

# **Évaluation de l'état de conservation des landes humides d'intérêt communautaire**

Cahiers d'évaluation à l'échelle des sites Natura  
2000

*Version 1*



# UNITÉ MIXTE DE SERVICE

## PATRIMOINE NATUREL



[www.ofb.gouv.fr](http://www.ofb.gouv.fr)



[www.cnrs.fr](http://www.cnrs.fr)



[www.mnhn.fr](http://www.mnhn.fr)

Nom du Programme/Projet : **développement de méthodes d'évaluation d'état de conservation pour les sites Natura 2000 (terre et mer)**

Chef de projet : **Farid Bensettiti** ([bensettiti@mnhn.fr](mailto:bensettiti@mnhn.fr))

Chargée de mission : **Margaux Mistarz** ([margaux.mistarz@mnhn.fr](mailto:margaux.mistarz@mnhn.fr))

Stagiaire : **Lisa Grivel**

Personnes mobilisées : **Loïc Delassus (CBNB), Marie Goret (CBNB), Gwenhael Perrin (UBO), Emmanuel Holder (Bretagne Vivante), Aline Bifolchi (Association de Mise en Valeur des sites naturels de Glomel), Rémi Guisier (CBNSA), Anthony Le fouler (CBNSA), Pierre Lafon (CBNSA), Arnaud Six (PNR Périgord-Limousin), Yann Sellier (GEREPI), Jérôme Wegnez (CBNBP), Christophe Bach (CNPf), Vincent Gaudillat (UMS Patrinat), Julia Combrun (PNR Normandie-Maine), Maiwenn Le Rest (CPIE du Cotentin), Jérémy Lebrun (CEN Picardie), Marie-Hélène Guislain (CEN Picardie), David Paulin (CBNA), Raphaël Coulombel (CBNBI), Guillaume Choynet (COENOSE), Isabelle Witté (UMS Patrinat), Jérôme Fouert-Pouret (PNR Landes de Gascogne), Bernard Clément**

Relecture : **Perrine Etheimer** ([perrine.etheimer@mnhn.fr](mailto:perrine.etheimer@mnhn.fr)), **Théo Duquesne** ([theo.duquesne@mnhn.fr](mailto:theo.duquesne@mnhn.fr)), **Tiphaine Ouisse** ([tiphaine.ouisse@mnhn.fr](mailto:tiphaine.ouisse@mnhn.fr)), **Farid Bensettiti** ([bensettiti@mnhn.fr](mailto:bensettiti@mnhn.fr))

Référence du rapport conseillée : **Mistarz M. & Grivel L., 2020. - Évaluation de l'état de conservation des landes humides d'intérêt communautaire. Cahiers d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Version 1. UMS Patrinat – OFB/CNRS/MNHN. 88p.**

---

## L'UMS Patrimoine naturel - PatriNat

### Centre d'expertise et de données sur la nature



Depuis janvier 2017, l'Unité Mixte de Service Patrimoine naturel assure des missions d'expertise et de gestion des connaissances pour ses trois tutelles, que sont le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN), l'Office français pour la biodiversité (OFB) et le Centre national de la recherche scientifique (CNRS).

Son objectif est de fournir une expertise fondée sur la collecte et l'analyse de données de la biodiversité et de la géodiversité présentes sur le territoire français, et sur la maîtrise et l'apport de nouvelles connaissances en écologie, sciences de l'évolution et anthropologie. Cette expertise, établie sur une approche scientifique, doit contribuer à faire émerger les questions et à proposer les réponses permettant d'améliorer les politiques publiques portant sur la biodiversité, la géodiversité et leurs relations avec les sociétés et les humains.

En savoir plus : [patrinat.fr](http://patrinat.fr)

Co-directeurs :

Laurent PONCET, directeur en charge du centre de données

Julien TOUROULT, directeur en charge des rapports et de la valorisation

---

## Inventaire National du Patrimoine Naturel



Porté par l'UMS Patrinat, cet inventaire est l'aboutissement d'une démarche qui associe scientifiques, collectivités territoriales, naturalistes et associations de protection de la nature, en vue d'établir une synthèse sur le patrimoine naturel en France. Les données fournies par les partenaires sont organisées, gérées, validées et diffusées par le MNHN. Ce système est un dispositif clé du Système d'Information sur la Nature et les Paysages (SINP) et de l'Observatoire National de la Biodiversité (ONB).

Afin de gérer cette importante source d'informations, le Muséum a construit une base de données permettant d'unifier les données à l'aide de référentiels taxonomiques, géographiques et administratifs. Il est ainsi possible d'accéder à des listes d'espèces par commune, par espace protégé ou par maille de 10x10 km. Grâce à ces systèmes de référence, il est possible de produire des synthèses, quelle que soit la source d'information.

Ce système d'information permet de consolider des informations qui étaient jusqu'à présent dispersées. Il concerne la métropole et l'outre-mer, aussi bien sur la partie terrestre que marine. C'est une contribution majeure pour la connaissance naturaliste, l'expertise, la recherche en macroécologie et l'élaboration de stratégies de conservation efficaces du patrimoine naturel.

En savoir plus : [inpn.mnhn.fr](http://inpn.mnhn.fr)

---

## Remerciements

Un grand merci à tous les experts, universitaires et gestionnaires qui ont participé à l'étude, en nous accompagnant sur le terrain, lors d'échanges pendant ou hors comités de pilotage et/ou en facilitant l'accès aux sites : **Loïc Delassus (CBNB)**, **Marie Goret (CBNB)**, **Gwenhael Perrin (UBO)**, **Emmanuel Holder (Bretagne Vivante)**, **Aline Bifolchi (Association de Mise en Valeur des sites naturels de Glomel)**, **Rémi Guisier (CBNSA)**, **Anthony Le fouler (CBNSA)**, **Pierre Lafon (CBNSA)**, **Arnaud Six (PNR Périgord-Limousin)**, **Yann Sellier (GEREPI)**, **Jérôme Wegnez (CBNBP)**, **Christophe Bach (CNPf)**, **Vincent Gaudillat (UMS Patrinat)**, **Julia Combrun (PNR Normandie-Maine)**, **Maiwenn Le Rest (CPIE du Cotentin)**, **Jérémy Lebrun (CEN Picardie)**, **Marie-Hélène Guislain (CEN Picardie)**, **David Paulin (CBNA)**, **Raphaël Coulombel (CBNBI)**, **Guillaume Choynet (COENOSE)**, **Jérôme Fouert-Pouret (PNR Landes de Gascogne)** et **Bernard Clément**.

Merci à **Isabelle Witté (UMS Patrinat)** pour son accompagnement sur les aspects statistiques.

Merci à **Farid Bensettiti (UMS Patrinat)** pour sa relecture, **Jérôme Millet (OFB)** pour les aspects relevant des conventions AFB-CBN, **Mélanie Hubert (UMS Patrinat)**, **Sylvie Chevallier (UMS Patrinat)** et **Fabienne Rue (UMS Patrinat)** pour les aspects administratifs.

Merci à **Philippe Durand (UMR SILVA)**, tuteur universitaire, d'avoir accompagné et encouragé le stage sur la thématique.

Merci à **Philippe Peyrache** et **Hervé Bouyon** pour leurs photographies.

Enfin, merci à tous nos collègues de l'UMS Patrinat à Brunoy : **Manon**, **Théo** (pour sa relecture), **Olivier**, **Nicolas**, **Julien**, **Guillaume**, **Chloé**, **Philippe**, **Cindy**, **Aurélie**, **Camille**, **Océane**, **Santiago**, **Brian**, **Florian**, **Perrine** (pour sa relecture), **Tiphaine** (pour sa relecture), **Julie** et **tous les stagiaires et vacataires** qui se sont succédés depuis un an.

# Sommaire

<b>Préambule.....</b>	<b>7</b>
<b>1 Évaluer l'état de conservation, une obligation dans les droits européen et français.....</b>	<b>8</b>
1.1 Au niveau européen .....	8
1.2 Au niveau national.....	10
<b>2 Définition des habitats et états de référence .....</b>	<b>12</b>
2.1 Typologie et réflexions sur la notion d'habitat .....	12
2.2 Choisir les états de conservation favorables d'un habitat à l'échelle de son site Natura 2000 .....	13
2.3 ...et les états de référence .....	14
<b>3 Principe méthodologique de l'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000 .....</b>	<b>16</b>
3.1 D'une évaluation à l'échelle du polygone.....	16
3.2 ...à une évaluation à l'échelle du site Natura 2000 .....	19
3.2.1 Proportions des placettes en différents états de conservation .....	19
3.2.2 Moyenne des notes de l'ensemble des placettes .....	21
3.2.3 Distribution des placettes sur le gradient d'état de conservation .....	22
3.2.4 Diagramme en étoile .....	22
3.2.5 Répartition des placettes par indicateur .....	23
3.2.6 Cartographie des placettes .....	23
3.3 Trouver le bon compromis entre coûts et efficacité .....	24
<b>4 Les landes, habitats d'intérêt communautaire .....</b>	<b>26</b>
4.1 Les landes : définition et description.....	26
4.2 Genèse et dynamique des milieux landicoles .....	27
4.3 Les landes humides d'intérêt communautaire.....	28
<b>5 Processus d'élaboration des grilles d'évaluation, concept et application aux landes humides .....</b>	<b>28</b>
5.1 Phase préparatoire .....	29
5.1.1 Choix des critères et indicateurs .....	29
5.1.2 Choix des sites tests.....	30
5.2 Phase de test des indicateurs sur le terrain.....	31
5.2.1 Objectifs .....	31
5.2.2 Le relevé phytosociologique, un outil efficace car synthétique.....	34
5.2.3 Biais observateur .....	36
5.3 Analyses des données et validation .....	36
5.3.1 Conversion des données brutes .....	36
5.3.2 Analyses statistiques .....	37
<b>6 Discussion générale .....</b>	<b>39</b>
6.1 Des méthodes simples pour une réalité complexe .....	39

6.2 Des méthodes évolutives et adaptables.....	40
6.3 Le choix des états de référence aux échelles nationale et de l'habitat générique .....	41
<b>7 Conclusion .....</b>	<b>42</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>43</b>
 <b>État de conservation des « Landes humides atlantiques septentrionales à <i>Erica tetralix</i> » (UE 4010) et des « Landes humides atlantiques tempérées à <i>Erica ciliaris</i> et <i>Erica tetralix</i> » (UE 4020*). Guide d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000.....</b>	 <b>53</b>

## Préambule

La dégradation des habitats naturels est un problème majeur à l'échelle mondiale. Les écosystèmes continuent d'être dégradés, malgré leur importance reconnue pour la biodiversité (IUCN, 2016). Les principales menaces identifiées sont le changement d'utilisation des terres, l'exploitation directe des organismes, le changement climatique, les pollutions et les espèces exotiques envahissantes (EEE) (IPBES, 2019). Du fait de leur importance écologique et de leur forte régression depuis des décennies, la convention de Ramsar de 1971 visait à engager les États membres à l'utilisation rationnelle des zones humides, à la bonne gestion des zones humides d'importance internationale, et à la coopération internationale pour la protection des zones humides transfrontières (Ramsar Convention Secretariat, 2016). Plusieurs accords ont ensuite été conclus au niveau international afin de préserver les écosystèmes naturels, dont le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) de 1972, visant le développement économique des pays, allié à la prise en compte de l'environnement (PNUE, 1972). Le PNUE amène pour la première fois les problèmes écologiques à l'échelle internationale. En 1992, c'est la Convention sur la diversité biologique (CDB) qui est adoptée lors du sommet de la Terre à Rio de Janeiro afin de fixer un cadre international de conservation de la biodiversité, d'utilisation durable des éléments naturels, ainsi que de partage juste et équitable des avantages découlant de l'utilisation des ressources génétiques (Nations Unies, 1992). Malgré tout, il ressort que les zones humides sont particulièrement impactées à l'échelle mondiale. Seulement 13 % de leur surface présente en 1700 perdurait en 2000 (IPBES, 2019). Depuis 1900, 64 % des zones humides ont disparu (IUCN, 2015). Les pertes plus récentes sont en encore plus rapides (0,8 % de la surface perdue par an entre 1970 et 2008) (IPBES, 2019).

À l'échelle européenne, la directive « Habitats-Faune-Flore » (DHFF) a été adoptée le 21 mai 1992 (Conseil de la CEE, 1992). Elle vise la préservation des habitats naturels, de la faune et de la flore sauvages. Un outil européen de conservation des habitats, de la faune et de la flore a été créé suite à cette démarche, le réseau Natura 2000. Au sein du réseau, l'évaluation de l'état de la conservation des espèces et des habitats est une obligation communautaire à l'échelle du territoire métropolitain (article R414-11 du Code de l'environnement) (Anonyme, 2008), suite à la transposition de la DHFF dans le Droit français. Le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN) a ainsi été sollicité par le Ministère en charge de l'Écologie pour la mise en place de méthodologies d'évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire (HIC) présents dans les sites Natura 2000.

Les résultats des diagnostics locaux de l'état de conservation des habitats et espèces de chaque site Natura 2000 sont inclus dans le Document d'objectifs (DOCOB), qui permet de fixer les objectifs de conservation de la biodiversité et de gestion de chaque site. L'UMS Patrinat (OFB/CNRS/MNHN) a engagé depuis 2008 des réflexions autour des méthodologies d'évaluation de l'état de conservation des HIC. Plusieurs méthodologies ont été initiées ou mises en place, sur les habitats forestiers (Carnino, 2009 ; Maciejewski, 2016), les dunes non boisées du littoral atlantique (Goffé, 2011), les habitats marins (Lepareur, 2011 ; Le Floch, 2015), les lagunes côtières (Lepareur *et al.*, 2013 ; Lepareur *et al.*, 2018), les habitats agropastoraux (Maciejewski, 2012 ; Maciejewski *et al.*, 2013 ; Maciejewski *et al.*, 2015), les habitats des eaux courantes (Viry, 2013), les eaux dormantes (Charles et Viry, 2015 ; Mistarz, 2016 ; Latour, 2018 ; Mistarz et Latour, 2019), les habitats tourbeux (Epicoco et Viry, 2015 ; Clément, 2017 ; Garcin, 2018 ; Reich, 2019 ; Clément *et al.*, 2020) et les landes humides (Grivel, 2019).

Au niveau national, les milieux humides tels que les landes, les forêts humides et les tourbières représentaient 3 % du territoire en 2015 (Eaufrance, 2015). L'urbanisation, le drainage, l'agriculture intensive, les prélèvements de ressources et les pollutions sont les principales causes de régression des milieux humides, dont certaines landes font partie. Ces dernières évoluent sur des substrats acides, oligotrophes, engorgés de manière permanente ou temporaire. Leur végétation principale est constituée de chaméphytes (végétaux ligneux, vivaces dont la hauteur n'excède pas 50 centimètres) (Raunkiaer, 1934). Elles se distinguent par des espèces indicatrices telles que *Erica tetralix* et *Erica ciliaris*. Les landes sont généralement issues de milieux anthropisés, d'anciens défrichements agropastoraux ou sylvicoles. La principale mesure de gestion consiste à empêcher la fermeture du milieu, en mettant en place, par exemple, du pâturage extensif ou de l'abattage (Bensettiti *et al.*, 2002). Du fait de la grande valeur écologique des landes en Europe et des nombreuses menaces auxquelles elles sont soumises, le développement d'outils et de méthodes pour évaluer leur état de conservation est indispensable afin de prévenir les futures pertes de biodiversité inféodée à ces milieux (Carboni *et al.*, 2015). En effet, l'outil d'évaluation est une aide aux gestionnaires afin de définir les priorités d'intervention et les paramètres sur lesquels agir, de s'assurer de l'efficacité des mesures de gestion mises en œuvre et de définir le « bon état » de conservation.

Depuis 2019, une étude est menée en vue d'aboutir à la proposition d'indicateurs permettant d'évaluer l'état de conservation des landes humides à l'échelle du territoire métropolitain (Grivel, 2019). Ce travail résulte de recherches bibliographiques et de tests sur le terrain visant à produire un cadre méthodologique pour l'évaluation de l'état de conservation des landes humides d'intérêt communautaire :

- les landes humides atlantiques septentrionales à *Erica tetralix* (UE 4010) ;
- les landes humides atlantiques tempérées à *Erica tetralix* et *Erica ciliaris* (UE 4020\*).

Ce document vise à exposer les concepts et définitions propres à l'évaluation de l'état de conservation des landes humides d'intérêt communautaire à l'échelle des sites Natura 2000. Cette première partie a également pour but de mettre en exergue les perspectives et orientations à donner aux travaux futurs. Dans une seconde partie est proposé un guide pratique d'application de la méthodologie d'évaluation de l'état de conservation des landes humides d'intérêt communautaire. Ce document s'adresse aux gestionnaires de site Natura 2000 et à toute personne désireuse de mener une réflexion sur la thématique.

## **1 Évaluer l'état de conservation, une obligation dans les droits européen et français**

### **1.1 Au niveau européen**

À l'échelle européenne, la convention de Berne de 1979 fixe les bases de la conservation de la vie sauvage et des milieux naturels (Conseil de l'Europe, 1979). Suite à cette première convention, la DHFF a été adoptée le 21 mai 1992 (Conseil de la CEE, 1992). Elle vise à préserver les habitats naturels, la faune et la flore sauvages. Elle vient ainsi s'ajouter à la Directive « Oiseaux » (DO) de 1979 (Conseil de la CEE, 1979), dont l'objectif est la conservation des oiseaux sauvages. Un outil européen de conservation des habitats, de la faune et de la flore a été créé suite à cette démarche,



le réseau Natura 2000. Celui-ci vise à empêcher la perte de biodiversité, tout en considérant l'homme à part entière dans l'écosystème. Le réseau Natura 2000 est composé de Zones de Protection spéciale (ZPS) au titre de la DO et de Zones spéciales de conservation (ZSC) au titre de la DHFF. En 2017, le réseau couvrait 18,15 % de la surface terrestre du territoire de l'Union européenne (UE) et 6 % de la surface marine associée (Peters et Von Unger, 2017), soit plus de 28 000 sites (5 572 ZPS et 23 726 ZSC). Les ZSC, désignées de façon réglementaire, administrative et/ou contractuelle à partir de sites d'importance communautaire (SIC), sont des zones sur lesquelles s'appliquent des mesures de gestion conservatoires en vue du maintien ou de la restauration dans un état de conservation favorable des habitats et des populations d'espèces (art. 1, DHFF) listés en Annexes I et II de la DHFF (soit 230 habitats, ainsi que 1 200 espèces végétales et animales). En effet, la protection des aires est une politique de conservation classique s'appuyant sur le postulat qu'une aire protégée permet de conserver les habitats et les espèces menacés qui lui sont associés (Bartula *et al.*, 2011). La DHFF s'inscrit dans une démarche de développement durable en protégeant l'environnement tout en prenant en compte les aspects socio-économiques propres à chaque région (art. 2).

L'article 1 de la DHFF définit la notion d' « habitats naturels » comme étant « *des zones terrestres ou aquatiques se distinguant par leurs caractéristiques géographiques, abiotiques et biotiques, qu'elles soient entièrement naturelles ou semi-naturelles* » (Conseil de la CEE, 1992). L'état de conservation des habitats naturels y est également défini comme « *l'effet de l'ensemble des influences agissant sur un habitat naturel ainsi que sur les espèces typiques qu'il abrite, 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 (...)* ». Au titre de la DHFF, les habitats sont considérés « d'intérêt communautaire », lorsqu'ils :

- « *sont en danger de disparition dans leur aire de répartition naturelle ;*
- *ont une aire de répartition naturelle réduite par suite de leur régression ou en raison de leur aire intrinsèquement restreinte ;*
- (...) *constituent des exemples remarquables de caractéristiques propres à l'une ou à plusieurs des neuf régions biogéographiques* » (art. 1).

Parmi ces HIC, se distinguent des HIC dits prioritaires (dont l'intitulé et le code sont marqués d'un astérisque à l'Annexe I de la DHFF), particulièrement en danger de disparition. Les États membres concernés par ces HIC prioritaires portent une responsabilité forte en raison de l'importance de leur aire de répartition sur leur territoire (art. 1).

L'article 17 de la DHFF, quant à lui, stipule que l'évaluation de l'état de conservation des HIC listés en Annexe I et celle de l'ensemble des taxons des Annexes II, IV et V doit être effectuée tous les six ans au niveau biogéographique (une région biogéographique est une zone géographique climatiquement et écologiquement homogène du point de vue de l'occurrence des espèces, des écosystèmes, de l'environnement et de la biodiversité) (Udvardy, 1975). Cette évaluation est rendue à la Commission européenne sous forme d'un rapport (rapportage). Les États membres doivent également assurer la surveillance des HIC présents sur leur territoire (art. 11) (Conseil de la CEE, 1992).

## 1.2 Au niveau national

La France métropolitaine possède quatre domaines biogéographiques terrestres (alpin, atlantique, continental et méditerranéen) et deux régions biogéographiques marines (atlantique et méditerranéenne). Elle recense 130 habitats listés en Annexe I de la DHFF (soit 51 % des HIC), et 159 espèces d'intérêt communautaire (EIC) listées en Annexe II (soit 17 % des EIC) (MNHN, 2003-2020). En 2017, le réseau Natura 2000 couvrait 12,9 % du territoire métropolitain terrestre et 33 % de la surface marine, soit 1 776 sites (ZPS et ZSC) (Figure 1) (Peters et Von Unger, 2017). La France est l'un des pays les plus riches d'Europe au niveau de la diversité biologique.

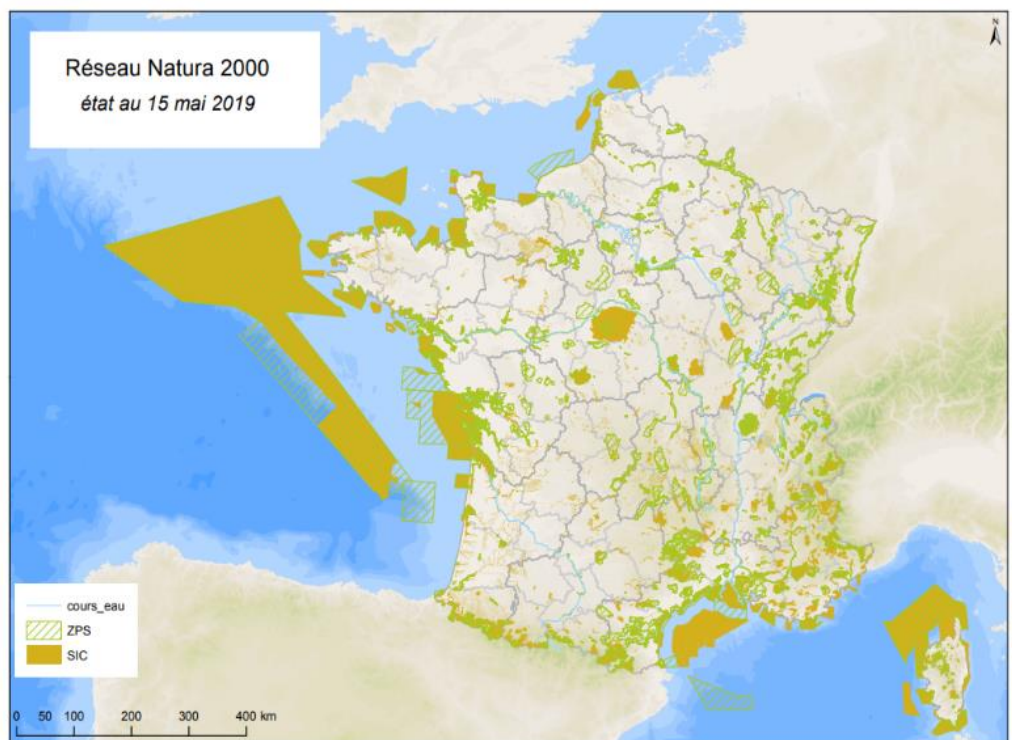


Figure 1. SIC proposés et ZPS désignées par la France au 15 mai 2019.

C'est dans ces contextes écologique, réglementaire et historique, qu'en 2005, les premiers livres du Code de l'environnement français sont publiés. L'article R414-11 du Code de l'environnement (Anonyme, 2008) notifie l'évaluation de l'état de conservation des HIC et EIC pour chaque site Natura 2000. Il constitue une transposition de la DHFF dans le Droit français (Figure 2). Les résultats de l'évaluation doivent être retranscrits dans le DOCOB. En 2017, 97 % des sites étaient dotés d'un DOCOB et 83 % étaient dotés d'un animateur en charge de la coordination des actions de préservation, de gestion et de valorisation au quotidien (Peters et Von Unger, 2017). Chaque site Natura 2000 désigné devrait normalement être doté de ce document, qui constitue le plan de gestion du site. Toutes les décisions politiques (attributions des aides agricoles et forestières, urbanisme, aménagement du territoire, etc.) s'appliquant sur un site Natura 2000 peuvent s'appuyer sur le DOCOB, qui doit présenter, notamment :

- l'état de conservation et les exigences écologiques des habitats et des espèces ayant justifié la désignation du site ;
- les objectifs de développement durable permettant d'assurer la conservation des habitats et des espèces et, si besoin, leur restauration ;

- les modalités de suivi des mesures projetées, ainsi que les méthodes de surveillance des habitats et des espèces en vue de l'évaluation de leur état de conservation ;
- des propositions de mesures permettant d'atteindre ces objectifs (Anonyme, 2008).

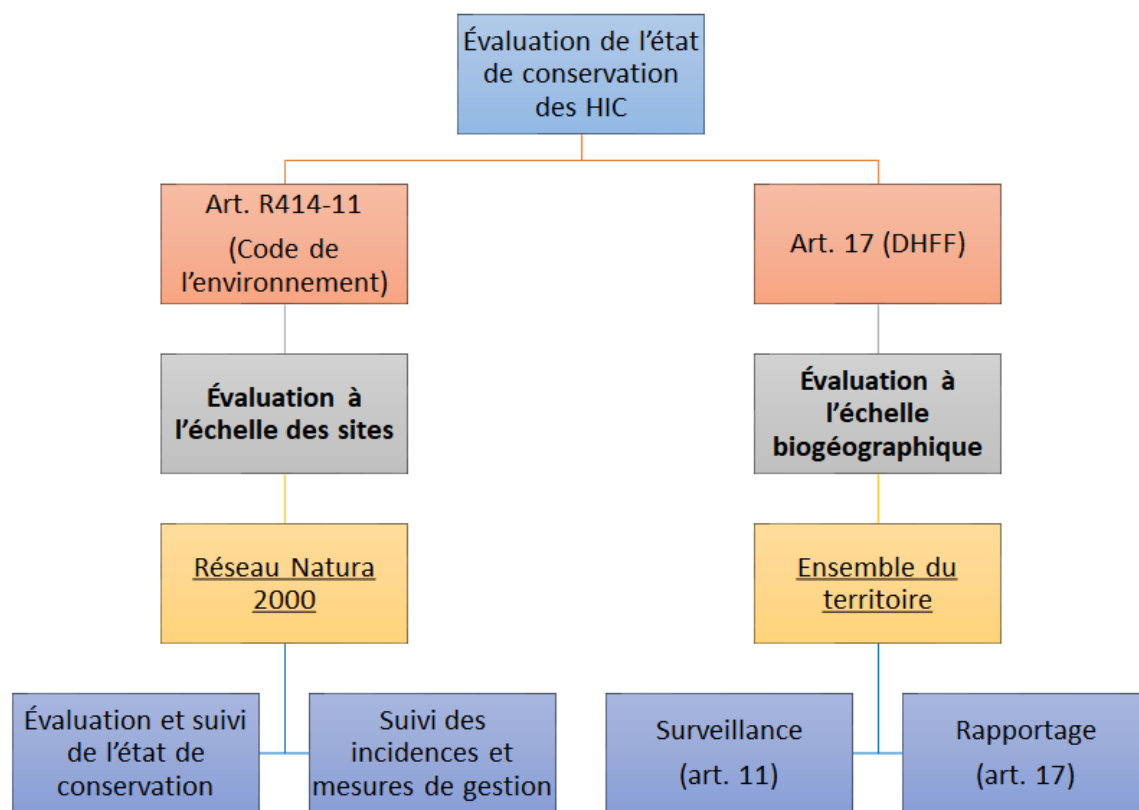


Figure 2. Démarche globale d'évaluation de l'état de conservation des HIC, aux échelles biogéographique et des sites Natura 2000.

Afin de répondre aux objectifs réglementaires, le MNHN s'est vu confier par le ministère en charge de l'Écologie la mise en place de méthodes standardisées pour évaluer l'état de conservation des HIC à l'échelle des sites Natura 2000, sur l'ensemble du territoire métropolitain. Les données recueillies à l'échelle des sites peuvent également participer à l'évaluation à l'échelle biogéographique. À l'heure actuelle, 26 % des HIC recensés sur le territoire métropolitain sont couverts par une méthode d'évaluation ou ont fait l'objet d'une première approche méthodologique. Le but recherché est la mise en place de méthodes pragmatiques, reproductibles et accessibles à tous les opérateurs. Elles doivent fournir des éléments écologiques pertinents afin d'alimenter les débats concernant la gestion des sites (Maciejewski *et al.*, 2016). Le fait que l'évaluation de l'état de conservation des habitats soit effectuée par différents experts implique la production d'une méthode standardisée si l'on veut diminuer le risque d'interpréter la notion d'état de conservation de différentes manières (Bottin *et al.*, 2005).

## 2 Définition des habitats et états de référence

### 2.1 Typologie et réflexions sur la notion d'habitat

Dans la littérature, l'habitat se compose essentiellement d'un compartiment stationnel (climat, physico-chimie, géologie, etc.), non dissociable d'une communauté d'organismes (faune, flore, fonge, etc.). Le travail de réflexion sur la méthodologie d'évaluation de l'état de conservation des landes humides d'intérêt communautaire requiert une définition précise des objets évalués. À des fins conservatoires, il est nécessaire de positionner ces habitats au sein d'une typologie, accompagnée d'une diagnose permettant de les identifier précisément sur le terrain. Créer une typologie permet de fixer les limites des habitats étudiés, objets d'étude sur lesquels vont s'appliquer les politiques de conservation. Cette simplification nécessite de faire des choix qui ont des conséquences pour l'utilisateur.

Les objets évalués sont ici des habitats listés en Annexe I de la DHFF (Conseil de la CEE, 1992) et décrits dans *l'Interpretation manual of European habitats* (Commission européenne, 2013). Ils sont qualifiés d'habitats génériques. En France, ces habitats génériques ont été déclinés en habitats élémentaires dans les *Cahiers d'habitats humides* (Bensettiti *et al.*, 2002). Ces habitats élémentaires traduisent la diversité écologique de l'habitat générique et les modes de gestion qui s'y appliquent. Cette démarche vise à préciser la classification liée aux variations des habitats à l'échelle du territoire métropolitain et permet ainsi une adaptation des modes de gestion conservatoire.

Rameau *et al.* (2000) font le lien entre « végétation » et « habitat » en précisant que « *la végétation par son caractère intégrateur permet de déterminer l'habitat, en lien avec les unités de végétation du système phytosociologique* ». Ainsi, la végétation permet de définir un habitat puisque dépendante des conditions stationnelles. Cette définition permet également de reconnaître le rôle de la phytosociologie dans la caractérisation des habitats terrestres (Maciejewski *et al.*, 2016). La phytosociologie est la science des groupements végétaux, c'est-à-dire des syntaxons (Meddour, 2011). Ces syntaxons sont des unités de classification hiérarchiques emboîtées où l'association végétale est la plus petite unité élémentaire (Figure 3). Le postulat de base de la phytosociologie repose sur le fait que l'espèce végétale, voire mieux, l'association, est considérée comme le meilleur intégrateur de toutes les composantes écologiques (climat, pédologie, activités humaines, etc.). Les habitats de la DHFF correspondent à des unités syntaxonomiques. Ils sont identifiés et délimités spatialement par les communautés végétales, souvent décrites au rang de l'alliance (Angiolini *et al.*, 2016).

Il est reconnu que les communautés basales peuvent correspondre à des HIC si elles y sont phytosociologiquement rattachées. Selon Beslin *et al.* (2012), une communauté basale est « (...) *une végétation dont la composition ne permet pas son rattachement à un syntaxon élémentaire (association ou sous-association) car elle n'en possède pas la combinaison caractéristique. Elle est alors rattachée à une unité supérieure du synsystème qui sera, selon la spécificité du cortège floristique au niveau de l'alliance, l'ordre voire la classe* ». Ces communautés peuvent alors être considérées comme très jeunes, ou comme de mauvais états de conservation de l'habitat car très perturbées (Choisnet *et al.*, 2017). Si les informations phytosociologiques sont insuffisantes, ces communautés ne peuvent être rattachées à un HIC.

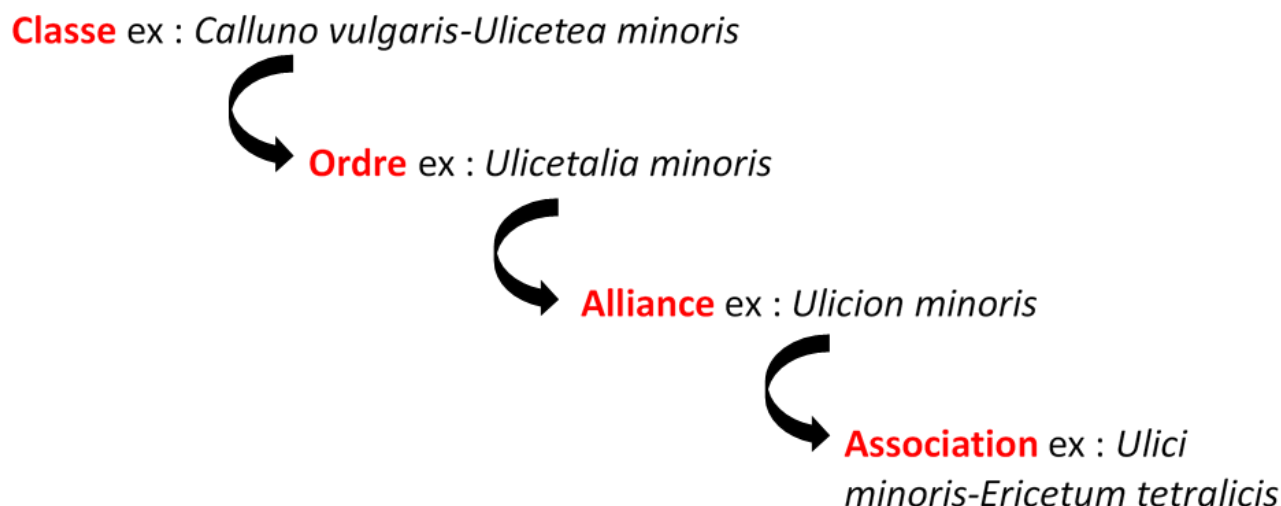


Figure 3. Hiérarchisation simplifiée des unités syntaxonomiques, de la classe à l'association, illustrée par une association de lande humide.

Bien que définie dans la DHFF, la notion d'habitat reste difficile à appréhender sur le terrain de par sa dynamique à la fois spatiale et temporelle. La définition peut aussi parfois conduire à certaines imprécisions au niveau local du fait d'une vision à la fois nord-européenne et centrale-européenne de la DHFF (Angiolini *et al.*, 2016). Aussi, depuis la publication des *Cahiers d'habitats humides* (Bensettiti *et al.*, 2002), des problèmes d'interprétation et de définition des habitats sur le terrain ont été soulevés aux échelles locales (exceptions, habitats possédant les caractéristiques de plusieurs habitats génériques, erreurs d'interprétation, etc.). Pourtant, une identification précise des habitats sur le terrain est un prérequis indispensable à l'application d'une méthodologie d'évaluation de l'état de conservation adaptée. Une réactualisation de l'interprétation des HIC est en cours (Gaudillat *et al.*, 2018) afin de pallier aux difficultés d'identification des HIC. Par ailleurs, plusieurs outils sont disponibles aux échelles régionales tels que les catalogues de végétations (Catteau *et al.*, 2010 ; Chabrol et Reimringer, 2011 ; Fernex *et al.*, 2015 ; etc.). Ces derniers ont pour but d'aider à l'identification des habitats et à leur rattachement à un code dans la typologie EUR 28 (Commission européenne, 2013).

## 2.2 Choisir les états de conservation favorables d'un habitat à l'échelle de son site Natura 2000...

L'évaluation de l'état de conservation d'un habitat nécessite l'évaluation de ses composantes, mais aussi des interactions entre ses composantes et l'environnement (Maciejewski *et al.*, 2016). L'état de conservation dit « favorable » d'un habitat correspond à un habitat possédant une aire de répartition stable ou croissante, une structure et des fonctions non altérées, ainsi qu'un état de conservation favorable de ses espèces typiques (Conseil de la CEE, 1992). Cette définition (tout comme celle de l'état de conservation), au titre de la DHFF, reste vague et générale. Si elle ne paraît pas directement applicable à l'échelle du site, elle est pourtant valable à l'échelle biogéographique.

On considérera que l'état de conservation peut se situer le long d'un gradient allant des états défavorables aux états favorables (Figure 4). En effet, différents états de conservation défavorables peuvent être envisagés s'ils sont

issus de pressions différentes par exemple. Plusieurs expressions de l'état de conservation favorable peuvent également être considérées, notamment du point de vue de la composition spécifique, variable à l'échelle de l'habitat générique. Il s'agit alors de définir une valeur seuil à partir de laquelle l'habitat est considéré comme étant en état favorable. Cette valeur seuil correspond aux états favorables choisis, c'est-à-dire à une des cibles opérationnelles pour le gestionnaire. Ce seuil est un objectif à atteindre à court terme avec les moyens dont il dispose à l'échelle locale. Il semble opportun de préciser qu'état de conservation favorable ne signifie pas systématiquement richesse spécifique élevée. C'est particulièrement le cas pour les habitats paucispécifiques (landes humides, eaux dormantes, etc.), où une augmentation de la richesse spécifique est souvent liée à l'apparition d'une perturbation comme une eutrophisation du milieu favorisant l'apparition d'espèces moins exigeantes au niveau trophique et plus compétitives, ou encore un assèchement favorisant des espèces prairiales capables de croître sur des sols moins engorgés, etc.

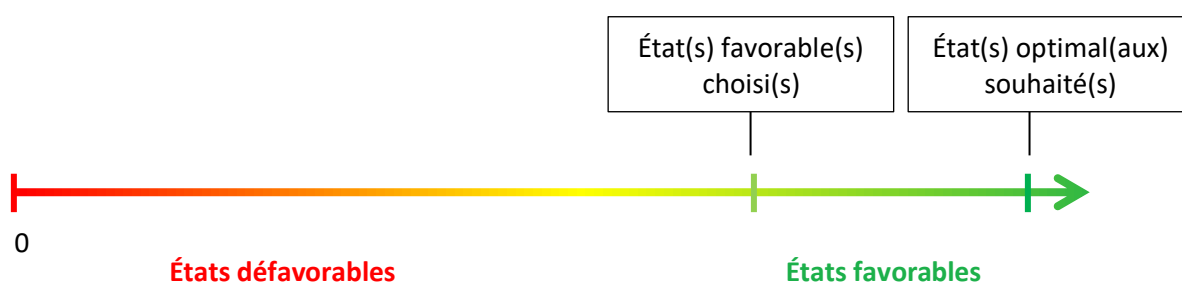


Figure 4. Gradient d'état de conservation (Maciejewski *et al.*, 2016).

La méthode consiste à comparer l'habitat, soit l'entité observée, à un état optimal souhaité pour ce type d'habitat. À l'instar des états favorables, il peut exister plusieurs états optimaux pour un habitat donné, en fonction des différentes configurations de l'habitat rencontrées sur l'ensemble du territoire métropolitain (domaines biogéographiques, types biologiques différents selon les cortèges floristiques, altitude, etc.). Ce sont des états où l'habitat est non perturbé. Ils correspondent aux objectifs à atteindre sur le long terme par le gestionnaire.

## 2.3 ...et les états de référence

L'atteinte de l'état de conservation favorable implique de mettre en place des valeurs seuils basées sur des faits scientifiques (notamment écologiques) (Louette *et al.*, 2015). Des données historiques, la littérature scientifique, la modélisation et l'expérience de terrain peuvent aider à choisir les états favorables et/ou à statuer sur les différents états, que l'on appellera « états de référence », pour chaque habitat. Par exemple, Lumbreras *et al.* (2016) proposent différents descripteurs afin de qualifier l'état de conservation des mares temporaires méditerranéennes (UE 3170\*) du sud du Portugal (trois états de référence sont décrits, « bon », « altéré » ou « mauvais »). Par manque de données, une part importante de la définition des différents états est également due aux avis d'expert et à l'expérience de terrain, qui permettent de construire des états de référence sur la base de la connaissance d'un large panel d'habitats rencontrés, en états de conservation jugés « bon-optimal », « bon-correct », « altéré » ou « dégradé ». C'est la démarche utilisée ici afin d'établir des listes de descripteurs visant à aider les gestionnaires à construire les différents états de référence des habitats à l'échelle de leur site Natura 2000 (Tableau 1).

Tableau 1. Descripteurs pour la définition des états de référence correspondant aux landes humides (UE 4010 et UE 4020\*).

Autres habitats	Dégradé	Altéré	États favorables choisis	États optimaux souhaités
<p>Prés oligotrophes landicoles de l'<i>Erico scopariae-Molinietum caeruleae</i> (alliance du <i>Juncion acutiflori</i>, classe des <i>Molinio caeruleae-Juncetea acutiflori</i>) : à la différence des landes humides, on y retrouve les espèces caractéristiques de la classe telles que <i>Cirsium dissectum</i>, <i>Trocdaris verticillatum</i>, <i>Serratula tinctoria</i> et <i>Agrostis canina</i>, de manière non négligeable</p> <p>Végétations des gouilles acidiphiles du <i>Rhynchosporion albae</i> (UE 7150) (classe des <i>Scheuchzerio palustris-Caricetea fuscae</i>)</p> <p>Landes mésophylophiles et sèches (UE 4030) : à la différence des landes humides, on y retrouve <i>Pseudarrhenatherum longifolium</i>, <i>Erica cinerea</i>, etc. de manière non négligeable. Les espèces plus hygrophiles y sont absentes (<i>Sphagnum</i> spp., <i>Schoenus nigricans</i>, etc.) et les sols ne sont pas humides</p> <p>Landes tourbeuses de l'<i>Ericion tetralicis</i> (UE 7110* et UE 7220) (classe des <i>Oxycocco palustris-Sphagneteet magellanici</i>) : le tapis de sphaignes est plus fourni qu'en lande humide. On note la présence d'espèces de tourbières telles que <i>Narhecium ossifragum</i>, <i>Eriophorum angustifolium</i>, etc. de manière non négligeable</p> <p>Végétations arbustives, de haies et fruticées humides oligotrophes à mésotrophes (classe des <i>Franguletea dodonei</i>), acidoclines à acidiphiles atlantiques (classe des <i>Rhamno catharticae-Prunetea spinosae</i>) ou atlantiques et continentales du <i>Sarothamnion scoparii</i> (classe des <i>Cytisetetea scopario-striati</i>) : le tapis chaméphytique et herbacé est similaire, mais appauvri, clairsemé, dominé par des arbustes plus hauts</p> <p>Végétations des <i>Alnetea glutinosae</i> : forêts d'aulnes, bouleaux, saules des dépressions marécageuses sur sol engorgé une partie de l'année, des étages planitiaire à montagnard</p> <p>Végétations des <i>Quercetalia roboris</i> : forêts caducifoliées ou mixtes, acidiphiles collinéennes atlantiques et continentales, souvent <i>Molinio caeruleae-Quercion roboris</i> sur sols engorgés</p>	<p>La présence de <i>Molinia caerulea</i> est systématique avec de forts recouvrements (recouvrement de 15 % minimum jusqu'à 90 %)</p> <p>Le recouvrement des espèces structurantes est de 66 % au maximum (2/3)</p> <p>La présence de ligneux entre 0 et 5 m est systématique, avec possibilité de forts recouvrements (jusqu'à 100 %)</p> <p>Les lichens sont systématiquement absents</p> <p>La présence d'espèces indicatrices d'un enrichissement trophique est possible</p> <p>La présence de fougère-aigle est possible avec de forts recouvrements (jusqu'à 66 %, soit 2/3)</p> <p>La présence de ligneux supérieurs à 5 m est possible (jusqu'à 80 %)</p> <p>La présence d'atteintes d'origine anthropique est possible (passage de quads, extraction de matériaux, etc.)</p>	<p>La présence de <i>Molinia caerulea</i> est systématique (recouvrements jusqu'à 66 %, soit 2/3)</p> <p>Le recouvrement des espèces structurantes peut être très important (jusqu'à 99 %)</p> <p>La présence de ligneux entre 0 et 5 m est possible, avec de forts recouvrements (jusqu'à 100 %)</p> <p>La présence de lichens est possible</p> <p>La présence d'espèces indicatrices d'un enrichissement trophique est possible</p> <p>La présence de fougère-aigle est possible, mais limitée (recouvrement de 15 % maximum)</p> <p>La présence de ligneux supérieurs à 5 m est possible (jusqu'à 40 %)</p> <p>La présence d'atteintes d'origine anthropique est possible</p>	<p>La présence de <i>Molinia caerulea</i> est systématique (recouvrements jusqu'à 66 %, soit 2/3)</p> <p>Le recouvrement des espèces structurantes peut être très important (jusqu'à 99 %)</p> <p>La présence de ligneux entre 0 et 5 m est possible, mais limitée (recouvrement de 33 % maximum, soit 1/3)</p> <p>La présence de lichens est possible</p> <p>Aucune espèce indicatrice d'enrichissement trophique n'est présente</p> <p>La présence de fougère-aigle est possible, mais rare et limitée (recouvrement de 5 % maximum)</p> <p>Aucune espèce de ligneux supérieurs à 5 m n'est présente</p> <p>La présence d'atteinte d'origine anthropique est possible</p>	<p>La présence de <i>Molinia caerulea</i> est systématique (recouvrements jusqu'à 66 %, soit 2/3)</p> <p>Le recouvrement des espèces structurantes peut être très important (jusqu'à 99 %)</p> <p>La présence de ligneux entre 0 et 5 m est possible, mais très limitée (recouvrement de 5 % maximum)</p> <p>La présence de lichens est possible</p> <p>Aucune espèce indicatrice d'enrichissement trophique n'est présente</p> <p>La fougère-aigle est systématiquement absente</p> <p>Aucune espèce de ligneux supérieurs à 5 m n'est présente</p> <p>La présence d'atteinte d'origine anthropique est possible, mais limitée</p>



La notion « bon-optimal » définit les habitats qui maintiennent leurs fonctionnalités et leur équilibre dans le temps (habitats généralement stables). La notion « bon-correct » correspond aux habitats qui fonctionnent et se maintiennent dans le temps malgré une légère altération, c'est-à-dire une altération dont l'intensité est jugée suffisamment faible pour ne pas avoir à intervenir dans l'immédiat. Un état « altéré » est associé aux milieux qui subissent une détérioration ayant de lourdes répercussions sur leurs fonctionnalités, mais qui, par des mesures de gestion adaptées, peuvent être restaurés à un état « bon-correct ». Enfin, l'état « dégradé » est attribué aux habitats profondément détériorés qui, même par des mesures de gestion, ne pourraient pas se rétablir à l'un des niveaux supérieurs, ou bien, si les mesures de restauration/gestion envisageables ne semblent pas réalistes à mettre en œuvre pour atteindre ces niveaux (coûts trop élevés). Il est important de souligner que les états de référence sont à fixer par l'opérateur à l'échelle de son site Natura 2000.

### 3 Principe méthodologique de l'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000

#### 3.1 D'une évaluation à l'échelle du polygone...

Il existe un lien entre l'évaluation de l'état de conservation à l'échelle biogéographique et son évaluation à l'échelle du site. En effet, les méthodes nationales peuvent apporter des éléments de réflexion dans les projets de mise en relation des programmes de surveillance (art. 11) et des évaluations à plus large échelle en lien avec le rapportage (art. 17) (Conseil de la CEE, 1992). C'est pourquoi les grandes lignes de la démarche européenne pour l'évaluation de l'état de conservation imposée par l'article 17 de la DHFF sont ici conservées. Dans le cadre du rapportage, la méthode communautaire prend

en compte quatre paramètres pour l'évaluation de l'état de conservation des habitats à l'échelle biogéographique. Ces paramètres sont l'aire de répartition naturelle de l'habitat, la surface couverte, la structure et les fonctions, ainsi que les perspectives futures (Evans et Arvela, 2011). L'évaluation à l'échelle du site impose de manière intrinsèque une adaptation des paramètres précédents, tout en répondant en partie au cadre de la démarche européenne. Ainsi, sont proposés trois paramètres pour l'évaluation de l'état de conservation à l'échelle du site que sont la surface, les structures et fonctions, et les altérations (Figure 5). Ces paramètres sont repris dans l'ensemble des méthodes précédemment mises en place par le MNHN. Un paramètre est défini comme un ensemble de critères permettant d'évaluer une même composante de l'état de conservation. Ces critères constituent l'ensemble des processus et

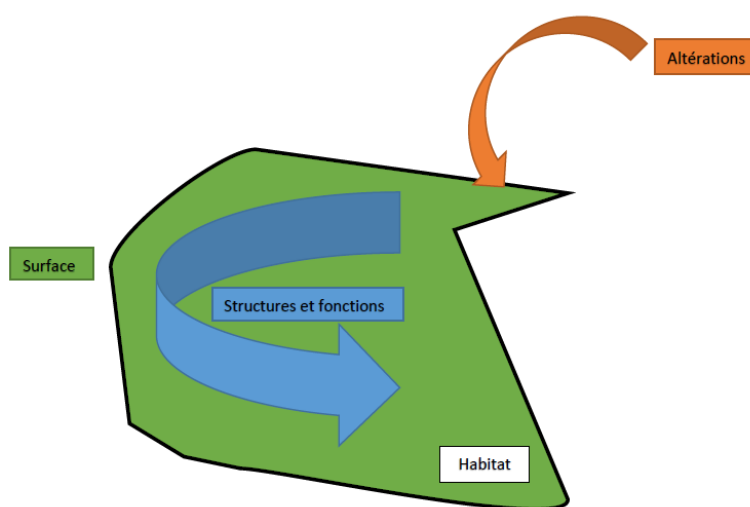


Figure 5. Schéma des trois paramètres pris en compte dans l'évaluation de l'état de conservation de l'habitat à l'échelle des sites Natura 2000.



éléments clés qui vont influencer l'état de conservation d'un habitat (composition floristique, dynamique hydromorphologique, atteintes lourdes, etc.). Parmi les paramètres évalués à l'échelle du site, la surface est une composante spatiale en deux dimensions. Les structures et fonctions correspondent à l'ensemble des processus intrinsèques et nécessaires au maintien de l'habitat. Les altérations traduisent l'impact des facteurs externes.

Dans un souci de cohérence et d'harmonisation des méthodologies, il est envisagé de conserver l'approche de notation graduelle et dégressive appliquée à l'évaluation de l'état de conservation des habitats forestiers (Carnino, 2009). Celle-ci permet de mettre en avant les critères jugés bons ou mauvais, et de les hiérarchiser. Les critères sont évalués grâce à des indicateurs. Un indicateur peut être considéré comme un élément observable prenant soit une valeur qualitative, soit une valeur quantitative (par exemple, la présence ou le recouvrement de ligneux). Les indicateurs pris en compte dans l'évaluation de l'état de conservation d'un habitat seront jugés « favorables » ou « défavorables », et hiérarchisés en fonction de l'importance de leur rôle dans la modification de l'état de conservation de l'habitat (Maciejewski *et al.*, 2016). L'ensemble des indicateurs permet ainsi d'indiquer le « bon » ou le « mauvais » état de conservation de l'habitat en question. Cette évaluation permet aux gestionnaires de prioriser les actions de restauration et/ou gestion grâce à l'identification d'indicateurs importants pour la bonne caractérisation du fonctionnement de l'habitat. Les relevés d'indicateurs peuvent être effectués à plusieurs échelles (placettes, polygones, écosystème, site, etc.).

On entend par écosystème, un ensemble d'écosystèmes interdépendants (Blandin et Lamotte, 1985). Cette notion constitue parfois l'échelle d'évaluation préférentielle de certains indicateurs, notamment celle de certains indicateurs de composition faunistique basés sur les espèces mobiles, traduisant ainsi les interactions de l'habitat avec son environnement. Le polygone d'habitat, quant à lui, est une entité relativement homogène sur le plan floristique, rattachée à l'habitat. Il est délimité par un changement dans la topographie, ou bien par l'existence de communautés végétales adjacentes, différentes de l'habitat, situées sur le même niveau topographique. L'ensemble du polygone est soumis à une même gestion (ou à l'absence de gestion). Le polygone cartographique peut être considéré comme un polygone sur lequel s'appliquera l'évaluation. La placette, enfin, est une entité représentative du polygone d'habitat. Elle est représentative lorsqu'elle regroupe l'ensemble des caractéristiques majeures, observables à l'échelle du polygone (espèces floristiques, conditions stationnelles, etc.).

Les valeurs des indicateurs obtenues lors de la phase de terrain sont comparées aux valeurs seuils définies suite aux recherches bibliographiques, aux dires d'experts ou aux phases de test des indicateurs sur le terrain (Figure 6). Chaque indicateur obtient une note, nulle ou négative. La somme des notes attribuées est additionnée à la note de 100. Ainsi, moins l'habitat est dégradé, plus la note sera élevée. La note finale du polygone est alors placée le long du gradient d'état de conservation. À noter que le seuil de 70 (passage des états altérés aux états favorables choisis) est un seuil arbitraire. Ce dernier doit être fixé par l'opérateur à l'échelle du site Natura 2000 (*cf.* 2).

Des notes positives peuvent être attribuées à certains indicateurs sous forme de bonus. On considère alors que l'indicateur, lorsqu'il est favorable, augmente la note de l'état de conservation de l'habitat. En revanche, l'indicateur, s'il est défavorable, n'est pas pénalisant pour l'état de conservation de l'habitat (aucun point n'est retiré). Cela peut, par exemple, correspondre à des indicateurs liés à la présence d'espèces faunistiques. L'idée est de considérer que

l'absence des espèces faunistiques ciblées par la méthode n'indique pas systématiquement un mauvais état de conservation de l'habitat. Puisque ce sont des espèces mobiles, elles peuvent être présentes sans être observées, à l'inverse des espèces floristiques. En revanche, la présence d'espèces faunistiques inféodées à l'habitat indique que l'habitat assure des fonctions de support pour la faune (reproduction, alimentation, etc.). Des notes négatives peuvent également être attribuées sous forme de malus. Les malus peuvent correspondre à des processus n'étant pas strictement liés à l'état de conservation des habitats comme, par exemple, l'apparition d'algues filamenteuses qui peut être liée soit à une pollution, soit à de fortes chaleurs.

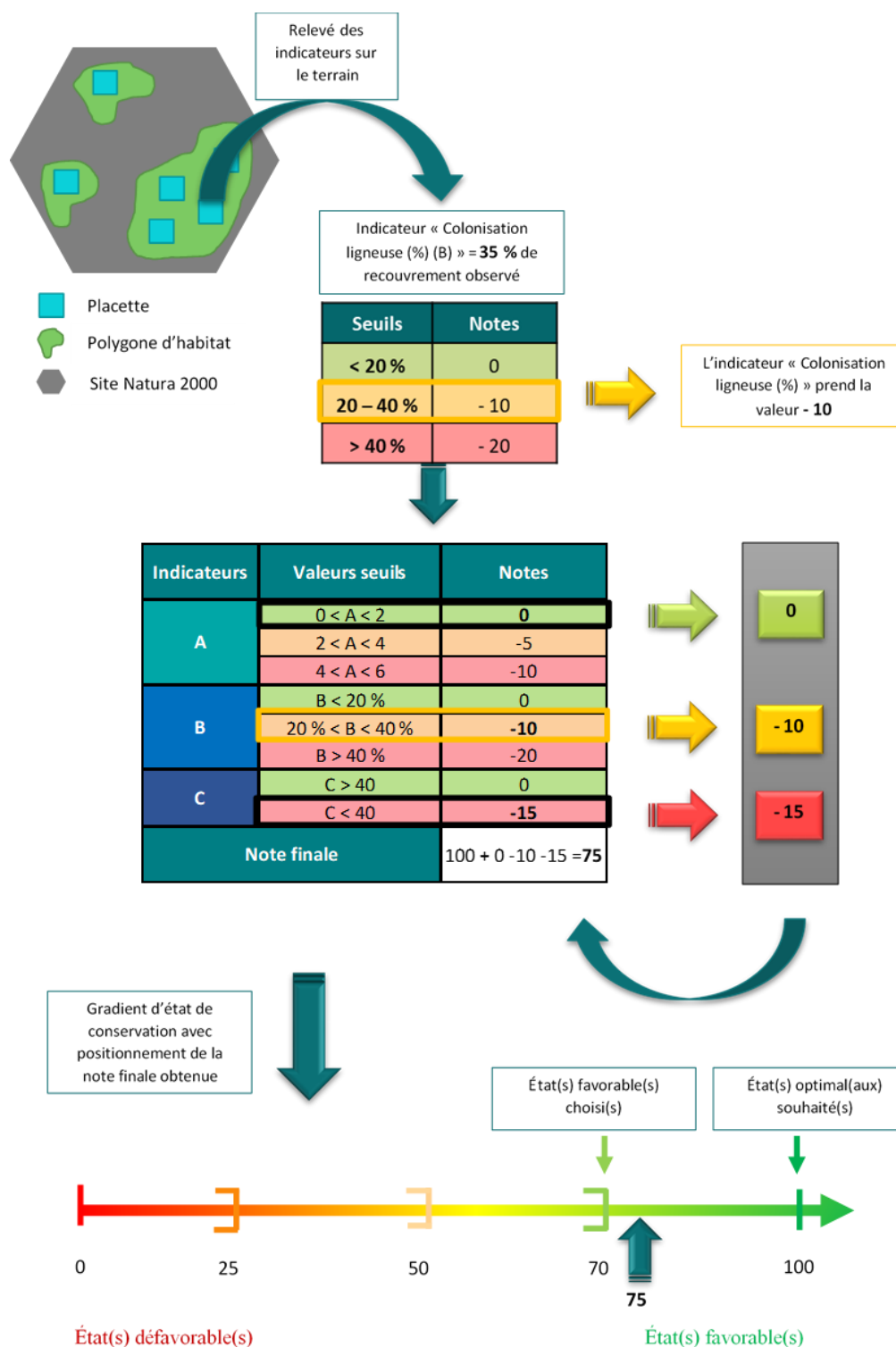


Figure 6. Évaluation de l'état de conservation à l'échelle du polygone d'habitat (d'après Latour, 2018).

## 3.2 ... à une évaluation à l'échelle du site Natura 2000

Une fois les polygones d'habitat évalués, on dispose d'un certain nombre d'évaluations stationnelles sur l'ensemble du site Natura 2000 (réalisées à l'échelle du polygone et/ou de la placette représentative du polygone). En ajoutant les indicateurs à évaluer à l'échelle du site aux « n » évaluations effectuées au niveau des polygones, on obtient une évaluation globale à l'échelle du site (Figure 7).

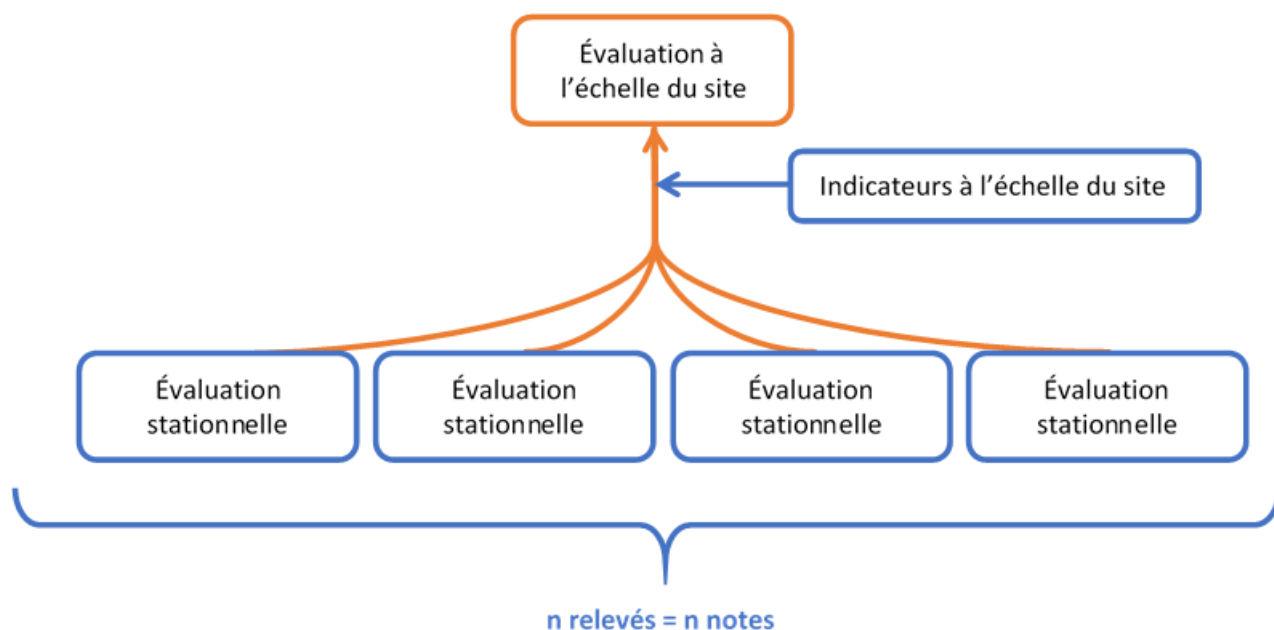


Figure 7. Les évaluations stationnelles (placette ou polygone) et les indicateurs relevés à l'échelle du site permettent l'évaluation de l'état de conservation à l'échelle du site.

Il existe plusieurs méthodes pour passer de « n » évaluations stationnelles à une évaluation à l'échelle du site. Six d'entre elles sont présentées ci-dessous. Chacune possède des avantages et inconvénients. Le choix de la méthode d'évaluation est laissé au gestionnaire selon ses préférences et ses besoins. L'utilisation d'une même méthode à chaque évaluation permet, cependant, d'effectuer un suivi de l'état de conservation de l'habitat à l'échelle du site Natura 2000.

### 3.2.1 Proportions des placettes en différents états de conservation

Cette méthode, proposée par Lepareur *et al.* (2013), vise à calculer la proportion de placettes dont l'état de conservation est favorable ou défavorable. Chaque placette ou polygone obtient une note d'état de conservation, basée sur l'ensemble des notes des indicateurs, obtenues à l'échelle de la placette ou du polygone. Ces notes sont réparties sur le gradient d'état de conservation (Figure 8).

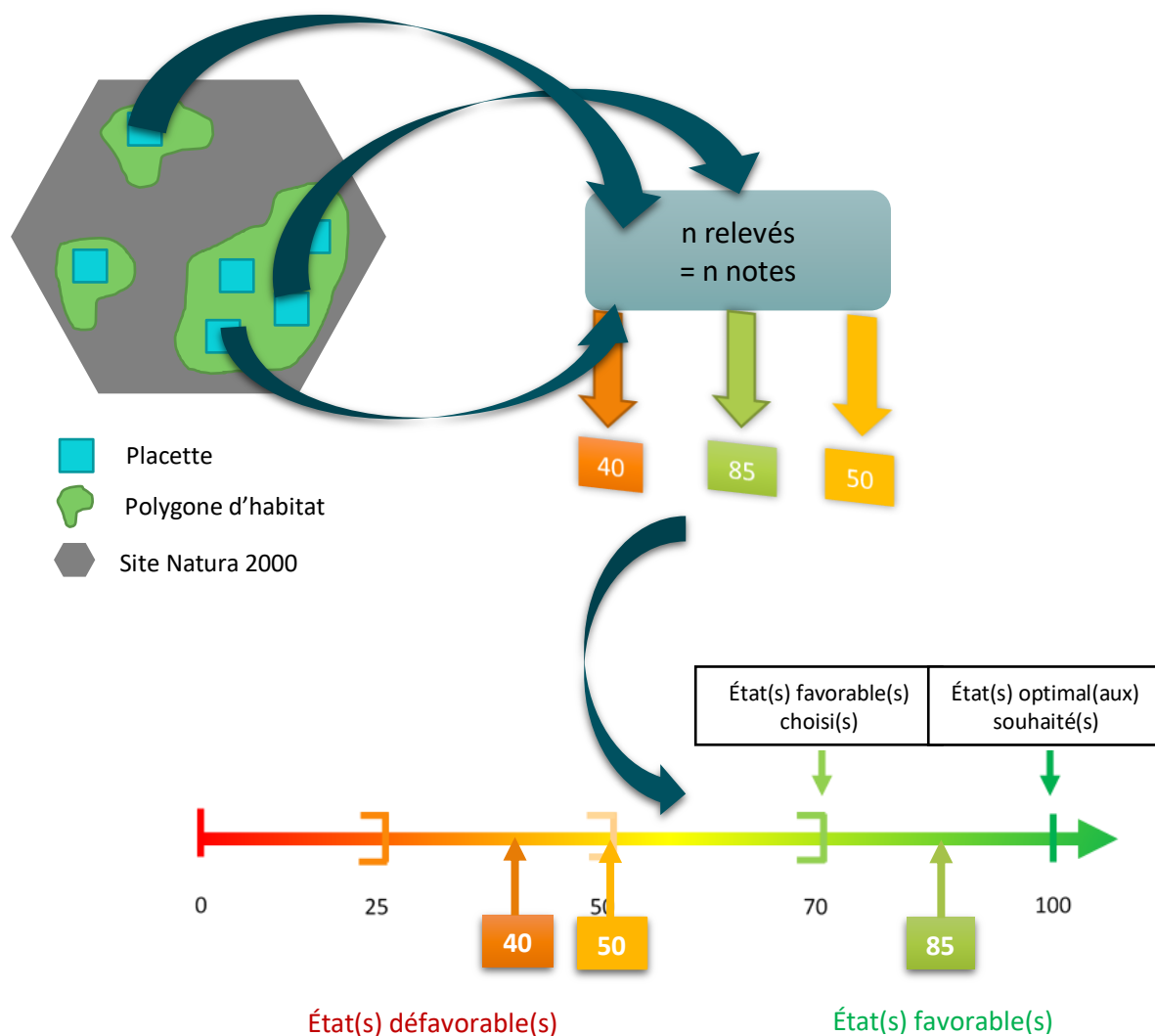


Figure 8. Les notes des polygones sont réparties le long du gradient d'état de conservation.

Afin de transposer ces données à l'échelle du site, il suffit d'additionner la note obtenue en fonction de l'état général des placettes (pourcentage de placettes en état favorable/défavorable) aux notes des indicateurs relevés à l'échelle du site (surface couverte et atteintes diffuses). Cette somme est ajoutée à la note de 100. La note obtenue correspond alors à l'état de conservation de l'habitat évalué à l'échelle du site Natura 2000 (Figure 9).

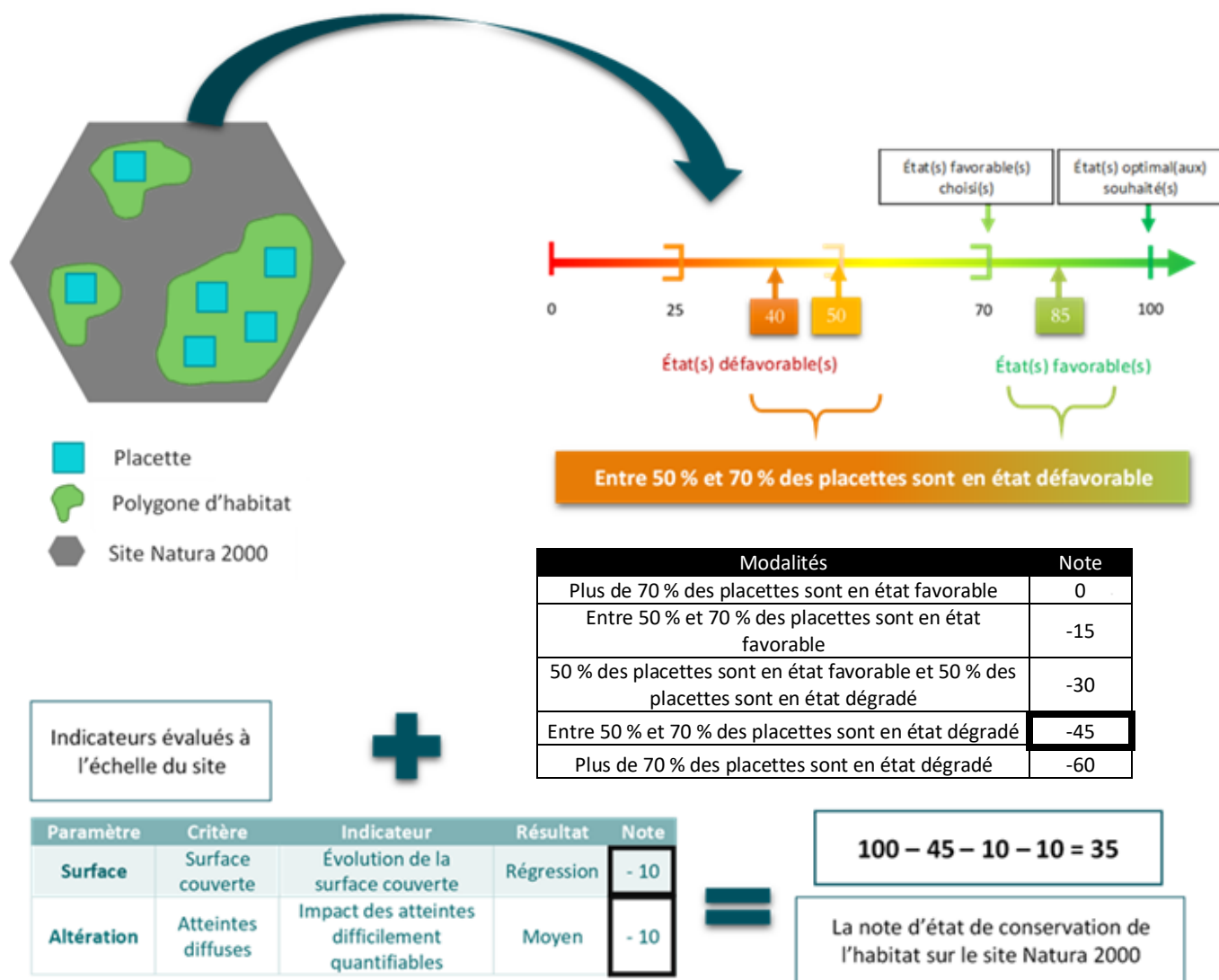


Figure 9. Les notes des indicateurs relevés à l'échelle du site sont ajoutées à la note correspondant à l'état général des placettes pour la note globale à l'échelle du site.

### 3.2.2 Moyenne des notes de l'ensemble des placettes

Cette méthode consiste à calculer la moyenne arithmétique de l'ensemble des notes obtenues sur chaque placette échantillonnée,

$$\frac{\sum \text{notes par placettes}}{n} = \text{moyenne des notes sur les } n \text{ placettes}$$

puis, d'y ajouter les notes relatives aux indicateurs relevés à l'échelle du site. La note globale est alors positionnée le long du gradient d'état de conservation. Cette méthode permet d'observer l'évolution dans le temps de l'état de conservation à l'échelle du site (Maciejewski *et al.*, 2015). En revanche, elle ne permet pas de mettre en évidence les disparités au sein du site.

Si les deux méthodes présentées ci-dessus permettent d'obtenir une évaluation de l'état de conservation global à l'échelle du site Natura 2000, d'autres types de rendus peuvent être envisagés.

### 3.2.3 Distribution des placettes sur le gradient d'état de conservation

Cette méthode vise à répartir les placettes sur le gradient d'état de conservation (Figure 10). Elle permet de visualiser l'hétérogénéité de l'état de conservation à l'échelle du site, mais ne permet pas les comparaisons interannuelles (Maciejewski *et al.*, 2015).

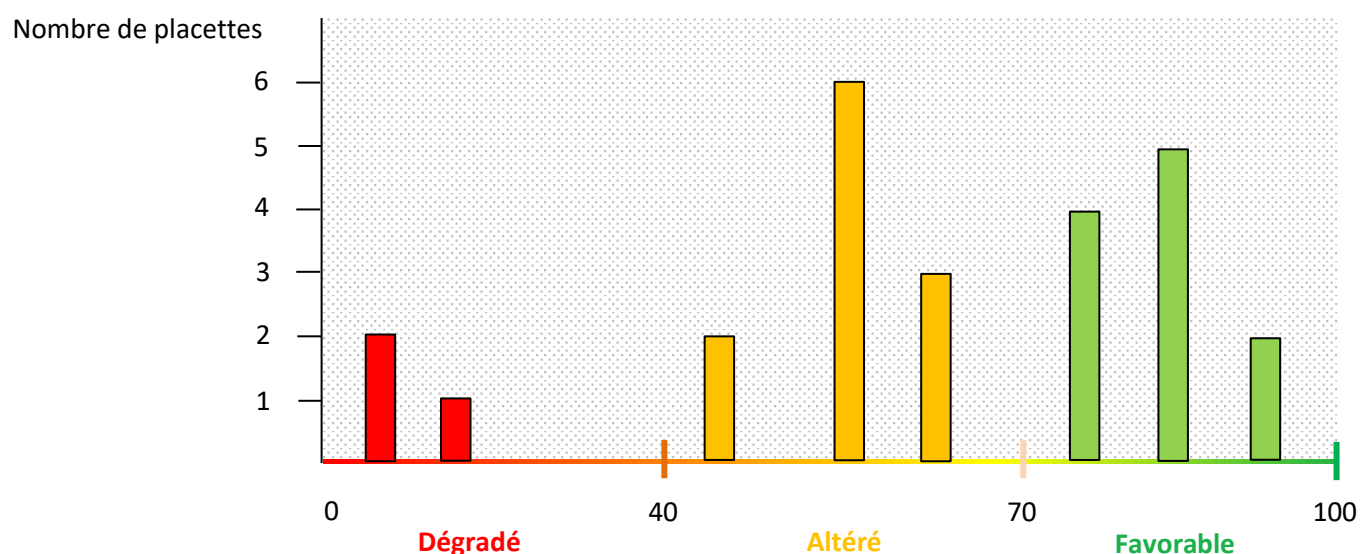


Figure 10. Répartition des placettes le long du gradient d'état de conservation.

### 3.2.4 Diagramme en étoile

Cette méthode consiste à créer un diagramme en étoile (auss appelé radar), via un logiciel tableur, pour chaque polygone d'habitat échantillonné. Cette représentation graphique permet de visualiser l'état des différents indicateurs à l'échelle de la placette et ainsi de dégager le ou les points sur lesquels agir par polygone (Figure 11). L'inconvénient de ce type de rendu est qu'il ne prend pas en compte le poids des indicateurs les uns par rapport aux autres.

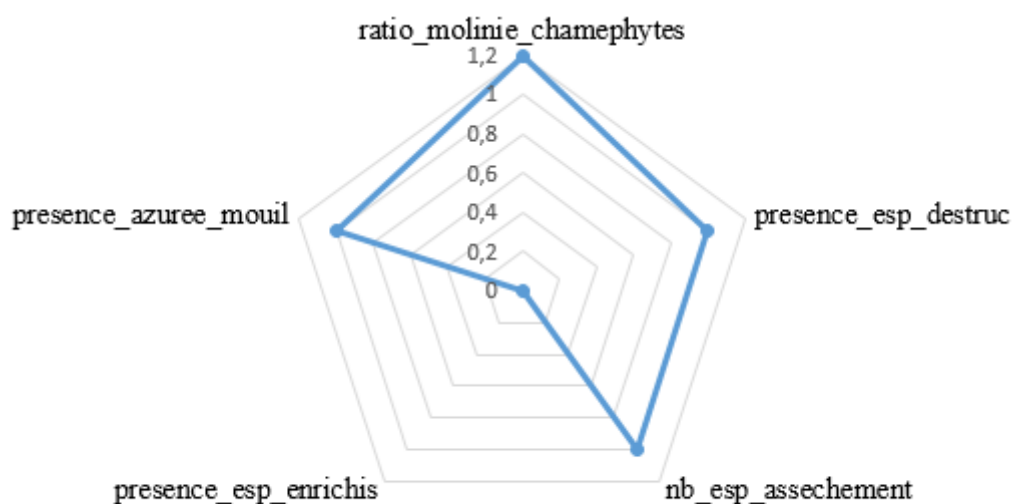


Figure 11. Exemple de diagramme en étoile conçu pendant la phase de test sur les landes humides.

### 3.2.5 Répartition des placettes par indicateur

Il s'agit de visualiser le nombre de placettes par résultat attendu de chaque indicateur (Figure 12). L'avantage de la méthode est de pouvoir cibler les indicateurs les plus alarmants à l'échelle du site. L'inconvénient est que l'on ne peut pas distinguer chaque placette.

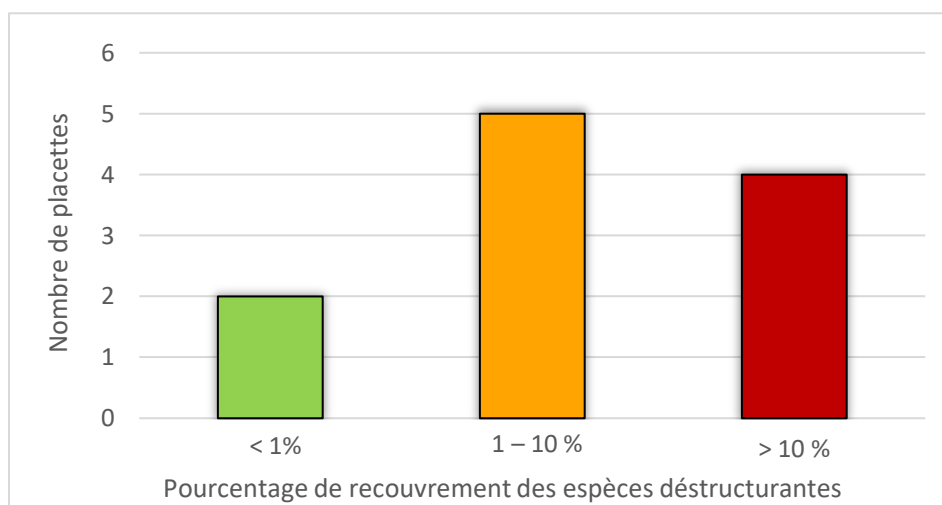


Figure 12. Nombre de placettes échantillonnées au sein d'un site Natura 2000 selon les résultats de l'indicateur « Recouvrement des espèces destructurantes ».

### 3.2.6 Cartographie des placettes

Cette dernière méthode consiste à attribuer un code couleur à chaque polygone cartographique selon son état de conservation « dégradé », « altéré » ou « favorable » (Figure 13). Elle permet de localiser précisément les polygones sur lesquels une action est requise, mais ne permet pas de définir le type d'intervention nécessaire.

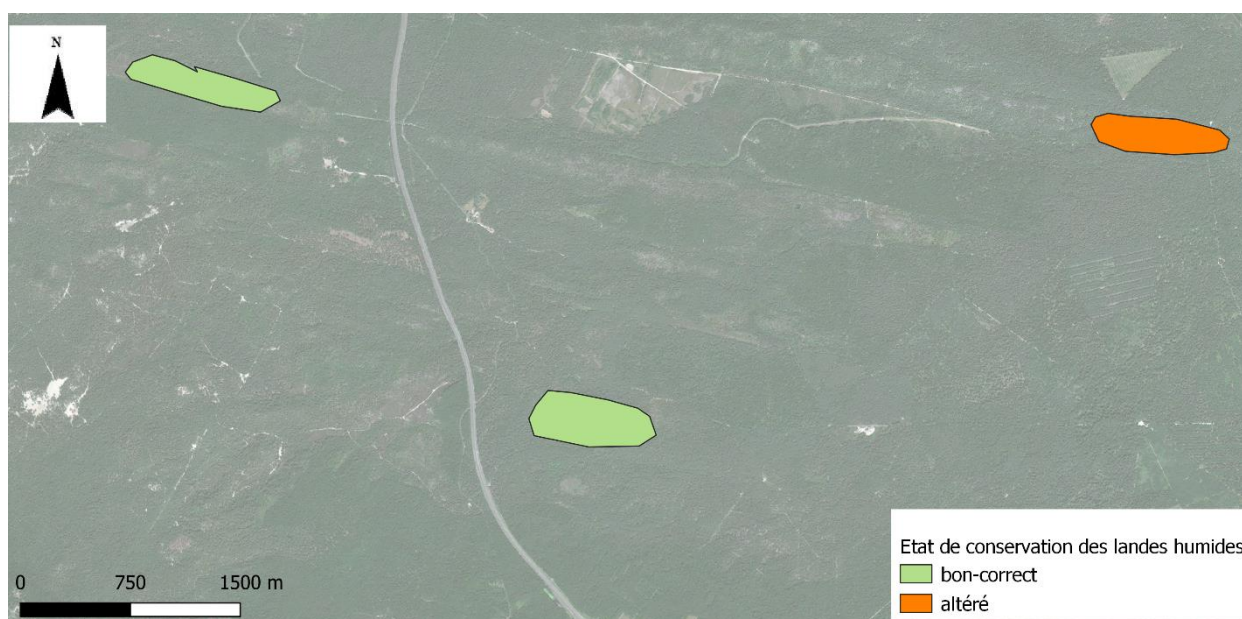


Figure 13. Exemple de cartographie des états de conservation (avis d'expert) de polygones de landes humides à Fontainebleau (Seine-et-Marne) (source : Microsoft Corporation) (échelle 1/20 000).

### 3.3 Trouver le bon compromis entre coûts et efficacité

L'état de conservation est la résultante de la gestion, mais aussi de l'historique et de la dynamique de l'habitat à l'échelle du site, des impacts à plus large échelle, etc. Évaluer l'état de conservation d'un habitat est la première étape à réaliser en vue d'actions de gestion, de restauration ou du maintien de l'habitat dans un état de conservation favorable (Figure 14).

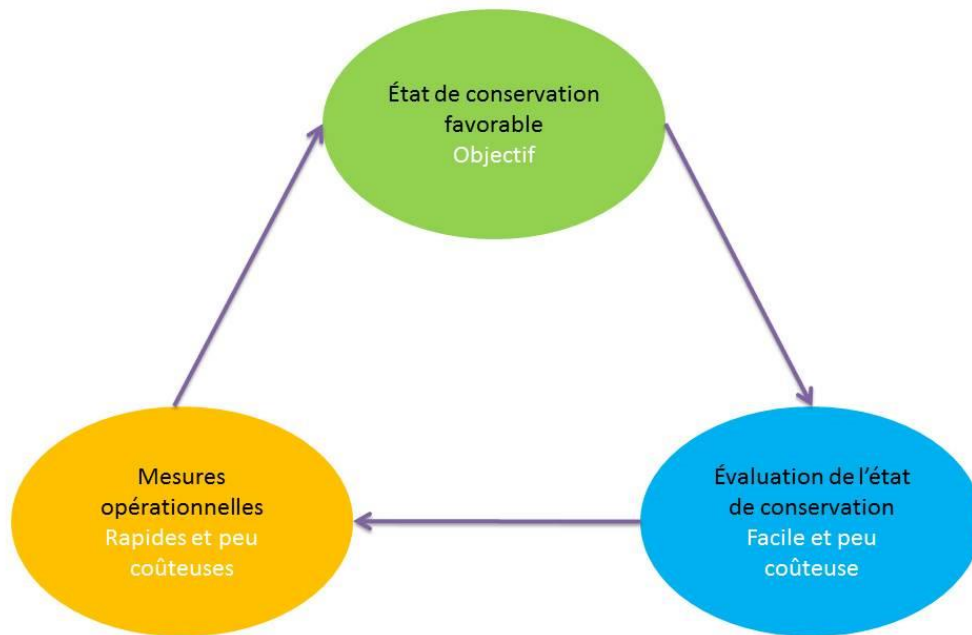


Figure 14. Processus cyclique mettant en avant la démarche scientifique (en noir) et les ambitions opérationnelles (en blanc) dans la mise en œuvre de la DHFF. La synergie entre les deux domaines doit conduire à l'élaboration d'un outil opérationnel, adapté à chaque habitat et évolutif afin de répondre au mieux aux objectifs.

De manière générale, l'évaluation vise à améliorer les plans de gestion des aires protégées (Bartula *et al.*, 2011). Elle permet d'adapter les efforts à fournir. Les discussions entre gestionnaires, opérateurs, experts et chercheurs doivent contribuer à la mise en place de méthodes répondant aux attentes des opérateurs de site, comme, par exemple, des méthodes peu coûteuses en temps et compétences. Puisque le contrôle de toutes les variables écologiques pouvant influencer l'état de conservation de l'habitat dans toutes ses configurations est impossible pour des raisons financières, des choix doivent être faits (Louette *et al.*, 2015). Au lieu d'effectuer des analyses coûteuses des caractéristiques environnementales, des alternatives telles que l'évaluation d'espèces indicatrices et des proxy biologiques peuvent apporter des informations similaires. L'évaluation de l'état de conservation de l'habitat, telle que présentée ici, est une évaluation à un instant t. Les méthodes proposées se veulent à l'interface entre avis d'expert et suivi, entre évaluation qualitative et quantitative.

Préalablement à l'évaluation de l'état de conservation, il est nécessaire de se poser plusieurs questions qui permettront d'adapter l'échantillonnage en fonctions des moyens alloués :



- Existe-t-il une cartographie des habitats sur le site Natura 2000 ? Si oui, est-elle ancienne ou récente ? Quelle typologie est utilisée ? L'idéal étant ici de disposer d'une cartographie relativement récente des HIC à l'échelle du site Natura 2000 en typologie EUR 28 (Commission européenne, 2013) ;
- Existe-t-il des données fiables, disponibles et valorisables ? Ces dernières pourront intégrer l'évaluation. Par exemple, des relevés phytosociologiques effectués dans le cadre d'une cartographie des habitats récente pourront permettre de calculer un certain nombre d'indicateurs ;
- De quels moyens dispose-t-on pour effectuer l'évaluation (matériel, temps, compétences) ?

À partir de ces questionnements, on pourra réfléchir à la stratégie d'échantillonnage à adopter à l'échelle du site Natura 2000. Selon les habitats, leur configuration à l'échelle des sites et les coûts alloués à l'évaluation, différentes stratégies d'échantillonnage peuvent être réalisées (Figure 15). De manière générale, la mise en place d'une stratégie pertinente implique d'effectuer un compromis entre qualité de l'évaluation et ressources disponibles. Cela suppose que l'évaluation de l'état de conservation des polygones échantillonnés témoigne de la situation globale à l'échelle du site. Les indicateurs qui en découlent sont par conséquent des miroirs de la situation et des variations de l'habitat. L'échantillonnage ne peut pas toujours être réalisé sur l'ensemble de la surface couverte par l'habitat. Il s'agit donc de trouver le bon compromis entre les coûts alloués à l'évaluation de l'état de conservation (humain et matériel) et la précision de l'évaluation.

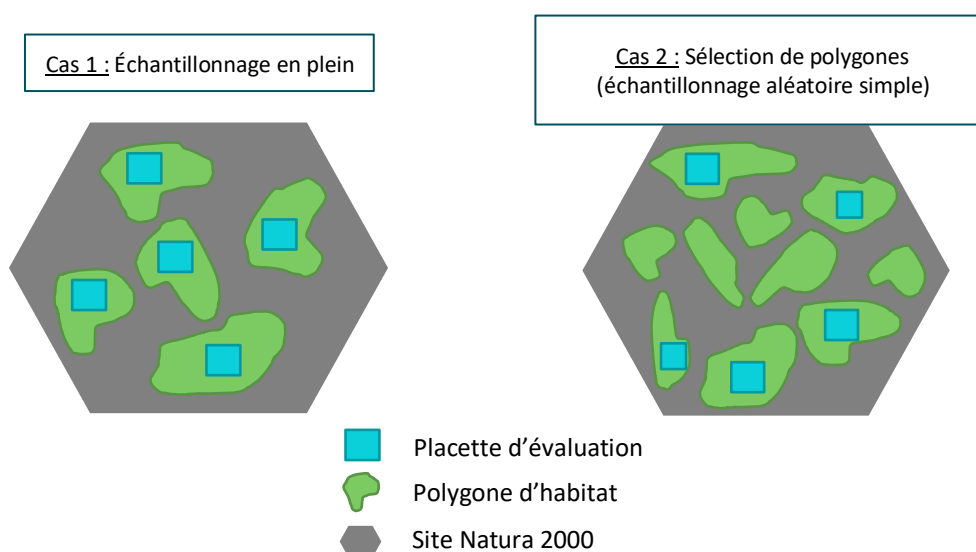


Figure 15. Stratégies d'échantillonnage possibles pour évaluer l'état de conservation des landes humides à l'échelle du site Natura 2000.

Lorsque le nombre de polygones d'habitat est restreint, il est possible d'appliquer la méthode sur chacun d'eux en sélectionnant une placette par polygone (échantillonnage en plein). Les relevés fragmentés sont également possibles (équivalents à une placette) si l'on estime que deux patches d'habitat peuvent être rattachés au même polygone (même physionomie, même composition floristique, même gestion). Lorsque le nombre de polygones d'habitats est important, il est possible de sélectionner aléatoirement les polygones à échantillonner. Il sera néanmoins demandé de veiller à la représentativité de l'échantillon à l'échelle du site. De manière générale, plus il y aura de placettes

échantillonnées, plus l'échantillonnage sera représentatif de l'état de conservation de l'habitat sur le site Natura 2000 et meilleure sera la qualité de la représentation de l'état de conservation global de l'habitat.

## 4 Les landes, habitats d'intérêt communautaire

### 4.1 Les landes : définition et description



Photo 1. Lande à *Erica tetralix* et *E. ciliaris* sur le site Landes du Tertre Bizet et Fosse Arthour (FR 2500076) (Orne).

Le terme de « landes » peut se rapporter à des formations ligneuses et herbacées basses, se développant en contexte calcaire ou acide, des étages planitiaire à alpin. *Sensu stricto*, on considère ici les landes comme étant des formations se développant sur des substrats souvent acides, oligotrophes. Leur végétation est principalement constituée de chaméphytes (végétaux ligneux vivaces dont la hauteur n'excède pas 50 centimètres), mais aussi de nanophanérophytes (petites espèces ligneuses dont la hauteur est comprise entre 50 cm et 2 m) juvéniles. Elle se compose d'espèces des genres *Erica*, *Calluna*, *Ulex*, *Genista*, *Vaccinium*, etc. (Raunkiaer,

1934 ; Bensettiti *et al.*, 2005 ; Bissot, 2017) (Photo 1 et Photo 2).

Il existe une grande variabilité de la composition floristique des landes selon les conditions climatiques. De manière simplifiée, on peut distinguer en Europe deux grands types phytogéographiques de landes, les landes atlantiques et les landes subcontinentales à montagnardes. Au niveau phytosociologique, ces deux types de landes sont rattachés à la classe des *Calluno vulgaris-Ulicetea minoris*. Le sol est bien souvent de nature siliceuse (grès, sables ou cailloutis). La teneur en eau du sol n'est pas un facteur de développement, mais constitue l'un des paramètres majeurs de leur déterminisme (landes sèches ou landes humides) (Wegnez, 2016). Elles peuvent enfin occuper tout type de position topographique, tant que les conditions édaphiques favorables à leur développement sont réunies. Il existe également certains types de landes bien spécifiques au climat méditerranéen (Wegnez, 2016), ainsi qu'aux climats froids d'altitude des étages subalpin à alpin (Bensettiti *et al.*, 2005).

Dans le nord et l'ouest de la France, les landes atlantiques occupent de vastes superficies (Bensettiti *et al.*, 2002). Soumises au climat océanique, elles se retrouvent la plupart du temps à basse altitude, de l'étage planitiaire à



Photo 2. *Calluna vulgaris* L., espèce caractéristique des landes.

l'étage collinéen, même si elles peuvent parfois atteindre l'étage montagnard (contreforts du Massif central, Pays basque). Au niveau phytosociologique, les landes atlantiques sont rattachées à l'ordre des *Ulicetalia minoris*. Lorsque le climat est suffisamment humide, que la topographie et la nature du sol sont favorables, des landes humides peuvent s'établir.

## 4.2 Genèse et dynamique des milieux landicoles

Les landes sont des milieux ouverts semi-naturels, c'est-à-dire que les activités humaines telles que les activités pastorales ou encore la fauche permettent l'existence de ces milieux (Carboni *et al.*, 2015). Elles sont donc généralement issues de milieux anthropisés, d'anciens défrichements agropastoraux ou sylvicoles. L'agriculture a introduit des perturbations artificielles (fauche, pâturage, etc.) conduisant à la création d'espaces ouverts en contexte forestier. Ces nouveaux espaces ont permis la migration, l'installation et le maintien des communautés herbacées et sous-frutescentes en climax forestier (le climax étant le stade ultime de la dynamique dans les diverses successions naturelles de végétations). Ainsi, les landes sont des habitats que l'on qualifiera généralement de « secondaires », car succédant, du fait de l'intervention humaine, à des habitats initialement forestiers, qualifiés de « primaires ». Il existe cependant des landes primaires, même si ces cas sont assez peu répandus. C'est par exemple le cas de certaines landes franciliennes sur substrats peu épais (platières notamment) (Wegnez, 2016). On parle alors de milieux ouverts naturels (Carboni *et al.*, 2015).

Les landes présentent un intérêt patrimonial certain aux niveaux paysager, écologique et culturel (Wegnez, 2016) et font partie des milieux aujourd'hui à la base des paysages ruraux (Bensettiti *et al.*, 2005). Avant le XVIII<sup>e</sup> siècle, les milieux ouverts semi-naturels étaient largement répandus en Europe. Depuis 1990, la couverture forestière a augmenté d'environ 0,4 % par an en Europe au détriment des milieux ouverts, notamment des habitats semi-naturels à grande valeur patrimoniale (Carboni *et al.*, 2015). La plupart du temps, les pratiques sylvopastorales permettent de bloquer l'évolution de ces milieux vers un stade pré-forestier. L'abandon généralisé de ces pratiques et leur intensification constituent les principales menaces pour ces habitats secondaires. Avec leur cessation, les landes se reboisent petit à petit du fait de la dynamique naturelle d'évolution vers les habitats forestiers primaires (Bensettiti *et al.*, 2005). La principale mesure de gestion consiste alors à empêcher la fermeture du milieu (ou à l'ouvrir dans le cas de landes dégradées), en mettant en place du pâturage extensif, de la fauche, de la gestion par le feu, du broyage avec exportation ou encore de l'abattage. Des travaux d'étrépage peuvent également être envisagés sur de faibles superficies, dans le but de favoriser les groupements pionniers (Bensettiti *et al.*, 2002). Cependant, la mise à nu du sol minéral a un impact non négligeable sur le fonctionnement de l'habitat (déstructuration de la banque de graines notamment). Ce type d'intervention, qui plus est onéreux, doit au préalable être bien réfléchi et les impacts potentiels doivent être bien identifiés (Bensettiti *et al.*, 2005). L'intensification des pratiques sylvopastorales, quant à elle, conduit à une banalisation du cortège végétal, voire à la mise en culture, parfois irréversible.

Les landes humides, comme tous les milieux humides, sont situées à l'interface entre les écosystèmes terrestres et les écosystèmes aquatiques. Elles abritent donc une biodiversité importante et spécialisée. On y retrouve de

nombreuses espèces patrimoniales, tant d'un point de vue floristique que faunistique. Les espèces doivent être adaptées pour survivre dans un milieu gorgé d'eau, mais elles doivent également survivre à des conditions plus sèches (durant la période estivale notamment).

### 4.3 Les landes humides d'intérêt communautaire

Parmi les landes humides, deux HIC se distinguent sur le territoire métropolitain :

- les « Landes humides atlantiques septentrionales à *Erica tetralix* » (UE 4010) ;
- les « Landes humides atlantiques tempérées à *Erica ciliaris* et *Erica tetralix* » (UE 4020\*).

Les deux habitats sont décrits dans le guide d'évaluation.

## 5 Processus d'élaboration des grilles d'évaluation, concept et application aux landes humides

La méthode est standardisée au niveau de l'habitat générique basé sur le manuel d'interprétation EUR 28 (Commission européenne, 2013) sur tout le territoire métropolitain. Elle doit s'appuyer sur un certain nombre d'indicateurs qualitatifs et quantitatifs. Un indicateur doit être simple à mesurer et relié au maintien des processus essentiels de l'habitat (Woodley et Kay, 1993). Dans le contexte de l'étude, il doit répondre rapidement à un facteur de dégradation. La récolte des données doit être peu coûteuse en temps et demander peu de compétences. Tous ces facteurs sont primordiaux si l'on veut mettre en place une méthode applicable sur le terrain et facilement reproductible. Les étapes d'élaboration d'une grille d'indicateurs pour évaluer l'état de conservation des habitats sont résumées ci-dessous (Figure 16).

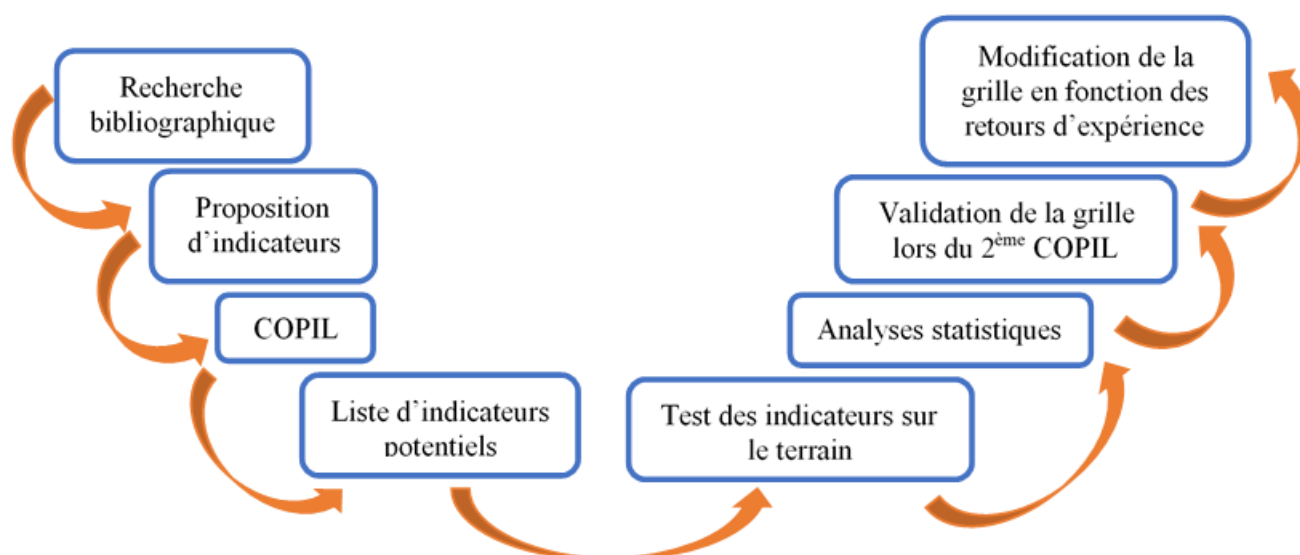


Figure 16. Étapes du processus d'élaboration des grilles d'indicateurs.

## 5.1 Phase préparatoire

### 5.1.1 Choix des critères et indicateurs

Dans un premier temps, une recherche bibliographique approfondie a permis de sélectionner une large liste d'indicateurs potentiels pour évaluer l'état de conservation des landes humides. Les objectifs de cette veille bibliographique étaient, d'une part, d'établir une première liste non exhaustive d'indicateurs susceptibles d'illustrer les paramètres « Surface », « Structures et fonctions » et « Altérations ». D'autre part, elle devait permettre de préétablir des seuils pour chaque indicateur présélectionné, c'est-à-dire les valeurs à partir desquelles l'indicateur passe de « favorable » à « non favorable ». La liste d'indicateurs potentiels a repris les indicateurs utilisés dans des méthodes d'évaluation aux échelles locales en France (Lafon et Le fouler, 2014 ; Wegnez, 2017 ; Collectif de gestionnaire des landes et des tourbières de Bretagne, 2019), mais aussi des indicateurs utilisés dans des méthodes d'évaluation de différents pays de l'UE [Royaume-Uni (Hill *et al.*, 2005 ; JNCC, 2007), Espagne (Ojeda, 2009 ; Muñoz-Barcia *et al.*, 2019), Danemark (Nygaard, 2014) et Belgique (Ministère de la nature de Wallonie, 2016)]. De plus, de la littérature spécifique aux valeurs indicatrices des taxons caractéristiques des habitats ciblés a été étudiée (Ellenberg, 1988 ; Julve, 1998), ainsi que des documents phytosociologiques (Bensettiti *et al.*, 2002 ; Bardat *et al.*, 2004 ; Bioret, 2013 ; Delassus, 2015).

Les pré-grilles d'indicateurs issues des recherches bibliographiques ont été présentées à des experts et gestionnaires lors d'un premier comité de pilotage (COPIL). Les COPIL permettent d'échanger sur la pertinence et l'utilisation de certains indicateurs dans le cadre de l'évaluation de l'état de conservation des habitats, leurs modalités d'application sur le terrain et les seuils potentiels. Ces échanges ont abouti à des modifications de la grille proposée initialement avec l'ajout, la suppression et/ou le remaniement d'indicateurs. La nouvelle grille proposée a servi de base à la mise en place de la méthodologie. Elle a ensuite été testée lors d'une phase de terrain (Tableau 2).

L'intégration d'indicateurs floristiques et faunistiques dans les méthodes d'évaluation de l'état de conservation des milieux ouverts est un véritable enjeu (Carboni *et al.*, 2015). Bien souvent, les indicateurs biologiques (faune, flore) sont privilégiés dans les méthodes élaborées par l'UMS Patrinat. Ces derniers présentent de nombreux avantages par rapport aux indicateurs conventionnels de mesure de la qualité de l'eau (Menetrey *et al.*, 2005). Ils intègrent les effets des variations des teneurs en nutriments sur de longues périodes, sont économiques et demandent un moindre effort de prospection que la mesure des paramètres physico-chimiques, qui ne fournit qu'une vision de la qualité chimique de l'eau à un instant t. Ce choix implique toutefois que l'utilisateur ait des notions préalables en botanique.



Tableau 2. Indicateurs retenus suite aux discussions avec les experts et gestionnaires, testés sur les landes humides en 2019.

Paramètres	Critères	Indicateurs à tester sur le terrain	Échelle
Surface	Surface couverte	Évolution de la surface couverte	Site
Structures et fonctions	Composition floristique	Recouvrement de la molinie (%)	Placette
		Ratio molinie-chaméphytes (structurants)	Placette
		Recouvrement des graminoides cespiteux (%)	Placette
		Recouvrement/Nombre/Présence d'espèces déstructurantes	Placette
		Recouvrement d'espèces structurantes (%)	Placette
		Présence de sphaignes	Placette
		Recouvrement/Nombre d'espèces indicatrices d'un assèchement	Placette
		Présence d'espèces indicatrices d'un enrichissement trophique	Placette
		Recouvrement de la fougère-aigle (%)	Placette
		Recouvrement de la strate arbustive (%)	Placette
		Recouvrement de la strate arborée (%)	Placette
		Recouvrement des lichens (%)	Placette
	Dynamique de l'habitat	Recouvrement de sol nu (%)	Placette
		Présence de litière	Placette
		Évolution du recouvrement de la fougère-aigle	Placette ou Polygone
		Évolution du recouvrement des ligneux	Placette ou Polygone
		Recouvrement de la lande sénescence (%)	Placette
		Recouvrement de la lande mature (%)	Placette
		Recouvrement de la lande pionnière (%)	Placette
	Composition faunistique (bonus)	Invertébrés (bonus)	Polygone
Altérations	Atteintes lourdes	Somme des atteintes quantifiables en surface	Polygone
	Atteintes diffuses	Impact des atteintes difficilement quantifiables en surface	Site

### 5.1.2 Choix des sites tests

Afin de tester les indicateurs retenus lors du premier COPIL, des sites d'expérimentation ont été choisis en amont de la phase terrain. L'objectif du choix des sites était de pouvoir tester la méthode et les indicateurs sur l'ensemble de l'aire de répartition des habitats ciblés (Figure 17). L'intérêt est de pouvoir évaluer l'état de conservation des habitats dans différents contextes (géographique, écologique, de gestion, etc.), et d'avoir suffisamment de recul pour proposer une méthode avec les indicateurs les plus pertinents aux échelles nationale et de l'habitat générique. Les sites choisis pour tester la méthode sont des sites Natura 2000 (certains tests ont pu être effectués hors site Natura 2000) disposant d'informations suffisantes sur les habitats ciblés, généralement présentes dans le DOCOB. Étant donné leur connaissance du terrain, les partenaires (Conservatoires botaniques nationaux, chercheurs, Conservatoires d'espaces naturels et autres structures gestionnaires) ont été missionnés afin d'identifier les sites les plus adaptés. Idéalement, un site test devait présenter :

- un ou plusieurs DOCOB (données surfaciques, cartographies, activités et leurs impacts sur l'ensemble du site, etc.) ;

- des polygones d'habitat en différents états de conservation afin de calibrer la méthode sur l'ensemble des états rencontrés ;
- des associations végétales différentes pour un même habitat afin de pouvoir produire une méthode applicable à l'échelle de l'habitat générique ;
- des polygones d'habitat relativement accessibles afin de maximiser le temps imparti à l'étude.

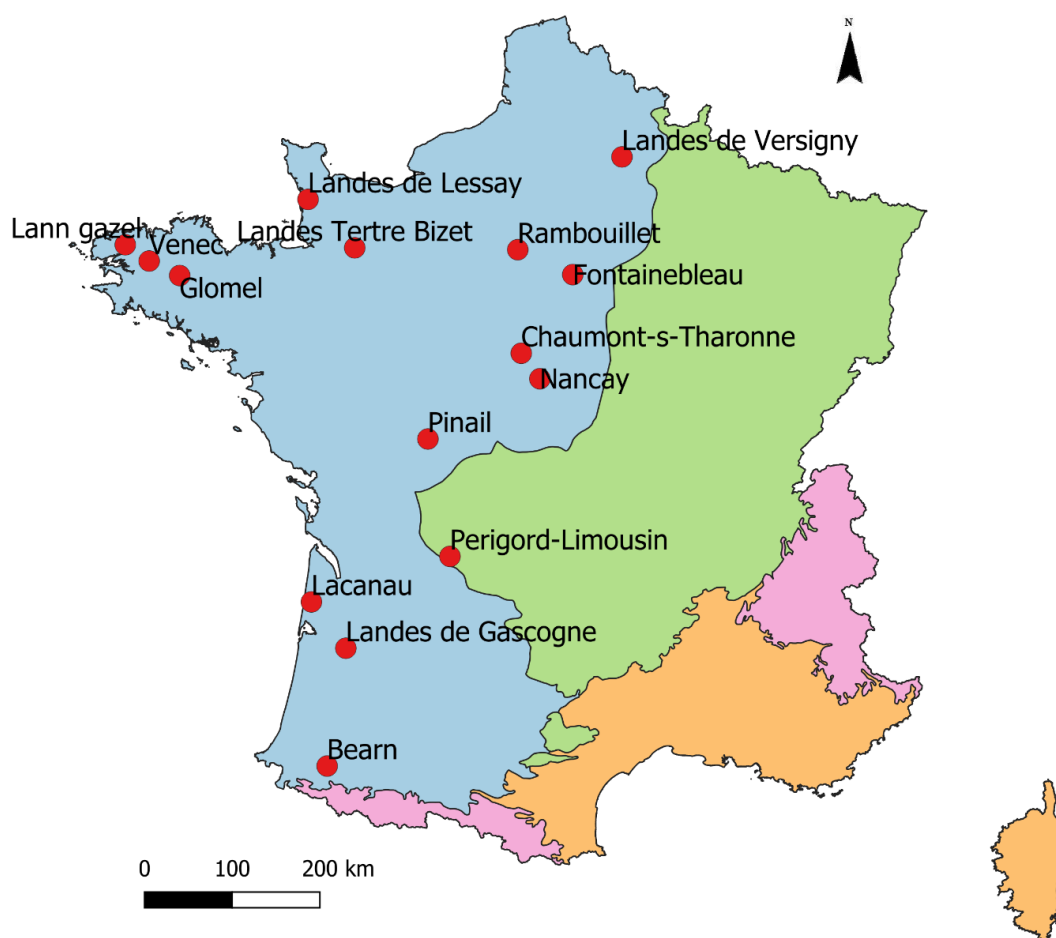


Figure 17. Localisation des sites visités en 2019 dans le cadre des tests d'indicateurs sur les landes humides.

## 5.2 Phase de test des indicateurs sur le terrain

### 5.2.1 Objectifs

Les objectifs de la phase de terrain étaient de :

- tester les indicateurs retenus lors du COPIL en les confrontant aux dires d'experts sur l'état de conservation des landes humides échantillonnées. Il s'agissait ensuite de ne sélectionner que les indicateurs les mieux corrélés à l'avis d'expert ;
- relever les atteintes et les données nécessaires à la mise en évidence des informations apportées par les indicateurs ;
- mettre en évidence les corrélations et les redondances entre indicateurs.

Les Conservatoires botaniques nationaux (CBN), les Conservatoires d'espaces naturels (CEN), les parcs naturels régionaux (PNR), etc. ont été sollicités afin d'apporter leurs connaissances et aides sur le terrain (Tableau 3). Ils ont permis d'identifier les placettes représentatives de différents états de conservation des landes humides à échantillonner à l'échelle des sites Natura 2000 sur leur territoire d'agrément. La présence d'experts sur les sites prospectés a permis de confirmer la présence des habitats et de fournir un maximum d'informations sur leurs états de conservation, les atteintes et leur dynamique.

Tableau 3. Structures partenaires ayant participé à la phase de terrain effectuée sur les landes humides.



Si les valeurs seuils des indicateurs ont pu être prédéfinies grâce aux résultats de la recherche bibliographique ou à dire d'expert, la phase de terrain a permis de les ajuster. Elle a donc permis de calibrer la méthode en attribuant les valeurs seuils et notes associées aux indicateurs retenus pour intégrer la méthodologie. Pour atteindre ces objectifs, ont été réalisés sur les sites prospectés (Tableau 4) :

- une délimitation précise de l'habitat, ainsi qu'une géolocalisation des points de relevés ;
- des photographies ;
- des relevés phytosociologiques ;
- des relevés d'indicateurs autres que ceux relatifs à la composition floristique ;
- l'évaluation de l'état de conservation de l'habitat à dire d'expert ;
- un relevé des atteintes, le cas échéant.



Tableau 4. Exemples de sites où ont été effectués les tests sur les landes humides.



Les experts ont renseigné l'état de conservation de chaque polygone d'habitat comme étant « bon-optimal », « bon-correct », « altéré » ou « dégradé ». Tous les commentaires et descripteurs de l'état de conservation ont été notés. Ces derniers ont permis d'affiner l'état de conservation de chaque polygone prospecté sous la forme « bon-correct + », « bon-correct » ou « bon-correct - », afin d'avoir un large panel d'états de conservation (Figure 18). Ainsi, la mise en évidence des relations entre indicateurs et avis d'expert n'en a été que plus précise. L'avis d'expert a donc



permis de fournir un ensemble de descripteurs permettant de définir les états de référence de l'habitat à l'échelle d'un site (états optimaux souhaités, favorables choisis, altérés et dégradés).

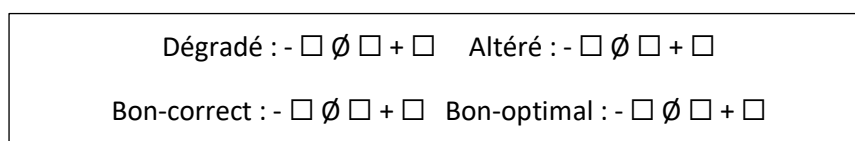


Figure 18. Les états de conservation choisis par l'expert.

### 5.2.2 Le relevé phytosociologique, un outil efficace car synthétique

La phytosociologie permet une classification des groupements végétaux, mais aussi une mise en évidence de leur dynamique et de la relation des espèces avec leur environnement. En d'autres termes, cette science correspond à l'explication de l'évolution et de la genèse des associations végétales (Meddour, 2011). Selon Lahondère (1997), ces dernières résultent des conditions du milieu en un point donné, des facteurs climatiques et édaphiques qui leur sont associés.

Les relevés phytosociologiques correspondent à des relevés « *d'informations variées permettant de décrire la communauté végétale en place et son contexte* », c'est-à-dire des « *informations sur la composition floristique, sur la structure de la végétation, sur l'abondance des différents taxons au sein de la végétation étudiée, sur la physionomie et le périmètre du relevé, etc.* » (Delassus, 2015). Ils permettent d'obtenir un grand nombre d'informations dans un temps limité au sein d'une station homogène, dans une aire donnée. Cette surface donnée doit correspondre à l'aire minimale, autrement dit à la surface à partir de laquelle le nombre d'espèces n'augmente plus pour un effort de prospection constant. Cette aire est fonction de l'espace vital occupé par les espèces au sein de la communauté végétale étudiée, mais aussi du recouvrement total de la végétation et de l'abondance-dominance de l'espèce dominante. Les espèces volumineuses, le faible recouvrement total de la végétation et la domination d'une espèce au sein du relevé sont autant de facteurs qui contribueront à augmenter l'aire minimale (Catteau, 2019).

De par le choix des indicateurs à tester sur le terrain, les relevés phytosociologiques se sont avérés idéaux en terme informatif. En effet, ils permettent d'obtenir les informations nécessaires à l'analyse de l'ensemble des indicateurs liés à la composition floristique (Meddour, 2011 ; Delassus, 2015). Les relevés sont généralement effectués au sein de placettes de forme variable (circulaire, carrée, linéaire, etc.) ou le long de transects de manière à être représentatifs de la végétation de l'habitat. La forme du relevé est toujours adaptée à la forme du polygone d'habitat dont on veut rendre compte de la composition floristique. Lors de la phase de test, les relevés ont été effectués sur des placettes de 100 m<sup>2</sup> (10 m x 10 m), homogènes et représentatives des polygones de lande humide au niveau de la composition floristique (Figure 19). Cette aire, plus élevée que l'aire minimale moyenne utilisée pour la réalisation des relevés sur les landes, a permis de contacter un maximum d'espèces occasionnelles, ces milieux étant paucispécifiques.

De manière générale, le choix de l'emplacement du relevé phytosociologique est une étape importante si l'on veut rendre compte fidèlement de la composition floristique en un point donné. L'homogénéité floristique de la station est obtenue lorsque la répétition de combinaison d'espèces végétales est observée. L'homogénéité écologique nécessite

l'homogénéité structurale et physiologique de la station. La placette doit également être homogène du point de vue des conditions du milieu telles que l'exposition, la pente, la microtopographie, etc.

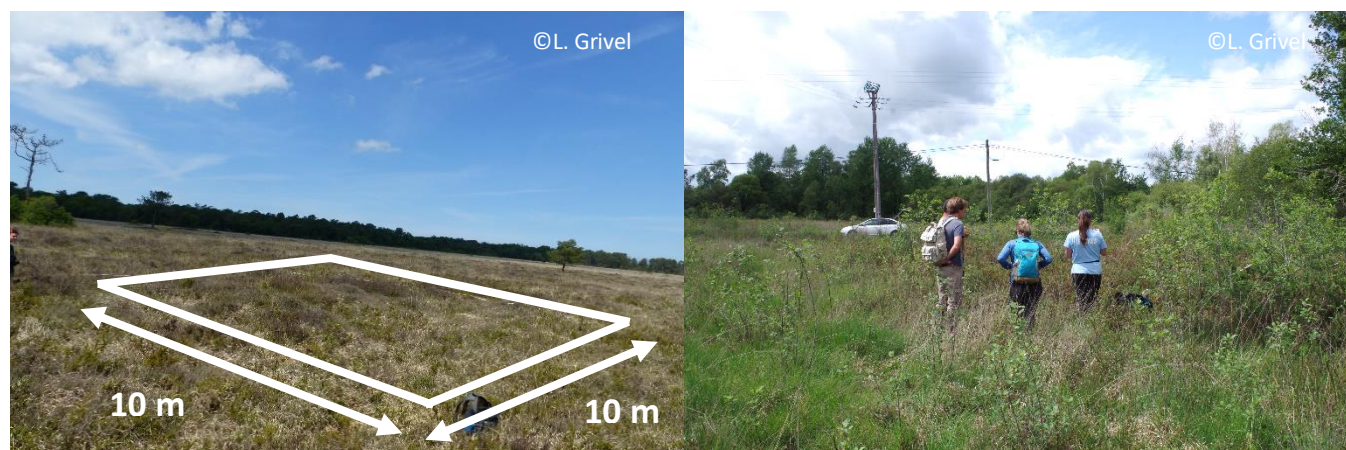


Figure 19. Relevés phytosociologiques effectués sur les landes humides lors de la phase de test (à gauche, en Bretagne ; à droite, dans le Périgord).

Sur chaque placette, le recouvrement de l'ensemble des espèces végétales a été estimé visuellement. Diverses méthodes d'estimation des recouvrements peuvent être utilisées. Ici, un coefficient d'abondance-dominance de Braun-Blanquet (1964) a pu être appliqué à chaque espèce relevée (Tableau 5). Les espèces végétales ont toutes été identifiées sur le terrain ou ultérieurement (photographies et/ou prélèvements d'individus lorsque cela était possible).

Tableau 5. Coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet (1964), classes de recouvrement et médianes associées.

Coefficient	Recouvrement des individus dans le relevé	Médiane pour analyse
5	Abondance quelconque. Recouvrement > 75 %	87,5 %
4	Abondance quelconque. Recouvrement entre 50 et 75 %	62,5 %
3	Abondance quelconque. Recouvrement entre 25 et 50 %	37,5 %
2	Individus abondants voire très abondants. Recouvrement entre 5 et 25 %	15 %
1	Individus moyennement abondants. Recouvrement entre 1 et 5 %	2,5 %
+	Individus peu abondants. Recouvrement < 1 %	0,5 %

Chaque espèce considérée de manière isolée apporte de nombreuses informations (Meddour, 2011). Les espèces herbacées possèdent un haut pouvoir de résolution vis-à-vis des conditions écologiques du milieu. De manière générale, les relevés phytosociologiques peuvent également permettre de tester l'échantillonnage en répondant à différentes questions. Par exemple, est-ce que l'altitude est corrélée à l'état de conservation émis par avis d'expert ? Est-ce que le type de substrat est lié au nombre d'espèces eutrophiles relevées sur cet habitat ? Les relevés peuvent aussi permettre de mettre en évidence des processus écologiques. Par exemple, si l'indice d'humidité édaphique F (Ellenberg, 1988) est corrélé négativement au recouvrement des espèces eutrophiles, ceci peut s'expliquer par le fait qu'un assèchement peut favoriser la minéralisation du substrat.

En conclusion, l'avantage du relevé phytosociologique est d'être moins coûteux en temps qu'un relevé floristique exhaustif du polygone d'habitat. Il apporte également plus d'informations. Les difficultés principales résident dans le choix de l'emplacement du relevé représentatif du polygone d'habitat et dans l'estimation des recouvrements.

### 5.2.3 Biais observateur

La validation des indicateurs passe par l'analyse de leur applicabilité sur le terrain, leur champ d'application et le degré de corrélation avec le type d'informations qu'ils sont supposés apporter (Paillet *et al.*, 2015). Pour ce faire, l'évaluation du biais observateur est une étape essentielle de ce processus, surtout si les relevés de terrain sont effectués par des non spécialistes. Un indicateur peut être jugé pertinent lorsque le biais observateur est minimal, autrement dit s'il est facilement reproductible et que l'estimation de sa valeur est certaine. La phase de test des indicateurs sur le terrain a également permis de mettre en exergue les difficultés relatives à l'application de certains indicateurs et les biais relatifs à l'approche méthodologique utilisée :

- l'estimation visuelle des recouvrements varie d'une personne à une autre, parfois significativement. Cela crée un biais observateur, non négligeable ;
- le fait que les avis d'expert ne viennent pas du même expert en fonction de la région crée un biais de différence de notation. Par exemple, pour certains experts, la sénescence de la lande fait partie d'un cycle et n'est donc pas indicatrice d'un mauvais état de conservation. Pour d'autres, si une lande est trop vieille (strate herbacée haute, dégénérescence de *Calluna vulgaris*), elle est considérée comme altérée, voire dégradée ;
- le pas de temps entre les deux évaluations servant à faire une comparaison n'est pas fixe pour les indicateurs basés sur les évolutions (ici, évolution du recouvrement de la fougère-aigle, évolution du recouvrement des ligneux, etc.). Cela crée donc un biais de pas de temps.

## 5.3 Analyses des données et validation

### 5.3.1 Conversion des données brutes

Tableau 6. Correspondance entre l'avis d'expert émis sur le terrain et la note servant aux analyses.

Avis d'expert récolté sur le terrain	Note attribuée à l'avis d'expert
Bon optimal plus	12
Bon optimal moyen	11
Bon optimal moins	10
Bon correct plus	9
Bon correct moyen	8
Bon correct moins	7
Altéré plus	6
Altéré moyen	5
Altéré moins	4
Dégradé plus	3
Dégradé moyen	2
Dégradé moins	1

Une fois la phase de terrain achevée, pour permettre l'exploitation des relevés phytosociologiques, les recouvrements des espèces sous forme de coefficients de Braun-Blanquet (1964) ont été transformés en pourcentages de recouvrement (Tableau 5). L'avis d'expert a été transposé en variable qualitative ordinale (Tableau 6), c'est-à-dire une variable qualifiant un état qui contient un ordre, ici lié à la qualité de l'état de conservation de l'habitat (bon-optimal, bon-correct, altéré, dégradé).

Les stations échantillonnées ont été ainsi finement hiérarchisées.

### 5.3.2 Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été effectuées sous le logiciel R (The R Fondation, 2017), avec un intervalle de confiance à 95 %.

Dans un premier temps, des analyses statistiques exploratoires ont été réalisées afin de rendre compte de la variabilité et de l'amplitude écologique des habitats, ainsi que de faire un bilan de l'échantillonnage (Tableau 7).

Tableau 7. Nombre de relevés effectués lors de la phase de test sur les landes humides par HIC et par avis d'expert.

	Bon-optimal	Bon-correct	Altéré	Dégradé	Nombre total de relevés par habitat
<b>4010</b>	10	14	13	8	<b>45</b>
<b>4020*</b>	6	11	14	6	<b>37</b>
<b>Nombre total de relevés par avis d'expert</b>	<b>16</b>	<b>25</b>	<b>27</b>	<b>14</b>	<b>82</b>

Au total, ce sont 82 relevés qui ont été effectués sur les landes humides durant la phase de test des indicateurs, 45 relevés sur les landes humides atlantiques septentrionales (UE 4010) et 37 relevés sur les landes humides tempérées (UE 4020\*). On voit ici que tous les états de conservation ont été rencontrés, avec un minimum de 10 relevés par état largement atteint.

Des Analyses en Composantes Principales (ACP) (Figure 20 et Figure 21), des Analyses des Correspondances Multiples (ACM) (Figure 21), des tests de corrélation ou encore des modèles linéaires, ont permis de mettre en évidence les informations apportées par les indicateurs testés sur le terrain.

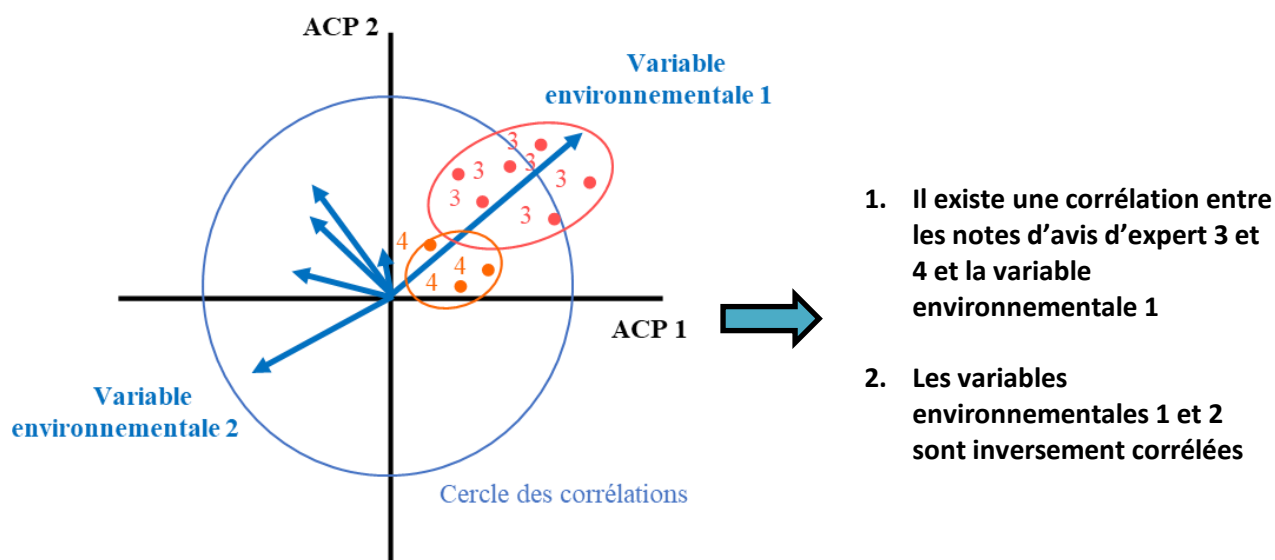


Figure 20. Exemple théorique d'une Analyse en Composantes Principales (variables quantitatives) et son interprétation.

Des tests de corrélations de Spearman ont été effectués entre l'avis d'expert sur l'état de conservation de l'habitat et chaque indicateur de type quantitatif (dont la valeur est numérique) (Figure 21), ainsi qu'entre chaque indicateur de type quantitatif. L'hypothèse  $H_0$  suppose qu'il n'y a pas de corrélation des rangs et l'hypothèse  $H_1$ , qu'il existe une corrélation « monotone ». Lors de la réalisation des tests, si la p-value est inférieure à 0,05, cela suggère qu'il y a moins

de 5 % de chance que la probabilité de corrélation soit nulle, donc de rejeter l'hypothèse  $H_1$ . On considère alors que la corrélation est significative. De plus, le coefficient de corrélation permet de juger de l'intensité de la relation entre deux variables. Il permet de savoir si une variable explique significativement la note d'avis d'expert, ou encore si les variables sont corrélées et apportent la même information.

Pour les indicateurs de type qualitatif, des tests du  $\chi^2$  ont été réalisés. Il a également été possible de tester la corrélation entre l'avis d'expert et différentes combinaisons d'indicateurs via des modèles linéaires, l'objectif final étant de déterminer quelle combinaison d'indicateurs était la mieux corrélée à l'avis d'expert. Ces analyses ont aussi permis de mettre en évidence des valeurs seuils pour les indicateurs qui n'en possédaient pas suite aux recherches bibliographiques et à la phase de terrain. Les résultats obtenus via analyses des données ont fait l'objet d'une validation lors d'un second COPIL. Une fois les indicateurs et les valeurs seuils sélectionnés pour intégrer la grille finale, une note a été obtenue par placette grâce à un calcul automatique. Cette note a été confrontée à celle de l'avis d'expert par régression linéaire (Figure 21). Une boucle a permis d'attribuer des notes associées aux différentes valeurs seuils pour chaque indicateur. Les notes qui correspondaient au meilleur coefficient de détermination ( $R^2$ ), c'est-à-dire à la meilleure prédiction entre la note calculée par placette et la note de l'avis d'expert, ont été retenues.

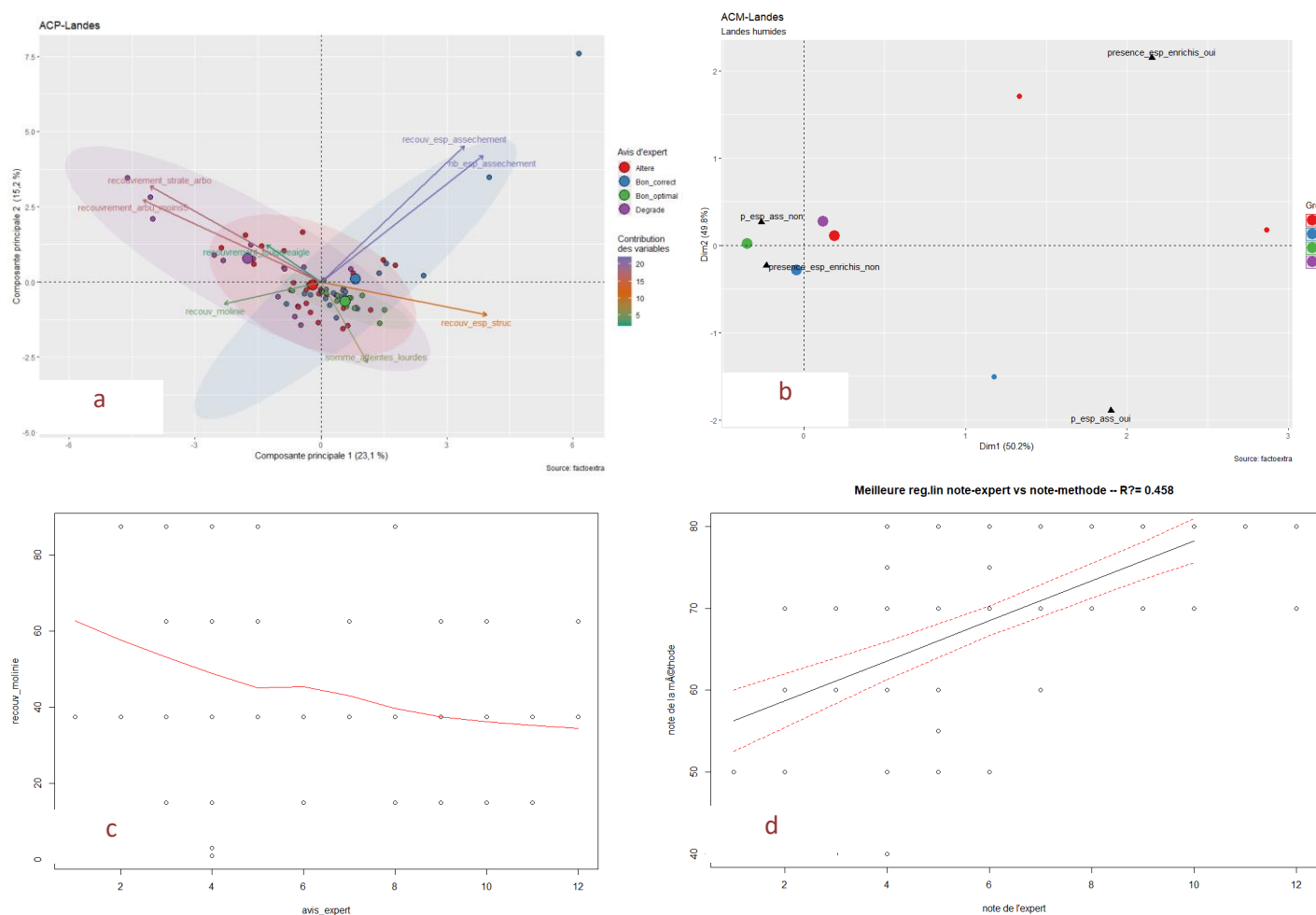


Figure 21. Différentes analyses statistiques réalisées sur le jeu de données de 2019. a : ACP conduite sur les variables quantitatives ; b : ACM conduite sur les variables qualitatives ; c : Corrélation négative entre le recouvrement de la molinie et l'avis d'expert ( $p = -0,26$ ,  $p\text{-value} = 0,0165$ ) ; d : Régression entre la note modélisée et la note de l'avis d'expert.

## 6 Discussion générale

### 6.1 Des méthodes simples pour une réalité complexe

La création de grilles d'indicateurs permettant l'évaluation standardisée des habitats landicoles humides sur l'ensemble du territoire métropolitain est essentielle afin de rendre compte de l'évolution de ces milieux. Ces grilles permettent de cibler les paramètres sur lesquels agir pour maintenir ou restaurer les HIC évalués dans un état de conservation favorable. Elles s'adressent à des opérateurs de site Natura 2000 disposant de moyens réalistes. En effet, l'application de ces méthodes doit minimiser les moyens nécessaires aux relevés et aux analyses. Il s'agit également de limiter les compétences requises en proposant des alternatives entre des indicateurs très simples et des indicateurs demandant des connaissances expertes. Les listes d'espèces à prendre en compte dans l'évaluation se veulent également limitées. Ces méthodes constituent donc un compromis entre coûts (temps et compétences) et efficacité. En revanche, l'évaluation des habitats à l'échelle des sites reste un exercice difficile et réducteur de la complexité des interactions entre les habitats et les composantes physiques du milieu dans lesquels ils se trouvent, ainsi qu'entre les habitats eux-mêmes (mosaïques par exemple) (Hardegen, 2015). En effet, il n'est pas aisé d'allier les faibles compétences naturalistes souhaitées par les opérateurs à la précision scientifique requise pour évaluer l'état de conservation des habitats au titre de la DHFF. Le budget et le temps souvent limités des opérateurs participant à cette évaluation éliminent d'office certains indicateurs d'état de conservation pourtant jugés pertinents, mais nécessitant du matériel coûteux pour leur mesure et beaucoup de temps pour leur détermination, leur analyse, etc. Par exemple, peu d'indicateurs faunistiques intègrent encore ces méthodes d'évaluation, la définition des habitats au titre de la DHFF étant basée sur la phytosociologie. Les groupes faunistiques liés à l'état de conservation de certains habitats peuvent être difficiles à appréhender sur le terrain. Pourtant, les indicateurs faunistiques apparaissent essentiels pour traduire les interactions des habitats avec leur environnement, mais aussi pour qualifier l'état des processus intrinsèques aux habitats (rappelons que la notion d'habitat se rapporte à un biotope et une biocénose, laquelle est composée d'espèces végétales, mais aussi animales). Les travaux sur le lien espèces-habitats pourraient, à l'avenir, permettre de cibler des groupes faunistiques simples à prospecter et à déterminer, dans le cadre de l'évaluation de l'état de conservation des habitats. Bien que certains opérateurs estiment que ces méthodes soient complexes à mettre en œuvre (Galli, 2015), le guide d'évaluation ci-après essaie, dans la mesure du possible, de mettre en avant des indicateurs répondant aux critères de temps, coût et compétences réduits, tout étant à l'interface entre l'avis d'expert et le suivi. L'avantage des deux habitats de landes humides ciblés est qu'ils sont très similaires en termes de composition floristique et de physionomie. Leur expression est également relativement homogène sur l'ensemble du territoire métropolitain. Cela permet ainsi de proposer une grille d'évaluation commune à ces deux HIC. Néanmoins, les discussions avec les gestionnaires ont permis de mettre en évidence que l'identification d'un polygone en tant que lande humide pose parfois problème. La limite entre lande humide, lande mésophile, prairie à molinie, tourbière haute, etc. n'est parfois pas nette, d'autant plus que les habitats de landes humides peuvent évoluer rapidement vers d'autres habitats en cas de perturbation. Ceci peut poser problème lorsqu'une cartographie est trop ancienne. C'est



pourquoi il est proposé dans le guide suivant une liste de descripteurs destinés à aider le gestionnaire dans sa définition des états de référence.

## 6.2 Des méthodes évolutives et adaptables

Ces méthodes sont standardisées et applicables sur l'ensemble du territoire métropolitain, à l'échelle de l'habitat générique. Elles présentent les avantages d'être accessibles à toutes et tous, d'être reproductibles dans le temps et dans l'espace, de permettre la comparaison entre sites et d'identifier les efforts de gestion à fournir. Cependant, à chaque nouveau jeu de données récoltées sur le terrain, les indicateurs, valeurs seuils et notes sont recalibrés. La littérature récente permet aussi de faire évoluer les grilles d'indicateurs proposées. Ces dernières doivent cependant être affinées par l'expérience de terrain et le retour des opérateurs. En effet, l'application de la méthode par les gestionnaires doit permettre de répondre à plusieurs questions :

- La méthode est-elle simple à mettre en œuvre ? Est-elle adaptée à tous les contextes ?
- Les listes d'espèces proposées sont-elles réalistes ? En est-il de même pour les unités et les plans d'échantillonnage ?
- Est-ce que la méthode peut facilement être couplée à d'autres projets ? Avec les objectifs et le plan de gestion du site ?

Il est nécessaire d'adapter les méthodes proposées à l'échelle locale. Cela peut passer, par exemple, par l'ajout d'espèces au sein des listes prises en compte dans les différents indicateurs. En effet, une espèce considérée comme eutrophile à l'échelle locale peut ne pas être prise en compte dans un indicateur à l'échelle nationale. Ces grilles d'évaluation constituent une base de réflexion, que l'opérateur doit mener en amont de son application. Il s'agit de recontextualiser les indicateurs proposés à l'échelle de chaque site Natura 2000. D'autres méthodes existent pour évaluer l'état de conservation des habitats landicoles en France (Lafon et Le fouler, 2014 ; Wegnez, 2017 ; Collectif de gestionnaires des landes et des tourbières de Bretagne, 2019 ; etc.). Ces dernières sont, notamment, adaptées aux échelles locales. Clarifier les objectifs et les moyens permet de choisir l'outil adéquat. En revanche, l'opérateur devrait prendre des précautions, si désireux soit-il d'élaborer une nouvelle grille d'évaluation à partir de méthodes existantes, en se posant quelques questions préalables :

- Ai-je un réel besoin d'élaborer une nouvelle méthode ?
- Si oui, est-ce que mes nouveaux indicateurs sont toujours complémentaires ?
- À recréer une nouvelle méthode au bureau, aurais-je toujours autant de temps à allouer à l'évaluation sur le terrain ?

La rencontre avec les experts et les gestionnaires a également permis de souligner que certaines espèces peuvent indiquer une pression dans une région, mais pas dans une autre. Par exemple, la présence de *Erica scoparia* ou *Myrica gale* au stade herbacé peut, ou non, indiquer une dégradation, selon la région dans laquelle les espèces sont retrouvées. Cela a permis d'ajuster les listes d'espèces en conséquence.



### **6.3 Le choix des états de référence aux échelles nationale et de l'habitat générique**

La démarche globale de l'évaluation d'état de conservation des habitats repose sur la comparaison de l'habitat étudié à une entité dont l'état est jugé optimal par l'opérateur pour ce type d'habitat. Il s'agit donc de choisir les états de référence, à partir desquels on considère que l'habitat est en état de conservation favorable, altéré, ou dégradé. Si la littérature scientifique peut aider à construire ces différents états en se basant sur un certain nombre de critères et indicateurs, le nombre de travaux et publications sur le sujet n'en reste pas moins limité. La phase de test des indicateurs sur le terrain peut alors aider à construire ces différents états. Ceci implique de visiter une grande diversité de sites où l'habitat générique est bien identifié, afin d'avoir un jeu de données représentatif de sa variabilité géographique, et des communautés qui le composent au sein du territoire. Si les habitats génériques de landes humides apparaissent relativement homogènes sur l'ensemble du territoire métropolitain, des exceptions (ou configurations rares des habitats uniquement présentes sur un territoire localisé) peuvent exister et ainsi complexifier l'élaboration des grilles d'évaluation, voire ne pas être prises en compte. C'est pourquoi plusieurs descripteurs sont proposés pour décrire les états de référence des habitats de landes humides. Il s'agit de garder à l'esprit que les états de référence doivent être établis par l'opérateur à l'échelle de son site Natura 2000. À partir de l'établissement de ces états de référence à l'échelle du site, le seuil à partir duquel l'habitat passe d'un état altéré à favorable pourra être fixé. Au sein d'un même site, plusieurs états favorables pourront être envisagés pour un seul habitat générique.

## 7 Conclusion

Les travaux de Lafon et Le fouler (2014), Wegnez (2017), Collectif de gestionnaires des landes et des tourbières de Bretagne (2019), etc., ainsi que le travail mené en 2019 sur les landes humides (Grivel, 2019) constituent les approches de mise en place et d'application de méthodes standardisées d'évaluation de l'état de conservation des habitats landicoles d'intérêt communautaire à l'échelle du territoire métropolitain. Dans le cas des landes humides, l'analyse de la littérature, les comités de pilotage, ainsi que les phases de terrain successives ont permis de mettre en avant des indicateurs potentiellement pertinents dans une démarche d'évaluation nationale. Ce rapport constitue une première version des cahiers d'évaluation de l'ensemble des habitats de landes humides à l'échelle du territoire métropolitain.

La version de la grille proposée aujourd'hui est jugée tout à fait valide et pertinente par les différentes parties prenantes ayant participé à sa réalisation. Néanmoins, ces méthodes d'évaluation se veulent évolutives et la grille proposée ci-après sera remaniée après chaque nouvelle phase de test et/ou retours d'expérience des utilisateurs, si jugé pertinent. Un équilibre entre précision scientifique et faisabilité est primordial pour que ces méthodes soient à la fois valides et applicables par les opérateurs Natura 2000. Ce travail n'en reste pas moins essentiel si l'on souhaite rendre compte de l'évolution des habitats français au sein du réseau européen.

## Bibliographie

Angiolini C., Viciani D., Bonari G. & Lastrucci L., 2016. - Habitat conservation prioritization: A floristic approach applied to a Mediterranean wetland network. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*: 1-15

Anonyme, 2008. - Article R414-11 du Code de l'environnement modifié par décret n°2015-959 du 31 Juillet 2015- Art. 1. <http://www.legifrance.gouv.fr>. 27 avril 2020.

Bardat J., Bioret F., Botineau M., Boulet V., Delpech R., Géhu J.-M., Haury J., Lacoste A., Rameau J.-C., Royer J.-M., Roux G. & Touffet J., 2004. - Prodrome des végétations de France. Collection Patrimoines Naturels 61, Muséum national d'Histoire naturelle. 171p.

Bartula M., Stojšić V., Perić R. & Kitnæs K.S., 2011. - Protection of Natura 2000 Habitat Types in the Ramsar Site « Zasavica Special Nature Reserve » in Serbia. *Natural Areas Journal* 31(4): 349-357

Bensettiti F., Gaudillat V. & Haury J., 2002. - « *Cahiers d'habitats* » Natura 2000. *Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 3 - Habitats humides*. Éd. La Documentation française. 457p.

Bensettiti F., Boulet V., Chavaudret-Laborie C. & Deniaud J., 2005. - « *Cahiers d'habitats* » Natura 2000. *Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 4 - Habitats agropastoraux*. Éd. La Documentation française. 2 volumes : 445p. et 487p.

Beslin O., Pujol D., Causse G., Cordier J., Bressaud H. & Monticolo J., 2012. - Typologie des végétations de dalles et de pelouses calcaires sèches en région Centre. *Mesobromion, Xerobromion et Alyso-Sedion*. Conservatoire botanique national du Bassin parisien/Muséum national d'Histoire naturelle. 113p.

Bioret., 2013. - Le prodrome des végétations de France, premier référentiel phytosociologique national. *E.R.I.C.A. 26. Revue du Conservatoire botanique national de Brest*. 6p.

Bissot R., 2017. - Les végétations de landes de Poitou-Charentes. Typologie, répartition, écologie et dynamique. Conservatoire botanique national Sud-Atlantique. 82p.

Blandin P. & Lamotte M., 1985. - Écosystèmes et évolution. *Le Courrier du C.N.R.S.* 59 : 25-33

Bottin G., Etienne M., Verté P. & Mahy G., 2005. - Methodology for the elaboration of Natura 2000 sites designation acts in the Walloon Region (Belgium): calcareous grasslands in the Lesse-and-Lomme area. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* 9(2): 101–110

Braun-Blanquet J., 1964. - *Pflanzensoziologie. Grundzüge Der Vegetationskunde*. Springer ed. 865p.

Carboni M., Dengler J., Mantilla-Contreras J., Venn S. & Török P., 2015. - CONSERVATION VALUE, MANAGEMENT AND RESTORATION OF EUROPE'S SEMI-NATURAL OPEN LANDSCAPES. *Hacquetia* 14(1): 5-17

Carnino N., 2009. - État 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. 49p.

Catteau E., 2019. - Proposition de reformulation de l'aire minimale des relevés phytosociologiques. *Bulletin de la Société Botanique du Nord de la France* 72(1-3) : 137-141

Catteau E., Duhamel F., Cornier T., Farvacques C., Mora F., Delplanque S., Henry E., Nicolazo C. & Valet J.-M., 2010. - Guide des végétations forestières et préforestières de la région Nord-Pas de Calais. Centre régional de phytosociologie agréé Conservatoire botanique national de Bailleul. 526p.

Chabrol L. & Reimringer K., 2011. - Catalogue des végétations du Parc naturel régional de Millevaches en Limousin. Conservatoire botanique national du Massif central, Parc naturel régional de Millevaches en Limousin. 240p.

Charles M. & Viry D., 2015. - État de conservation des mares temporaires méditerranéennes (UE 3170\*), habitat d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Rapport d'étude. Version 1. Rapport SPN 2015-56. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 64p.

Choisnet G., Bellenfant S., Millet J., Catteau E. & Causse G., 2017. - Cartographie de la végétation à l'échelle des unités paysagères. Volume 1 - Principes et finalités. Collection Guides et protocoles. Agence française pour la biodiversité. 30p.

Clément H., 2017. - Évaluation de l'état de conservation des tourbières basses alcalines (UE 7230), habitats d'intérêt communautaire. UMS Patrinat – AFB/CNRS/MNHN, Université Claude Bernard Lyon 1. 64p.

Clément H., Reich M., Mistarz M. & Garcin J., 2020. - Évaluation de l'état de conservation des bas-marais calcaires d'intérêt communautaire. Cahiers d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Version 1. UMS Patrinat – OFB/CNRS/MNHN. 183p.

Collectif de gestionnaires des landes et des tourbières de Bretagne, 2019. - Indicateurs d'état de conservation des habitats landicoles et tourbeux de Bretagne (document technique). 53p.

Commission européenne, 2013. - Natura 2000. Interpretation manual of European habitats. EUR 28. 144p.

Conseil de l'Europe, 1979. - Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe. Série des traités européens - n°104. Berne, 19 septembre 1979

Conseil des communautés européennes, 1979. - Directive 79/409/CEE du Conseil concernant la conservation des oiseaux sauvages. *Journal Officiel des Communautés Européennes*, **L103**, 25 avril 1979

Conseil des communautés européennes, 1992. - Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 Mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages. *Journal Officiel de l'Union Européenne*, **L206**, 27 juillet 1992

Delassus L., 2015. - Guide de terrain pour la réalisation des relevés phytosociologiques. Conservatoire botanique national de Brest. 25p.

Eaufrance, 2015. - Diversité des milieux humides | Zones Humides. <http://www.zones-humides.eaufrance.fr>. 20 juin 2017.

Ellenberg H., 1988. - *Vegetation Ecology of Central Europe*. Ed. Cambridge University Press. 758p.

Epicoco C. & Viry D., 2015. - État de conservation des habitats tourbeux d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000. Rapport préliminaire. Version 1. Rapport SPN 2015-57. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 111p.

Evans D. & Arvela M., 2011. - Assessment and reporting under article 17 of the Habitats Directive. Explanatory notes & guidelines for the period 2007-2012. Final version. 123p.

Fernez T., Lafon P. & Hendoux F., 2015. - Guide des végétations remarquables de la région Île-de-France. Conservatoire botanique national du Bassin parisien, Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie d'Île-de-France. 2 volumes : méthodologie : 68p. + Manuel pratique : 224p.

Galli A., 2015. - Évaluation du Document d'Objectifs du site Natura 2000 de la baie de Saint-Brieuc. Communauté d'Agglomération de Saint-Brieuc. 65p.

Garcin J., 2018. - Évaluation de l'état de conservation des bas-marais calcaires d'intérêt communautaire : - Tourbières basses alcalines (UE 7230) ; - Marais calcaires à *Cladium mariscus* et espèces du *Caricion davallianae* (UE **7210\***). Méthode d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Unité Mixte de Service Patrimoine naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Université Paul Sabatier - Toulouse III. 78p.

Gaudillat V., Argagnon O., Bensettiti F., Bioret F., Boulet V., Causse G., Choynet G., Coignon B., de Foucault B., Delassus L., Duhamel F., Fernex T., Herard K., Lafon P., Le fouler A., Panaiotis C., Poncet R., Prud'homme F., Rouveyrol P. & Villaret J.-C., 2018. - Habitats d'intérêt communautaire : actualisation des interprétations des Cahiers d'habitats. Version 1. Rapport UMS Patrinat 2017-104. Unité Mixte de Service Patrimoine naturel, Fédération des Conservatoires botaniques nationaux, Ministère de la Transition écologique et solidaire. 62p.

Goffé L., 2011. - 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. Rapport SPN 2011-18. Muséum national d'Histoire naturelle, Office National des Forêts, Conservatoire Botanique National de Brest. 67p.

Grivel, 2019. - Méthode d'évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle des sites Natura 2000 « Landes humides atlantiques septentrionales à *Erica tetralix* (UE 4010) » et « Landes humides atlantiques tempérées à *Erica ciliaris* et *Erica tetralix* (UE **4020\***) ». UMS Patrinat – AFB/CNRS/MNHN, AgroParisTech, École nationale du génie de l'eau et de l'environnement de Strasbourg. 58p.

Hardegen M., 2015. - Natura 2000 en Bretagne : Habitats d'intérêt communautaire terrestres et d'eau douce. Bilan des connaissances : interprétation, répartition, enjeux de conservation. Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Bretagne, Conservatoire botanique national de Brest. 242p.

Hill D., Fasham M., Tucker G., Shewry M. & Shaw P., 2005. - *Handbook of biodiversity methods: survey, evaluation and monitoring*. Cambridge University Press. 573p.

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, 2019. - Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES secretariat. 56p.

International Union for Conservation of Nature, 2015. - IUCN-Ramsar Collaboration - Supporting the Wise Use of Wetlands. 9p.

International Union for Conservation of Nature, 2016. - An Introduction to the IUCN Red List of Ecosystems: The Categories and Criteria for Assessing Risks to Ecosystems. 14p.

Joint nature conservation committee, 2007. - Second Report by the UK under Article 17 on the Implementation of the Habitats Directive from January 2001 to December 2006. 14p.

Julve P., 1998. - Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Version : "6 juillet 2016".

Lafon P. & Le fouler A., 2014. - Évaluation et suivi de l'état de conservation des landes et tourbières d'Aquitaine - Méthode et mise en place. Conservatoire botanique national Sud-Atlantique, Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Aquitaine. 19p.

Lahondère C., 1997. - Initiation à la phytosociologie stigmatiste. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest* 47(**16**)

Latour M., 2018. - Méthode d'évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle des sites Natura 2000 : "Eaux oligotrophes très peu minéralisées sur sols généralement sableux de l'ouest méditerranéen à *Isoetes* spp." (UE 3120) et "Mares temporaires méditerranéennes" (UE **3170\***). UMS Patrinat – AFB/CNRS/MNHN, Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles, Università di Corsica - Pasquale Paoli. 62p.

Le Floc'h M., 2015. - Phase préliminaire de l'élaboration de la méthode d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat d'intérêt communautaire « Estuaires » (UE 1130) de la façade Manche/Atlantique. Service du Patrimoine Naturel/Muséum National d'Histoire Naturelle. 69p.

Lepareur F., 2011. - Évaluation de l'état de conservation des habitats naturels marins à l'échelle d'un site Natura 2000. Guide méthodologique. Version 1. Rapport SPN 2011-3. Muséum national d'Histoire naturelle. 55p.



Lepareur F., Bertrand S., Papuga G. & Richeux M., 2013. - État de conservation de l'habitat 1150 « Lagunes côtières ». Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000. Guide d'application. Version 1. Rapport SPN 2013-14. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle. 107p.

Lepareur F., Bertrand S., Morin E., Le flo'h M., Barre N., Garrido M., Riera L. & Mauclet V., 2018. - État de conservation des « Lagunes côtières » d'intérêt communautaire (UE **1150\***), Méthode d'évaluation à l'échelle du site - Guide d'application (Version 2). Rapport UMS Patrinat. Muséum national d'Histoire naturelle, Pôle-relais lagunes méditerranéennes. 73p.

Louette G., Adriaens D., Paelinckx D. & Hoffmann M., 2015. - Implementing the Habitats Directive: How science can support decision making. *Journal for Nature Conservation* 23: 27–34

Lumbreras A., Marques J.T., Belo A.F., Cristo M., Fernandes M., Galioto D., Machado M., Mira A., Sá-Sousa P., Silva R., Sousa L.G. & Pinto-Cruz C., 2016. - Assessing the conservation status of Mediterranean temporary ponds using biodiversity: a new tool for practitioners. *Hydrobiologia* 782(1): 187–99

Maciejewski L., 2012. - État de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000. Rapport d'étude. Version 1. Rapport SPN 2012-21. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle. 119p.

Maciejewski L., 2016. - État de conservation des habitats forestiers d'intérêt communautaire. Évaluation à l'échelle du site Natura 2000. Version 2. Tome 1. Définitions, concepts et éléments d'écologie. Rapport SPN 2016-75. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle. 62p.

Maciejewski L., Seytre L., Van Es J., Dupont P. & Ben-Mimoun K., 2013. - État de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000. Guide d'application. Version 2. Rapport SPN 2013-16. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle. 179p.

Maciejewski L., Seytre L., Van Es J. & Dupont P., 2015. - État de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000. Guide d'application. Version 2. Rapport SPN 2015-43. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle. 194p.

Maciejewski L., Lepareur F., Viry D., Bensettiti F., Puissauve R. & Touroult J., 2016. - État de conservation des habitats : propositions de définitions et de concepts pour l'évaluation à l'échelle d'un site Natura 2000. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)* 71(1) : 3–20

- Meddour R., 2011. - La méthode phytosociologique sigmatiste ou Braun-Blanqueto-tüxenienne. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, Faculté des Sciences Biologiques et Agronomiques. 40p.
- Menetrey N., Sager L., Oertli B. & Lachavanne J-B., 2005. - Looking for metrics to assess the trophic state of ponds. Macroinvertebrates and amphibians. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 15(6): 653–64
- Ministère de la nature de Wallonie, 2016. - Arrêté du Gouvernement wallon fixant les objectifs de conservation pour le réseau Natura 2000. 52p.
- Mistarz M., 2016. - État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Rapport préliminaire. Rapport SPN 2016-104. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 76p.
- Mistarz M. & Latour M., 2019. - État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire. Méthodes d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Cahiers d'évaluation. UMS Patrinat – AFB/CNRS/MNHN. 252p.
- Muñoz-Barcia C.V., Lagos L., Blancos-Arias C.A., Díaz-Varela R. & Fagúndez J., 2019. - Habitat quality assessment of Atlantic wet heathlands in Serra do Xistral, NW Spain. *Cuadernos de Investigación Geográfica* 45
- Muséum national d'Histoire naturelle [Ed], 2003-2020. - Inventaire National du Patrimoine Naturel. <https://inpn.mnhn.fr>. 21 janvier 2020.
- Nations Unies, 1992. - CONVENTION SUR LA DIVERSITE BIOLOGIQUE. 30p.
- Nygaard B., 2014. - Fagligt grundlag for vurdering af bevaringsstatus for terrestriske naturtyper. Arrhus Universitet. Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr.118. 142p.
- Ojeda F., 2009. - 4020 Brezales húmedos atlánticos de *Erica ciliaris* (\*). Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 49p.
- Paillet Y., Coutadeur P., Vuidot A., Archaux F. & Gosselin F., 2015. - Strong observer effect on tree microhabitats inventories: A case study in a French lowland forest. *Ecological Indicators* 49: 14–23

Peters J. & Von Unger M., 2017. - Peatlands in the EU Regulatory Environment. Federal Agency for Nature Conservation. 103p.

Programme des Nations unies pour l'environnement, 1972. - Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment. <http://staging.unep.org>. 20 juin 2017.

Rameau J.-C., Gauberville C. & Drapier N., 2000. - Gestion forestière et diversité biologique. Identification et gestion intégrée des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. France (Domaine atlantique). École Nationale du Génie Rural des Eaux et Forêts, Office National des Forêts, Institut pour le Développement Forestier. 119p.

Ramsar Convention Secretariat, 2016. - *An Introduction to the Ramsar Convention on Wetlands*. Fifth ed. Ramsar Handbooks. 107p.

Raunkiaer C., 1934. - *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Oxford University Press. 632p.

Reich M., 2019. - Évaluation de l'état de conservation des bas-marais calcaires d'intérêt communautaire, à l'échelle des sites Natura 2000 : « Marais calcaires à *Cladium mariscus* et espèces du *Caricion davallianae* » (UE **7210\***) et « Formations pionnières alpines du *Caricion bicoloris-atrofuscae* » (UE **7240\***). UMS Patrinat - AFB/CNRS/MNHN, Université Grenoble Alpes. 44p.

The R Foundation, 2017. - The R Project for Statistical Computing. <https://www.r-project.org>. 17 août 2017.

Udvardy M. D. F., 1975. - A Classification of the Biogeographical Provinces of the World. *IUCN Occasional Paper* 18. 48p.

Viry D., 2013. - État de conservation des habitats humides et aquatiques d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000. Rapport D'étude. Version 1. Rapport SPN 2013-12. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 83p.

Wegnez J., 2016. - Les landes d'Île-de-France. Première partie Présentation, description et répartition géographique. Conservatoire botanique national du Bassin Parisien/Muséum national d'Histoire naturelle, Délégation Île-de-France. 37p.

Wegnez J., 2017. - Les landes d'Île-de-France. Deuxième partie. Protocole d'évaluation de l'état de conservation des habitats 4010 et 4030 VERSION 2. Conservatoire botanique national du Bassin Parisien/Muséum national d'Histoire naturelle, Délégation Île-de-France. 27p.

Woodley S. & Kay J., 1993. - *Ecological Integrity and the Management of Ecosystems*. Ed. Taylor & Francis. 221p.

