » en région méditerranéenne française, correspondant en partie à l'écosystème évalué (Rapportage 2013-2018)	116
Figure 72 : <i>Pistacia lentiscus</i> , Corse (© A. Lagrave)	118
Figure 73 : <i>Phillyrea angustifolia</i> , Gard (© A. Lagrave)	118
Figure 74 : Cistaie, Corse (© A. Lagrave)	118
Figure 75 : Modèle conceptuel du fonctionnement de l'écosystème "fruticées dunaires de méditerranéennes" et impacts des menaces identifiées	120
Figure 76 : Distribution de l'habitat 2250 « Dunes littorales à <i>Juniperus</i> spp. » en région méditerranéenne française, correspondant à l'écosystème évalué (Rapportage 2013-2018)	129
Figure 77 : <i>Juniperus phoenicea</i> spp. <i>turbinata</i> , Corse (© A. Lagrave)	131
Figure 78 : <i>Juniperus oxycedrus</i> ssp. <i>macrocarpa</i> , Corse (© A. Lagrave).....	131
Figure 79 : Le bois des Rièges (© P.Bardin).....	132
Figure 80 : Junipéraie dunaire, Camargue (© A. Lagrave).....	132
Figure 81 : Modèle conceptuel du fonctionnement de l'écosystème « junipérais dunaires méditerranéennes » et impacts des menaces identifiées	134
Figure 82 : Distribution de l'habitat 2270 « Dunes avec forêts à <i>Pinus pinea</i> et/ou <i>Pinus pinaster</i> » en région méditerranéenne française, correspondant en partie à l'écosystème évalué (Rapportage 2013-2018)	142
Figure 83 : Boisement dunaire à Pin pignon, Corse (© A. Lagrave)	144
Figure 84 : Boisement dunaire à Pin pignon, Camargue (© A. Lagrave)	144
Figure 85 : Boisement dunaire à Pin d'Alep, Camargue (© A. Lagrave)	144
Figure 86 : Transect du complexe dunaire de Terre-Neuve, cordon dunaire de l'Espiguette (Avias & Favennec, 2010)	145
Figure 87 : Modèle conceptuel du fonctionnement de l'écosystème « dunes boisées méditerranéennes » et impacts des menaces identifiées	146
Figure 88 : Distribution de l'habitat 2190 « Dépressions humides intradunaires » en région méditerranéenne française, correspondant à l'écosystème évalué (Rapportage 2013-2018)	155
Figure 89 : Lido de Mateille, mosaïque de dune blanche, dune grise et creux humides (@ J. Favennec)	158
Figure 90 : Modèle conceptuel du fonctionnement de l'écosystème « dépressions dunaires humides » et les impacts des menaces identifiées	161

Tableaux

Tableau 1 : Linéaire des côtes méditerranéennes françaises (en km) à l'échelle 1/100 000 ^{ème} (d'après Conservatoire du Littoral, 2011 ; EUROSION, 2004)	7
Tableau 2 : Liste des habitats côtiers sableux et dunaires méditerranéens, selon EUNIS (niveaux 2, 3 et 4) (Davies et al., 2004 ; Louvel et al., 2013)	9
Tableau 3 : Liste des écosystèmes des dunes côtières et rivages sableux méditerranéens à évaluer en France, selon la méthodologie UICN	10
Tableau 4 : Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème « Plages sableuses méditerranéennes » (Davies et al., 2004 ; Louvel et al., 2013)	28
Tableau 5 : Proportion des différents types de côtes sableuses sur le littoral méditerranéen français (d'après EUROSION, 2004)	31
Tableau 6 : Profil de plage en fonction de la dynamique marine (d'après Ley de la Vega et al., 2012)	33
Tableau 7 : Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème « Laises de mer végétalisées des plages sableuses méditerranéennes » (Davies et al., 2004 ; Louvel et al., 2013)	48
Tableau 8 : Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème « Dunes embryonnaires méditerranéennes » (Davies et al., 2004 ; Louvel et al., 2013)	64
Tableau 9 : Espèces indicatrices et associations phytosociologiques des dunes embryonnaires méditerranéennes en fonction du type de milieu (Bensettiti et al., 2004)	66
Tableau 10 : Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème « Dunes blanches méditerranéennes » (Davies et al., 2004 ; Louvel et al., 2013)	79
Tableau 11 : Espèces indicatrices et associations végétales des dunes blanches méditerranéennes en fonction de la zone géographique (Bensettiti et al., 2004 ; Paradis et Piazza, 2011)	81
Tableau 12 : Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème « Dunes grises méditerranéennes » (Davies et al., 2004 ; Louvel et al., 2013)	99
Tableau 13 : Espèces indicatrices et associations phytosociologiques des dunes grises continentales en fonction du type de milieu (Bensettiti et al., 2004)	102
Tableau 14 : Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème « Fruticées dunaires méditerranéennes » (Davies et al., 2004 ; Louvel et al., 2013)	117
Tableau 15 : Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème « Junipérais dunaires » (Davies et al., 2004 ; Louvel et al., 2013)	130
Tableau 16 : Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème « Dunes boisées méditerranéennes » (Davies et al., 2004 ; Louvel et al., 2013)	143
Tableau 17 : Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème « Dunes boisées méditerranéennes » (Davies et al., 2004 ; Louvel et al., 2013)	156

Bibliographie générale

- Acosta A., Ercole S., Stanisci A., Pillar V.D.P. Blasi C., 2007.** *Coastal vegetation zonation and dune morphology in some Mediterranean ecosystems.* Journal of Coastal Research, 23(6 (236)), pp.1518-1524.
- AGENC (Agence pour la Gestion des Espaces Naturels de Corse), 1994.** Éléments pour un inventaire diagnostique du littoral sablo-graveleux de la Corse. Rapport technique, Bastia.
- Antoine M., 2014.** *Éléments pour la mise en place d'une méthode d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat « Dunes littorales à Juniperus spp. ».* Mémoire Université de Lorraine, Syndicat Mixte Pour La Protection et La Gestion de La Camargue Gardoise, 47 p. + annexes.
- Araújo R., Honrado J., Granja H.M., Pinho S., Caldas F.B., 2002.** *Vegetation complexes of coastal sand dunes as an evaluation instrument of geomorphologic changes in the coastline.* Proceedings of littoral, pp. 337-339.
- Augris C., Clabaut P., 2001.** *Cartographie géologique des fonds marins côtiers.* Exemples le long du littoral français. Éditions Ifremer, Plouzané.
- Bellan-Santini D., Lacaze J. C., Poizat C., 1994.** *Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée : synthèse, menaces et perspectives.* Muséum National d'Histoire Naturelle, 246 p.
- Bottin A., 2012.** *Conservatoire du littoral : de la limitation de l'urbanisation à la préservation de la biodiversité.* Commissariat Général Au Développement Durable. Service de L'observation et Des Statistiques, Le Point Sur, 108, 4 p.
- Boudouresque C. F., Pergent G., Pergent-Martini C., Ruitton S., Thibaut T., Verlaque M., 2015.** *The necromass of the Posidonia oceanica seagrass meadow: fate, role, ecosystem services and vulnerability.* Hydrobiologia, 18 p.
- Bensettiti F., Bioret F., Roland J., Lacoste J. P. (coord). 2004.** « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 2 - Habitats côtiers. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation Française, Paris, 399 p. + cédérom.
- Blache J., 1932.** *Les grands traits de la morphologie corse.* Revue de géographie alpine, 20(4), pp. 627-653.
- MEDDE, 2012.** Dynamique des systèmes littoraux et des milieux côtiers, zoom sur le littoral du Languedoc Roussillon. Projet Explore 2070 Rapport final. 92p.
- Brunel C., Sabatier F., 2007.** *Provence pocket beach erosion.* Méditerranée, 108, pp. 77-82.
- Castelnaud P., 1920.** *Les côtes de Corse : étude morphologique.* Revue de Géographie Annuelle IX (2), Librairie Delagrave, Paris.
- Bruno C., Dupré G., Giorgetti G., Giorgetti J.-P., Alesandri J., 2001.** *Chi tempu face ? Météorologie, climat et microclimats de la Corse.* CRDP de Corse, Ajaccio.
- Carter R.W.G., 1988.** *Coastal environments— an introduction to the physical. Ecological and Cultural Systems of Coastlines.* Academic Press, Londres.
- Charre J., 1997.** *Dessine-moi un climat que penser du diagramme ombrothermique ?* Mappemonde, 2, pp. 29-31.
- Ciccarelli D., 2015.** *Mediterranean coastal dune vegetation: Are disturbance and stress the key selective forces that drive the psammophilous succession?* Estuarine, Coastal and Shelf Science, pp. 1-7.
- Colas S., 2011.** *Environnement littoral et marin. Chapitre II : biodiversité et espaces protégés.* Edition 2011, Commissariat Général Au Développement Durable. Service de L'observation et Des Statistiques, pp. 29-54.
- Davies C. E., Moss D., O Hill M., 2004.** *Eunis habitat classification revised 2004.* European Environment Agency, 307 p.
- Del Vecchio S., Prisco I., Acosta A.T. R, Stanisci A., 2015.** *Changes in plant species composition of coastal dune habitats over a 20-year period.* AoB Plants 7, 10 p.
- Defeo O., McLachlan A., Schoeman D. S., Schlacher T. a., Dugan J., Jones A., Scapini F., 2009.** *Threats to sandy beach ecosystems: A review.* Estuarine, Coastal and Shelf Science, 81(1), pp. 1-12.
- Delbosc P., 2015.** *Phytosociologie dynamico-caténale des végétations de la Corse : méthodologies typologique et cartographique.* Thèse de Doctorat - Université de Bretagne Occidentale, Brest.
- DREAL Rhône-Alpes & IDRA Environnement, 2013.** Plan d'action du bassin Rhône-Méditerranée pour la pollution par les PCB - SDAGE Rhône-Méditerranée 2010-2015. Recommandations relatives aux travaux et opérations impliquant des sédiments aquatiques potentiellement contaminés.
- EuroSION, 2004.** Base de données disponible en ligne sur www.euroSION.org, consultée en 2020.
- Heurtefoux H., Richard P., 2010.** *Inventaire et évaluation des écosystèmes dunaires et des aménagements de protection douce sur le littoral du Languedoc-Roussillon.* CPER 2007-2013. Gérer Durablement Le Littoral - Études Stratégiques et Prospectives Sur L'évolution Des Risques Littoraux, EID Méditerranée, 48 p.
- Jaulin S., Soldati F., 2005.** *Les dunes littorales du Languedoc-Roussillon. Guide méthodologique d'évaluation de leur état de conservation à travers l'étude des cortèges spécialisés de coléoptères.* OPIE/DREAL LR, 58 p.
- Keith D. A., Rodríguez J. P., Rodríguez-Clark K. M., Nicholson E., Aapala, K., Alonso A., Zambrano-Martínez S., 2013.** *Scientific Foundations for an IUCN Red List of Ecosystems.* Plos one, 8(5), e62111.
- Le Houérou H.-N., 2007.** *Biomes isoclimatiques méditerranéens : bioclimatologie, diversité et phytogéographie – Résumé élargi de l'ouvrage de l'auteur.* Forêt méditerranéenne, Tome XXVIII, n°1, pp. 67-72.
- Lopez R.D., Fennessy M. S., 2002.** *Testing the floristic quality assessment index as an indicator of wetland condition.* Ecological Applications, 12(2), pp. 487-497.

- Louvel J., Gaudillat V., Poncet, 2013.** *EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce.* MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.
- Magnan A., 2009.** *Le tourisme littoral en Méditerranée. Tendances et perspectives face au changement climatique.* Pour Le Débat, IDDRI, 4, 48 p.
- Malavasi M., Santoro R., Cutini M., Acosta A.T.R., Carranza M.L., 2016.** *The impact of human pressure on landscape patterns and plant species richness in Mediterranean coastal dunes.* Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology, 150(1), pp. 73-82.
- Marcantonio M., Rocchini D., Ottaviani G., 2014.** *Impacts of alien species on dune systems: a multifaceted approach,* Biodiversity Conservation, n°23, pp. 2645-2668.
- McLachlan A., Brown A.C., 2010.** *The ecology of sandy shores.* Elsevier.
- Médail F., Cheylan G., Ponel P., 2013.** *Dynamique des paysages et de la biodiversité terrestres du Parc national de Port-Cros (Var, France) : enseignements de cinquante années de gestion conservatoire.* Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park, 262(27), pp. 171-262.
- Meinesz A., Blanfuné A., Chancollon O., Javel F., Longepierre S., et al. 2012.** *MEDAM.org : inventaire et impact des aménagements gagnés sur le domaine marin - côtes méditerranéennes françaises.* Laboratoire Ecomers, Université Nice Sophia Antipolis. Publication électronique : www.medam.org
- Millot, C., 1989.** *La circulation générale en Méditerranée occidentale : Aperçu de nos connaissances et projets d'études.* In Annales de géographie (pp. 497-515). Armand Colin.
- Moulis D., Gindre D., Valantin P.-Y., Gourbil C. (coord.), 2005.** *Connaissance et gestion de l'érosion du littoral.* Guide Technique N°9, Bassin Rhône Méditerranée et Bassin de Corse, EID, SMNLR, 52 p.
- Palmieri J., 2004.** *Géomorphologie : formes du relief et paysages morphologiques.* In Sabiani T., Alesandri J., Andrei-Ruiz C., Bellan-Santini D (coord.) *Encyclopedia Corsicae*, Dumane 1, Ajaccio : pp. 79-120.
- Paradis G., Piazza C., Pozzo di Borgo M.-L., 2004.** *La végétation dunes de Villata et Pinarellu (sud-est de la Corse), sites proposés pour le réseau Natura 2000.* Bulletin de La Société Botanique Du Centre-Ouest, Nouvelle série (35), pp. 139-219.
- Paradis G., 2014.** *Végétation et géomorphologie du littoral sablo-graveleux de la Corse – Essai de synthèse.* Association Scientifique de Travaux, Etudes et Recherches sur l'Environnement, 331 p.
- PN Port-Cros, 2012.** *Compte rendu d'activité 2012, Site du Cap Lardier.* Parc national de Port-Cros, Conservatoire des espaces littoraux et des rivages lacustres. 71 p.
- Raynal O., Brunel C., Certain R., Aleman N., Robin N., Sabatier F., 2012.** *Le bilan sédimentaire, un outil pour la conception d'un plan de gestion des sédiments du littoral du Languedoc-Roussillon.* XII^{èmes} Journées, Cherbourg, pp. 371-380.
- Rivas-Martínez S., 2004.** *Global bioclimatics (Clasificación bioclimática de la Tierra).* Phytosociological Research Center, Madrid. URL [<http://www.globalbioclimatics.org> (version 23/04/2004)].
- Rivas-Martínez S., 2005.** *Notions on dynamic-catenal phytosociology as a basis of landscape science,* Plant Biosystems, 139 (2), pp. 135-144.
- Ruocco M., Bertoni D., Sarti G., Ciccarelli D., 2014.** *Mediterranean coastal dune systems: Which abiotic factors have the most influence on plant communities?* Estuarine, Coastal and Shelf Science, 149, pp. 213-222.
- Sardà F., Calafat A., Flexas M. M., Tselepidis A., Canals M., Espino M., et Tursi, A., 2004.** *An introduction to Mediterranean deep-sea biology.* *Scientia Marina*, 68 (S3), 7-38.
- Simi, P., 1964.** *Le climat de la Corse.* Imprimerie nationale.
- Soldati F., Jaulin S., 2002.** *Étude de la faune invertébrée des milieux halophiles du littoral du Languedoc-Roussillon : Coléoptères Carabiques, Scarabaeoidea et Tenebrionidae des complexes dunaires littoraux,* Tome I, OPIE Languedoc-Roussillon, 52 p.
- Stépanian A., Balouin Y., Bacon A., Bodéré G., Danger Y., Hennequin V., 2010.** *Atlas littoral de la Plaine Orientale de Corse.* Rapport final. Rapport BRGM RP-59058-FR, 78 p., 13 ill., 28 planches.
- Youssef S., Baumel A., Médail F., 2009.** *Analyse écologique des populations d'Armeria arenaria, espèce végétale bio-indicatrice du piétinement de la flore littorale des Maures (Var, France).* Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park, (23), pp. 107-119.

Annexes

<i>Annexe 1.</i>	<i>Seuils et critères de la méthodologie UICN (V2.1, 2015).....</i>	<i>175</i>
<i>Annexe 2.</i>	<i>Glossaire des termes clés de la méthodologie.....</i>	<i>176</i>
<i>Annexe 3.</i>	<i>Tableau synthétique des évaluations des écosystèmes littoraux méditerranéens sur substrat sableux</i>	<i>180</i>

Annexe 1. Seuils et critères de la méthodologie UICN (V2.1, 2015)

Les termes signalés par une * sont définis dans le glossaire en annexe 2.

A. Réduction de la distribution spatiale pour N'IMPORTE LAQUELLE des périodes suivantes :			
	CR	EN	VU
A1. Les 50 dernières années	≥ 80 %	≥ 50 %	≥ 30 %
A2a. Les 50 prochaines années	≥ 80 %	≥ 50 %	≥ 30 %
A2b. 50 ans incluant le passé, le présent et le futur	≥ 80 %	≥ 50 %	≥ 30 %
A3. Depuis 1750	≥ 90 %	≥ 70 %	≥ 50 %

B. Distribution spatiale restreinte selon N'IMPORTE LEQUEL des sous-critères B1, B2 or B3:			
	CR	EN	VU
B1. La superficie de la zone d'occurrence de l'écosystème est :	≤ 2 000 km ²	≤ 20 000 km ²	≤ 50 000 km ²
B2. OU Le nombre de mailles (10 x 10 km) occupées par l'écosystème (zone d'occupation) est :	≤ 2	≤ 20	≤ 50
ET au moins un des indicateurs suivants (a-c)			
(a) Un déclin continu, observé ou déduit, de N'IMPORTE LAQUELLE des variables suivantes :			
i. la distribution de l'écosystème OU ,			
ii. la qualité de l'environnement abiotique pour le biote indigène caractéristique de l'écosystème OU ,			
iii. les interactions biotiques caractéristiques de l'écosystème.			
(b) Une menace, observée ou déduite, qui provoquerait avec une forte probabilité le déclin continu de la distribution, de la qualité de l'environnement abiotique ou des interactions biotiques au cours des 20 prochaines années.			
(c) L'écosystème n'est présent que dans :	1 localité	1-5 localités	≤ 10 localités
B3. Le nombre de localités est :			
Très petit (généralement inférieur à 5) ET les impacts des activités anthropiques, ou des événements aléatoires peuvent mener l'écosystème à l'effondrement ou le classer « En danger critique » rapidement, et sur le court terme (B3 ne conduit qu'à la catégorie VU).			VU

C. Dégradation de l'environnement abiotique pour N'IMPORTE LAQUELLE des périodes suivantes :				
		Sévérité relative (%)		
C1. Au cours des 50 dernières années, le changement d'une variable <u>abiotique</u> a affecté une fraction de l'écosystème selon une certaine sévérité relative, comme indiqué dans le tableau suivant :	Superficie affectée (%)	≥ 80	≥ 50	≥ 30
	≥ 80	CR	EN	VU
	≥ 50	EN	VU	
	≥ 30	VU		
C2. Durant les 50 prochaines années (C2a), OU au cours d'une période de 50 ans incluant, le passé, le présent et le futur (C2b), le changement d'une variable <u>abiotique</u> va affecter une fraction de l'écosystème selon une certaine sévérité relative, comme indiqué dans le tableau suivant :	Superficie affectée (%)	≥ 80	≥ 50	≥ 30
	≥ 80	CR	EN	VU
	≥ 50	EN	VU	
	≥ 30	VU		
C3. Depuis 1750, le changement d'une variable <u>abiotique</u> a affecté une fraction de l'écosystème selon une certaine sévérité relative, comme indiqué dans le tableau suivant :	Superficie affectée (%)	≥ 90	≥ 70	≥ 50
	≥ 90	CR	EN	VU
	≥ 70	EN	VU	
	≥ 50	VU		

D. Perturbation des interactions et/ou processus biotiques pour N'IMPORTE LAQUELLE des périodes suivantes :				
		Sévérité relative (%)		
D1. Au cours des 50 dernières années, le changement d'une variable <u>biotique</u> a affecté une fraction de l'écosystème selon une certaine sévérité relative, comme indiqué dans le tableau suivant :	Superficie affectée (%)	≥ 80	≥ 50	≥ 30
	≥ 80	CR	EN	VU
	≥ 50	EN	VU	
	≥ 30	VU		
D2. Durant les 50 prochaines années (D2a), OU au cours d'une période de 50 ans incluant, le passé, le présent et le futur (D2b), le changement d'une variable <u>biotique</u> va affecter une fraction de l'écosystème selon une certaine sévérité relative, comme indiqué dans le tableau suivant :	Superficie affectée (%)	≥ 80	≥ 50	≥ 30
	≥ 80	CR	EN	VU
	≥ 50	EN	VU	
	≥ 30	VU		
D3. Depuis 1750, le changement d'une variable <u>biotique</u> a affecté une fraction de l'écosystème selon une certaine sévérité relative, comme indiqué dans le tableau suivant :	Superficie affectée (%)	≥ 90	≥ 70	≥ 50
	≥ 90	CR	EN	VU
	≥ 70	EN	VU	
	≥ 50	VU		

E. Analyse quantitative (modélisation) estimant la probabilité d'effondrement de l'écosystème :			
	CR	EN	VU
L'effondrement de l'écosystème aura lieu avec une probabilité :	≥ 50 % dans les 50 ans à venir	≥ 20 % dans les 50 ans à venir	≥ 10 % dans les 100 ans à venir

Annexe 2. Glossaire des termes clés de la méthodologie

Biote indigène caractéristique – Gènes, populations, espèces, communautés d'espèces et interactions clés entre ces différentes entités, qui permettent de distinguer les écosystèmes les uns des autres.

Le biote indigène caractéristique comprend également les éléments moteurs de la dynamique d'un écosystème, comme les espèces ingénieurs, les composantes structurantes des réseaux trophiques ou encore les éléments ayant une importance fonctionnelle unique, même si ces composantes peuvent être communes dans d'autres écosystèmes. Il peut être défini par des traits taxonomiques ou des traits fonctionnels : par exemple, un groupe d'organismes ayant une ou plusieurs réponses similaires face à un ou plusieurs facteurs environnementaux ; les guildes d'espèces partageant la même fonction au sein de l'écosystème ; les espèces répondant aux mêmes spectres de dispersion, etc.

Le biote caractéristique exclue les espèces anecdotiques ou erratiques qui ne contribuent que peu au fonctionnement de l'écosystème et qui peuvent par ailleurs se retrouver plus communes dans d'autres écosystèmes.

Déclin continu – Concerne la distribution de l'écosystème évalué, la qualité de son environnement abiotique ou l'intégrité de ses interactions biotiques caractéristiques. Un déclin continu est caractérisé par :

- La réduction de la capacité de l'écosystème à conserver son biote indigène caractéristique ;
- Une ampleur significative ;
- La forte probabilité que ce déclin se poursuive dans le futur.

Un déclin continu peut se dérouler de manière graduelle ou épisodique. Sont exclues les fluctuations non significatives ou qui n'entraînent pas la perte du biote caractéristique de l'écosystème.

Déduit(e) – Caractérise les données basées sur une preuve indirecte ou tirée de variables indirectement liées à la variable d'intérêt mais analysées sur les mêmes unités.

Les données déduites reposent sur un plus grand nombre d'hypothèses que les données estimées. Par exemple, si l'on déduit la valeur d'une variable biotique à partir de données statistiques, la démarche de déduction nécessite :

- Des hypothèses statistiques (par exemple un échantillonnage aléatoire de la distribution) ;
- Des hypothèses biologiques (hypothèse d'un lien entre l'échantillon et la population totale) ;
- Mais également des hypothèses quant à l'effort d'échantillonnage, son efficacité, sa distribution spatiale et temporelle en relation avec la population totale.

La déduction repose également sur l'extrapolation de données observées ou estimées au niveau d'une zone connue de l'écosystème (échantillonnée) à d'autres zones de la distribution de l'écosystème (non échantillonnées). Cette déduction est possible uniquement :

- Si l'on dispose de suffisamment de données, ce qui dépend de la proportion de la distribution couverte par l'échantillonnage (et donc connue) ;
- Si les tendances et menaces observées sur les zones échantillonnées sont applicables à l'ensemble de la distribution de l'écosystème.

L'application de la méthode d'extrapolation à des zones non échantillonnées de la distribution dépendra des critères évalués et du type de données disponibles pour les secteurs échantillonnés.

Les variables projetées nécessitent d'apporter des précisions quant à la méthode d'extrapolation (par exemple la justification des hypothèses statistiques ou du modèle d'écosystème utilisé) ainsi qu'à la projection des menaces actuelles ou potentielles à l'avenir (comprenant notamment des indications quant à l'ampleur des perturbations).

Dégradation de l'environnement abiotique – Changement des paramètres abiotiques réduisant la capacité de l'écosystème à conserver l'intégralité de son biote indigène caractéristique.

L'évaluation de la dégradation pour le critère C se fait en plusieurs étapes :

1. Sélection d'une ou de plusieurs variables abiotique(s), justifiée(s) par leur relation avérée avec la dynamique de l'écosystème (par exemple en faisant référence à une modélisation de l'écosystème évalué) ;
2. Estimation de la valeur de la variable dans toute la distribution de l'écosystème évalué pour la période concernée (présent pour C1 et C3, les 50 ans à venir pour C2) ;
3. Estimation de l'ampleur des changements de la variable depuis le début de la période d'évaluation (50 dernières années pour C1, actuellement pour C2, depuis 1750 pour C3). Sont généralement exclus de l'estimation les patches de l'écosystème ayant été détruits ;
4. Calcul du pourcentage absolu des changements de la variable abiotique concernée pour la période donnée (cela peut impliquer des interpolations et/ou extrapolations temporelles des données ainsi que la justification des hypothèses qui y sont associées) ;
5. Conversion de la valeur obtenue au 4. en « sévérité relative », en utilisant comme seuil maximal la valeur de cette même variable correspondant à l'effondrement de l'écosystème ;
6. Estimation de la superficie concernée par la dégradation (en % de la distribution de l'écosystème) ;
7. Comparaison de la sévérité relative estimée et de la superficie concernée avec les seuils d'évaluation pour le critère C (Tableau 3 in Keith *et al.*, 2013).

Distribution – Surfaces réellement couvertes par l'écosystème évalué.

Pour le critère A, les changements dans la distribution doivent être estimés avec la meilleure cartographie disponible de l'écosystème (par exemple établie par télédétection pour la végétation terrestre, les reliefs marins, etc.). Pour le critère B, cette distribution devra être évaluée avec les mesures standards – voir les définitions de zone d'occupation (AOO), zone d'occurrence (EOO) et de localité.

Écosystème – Complexe d'organismes vivants et de leur environnement abiotique associé, dans un espace délimité (d'après Tansley, 1935 in Keith *et al.*, 2014).

Il est composé de 4 éléments essentiels (d'après Pickett et Cadanesso, 2002 in Keith *et al.*, 2014) :

- Un complexe d'organismes vivants ;
- Un environnement abiotique ;
- Des interactions au sein du complexe d'organismes vivants, et entre ce complexe et son environnement abiotique ;
- Un espace délimité (la distribution) où se déroulent ces interactions.

Effondrement – Seuil théorique au-delà duquel un écosystème perd la plupart des composantes de son biote indigène caractéristique, ou que ses composantes clés ne peuvent plus assurer son fonctionnement (éléments structurants des interactions trophiques et/ou fonctionnelles : groupes fonctionnels spécifiques, espèces ingénieurs, etc.).

L'effondrement survient lorsque la composition, la structure et le fonctionnement de l'écosystème, dans toutes ses occurrences, sont modifiées au-delà des variations naturelles, temporelles et spatiales. Les différentes espèces ou communautés d'espèces peuvent toujours être présentes une fois l'écosystème effondré mais leur abondance, leur organisation ou leur fonction aura changé. L'effondrement d'un écosystème est l'équivalent de l'extinction à l'échelle d'une espèce. Il peut ainsi être précédé ou coïncider avec l'extinction d'une ou de plusieurs de ses espèces caractéristiques.

L'évaluation pour la Liste Rouge des Ecosystèmes repose sur trois principes fondamentaux, caractérisant la qualité et la viabilité d'un écosystème, à savoir :

- Sa répartition spatiale et ses dynamiques (réduction de la distribution ou distribution spatiale restreinte) ;
- La modification de l'environnement abiotique (modification des paramètres abiotiques et physico-chimiques) ;
- La perturbation des interactions biotiques (perturbation des relations entre espèces et entre espèces et milieu).

Estimé(e) – Caractérise les données basées sur des calculs et pouvant inclure des hypothèses statistiques d'échantillonnage ou des hypothèses biologiques, sur des relations entre des variables observées (par exemple l'indice d'abondance d'une espèce clé) et la variable d'intérêt (par exemple les interactions biotiques).

Facteur de vulnérabilité – Source de perturbation (agent, mécanisme ou processus) identifiable et mesurable, à l'origine :

- D'un déclin de la distribution ;
- De la dégradation de l'environnement abiotique ;
- De la perturbation des processus et interactions biotiques.

Localité – Zone particulière définie selon des critères géographiques ou écologiques, au sein de laquelle une seule menace peut affecter rapidement l'intégralité de l'écosystème évalué.

La superficie de la localité dépend du type de menace identifié et peut inclure tout ou partie d'un patch isolé de l'écosystème évalué. Si l'écosystème est affecté par plusieurs menaces, la localité sera définie en fonction de la menace la plus plausible et pouvant causer les dommages les plus graves à l'écosystème.

Menace (critère B) – Source de perturbation (agent, mécanisme ou processus) identifiable et mesurable, à l'origine

- D'un déclin continu de la distribution ;
- De la dégradation continue de l'environnement abiotique ;
- De la perturbation continue des processus et interactions biotiques.

Ou pouvant être à l'origine de l'un de ces 3 processus ayant une forte probabilité de survenir dans un futur proche (d'ici 20 ans).

Observé(e) – Caractérise les données basées directement sur des observations bien documentées, pour l'ensemble de la distribution de l'écosystème évalué.

Perturbation des interactions biotiques – Changement des interactions parmi les différentes composantes du biote indigène caractéristique, ou entre ces composantes et leur environnement abiotique, réduisant la capacité de l'écosystème à conserver l'intégralité de son biote indigène caractéristique.

Les interactions prises en compte peuvent concerner les interactions entre les espèces et/ou communautés d'espèces de l'écosystème évalué, entre ces espèces et/ou communautés d'espèces avec celles d'un autre écosystème ou entre ces espèces et communautés d'espèces et leur environnement abiotique. L'évaluation des perturbations des interactions biotiques selon le critère D nécessite plusieurs étapes :

1. Sélection d'une ou plusieurs variables biotique(s), justifiée(s) par leur relation avérée avec la dynamique de l'écosystème (par exemple en faisant référence à un modèle spécifique de l'écosystème évalué) ;
2. Estimation de la valeur de la variable dans toute la distribution de l'écosystème évalué pour la période concernée (présent pour D1 et D3, les 50 ans à venir pour D2) ;
3. Estimation de l'ampleur des changements subis par la variable depuis le début de la période d'évaluation (50 dernières années pour D1, actuellement pour D2, depuis 1750 pour D3). Sont généralement exclus de l'estimation les patches de l'écosystème ayant été détruits ;
4. Calcul du pourcentage absolu des changements de la variable biotique concernée pour la période donnée (cela peut impliquer des interpolations et/ou extrapolations temporelles ainsi que la justification des hypothèses qui y sont associées) ;
5. Conversion du pourcentage obtenu au 4. en « sévérité relative », en utilisant comme seuil maximal la valeur de cette même variable capable d'entraîner l'effondrement de l'écosystème évalué ;
6. Estimation de la superficie concernée par les perturbations (en % de la distribution de l'écosystème) ;
7. Comparaison de la sévérité relative estimée et de la superficie concernée avec les seuils d'évaluation pour le critère D (Tableau 3 in Keith *et al.*, 2013).

Projeté(e) – Similaire à « estimé(e) », mais la variable d'intérêt est extrapolée pour l'avenir (par exemple la réduction de la distribution au cours des 50 prochaines années sur la base d'observations ou d'estimations de la distribution actuelle et d'il y a 20 ans).

Sévérité relative – Intensité de la modification de l'environnement abiotique ou des interactions et processus biotiques d'un écosystème (critères C et D), liée à une menace donnée et mesurée en fonction du seuil d'effondrement pour la variable abiotique ou biotique en jeu.

La sévérité relative est mesurée en pourcentage, le maximum pour une variable donnée étant égal à la valeur de cette variable correspondant à l'effondrement de l'écosystème. La sévérité relative d'un phénomène est à mettre en relation avec la proportion de l'écosystème évalué que celui-ci affecte, également mesurée en pourcentage.

Ces hypothèses doivent être établies et justifiées lors de l'évaluation par des références bibliographiques. Une estimation peut également impliquer une interpolation dans le temps permettant d'estimer la valeur de variable d'intérêt à une date postérieure

(par exemple la réduction de la distribution à 50 ans basée sur des observations ou des estimations de la distribution d'il y a 60 ans et 40 ans).

Zone d'occupation – La zone d'occupation (AOO, Area Of Occupancy) correspond au nombre de mailles de 100 km² (10 x 10 km) réellement occupées par l'écosystème évalué au sein de sa zone d'occurrence (*voir la définition de la zone d'occurrence*), à l'exception des mailles dans lesquelles l'écosystème représente moins de 1 % de la superficie de la maille (soit 1 km²).

Cette mesure reflète le fait qu'un écosystème donné ne couvre que rarement l'intégralité de sa zone d'occurrence.

Zone d'occurrence – La zone d'occurrence (EOO, Extent of occurrence) est synonyme de l'aire de répartition.

Elle correspond à la superficie (en km²) du plus petit polygone convexe (dont aucun angle ne dépasse 180°) pouvant englober tous les sites connus ou suspectés de l'écosystème, au moment de son évaluation. Cette mesure peut cependant exclure certains sites formant une discontinuité ou disjonction dans la répartition globale.

Annexe 3. Tableau synthétique des évaluations des écosystèmes littoraux méditerranéens sur substrat sableux

Critères	Réduction de la distribution spatiale				Distribution spatiale restreinte			Modification environnement physique				Perturbation processus écologiques				Modélisation	Catégorie
	A1	A2a	A2b	A3	B1	B2	B3	C1	C2a	C2b	C3	D1	D2a	D2b	D3		
Écosystèmes côtiers méditerranéens sur substrat sableux de France métropolitaine																	
Laiasses de mer végétalisées	VU	DD	DD	NT	LC	LC	LC	VU	DD	DD	NT	VU	DD	DD	NT	DD	VU
Plages sableuses	DD	DD	DD	DD	LC	LC	LC	NT	VU	NT	VU	VU	DD	DD	NT	DD	VU
Dunes embryonnaires	VU	VU	VU	VU	LC	VU	LC	VU	VU	VU	NT	LC	DD	DD	LC	DD	VU
Dunes blanches	NT	VU	VU	DD	LC	VU	LC	EN	EN	EN	DD	VU	DD	DD	DD	DD	EN
Dunes grises	VU	DD	DD	VU	LC	VU	LC	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	VU
Fruticées dunaires	LC	DD	DD	DD	LC	LC	LC	LC	DD	DD	DD	LC	DD	DD	DD	DD	LC
Junipéraies dunaires	VU	DD	DD	DD	LC	LC	LC	LC	DD	DD	LC	VU	DD	DD	DD	DD	VU
Dunes boisées	DD	DD	DD	DD	LC	LC	LC	LC	DD	DD	LC	DD	DD	VU	DD	DD	VU
Dépressions dunaires	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD

Comité français de l'UICN

Union Internationale pour la Conservation de la Nature

Créé en 1992, le Comité français de l'UICN est le réseau des organismes et des experts de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature en France. Il regroupe au sein d'un partenariat original 2 ministères, 10 organismes publics et 42 organisations non-gouvernementales et plus de 250 experts, réunis en commissions spécialisées et en groupes de travail thématiques. Par cette composition mixte, il est une plateforme unique de dialogue et d'expertise sur les enjeux de la biodiversité, associant également les entreprises et les collectivités locales.

Le Comité français de l'UICN a pour but de contribuer à la conservation de la biodiversité et à une utilisation durable et équitable des ressources naturelles.

Comité français de l'UICN

259-261 Rue de Paris - 93100 Montreuil - FRANCE

contact : uicn@uicn.fr

www.uicn.fr

