



État de conservation des habitats d'intérêt communautaire des dunes non boisées du littoral atlantique

Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000



Version 1

Rédaction : Léonore GOFFÉ

Muséum national d'histoire naturelle
Service du patrimoine naturel
Décembre 2011

Remerciements :

À Farid BENSETTITI (SPN/MNHN), Loïc GOUGUET (ONF), Jean FAVENNEC (ONF), Pascal LACROIX (CBNB - Antenne Pays de La Loire), Hermann GUITTON (CBNB - Antenne Pays de La Loire), Julien TOUROULT (SPN/MNHN), Jean-Philippe SIBLET (SPN/MNHN), Lise MACIEJEWSKI (SPN/MNHN), André TURPAUD (DREAL de Nantes), Françoise DEBAINE (CNRS), David LAZIN (Syndicat Mixte des marais des Olonnes), Xavier PAGNOUX (ONF).

Crédits photographiques :

1^{ère} de couverture : Dunes blanches du massif dunaire d'Olonne-sur-Mer (85), Œillet des dunes (*Dianthus gallicus*), Diotis maritime (*Othantus maritimus*), Dunes grises du massif dunaire d'Olonne-sur-Mer (85) © L.GOFFÉ.

4^{ème} de couverture : Arroche des sables (*Atriplex laciniata*), Gaillet des sables (*Galium arenarium*), Omphalodès du littoral (*Omphalodes littoralis*), Pavot cornu (*Glaucium flavum*), Euphorbe des dunes (*Euphorbia paralias*), Orchis pyramidal (*Anacamptis pyramidalis*), Rosier pimprenelle (*Rosa pimpinellifolia*), Bécasseau sanderling (*Calidris alba*) © L.GOFFÉ.

Référencement :

GOFFÉ L., 2011. Etat de conservation des habitats d'intérêt communautaire des dunes non boisées du littoral atlantique - Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000 - Version 1. Rapport SPN 2011-18. Museum National d'Histoire Naturelle / Office National des Forêts / Conservatoire Botanique National de Brest, 67 p.

- Sommaire -

Préambule	2
1. Définitions et explications de concepts fondamentaux	5
1.1 Habitat naturel d'intérêt communautaire.....	5
1.2 Bon état de conservation d'un habitat.....	5
1.3 Etat de référence.....	6
2. Principes méthodologiques	7
2.1 Préambule sur la méthode	7
2.2 Choix des critères et indicateurs	8
2.3 Habitats concernés	11
3. Critères et indicateurs retenus pour évaluer l'état de conservation	13
3.1 Critères et indicateurs relatifs à la surface couverte de l'habitat.....	15
3.2 Critères et indicateurs relatifs à l'état de la structure et de la fonction de l'habitat	15
3.3 Critères et indicateurs relatifs aux atteintes portées à l'habitat (altérations).....	24
3.4 Autres critères non retenus mais ayant fait l'objet de discussions	26
4. Protocole pour renseigner les critères et indicateurs	31
4.1 Stratégie d'échantillonnage.....	31
4.2. Unités d'échantillonnage.....	33
4.3 Mise en œuvre du suivi et recueil des données de terrain.....	34
4.4 Effort d'échantillonnage et précision de l'évaluation	35
4.5 Modalités d'application des critères et indicateurs.....	36
4.6 La méthode de notation	40
4.7 Quelques exemples d'application de la méthode.....	43
5. Bilan de l'étude et perspectives futures pour la méthode	49
Bibliographie	51
Annexes	55

Avant propos

Ce travail de mise en place de méthode d'évaluation de l'état de conservation des habitats, s'inscrit au sein d'une réflexion méthodologique commune avec l'équipe « évaluation » du SPN-MNHN qui travaille sur l'évaluation des différents habitats. La présente étude résulte en partie de ces échanges, et des méthodes qui sont en cours d'élaboration ou qui ont déjà aboutie. Ainsi, je souhaitais citer Farid Bensettiti, Lise Maciejewski, Nathalie Carnino, Fanny Lepareur et Julien Touroult du SPN-MNHN qui ont contribué à alimenter la méthode présentée dans ce rapport.

Cette méthode a été réalisée dans le cadre d'un stage de fin d'étude du master professionnel Espaces et milieux (Paris 7- Diderot). L'élaboration d'une telle méthode d'évaluation nécessite habituellement au moins 1 an d'étude pour être validée. La méthode présentée dans ce rapport a été élaborée en 8 mois, il s'agit donc d'un document d'une méthode non finalisée. Les résultats qui en sont issus sont donc à prendre en compte avec la connaissance du contexte et beaucoup de précaution.

Préambule

A fin de lutter contre l'érosion de la biodiversité et de répondre aux engagements internationaux, tel que le Sommet de la Terre qui s'est déroulé à Rio de Janeiro en 1992, l'Union européenne a fait de la protection des espèces et des habitats naturels une préoccupation majeure de sa politique environnementale.

Deux directives européennes, les directives « Oiseaux » (79/409/CEE) et « Habitats-Faune-Flore » (92/43/CEE) (DHFF), ont été fondatrices d'un réseau écologique européen de sites dédiés à la protection des habitats naturels et des espèces menacés et/ou remarquables, appelé Natura 2000.

L'un des objectifs de cette politique est de maintenir ou de rétablir dans un état de conservation favorable les habitats naturels et les espèces de faune et de flore sauvages d'intérêt communautaire inscrits aux annexes de la DHFF.

Chaque État doit mettre en œuvre ces dispositions en tenant compte de ses « exigences économiques, sociales et culturelles et des particularités régionales et locales » (art. 2).

La DHFF impose aux États membres de réaliser une surveillance de l'état de conservation des habitats et des espèces listés dans cette directive (art. 11) et d'en rendre compte périodiquement (art. 17). Pour cela, l'état de conservation des habitats et espèces doit être évalué dans un rapport rendu tous les six ans au niveau biogéographique (atlantique, continental, méditerranéen, alpin, atlantique marin et méditerranéen marin). La première évaluation a concerné la période 2000 à 2006 et un rapport fut rendu début 2007. Cette évaluation a été réalisée selon un cadre méthodologique commun pour tous les Etats membres (European Commission, 2005) fourni par la Commission européenne et adapté au niveau national par le Muséum national d'histoire naturelle (MNHN) (Bensettiti *et al.*, 2006).

Parallèlement à cette évaluation nationale, l'article R. 414-11 du Code de l'environnement - qui est la transposition dans le droit français de l'article 6 de la DHFF - impose d'évaluer, dans les Zones Spéciales de Conservation (ZSC) du réseau français, l'état de conservation des 132 habitats naturels et des 156 espèces d'intérêt communautaire concernés. Cet état doit être renseigné dans les documents de gestion élaborés pour chaque site Natura 2000, appelés documents d'objectif (Docobs).

Dans le cadre de l'élaboration des Docobs, les opérateurs des sites Natura 2000, doivent évaluer l'état de conservation des habitats naturels présents dans leur site.

Afin de s'assurer qu'une évaluation homogène et cohérente soit réalisée sur l'ensemble du réseau de sites Natura 2000, le MNHN a été chargé par le Ministère de l'écologie, du développement durable, du transport et du logement (MEDDTL) de mettre en place des méthodes standardisées au niveau français pour évaluer l'état de conservation de tous les habitats d'intérêt communautaire (annexe I).

Ces réflexions méthodologiques sur l'évaluation de l'état de conservation des habitats naturels à l'échelle du site Natura 2000, développées au MNHN pour l'ensemble des grands types de milieux, ont abouti pour les habitats forestiers (Carnino, 2009) ainsi que pour les

habitats marins (Lepareur, 2011), et ont été engagées pour les habitats agropastoraux et les habitats des milieux humides et aquatiques dont les travaux sont en cours.

La présente étude s'inscrit dans cette démarche globale et concerne les habitats des dunes non boisées du littoral atlantique relevant de la DHFF. L'objectif est de mettre en place un cadre méthodologique commun pour ces habitats sachant que des adaptations seront parfois nécessaires pour l'ajuster au contexte local, et à l'avenir plus largement pour le domaine méditerranéen. La méthode présentée dans ce document est une première version, des évolutions pourront être envisagées suite à des tests de terrain à plus grande échelle et dans d'autres contextes n'ayant pas pu être testés dans cette étude.

L'évaluation de l'état de conservation des habitats au niveau d'un site Natura 2000 revêt deux intérêts principaux :

- le premier concerne la gestion d'un site. Ce cadre méthodologique devra être utilisé comme un outil de référence par les opérateurs, les résultats obtenus après analyses aideront à orienter des actions de gestion pour agir en faveur d'un bon état de conservation. En effet, il s'agit de disposer d'un cadre factuel pour diagnostiquer l'état des composantes d'un site Natura 2000 et connaître son évolution.
- Le second concerne la mise à disposition des données récoltées à l'échelle des sites afin de contribuer à l'évaluation périodique nationale des habitats par zone biogéographique, prévue par l'article 17 de la DHFF.

C'est dans ce contexte que s'inscrit la présente étude codirigée par l'Office National des Forêts (ONF), le Conservatoire Botanique National de Brest (CBNB)¹ et le Muséum National d'Histoire Naturelle, afin d'élaborer une méthode d'évaluation de l'état de conservation des habitats des systèmes dunaires non boisés du littoral atlantique à l'échelle d'un site Natura 2000.

Situées à l'interface entre le milieu maritime et le milieu forestier, les dunes littorales sont des milieux dynamiques, et présentent une richesse floristique exceptionnelle. Ils constituent un écosystème original et fragile, pouvant être profondément bouleversé par une pression anthropique croissante. Il est donc important et nécessaire d'engager des réflexions méthodologiques pour les habitats des systèmes dunaires en France.

Cette méthode vise à être la plus objective possible. Elle doit être facile à mettre œuvre, pragmatique, reproductible et accessible à tous les opérateurs. Elle s'appuie sur des indicateurs qualitatifs et quantitatifs, simples et en nombre restreint.

Cette étude répond à une attente des acteurs de Natura 2000 et plus particulièrement aux opérateurs des Docobs pour estimer l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle locale (site) sous un format standardisé et normalisé.

Après avoir expliqué le contexte de l'étude et avoir abordé les aspects théoriques, nous aborderons les principes de la méthode d'évaluation de l'état de conservation des habitats

¹ L'antenne régionale Pays de la Loire

des dunes non boisées du littoral atlantique. Puis seront présentés plus en détail les critères et indicateurs retenus, le protocole pour renseigner ces indicateurs ainsi que la méthode pour analyser les données.

1. Définitions et explications de concepts fondamentaux

1.1 Habitat naturel d'intérêt communautaire

La Directive « Habitats-Faune-Flore » (DHFF) définit un habitat naturel comme « une zone terrestre ou aquatique qui se distingue par ses caractéristiques géographiques, abiotiques et biotiques, qu'elles soient entièrement naturelles ou semi-naturelles » (art. 1). Selon les Cahiers d'habitats (Bensettiti *et al.*, (coord.), 2004), l'habitat est décrit par :

- ses caractéristiques stationnelles (climatiques, physico-chimiques, édaphiques), correspondant au biotope, et leurs variabilités spatiales et temporelles ;
- les organismes vivant au sein de cet habitat, correspondant à la biocénose, et qui par leur caractère intégrateur des conditions écologiques définissent l'habitat.

Un habitat naturel est dit « d'intérêt communautaire » lorsqu'il figure à l'annexe I de la DHFF qui regroupe des habitats qui sont :

- en danger de disparition dans leur aire de répartition naturelle ;
- ou avec une aire de répartition naturelle réduite par suite de leur régression ou en raison de leur aire intrinsèquement restreinte ;
- ou qui constituent un exemple remarquable de caractéristiques propres à l'une ou à plusieurs des régions biogéographiques (art. 1).

Un habitat naturel d'intérêt communautaire est dit « prioritaire » lorsqu'il est en danger de disparition sur le territoire européen où le traité s'applique et pour la conservation duquel la Communauté porte une responsabilité particulière, compte tenu de l'importance de la part de leur aire de répartition naturelle comprise dans ce territoire (art. 1). Les types d'habitats naturels prioritaires sont indiqués par un astérisque (*) à l'annexe I de la Directive.

1.2 Bon état de conservation d'un habitat

Au sens de la directive, on entend par conservation un ensemble de mesures requises pour maintenir ou rétablir les habitats naturels et les populations d'espèces de faune et de flore sauvages dans un état favorable.

L'état de conservation d'un habitat naturel résulte de « l'effet de l'ensemble des influences agissant sur un habitat naturel ainsi que sur les « espèces typiques » qu'il abrite, et qui peuvent affecter à long terme sa répartition naturelle, sa structure et ses fonctions ainsi que la survie à long terme de ses « espèces typiques » sur le territoire européen des États membres » (art. 1).

L'état de conservation d'un habitat naturel sera considéré comme « favorable » lorsque :

- son aire de répartition naturelle ainsi que les superficies qu'il couvre au sein de cette aire sont stables ou en extension ;
- la structure et les fonctions spécifiques nécessaires à son maintien à long terme existent et sont susceptibles de perdurer dans un avenir prévisible ;
- l'état de conservation des espèces qui lui sont « typiques » est favorable (art. 1).

La définition citée ci-dessus est applicable à l'échelle d'un domaine biogéographique mais n'est pas directement utilisable à l'échelle locale (site Natura 2000). Comme pour la réflexion menée au MNHN sur les habitats forestiers (Carnino, 2009) et sur les habitats marins (Lepareur, 2011), ainsi que tous les autres grands types d'habitats, nous retiendrons les grandes lignes de cette définition en ne conservant que ce qui s'adapte à l'échelle d'un site. Ainsi, l'évolution de l'aire de répartition naturelle des habitats - évaluée uniquement à grande échelle - ne sera donc pas prise en compte.

Un habitat naturel peut alors être considéré en bon état de conservation, à l'échelle d'un site Natura 2000, lorsque :

- ses structures caractéristiques sont présentes et les fonctions spécifiques nécessaires à son maintien sont assurées ;
- il ne subit aucune atteinte susceptible de nuire à sa pérennité ;
- les espèces qui lui sont « typiques » peuvent s'exprimer et assurer leur cycle biologique.

1.3 Etat de référence

Réaliser une évaluation suppose la mise en œuvre d'une démarche de comparaison entre une entité observée et une entité de référence, en l'occurrence, entre un habitat qui fait l'objet de l'évaluation et un habitat type de référence (Bouzillé, 2007).

La DHFF ne fournit aucune précision sur cet état de référence puisqu'elle laisse à chaque Etat membre le soin de le définir.

Par ailleurs, il n'y a aucune définition précise et partagée de cet état de référence dans le contexte de Natura 2000 (Carnino, 2009).

La difficulté pour définir l'état de référence mène bien souvent à se fonder sur le concept de « naturalité » et à rechercher les modèles de référence vierges de toute action anthropique.

Cependant, la DHFF vise à assurer la conservation de la biodiversité, tout en permettant, dans les zones Natura 2000, les activités durables qui soutiennent un tel objectif de conservation (art. 2).

Aux difficultés liées à toute évaluation d'écosystème s'ajoute dans le cas des dunes littorales leur caractère de mobilité et de changement rapide, sur le plan géomorphologique et écologique, c'est-à-dire une dynamique spatio-temporaire importante. L'état optimal est dynamique et se traduit dans le paysage par une « mosaïque paysagère mouvante » qu'il faut évaluer dans sa globalité spatiale et temporelle. Pour les dunes non boisées du littoral atlantique le mode actuel de gestion donne au paysage dunaire un degré de « naturalité » plus élevé que par le passé, ce qui revient à le rapprocher d'un état marqué par une présence moindre de signes de perturbations dues à l'homme (Février, 2001). Diverses propositions d'état optimal ont été faites. Pour l'ONF, dans la logique du contrôle souple (Favennec,

2002a), l'écosystème optimal comprend l'enchaînement les plus complets possibles d'écosystèmes et de faciès géomorphologiques et végétaux potentiels de chaque zone, correspondant ainsi au tronçon le plus diversifié.

En réalité, le bon état de conservation au titre de la DHFF n'est pas une référence absolue ni un pur concept scientifique mais une co-construction entre des principes écologiques et des choix sociaux (Carnino, 2009).

L'état de conservation d'un habitat peut s'estimer le long d'un gradient allant d'un habitat fortement détérioré à un habitat dont la structure et la fonction sont bon, ne subissant aucune perturbation qui remette en cause sa pérennité, son bon fonctionnement ou la survie de ses « espèces typiques » à long terme.

Une valeur de référence doit donc être définie comme une valeur seuil, au-dessus de laquelle l'habitat est considéré comme en état de conservation favorable au regard du paramètre considéré.

Un habitat qui a atteint l'état objectif est jugé en très bon état de conservation mais il est en bon état de conservation dès qu'il a atteint l'état de référence (Figure 1). L'état de référence n'est pas l'optimum (Carnino, 2009).

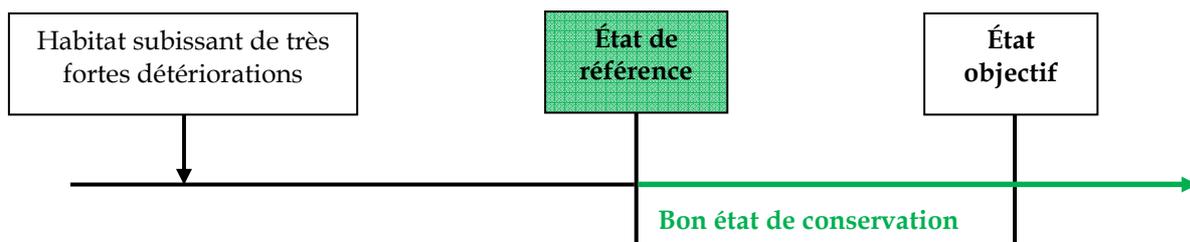


Figure 1 : Positionnement du bon état de conservation le long d'un gradient d'état de conservation

2. Principes méthodologiques

2.1 Préambule sur la méthode

Dans un souci de cohérence et d'harmonisation, notre travail s'inscrit dans une approche méthodologique mise en place par le MNHN pour l'ensemble des habitats d'intérêt communautaire et parmi lesquels certains ont déjà fait l'objet de publications ou en cours d'élaboration. Les travaux concernant l'évaluation de l'état de conservation des habitats agropastoraux sont bien avancés à travers notamment des réflexions menées lors des comités de pilotage (Maciejewski, à paraître).

Cette méthode consiste à évaluer l'état de conservation d'un habitat naturel en comparant l'entité observée (le type d'habitat à évaluer) à une (ou des) entité(s) de référence pour ce type d'habitat. Cette comparaison se fait par l'étude de diverses caractéristiques de l'habitat (critères) à l'aide d'indicateurs (variables qualitatives ou quantitatives à mesurer) pertinents, simples et pragmatiques. Les critères et indicateurs retenus sont en nombre restreint, et doivent décrire l'état de conservation d'un habitat naturel. Les valeurs renseignées pour

chacun des indicateurs les plus pertinents seront comparées à des valeurs de référence afin de mieux guider l'opérateur dans le choix des mesures de gestion à mettre en œuvre pour agir en faveur du bon état de conservation (Carnino, 2009).

Selon l'importance de cet écart, différents états sont attribués à l'habitat. Pour identifier ces états, la Commission Européenne a proposé la terminologie suivante : état « favorable », « défavorable inadéquat », « défavorable mauvais » ou « inconnu » en l'absence de données. Il est important de bien distinguer l'évaluation à l'échelle du site de celle à l'échelle du territoire biogéographique, aussi la terminologie utilisée est différente, plus parlante pour le gestionnaire.

Ainsi à l'échelle d'un site Natura 2000 les états de conservation sont organisés du meilleur au moins bon selon un gradient suivant un axe : état « bon-optimal », « bon-correct », « altéré », « dégradé » (Figure 2).

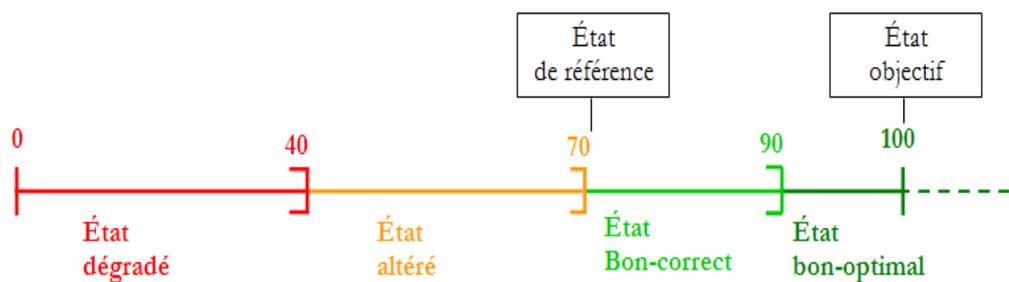


Figure 2 : Gradient suivant un axe d'évaluation de l'état de conservation d'un habitat (Carnino, 2009)

2.2 Choix des critères et indicateurs

Cette méthode doit s'appuyer sur des indicateurs qualitatifs et quantitatifs (lorsque c'est possible), simples et en nombre restreint. Les méthodes d'inventaire et de suivi permettant la récolte des données doivent être aisées, demander peu de compétences et être peu coûteuses en temps et en moyens. Ceci est primordial si l'on veut que cette méthode soit applicable sur le terrain, par le plus grand nombre de personnes et le plus régulièrement possible. L'utilisation d'une méthode commune permet d'homogénéiser les approches d'un site à l'autre et d'un type d'habitat à l'autre, ce qui facilite les comparaisons et l'agrégation des données en vue de contribuer à l'évaluation à l'échelle nationale (biogéographique).

Les critères et indicateurs choisis doivent permettre de rendre compte de l'état de conservation des habitats dunaires à l'échelle d'un site Natura 2000. Le principe consiste à retenir, parmi les paramètres définis par la Commission Européenne (European Commission, 2005) pour évaluer l'état de conservation à l'échelle biogéographique, ceux étant appréhendables à l'échelle des sites Natura 2000.

A l'échelle biogéographique ces paramètres sont :

- l'aire de répartition de l'habitat ;
- la superficie recouverte par l'habitat au sein de cette aire ;
- la structure et les fonctionnalités de l'habitat ;

- les perspectives futures (en fonction des pressions actuelles et des menaces susceptibles de compromettre leur maintien dans le futur).

Parmi les paramètres retenus à l'échelle européenne, nous ne retiendrons, pour évaluer l'état de conservation d'un habitat dunaire à un temps t à l'échelle d'un site Natura 2000, que la superficie recouverte par l'habitat ainsi que la structure et la fonction de l'habitat.

Ces paramètres seront complétés par l'étude des atteintes portées à l'habitat.

Le paramètre aire de répartition de l'habitat n'est pas retenu car il ne peut s'évaluer au minimum qu'à l'échelle biogéographique, et le paramètre concernant les perspectives futures est retranscrit à travers l'étude des atteintes portées à l'habitat.

Pour étudier ces paramètres, la réflexion et le choix des critères et indicateurs qui semblaient les plus pertinents pour évaluer l'état de conservation des habitats des systèmes dunaires s'est fondé sur :

- Une analyse bibliographique : diverses études sur cette problématique précise ont pu être recensées (Favennec, 2002a, b et c, 2005a, b et c, 2007, 2009 ; Debaine, 2009 ; Jaulin et Soldati, 2005 ; Duffaud, 2002 ; PAN/ILÖK/BFN, 2006, 2010 ; JNCC, 2004 ; Nielsen, 2006). Cette synthèse de réflexions méthodologiques a été complétée par d'autres documents (Rozé, 2002 ; Dauphin et Thomas, 2002 ; Kleszczewski, 2011) et des mémoires et rapports de stages universitaires se rapportant au sujet (e.g. Février, 2001 ; Jun, 2005). Les Cahiers d'habitats concernant ces habitats (Bensettiti *et al.*, (coord.), 2004) ont également été pris en compte. Un tableau regroupant les principaux éléments de cette synthèse figure en annexe 2.
- La base des discussions menées lors du comité de suivi (constitué de représentants des différents partenaires associés à ce projet : MNHN, ONF, CBN de Brest, DREAL de Nantes) (Annexe 1). En effet, suite à ce travail de synthèse ces scientifiques référents ont apporté leurs corrections et leurs remarques sur le choix des indicateurs importants à prendre en compte pour évaluer cet état de conservation. Ainsi, une première liste d'indicateurs a été mise en évidence pour être testée sur le terrain (Annexe 2).
- Des tests sur le terrain : ces critères et indicateurs pré-sélectionnés ont ensuite été testés sur un site Natura 2000 (FR5200656 - Dunes, forêt et marais d'Olonne, en Vendée (85)), pour les confronter à la réalité du terrain afin d'en tester la faisabilité et apporter les ajustements nécessaires. En effet, l'objectif de la récolte de données réalisée sur le terrain, puis de leur analyse, a été de tester la pertinence des indicateurs, ainsi que leur éventuelle redondance entre eux grâce à des tests statistiques. L'objectif a aussi été de pouvoir confronter ces données à des évaluations de l'état de conservation effectuées à dire d'experts.

Pour plus de détails sur les résultats des tests réalisés sur le terrain (étude phytosociologique, tests statistiques, relations entre les différents indicateurs) il faudra se référer au mémoire de stage universitaire (Goffé, 2011).

Ces différentes étapes ont permis de sélectionner un certain nombre de critères et indicateurs sur la base de leur pertinence sur le diagnostic du bon état de conservation des habitats du système dunaire. Nous l'avons formalisé sous forme de tableaux, reprenant la structure de la démarche adoptée : paramètres, critères et indicateurs (*cf.* Tableau 1). Ces tableaux ont été créés pour chaque habitat naturel (*cf.* Tableaux 3, 4 et 5).

Tableau 1 : Démarche proposée pour évaluer l'état de conservation suivant les trois 3 paramètres retenus.

Paramètres	Critères	Indicateurs	Méthode de collecte	Echelle	Modalités
Surface couverte de l'habitat					
Structure et fonction de l'habitat					
Altérations					

Dans les tableaux, à chaque indicateur, correspondent des « variables » qualitatives ou quantitatives ainsi que des méthodes de collecte de l'information.

Les valeurs seuils des indicateurs ont été déterminées en s'appuyant le plus possible de la littérature mais pour certains indicateurs, la synthèse n'a pas permis de trouver de références scientifiques pour ce contexte particulier, les seuils ont été fixés à dire d'expert et ajustés suite à la phase test de terrain.

La méthode standardisée pour les dunes non boisées s'est faite au niveau de l'habitat élémentaire, basé sur les Cahiers d'habitats côtiers Natura 2000 (Bensettiti *et al.*, (coord.), 2004). Il existe une grande variabilité entre les différents habitats élémentaires d'un même habitat générique ainsi qu'une forte variabilité d'un même habitat entre les régions (atlantique et méditerranéenne), c'est pourquoi pour certains critères, il est difficile de refléter de manière précise la réalité du terrain. Nous avons donc envisagé cette méthode comme étant évolutive et ajustable ; nous pouvons ajouter d'autres indicateurs selon le contexte, l'historique du site et les méthodes déjà utilisées. De plus, il existe une grande disparité entre les données disponibles selon les sites, ainsi certains critères et indicateurs proposés peuvent éventuellement ne pas être renseignés (par exemple le critère sur la surface de l'habitat).

2.3 Habitats concernés

La définition des habitats génériques « Dunes embryonnaires » (code UE 2110), « Dunes mobiles à *Ammophila arenaria* subsp. *arenaria* (dunes blanches) » (code UE 2120) et « Dunes côtières fixées à végétation herbacée (dunes grises) » (code UE 2130*) est donnée par le Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne EUR 27 (European Commission, 2007), décrivant ses caractéristiques stationnelles et leurs variabilités (cf. encadré ci-dessous).

2110 Dunes embryonnaires

Définition EUR 27 :

Formations des côtes représentant les premiers stades initiaux dunaires, se manifestant en rides ou en élévations de la surface sableuse de l'arrière plage ou comme une frange à la base du versant maritime des hautes dunes (sous-types code corine 16.2111 et 16.2112).

2120 Dunes mobiles à *Ammophila arenaria* subsp. *arenaria* (dunes blanches)

Définition EUR 27 :

Dunes mobiles constituant le cordon, ou les cordons les plus proches de la mer, des systèmes dunaires des côtes (sous-types code corine 16.2121, 16.2122 et 16.2123) caractérisés par l'*Ammophilion arenariae* et le *Zygophyllion fontanesii*.

2130* Dunes côtières fixées à végétation herbacée (dunes grises)

Définition EUR 27 :

Dunes fixées, stabilisées et plus ou moins colonisées par des pelouses riches en espèces herbacées et d'abondants tapis de bryophytes et/ou lichens, des rivages de l'Atlantique.

Dans le cas des côtes thermo-atlantiques l'*Euphorbio-Helichryson* (code corine 16.222 - thermo-atlantique jusqu'en Bretagne), et le *Crucianellion maritimae* (code corine 16.223 - méditerranéen jusqu'au sud-atlantique aux environs du cap Prior - Galice), figurent logiquement comme types de dunes grises au sein de cette rubrique.

Ces habitats génériques sont déclinés en plusieurs habitats élémentaires dans les Cahiers d'habitats côtiers en fonction des régions biogéographiques concernées par la DHFF (Atlantique, mer du Nord et de la Baltique, Méditerranéen).

Les habitats soumis à évaluation dans cette méthode concernent uniquement les habitats naturels des dunes maritimes non boisées des rivages atlantiques dans leur version déclinée en habitats élémentaires des Cahiers d'habitats côtiers, tome 2 (Bensettiti *et al.*, (coord.), 2004):

- Dunes mobiles embryonnaires atlantiques (fiche **2110 - 1**)
- Dunes mobiles à *Ammophila arenaria* subsp. *arenaria* des côtes atlantiques (fiche **2120 - 1**)
- Dunes grises des côtes atlantiques (fiche **2130* - 2**)

Les habitats « Dunes mobiles embryonnaires méditerranéennes » (fiche 2110- 2), « Dunes mobiles à *Ammophila arenaria* subsp. *australis* des côtes méditerranéennes » et « Dunes grises de la mer du Nord et de la Manche » (fiche 2130-1) feront l'objet d'une étude complémentaire.

Caractères généraux

Le littoral dunaire atlantique français se développe sur environ 500 kilomètres, du Sud de la Bretagne au Sud des Landes. Il constitue le plus grand complexe dunaire au niveau européen (Favennec, 1998). Le système de type aquitain présentant des dunes de gros volumes et se développant presque en continu sur plus de 250 kilomètres de Biarritz à l'île d'Oléron, contraste avec les systèmes de dunes de Vendée et Bretagne, de plus faibles volumes et entrecoupées de côtes rocheuses. Cependant, chaque dune, prise séparément, possède une forme et une dynamique propre. A chaque état de la dune correspond un type de végétation qui contribue à maintenir sa stabilité. Tout changement dans la végétation est le reflet d'une modification de l'état ou de la dynamique géomorphologique de la dune, et vice versa (Jun, 2005).

En se déplaçant de la plage vers l'intérieur des terres, on rencontre une succession de paysages dunaires dont les caractères géomorphologiques (topographie, texture des sédiments, degré de stabilité) et la végétation sont sous l'influence de facteurs environnementaux : salinité, érosion marine, puissance du vent et mouvements sableux décroissants de l'ouest vers l'est. L'importance relative d'un « faciès », sa progression aux dépens d'un autre et la rapidité des changements sont des indicateurs biologiques d'évolution. L'influence de ces facteurs diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la plage, alors que la stabilité du substrat et la diversité végétale augmentent. On peut passer aussi rapidement de conditions d'aridité extrême à des milieux hydromorphes. De ces rudes conditions de vie animale et végétale résultent une forte spécialisation des espèces (notamment, présence d'espèces tolérantes aux stress environnementaux) et un fort endémisme (Favennec, 2007).

Ces milieux, qui constituent de véritables remparts naturels et qui protègent les terres des actions de la mer et du vent, répondent donc à des exigences écologiques particulières et ne peuvent occuper qu'une faible portion de notre territoire national. Ils constituent un écosystème d'écotone original et fragile, pouvant être profondément bouleversé par une pression anthropique croissante, notamment touristique.

Organisation spatiale du système dunaire

D'ouest en est, différents types de végétations se succèdent selon des bandes plus ou moins parallèles au rivage, pouvant aller de plusieurs dizaines à quelques centaines de mètres ; le système dunaire peut être décomposé en plusieurs habitats, caractérisés chacun par des conditions écologiques particulières (Figure 3) :

- la dune embryonnaire (ou avant-dune) : cet habitat se place entre la laisse de haute mer et le pied de dune ;
- la dune blanche (dune non fixée) : elle correspond à un bourrelet dunaire où les sables sont mis en mouvement par l'action éolienne ;

- la dune de transition (dune semi-fixée) : elle se développe à l'abri du cordon de la dune blanche où les phénomènes d'accumulation et de transit sont atténués. Cette dune est caractérisée par la présence conjointe d'espèces de dune blanche et de dune grise. Elle n'est pas reconnue en tant qu'« habitat » de la DHFF, mais fait partie de la configuration naturelle de la mosaïque du système dunaire sous la forme d'une zone de transition ;
- la dune grise (dune fixée) : bosselée ou plane, cette arrière dune est située entre la dune de transition et la forêt. On parle de dune fixée, car la dynamique éolienne est moins forte et le milieu plus stable.

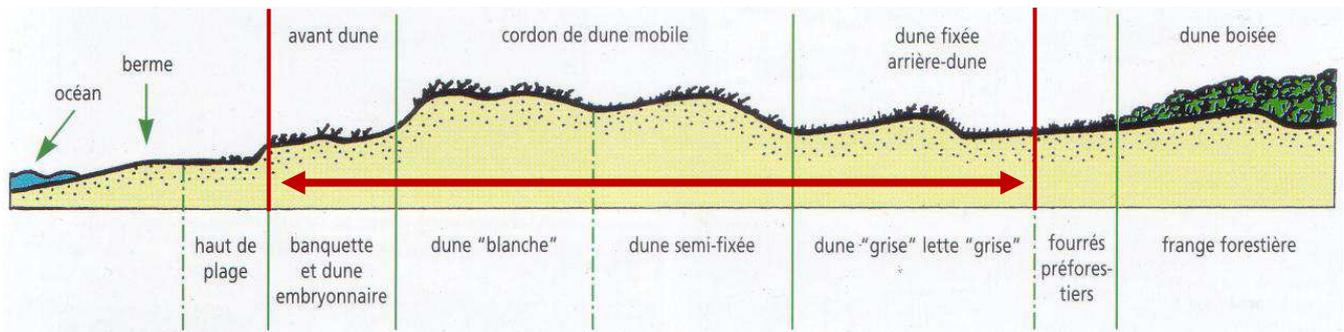


Figure 3 : Profil théorique d'organisation spatiale du système dunaire représentant la succession des différents types d'habitats (Source : ONF, 2008) + localisation (en rouge) des habitats concernés par l'étude.

3. Critères et indicateurs retenus pour évaluer l'état de conservation

Suite au travail bibliographique, aux discussions menées avec le comité de suivi et aux tests de terrain, plusieurs critères et indicateurs ont été retenus pour diagnostiquer l'état de conservation des habitats des systèmes dunaires non boisés du littoral atlantique à l'échelle d'un site Natura 2000. Nous vous en présentons ci-dessous une version synthétique sous forme d'un tableau (Tableau 2).

Nous abordons ici l'évaluation de l'état de conservation des habitats dunaire à travers trois paramètres :

- la surface de l'habitat ;
- la structure et fonction de l'habitat ;
- les altérations : menaces et pressions que peut subir l'habitat naturel et qui peuvent nuire à sa pérennité.

Tableau 2 : Synthèse des critères et indicateurs retenus suite à l'analyse bibliographique, aux discussions lors du comité de suivi et aux tests de terrain.

Paramètres	Critères		Indicateurs
Surface couverte	Surface de l'habitat		Evolution de la surface
Structure et fonction de l'habitat	Processus morphodynamiques		Largeur de la dune non boisée
			Présence des laisses de mer
			Degré d'érosion marine
			Degré d'érosion éolienne
	Couverture végétale		Recouvrement de la strate herbacée en %
			Recouvrement de jeunes espèces ligneuses en %
	Composition spécifique	Composition floristique	Présence d'espèces caractéristiques de l'habitat
			Recouvrement d'espèces nitrophiles en %
		Recouvrement d'espèces allochtones envahissantes en %	
		Composition faunistique	Entomofaune : présence d'espèces caractéristiques
Altérations	Atteintes lourdes		Recouvrement des atteintes au niveau du site en %
	Atteintes diffuses		Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface

Au cours de la définition de ces critères et indicateurs, la principale difficulté résidait dans la détermination des seuils à fixer pour définir le bon état de conservation au regard de chacun de ces indicateurs. Cet état relève d'un compromis entre un « optimum » écologique et le maintien d'un usage socio-économique de l'habitat concerné.

Cette difficulté est due notamment, au peu de références bibliographiques recueillies sur cette thématique précise (état de conservation des types d'habitats dunaires).

Evaluer l'état de conservation d'un type d'habitat dunaire suppose évaluer l'état de ses diverses composantes (e.g. cortèges floristiques et faunistiques typiques de cet habitat, structures et processus morphodynamiques). Ces évaluations peuvent se faire par des études « directes » ou - pour des raisons pratiques (faisabilité, nécessité d'indicateurs simples, manque de données) - par des études indirectes : par exemple les facteurs de dégradation.

Dans cette partie, nous présenterons en premier nos choix concernant les critères et les indicateurs jugés pertinents pour évaluer l'état de conservation, puis dans un second temps, nous évoquerons les critères non retenus.

3.1. Critères et indicateurs relatifs à la surface couverte de l'habitat

Indicateur « Evolution de la surface de l'habitat »

L'appréciation de l'état de conservation des habitats s'obtient dans un premier temps à travers l'étude des superficies. L'évolution de la surface est un bon indicateur de l'état de conservation et semble être un critère important pour les habitats des systèmes dunaires dont les surfaces recouvertes sont déjà faibles et dont les changements de surface sont rapides (notamment pour la dune embryonnaire et la dune blanche).

Ces changements de surface de l'habitat pouvant être très rapides, il semble plus pertinent de suivre son évolution dans le temps à travers une tendance (stabilité, progression ou régression) plutôt que de chiffrer celle-ci à un instant t . Cette notion est donc à prendre en compte dans le cas d'une évaluation à un temps $t+1$, $t+2$,..., $t+n$ (Maciejewski, à paraître).

Pour étudier ce critère, l'opérateur réalise une comparaison diachronique à l'aide d'un logiciel SIG, d'un GPS, de photographies aériennes ou à dire d'expert.

Néanmoins, la superficie de l'habitat peut être difficile à mesurer suivant les connaissances existantes sur le site ou suivant sa configuration et les habitats naturels qui s'y trouvent. Les seuils seront variables et à adapter en fonction du type d'habitat (i.e. dune embryonnaire, blanche ou grise).

Il est apparu important d'apporter une note de précision pour savoir si la tendance est sévère ou non, et renseigner la cause de l'évolution de la surface quand elle est connue.

3.2 Critères et indicateurs relatifs à l'état de la structure et de la fonction de l'habitat

Evaluer l'état de la structure et la fonction d'un habitat dunaire suppose d'évaluer l'état de ses diverses composantes, soit en évaluant les composants eux-mêmes, soit en s'appuyant sur des espèces indicatrices d'un bon ou d'un mauvais fonctionnement écologique.

Les changements de composition spécifique, d'apparition ou disparition d'espèces et les changements de densité renseignent sur l'état de l'écosystème. Ce concept a été précédemment développé par Blandin (1986) dans la définition des « végétaux sentinelles » qui « par ses caractéristiques qualitatives et/ou quantitatives témoignent de l'état d'un système écologique et qui par des variations de ces caractéristiques, permettent de détecter d'éventuelles modifications de ce système ».

Parmi les composantes de l'habitat, on retient :

- les processus morphodynamiques ;
- la couverture du tapis végétal ;
- la composante floristique ;

- la composante faunistique.

3.2.1 Processus morphodynamiques

L'état optimal recherché au niveau des dunes non boisées est caractérisé par une « mosaïque mouvante » de portions plus ou moins stables, en perpétuelle évolution. Il est important, dans l'évaluation du milieu dunaire, de tenir compte de l'écosystème dunaire, jugeant de la qualité d'une telle mosaïque dynamique. La première étape d'évaluation du milieu s'oriente alors autour des processus morphodynamiques (Février, 2002).

3.2.1.1 Indicateur « Largeur de la dune non boisée »

L'indicateur « largeur de la dune non boisée » est apparu comme un indicateur simple à relever sur le terrain, à l'aide d'un GPS et à partir des photographies aériennes. Cet indicateur est important à prendre en compte pour les habitats des systèmes dunaires. Un facteur de régression peut être le rétrécissement du cordon dunaire pris « dans la tenaille » (érosion marine - barrière de la frange forestière). Parfois, les mouvements de la dune blanche ne permettent plus l'existence d'une dune grise en arrière. La réduction de cet espace est facteur de diminution de la biodiversité. Le niveau de biodiversité est maintenu si la largeur du cordon dunaire est préservée (Richard, 2002).

Cet indicateur est à renseigner pour chaque habitat : largeur de la dune embryonnaire, largeur de la dune blanche et largeur de la dune grise. Les seuils seront à adapter en fonction des régions.

L'échelle d'analyse la plus pertinente pour évaluer cet indicateur est celle du Transect Large (TL) (cf. partie 4.1).

3.2.1.2 Indicateur « Présence des laisses de mer »

Les laisses de mers font parties intégrantes du système dunaire et leur présence est garante du bon état de conservation des dunes et de leur formation. Elles assurent l'apport en nutriments nécessaire pour la faune et la flore, et favorisent la fixation du sable.

Elles sont apparues comme importantes à prendre en compte vis-à-vis de la conservation du système dunaire, mais leur présence dépend de nombreux facteurs extérieurs, tel que les marées, les saisons, le nettoyage de la plage.



Laiasses de mer sur le site des dunes domaniales des pays de monts (85) © L. GOFFÉ

Cet indicateur, facile à mesurer visuellement en présence/absence, sera à renseigner dans le cadre de l'évaluation de l'habitat dune embryonnaire et à l'échelle du TL. Il peut être conservé en « bonus », et il faudra renseigner le moment ou la saison idéale pour les observer. Grâce à ce système de bonus, leur absence ou leur non observation ne dégrade pas l'évaluation de l'état de conservation, mais leur présence améliore l'évaluation.

Ce paramètre est corrélé au paramètre altération, qui indique si un ramassage des laisses de mer par nettoyage mécanique de la plage du site évalué est réalisé ou non.

3.2.1.3 Indicateur « Degré d'érosion marine »

On distingue deux grands types de situation, les tronçons en érosion à contact en falaise, et les tronçons à bilan équilibré caractérisés par la présence de divers types d'avant-dunes. L'évolution spatiale et temporelle des types de contact plage-dune aide à établir un bilan sédimentaire des différents tronçons.

L'érosion marine se manifeste le plus souvent sous forme d'entaille marine en arc (anse d'érosion). Ces événements brutaux, de courte durée, sont responsables de la majeure partie des changements de morphologie des contacts entre plage et dune (Favennec et Mallet, 2008).



Cordon dunaire tronqué par l'érosion marine (« falaise » sableuse au stade régularisé) sur le site d'Olonne-sur-Mer © L. GOFFÉ

Cet indicateur concerne uniquement l'habitat dune embryonnaire. Il permet d'identifier - au sein des processus érosif - le stade évolutif du cordon dunaire.

Il s'agira d'estimer visuellement cet indicateur à l'échelle du TL. L'opérateur devra indiquer si l'on observe :

- une absence d'érosion ou des amorces d'érosion ;
- une érosion forte ;
- une érosion très forte.

3.2.1.4 Indicateur « Degré d'érosion éolienne »

Cet indicateur de degré d'érosion éolienne se base sur l'analyse des processus éoliens. L'évaluation de ces processus d'érosion éolienne peut s'appuyer sur la méthode mise en place par Jean Favennec, dans le cadre du suivi des dunes domaniales par l'ONF en 2008 (Favennec, 2009).

Ainsi, concernant le degré d'érosion éolienne, l'impact sur l'état de conservation est considéré comme :

- « faible » si on n'observe pas d'érosion éolienne et/ou des amorces d'érosion, ce qui correspond à une « falaise » avec des brèches et des amorces de siffle-vents (c'est-à-dire des couloirs de déflation) ;
- « fort » si on est en présence de « falaises » à larges siffle-vents avec début de formation de caoudeyres (dépressions, cuvettes issues de l'érosion éolienne) ;
- « très fort » si on observe plusieurs caoudeyres larges de 30 à 50 m prolongées de pourrières (petits monticules de sable) et une pente de 10 à 20%, des langues de sable qui recouvrent la dune grise.

Ces seuils ont été établis par l'ONF lors de suivis de l'état des dunes domaniales (Favennec, 2009).

Les principaux processus d'érosion éolienne des dunes littorales atlantiques et les formes de terrain résultantes sont illustrés par les figures 4 et 5.

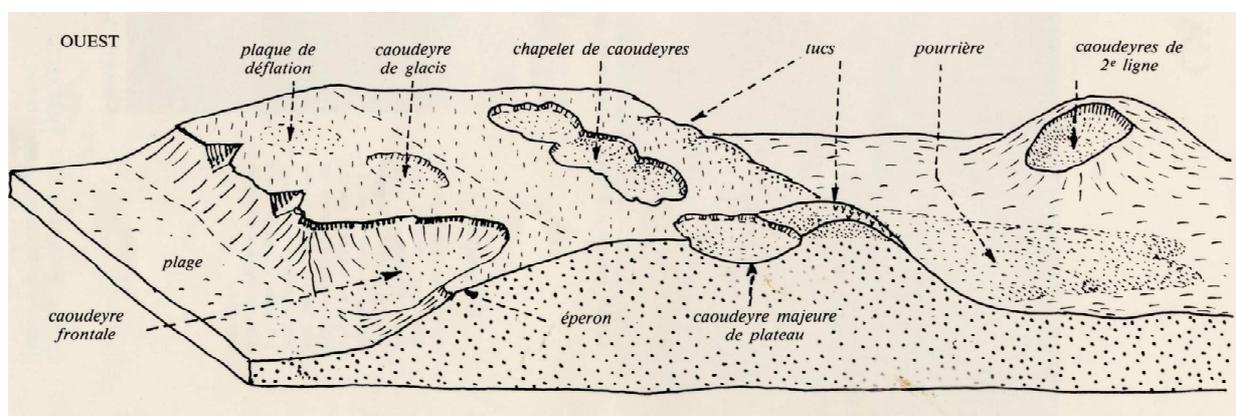


Figure 4 : Schéma de Barrère, 1989 in Favennec, 2009.

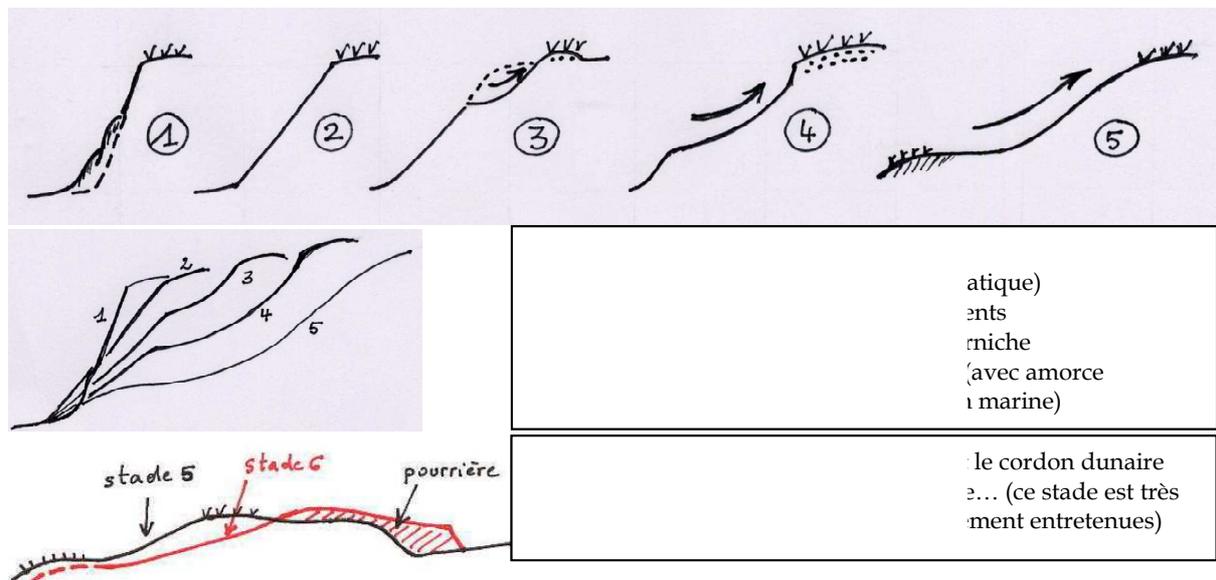


Figure 5 : Schéma du déroulement du processus érosif caudeyres frontales (Favennec, 2009).

Il est à noter que ces deux derniers indicateurs (indicateurs de degré d'érosion marine et éolienne) ne sont pas forcément représentatifs de l'état de conservation. Une forme d'érosion marine ou éolienne n'est pas en soi un indicateur de mauvais état, elle est à replacer dans le déroulement d'un processus résultant d'une dynamique naturelle. Pour chaque processus érosif, il faut identifier différents stades évolutifs, et rechercher le stade au-delà duquel on peut considérer que la forme d'érosion est un indice de mauvais état.

Tous ces indicateurs seront renseignés à l'échelle du TL.

3.2.2 Couverture végétale

3.2.2.1 Indicateur « Recouvrement de la strate herbacée »

Cet indicateur s'est avéré pertinent seulement pour l'habitat dune blanche. Concernant le taux de recouvrement herbacé de cet habitat nous proposons des seuils basés sur les tests de terrain réalisés sur le site Natura 2000 d'Olonne-sur-Mer. Ainsi, un taux de recouvrement moyen supérieur à 75% sur l'ensemble des placettes témoignerait du bon état de conservation de l'habitat, sachant que ce seuil nécessitera d'être précisé suite aux retours d'expériences et par des tests de terrain plus nombreux.

L'échelle de collecte des données est celle de la placette, et dans chaque placette l'opérateur devra indiquer le pourcentage de recouvrement de la strate herbacée occupée.

Concernant la dune grise, on avait initialement retenu cet indicateur en distinguant au sein de la strate herbacée, le recouvrement total, de la couverture en plantes vasculaires et de la strate bryolichénique (mousses, lichens et hépatiques). Mais les analyses réalisées suite aux tests de terrain se sont avérées non statistiquement significatives. Nous avons donc fait le choix de ne pas garder cet indicateur pour l'habitat dune grise.

3.2.2.2 Indicateur « Recouvrement de jeunes espèces ligneuses »

La colonisation par des espèces ligneuses et l'enrésinement (plantation ou dissémination naturelle de résineux sur les dunes grises) peuvent être considérés à partir d'un certain seuil comme des facteurs de dégradation de cet habitat (Debaine, 2009).

Il est important de prendre en compte les jeunes espèces ligneuses et les risques liés à leur dynamique de colonisation, et il est plus simple de s'intéresser aux espèces ligneuses en général et ne pas distinguer uniquement le pin maritime.

Risques dus à la colonisation par les espèces ligneuses :

- dégradation de l'habitat initial par modification des sols ;
- simplification de l'habitat et à terme succession ;
- modification paysagère : uniformisation.

Il faut suivre l'évolution du rythme et de l'intensité du phénomène entre deux dates suffisamment espacées.

La dégradation est avérée en fonction des surfaces couvertes par les résineux ou les jeunes espèces ligneuses par rapport à la surface de l'objet dune grise évalué :

- dégradation forte si >20% surface totale de l'unité évaluée ;
- dégradation faible à moyenne si 5 à 20% de la surface totale de l'unité évaluée.

Cet indicateur concerne la dune grise et sera à prendre en compte dans certains cas particulier pour la dune blanche.

L'échelle de collecte est celle du TL. L'opérateur devra indiquer le pourcentage de recouvrement occupé par les jeunes espèces ligneuses.

3.2.3 Composition floristique

L'objectif est de renseigner la composition floristique à l'aide de plusieurs indicateurs, afin de mettre en évidence les conditions écologiques de la flore. La composition floristique est en effet un élément de l'écosystème qui est important à la fois pour reconnaître l'habitat mais également pour évaluer son état. La flore liée à un habitat apporte des renseignements sur des facteurs de qualité du milieu difficiles à observer.

Le but est d'éviter aux opérateurs de site d'effectuer une étude phytosociologique, car c'est une démarche longue, demandant des compétences et une longue phase de traitement des données. Nous nous limiterons donc à des relevés floristiques en présence / absence orientés selon des listes.

3.2.3.1 Indicateur « Présence d'espèces indicatrices de l'habitat »

L'état de la flore typique de l'habitat peut être étudié en observant la proportion des « espèces indicatrices » de référence (liste établie par type d'habitat) qui sera présente sur l'ensemble des secteurs du site où l'habitat est présent.

Les résultats obtenus à partir des indicateurs relevés sur le terrain, nous ont permis de constater une corrélation positive entre la richesse spécifique et le nombre d'« espèces indicatrices » présentes. Ceci peut s'expliquer par le fait que lorsqu'un milieu accueille un nombre important d'espèces, la probabilité pour trouver en son sein des « espèces indicatrices » augmente. Ces résultats montrent que les « espèces indicatrices » sont bien représentatives de la richesse spécifique et permet de ne relever que les « espèces indicatrices » à partir de listes préétablies.

Ce choix d'« espèces indicatrices » sera considéré à partir d'espèces :

- caractéristiques de l'habitat au sens phytosociologique, c'est-à-dire avoir des fréquences élevées dans les relevés ;
- dominantes en termes de recouvrement ;
- ni trop communes, ni trop rares, facilement identifiables, pérennes à moyen et long terme.

Cette liste est présentée en annexe (Annexe 3). Le choix des espèces s'est fait sur la base des « espèces indicatrices » citées dans les Cahiers d'habitats côtiers (Bensettiti *et al.*, (coord.), 2004), et à partir des relevés phytosociologiques de la phase de terrain sur le site Natura 2000 en Vendée.

Il serait souhaitable de créer des listes par territoire, mais la faisabilité est délicate. Des experts pourront être sollicités pour choisir, pour chaque type d'habitat dunaire d'intérêt communautaire et chaque région, un nombre restreint d'espèces (une vingtaine maximum).

Cet indicateur concerne les trois habitats de l'étude (*i.e.* dune embryonnaire, blanche et grise).

L'échelle de collecte des données est la placette. L'opérateur devra relever, dans chaque placette inventoriée, la présence ou l'absence des espèces figurant sur ces listes.

Cette démarche étant assez novatrice, il est difficile de se fonder sur des références scientifiques pour établir ce seuil. A défaut d'études ayant pu être recensées pour définir le pourcentage seuil minimal de présence d'« espèces indicatrices » pour témoigner du bon état de l'habitat, nous proposons des seuils fondés sur les résultats de terrain.

- Ainsi, pour la dune embryonnaire, une présence moyenne de 60 % d'« espèces indicatrices » de l'habitat sur l'ensemble des placettes témoignerait du bon état de conservation de l'habitat.
- Pour la dune blanche, une présence moyenne de 55 % d'« espèces indicatrices » de l'habitat sur l'ensemble des placettes témoignerait du bon état de conservation de l'habitat.
- Pour la dune grise, une présence moyenne de 45 % d'« espèces indicatrices » de l'habitat sur l'ensemble des placettes témoignerait du bon état de conservation de l'habitat, sachant que ce seuil nécessitera d'être précisé suite aux retours d'expériences et par des relevés de terrain plus nombreux.

3.2.3.2 Indicateurs « Recouvrement d'espèces nitrophiles » et « Recouvrement d'espèces allochtones envahissantes »

La présence et la progression d'espèces nitrophiles et/ou d'espèces allochtones - ou exotiques - envahissantes constituent des indicateurs potentiels du niveau de pression anthropique. Les espèces allochtones envahissantes représentent potentiellement, au sein de certains écosystèmes, une menace sur le fonctionnement et peuvent induire un changement profond de sa nature.

Les « voiles nitrophiles » composés de graminées qui se développent dans les zones fréquentées sont aussi un bon indicateur. Ces listes pourraient être adaptées en fonction des régions.

En annexe 4 sont présentées des exemples de listes élaborées à partir des données de terrains et de la littérature, notamment à partir d'études menées régionalement sur le sujet (Lacroix *et al.*, 2010 ; Quéré *et al.*, 2011) et à l'aide des indices d'Ellenberg et de « Baseflor » (Hill *et al.*, 1999 ; Julve, 2007). Ces listes pourront encore être complétées en fonction des régions, car les réponses sur le terrain pour ces catégories d'espèces vont être différentes selon que l'on soit dans le sud-atlantique, thermo-atlantique ou nord-atlantique.

Ces indicateurs sont à collecter au niveau de la placette. L'opérateur devra indiquer le pourcentage de recouvrement de la strate herbacée occupée par les espèces nitrophiles et par les espèces allochtones envahissantes. Cette estimation visuelle est à réaliser sur les mêmes placettes que pour les relevés des « espèces indicatrices » de l'habitat.

Cet indicateur concerne les trois habitats de l'étude (*i.e.* dune embryonnaire, blanche et grise).

Ces deux indicateurs concernant les espèces nitrophiles et allochtones envahissantes n'ont pas pu être testés lors de cette étude car ces espèces étaient très peu nombreuses sur le site Natura 2000 d'Olonne-sur-Mer. Nous n'avons pas pu récolter suffisamment de données permettant à ces indicateurs d'être calibrés pour pouvoir ajuster les seuils pour l'évaluation de l'état de conservation. Il sera donc nécessaire de refaire un échantillonnage sur des sites plus adaptés.

Nous proposons toutefois un seuil à titre indicatif issu de la littérature. On considèrera ainsi qu'à partir de 10% d'espèces nitrophiles ou allochtones envahissantes, l'impact sur l'état de conservation est considéré comme fort.

3.2.4 Composition faunistique

Indicateur « Entomofaune »

Parmi les invertébrés, l'entomofaune est un indicateur très couramment utilisé. En milieu dunaire le choix peut se porter vers les Coléoptères psammo-halophiles appartenant à 3 familles: *Carabidae*, *Scarabaeoidea* et *Tenebrionidae*. Les trois familles ciblées sont inféodées au

milieu dunaire, et possèdent de nombreux éléments hautement spécialisés pour cet habitat. Elles ont été définies comme de bonnes indicatrices de l'état de conservation du milieu dunaire (Jaulin & Soldati, 2005), car leur présence témoigne du bon fonctionnement de l'écosystème ; au contraire, lorsque celui-ci se dégrade sous l'effet de l'anthropisation ou d'autres facteurs de dégradation, les espèces caractéristiques disparaissent progressivement et sont souvent remplacées par des espèces banales plus ou moins ubiquistes.

Certaines espèces caractéristiques sont des phytophages plus ou moins sélectifs, et dans cette mesure, la biodiversité entomologique est liée à la diversité végétale. D'autres sont des détritivores, des coprophages ou des prédateurs, et leur présence est donc assez largement indépendante de la diversité floristique ; par conséquent, l'étude de l'entomofaune peut amener des éléments nouveaux à l'interprétation de la biodiversité globale (Dauphin et Thomas, 2002).

Nous avons testé cet indicateur sur le terrain en utilisant la méthode de Jaulin et Soldati (2005), pour évaluer l'état de conservation des dunes littorales à travers l'étude des Coléoptères (OPIE-LR / DIREN-LR). Mise en place dans le Languedoc Roussillon, nous l'avons expérimenté en région Atlantique en actualisant la liste d'espèces caractéristiques. La méthode est présentée en annexe où nous avons repris de larges extraits (Annexe 5).

Cet indicateur « entomofaune » concerne seulement l'habitat dune blanche. L'opérateur devra relever, dans chaque quadrat inventorié, la présence ou l'absence des espèces figurant sur une liste d' « espèces indicatrices » (liste à définir).

Testé sur le site Natura 2000 en Vendée, cet indicateur s'est avéré plus compliqué que prévu à mettre en place sur le terrain. Tout d'abord, il s'est avéré coûteux en temps : il faut compter 2h pour une personne pour réaliser un relevé dans un quadrat de 2 x 2 m. Le tamisage du sable dans le quadrat, la récolte des insectes et le temps de présentation et d'identification des espèces, s'avère assez long pour une personne non avertie.

Ensuite, sa mise en œuvre est en réalité dépendante de nombreux paramètres environnementaux extérieurs tel que l'humidité du sable, la force du vent, qui rend plus difficile la réalisation de cette technique. Les variations de granulométrie entre les différents lieux de relevés posent aussi problème au niveau du tamisage (adéquation des outils).

De plus, la méthode de Jaulin et Soldati est conçue pour être appliquée au sein de dunes blanches constituées de suffisamment de sable nu pour pouvoir tamiser. Cette condition n'existait quasiment pas dans les dunes blanches d'Olonne-sur-Mer dont le recouvrement végétal est élevé. Peu de dunes blanches au sein des transects définis dans le protocole convenaient pour réaliser les relevés.

D'autre part, les résultats obtenus à partir des 3 relevés réalisés montre une grande variabilité stationnelle, alors que les relevés présentent des conditions similaires tant au niveau du taux de recouvrement herbacé que au niveau de l'état de conservation à dire d'expert.

Cet indicateur a été retenu dans un premier temps mais il serait souhaitable de réaliser des relevés plus nombreux et sur d'autres sites test afin de vérifier sa pertinence.

3.3 Critères et indicateurs relatifs aux atteintes portées à l'habitat (altérations)

Il est possible de classer les indicateurs des « altérations » sur l'habitat naturel en deux catégories (Carnino, 2009) :

- les atteintes lourdes ;
- les atteintes diffuses.

L'habitat peut subir diverses dégradations. Certaines atteintes ont un impact lourd sur l'habitat, car elles affectent la nature même de l'habitat, d'autres ont un effet un peu plus diffus dans le site.

Ci-dessous sont présentées les atteintes principales (les plus dommageables pour l'état de conservation des habitats dunaires et les plus fréquentes) et les plus faciles à renseigner. Mais cette liste n'est pas exhaustive, l'opérateur ayant la possibilité d'ajouter d'autres atteintes si elles influent sur l'état de conservation de l'habitat.

L'impact de ces atteintes sera estimé par observation directe sur le terrain par l'opérateur ou le gestionnaire, ainsi que grâce aux études locales ou à des photographies aériennes.

3.3.1 Critère « atteintes lourdes »

Les atteintes lourdes ont un impact significatif sur l'état de conservation de l'habitat dès leur apparition, induisant immédiatement une modification de l'habitat (impacts sur la surface et artificialisation de l'habitat). Elles seront donc à prendre en compte dès leur simple présence. L'impact est jugé de plus en plus important à mesure que leur recouvrement augmente. A partir d'un recouvrement de la surface de l'habitat de 5%, on considère qu'il est fortement endommagé et il l'est très fortement au-delà de 20% (Carnino, 2009).

L'analyse de ces atteintes se fait localement à l'échelle de chaque TL, puis ces atteintes seront directement analysées à l'échelle du site, en cumulant les données recueillies localement.

Exemples d'atteintes lourdes :

- Urbanisation, parking, route, équipement sportif de loisir, camping, remblais, plage artificielle, golf...
- Recouvrement des atteintes dues aux activités agricoles et forestières: mise en culture, pâturage, plantation forestière.
- Endiguement, enrochement, bétonnage, épi, remblais, défense contre la mer, ouvrage de protection côtier, extraction de sable... Ces derniers exemples d'atteintes ont notamment un impact direct sur le bilan et le transport sédimentaire.



Enrochements et route © L.GOFFÉ

3.3.2 Critère « atteintes diffuses »

Les atteintes diffuses influent sur la structure et la fonctionnalité de l'habitat. Elles ont un impact sur l'état de conservation de l'habitat dès qu'une certaine proportion de surface de cet habitat dans le site est notablement endommagée.

Les dunes ont une résilience, une capacité naturelle de retour dans un état satisfaisant après perturbation... Cependant, une trop forte pression humaine peut générer divers états de dégradation (Favennec, 2008).

L'opérateur devra indiquer si l'impact est important, moyen ou négligeable, à l'échelle du TL. Il renseignera pour chacun de ces impacts, une des trois catégories suivantes, après avoir parcouru la totalité du TL ou à l'aide de sa connaissance du site :

- impact important ;
- impact moyen ;
- impact négligeable ou nul.

A chaque fois, il sera important d'explicitier dans le DOCOB (ou sa mise à jour, ou tout document spécifique relatif à l'état de conservation) les raisons de ce choix.

Concernant les atteintes diffuses, on peut citer : surfréquentation, piétinement, ramassage des laisses de mer, traces de circulation d'engins à moteur (quads...), amendement, épandage, boue de stations d'épuration, dépôts divers, décharge, stationnement sauvage, perturbations dues aux espèces sauvages (lapins, sangliers, etc.), pâturage équin ou ovin.



Dune grise fortement piétinée sur le site d'Olonne-sur-Mer © L. GOFFÉ

3.4 Autres critères non retenus mais ayant fait l'objet de discussions (cf. Annexe 2)

3.4.1 Critères et indicateurs relatifs à la structure et la fonctionnalité du système dunaire

Ce grand paramètre faisait initialement parti du premier tableau élaboré à partir de l'analyse bibliographique et des discussions menées lors du comité de suivi. Cependant, suite à la réalité du terrain et afin de répondre au mieux à l'évaluation de l'état de conservation de l'habitat au niveau du site, le paramètre « structure et fonctionnalité du système dunaire » n'a pas été conservé. Les indicateurs auparavant renseignés à l'échelle du système dunaire dans sa globalité seront à renseigner au sein du paramètre « structure et fonction de l'habitat ».

3.4.1.1 Indicateur « Intégralité de la structure typique des habitats »

L'indicateur « intégralité de la structure typique des habitats », consiste à observer « l'organisation » spatiale et géomorphologique du système dunaire et mettre en évidence l'état de la mosaïque paysagère et de la diversité du site. Un écosystème en « bon » état correspondrait à la succession la plus complète possible des habitats ou « faciès écodynamiques ». C'est cette diversité de la mosaïque qui contribue à donner aux dunes une meilleure capacité de résilience face aux perturbations (naturelles ou anthropiques), (Favennec, 2002a).

L'indicateur est principalement basé sur la présence ou l'absence de différents habitats, ainsi que sur leurs ordres de répartition successive. L'état optimal est celui qui comporte la succession la plus ordonnée et la plus complète possible. Une inversion par rapport à cet état optimal dans l'ordre des habitats est un premier indice de dysfonctionnement. Vient ensuite la succession incomplète quoique ordonnée. La succession tronquée est incomplète du fait des activités anthropiques et/ou de l'attaque du versant océanique de la dune par la mer et génère les plus grands risques d'instabilité (Duffaud, 2002).

Concernant les modalités, il faudra observer si la succession des habitats est complète ou incomplète, et préciser l'habitat manquant (dune embryonnaire, blanche ou grise). Dans la notation, l'absence de la dune grise sera plus dommageable que l'absence de la dune embryonnaire par exemple.

Il faudra aussi préciser la cause de ces discontinuités, car par exemple, à la suite immédiate d'une tempête importante, cela ne traduira pas forcément un mauvais état écologique, mais simplement un stade de succession.

Nous avons finalement décidés de ne pas retenir cet indicateur, car il permet d'évaluer l'écosystème dans son ensemble et non la valeur intrinsèque de l'habitat (l'objectif dans le cadre de la DHFF).

3.4.1.2 Indicateur « Tendances dynamiques »

Chaque type de contexte sédimentaire est identifiable par la présence ou l'absence de certains faciès. Les « falaises » ou talus de sable (Figure 5) caractérisent les phases de déficit et de recul des côtes, les dunes embryonnaires résultent de phases d'accrétion. On rencontre trois grands types de situation :

- en secteur à bilan sédimentaire fortement déficitaire, l'érosion marine est forte et continue, et le contact entre plage et dune est constamment en « falaise » ;
- en secteur où alternent les périodes d'érosion marine et de répit, des dunes embryonnaires compensent une partie des pertes en comblant les érosions d'origines marines ;
- quand le bilan sédimentaire est équilibré, le trait de côte est stable et une dune embryonnaire perchée sur le versant externe se développe, notamment grâce à la végétation qui piège les sédiments et stabilise les formes.

Dans un contexte de déficit sédimentaire, la tendance évolutive dominante est le recul des côtes.

Le paysage des dunes est conditionné par le recul inexorable du trait de côte. Suite aux actions de tempête, les dunes perdent du volume en position frontale. Une partie du sable qui leur est arraché alimente directement la dérive littorale. Le vent reprend du sable sur l'estran et sur les « falaises » qui concentrent l'énergie éolienne. L'ensemble du système subit une translation vers l'intérieur. À chaque moment, de façon très mouvante la dune est l'expression du bilan sédimentaire entre l'érosion et l'accumulation (Favennec, 2007).

Cet indicateur sur la « tendance dynamique » du système dunaire donne une information générale et facile à observer, qui est intéressante à renseigner pour chaque site, mais plus en tant que descripteur qu'en évaluateur.

Cet indicateur n'est pas apparu représentatif de l'état de conservation mais seulement informatif sur la dynamique sédimentaire du site. Un bilan sédimentaire fortement déficitaire ne traduit pas toujours un mauvais état de l'habitat, mais juste une perte de surface de celui-ci, résultant d'une dynamique naturelle. Cet indicateur ne sera donc pas retenu.

3.4.1.3 Indicateur « Recouvrement sol sable nu »

Cet indicateur, pris en compte dans d'autres méthodes, n'est pas forcément représentatif de l'état de conservation des dunes, et est redondant avec les critères « altérations », « degré d'érosion marine ou éolienne ».

Le recouvrement en sol de sable nu ne semble pas adapté pour l'étude des habitats des systèmes dunaires. Nous avons donc décidé de ne pas le retenir.

3.4.1.4 Indicateur « Contacts plage / dune »

L'indicateur « contact plage / dune » n'est pas apparu représentatif de l'état de conservation des habitats mais plus d'une perte de surface. Il peut néanmoins être relevé sur le terrain à titre indicatif.

Cet indicateur, étant redondant avec d'autres indicateurs retenus par ailleurs (« degré d'érosion marine et éolienne »), n'a pas été retenu.

3.4.1.5 Indicateur « Largeur de la plage »

La largeur de la plage est un facteur qui peut indiquer les conditions du cordon dunaire : si la largeur de plage est réduite (< 20 m), il est probable que la dune située en arrière présente des signes d'érosion à son pied et, par conséquent, qu'elle soit dégradée. En outre, la largeur réduite de la plage pourrait empêcher l'échange de sédiment avec le premier cordon dunaire. En effet, une largeur minimale de plage, qui dépend du taux du transport éolien, est nécessaire pour assurer la « recharge » de la dune.

Si la plage est large (entre 20 à 60 m) ou très large (> 60 m), il est possible que les conditions de la dune ne soient pas critiques. Au contraire, sur une plage en forte érosion, il pourrait être nécessaire de réaliser des interventions de stabilisation de la plage afin de protéger les dunes, probablement érodées à leurs pieds par l'action de la houle (Posidune, 2007).

L'indicateur « largeur de la plage » présente trop de variabilité car il dépend des marées. Il n'est pas pertinent en Atlantique mais pourrait l'être en Méditerranée. Il n'a donc pas été retenu pour cette méthode.

3.4.1.6 Indicateur « Longueur de la dune non boisée »

Plus le cordon dunaire est long et hétérogène, plus il est intéressant sur le plan écologique et sur l'état de conservation des habitats.

La « longueur de la dune non boisée » n'est pas un indicateur pertinent. Il est redondant avec le critère « surface de l'habitat ». L'indicateur « largeur de la dune non boisée », qui est conservé, a plus de poids.

3.4.2 Critères et indicateurs relatifs à la surface couverte de l'habitat

3.4.2.1 Indicateur « Morcellement / fragmentation »

L'indicateur « morcellement/fragmentation » est représentatif du fonctionnement écologique de l'écosystème. La fragmentation peut être une pression sur la conservation de l'habitat.

Néanmoins, cet indicateur n'a pas été retenu car il n'est pas apparu adapté au système dunaire : il est en partie redondant avec d'autres critères retenus par ailleurs (« surface couverte » et « altérations »), et il est difficilement mesurable dans le cadre d'indicateurs faciles à mettre en œuvre.

La fragmentation du milieu peut aussi dans certaines conditions être un facteur positif en termes de diversité pour l'éco-complexe.

3.4.2.2 Indicateur « Variabilité de l'habitat »

L'intérêt de l'indicateur est de mettre en évidence la diversité de l'habitat au sein du site, pour mettre en évidence une diversité des conditions écologiques et donc phytocénologiques.

Il indique donc une tendance à l'homogénéisation ou l'hétérogénéité de l'habitat.

C'est un indicateur intéressant mais difficilement mesurable à travers une méthode simple, accessible à tous les opérateurs et peu coûteuse en temps (Maciejewski, à paraître). Il nécessiterait un investissement important basé sur la réalisation de nombreux relevés phytosociologiques. La mise en évidence rapide de cette variabilité ne sera alors possible que s'il existe des études, des transects ou une carte très précise du site, ce qui est rarement le cas. Ainsi ce critère n'a pas été retenu.

3.4.3 Critères et indicateurs relatifs à la structure et fonction de l'habitat

3.4.3.1 Indicateur « Richesse spécifique »

La prise en compte de la richesse spécifique pour évaluer l'état de conservation des habitats dunaire à l'échelle du site Natura 2000 est importante. Cependant, l'état de conservation d'un habitat dunaire n'est pas systématiquement meilleur lorsque sa richesse spécifique augmente. Une trop grande diversité peut dénoter la présence d'adventices, voire de rudérales indiquant une dégradation du milieu. Une trop faible diversité peut elle aussi indiquer un milieu banalisé où seules subsistent les espèces les plus résistantes. Le meilleur compromis se situe quelque part entre les deux.

Les dunes embryonnaires et blanches sont notamment typiquement pauvres en espèces et les peuplements monospécifiques sont assez communs.

Par conséquent, plutôt que de mesurer la richesse spécifique, c'est la présence des « espèces caractéristiques » qu'il faut prendre en compte.

Ainsi, cet indicateur coûteux en temps sur le terrain n'a pas été retenu.

3.4.3.2 Indicateur « Abondance-dominance »

Le suivi de la composition floristique et de la structure de la végétation à l'aide de la phytosociologie permet d'avoir une bonne image de l'état de conservation d'un habitat.

Les communautés végétales - éléments clés de l'édification des dunes littorales - sont en effet un des meilleurs indicateurs de la biodiversité globale et des évolutions.

Nous avons choisis de réaliser des relevés phytosociologiques uniquement pendant la phase de terrain sur le site Natura 2000 du massif dunaire d'Olonne-sur-Mer, afin d'identifier et de caractériser les habitats étudiés car il n'existe pas de cartographie de la végétation assez précise sur le site.

L'approche phytosociologique n'a pas été retenue dans la démarche adoptée au cours du projet de mise en place d'une méthode d'évaluation de l'état de conservation des habitats dunaires non boisés du littoral atlantique.

Dans une optique de construction d'un outil simple à appliquer, le relevé de toutes les associations végétales présentes au sein d'un TL demanderait un effort de terrain conséquent, et surtout des compétences en phytosociologie, ce qui n'est pas en adéquation avec l'élaboration d'un outil basé sur des indicateurs simples.

Cet indicateur « abondance-dominance » n'a donc pas été retenu.

3.4.3.3 Indicateurs « Liste d'espèces endémiques, rares ou menacées »

Les avis divergent quant à la prise en compte des espèces endémiques, rares ou menacées pour évaluer l'état de conservation des habitats dunaires. En effet, la présence de ces espèces n'est pas indicatrice d'un bon état de conservation de l'habitat, mais seulement d'un intérêt patrimonial plus élevé. Il faut ici différencier l'évaluation du bon état de conservation, de l'évaluation de l'intérêt patrimonial.

De plus, ces indicateurs demandent une certaine connaissance et peuvent être coûteux en temps.

Ces indicateurs n'ont pas été retenus dans le cadre de cette étude.

3.4.3.4 Indicateur « Abondance des laro-limicoles »

Des réflexions ont aussi portées sur la prise en compte de l'abondance des laro-limicoles (oiseaux inféodés aux lagunes et aux rivages marins) pour évaluer l'état de conservation des habitats dunaires.

Dans la littérature, les oiseaux sont globalement considérés comme de bons indicateurs, notamment parce que leur écologie est bien connue. Le lien entre communautés d'oiseaux, associations végétales et territoire est clairement démontré. L'abondance en oiseaux serait un bon indicateur de l'état de conservation d'un écosystème.

Le Gravelot à collier interrompu par exemple, un laro-limicole, est un indicateur fiable de la qualité du haut de plage, et pourrait servir de bio-indicateur pour cet habitat présent sur une étroite bande, mais longue de plusieurs kilomètres. Les données présence/absence ou abondance sont faciles à obtenir.

Néanmoins, cet indicateur « abondance des laro-limicoles » n'a pas été retenu car nous avons considéré qu'il n'était pas adapté aux habitats dunaires étudiés mais plutôt au haut de plage, et qu'il dépendait d'un trop grand nombre de paramètres extérieurs.

4. Protocole pour renseigner les critères et indicateurs

4.1 Stratégie d'échantillonnage

Pour permettre l'application de la méthode proposée, dans l'ensemble des sites du réseau Natura 2000 renfermant des habitats dunaires d'intérêt communautaire, la collecte de données sur le terrain doit être simplifiée. Les indicateurs sont donc renseignés de manière semi-quantitative, par de grandes catégories correspondant à des intervalles de valeurs.

Compte tenu des modalités d'application et d'analyse des critères les données devront, dans la mesure du possible, être collectées et traitées par une méthode statistique (échantillonnage par transect et par placette) pour pouvoir obtenir des valeurs chiffrées pour certains indicateurs.

Il s'agira d'un échantillonnage systématique (le massif dunaire est parcouru dans la mesure du possible en totalité) effectué par « Transects Large » (TL) avec de nombreux points de relevés en fonction du changement de type de végétation au sein de ces transects.

La méthode des transects rend compte de l'hétérogénéité du milieu. C'est pourquoi les transects seront installés dans le sens de la plus grande différenciation du milieu, c'est-à-dire perpendiculairement au trait de côte. Cette méthode permet de caractériser les écosystèmes où les ceintures de végétation sont particulièrement bien marquées ce qui est le cas des milieux dunaires. Il permet d'appréhender le milieu tant du point de vue de la composition floristique que de la structure de la végétation, et permet ainsi de suivre régulièrement leur évolution (Quéré, 2005).

Ainsi, des TL de 50 m de largeur seront disposés de manière systématique le long du massif dunaire, la distance entre chaque transect pouvant aller de 500 m à 1000 m (distance à adapter en fonction du site Natura 2000).

La longueur du transect va fortement varier en fonction du système dunaire évalué. Le transect peut mesurer plusieurs dizaines de mètres à plusieurs centaines de mètres de longueur (du haut de plage à la lisière forestière) en fonction de la région et de la dynamique géomorphologique du site.

Les critères et indicateurs d'évaluation de l'état de conservation du système dunaire non boisé seront mesurés au sein de chaque TL le long d'une ligne permanente. Au sein de ce TL, l'analyse est organisée par habitat : les relevés sont faits au sein de chaque habitat. Le relevé de l'ensemble des critères définis est répété à chaque habitat (Tableaux 3, 4 et 5).

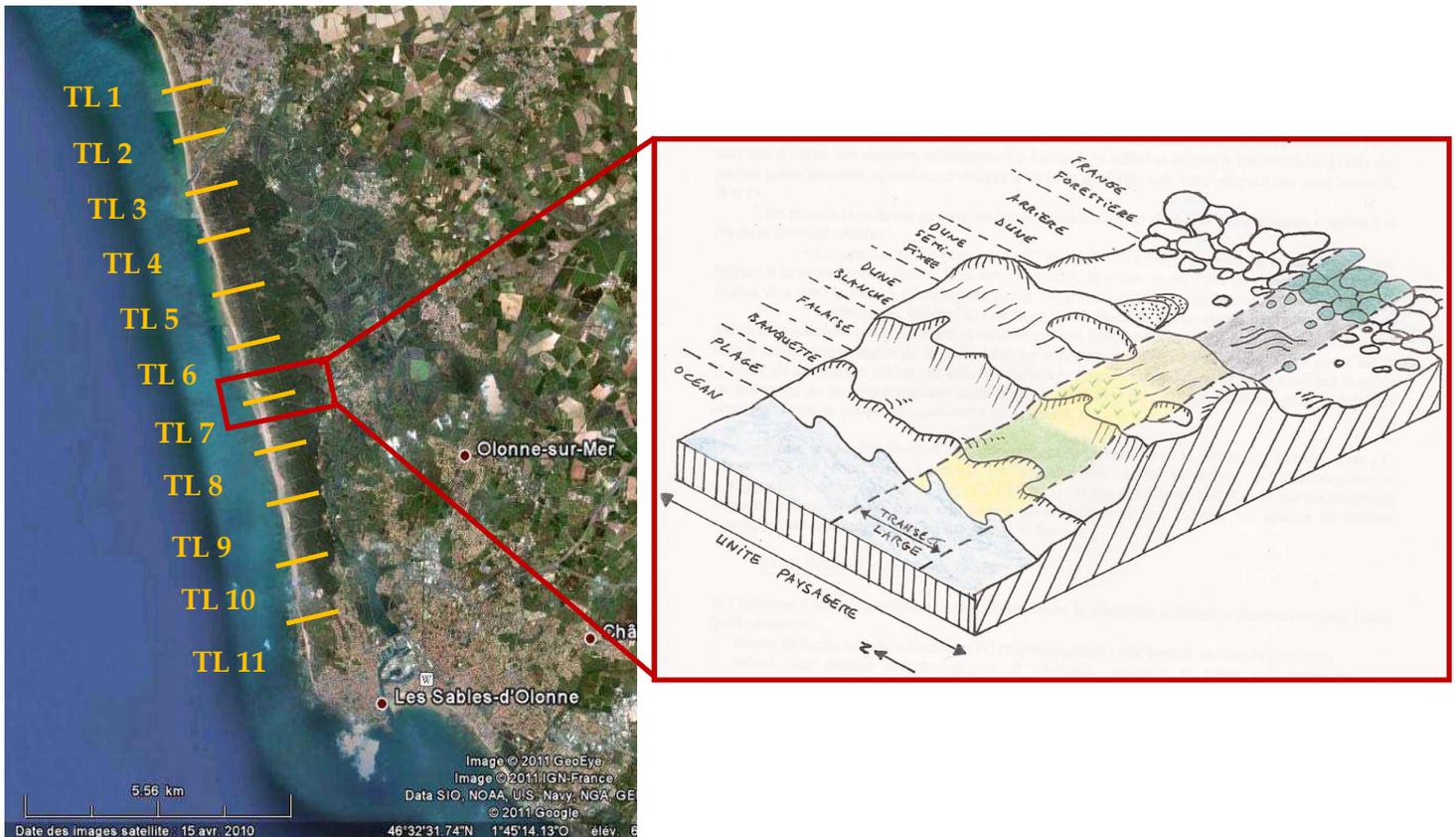


Figure 6 : Disposition du protocole d'échantillonnage le long du massif dunaire d'Olonne-sur-Mer (orthophotographie) et représentation schématique d'un transect large (TL).

La méthode d'évaluation consiste à étudier sur le terrain chaque indicateur pour un habitat à une échelle donnée, et de cocher la case correspondante. L'échelle de collecte des données pourra être différente en fonction des indicateurs (cf. partie 4.2). Certains se mesureront à l'échelle du site (comme par exemple pour l'indicateur d'évolution de surface de l'habitat), d'autres à l'échelle du TL (comme pour les indicateurs concernant les altérations) et d'autres à l'échelle de placettes (par exemple pour les indicateurs de la composition floristique).

Pour les indicateurs se mesurant à l'échelle de la placette, la démarche consiste à réaliser un échantillonnage subjectif au sein de chaque habitat dans chaque TL et placé dans des zones représentatives du milieu suivi. Ce mode d'échantillonnage correspond au fait que c'est l'observateur qui désigne l'emplacement des échantillons quand il juge que la position choisie est caractéristique d'un groupement végétal particulier au sein d'un habitat (Quéré, 2005).

Les relevés à l'échelle de la placette seront à réaliser le long de chaque TL, disposés à chaque nouvelle physionomie de la formation végétale homogène ou lors de la rencontre d'un nouveau groupement végétal. Les coordonnées géographiques de chaque placette seront à relever par G.P.S.

Nous avons retenu des placettes de surface fixe de 15-20 m², qui permettent d'avoir une bonne visibilité et couvrir une surface assez grande pour que les données renseignées par placette soient représentatives.

Cette surface correspond à la taille de l'aire minimale la mieux adaptée à l'échantillonnage de la végétation des dunes. Cette notion d'aire minimale est utilisée pour calculer la surface d'un relevé phytosociologique. La technique consiste à recenser le nombre d'espèces présentes dans un quadrat d'un mètre carré. Une fois la liste des espèces dressée, on double la surface étudiée (2m^2 , 4m^2 , 8m^2 , 16m^2 , 32m^2 , etc.) et ceci jusqu'à ce que l'on ne rencontre plus d'espèces nouvelles tout en restant au sein d'une surface homogène. On considère alors que la totalité des espèces présentes dans le groupement étudié a été recensée et que l'aire minimale du relevé a été atteinte.

Cette aire minimale correspond au point d'inflexion d'une courbe reliant la surface étudiée au nombre d'espèces relevées (Figure 7).

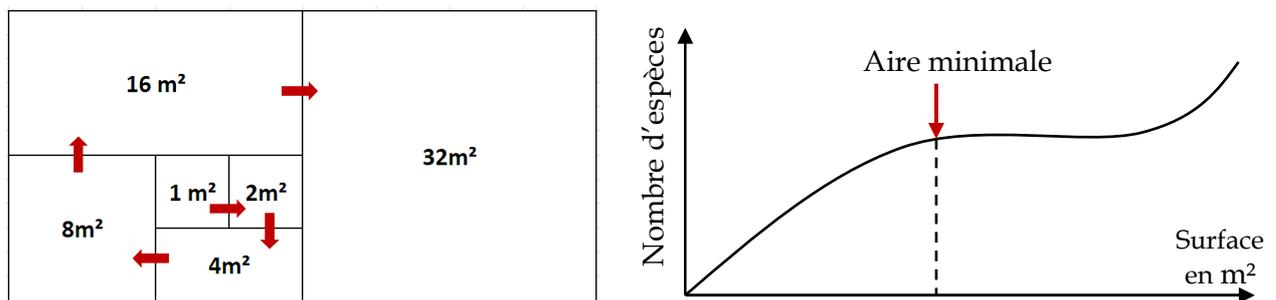


Figure 7 : Détermination de l'aire minimale de prospection pour un relevé phytosociologique

4.2 Unités d'échantillonnage

Les indicateurs s'appréhendent à des échelles de récolte de données différentes (cf. Figure 8) :

- Echelle de la placette pour les indicateurs de :
 - composition floristique ;
 - composition faunistique ;
 - recouvrement de la strate herbacée.

- Echelle du polygone pour les indicateurs suivants (polygone = intersection TL et habitat) :
 - présence des laisses de mer ;
 - largeur de la dune ;
 - degré d'érosion marine ;
 - degré d'érosion éolienne ;
 - recouvrement des jeunes espèces ligneuses ;
 - atteintes lourdes ;
 - atteintes diffuses.

- Echelle du site pour l'indicateur de surface de l'habitat.

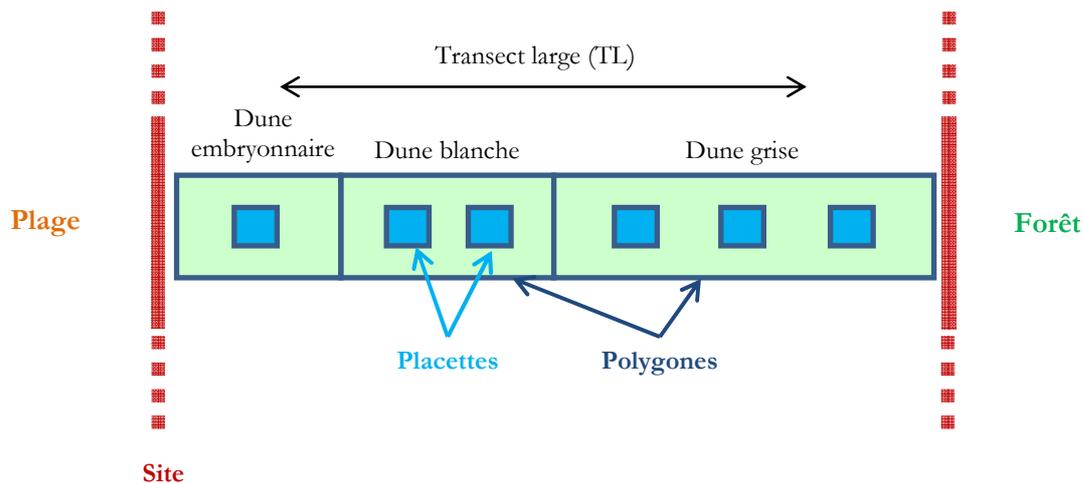


Figure 8 : Schéma présentant la répartition des différentes unités d'échantillonnage le long du TL disposé perpendiculairement au trait de côte.

Ensuite, pour pouvoir procéder à la notation de l'état de conservation de l'habitat, il faut mettre en place une échelle d'évaluation. L'exercice consiste à passer de l'évaluation à l'échelle de la placette et du polygone à celle du site (cf. partie 4.6).

4.3 Mise en œuvre du suivi et recueil des données de terrain

La période de suivi

En milieu dunaire, afin de prendre en compte le plus grand nombre d'espèces annuelles vernales et les espèces estivales, c'est les mois de mai-juin qui offrent le meilleur compromis pour l'identification d'un maximum d'espèces végétales au cours d'un seul relevé annuel. Dans l'absolu, le relevé doit toujours être effectué à la même date. Cependant, la période d'observation peut fluctuer de quelques jours voire de quelques semaines en fonction des conditions météorologiques (été sec ou pluvieux, etc.), du stade phénologique des plantes, etc.

La matérialisation du suivi

Afin d'assurer la pérennité du suivi à long terme dans le cadre de l'évaluation de l'état de conservation des habitats dunaires, la matérialisation de l'emplacement de la zone de suivi sur le terrain est nécessaire. Les TL et les placettes seront permanents afin de réaliser les suivis dans le temps aux mêmes endroits.

La localisation précise des transects et des placettes permanentes pourra être obtenue en relevant les coordonnées G.P.S (Global Positioning System). Ainsi, l'observateur qui ne connaît pas le site peut localiser rapidement l'emplacement du suivi à quelques mètres près.

De plus, pour pouvoir réaliser durablement le suivi, il est fortement conseillé de localiser sur des orthophotographies du site l'emplacement des transects et des placettes permanentes. Le

repérage des secteurs de suivi sera plus aisé en fonction des repères fixes du milieu, de l'orientation géographique, de la distance entre les différents repères permanents, etc.

Renseignement des indicateurs

Dans une logique de traçabilité, il est demandé de noter la valeur brute de chaque indicateur évalué (possibilité de modifier le seuil ultérieurement).

Certains indicateurs sont évalués à travers des estimations de taux de recouvrement. Ces estimations sont évidemment des sources d'erreurs potentielles, qui dépendent de l'expérience et du savoir-faire des opérateurs. Afin de minimiser le risque de ce biais, sont présentés en annexe (Annexe 6) des schémas d'aide à l'estimation de différents taux de recouvrement.

La fiche de terrain

Afin d'optimiser sur le terrain le temps de collecte des observations, de les classer, de hiérarchiser les données et de faciliter le traitement des données, il est conseillé d'utiliser une fiche de terrain standardisée adaptée à la méthode de suivi choisie. Un exemple de fiche standardisée pour le suivi des indicateurs pour l'évaluation de l'état de conservation des dunes non boisées du littoral atlantique est donné en annexe 7.

4.4 Effort d'échantillonnage et précision de l'évaluation

Pour obtenir une évaluation fiable, c'est-à-dire avoir confiance dans la note et surtout dans l'état de conservation obtenue, un nombre suffisant de placettes doit être inventorié.

Logiquement pour que les résultats obtenus soient fiables et fidèles aux réalités de terrain, le nombre d'échantillons doit être relativement important.

Il est difficile de fournir un cadre standardisé relatif à un nombre minimum de placettes à inventorier pour assurer un effort d'échantillonnage suffisant, car ce nombre dépend de l'hétérogénéité des situations au sein de l'habitat et de la surface de cet habitat dans le site. Ceci aurait nécessité une étude particulière menée dans différents cas de figure, avec un grand nombre de placettes, afin de calibrer des valeurs de référence. En ce sens une mutualisation régionale des résultats en termes de nombre de placettes nécessaires sera d'une grande utilité.

Nous proposons à titre indicatif un nombre minimum de 10 TL à réaliser pour un site de d'une surface de 1000 ha.

Concernant le nombre de placettes au sein de ces TL nous conseillons pour :

- la dune embryonnaire : 1 à 2 placettes minimum par TL (en fonction des régions et des sites) ;
- la dune blanche : 1 à 2 placettes minimum par TL (en fonction des régions et des sites) ;
- la dune grise : 3 placettes minimum par TL.

Afin de conforter la précision de l'évaluation, d'estimer la fiabilité des résultats obtenus, et d'assurer une base objective pour les comparaisons à partir des tests statistiques, il est aussi conseillé de calculer les intervalles de confiance des moyennes des critères qui reposent sur une variable numérique. Cet intervalle correspond à la gamme de valeurs qui contient, avec un certain degré de confiance (probabilité), la valeur à estimer. Plus l'intervalle de confiance est petit et plus l'incertitude sur la valeur estimée est faible (Carnino, 2009).

Ces critères importants à prendre en compte n'ont pas été développés dans notre étude au vu du temps imparti, mais il serait recommandé de réaliser les études nécessaires pour les prendre en compte dans la méthode finale.

4.5 Modalités d'application des critères et indicateurs

En fonction de l'échelle et du type d'habitat, chaque indicateur pour évaluer l'état de conservation d'un type d'habitat dunaire sera à étudier au moyen de différentes méthodes et modalités comme indiqué dans les tableaux ci-dessous (Tableaux 3, 4 et 5).

Les critères et indicateurs ont été résumés par habitat, avec un tableau pour chaque habitat.

Au sein des tableaux, certains indicateurs proposés sont obligatoirement à évaluer, et pour d'autres il faudra faire un choix entre deux groupes d'indicateurs à renseigner (choix A ou B).

Ces groupes d'indicateurs ont été élaborés à partir des informations récoltées sur le terrain et de leur analyse statistique. Cette analyse a permis de mettre en évidence les liens entre les différents indicateurs et de détecter les indicateurs redondants entre eux. Ces informations nous ont amenés à proposer différents choix d'indicateurs, qui apportent la même information, mais dont la donnée se récolte différemment.

Ces deux groupes correspondent donc à deux approches différentes :

- choix A : un groupe d'indicateur relatif à la composition floristique ;
- choix B : un groupe d'indicateur relatif aux altérations de l'habitat.

Les indicateurs du groupe A sont plus longs à renseigner que le groupe B, mais seront plus facilement reproductibles sur le long terme. Nous préconisons d'utiliser pour la méthode, dans la mesure du possible, les indicateurs du choix A. Dans ce groupe les indicateurs d'altérations ne sont pas pris en compte, mais il sera souhaitable de noter les types d'atteintes rencontrées au cours de l'évaluation du site afin d'orienter les actions de gestion pour agir en faveur d'un bon état de conservation.

A contrario, les indicateurs du groupe B sont plus faciles à relever, mais le biais lié à l'opérateur est plus grand. Le choix se portera sur le groupe d'indicateurs B dans certains cas particuliers, c'est à dire par exemple quand les moyens et le temps de l'opérateur seront limités, ou seront à utiliser en complément d'une carte de végétation précise du site.

Le choix est laissé à l'opérateur en fonction des moyens et du temps imparti.

Certains indicateurs ont un poids plus important car ils agissent sur la nature même de l'habitat : la présence d'espèces indicatrices de l'habitat et les altérations.

Tableau 3 : Critères et indicateurs à renseigner et modalités d'applications pour évaluer l'état de conservation de l'habitat dunes mobiles embryonnaire atlantiques (2110-1)

Paramètres	Critères	Options	Indicateurs	Méthode de collecte	Echelle de collecte	Modalités	Note
Surface couverte de l'habitat	Surface de l'habitat		Evolution de la surface (tendance)	Comparaison diachronique (SIG, photo aériennes, GPS)	Site	Stabilité	0
						Régression (sévérité à préciser)	-10
Structure et fonctionnalité de l'habitat	Processus morphodynamiques		Largeur de la dune embryonnaire (seuils à adapter en fonction des régions)	Evaluation visuelle, points GPS	Transect large (TL)	> 5m	0
						entre 2 - 5 m	-5
						< 2 m	-10
			Degré d'érosion marine	Observation directe	TL	Présence	5
						Absence	0
						Evaluation visuelle	TL
	Erosion forte	-5					
	Erosion très forte	-10					
	Composition floristique	Choix A	Présence d'espèces indicatrices de l'habitat (liste d'espèces indicatrices de l'habitat)	Relevé floristique en % de présence des espèces de la liste d'espèces indicatrices	Placette	> 60 % des espèces de la liste (> 5 esp. de la liste)	0
						40-60 % espèces de la liste (3 à 5 esp. de la liste)	-15
< 40 % des espèces de la liste (0 à 3 esp. de la liste)						-30	
Recouvrement d'espèces nitrophiles (liste d'espèces nitrophiles)			Estimation visuelle du recouvrement	Placette	< 10 % d'espèces nitrophiles	0	
	> 10 % d'espèces nitrophiles	-10					
Recouvrement d'espèces allochtones envahissantes de l'habitat en % (liste d'espèces allochtones envahissantes)	Estimation visuelle du recouvrement	Placette	< 10 % d'espèces allochtones envahissantes	0			
			> 10 % d'espèces allochtones envahissantes	-10			
Altérations	Atteintes lourdes		Recouvrement des atteintes au niveau du site en % (-> Urbanisation, parking, route, équipements sportifs de loisirs, camping, plage artificielle, golf, endiguement, enrochement, bétonnage, épis, remblais, défense contre la mer, ouvrage de protection côtier, extraction de sable plantation forestière...)	Estimation visuelle, photos aériennes, ou à dire d'expert du pourcentage de la surface du site impactée par les atteintes	TL	Aucune atteinte lourde dans le site	0
						Surface impactée 0-5 %	-10
						Surface impactée 5-10 %	-20
						Surface impactée 10-20 %	-30
						Surface impactée >20 %	-50
	Atteintes diffuses	Choix B	Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface (-> Surfréquentation, piétinement, ramassage des laisses de mer, traces de circulation d'engins à moteur (quads...), amendement, épandage, boue de station d'épuration, dépôts divers, décharge, stationnement sauvage, perturbations dues aux espèces sauvages (lapins, sangliers, etc.), pâturage équin ou ovin...)	Recueil à l'échelle du site (avis de l'opérateur ayant parcouru le site, avis du gestionnaire, études locales, aménagement du gestionnaire, observation directe, photos aériennes)	TL	Atteintes négligeables ou nulles	0
						Atteintes moyennes (ponctuelles, maîtrisées)	-10
					Atteinte(s) importante(s), dynamique de l'habitat remis en cause	-20	

Tableau 4 : Critères et indicateurs à renseigner et modalités d'applications pour évaluer l'état de conservation de l'habitat dunes mobiles à *Ammophila arenaria* subsp. *arenaria* des côtes atlantiques (2120-1)

Paramètres	Critères	Options	Indicateurs	Méthode de collecte	Echelle de collecte	Modalités	Note
Surface couverte de l'habitat	Surface de l'habitat		Evolution de la surface (tendance)	Comparaison diachronique (SIG, photo aériennes, GPS)	Site	Stabilité	0
						Régression (sévérité à préciser)	-10
Structure et fonctionnalité de l'habitat	Processus morphodynamiques		Largeur de la dune blanche (seuils à adapter en fonction des régions)	Evaluation visuelle, points GPS	Transect large (TL)	> 40 m	0
						entre 20 - 40 m	-5
						< 20 m	-10
			Degré d'érosion éolienne	Evaluation visuelle	TL	Pas d'érosion éolienne et/ou amorces d'érosion	0
						Erosion forte	-5
						Erosion très forte	-10
	Couverture végétale		Recouvrement de la strate herbacée en %	Estimation visuelle	Placette	>75 %	0
						entre 50 et 75 %	-5
						< 50 %	-10
			Recouvrement de jeunes espèces ligneuses en %	Estimation visuelle du recouvrement	TL	< 5%	0
						5-20 %	-5
						> 20 %	-10
Composition spécifique	Composition floristique	Choix A	Présence d'espèces indicatrices de l'habitat (liste d'espèces indicatrices)	Relevé floristique en % de présence des espèces de la liste d'espèces indicatrices	Placette	> 55 % des espèces de la liste (> 9 esp. de la liste)	0
						35-55% des espèces de la liste (6 à 9 esp. de la liste)	-15
						< 35% des espèces de la liste (0 à 5 esp. de la liste)	-30
			Recouvrement d'espèces nitrophiles en % (liste d'espèces nitrophiles)	Estimation visuelle du recouvrement	Placette	< 10 % d'espèces nitrophiles	0
						> 10% d'espèces nitrophiles	-10
						Recouvrement d'espèces allochtones envahissantes de l'habitat en % (liste d'espèces allochtones envahissantes)	Estimation visuelle du recouvrement
> 10 % d'espèces allochtones envahissantes	-10						
Composition faunistique	Composition faunistique	Choix A	Entomofaune (liste d'espèces caractéristiques à définir)	Relevé entomologique en % de présence des espèces de la liste d'espèces caractéristiques	Placette	>...% (seuils à définir)	0
						entre ... et ... %	-5
						<...%	-10
Altérations	Atteintes lourdes		Recouvrement des atteintes au niveau du site en % (-> Urbanisation, parking, route, équipements sportifs de loisirs, camping, plage artificielle, golf, endiguement, enrochement, bétonnage, épi, remblais, défense contre la mer, ouvrage de protection côtier, extraction de sable, plantation forestière...)	Estimation visuelle, photos aériennes, ou à dire d'expert du pourcentage de la surface du site impactée par les atteintes	TL	Aucune atteinte lourde dans le site	0
						Surface impactée 0-5 %	-10
						Surface impactée 5-10 %	-20
						Surface impactée 10-20 %	-30
						Surface impactée >20 %	-50
	Atteintes diffuses		Choix B	Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface (-> Surfréquentation, piétinement, ramassage des laisses de mer, traces de circulation d'engins à moteur (quads...), amendement, épandage, boue de station d'épuration, dépôts divers, décharge, stationnement sauvage, perturbations dues aux espèces sauvages (lapins, sangliers, etc.), pâturage équin ou ovin...)	Recueil à l'échelle du site (avis de l'opérateur ayant parcouru le site, avis du gestionnaire, études locales, aménagement du gestionnaire, observation directe, photos aériennes)	TL	Atteintes négligeables ou nulles
Atteintes moyennes (ponctuelles, maîtrisées)	-10						
Atteinte(s) importante(s), dynamique de l'habitat remis en cause	-20						

Tableau 5 : Critères et indicateurs à renseigner et modalités d'applications pour évaluer l'état de conservation de l'habitat dunes grises des côtes atlantiques (2130*-2)

Paramètres	Critères	Options	Indicateurs	Méthode de collecte	Echelle de collecte	Modalités	Note
Surface de l'habitat	Surface de l'habitat		Evolution de la surface (tendance)	Comparaison diachronique (SIG, photo aériennes, GPS)	Site	Stabilité	0
						Régression (sévérité à préciser)	-10
Structure et fonctionnalité de l'habitat	Processus morphodynamiques		Largeur de la dune grise (seuils à adapter en fonction des régions)	Evaluation visuelle, points GPS	Transect large (TL)	> 100 m	0
						entre 50 et 100 m	-5
						< 50 m	-10
		Degré d'érosion éolienne		Evaluation visuelle	TL	Pas d'érosion éolienne et/ou amorces d'érosion	0
						Erosion forte	-5
						Erosion très forte	-10
	Couverture végétale		Recouvrement de jeunes espèces ligneuses en %	Estimation visuelle du recouvrement	TL	< 5%	0
						5-20 %	-5
						> 20 %	-10
	Composition floristique	Choix A	Présence d'espèces indicatrices de l'habitat (liste d'espèces indicatrices)	Relevé floristique en % de présence des espèces de la liste d'espèces indicatrices	Placette	> 45 % des espèces de la liste (> 11 esp. de la liste)	0
						30-45% espèces de la liste (7 à 11 esp. de la liste)	-15
						< 30% des espèces de la liste (0 à 7 esp. de la liste)	-30
Recouvrement d'espèces nitrophiles (liste d'espèces nitrophiles)				Estimation visuelle du recouvrement	Placette	< 10 % d'espèces nitrophiles	0
	> 10% d'espèces nitrophiles	-10					
Recouvrement d'espèces allochtones envahissantes de l'habitat en % (liste d'espèces allochtones envahissantes)		Estimation visuelle du recouvrement	Placette	< 10 % d'espèces allochtones envahissantes	0		
				> 10 % d'espèces allochtones envahissantes	-10		
Altérations	Atteintes lourdes		Recouvrement des atteintes au niveau du site en % (-> Urbanisation, parking, route, équipements sportifs de loisirs, camping, golf, plantation forestière...)	Estimation visuelle, photos aériennes, ou à dire d'expert du pourcentage de la surface du site impactée par les atteintes	TL	Aucune atteinte lourde dans le site	0
						Surface impactée 0-5 %	-10
						Surface impactée 5-10 %	-20
						Surface impactée 10-20 %	-30
	Atteintes diffuses	Choix B	Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface (-> Surfréquentation, piétinement, ramassage des laisses de mer, traces de circulation d'engins à moteur (quads...), amendement, épandage, boue de station d'épuration, dépôts divers, décharge, stationnement sauvage, perturbations dues aux espèces sauvages (lapins, sangliers, etc.), pâturage équin ou ovin...)	Recueil à l'échelle du site (avis de l'opérateur ayant parcouru le site, avis du gestionnaire, études locales, aménagement du gestionnaire, observation directe, photos aériennes)	TL	Atteintes négligeables ou nulles	0
						Atteintes moyennes (ponctuelles, maîtrisées)	-10
						Atteinte(s) importante(s), dynamique de l'habitat remis en cause	-20

4.6 La méthode de notation

Toujours dans un souci de cohérence et d'harmonisation méthodologique, nous avons conservés la même approche de notation finale graduelle dégressive de l'état de conservation appliquée dans la méthode forestière (Carnino, 2009). Celle-ci permet de mettre en avant de manière indépendante les critères dont l'évaluation est bonne ou mauvaise, et de les hiérarchiser entre eux selon leur importance. Cette approche est progressive : une note permet de situer l'habitat de manière plus fine au sein d'une « catégorie » d'état de conservation. L'évaluation est donc plus précise et permet d'adapter les efforts à fournir (gestion) en faveur de la restauration ou du maintien dans un état de conservation favorable.

L'état de conservation est obtenu en comparant les valeurs des indicateurs obtenues par habitat à des valeurs seuils. Selon les écarts à ces valeurs seuils, une note est attribuée à chaque indicateur, on retire de la note de 100 chacune de ces valeurs, on obtient une note finale. Si tous les indicateurs sont « mauvais », la note est ramenée à « 0 » (pas de note négative). L'état de conservation correspondant est obtenu en reportant cette note sur un axe de correspondance (Carnino, 2009) (Figure 10).

Le nombre de points à attribuer par indicateur est indiqué dans les tableaux 3, 4 et 5.

Pour pouvoir procéder à la notation de l'état de conservation de l'habitat, l'exercice consiste à passer de l'évaluation à l'échelle de la placette et du polygone à celle du site (cf. Figure 9). Pour cela nous proposons deux possibilités différentes.

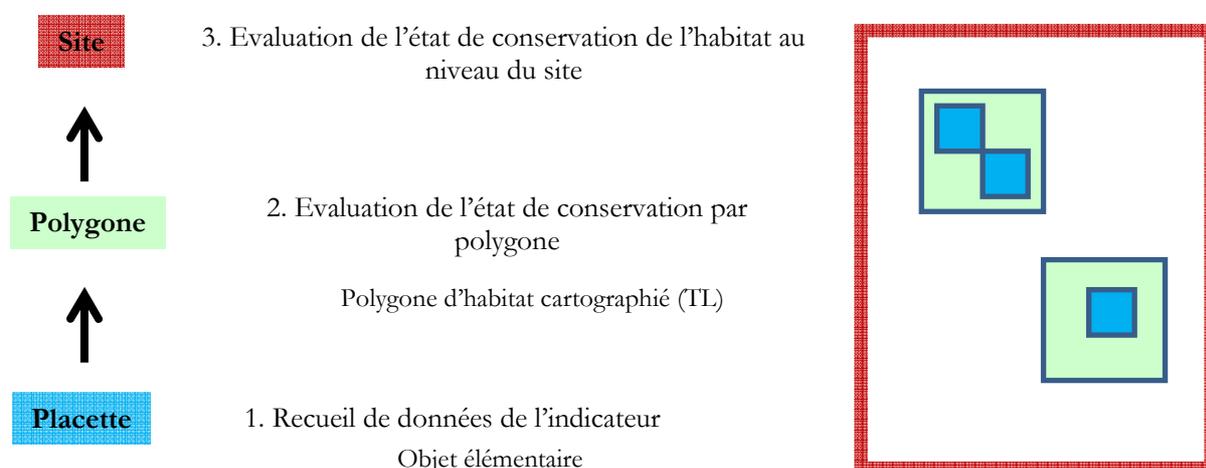


Figure 3 : Schéma présentant les différentes échelles d'évaluation des indicateurs

1^{er} choix

La première méthode d'échelle d'analyse des données consiste à attribuer une note d'évaluation à un type d'habitat à l'échelle du site à partir des valeurs moyennes de chaque indicateur. A chaque type d'habitat est attribuée la note de départ « 100 » qui varie selon les

valeurs moyennes de chaque indicateur : dès qu'un indicateur n'est pas à son optimum, la note diminue.

C'est ce qui avait été préconisé pour la méthode d'évaluation de l'état de conservation des habitats forestiers.

Indicateur	Valeurs-seuils	Note
A	$0 < A < 3$	0
	$3 < A < 6$	-5
	$6 < A < 9$	-10
B	$100 \% < B < 80 \%$	0
	$80 \% < B < 20 \%$	-10
	$20 \% < B < 0 \%$	-20
C	$C > 10$	0
	$C < 10$	-15
Note finale		$100 - 0 - 20 - 15 = 65$

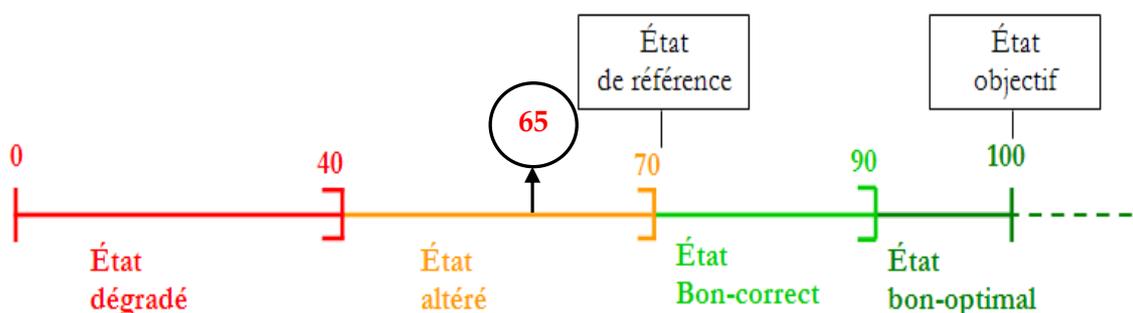


Figure 4 : Axe de correspondance note / état de conservation de l'habitat (Carnino, 2009)

2^{ème} choix

La deuxième possibilité est d'attribuer une note d'évaluation à un type d'habitat à l'échelle du site à partir des valeurs des indicateurs par TL. Pour cela il faut tout d'abord calculer la moyenne des données obtenues par placettes par indicateur par polygone par habitat afin de pouvoir normaliser les données.

Ensuite, on attribue à chaque TL une note de départ de « 100 » qui varie selon les valeurs de chaque indicateur : dès qu'un indicateur n'est pas à son optimum, la note diminue. On obtient une note finale en faisant la moyenne des notes obtenues par TL.

Indicateurs	Valeurs-seuils	Notes		
		TL1	TL2	TL3
A	$0 < A < 3$	0	0	0
	$3 < A < 6$	-5	-5	-5
	$6 < A < 9$	-10	-10	-10
B	$80 \% < B < 100 \%$	0	0	0
	$20 \% < B < 80 \%$	-10	-10	-10
	$0 \% < B < 20 \%$	-20	-20	-20
C	$C > 10$	0	0	0
	$C < 10$	-15	-15	-15
Note par TL		$100-5-20-15=$ 60	$100-0-10-0 =$ 90	$100-10-10-15 =$ 65
Note finale		$(60+90+65)/3=$ 72		

Figure 5 : Principe de calcul de la note d'état de conservation de l'habitat par TL

Pour visualiser les résultats de notation obtenues grâce à cette méthode d'échelle d'analyse de données, on peut réaliser un graphique avec le pourcentage des polygones par tranche de note (cf. Figure 12) ou réaliser un autre type de graphique avec la fréquence des polygones par tranche de note reportée le long de l'axe de notation (fonction de distribution des notes dans le site) (Maciejewski, à paraître) (cf. Figure 13). Cette représentation va permettre aux opérateurs de quantifier et d'identifier les polygones donc l'état de conservation n'est pas bon, afin d'orienter les actions de gestion pour agir en faveur d'un bon état de conservation.

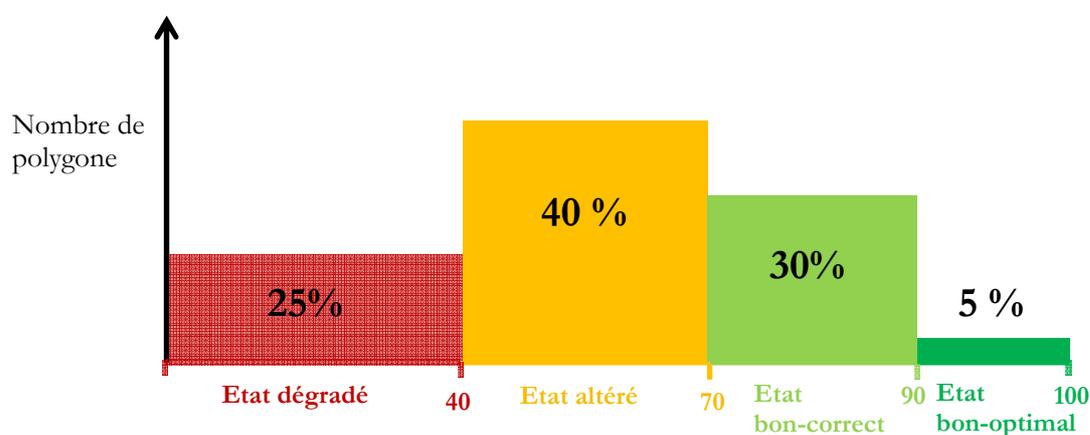


Figure 12 : Evaluation des indicateurs par TL (polygone) (y compris indicateur à renseigner au niveau site)

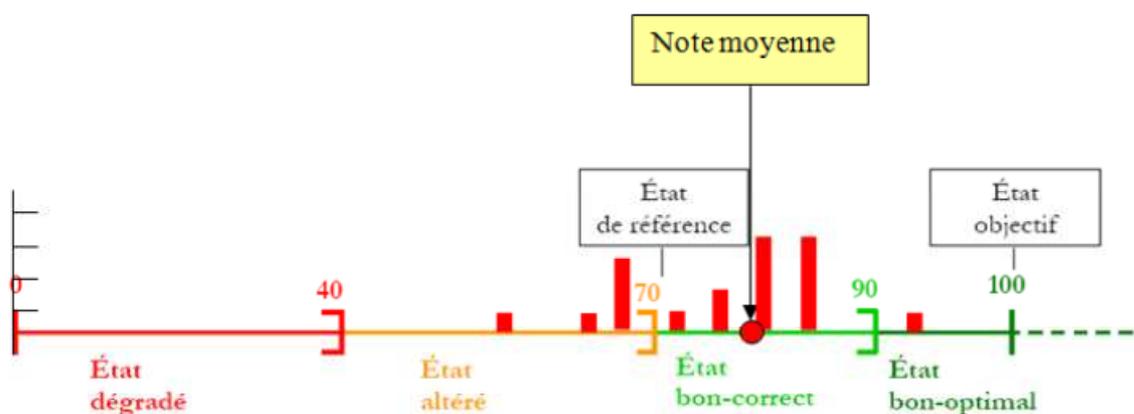


Figure 13 : Visualisation des résultats de notation le long de l'axe correspondance note / état de conservation

Remarque : les valeurs seuils le long de l'axe de note sont données à titre indicatif, elles restent soumises à discussion car **la méthode n'est pas encore validée**.

4.7 Quelques exemples d'application de la méthode

Voici, pour illustrer la méthode, quelques exemples issus des tests réalisés sur le Site Natura 2000 FR5200656 - Dunes, forêt et marais d'Olonne, en Vendée (85).

Ce site a été retenu pour sa localisation, sa configuration, sa diversité, la connaissance de sa gestion et notamment pour la présence de différents état de conservation des habitats dunaires au sein même du site, présentant des secteurs d'une grande naturalité mais aussi des zones plus dégradées par les activités anthropiques.

Le massif dunaire d'Olonne-sur-Mer est un des plus larges de la côte vendéenne (1,5 km au plus large). D'une superficie de près de 1100 hectares, il s'étire sans discontinuer sur 8,3 km, s'élevant à plus de 30 m de hauteur.

Le site a été entièrement parcouru du nord au sud (échantillonnage systématique tout le long du massif dunaire). Les relevés floristiques et les indicateurs ont été mesurés au sein de 11 TL espacés de 1 km de distance.

Ne disposant pas de carte de la végétation, il nous a paru nécessaire de réaliser des relevés phytosociologiques complets, afin de caractériser la diversité floristique et définir les communautés végétales présentes ; c'est-à-dire confirmer les habitats présents sur le site étudié.

Nous avons également réalisé :

- une évaluation de l'état de conservation à dire d'experts ;
- des relevés des indicateurs relatifs à la structure et la fonctionnalité du système dunaire ;
- des relevés des indicateurs d'altérations ;
- des relevés entomologiques.

Remarque préalable : dans les exemples de cas ci-dessous, certains indicateurs ne sont pas renseignés (entomofaune, surface de l'habitat) ou ont été appliqués un peu différemment de

ce qui est proposé dans ce rapport (les indicateurs de composition floristique ont été renseignés grâce aux relevés phytosociologiques), car la méthode qui fut appliquée en Vendée était en première phase d'élaboration.

Voici quelques résultats de ces tests :

Les dunes mobiles à *Ammophila arenaria* subsp. *arenaria* des côtes atlantiques (2120-1) (dunes blanches)



© L. GOFFÉ

1ère possibilité de notation :

Tableau 6 : Application aux dunes blanches du massif dunaire d'Olonne-sur-Mer, évaluation à partir des indicateurs du groupe A

Indicateurs choix A	Largeur de la dune blanche	Degré d'érosion éolienne	Recouvrement de la strate herbacée	Recouvrement de jeunes espèces ligneuses	Présence d'espèces indicatrices de l'habitat	Recouvrement d'espèces nitrophiles	Recouvrement d'espèces allochtones envahissantes
Nombre de points	-5,5 (en moyenne entre 20 et 40 m de large)	-4 (érosion forte)	-4 (50 à 75% de recouvrement)	0	-13,5 (35 à 55% des espèces de la liste)	0	0
Note à l'échelle du site	73/100						
Avis d'expert	État " bon-correct "						

Tableau 7 : Application aux dunes blanches du massif dunaire d'Olonne-sur-Mer, évaluation à partir des indicateurs du groupe B

Indicateurs choix B	Largeur de la dune blanche	Degré d'érosion éolienne	Atteintes lourdes	Atteintes diffuses
Nombre de points	-5,5 (en moyenne entre 20 et 40 m de large)	-4 (érosion forte)	-6 (ouvrages de protection côtiers)	-10 (piétinement, dépôts divers)
Note	74,5/100			
Avis d'expert	État " bon-correct "			

2^{ème} possibilité de notation :

Tableau 8 : Application aux dunes blanches du massif dunaire d'Olonne-sur-Mer, évaluation à partir des TL

Transects	TL1	TL2	TL3	TL4	TL5	TL6	TL7	TL8	TL9	TL10
Note par TL avec choix A	75	80	70	65	65	85	80	80	80	50
Note par TL avec choix B	85	95	60	80	65	75	95	85	85	20
Note finale à l'échelle du site	Choix A	73/100								
	Choix B	75/100								
Avis d'expert	État " bon-correct "									

- Les dunes grises des côtes atlantiques (2130*-2)



1^{ère} possibilité de notation :

Tableau 9 : Application aux dunes grises du massif dunaire d'Olonne-sur-Mer, évaluation à partir des indicateurs du groupe A

Indicateurs choix A	Largeur de la dune grise	Degré d'érosion éolienne	Recouvrement de jeunes espèces ligneuses	Présence d'espèces indicatrices de l'habitat	Recouvrement d'espèces nitrophiles	Recouvrement d'espèces allochtones envahissantes
Nombre de points	0	-0,5 (amorces d'érosion)	-8,2 (près de 20% de recouvrement)	-11 (30 à 45% des espèces de la liste)	0	0
Note à l'échelle du site	80,3/100					
Avis d'expert	État " bon-correct " proche de l'état optimal					

Tableau 10 : Application aux dunes grises du massif dunaire d'Olonne-sur-Mer, évaluation à partir des indicateurs du groupe B

Indicateurs choix B	Largeur de la dune grise	Degré d'érosion éolienne	Atteintes lourdes	Atteintes diffuses
Nombre de points	0	-0,5 (amorces d'érosion)	-6,4 (plantation forestière, route)	-8,2 (piétinement, dépôts divers, stationnement sauvage, traces de circulation d'engins à moteurs, perturbations dues aux lapins et aux chiens)
Note à l'échelle du site	84,9/100			
Avis d'expert	État " bon-correct " proche de l'état optimal			

2^{ème} possibilité de notation :

Tableau 11 : Application aux dunes grises du massif dunaire d'Olonne-sur-Mer, évaluation à partir des TL

Transects	TL1	TL2	TL3	TL4	TL5	TL6	TL7	TL8	TL9	TL10	TL11
Note par TL avec choix A	75	75	95	90	75	75	90	75	80	75	80
Note par TL avec choix B	60	90	100	85	80	50	100	100	100	90	80
Note finale à l'échelle du site	Choix A	80/100									
	Choix B	85/100									
Avis d'expert	État " bon-correct " proche de l'optimal										

Discussions

Au regard de ces résultats, nous remarquons l'intérêt d'une approche multicritère et d'une méthode par notation (où une valeur est attribuée à chaque indicateur), qui permettent d'identifier les caractéristiques de l'habitat qui influent sur l'état de conservation.

En effet, pour le cas des dunes blanches par exemple on voit que les éléments qui dégradent l'état de conservation de l'habitat sont une érosion éolienne forte, une artificialisation du site, ainsi qu'une surfréquentation générant un effet de piétinement défavorable au maintien de la dune bordière et la présence de dépôts divers. Ces phénomènes de dégradation se manifestent au niveau des indicateurs de la composition floristique (choix A) dont les valeurs ne sont pas optimales. Relever les dégradations rencontrées sur le site au fur et à mesure des relevés ou utiliser les indicateurs correspondant aux facteurs de d'altérations (choix B) permet d'identifier la cause de cet état et donc facilite la proposition de mesures de gestion adéquates.

Les perspectives d'amélioration consisteraient donc à :

- préserver les habitats des laisses de mer et de la dune embryonnaire qui sont garant du maintien de l'état des végétations de la dune blanche ;
- maîtriser la fréquentation en canalisant les promeneurs et organiser une mise en défens de certaines zones sensibles, préconiser des tracés empruntant l'estran sableux plutôt que la dune bordière et aménager des passages piétons perpendiculaires au trait de côte.
- parallèlement, la mise en place de ganivelles, de fascines ou du « fascinage à plat » peut favoriser le maintien ou la restauration de ce type d'habitat (Bensettiti *et al.* (coord.), 2004).

Ces informations sont données à l'échelle du site mais à l'aide d'une carte de localisation des indicateurs et des TL, obtenue grâce au plan d'échantillonnage et aux données de terrain, il sera possible de repérer les secteurs où il faut agir.

Ces résultats nous montrent aussi l'intérêt, en terme de finesse d'évaluation et de progressivité, d'utiliser un système de notation pour l'évaluation de l'état de conservation. En effet, si l'on s'en tient à l'état obtenu, les dunes blanches (Tableau 8) et les dunes grises (Tableau 11) ressortent toutes deux dans le même état de conservation (bon-correct). Or la note permet de préciser que les dunes grises sont en « meilleur » état que les dunes blanches (la note pour les dunes grises étant supérieure à celle des dunes blanches). D'autre part, la note sera plus sensible aux efforts de gestion effectués. Enfin, ces résultats d'application de la méthode concordent globalement avec les avis d'experts.

Limite de l'étude

Pour la phase d'application de la méthode sur le site d'Olonne-sur-Mer nous avons dû adapter le protocole d'échantillonnage compte tenu des moyens et du temps imparti pour la phase de test (1 mois de terrain, 1 personne, 1 seul site test). Une grande partie du terrain a été consacrée à la réalisation de relevés phytosociologiques afin d'identifier et de caractériser les habitats étudiés. Ainsi concernant les indicateurs, seule environ une dizaine de placettes a pu être inventoriée par type d'habitat. A partir de ces relevés, un certain nombre de tests réalisés entre les différents indicateurs se sont avérés non concluants. En outre, quelques indicateurs n'ont pas pu être testés, car soit le site Natura 2000 d'Olonne-sur-Mer ne présentait pas toutes les situations possibles, soit les données n'étaient pas disponibles.

Il est donc important de noter que les relevés des indicateurs étant peu nombreux par rapport aux relevés floristiques, la qualité statistique des modèles reste faible. Les résultats obtenus ont surtout permis d'ajuster les seuils et d'observer des tendances qui ont permis de faire des propositions de simplification du nombre d'indicateurs retenus lors de l'analyse bibliographique et critique ainsi que lors des discussions menées par le comité de suivi.

La réalisation de tests sur plusieurs sites Natura 2000 avec un effort d'échantillonnage plus grand, ainsi que des analyses statistiques plus poussées permettrait de confirmer, de compléter ou de moduler les résultats obtenus, et ainsi de finaliser et valider la méthode présentée dans ce rapport.

Initialement prévu, nous n'avons pas pu tester la méthode sur l'habitat dunes embryonnaires (2110-1) du site d'étude en Vendée. En effet, dans cette partie du littoral, les courants marins sont très importants et entraînent une érosion très marquée qui se traduit par un recul du trait de côte. Cette dynamique régressive explique la configuration particulière du site : la plage est très étroite, la partie émergée à marée haute est extrêmement réduite. Le haut de plage subit donc une pression humaine importante. La tempête Xynthia de février 2010 a fortement accentué ce phénomène régressif jusqu'à provoquer la disparition quasi-totale des dunes embryonnaires sur le site d'Olonne-Sur-Mer. Ainsi, un seul relevé a pu être réalisé sur cet habitat dans la partie sud du massif dunaire, dont la configuration particulière a permis à cet habitat de subsister. Les indicateurs retenus pour cet habitat dans cette étude résultent donc essentiellement de la synthèse bibliographique et des discussions menées avec les experts lors du comité de suivi.

5. Bilan de l'étude et perspectives futures pour la méthode

L'élaboration d'une méthode pour évaluer l'état de conservation d'un habitat dunaire à l'échelle d'un site est un sujet complexe qui soulève beaucoup de questions.

Plusieurs difficultés ont été rencontrées au cours de cette étude, notamment concernant le choix des critères et indicateurs les plus appropriés et sur la détermination des valeurs seuils. La complexité tient du fait que l'état de conservation est un concept subjectif et que son bon état relève d'un compromis écologique, économique et social.

Néanmoins, le travail réalisé pendant cette étude constitue une amorce et un cadre qu'il s'agit de consolider. Les résultats qui en ressortent permettent de fournir une base solide pour l'élaboration d'une méthode pouvant s'appliquer aux habitats des dunes littorales non boisées. Cette étude devra être poursuivie et précisée au fur et à mesure des discussions, retours d'expériences et selon l'avancée des connaissances. Elle sera amenée à être confortée par de nouveaux tests sur le terrain, analyses statistiques et validée par un comité de suivi avant sa finalisation.

Cette méthode vise à être applicable à tous les habitats d'intérêt communautaire des dunes non boisées du rivage atlantique. Elle constitue un premier exemple de méthodologie, une base de travail pouvant aboutir à une méthode finale d'évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire des dunes non boisées du littoral atlantique.

L'organisation de la méthode d'évaluation de l'état de conservation est présentée dans la figure ci-dessous.

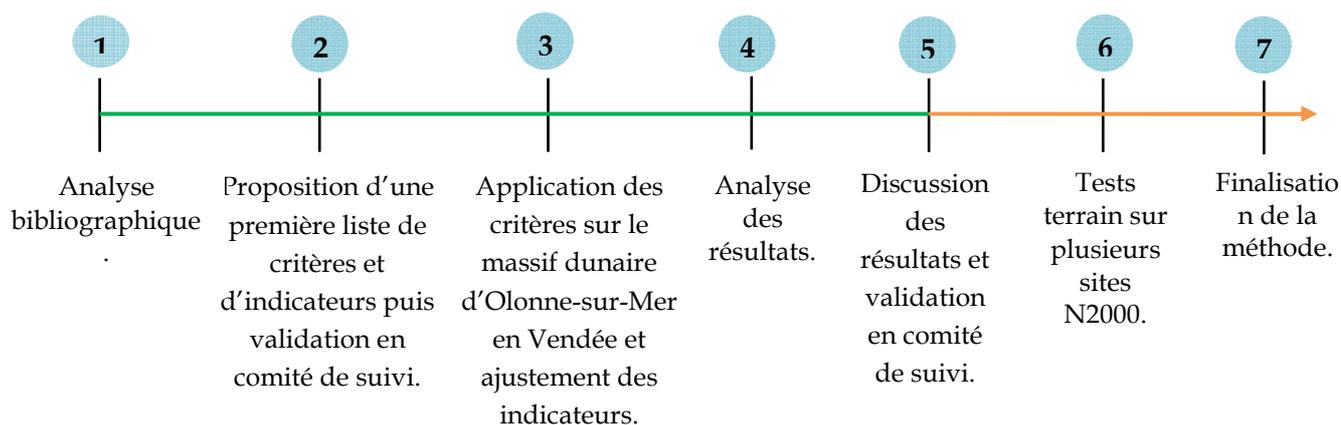


Figure 14 : Chronologie de l'élaboration de la méthode.

L'approche méthodologique est en cours, mais plusieurs étapes sont encore nécessaires afin de finaliser et valider la méthode. Après avoir réalisé une analyse bibliographique, mené des réflexions sur le choix des critères lors du premier comité de suivi, effectué des tests sur le terrain et analysé les premiers résultats, il reste encore à discuter des résultats lors d'une deuxième réunion du comité de suivi, réaliser des tests de terrain à plus grande échelle et affiner le choix de notation, et enfin validation de la méthode.

Cette étude s'est en partie basée sur les résultats des relevés réalisés pendant la phase de terrain en Vendée. Au vu du temps imparti, les données ont pu être récoltées sur un seul site et en nombre restreintes. Avant de valider cette méthode pour l'évaluation de l'état de conservation des habitats dunaires, il serait donc nécessaire par la suite de reproduire des tests sur un jeu de données plus important, sur plusieurs sites et dans d'autres régions afin de vérifier si la méthode tient compte de leurs spécificités et d'y apporter si besoin les ajustements nécessaires. Cela permettrait de confirmer les résultats obtenus. Des analyses statistiques plus poussées pourront être réalisées afin de valider ou de réfuter les résultats obtenus.

La méthode présentée dans ce document pourra donc être complétée et précisée au fur et à mesure des retours d'expériences et selon l'avancée des connaissances.

Une fois achevée et validée, cette méthode fondée sur une liste réduite mais réaliste de critères et indicateurs les plus objectifs possibles et assez simples, apportera une aide précieuse aux opérateurs Natura 2000. Simple et pragmatique, cette méthode fournira à terme un cadre homogène pour évaluer l'état de conservation des habitats et pourra s'appliquer à tous les types d'habitats dunaires non boisés, y compris hors Directive, et ainsi enrichir les connaissances globales sur l'état de ces habitats sur l'ensemble du territoire.

- Bibliographie -

BENSETTITI F., BIORET F., Roland J. et 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. MATE/MAP/MNHN, Ed. La Documentation française, 399 p. + cédérom.

BENSETTITI F., COMBROUX I. et DASZKIEWICZ P. -2006- Evaluation de l'Etat de conservation des Habitats et Espèces d'intérêt communautaire 2006-2007. Document 2, version 4. Guide Méthodologique, Muséum national d'histoire naturelle, Département Ecologie et gestion de la biodiversité, UMS 2699 Inventaire et suivi de la biodiversité, 149 p.

BLANDIN P. -1986- Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. Bulletin d'écologie, 17 (4), 215-307.

BOUZILLÉ J-B. -2007- Gestion des habitats naturels et biodiversité. Concepts, méthodes et démarches, Ed. Tec & Doc Lavoisier, 331p.

CARNINO N. -2009- Etat de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle du site - Méthode d'évaluation des habitats forestiers. Muséum national d'histoire naturelle / Office national des forêts, Rapport détaillé 76p. + guide d'application 37p.

DAUPHIN P. et THOMAS H. -2002- Diversité de l'entomofaune dunaire atlantique. *In* Connaissance et gestion durable des dunes de la côte atlantique, Coord. J. Favennec, Ed. Les Dossiers Forestiers ONF, p136-149.

DEBAINE F. -2009- Programme « MULTIDUNE » : Aide à la gestion multifonctionnelle des dunes littorales atlantiques par l'évaluation cartographiée de leur état de conservation. Rapport intermédiaire, Université de Nantes - LETG - UMR 6554 / Géolittomer, 24p.

DUFFAUD M. H. -2002- Réflexions en vue de l'élaboration d'un outil d'évaluation de l'état des dunes non boisées du littoral aquitain. *In* Connaissance et gestion durable des dunes de la côte atlantique, Coord. J. Favennec, Ed. Les dossiers forestiers ONF, p 281-285.

EUROPEAN COMMISSION -2005- Assessment, monitoring and reporting of conservation status - Preparing the 2001-2007 report under Article 17 of the Habitats Directive (DocHab-04-03/03 rev.3), Note to the Habitats Committee, European Commission, DG Environment, Brussels, 10p. + annexes.

EUROPEAN COMMISSION -2007- Interpretation manual of European Union habitats. European Commission, DG Environment, 142 pp.

FAVENNEC J. -1998- Guide de la Flore des dunes de la Bretagne au sud des Landes, Office National des Forêts – Programme Européen LIFE – Ed. SUD OUEST, 167p.

- FAVENNEC J. -2002a- Contrôle souple et réhabilitation des dunes littorales non boisées de la côte atlantique. *In* Connaissance et gestion durable des dunes de la côte atlantique, Coord. J. Favennec, Ed. Les dossiers forestiers ONF, p 205-223.
- FAVENNEC J. -2002b- Paysages des dunes littorales non boisées de la côte atlantique. *In* Connaissance et gestion durable des dunes de la côte atlantique, Coord. J. Favennec, Ed. Les dossiers forestiers ONF, p 93-108.
- FAVENNEC J. -2002c- Suivi des dunes littorales par transects mis en place par l'Office National des Forêts en Aquitaine. *In* Connaissance et gestion durable des dunes de la côte atlantique, Coord. J. Favennec, Ed. Les dossiers forestiers ONF, p 269-274.
- FAVENNEC J. -2005a- Connaissance, évaluation et suivi du patrimoine des dunes littorales non boisées. Eléments de réflexion en vue de l'atelier d'Olonne, 6-8 avril 2005, 6p.
- FAVENNEC J. -2005b- Réflexion sur les actions qui peuvent être menées par l'ONF. Evaluation des habitats littoraux, Articles 11 et 17 de la Directive «Habitats», 4p.
- FAVENNEC J. -2005c- Evaluation environnementale des dunes littorales non boisées atlantiques. Fiche de description-évaluation, Office National des Forêts, 4p.
- FAVENNEC J. -2007- Principes et évolutions de gestion des dunes. *In* Evolutions et gestion des dunes, Dossier ONF, Rendez-vous techniques n°17, p. 22 - 30.
- FAVENNEC J. -2009- Suivi de l'état des dunes domaniales. Office National des Forêts, 8p.
- FAVENNEC J. et MALLET C. -2008- Un atlas de l'aléa érosion marine réalisé dans le cadre de l'observatoire de la côte pour guider les choix d'aménagement de la côte sableuse d'Aquitaine. Actes du colloque international pluridisciplinaire "Le littoral : subir, dire, agir" - Lille, France, 16-18 janvier 2008, 13p.
- FEVRIER G. -2001- Les dunes non boisées du littoral girondin : état optimal de conservation et grille d'évaluation. Mémoire de fin d'études, Office National des Forêts, 60p. + annexes.
- GOFFE L. -2011- Etat de conservation des habitats d'intérêt communautaire des dunes non boisées du littoral atlantique - Projet de méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000. Mémoire de fin d'études, Master 2 professionnel Espace et milieux, Université Paris Diderot - Paris VII / MNHN-SPN / ONF / CBNB, 80p.
- HILL M.O., MOUNTFORD J.O., ROY D.B. et BUNCE R.G.H. -1999- ECOFACT 2a: Technical Annex - Ellenberg's indicator values for British Plants, 46p.
- JAULIN S. et 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. Edité par l'Office Pour les Insectes et leur Environnement du Languedoc-Roussillon (OPIE-LR), 68 p.

- JOINT NATURE CONSERVATION COMMITTEE (JNCC) -2004- Common Standards Monitoring Guidance for Sand dune Habitats, 31p.
- JULVE P. -2007- Baseflor : Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France - <http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm>
- JUN R. -2005- Les mousses et lichens des dunes grises atlantiques : Caractéristiques structurales, Dynamique et Typologie fonctionnelle des communautés. Thèse, Université de Rennes 1, 188p.
- KLESCZEWSKI M. -2011- Guide méthodologique « Évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêts communautaires contractualisés en Lozère ». Conservatoire des Espaces Naturels du Languedoc-Roussillon, 148 p.
- LACROIX P., LE BAIL J., DORTEL F., GESLIN J., HUNAULT G. et VALLET J. - 2010- Liste des plantes vasculaires invasives et à surveiller en région Pays de la Loire. Version 2. Conservatoire Botanique National de Brest, Antenne Pays de la Loire, 64p.
- LEPAREUR F. -2011- Evaluation de l'état de conservation des habitats naturels marins à l'échelle d'un site Natura 2000. Guide Méthodologique, MNHN-SPN, 57p.
- MACIEJEWSKI L. -(à paraître)- Etat de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire - Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000 - Version 1. Rapport SPN 2012. Muséum National d'Histoire Naturelle.
- NIELSEN K.E. -2006- Testing favourable conservation status for dune heathlands, Denmark. National Environmental Research Institute, Denmark, 19p.
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS -2008- Les dunes de la côte atlantique, connaître, aimer et protéger. 4p.
- OFFICE FÉDÉRAL POUR LA CONSERVATION DE LA NATURE (BFN) -2006- Evaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces : Natura 2000 - la démarche allemande, 30p.
- PAN/ILÖK /BFN -2010- Bewertungsschemata für die FFH-Lebensraumtypen - Überarbeitung F+E FFH-Monitoring. Bewertung des Erhaltungszustandes der Lebensraumtypen nach Anhang I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie in Deutschland, 87p
- POSIDUNE -2007- La gestion stratégique de la défense des littoraux pour un développement soutenable des zones côtières de la Méditerranée. Cahier technique, Opération cadre régionale Beachmed, ICRAM, Provincia di Pisa, Université de Ferrara, Université de Bologna - CIRSA & DiSTA, EID MÉDITERRANÉE, IACM/FORTH. 129 p.
- QUERE E. -2005- Guide méthodologique pour mise en place de suivi de la végétation dans les sites Natura 2000. Conservatoire Botanique National de Brest, 95p.

QUERE E., RAGOT R., GESLIN J. et MAGNANON S. -2011- Liste des plantes vasculaires invasives de Bretagne. Conservatoire Botanique National de Brest, 33p.

RICHARD P. -2002- Apport de la phytosociologie pour le suivi et l'évaluation des dunes littorales non boisées. *In* Connaissance et gestion durable des dunes de la côte atlantique, Coord. J. Favennec, Ed. Les dossiers forestiers ONF, p 265-268.

ROZE F. -2002- Dynamique, Analyse et Typologie des dunes grises. *In* Connaissance et gestion durable des dunes de la côte atlantique, Coord. J. Favennec, Ed. Les dossiers forestiers ONF, p 122-127.

Autres ouvrages bibliographiques consultés :

BIOTOPE -2004- Document d'objectifs Natura 2000 N° FR 5200655 « Dunes de la Sauzaie - Marais du Jaunay », 168 p.

CLAUSTRES G. et LEMOINE C. -1980- Connaître et reconnaître la flore et la végétation des côtes Manche - Atlantique. Ed. Ouest France, 331p.

DAUPHIN P., THOMAS H. et TRIOLET L. -2004- Guide des insectes et petits animaux des dunes atlantiques. Office National des Forêts, Ed. Sud Ouest, 165p.

FITTER R., FITTER A. et FARRER A. -1991- Guide des graminées, carex, jonc, fougères d'Europe. Ed. Delachaux et Niestlé, 5^{ème} édition, 255p.

FITTER R., FITTER A. et BLAMEY M. -1997- Guide des fleurs sauvages. Les compagnons du naturaliste, Ed. Delachaux et Niestlé, 5^{ème} édition, 352p.

GEHU J-M. -1969- Pour une approche nouvelle des paysages végétaux : la symphytosociologie. Bulletin de la Société Botanique de France, 126, Lettres botaniques, 213-223.

GEHU J-M. -2006- Dictionnaire de sociologie et synécologie végétales. Inter-phyto Nivion-en-Ponthieu, Ed. J.Cramer, 899p.

GUINOCHET M. -1973- Phytosociologie. Paris : Masson, 227p. (Ecologie n°1)

MACIEJEWSKI L. -2010- Méthodologie d'élaboration des listes d'« espèces typiques » pour des habitats forestiers d'intérêt communautaire en vue de l'évaluation de leur état de conservation. Rapport SPN 2010-12 / MNHN-SPN, Paris, 48 p. + annexes.

NATURA 2000 -2005- Document d'Objectifs du site n°FR5200656 « Dunes, forêts et marais d'Olonne » (85). Volume de Synthèse, CERA/DIREN Pays de la Loire, 110 p.

ROYER J-M. -2009- Petit précis de phytosociologie sigmatiste. Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle série, Numéro spécial 33, 86p.

- Annexes -

Annexe 1 - Liste des membres du comité de suivi.

Annexe 2 - Tableau des critères et indicateurs issus de l'analyse bibliographique pour l'évaluation de l'état de conservation des habitats des dunes non boisées du littoral atlantique à l'échelle du site Natura 2000.

Annexe 3 - Listes d'espèces indicatrices des habitats.

Annexe 4 - Liste d'espèces nitrophiles et liste d'espèces allochtones envahissantes.

Annexe 5 - Indicateur « Entomofaune »

Annexe 6 - Schéma d'aide à l'estimation du taux de recouvrement (Kleczewski, 2011)

Annexe 7 - Exemple de fiche de relevé appliqué à l'habitat dune grise

Annexe 1 : Liste des membres du comité de suivi

Membres du comité de suivi :

- Bensettiti Farid, MNHN / SPN
- Favennec Jean, ONF
- Gouguet Loïc, ONF
- Guitton Hermann, CBNBrest Antenne Pays de La Loire
- Lacroix Pascal, CBNBrest Antenne Pays de La Loire
- Touroult Julien, MNHN/ SPN
- Turpaud André, DREAL Nantes

Annexe 2 : Tableau des critères et indicateurs issus de l'analyse bibliographique pour l'évaluation de l'état de conservation des habitats des dunes non boisées du littoral atlantique à l'échelle du site Natura 2000 (en grisé : indicateurs non retenus suite à la réunion avec le comité de suivi et aux tests de terrain).

Paramètres	Critères	Indicateurs	Méthode de collecte	Echelle de collecte	Type d'habitat concerné	Modalités	Source bibliographique	
Structure et fonctionnalité du système dunaire	Processus morphodynamiques	Recouvrement sol sable nu en %	Estimation visuelle sur la même placette que le relevé de la composition floristique	Placette	Dunes blanches et grises	< 10 % entre 10 et 20 % > 20 %	BFN, 2010 - Rozé, 2002 - JNCC, 2004	
		Contacts plage / dune	Observation directe	Site	Dunes embryonnaires et blanches	Doux Escarpé (Préciser rupture naturelle ou artificielle)	BRGM, 2001 - ONF	
		Largeur de la dune non boisée	Evaluation visuelle, transects large, points GPS	Site	Dunes embryonnaires, blanches et grises	< 150 m entre 150 - 300 m > 300 m	ONF - BRGM, 2001 - Kleszczewski, 2011 - JNCC, 2004 Michelot & Duffaut, 2002	
		Longueur de la dune non boisée	Interprétation par photographies aériennes et cartographies + observation directe	Site	Dunes embryonnaires, blanches et grises	Satisfaisant si long et complexe/hétérogène	ONF - BRGM, 2001 - Kleszczewski, 2011 - JNCC, 2004 Michelot & Duffaut, 2002	
		Largeur de la plage	Evaluation visuelle, transects large, points GPS	Site	Dunes embryonnaires et blanches	0 - 20 m 20 - 60 m > 60 m	ONF - BRGM, 2001 - Kleszczewski, 2011 - JNCC, 2004 Michelot & Duffaut, 2002	
		Présence des laisses de mer (contact supérieur)	Observation directe	Site	Plage / Dunes embryonnaires	Présence / absence, % linéaire côtier	Lepareur 2011 - ONF	
		Intégrité de la structure typique des habitats Succession dunaire et/ou Nombres d'habitats présents (1)	Interprétation par photographies aériennes et cartographies + observation directe	Site	Dunes embryonnaires, blanches et grises	Succession tronquée Succession incomplète (avec inversion) Succession complète avec inversion Succession complète ordonnée	ONF - BRGM, 2001 - Kleszczewski, 2011 - JNCC, 2004 Michelot & Duffaut, 2002	
		Tendance dynamique	Interprétation par photographies aériennes et cartographies + observation directe	Site	Dunes embryonnaires, blanches et grises	Stabilité Accrétion Érosion	BRGM - ONF	
		Entailles d'érosion marine	Estimation visuelle, interprétation par photos aériennes	Site	Dunes embryonnaires et dunes blanches	Faible Moyenne Forte (falaise vive, dunes embryonnaires absentes)	BRGM - ONF	
Surface couverte de l'habitat	Surface de l'habitat	Evolution de la surface	Comparaison diachronique à l'aide d'un logiciel SIG ou de photographies aériennes ou à dire d'expert ou par transects GPS (à préciser) par rapport au 1er doob du site	Site	Dunes embryonnaires, blanches et grises	Stabilité ou évolution progressive voulue Régression ou progression non voulue	ONF - Michelot & Duffaut, 2002 - Nielsen, 2006 - MNHN (Camino, 2009 - COFIL habitats agropastoraux)	
	Morcellement / fragmentation	Ratio : Surface couverte par l'habitat / Nb de patches (pondéré par la surface du site)	Interprétation par photographies aériennes et cartographies + observation directe OU à l'aide d'un logiciel SIG	Site	Dunes embryonnaires, blanches et grises	Bon Mauvais OU Homogène / fragmenté / très fragmenté	MNHN (COFIL habitats agropastoraux) - BFN, 2010	
	Variabilité de l'habitat	Diversité des associations au sein du site	Estimer la diversité des associations végétales présentes au sein du site à l'aide d'une cartographie très précise du site	Site	Dunes embryonnaires, blanches et grises	Hétérogénéité de l'habitat au sein du site Homogénéité de l'habitat au sein du site	MNHN (COFIL habitats agropastoraux)	
Structure et fonctionnalité de l'habitat	Couverture végétale	Recouvrement de la strate herbacée en %	Estimation visuelle sur la même placette que le relevé de la composition floristique (seuils différents pour chaque habitat)	Placette	Dunes embryonnaires, blanches et grises	entre ... et ...% OU Satisfaisant entre ... et ...% OU Moyen entre ... et ...% OU Peu satisfaisant	ONF - Cantarello & Newton, 2008 - Michelot & Duffaut, 2002 - BRGM, 2001 - MNHN (Camino, 2009 - COFIL habitats agropastoraux) - Kleszczewski, 2011 - Jun, 2005 - Nielsen, 2006	
		Couverture bryolichénique -> Superficie du groupement de cryptogames caractéristiques en %	Relevé floristique, liste? Photos référence? Estimation visuelle	Placette	Dunes grises	% recouvrement stable ou amélioration		
	Composition floristique	Richesse spécifique	Relevé floristique	Placette	Dunes embryonnaires, blanches et grises	Nombres d'espèces OU Faible / moyenne / forte	ONF - Nielsen, 2006 - BFN, 2010 - Michelot & Duffaut, 2002 - DIREN PACA, 2007 - MNHN (COFIL habitats agropastoraux) - Kleszczewski, 2011 - BFN, 2010 - JNCC, 2004	
		Abondance - dominance	Relevé phytosociologique	Placette	Dunes embryonnaires, blanches et grises	Coefficient d'abondance - dominance		
		Présence d'espèces indicatrices de l'habitat	Relevé floristique (liste d'espèces indicatrices)	Placette	Dunes embryonnaires, blanches et grises	> 40 % des espèces de la liste 20-40% espèces de la liste 0-20% des espèces de la liste		
		Recouvrement d'espèces nitrophiles	Relevé floristique (liste d'espèces nitrophiles) Estimation visuelle du recouvrement	Placette	Dunes embryonnaires, blanches et grises	0 - 5 % 5 % - 20% > 20%		
		Recouvrement d'espèces allochtones envahissantes de l'habitat en %	Relevé floristique (liste d'espèces) Estimation visuelle du recouvrement	Placette	Dunes embryonnaires, blanches et grises	0-5 % d'espèces allochtones envahissantes 5-15% d'espèces allochtones envahissantes > 15 % d'espèces allochtones envahissantes		
		Recouvrement de jeunes espèces ligneuses en %	Comparaison diachronique à l'aide d'un logiciel SIG ou de photographies aériennes ou à dire d'expert (à préciser)	Site ou polygone	Dunes grises	< 5 % de la surface totale de l'unité évaluée : pas de dégradation de 5 à 20% de la surface totale de l'unité évaluée : dégradation faible à moyenne >20% surface totale de l'unité évaluée : dégradation forte		Debaine, 2009
		Présence d'espèces endémiques	Relevé floristique (liste d'espèces)	Placette	Dunes embryonnaires, blanches et grises	Présence/absence, abondance -> liste de référence Intérêt fort/moyen/faible		
		Présence d'espèces rares ou menacées	Relevé floristique (liste d'espèces)	Placette	Dunes embryonnaires, blanches et grises	Présence/absence, abondance -> liste de référence Intérêt fort/moyen/faible		
Composition faunistique	Entomofaune	Relevé entomologique (liste d'espèces caractéristiques)	Placette	Dunes blanches	% des espèces présente de la liste	ONF - Dauphin & Thomas, 2002 - Kleszczewski, 2011 - Jaulin & Soldati, 2005 - MNHN (COFIL habitats agropastoraux)		
	Abondance des larvo-limicoles (Gravelot à collier interrompu)	Observation des nids au sol ou des oiseaux nidifiants	Site	Dunes embryonnaires	Présence / absence individus, nids, œufs, abondance, répartition OU tendance significative	LPO, 2008 - Kleszczewski, 2011 - ONF		
Altérations	Atteintes lourdes	Degré d'artificialisation: recouvrement des atteintes au niveau du site en %.	Estimation visuelle, photos aériennes, ou à dire d'expert du pourcentage de la surface du site impactée par les atteintes	Site ou polygone	Dunes embryonnaires, blanches et grises	Aucune atteinte lourde dans le site (0) Surface impactée 0-5 % (-5) Surface impactée 5-10 % (-10) Surface impactée 10-20 % (-30) Surface impactée >20 % (-60)	DIREN H-Normandie, 2003 - ONF - Michelot & Duffaut, 2002 - Kleszczewski, 2011 - Camino, 2009 - BFN, 2010	
		Atteintes diffuses	Degré d'éolisation	Processus caoudeyres frontales	Evaluation visuelle, cf méthode J.Favennec	Site	Dunes embryonnaires et dunes blanches	Pas d'érosion éolienne et/ou amorces d'érosion Erosion forte Erosion très forte (caoudeyres larges (large de 30 à 50 m) prolongées de pourrières et pente de 10 à 20%, langue de sable qui recouvrent la dune grise)
	Processus caoudeyres sommitales			Evaluation visuelle, cf méthode J.Favennec	Site	Dunes blanches	Pas d'érosion éolienne et/ou amorces d'érosion Erosion forte Erosion très forte (plusieurs caoudeyres proches de 30mX30m ou une seule caoudeyre de 50mX50m)	
	Processus caoudeyres d'arrière-dune		Evaluation visuelle, cf méthode J.Favennec	Site	Dunes grises	Pas d'érosion éolienne et/ou amorces d'érosion Erosion forte Erosion très forte (surface supérieure à 10 % de la dune grise et plus de 4 caoudeyres de 15 ares)		
	Processus piétinement		Evaluation visuelle, cf méthode J.Favennec	Site	Dunes embryonnaires, blanches et grises	Pas de cheminements ou cheminements très diffus Cheminements bien marqué de densité moyenne: de 2 à 4 chemins aux 100 m Cheminements denses liés à un surpiétinement généralisé : plus de 4 chemins aux 100 mètres.		
	% de zones en érosion éolienne		Evaluation visuelle, cf méthode J.Favennec	Site	Dunes embryonnaires Dunes blanches Dunes grises			
	Autres atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en terme de surface	Recueil à l'échelle du site (avis de l'opérateur ayant parcouru le site, avis du gestionnaire, études locales, aménagement du gestionnaire, observation directe, photos aériennes)	Site	Dunes embryonnaires, blanches et grises	Atteintes négligeables ou nulles (0) Atteintes moyennes (ponctuelles, maîtrisées) (-10) Atteinte(s) importante(s), dynamique de l'habitat remis en cause (-20)	Camino, 2009		

Annexe 3 : Listes d'espèces indicatrices des habitats

2110-1 Dunes mobiles embryonnaires atlantiques

<i>Cakile maritima</i> Scop.	Cakilier maritime
<i>Calystegia soldanella</i> (L.) Roem. & Schult.	Liseron des dunes
<i>Elytrigia juncea</i> (L.) Nevski subsp. <i>boreali-atlantica</i> (Simonet & Guin.) Hyl.	Chiendent des sables
<i>Eryngium maritimum</i> L.	Panicaut de mer
<i>Euphorbia paralias</i> L.	Euphorbe maritime
<i>Honckenya peploides</i> (L.) Ehrh.	Pourpier de mer
<i>Leymus arenarius</i> (L.) Hochst.	Elyme des sables
<i>Salsola kali</i> L.	Soude brûlée

2120-1 Dunes mobiles à *Ammophila arenaria* subsp. *arenaria* des côtes atlantiques

<i>Ammophila arenaria</i> (L.) Link	Oyat
<i>Artemisia campestris</i> L. subsp. <i>maritima</i> (DC.) Arcang.	Armoise de Lloyd
<i>Astragalus bayonensis</i> Loisel.	Astragale de Bayonne
<i>Calystegia soldanella</i> (L.) Roem. & Schult.	Liseron des dunes
<i>Eryngium maritimum</i> L.	Panicaut de mer
<i>Euphorbia paralias</i> L.	Euphorbe maritime
<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>arenaria</i> (Osbeck) Aresch.	Fétuque des sables
<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>oraria</i> Dumort.	Fétuque à feuilles de jonc
<i>Galium arenarium</i> Loisel.	Gaillet des sables
<i>Galium maritimum</i> L.	Gaillet maritime
<i>Hieracium eriophorum</i> St.-Amans	Epervière laineuse
<i>Leymus arenarius</i> (L.) Hochst.	Elyme des sables
<i>Linaria thymifolia</i> (Vahl) DC.	Linaire à feuilles de thym
<i>Matthiola sinuata</i> (L.) R. Br.	Giroflée des dunes
<i>Medicago marina</i> L.	Luzerne marine
<i>Silene vulgaris</i> subsp. <i>thorei</i> (Dufour) Chater & Walters	Silène de Thore

2130*-2 Dunes grise des côtes atlantiques

<i>Aetheorhiza bulbosa</i> (L.) Cass.	Crépis bulbeux
<i>Allium sphaerocephalum</i> L.	Ail à tête ronde
<i>Alyssum loiseleurii</i> P.Fourn.	Corbeille d'or des sables
<i>Artemisia campestris</i> L. subsp. <i>maritima</i> (DC.) Arcang.	Armoise de Lloyd
<i>Asparagus officinalis</i> L. subsp. <i>prostratus</i> (Dumort.) Corb.	Asperge couchée
<i>Asperula cynanchica</i> L.	Aspérule à l'esquinancie
<i>Carex arenaria</i> L.	Laiche des sables
<i>Cladonia</i> ssp.	Cladonies
<i>Corynephorus canescens</i> (L.) P.Beauv.	Corynéphore blanchâtre
<i>Dianthus hyssopifolius</i> subsp. <i>gallicus</i> (Pers.) Lainz & Muñoz Garm.	Œillet des dunes
<i>Ephedra distachya</i> L.	Raisin de mer
<i>Eryngium campestre</i> L.	Panicaut champêtre
<i>Euphorbia portlandica</i> L.	Euphorbe de portland
<i>Festuca vasconensis</i> (Markgr.-Dann.) Auquier & Kerguélen	Fétuque de Gascogne
<i>Galium arenarium</i> Loisel.	Gaillet des sables
<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench	Immortelle des dunes
<i>Herniaria ciliolata</i> subsp. <i>robusta</i> Chaudhri	Herniaire robuste
<i>Jasione maritima</i> (Duby) Merino	Jasione maritime
<i>Koeleria glauca</i> (Schrad.) DC. subsp. <i>glauca</i>	Koelerie blanchâtre
<i>Linaria arenaria</i> DC.	Linaire des sables
<i>Omphalodes littoralis</i> Lehm.	Omphalodès du littoral
<i>Rosa pimpinellifolia</i> L.	Rose pimprenelle
<i>Sedum acre</i> L.	Orpin brûlant
<i>Silene portensis</i> L. subsp. <i>portensis</i>	Silène de Porto
<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>macrorhiza</i> (Lange) Nyman	Verge d'or à grosse racine
<i>Syntrichia ruralis</i> var. <i>ruraliformis</i> (Besch.) Delogne	Tortule ruraliforme
<i>Viola kitaibeliana</i> Schultes	Violette naine

Annexe 4 : Liste d'espèces nitrophiles et liste d'espèces allochtones envahissantes

Espèces nitrophiles		Indice d'Ellenberg + "Baseflor" Nitrophilie
<i>Avena barbata</i> Link	Avoine barbue	5
<i>Avenula pubescens</i> (Hudson) Dumort.	Avoine pubescente	4
<i>Beta vulgaris</i> L. subsp. <i>maritima</i> (L.) Arcang.	Bette maritime	8
<i>Bromus sterilis</i> L.	Brome stérile	8
<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	Chardon à tête dense	7
<i>Carduus tenuiflorus</i> Curtis	Chardon à petites feuilles	7
<i>Chenopodium album</i> L.	Chénopode blanc	7
<i>Dactylis glomerata</i> L. subsp. <i>glomerata</i>	Pied-de-poule	7
<i>Hordeum murinum</i> L.	Orge sauvage	8
<i>Lagurus ovatus</i> L.	Lagure queue-de-lièvre	6
<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	Linaire commune	6
<i>Medicago sativa</i> L.	Luzerne	6
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Ravenelle	6
<i>Senecio vulgaris</i> L.	Sénéçon commun	8
<i>Smyrniium olusatrum</i> L.	Maceron	7
<i>Solanum dulcamara</i> L.	Douce amère	7
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Laiteron	8
Espèces allochtones envahissantes		
<i>Alnus cordata</i> (Loisel.) Duby	Aulne cordé	
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	Faux indigo	
<i>Anthemis maritima</i> L.	Anthémis maritime	
<i>Arctotheca calendula</i> (L.) Levyns	Arctothèque souci	
<i>Baccharis halimifolia</i> L.	Sénéçon en arbre	
<i>Berteroa incana</i> (L.) DC.	Alysson blanc	
<i>Carpobrotus edulis</i> (L.) N.E. Br.	Griffes de sorcière	
<i>Claytonia perfoliata</i> Donn ex Willd.	Claytonie perfoliée	
<i>Cortaderia selloana</i> (Schult. & Schult.f.) Asch. & Graebn.	Herbe de la pampa	
<i>Crepis sancta</i> (L.) Bornm.	Crépide de Nîmes	
<i>Periploca graeca</i> L.	Bourreau-des-arbres	
<i>Reynoutria japonica</i> Houtt.	Renouée du japon	
<i>Rumex thysiflorus</i> Fingerth.	Oseille à oreillettes	
<i>Senecio inaequidens</i> DC.	Sénéçon sud-africain	
<i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walter) Kuntze	Sténotaphrum	
	Épinard de la Nouvelle-	
<i>Tetragonia tetragonoides</i> (Pall.) Kuntze	Zélande	
<i>Yucca gloriosa</i> L.	Yucca	

Annexe 5 : Indicateur « Entomofaune »

Extrait de : JAULIN S. & SOLDATI F., 2005. - Les dunes littorales du Languedoc-Roussillon. Guide méthodologique sur l'évaluation de leur état de conservation à travers l'étude des cortèges spécialisés de Coléoptères. OPIE-LR / DIREN-LR, Millas, 58 pp.

MATERIELS ET METHODES

Critères d'identification des 3 familles à étudier

Chez les insectes, les Coléoptères sont caractérisés par les ailes antérieures durcies en élytre, formant une sorte de carapace et recouvrant les ailes postérieures ainsi que la totalité ou une grande partie de l'abdomen. Le corps est en général bien sclérifié.

Carabidae : leur corps est généralement allongé, leur tête a des antennes filiformes, des mandibules généralement bien développées et les tarse des pattes sont tous composés de 5 articles.

Scarabaeoidea : leur corps est général large et convexe, leur tête a des antennes coudées dont la partie terminale est composée de feuillets, et leurs tarse sont composés de 5 articles, sauf pour les Scarabéides vrais dont les pattes antérieures n'ont pas d'articles.

Tenebrionidae : leur corps est de forme et de taille excessivement variables, la base des antennes est recouverte par une dilatation du front entamant plus ou moins l'œil et leurs tarse postérieurs sont de 4 articles, les autres de 5.

Méthodologie d'échantillonnage

Matériel et technique

La plupart des espèces de Coléoptères que l'on rencontre dans les dunes littorales sont des psammo-halophiles fouisseuses.

De petites dimensions, elles se tiennent généralement durant la journée enterrées dans le sable, au pied des plantes, surtout de l'Oyat (*Ammophila arenaria*). Pour les observer, il faut tamiser le sable avec une passoire dont les mailles ne sont ni trop fines, pour laisser passer le sable, et ni trop grandes pour conserver les insectes. Un maillage de l'ordre de 1 mm est satisfaisant. Le tamisage peut s'effectuer sur environ 10 centimètres de profondeur sur la totalité de la surface du quadrat. Un tamisage trop en profondeur est inutile car, dès que le sable est humide, cette technique devient trop difficile à mettre en œuvre et, d'ailleurs, on n'y rencontre plus de Coléoptères. Les tamis à utiliser sont des passoires de 20 cm de diamètre avec une maille de 1 mm.

Dispositif d'échantillonnage

Dans le cadre de ce protocole à l'usage du gestionnaire, un tamisage soigneux sur seulement deux quadrats d'une surface de 2 x 2 m (figure 1) peut suffire pour avoir une estimation du potentiel d'un site. En effet, les biocénoses de Coléoptères psammo-halophiles sont assez constantes et leurs effectif suffisamment importants pour pouvoir avoir en peu de temps une estimation du peuplement d'un site. Il faut cependant compter deux heures pour une personne ou un peu plus d'une heure pour deux personnes pour effectuer correctement le tamisage total d'un quadrat de 2 m x 2 m.



Figure 1. Photo d'un petit quadrat (2 x 2 m).

Sur le complexe dunaire, les zones les plus propices au tamisage sont le haut de plage et les premières dunes (figure 2). Il s'agit des secteurs qui, avec la plage, sont les plus soumis à l'humidité et la salinité. Cependant, contrairement à cette dernière, dunes et hauts de plage sont couverts par la végétation psammohalophile au pied de laquelle toute la faune spécialisée s'abrite. Elle y trouve abri, nourriture, température tempérée et eau vitale. En effet, des plantes spécialisées telles que *Ammophila arenaria*, à des systèmes racinaire très développé, sont de véritables « pompes à eau » pour les espèces fouisseuses qui y vivent. L'Oyat est, de loin, la plante privilégiée par les Coléoptères psammo-halophiles.

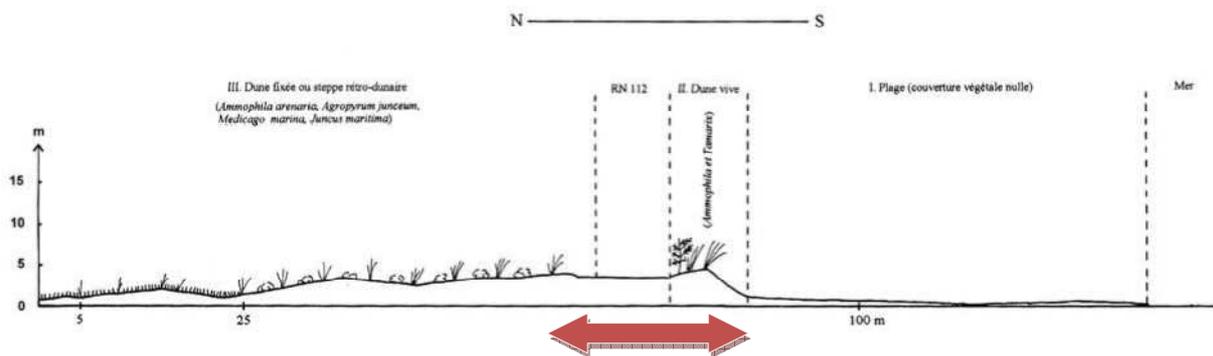


Figure 2 - Zone la plus propice au positionnement des 2 quadrats, en rouge (exemple de toposéquence sur l'isthme des Onglous, près de la tour du Castellás).

Quand faire les contrôles ?

Les périodes de prospection les plus favorables sont mai-juin et septembre - octobre, intersaisons où la faune coléoptérique des dunes est la plus conséquente et où la fréquentation humaine reste raisonnable. L'été, la sécheresse élimine certaines espèces ainsi qu'une partie des effectifs de celles qui sont actives toute l'année. L'hiver, le froid fait s'abriter beaucoup d'espèces qui sont alors presque introuvables. Fattorini *et al.*, (2001) ont montré que l'abondance mensuelle en *Tenebrionidae* montrait deux pics, respectivement au printemps et en automne, séparés par un été sec où les effectifs sont soumis à de sévères conditions d'aridité. Dans le cas où seule une prospection annuelle est possible, nous avons montré qu'il valait mieux choisir la période automnale, en raison de la richesse spécifique et des effectifs présents à cette saison (Jaulin et Soldati, 2003).

Enregistrement des résultats

Pour chaque quadrat, une fiche simple d'inventaire sera nécessaire pour lister les espèces indicatrices ou patrimoniales relevées (figure 3). Pour les taxons de très petite taille, il sera

obligatoire de récolter plusieurs individus pour leur détermination ultérieure en laboratoire. En effet, pour le non spécialiste, la reconnaissance des petites espèces ne pourra s'effectuer à l'œil nu, surtout lors des premières prospections.

Site : <i>Lido de Canet</i> (66)	N° du quadrat : 2	Date (JJMMAA) : 10/02/02
Genres espèces		Genres espèces
<i>Brindalus porcicollis</i>		
<i>Ammobius rufus</i>		
<i>Halammobia pellucida</i>		
<i>Phaleria bimaculata</i>		
<i>Trachyscelis aphodioides</i>		
<i>Xanthomus pellucidus</i>		
Remarques : <i>fort piétinement, végétation pauvre.</i>		

Figure 3 - Exemple de fiche de saisie de données de terrain.

Espèces indicatrices de l'état de conservation de la dune et espèces patrimoniales.

Espèces caractéristiques de l'*Ammophiletum*

Anomala ausonia mise à part, ces espèces sont toutes strictement inféodées aux dunes littorales à *Ammophila arenaria* et présentent les plus grands effectifs.

Sauf action de différents facteurs (cf. Jaulin et Soldati, 2005), ces espèces sont potentiellement présentes, voire «obligatoires » sur le site à étudier.

Ces éléments indicateurs sont à titre d'exemple :

- **Aphodiidae** : *Brindalus porcicollis*, *Psammotus basalis*
- **Carabidae** : *Harpalus neglectus* ssp. *mayeti*, *Scarites buparius*
- **Cicindelidae** : *Eugrapha trisignata*, *Lophyridia lunulata* ssp. *nemoralis*
- **Rutelidae** : *Anomala ausonia*
- **Scarabaeidae** : *Scarabaeus semipunctatus*
- **Tenebrionidae** : *Ammobius rufus*, *Catomus consentaneus*, *Halammobia pellucida*, *Heliopathes littoralis*, *Phaleria bimaculata*, *Phaleria provincialis*, *Pimelia bipunctata*, *Stenosis intermedia*, *Tentyria mucronata*, *Trachyscelis aphodioides* et *Xanthomus pellucidus*

Ces espèces sont potentiellement présentes sur tous les cordons dunaires de la région Languedoc-Roussillon. Quelles que soit la nature ou la granulométrie du sable, la plante fixatrice, la période dans l'année, *Ammobius rufus* et *Brindalus porcicollis* sont les deux espèces les plus représentées des dunes littorales du Languedoc-Roussillon. Néanmoins, certains éléments peuvent manquer pour différentes raisons lors des inventaires ponctuels, sans que pour autant on puisse parler de perturbation.

- Clé de détermination simplifiée des espèces indicatrices de l'*Ammophiletum* et des espèces patrimoniales.

- Fiches des espèces indicatrices et patrimoniales des cordons dunaires à *Ammophila arenaria*.

Pour évaluer l'état de conservation d'un complexe dunaire, nous proposons une méthodologie basée sur l'analyse d'une grille de cotation (tableau I). Cette dernière prend en compte l'absence ou la présence des espèces caractéristiques de l'*Ammophiletum* et des espèces patrimoniales. Selon les critères de granulométrie, de géonémie et de sporadicité, un coefficient a été attribué aux espèces potentiellement présentes.

Cette grille peut être remplie après deux inventaires réalisés selon la méthodologie précédemment expliquée. L'opérateur remplit la grille en attribuant une valeur à chaque espèce correspondant à son coefficient lorsque l'espèce est présente ou à zéro lorsque celle-ci est absente. Les valeurs s'échelonnent de 0 à 3. Le travail de remplissage de la grille une fois terminé, les valeurs sont additionnées, de façon à obtenir un indice caractérisant l'état du complexe.

Tabl. I - Grille de cotation des espèces potentiellement présentes sur un complexe dunaire donné

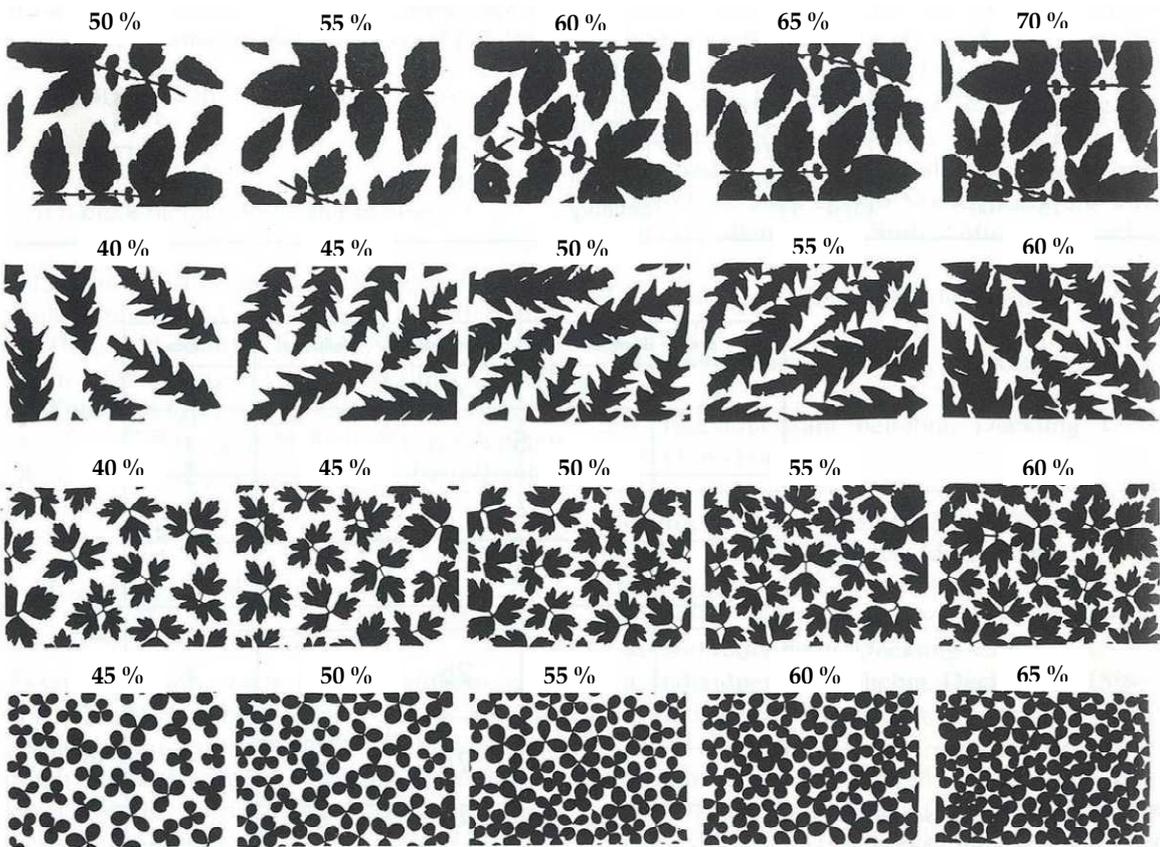
Genre espèce	Famille	Coefficient	Valeur
<i>Ammobius rufus</i>	Tenebrionidae	3	
<i>Anomala ausonia</i>	Rutelidae	3	
<i>Brindalus porcicollis</i>	Aphodiidae	3	
<i>Catomus consentaneus</i>	Tenebrionidae	2	
<i>Eugrapha trisignata</i> ou <i>Lophyridia lunulata</i>	Cicindelidae	1	
<i>Gonocephalum yelamosi</i>	Tenebrionidae	1	
<i>Halammobia pellucida</i>	Tenebrionidae	3	
<i>Heliopathes littoralis</i>	Tenebrionidae	2	
<i>Leichenum pulchellum</i>	Tenebrionidae	2	
<i>Phaleria bimaculata</i> ou <i>Phaleria provincialis</i>	Tenebrionidae	3	
<i>Phtora crenata</i>	Tenebrionidae	1	
<i>Pimelia bipunctata</i>	Tenebrionidae	3	
<i>Psammодиус basalіs</i>	Aphodiidae	2	
<i>Psammодиус pierottii</i>	Aphodiidae	1	
<i>Pseudoseriscius pruinosis</i>	Tenebrionidae	1	
<i>Rhyssemus marqueti</i>	Aphodiidae	1	
<i>Scarabaeus semipunctatus</i>	Scarabaeidae	2	
<i>Scarites buparius</i>	Carabidae	3	
<i>Stenosis intermedia</i> ou <i>Stenosis sardoа</i>	Tenebrionidae	2	
<i>Tentyria mucronata</i>	Tenebrionidae	3	
<i>Trachyscelis aphodioides</i>	Tenebrionidae	3	
<i>Xanthomus pellucidus</i>	Tenebrionidae	3	

L'indice obtenu pouvant être compris selon les intervalles définis dans le tableau II révèle ainsi l'état dans lequel se situe le peuplement de Coléoptères. Ce dernier étant un bon indicateur biologique de l'état de conservation du complexe dunaire, il est alors possible d'extrapoler le résultat obtenu à celui de l'état de conservation du complexe.

Tabl. II - Correspondance de l'état du peuplement en fonction d'un indice obtenu

Indice	Etat du peuplement
≤9	Très dégradé
10 à 19	En déclin
20 à 29	Perturbé
30 à 39	Bien conservé
≥ 40	Très bien conservé

Annexe 6 : Schéma d'aide à l'estimation du taux de recouvrement (Kleczewski, 2011)



Annexe 7 : Exemple de fiche de relevé appliqué à l'habitat dune grise

Site d'étude:			Date:			Nom de l'observateur:												
Dunes grises des côtes atlantiques (2130* - 2)			Numéro du transect large évalué															
Indicateurs	Echelle	Modalités	TL1			TL2			TL3			TL4			TL5...			
Evolution de la surface	Site	Stabilité																
		Régression (sévérité à préciser)																
Largeur de la dune grise	TL	> 100 m																
		entre 50 et 100 m																
		< 50 m																
Degré d'érosion éolienne	TL	Pas d'érosion éolienne																
		Erosion forte																
		Erosion très forte																
Recouvrement de jeunes espèces ligneuses en %	TL	< 5 %																
		5-20 %																
		> 20 %																
Choix A	Numéro des placettes		1	2	3...	1	2	3...	1	2	3...	1	2	3...	1	2	3...	
	Présence d'espèces indicatrices de l'habitat	Placette	> 11 esp. de la liste															
			7 à 11 esp. de la liste															
			0 à 7 esp. de la liste															
	Recouvrement d'espèces nitrophiles en %	Placette	< 10 %															
			> 10 %															
			Nom des espèces observées															
			< 10 %															
	Recouvrement d'espèces allochtones envahissantes en %	Placette	> 10 %															
			Nom des espèces observées															
Choix B	Atteintes lourdes	TL	Aucune atteinte lourde															
			Surface impactée 0-5 %															
			Surface impactée 5-10 %															
			Surface impactée 10-20 %															
			Surface impactée >20 %															
			Types d'atteintes observées															
	Atteintes diffuses	TL	Atteintes négligeables ou nulles															
			Atteintes moyennes															
			Atteintes importantes															
			Types d'atteintes observées															
Observations diverses, remarques:																		
Localisation ou coordonnées géographiques du TL																		
Localisation ou coordonnées géographiques de la placette																		



- Résumé -

L'évaluation de l'état de conservation des espèces et des habitats d'intérêt communautaire à l'intérieur des sites Natura 2000 est une obligation dans le droit français (l'article R. 414-11 du Code de l'environnement). Pour faciliter le travail des opérateurs et permettre une future comparaison et mutualisation des données entre les sites, le MNHN a été chargé par le ministère de l'écologie, du développement durable, du transport et du logement (MEDDTL) de mettre en place des méthodes standardisées au niveau français pour évaluer l'état de conservation de tous les habitats de la DHFF.

Le but recherché est la mise en place de méthode facile à mettre en œuvre, pragmatique, reproductible et accessible à tous les opérateurs. Une première méthodologie d'évaluation de l'état de conservation pour les habitats forestiers à l'échelle du site Natura 2000 a été élaborée (Carnino, 2009). C'est dans la continuité de ce travail que cette étude s'inscrit parallèlement à d'autres études en cours pour les habitats agropastoraux, les milieux humides et aquatiques ainsi que pour les habitats marins.

La méthode présentée permet d'évaluer l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire des dunes non boisées du littoral atlantique à l'échelle du site Natura 2000. Il s'agit d'une première version qui sera amenée à évoluer. Nous l'avons appliquée à trois habitats élémentaires des dunes maritimes des rivages atlantiques.

L'étude a porté sur les dunes embryonnaires atlantiques (2110-1), les dunes mobiles à *Ammophila arenaria* subsp. *arenaria* des côtes atlantiques (2120-1) et les dunes côtières fixées à végétation herbacées des côtes atlantiques (2130*-2) sur le site d'Olonne-sur-Mer (Vendée).

Cette méthode repose sur des critères et indicateurs qualitatifs ou quantitatifs, simples et en nombre restreint. Plusieurs indicateurs ont ainsi été sélectionnés après avoir été testés sur le terrain et leur modalité d'application a été précisée afin d'évaluer l'état des structures et des fonctionnalités de l'habitat et les atteintes pouvant avoir un impact important.

Appliquée dans les sites du réseau Natura 2000, cette méthode constituera un bon outil d'aide à la gestion pour agir en faveur du bon état de conservation.