État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire. Méthodes d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Cahiers d'évaluation

Margaux Mistarz, Manon Latour

▶ **To cite this version:**

Margaux Mistarz, Manon Latour. État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire. Méthodes d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Cahiers d'évaluation. PatriNat (AFB-CNRS-MNHN). 2019, pp.252. mnhn-04256298

HAL Id: mnhn-04256298
https://mnhn.hal.science/mnhn-04256298

Submitted on 24 Oct 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UMS PATRIMOINE NATUREL
CENTRE D'EXPERTISE ET DE DONNÉES
AFB • CNRS • MNHN

État de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire

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

Mistarz Margaux et Latour Manon

Cahiers d'évaluation

Mars 2019

UNITE MIXTE DE SERVICE

PATRIMOINE NATUREL

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

www.afbiodiversite.fr

www.cnrs.fr

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

www.mnhn.fr

Nom du Programme/Projet : **développement des méthodes d'évaluation sur les 14 différents habitats aquatiques et humides de la Directive Habitats**

Convention :

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

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

Vacataire : **Manon Latour** (manon.latour@mnhn.fr)

Experts mobilisés : **H. Michaud (CBNMéd), L. Sorba (OEC), J. Lebrun (CEN Picardie), J-C. Hauguel (CBNBl), R. Coulombel (CBNBl), O. Argagnon (CBNMéd), L. Chabrol (CBNMC), M. Mady (CBNMC), N. Guillerme (CBNMC), G. Choisnet (CBNMC), L. Ferreira (CBNBP), J. Mondion (CBNBP), S. Auvert (CBNBP), O. Beslin (CBNBP), J. Van Es (CBNA), T. Legland (CBNA), T. Sanz (CBNA), G. Pache (CBNA), D. Paulin (CBNA), F. Arthaud (USMB-CARRTEL), L. Olicard (CBNPMP), C. Brau-Nogué (CBNPMP), A. Lefouler (CBNSA), R. Collaud (CBNFC-ORI), M. Liron**

Relecture : **Farid Bensettiti**

Référence du rapport conseillée : **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.**

L'UMS Patrimoine naturel - PatriNat

Centre d'expertise et de données sur la nature

Depuis janvier 2017, l'Unité Mixte de Service 2006 Patrimoine naturel assure des missions d'expertise et de gestion des connaissances pour ses trois tutelles, que sont le Muséum national d'Histoire naturelle, l'Agence française pour la biodiversité et le CNRS.

Son objectif est de fournir une expertise fondée sur la collecte et l'analyse de données de la biodiversité et de la géodiversité, et sur la maitrise et l'apport de nouvelles connaissances en écologie, sciences de l'évolution et anthropologie. Cette expertise, fondée 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

Directeur : Jean-Philippe SIBLET
Directeur adjoint en charge du centre de données : Laurent PONCET
Directeur adjoint en charge des rapportages et de la valorisation : Julien TOUROULT

Inventaire National du Patrimoine Naturel

Porté par l'UMS Patrimoine naturel, cet inventaire est l'aboutissem
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 SINP et de l'Observatoire National de la Biodiversité.

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 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

Remerciements

Nous commencerons tout d'abord par remercier chaleureusement tous les experts ayant activement participé à l'étude, tant sur le terrain que lors des différents temps d'échanges, depuis 2017. Un grand merci donc à Jérémy Lebrun (CEN Picardie), Jean-Christophe Hauguel (CBNBl), Raphaël Coulombel (CBNBl), Laurent Chabrol (CBNMC), Mickaël Mady (CBNMC), Nicolas Guillerme (CBNMC), Guillaume Choisnet (CBNMC), Olivier Argagnon (CBNMéd), Henri Michaud (CBNMéd), Leslie Ferreira (CBNBP), Julien Mondion (CBNBP), Sophie Auvert (CBNBP), Ophélie Beslin (CBNBP), Jérémie Van Es (CBNA), Thomas Sanz (CBNA), Thomas Legland (CBNA), Gilles Pache (CBNA), David Paulin (CBNA), Ludovic Olicard (CBNPMP), Catherine Brau-Nogué (CBNPMP), Anthony Lefouler (CBNSA), Laurent Sorba (OEC), Rémi Collaud (CBNFC), Marie Liron, Bastien Louboutin (OPIE).

Un grand merci également à tous les gestionnaires et intervenants, Tony Rulence (CG60), Loïc Raspail (Communauté de communes des Balcons du Dauphiné), Violaine Meslier (AGRENABA), Cécile Guérin (Marais de Lavours), Raphaël Quesada (Lo Parvi), Pauline D'Adamo (PNR des Pyrénées catalanes), Pierre Durlet (PNR Haut-Jura), Nina Schoen (Communauté de communes La Domitienne), Marie-José Trivaudey-Vergon (DREAL Bourgogne-Franche-Comté), Franck Quénault (SIAEBVELG), Claire Betbeder (Communauté de communes des Grands Lacs), Marie Caillaud (CBNSA), Vincent Gaudillat (UMS PatriNat), Rémy Poncet (UMS PatriNat), Chloé Rouzeyre (Communauté d'agglomération Hérault Méditerranée), Julien Azéma (Communauté d'agglomération Hérault Méditerranée), Sophie Drai (Communauté d'agglomération Hérault Méditerranée), Nicolas Thomas (Communauté d'Agglomération Var Estérel Méditerranée), Christophe Panaiotis (OEC), Laetitia Hugot (OEC), Marie-Laurore Pozzo di borgo (OEC), Paula Spinosi (OEC) et Viviane Sorba (OEC).

Merci aux experts en limnologie et pour certains, collègues, d'avoir partagé leurs connaissances, Florent Arthaud (USMB-CARRTEL), Pierre-Alain Danis (AFB-IRSTEA), Isabelle Domaizon (INRA-CARRTEL).

Merci à Aleksander Miedziejewski pour son stage sur les gazons oligotrophes à méso-eutrophes en 2017 et à Hugo Clément, ancien stagiaire et collègue de bureau.

Merci à Jean-François Cart pour ses superbes photographies de copépodes.

Merci à Jérôme Millet (AFB) pour l'organisation des partenariats.

Côté UMS PatriNat, merci à notre responsable, Farid Bensettiti pour sa relecture du document. Merci à Isabelle Witté, Valentina Cima pour leur aide sur les aspects statistiques. Merci à Fabienne Rue, Mélanie Hubert, Sylvie Chevallier pour les aspects administratifs.

Un grand merci à toute l'équipe de l'UMS PatriNat de Brunoy, en tant que collègues et/ou colocataires, pour votre bonne humeur et votre participation sur le terrain, même si, des fois, nous aimerions pouvoir travailler (…), Juju, Olivier, Philippe, Cindy, Julien, Aurélie, Théo, Chloé, Camille, Océane, Santi, Brian, Florian, Kévin et Nicolas.

Enfin, un grand merci à nos familles et nos amis, parce que tout serait beaucoup plus triste sans vous.

Conservatoire d'espaces naturels Picardie

Conservatoire Botanique National ALPIN

Conservatoire Botanique National BASSIN PARISIEN

MASSIF CENTRAL

Conservatoire Botanique National PORQUEROLLES

Conservatoire Botanique National SUD-ATLANTIQUE

Conservatoire Botanique National BAILLEUL

FRANCHE-COMTÉ
Conservatoire botanique national de Franche-Comté
Observatoire régional des Invertébrés

Sommaire

Préambule **5**

1. Évaluer l'état de conservation, une obligation dans les droits français et européen **7**

1.1. À l'échelle européenne 7

1.2. À l'échelle nationale 8

2. L'état de conservation, un concept d'évaluation à l'échelle du site **9**

2.1. Choisir les états de conservation favorables 9

2.2. Choisir les états de référence 10

3. Principe méthodologique de l'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000 ..... **11**

3.1. Trouver le bon compromis entre coûts et efficacité 11

3.2. D'une évaluation à l'échelle du polygone… 12

3.3. … à une évaluation à l'échelle du site 14

3.3.1. Recouvrement des placettes en différents états de conservation 15

3.3.2. Moyenne des notes de toutes les placettes 16

3.3.3. Distribution des placettes sur le gradient d'état de conservation 16

3.3.4 Diagramme en étoile 16

3.3.5. Répartition des placettes par indicateur 17

3.3.6. Cartographie des placettes 18

3.4. Stratégie d'échantillonnage à l'échelle du site 19

4. Les habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire **20**

4.1. Typologie et notion d'habitat 20

4.2. Les eaux dormantes 21

4.2.1. Définition 21

4.2.2. La notion d'écocomplexes 23

4.2.3. La qualité des eaux, un facteur différentiel 31

4.2.4. Des milieux riches à conservation problématique 32

5. Méthode d'élaboration des grilles d'évaluation, concept et application aux habitats des eaux dormantes **33**

5.1. Phase préparatoire 33

5.1.1. Choix des critères et indicateurs 33

5.1.2. Choix des sites tests 35

5.2. Test des indicateurs sur le terrain 36

5.2.1. Objectifs 36

5.2.2. Le relevé phytosociologique, un outil efficace car synthétique 38
5.2.3. Biais observateur 39
5.3. Analyse des données et validation 39
6. Des méthodes simples pour une réalité complexe 41
6.1. Des méthodes évolutives 41
6.2. Le choix des états de référence aux échelles nationale et de l'habitat générique 42
6.3. Dynamisme des habitats des eaux dormantes et variabilité temporelle de l'évaluation 43
6.4. Les perspectives offertes par les indicateurs lacustres de la DCE 44
Bibliographie…… …49

État de conservation des "Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses" (UE 3110). Guide d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000……...57

État de conservation des "Eaux oligotrophes très peu minéralisées sur sols généralement sableux de l'ouest méditerranéen à *Isoetes* spp." (UE 3120). Guide d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000……84

État de conservation des "Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des *Littorelletea uniflorae* et/ou des *Isoeto-Nanojuncetea*" (UE 3130). Guide d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000……..113

État de conservation des "Eaux oligo-mésotrophes calcaires avec végétation benthique à *Chara* spp." (UE 3140). Guide d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000……...137

État de conservation des "Lacs eutrophes naturels avec végétation du *Magnopotamion* ou de l'*Hydrocharition*" (UE 3150). Guide d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000……164

État de conservation des "Lacs et mares dystrophes naturels" (UE 3160). Guide d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000……190

État de conservation des "Mares temporaires méditerranéennes " (UE 3170*). Guide d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000……223

Préambule

La directive « Habitats-Faune-Flore » (DHFF) (Conseil de la CEE, 1992) a vu le jour en 1992 dans la continuité de la convention de Berne (Conseil de l'Europe, 1979). Elle est la première du genre à définir la notion d'« état de conservation ». L'objectif est de fournir un cadre réglementaire aux pays membres de l'Union européenne afin de maintenir ou rétablir les habitats et les espèces dits d'« intérêt communautaire » dans un état de conservation favorable. Pour ce faire, un réseau de sites, dénommé Natura 2000, a été créé. Ce réseau regroupe des sites désignés pour conserver les habitats et les espèces listés en Annexes I et II de la DHFF. Il regroupe également des sites dédiés à l'avifaune au titre de la directive « Oiseaux » (DO) (Conseil de la CEE, 1979). Il a pour vocation de permettre aux États membres d'atteindre les objectifs fixés par la DHFF en matière de conservation.

En France, la DHFF est retranscrite dans le Code de l'environnement *via* l'article R414-11 (Anonyme, 2008). Ce dernier notifie l'évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire (HIC) pour chaque site Natura 2000. Les résultats de l'évaluation doivent être retranscrits dans le Document d'objectifs (DOCOB).

Afin de répondre à ces objectifs, le Ministère en charge de l'écologie a confié au Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN) la mise en place de méthodologies permettant d'évaluer l'état de conservation des HIC à l'échelle des sites Natura 2000. Les évaluations au niveau des sites permettent également la mise à disposition de données locales relativement homogènes en vue de l'évaluation périodique (tous les six ans) des habitats par région biogéographique, prévue par l'article 17 de la DHFF. Après la mise en place de méthodes similaires pour les habitats forestiers (Carnino, 2009 ; Maciejewski, 2016), dunaires non boisés (Goffé, 2011), de lagunes côtières (Lepareur et al., 2013) et agro-pastoraux (Maciejewski, 2012 ; Maciejewski et al., 2013 ; Maciejewski et al., 2015), une première méthode a été élaborée pour les habitats aquatiques et humides d'eaux courantes en 2013 (Viry, 2013). S'en sont suivies deux autres méthodes en 2015 ; la première concernant les habitats de tourbières acides à sphaignes (UE 71XX) (Epicoco et Viry, 2015), la seconde concernant les mares temporaires méditerranéennes (MTM) (UE **3170***) (Charles et Viry, 2015). En 2016, le travail sur les eaux dormantes a été poursuivi via la rédaction d'un rapport préliminaire sur quatre autres habitats (UE 3110, UE 3120, UE 3130 et UE 3140) (Mistarz, 2016). C'est dans la continuité de ce travail que s'inscrit le présent guide.

Cette première version est le résultat de réflexions basées sur la bibliographie et l'expérience de terrain concernant les indicateurs potentiels pour évaluer l'état de conservation de l'ensemble des habitats des eaux dormantes (UE 31XX). L'objectif est de produire un cadre méthodologique fiable pour évaluer l'état de conservation des HIC suivants :

- « Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses (*Littorelletalia uniflorae*) » (UE 3110) ;
- « Eaux oligotrophes très peu minéralisées sur sols généralement sableux de l'ouest méditerranéen à *Isoetes* spp. » (UE 3120) ;

- « Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des *Littorelletea uniflorae* et/ou des *Isoeto-Nanojuncetea* » (UE 3130) ;
- « Eaux oligo-mésotrophes calcaires avec végétation benthique à *Chara* spp. » (UE 3140) ;
- « Lacs eutrophes naturels avec végétation du *Magnopotamion* ou de l'*Hydrocharition* » (UE 3150) ;
- « Lacs et mares dystrophes naturels » (UE 3160) ;
- « Mares temporaires méditerranéennes » (UE **3170***).

Le cadre méthodologique élaboré est adapté à chacun des sept habitats cités ci-dessus au niveau national, tout en prenant en compte le contexte local. 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. Ce document peut être dissocié en deux grandes parties. La première apporte les éléments généraux sur le cadre et l'application de la méthode, alors que la seconde fournit, pour chaque HIC, les indicateurs et les méthodes. Ce guide s'adresse aux gestionnaires de site Natura 2000 et à toute personne désireuse de mener une réflexion sur la thématique. Les informations inscrites ne sont pas figées et ne demandent que des retours d'expériences pour évoluer.

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

1.1. À l'échelle européenne

L'état de conservation d'un habitat est défini par l'article 1 de la DHFF 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* (…) » (Conseil de la CEE, 1992). Au niveau européen, un réseau de sites dénommé « Natura 2000 » a été mis en place afin de maintenir ou rétablir les habitats et les espèces d'intérêt communautaire dans un état de conservation favorable, tout en prenant en compte les facteurs économiques, sociaux et culturels, ainsi que les caractéristiques locales et régionales (art. 2). En 2017, le réseau couvrait 18,15 % de la surface du territoire de l'Union européenne (UE) et 6 % de la surface marine associée, soit 27 522 sites (Peters et von Unger, 2017). L'objectif du réseau est de concilier la protection d'aires diverses, riches en biodiversité, tout en considérant l'homme à part entière dans l'écosystème. Il 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. Ces ZSC, désignées de façon réglementaire, administrative et/ou contractuelle, 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). 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). L'état de conservation favorable d'un habitat naturel doit se traduire par une aire de répartition et une superficie stables ou en extension, une structure et des fonctions non altérées, susceptibles de perdurer, ainsi qu'un état de conservation favorable des espèces typiques de l'habitat. 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 doiventt être effectuées tous les six ans au niveau biogéographique. Cette évaluation est rendue à la Commission européenne sous forme d'un rapport (rapportage). Les États membres doivent également assurer leur surveillance (art. 11). Le rapport sur la période 2007-2012 met en avant que les zones humides font partie des milieux qui contiennent les habitats les plus dégradés (Bensettiti et Puissauve, 2015).

Parallèlement au cadre relatif aux habitats naturels, le parlement européen a établi un cadre commun sur la qualité des eaux en milieu terrestre au travers de la Directive cadre sur l'eau (DCE) (Conseil européen, 2000). Les objectifs sont la préservation et la gestion de la ressource en eau. Les États membres avaient pour objectif d'atteindre le « bon état écologique » de leurs masses d'eau en 2015 (2nd cycle DCE). Le « bon état écologique » est défini à l'article 2 de la DCE comme étant « *l'expression de la qualité de la structure et du fonctionnement des écosystèmes aquatiques associés aux eaux de surface* (…) ». La DHFF et la DCE sont donc deux directives qui participent à la conservation des habitats naturels, de la faune et de la flore, ainsi qu'au bon état écologique des masses d'eau. Pour les habitats aquatiques et humides, l'atteinte de l'état de conservation favorable est fortement liée à la possibilité de garantir un bon état écologique des masses d'eau (Bolpagni et al., 2017). La récolte des données

collectées dans le réseau DCE sur les conditions physico-chimiques ou dans les sédiments, pourraient aider à définir l'état de conservation favorable de certains habitats au titre de la DHFF. En effet, la DCE notifie la surveillance de certains paramètres afin de caractériser l'état des masses d'eau (paramètres physico-chimiques, hydromorphologiques, biologiques, etc.). Cependant, des indicateurs spécifiques à l'habitat doivent être mis en place.

1.2. À l'échelle nationale

Au niveau national, le réseau Natura 2000 couvre 12,9 % de la surface terrestre métropolitaine et 34 % de la surface marine de la zone économique exclusive, ce qui correspond à 1 776 sites (ZPS et SIC) (Figures 1 et 2). L'article R414-11 du Code de l'environnement (Anonyme, 2008) notifie l'évaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces d'intérêt communautaire pour chaque site Natura 2000. Les résultats de l'évaluation doivent être retranscrits dans le DOCOB. En 2017, 97 % des sites Natura 2000 étaient dotés de ce document et 83 % étaient dotés d'un animateur qui coordonne les actions de préservation, de gestion et de valorisation au quotidien (Peters et von Unger, 2017).

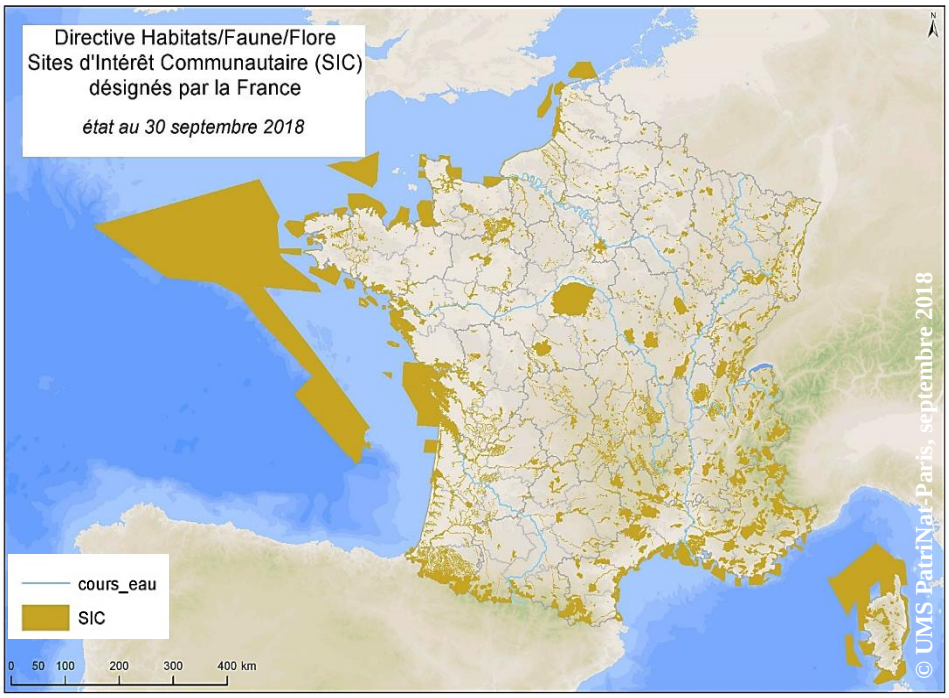


Figure 1 : SIC désignés par la France au 30 septembre 2018.

Le MNHN a été mandaté par le ministère en charge de l'écologie de mettre en place des méthodes standardisées afin d'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 être utilisées lors de l'évaluation faite à l'échelle biogéographique. Sur le territoire, 132 HIC sont recensés parmi les 216 présents en Europe. Ils sont répartis dans quatre régions biogéographiques terrestres et deux régions marines (Bensettiti et Puissauve, 2015). À l'heure actuelle, 23 % des HIC recensés sur le territoire français 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 pertinents au niveau écologique afin d'alimenter les débats concernant la gestion des sites (Maciejewski et al., 2016). L'évaluation de l'état de conservation des habitats par différents experts implique la production de méthodes standardisées, afin de limiter les multiples interprétations de la notion d'état de conservation (Bottin et al., 2005).

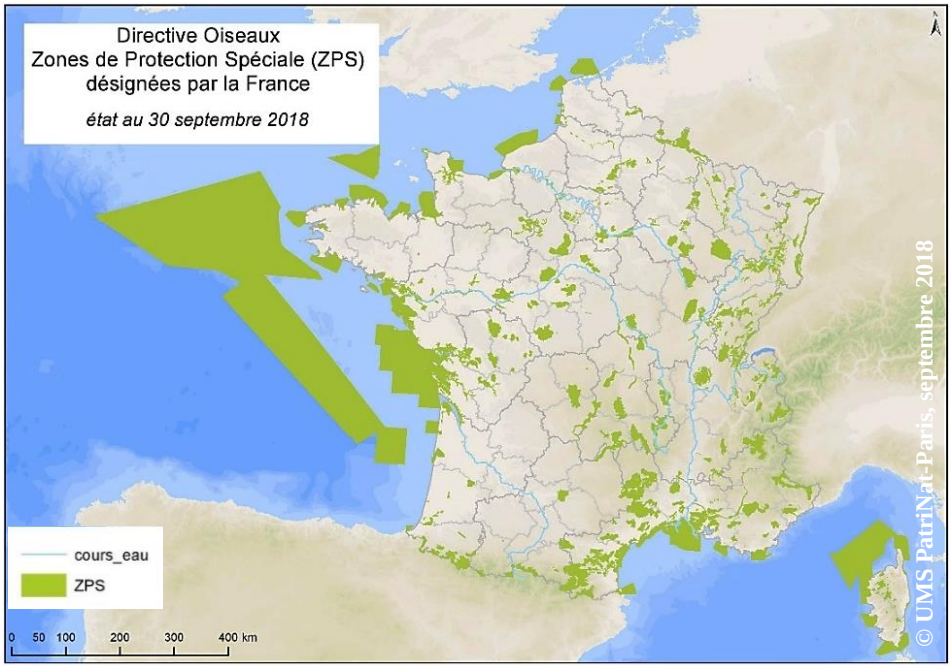


Figure 2 : ZPS désignées par la France au 30 septembre 2018.

2. L'état de conservation, un concept d'évaluation à l'échelle du site

2.1. Choisir les états de conservation favorables

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). La définition de l'état de conservation, au titre de la DHFF, reste vague et générale. Si elle ne paraît pas applicable à l'échelle du site, elle reste valable à l'échelle biogéographique. Il existe cependant un lien entre l'évaluation de l'état de conservation à l'échelle biogéographique et son évaluation à l'échelle du site. 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 seront conservées. À l'échelle du site Natura 2000, il s'agira de relever les évolutions de surface et les atteintes portées à l'habitat, ainsi que d'évaluer ses structures et ses fonctions. Ces trois paramètres sont issus de précédentes méthodes élaborées et mises en place par le MNHN. L'état de conservation peut se situer le long d'un gradient d'état de conservation allant des états défavorables aux états favorables (Figure 3). En effet, il est envisagé plusieurs états de conservation défavorables (issus de pressions différentes). Plusieurs expressions de l'état de conservation favorable peuvent également être envisagées, notamment du point de vue de la composition spécifique. 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.

2.2. Choisir les états de référence

La méthode consiste à comparer l'habitat, soit l'entité observée, à une entité de référence pour ce type d'habitat. Comme pour les états favorables, il peut exister plusieurs états de référence pour un habitat donné, en fonction des différentes configurations de l'habitat rencontrées, sur l'ensemble du territoire métropolitain. Ces états de référence correspondent aux états optimaux souhaités (Figure 3). Ce sont des états où l'habitat est non perturbé. Ils correspondent aux objectifs à atteindre sur le long terme.

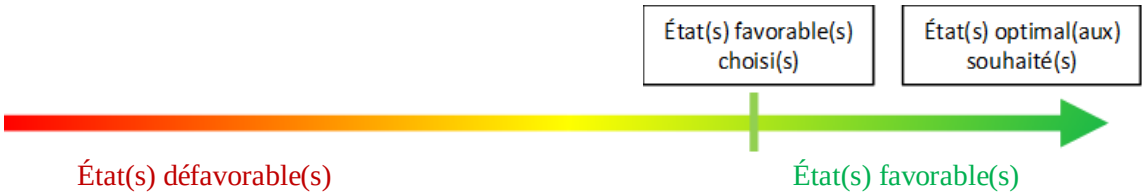


Figure 3 : Gradient d'état de conservation (Maciejewski et al., 2016).

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 états de référence pour chaque habitat. Par exemple, Lumbreras et al. (2016) proposent différents critères afin de qualifier l'état de conservation des MTM (UE **3170***) du sud du Portugal (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 et des états favorables 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 ». La notion « bon-optimal » définit les habitats qui maintiennent leurs fonctionnalités et leur équilibre dans un état optimal souhaité. La notion « bon correct » correspond aux habitats qui fonctionnent et se maintiennent dans le temps malgré une légère altération. 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 les restituer 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.

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

3.1. Trouver le bon compromis entre coûts et efficacité

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 4).

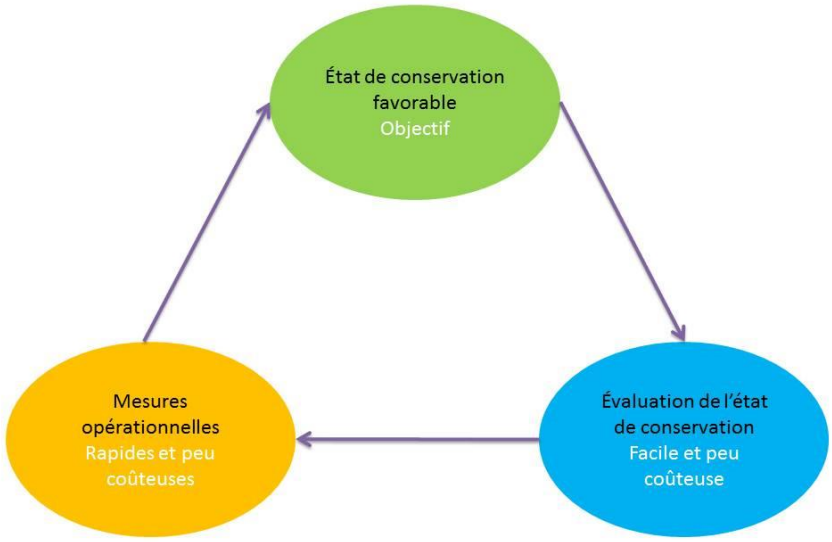


Figure 4 : Processus cyclique mettant en avant la démarche scientifique (en noir) et les ambitions opérationnelles (en blanc) dans la mise en œuvre de la DHFF. La synergie entre les deux domaines doit conduire à l'élaboration d'un outil opérationnel, adapté à chaque habitat et évolutif afin de répondre au mieux aux objectifs de la DHFF.

De manière générale, l'évaluation vise à améliorer les plans de gestion des aires protégées (Bartula et al., 2011). L'évaluation permet d'adapter les efforts à fournir. Les discussions entre gestionnaires, opérateurs, experts et chercheurs doivent permettre la mise en place de méthodes répondant aux attentes des opérateurs de site, comme, par exemple, des méthodes peu coûteuses en temps et compétences pour évaluer l'état de conservation des habitats. 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 des caractéristiques environnementales coûteuses, des alternatives telles que des 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. Mais l'état de conservation favorable implique de mettre en place des valeurs seuils basées sur des faits scientifiques (écologie, notamment). Lorsque les données sont absentes, l'avis d'expert peut contribuer à construire ces valeurs seuils. Ces méthodes se veulent à l'interface entre avis d'expert et suivi, entre évaluations qualitative et quantitative.

3.2. D'une évaluation à l'échelle du polygone…

Dans un souci de cohérence et d'harmonisation des méthodologies, il est envisagé de conserver la même approche de notation graduelle et dégressive appliquée à l'évaluation de l'état de conservation des habitats forestiers (Carnino, 2009). Ceci permet de mettre en avant les critères jugés bons ou mauvais, et de les hiérarchiser. L'état de conservation de l'habitat sera alors évalué « bon » ou « mauvais » au regard de certains critères.

Dans un premier temps, l'évaluation est effectuée à l'échelle du polygone d'habitat. Le polygone d'habitat peut être défini comme une surface rattachée à l'habitat, continue et délimitée. Pour cela, trois paramètres sont évalués (la surface, les structures et fonctions, et les altérations). Un paramètre peut être défini comme un regroupement de critères permettant d'évaluer une même composante de l'état de conservation (Figure 5). Ainsi, divers critères sont étudiés (composition floristique, fonctionnement hydrologique, etc.) à l'aide d'indicateurs (recouvrement des espèces exotiques envahissantes, recouvrement des algues filamenteuses, etc.). On définit un critère comme un ensemble d'éléments clés sur lesquels est fondé l'état de conservation. Un indicateur, quant à lui, est un élément observable qui permet d'attribuer une valeur qualitative ou quantifiable contribuant à évaluer un critère (Latour, 2018). Les indicateurs peuvent être relevés à l'échelle du polygone ou, le plus souvent, à l'échelle de la placette qui doit être représentative du polygone d'habitat. Une placette est représentative lorsque celle-ci regroupe l'ensemble des caractéristiques majeures, observables à l'échelle du polygone (espèces floristiques, conditions stationnelles, etc.).

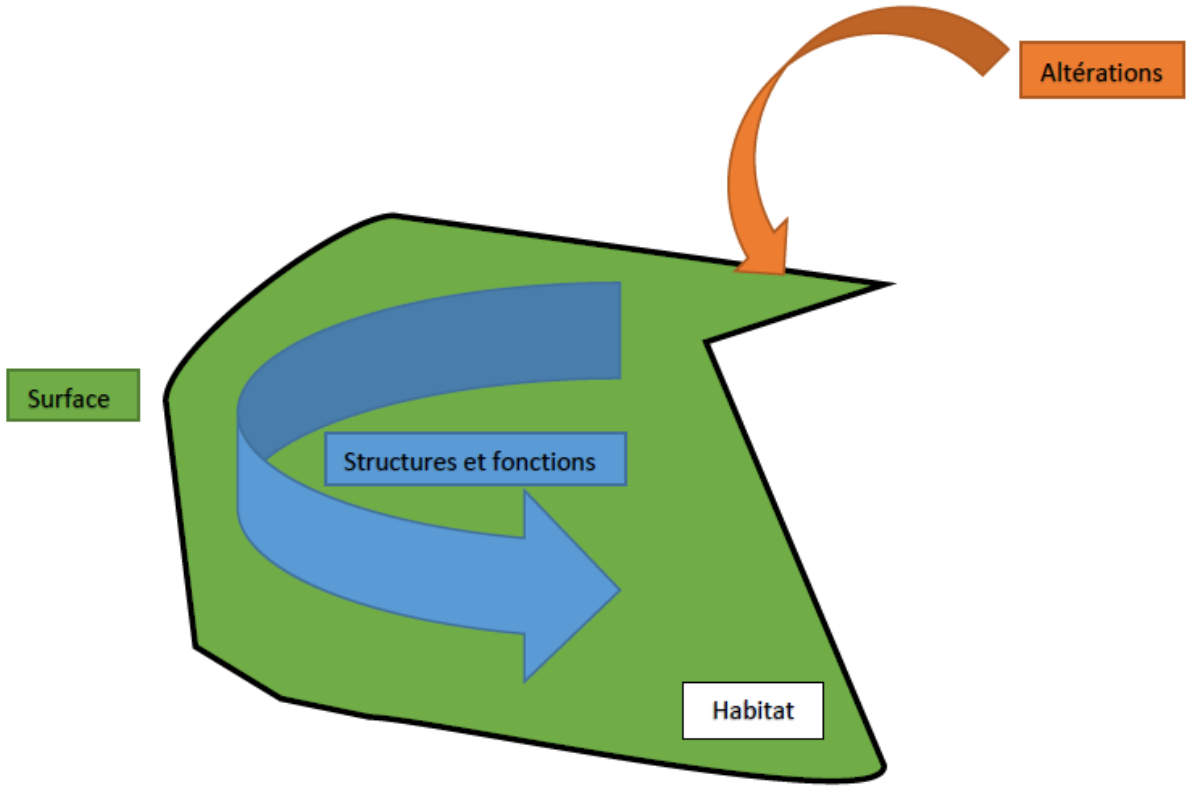


Figure 5 : Schéma caractérisant les trois paramètres pris en compte dans l'évaluation de l'état de conservation de l'habitat. La surface est une composante spatiale, horizontale. Les structures et fonctions correspondent aux composantes intrinsèques de l'habitat. Les altérations relatent l'impact des facteurs externes.

L'état de conservation du polygone d'habitat est obtenu en comparant les valeurs des indicateurs obtenues durant la phase de terrain aux valeurs seuils définies grâce à une recherche bibliographique, au dire d'expert ou à partir des tests sur le terrain. Une note est attribuée à chaque indicateur. La somme des notes correspondant aux valeurs des indicateurs est alors soustraite à la note de 100. On obtient une note finale. Cette note est positionnée le long du gradient d'état de conservation. On en déduit ainsi l'état de conservation du polygone d'habitat (Figure 6). La différenciation entre l'état favorable choisi et l'état optimal souhaité peut aussi permettre d'attribuer des notes positives aux indicateurs (par exemple, sous la 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). En effet, la présence d'invertébrés aquatiques peut potentiellement ajouter une plus-value à l'état de conservation d'un habitat d'eau dormante, mais leur absence ne traduit pas d'un mauvais état de conservation (espèces mobiles). À l'inverse, des malus peuvent intégrer la méthodologie, c'est-à-dire des indicateurs pénalisant l'état de conservation, mais dont la note est fixée à dire d'expert, car étant considéré, par exemple, comme dépendant des conditions climatiques. Un recouvrement d'algues filamenteuses supérieur à 80 % peut potentiellement être pénalisant pour l'état de conservation d'un habitat. En revanche, certains habitats sont sujets aux proliférations algales durant l'été en période de forte chaleur, ce qui n'est pas le cas lorsque les températures sont plus fraîches.

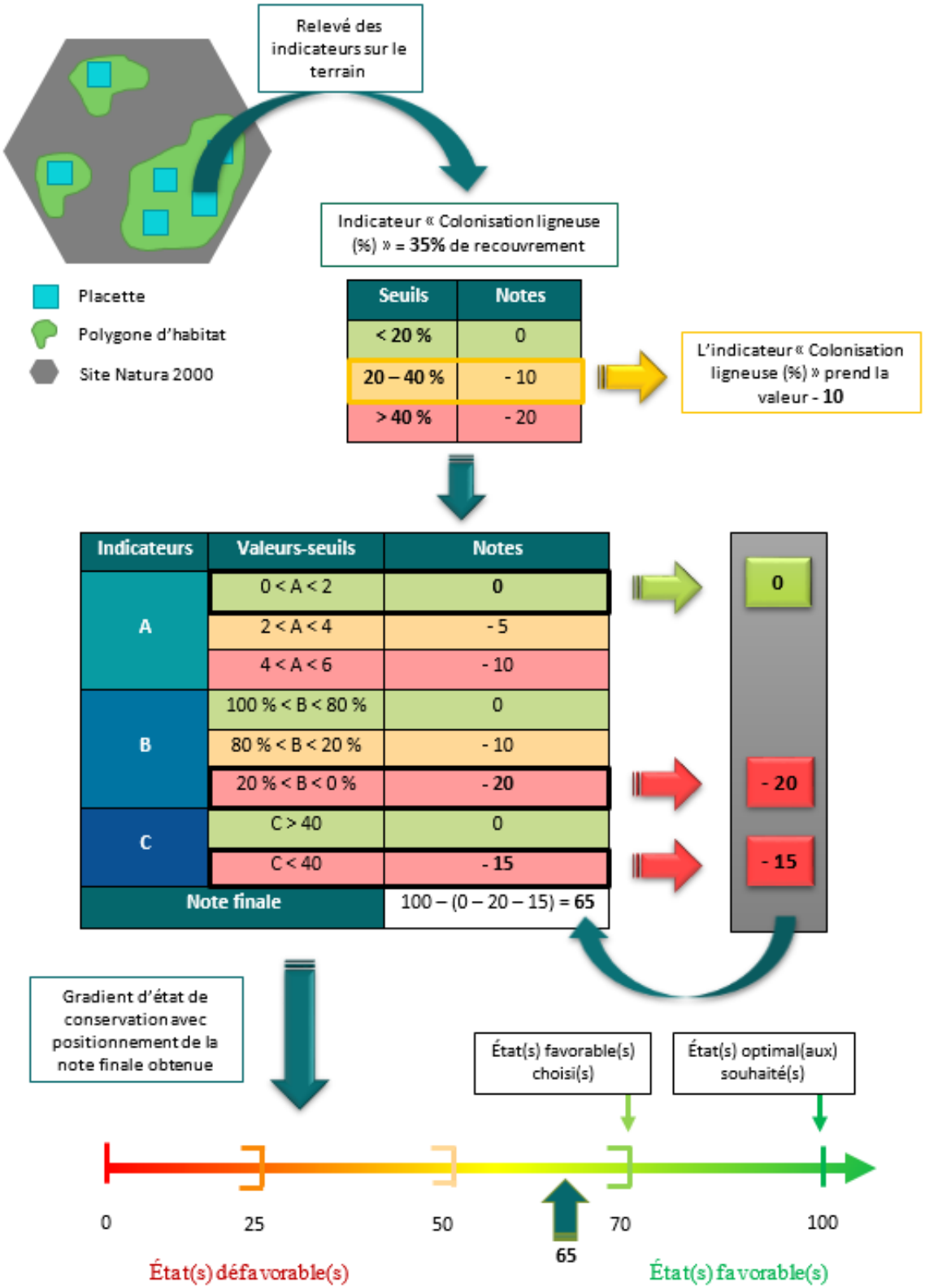


Figure 6 : Évaluation de l'état de conservation à l'échelle du polygone d'habitat (d'après Latour, 2018).

3.3. … à une évaluation à l'échelle du site

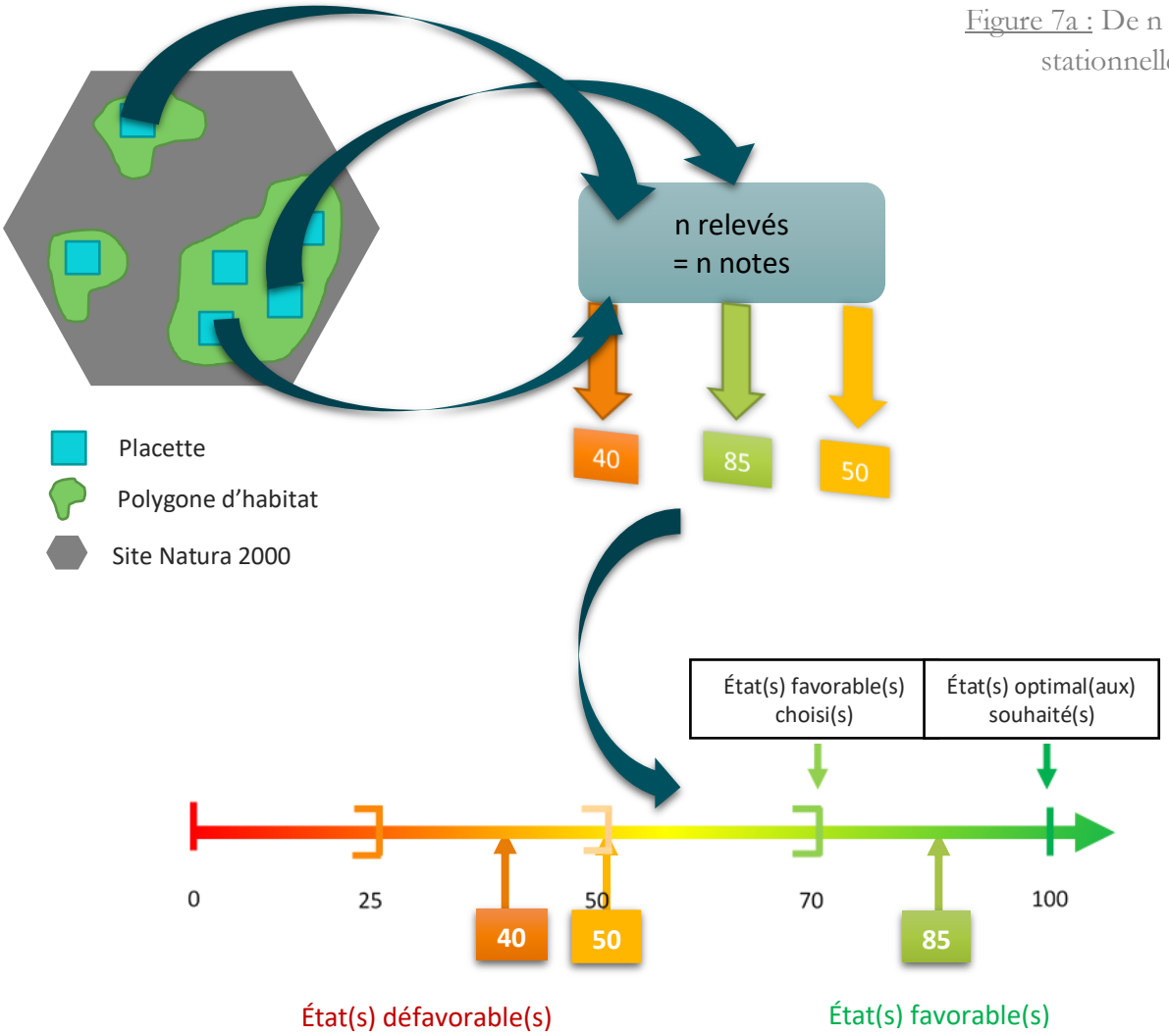
Une fois les polygones d'habitat évalués, on dispose d'un certain nombre d'évaluations stationnelles sur l'ensemble du site Natura 2000. En ajoutant les indicateurs à évaluer à l'échelle du site aux « n » évaluations effectuées au niveau des polygones, on obtient une évaluation globale à l'échelle du site. Il existe plusieurs

procédés pour passer de « n » évaluations stationnelles à une évaluation globale. Ces dernières sont détaillées ci-dessous. 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 l'échelle du site Natura 2000.

3.3.1. Recouvrement des placettes en différents états de conservation

Il s'agit de calculer, à l'échelle du site, le pourcentage de placettes dont l'état de conservation est favorable, altéré ou dégradé (Figure 7a).

Figure 7a : De n évaluations stationnelles …



Chaque relevé effectué sur une placette obtient une note qu'il est possible de disposer sur un 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 favorables/dégradées), avec les notes des indicateurs relevés à l'échelle du site (surface couverte et atteintes diffuses) et de les ajouter à la somme de 100. La note obtenue correspond alors à l'état de conservation de l'habitat évalué à l'échelle du site Natura 2000 (Figure 7b).

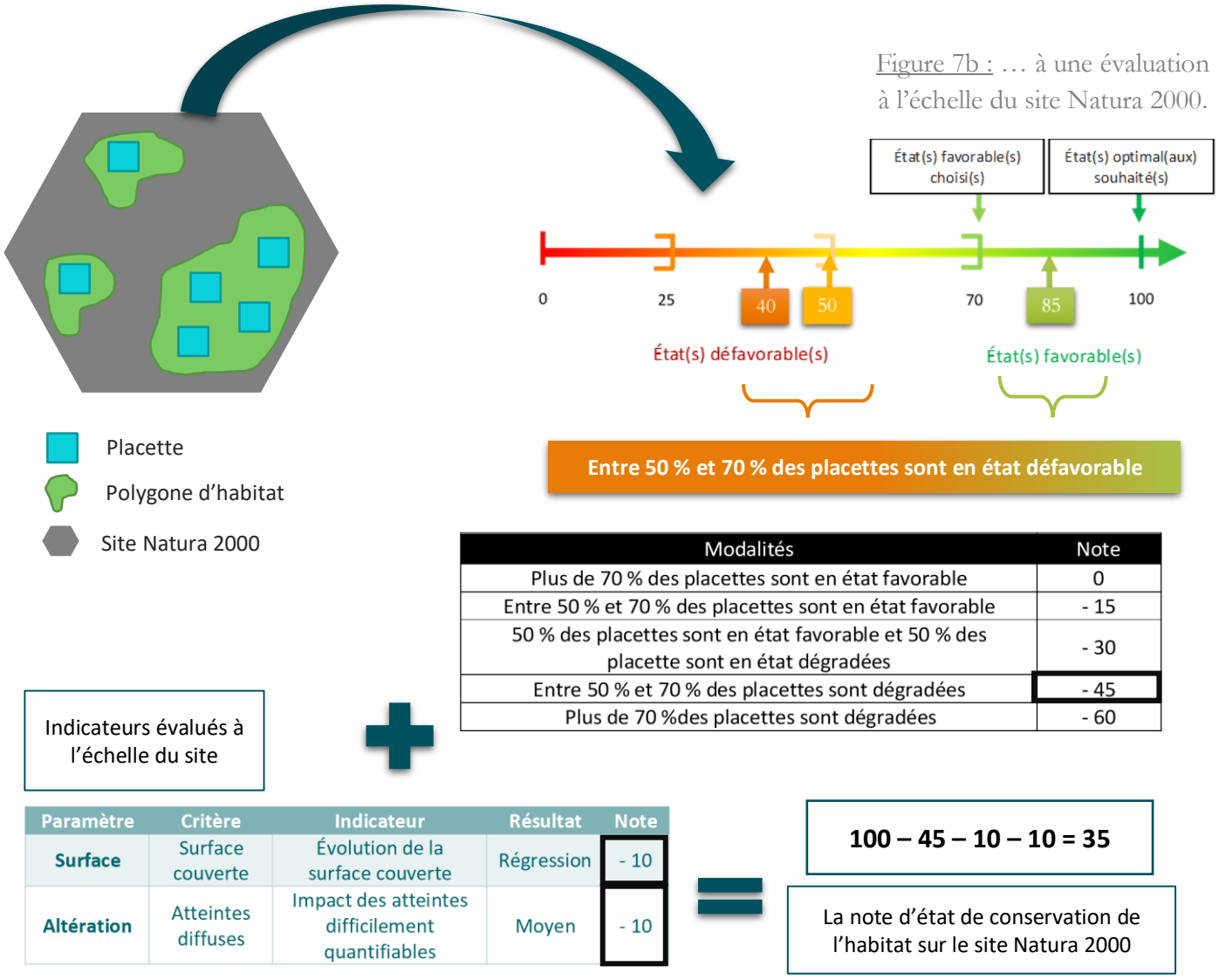


Figure 7b : … à une évaluation à l'échelle du site Natura 2000.

Modalités	Note
Plus de 70 % des placettes sont en état favorable	0
Entre 50 % et 70 % des placettes sont en état favorable	- 15
50 % des placettes sont en état favorable et 50 % des placette sont en état dégradées	- 30
Entre 50 % et 70 % des placettes sont dégradées	- 45
Plus de 70 %des placettes sont dégradées	- 60

Indicateurs évalués à l'échelle du site

Paramètre	Critère	Indicateur	Résultat	Note
Surface	Surface couverte	Évolution de la surface couverte	Régression	- 10
Altération	Atteintes diffuses	Impact des atteintes difficilement quantifiables	Moyen	- 10

100 – 45 – 10 – 10 = 35

La note d'état de conservation de l'habitat sur le site Natura 2000

3.3.2. Moyenne des notes de toutes les placettes

Il s'agit d'effectuer la moyenne arithmétique de toutes les notes obtenues correspondant aux placettes échantillonnées, puis d'ajouter les notes relatives aux indicateurs relevés à l'échelle du site. À noter que l'attribution d'une note globale permet facilement de comparer l'évaluation à l'échelle du site dans le temps mais qu'elle ne permet pas de mettre en évidence les disparités au sein du site (Maciejewski et al., 2015).

3.3.3. Distribution des placettes sur le gradient d'état de conservation

La répartition des placettes le long du gradient d'état de conservation est un moyen de représenter l'état de conservation global de l'habitat à l'échelle du site (Figure 8). Si cette méthode est un bon moyen de visualiser l'hétérogénéité de l'évaluation, elle rend néanmoins la comparaison interannuelle difficile (Maciejewski et al., 2015).

3.3.4. Diagramme en étoile

Une quatrième méthode consiste à concevoir des diagrammes en étoile (radars) pour chaque polygone d'habitat échantillonné (Figure 9). Il permet d'avoir un aperçu de l'état de différents indicateurs à l'échelle de la placette (1, « bon » ; 2, « altéré » ; 3, « dégradé »). L'avantage d'une telle méthode est qu'elle cible les domaines

sur lesquels agir pour chaque polygone d'habitat. À l'inverse, l'inconvénient de ce type de rendu est qu'il ne prend pas en compte le poids des indicateurs par rapport aux autres.

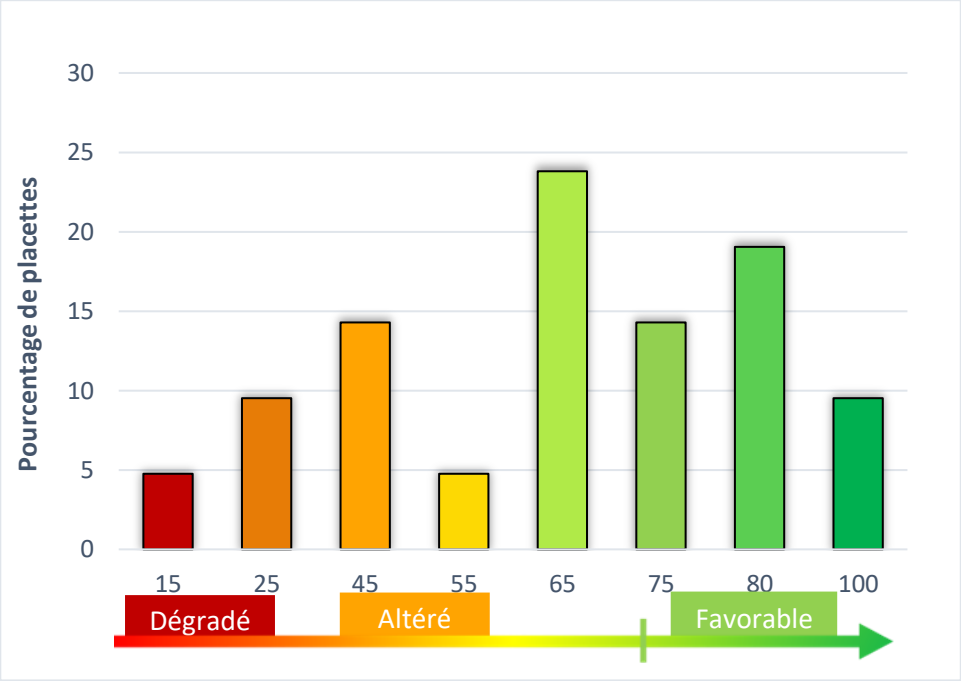


Figure 8 : Répartition des placettes le long du gradient d'état de conservation.

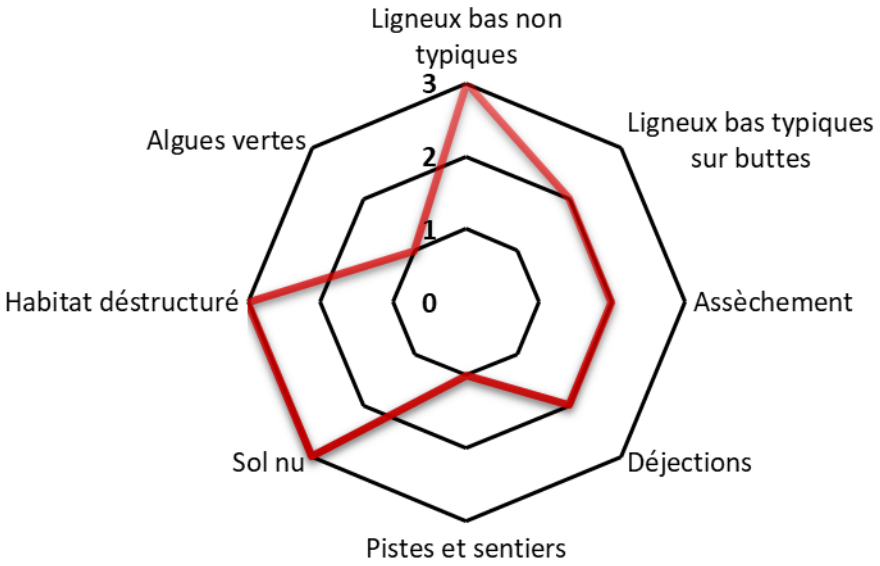


Figure 9 : Exemple de représentation en radar (d'après Binnert, 2012).

3.3.5. Répartition des placettes par indicateur

Il s'agit de visualiser le nombre de placettes par modalité de chaque indicateur (Figure 10). 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 distinguer chaque placette.

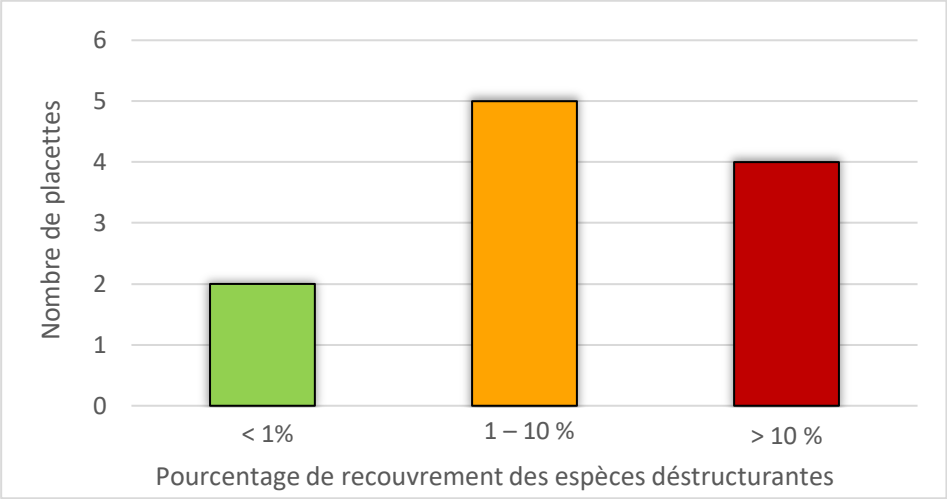


Figure 10 : Nombre de placettes échantillonnées au sein du site Natura 2000 selon les résultats de l'indicateur « Recouvrement des espèces déstructurantes ».

3.3.6. Cartographie des placettes

La dernière méthode consiste à cartographier les polygones d'habitat à l'échelle du site Natura 2000, en appliquant un dégradé inspiré des feux tricolores selon leur état, « favorable », « altéré » ou « dégradé ». Cette méthode a été reprise par le CEN Auvergne en 2015 (Pouvaret, 2015) afin d'évaluer l'état de conservation des habitats des eaux courantes et des gazons oligo-mésotrophes en contexte alluvial sur le site « Zones alluviales de la confluence Dore-Allier » (FR 8301032) (Figure 11). L'avantage de cette méthode est la possibilité de localiser précisément les polygones sur lesquels agir. L'inconvénient est qu'elle ne précise pas le domaine d'intervention.

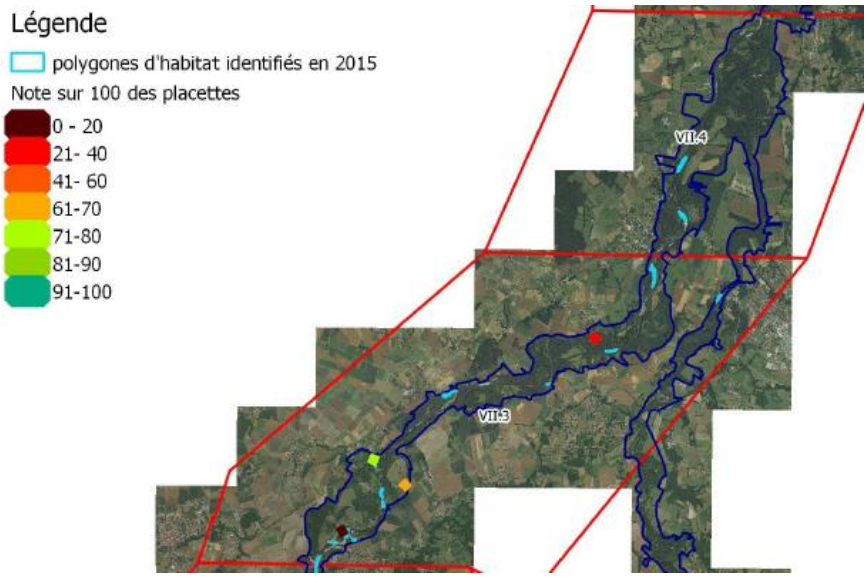


Figure 11 : Extrait de la cartographie représentant l'état de conservation des polygones d'habitat sur le site « Zones alluviales de la confluence Dore-Allier » (Pouvaret, 2015).

3.4. Stratégies d'échantillonnage à l'échelle du site

La cartographie des habitats à l'échelle du site est un préalable indispensable à la mise en place de la stratégie d'échantillonnage. De manière générale, la mise en place d'une stratégie pertinente implique d'effectuer un compromis entre qualité de l'évaluation et ressources disponibles. L'échantillonnage doit être le plus représentatif possible de l'état de conservation global de l'habitat au niveau du site (l'aire d'échantillonnage). Cela comprend 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.

Il existe plusieurs stratégies d'échantillonnage possibles des polygones à l'échelle du site. Ces stratégies dépendent directement de la configuration de celui-ci (Figure 12).

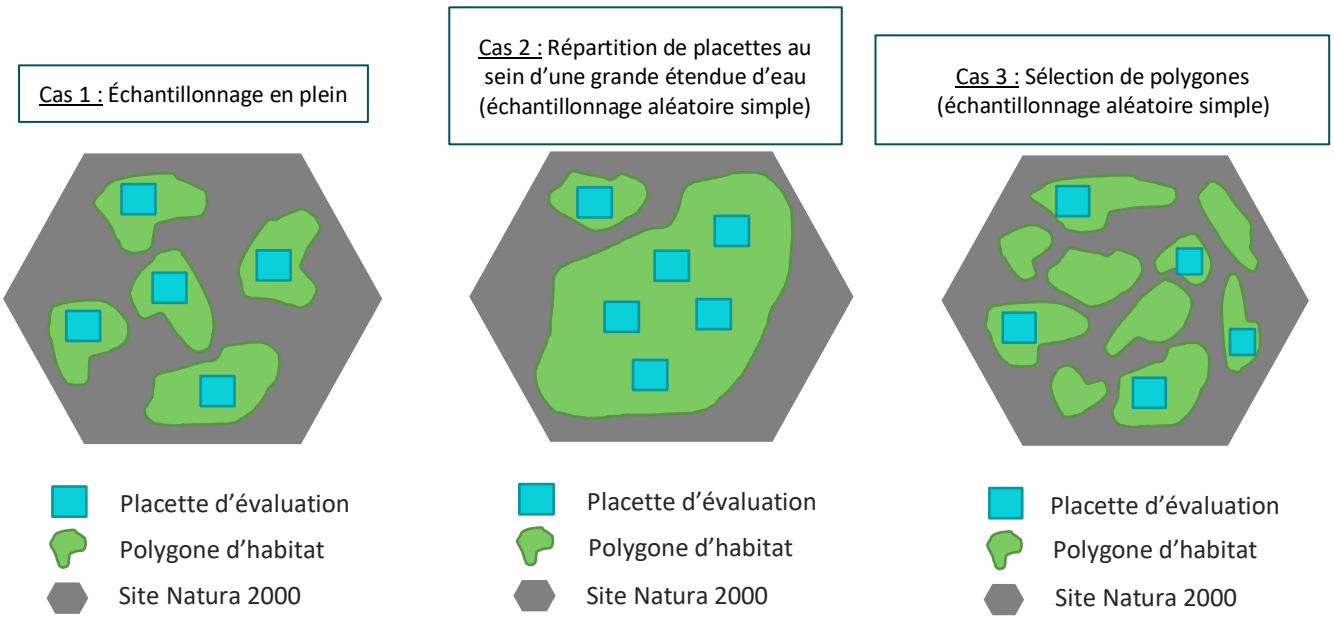


Figure 12 : Stratégies d'échantillonnage possibles à l'échelle du site Natura 2000.

Le premier cas correspond aux sites qui présentent un nombre limité de polygones d'habitat. Un échantillonnage en plein est alors conseillé. Ce dernier consiste à appliquer la méthode sur chaque polygone au sein du site. Dans le cas de polygones/mares en réseau où les entités sont nombreuses, il s'agit de sélectionner des polygones/mares sur lesquels sera appliquée la grille d'évaluation. Les résultats permettront par la suite d'obtenir une vision globale de l'état de conservation au niveau du site. Le choix des polygones d'habitat peut être fait *via* un échantillonnage aléatoire simple. Il sera néanmoins demandé de veiller à la représentativité de l'échantillon à l'échelle du site (Cas 3). Le dernier cas est associé aux habitats aquatiques répandus sur une grande étendue d'eau de type étang. Il est préconisé de réaliser un échantillonnage aléatoire simple de plusieurs placettes afin de rendre compte de l'état global de l'habitat au sein de l'étendue d'eau (Cas 2). Le tableau ci-dessous résume les stratégies d'échantillonnage possibles pour chaque habitat des eaux dormantes (Tableau 1).

Tableau 1 : Stratégies d'échantillonnage envisageables pour chaque habitat selon leur configuration à l'échelle du site Natura 2000.

Habitats	Cas 1 : échantillonnage en plein	Cas 2 : échantillonnage aléatoire simple au sein d'une grande étendue d'eau	Cas 3 : échantillonnage aléatoire simple de polygones
UE 3110	✓	✓ (Cas des communautés du *Lobelion dortmannae* qui peuvent rester immergées)	✓
UE 3120	✓	×	✓
UE 3130	✓	✓ (Cas des gazons à *Sparganium angustifolium,* constamment immergés)	✓
UE 3140	✓	✓	✓
UE 3150	✓	✓	✓
UE 3160	✓	×	✓
UE **3170***	✓	×	✓

4. Les habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire

4.1. Typologie et notion d'habitat

La mise en place d'une méthodologie d'évaluation de l'état de conservation requiert une définition précise des objets évalués. Dans le cadre de cette étude, ces objets sont les habitats listés en Annexe I de la DHFF. Notons par ailleurs que la DCE n'évoque à aucun moment cette notion d'habitat.

La notion d'habitat est définie dans la DHFF comme étant une zone terrestre ou aquatique se distinguant par ses caractéristiques géographiques, abiotiques et biotiques, qu'elles soient entièrement naturelles ou semi-naturelles (Conseil de la CEE, 1992). Pour autant, cette notion reste difficile à appréhender sur le terrain 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 centro-européenne de la DHFF (Angiolini et al., 2016). 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, etc.).

Rameau et al. (2000) font le lien entre « végétation » et « habitat » en précisant que « *la végétation par son caractère intégrateur des conditions écologiques 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. 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, biotope, activités humaines, etc.). 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. L'alliance phytosociologique est un niveau d'unité syntaxonomique souvent retenu pour la conservation parce que les habitats sont identifiés et délimités par les communautés de plantes au titre de la DHFF (Angiolini et al., 2016). Créer une typologie permet de fixer les limites des habitats étudiés. Cette simplification nécessite de faire des choix qui ont des conséquences pour l'utilisateur. Ainsi, les habitats de la DHFF correspondent à des unités syntaxonomiques.

Plus que des habitats, ce sont des habitats « d'intérêt communautaire ». Un habitat est d'intérêt communautaire :

- s'il est en danger dans son aire de répartition naturelle ;
- si son aire de répartition naturelle est réduite suite à une régression ou en raison de son aire intrinsèquement réduite ;
- s'il constitue un exemple remarquable de caractéristiques propres à l'une ou plusieurs des neufs régions biogéographiques.

Ces habitats qualifiés de « génériques » sont listés en Annexe I de la DHFF et ont été décrits dans l'« *Interpretation manual of European habitats. EUR 28* » (Commission européenne, 2013). En France, ils ont été décrits et déclinés en habitats qualifiés d'« élémentaires » dans les cahiers d'habitats (Bensettiti et al., 2002), en fonction de leurs diversités écologiques résultant de processus naturels et/ou anthropiques, ainsi que leur mode de gestion.

Il est reconnu que les communautés basales peuvent être rattachées à des habitats d'intérêt communautaire 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 sont alors considérées comme un mauvais état de conservation de l'habitat. Si les informations phytosociologiques sont insuffisantes, ces communautés ne peuvent y être rattachées.

4.2. Les eaux dormantes

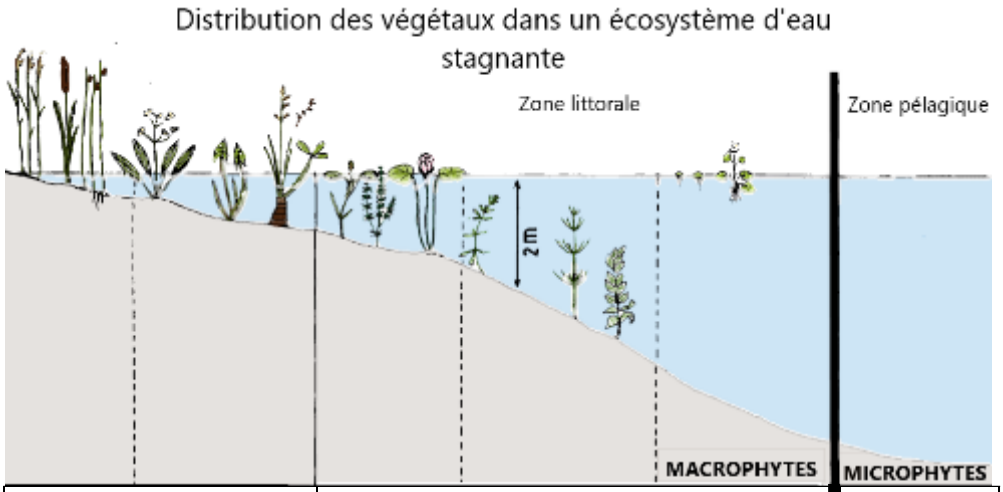
4.2.1. Définition

Les écosystèmes d'eau dormante correspondent à des écosystèmes où les débits d'écoulement sont nuls ou restreints, et où le milieu physique favorise la rétention plus ou moins durable de l'eau (zone dépressionnaire) (Bensettiti et al., 2002). Ils sont disséminés sur l'ensemble du territoire métropolitain. Les eaux dormantes correspondent à des plans d'eau, soit des étendues d'eau douce continentales de surface, libres et stagnantes, dont l'origine est naturelle ou anthropique, de profondeur et de taille variables (Cellamare, 2009). Localisation, profondeur, substrat, alimentation, bassin versant, trophie, température de l'eau, vent, influences de la lune, précipitations etc. sont autant de facteurs qui génèrent une grande diversité des eaux dormantes d'un point de vue fonctionnel.

Dans les écosystèmes d'eau dormante, trois zones peuvent être différenciées de par la nature et la taille des végétaux (Barbe, 1984) (Figure 13) :

- une zone littorale où la lumière pénétrante permet encore le développement de la végétation sur le fond (zone benthique littorale). On y retrouve des macrophytes disposés en ceinture plus ou moins nette. Les macrophytes désignent les plantes amphibies et aquatiques visibles à l'œil nu. Cette ceinture abrite des espèces ayant des types biologiques différents, définis suivant leur position par rapport à la surface de l'eau (hélophytes, pseudo-hydrophytes, hydrophytes enracinées, pleustophytes, etc.). Ces plantes aquatiques à amphibies possèdent des traits fonctionnels particuliers, en réponse à la contrainte du milieu aquatique. Elles sont capables d'enfermer de l'air dans les tissus afin de flotter plus facilement pour accéder à la lumière. À la différence des plantes terrestres, elles n'ont pas besoin d'avoir de tissus résistants pour croître. Certaines espèces ont des feuilles très découpées permettant d'augmenter la surface d'échanges gazeux. Ces plantes possèdent une grande SFS (Surface Foliaire Spécifique), qui est le rapport entre la surface de la feuille et sa masse. Elles sont ainsi adaptées à la limitation en carbone. Certaines espèces, telles que *Sagittaria sagittifolia,* effectuent la photosynthèse la journée et emmagasine du dioxyde de carbone la nuit (CO_2). Elle peut ainsi capter le CO_2 que les autres espèces relarguent *via* respiration. Ces plantes ont également besoin de dioxygène (O_2) au niveau des racines sous l'eau et, donc, en conditions anoxiques. Chez *Typha latifolia*, l'O_2 est capté par les feuilles, puis transféré à la tige et aux racines *via* des aérenchymes. Chez les nénuphars, les grandes feuilles vont servir à la photosynthèse, tandis que les jeunes feuilles font rentrer du O_2 pour alimenter le système racinaire. Il existe également des plantes carnivores, telles que les espèces du genre *Utricularia*, capables de capter le zooplancton grâce à leurs utricules. Enfin, les macrophytes présentent diverses autres adaptations telles que l'adaptation à l'herbivorie (rhizomes souterrains chez *Eleocharis palustris*), ou encore l'adaptation aux stress et perturbations (propagation de graines flottantes, par exemple). Au regard d'une telle diversité, les espèces de macrophytes se répartissent de manière plus ou moins concentrique suivant la profondeur, jusqu'à 5 m. Cette zone accueille les perturbations hydrodynamiques (vagues, courants dus aux épisodes de vents, etc.). C'est également la zone où a lieu le marnage pour les plans d'eau marnants (là où le niveau d'eau fluctue). De manière générale, les espèces de macrophytes sont peu nombreuses par rapport aux espèces terrestres. Cependant, les premières possèdent une plus grande plasticité morphologique et une large distribution géographique (altitudinale, latitudinale, etc.) ;
- une zone pélagique ou zone de pleine eau. C'est dans la zone euphotique (éclairée, appelée épilimnion) que se déroule l'essentiel de la production primaire. Elle domine une zone profonde, obscure (appelée hypolimnion), où ne subsistent que bactéries, champignons et quelques algues microscopiques. Cette zone est absente dans le cas de plans d'eau peu profonds (mares, mouillères, ornières, etc.). Les processus de décomposition y prédominent.

- une zone benthique (sur le fond) où l'on retrouve le phytobenthos (ensemble d'algues et de cyanobactéries qui vivent sur le substrat). Parmi ces micro-algues benthiques, on distingue le périphyton (vivant sur les macrophytes) et le périlithon (vivant sur substrats rocheux).



Amphiphytes		Hydrophytes			Plancton
Hélophytes	**Pseudohydrophytes**	**Hydrophytes fixés à feuilles flottantes affleurantes**	**Hydrophytes fixés radicants totalement immergés**	**Pleustophytes**	
Carex Typha Phragmites scirpus Sparganium	*Sagittaria Alisma menyanthes*	*Nuphar Nymphae Myriophyllum Potamogeton natans Potamogeton crispus*	*Helodea Chara Potamogeton densus*	*Lemna Hydrocharis Utricularia Ceratophyllum*	*Chlorophycées cyanophycées Diatomées Dinophycées Chrysophycées*

Figure 13 : Distribution théorique des végétaux dans un écosystème d'eau stagnante (d'après Barbe, 1984).

Ces zones littorale, pélagique et benthique sont des systèmes en constante interactions. Ces interactions sont des voies d'échange de flux d'énergie et de matière, influençant le fonctionnement global de l'écosystème.

La complexité des communautés des eaux dormantes est le résultat des variations topographiques, des caractéristiques physico-chimiques de l'eau et des activités humaines (Goia et Oprea, 2014). L'importance écologique de ces communautés réside dans le fait qu'elles se développent dans des environnements de transition entre les écosystèmes terrestres et aquatiques (Angiolini et al., 2016). La compétition interspécifique est d'autant plus forte que les taxons possèdent le même type biologique ou appartiennent au même écocomplexe (*cf.* 4.2.2) (Felzines, 2012). Cette compétition favorise l'exclusion mutuelle des espèces, aboutit à la formation de mosaïques et de strates. Cette variabilité spatiale des taxons favorise, à l'inverse, la coexistence des espèces au sein de l'écosystème, c'est-à-dire la diversité fonctionnelle, qui tend à dynamiser les flux d'énergies.

4.2.2. La notion d'écocomplexes

Les habitats des eaux dormantes peuvent être rencontrés dans diverses configurations. La composition du paysage, l'hydrologie ou encore la géomorphologie des sites sont autant de facteurs qui peuvent avoir une influence sur les fonctions des milieux humides (Gayet et al., 2016). C'est pourquoi il est nécessaire de mettre en place une typologie fine pour ces habitats, afin d'identifier les différents écocomplexes dans lesquels ils peuvent se retrouver. On entend par écocomplexe un ensemble d'écosystèmes interdépendants (Blandin et

Lamotte, 1985). Les grilles d'indicateurs ainsi que les méthodes de relevés peuvent être adaptées à chaque habitat et écocomplexe identifiés.

Cinq grands écocomplexes sont décrits ci-dessous. À noter que seuls les habitats continentaux sont pris en compte dans cette étude. Ceux-ci correspondent aux habitats qui ne sont pas sous influence marine. Les milieux dans lesquels les habitats des eaux dormantes peuvent être retrouvés ont été identifiés dans les cahiers d'habitats (Bensettiti et al., 2002) et grâce aux différentes phases de terrain. Un recoupement avec la classification EUNIS (European nature information system) (Louvel et al., 2013) a été effectuée pour chacun des habitats. Par ailleurs, Gayet et al. (2016) décrivent cinq systèmes hydrogéomorphologiques qui ont été intégrés dans la description des écocomplexes. Cette liste d'écocomplexes pourra être affinée *via* les retours des opérateurs.

- ✓ *Grandes étendues d'eau (lacs, étangs et gravières)*

Photo 1 : le lac de Lacanau, un lac de déflation.

On entend par grandes étendues d'eau les lacs (sens strict), étangs et gravières. Sur les rives, les fluctuations du niveau d'eau permettent le développement des communautés temporairement inondées avec une phase submergée en hiver et une phase exondée durant l'été (UE 3110, UE 3130). Entre les berges et le centre de la pièce d'eau, peuvent se développer les végétations à Characées (UE 3140), les herbiers mésotrophes à eutrophes (UE 3150), ou encore les gazons constamment immergés (UE 3110, UE 3130).

Dans le domaine de la limnologie (la science des milieux lentiques), un lac est une dépression en eau où il y a dépôts de sédiments et/ou une stratification thermique. Cette dernière n'est donc pas obligatoire. La définition englobe donc les lacs naturels, retenues, mares, étangs, etc. Au sens strict, on pourra définir un lac comme étant un plan d'eau situé dans une dépression naturelle ou artificielle, assez profond pour assurer le développement de la zone pélagique (Figure 13), parcouru, parfois, par une stratification thermique stable du printemps à l'automne (Cellamare, 2009). Les lacs peuvent avoir plusieurs origines telles qu'une origine glaciaire (lac Léman en Haute-Savoie), karstique (lac du grand Laoucien dans le Var), de déflation (lac de Lacanau en Gironde, issu de l'érosion des sédiments par le vent) (Photo 1), volcanique (lac Pavin dans le Puy-de-Dôme), résultant d'un éboulement (lac de Sylans dans l'Ain), etc. Sur les berges, les hélophytes (plantes ayant leur racine sous l'eau mais dont les feuilles, la fleur et la tige sont aériennes) s'opposent à l'érosion des vagues en fixant les éléments du substrat. La matière végétale est décomposée, stockée au niveau des sédiments et recyclée plus ou moins rapidement selon l'activité des organismes décomposeurs (Barbe, 1984). Les lacs possèdent une typologie propre. Ce sont les modalités d'entrées et de sorties d'eau, mais aussi les fluctuations de température au sein du lac qui déterminent les différents types. Pour les lacs au sens strict, on distinguera ainsi les lacs de drainage (exemple du Lac du Pavé dans les Hautes-Alpes) (Figure 14), les lacs de retenue ou lacs artificiels (exemple du

Lac du Chevril en Savoie) (Figure 15). Tous deux peuvent accueillir les communautés des habitats des eaux dormantes.

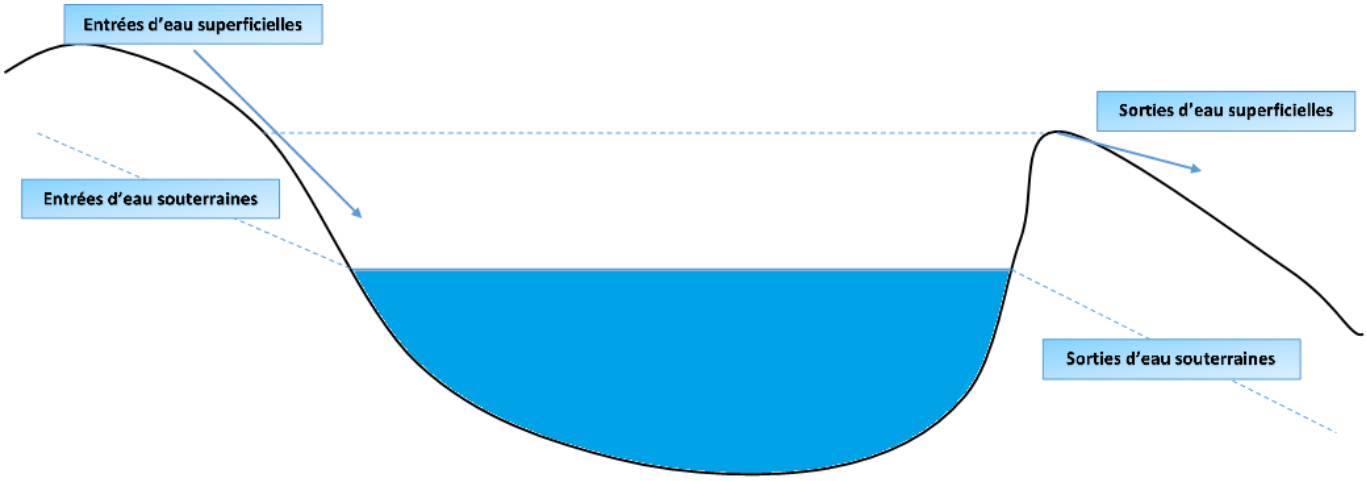


Figure 14 : lac de drainage. Il existe une stratification thermique, pas toujours stable.

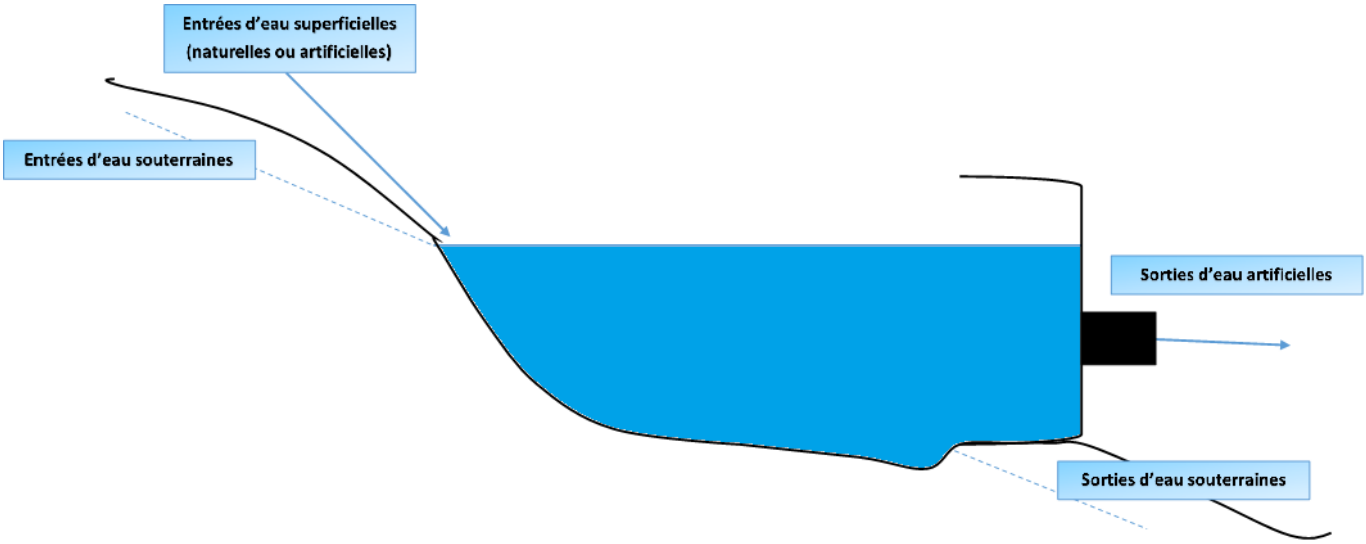


Figure 15 : lac de retenue ou lac artificiel. L'eau sort par le fond et la stratification thermique est possible.

La stratification thermique des lacs s'opère lorsqu'il y a une différence significative de température au sein de la masse d'eau (Figure 16). Plus l'écart de température entre la surface et le fond est important, plus la stratification est stable. La conductivité thermique de la molécule d'eau étant très faible (c'est-à-dire que la chaleur est très mal conduite par la molécule d'eau), l'eau plus chaude reste en surface en été. La molécule d'eau est, par ailleurs, très instable à haute température (agitation moléculaire qui empêche les liaisons avec d'autres molécules d'eau). La couche d'eau froide, plus lourde et plus stable, reste au fond du lac. On obtient ainsi un gradient de température et donc, une stratification thermique. À l'automne, la baisse des températures en surface amoindrit le gradient de température et l'eau en surface devient plus lourde. L'action du vent sur les couches superficielles permet le mélange de la colonne d'eau. La stratification thermique disparaît. La densité de l'eau étant maximale autour de 4 degrés, la glace due au gel de l'eau en surface flotte (car moins dense que l'eau liquide), en hiver, sur une couche d'eau plus chaude au fond. La stratification thermique est rétablie. Au

printemps, la colonne d'eau se mélange à nouveau. Les lacs présentant un tel fonctionnement sont qualifiés de dimictiques et sont les plus courants sous nos latitudes. À l'inverse, les lacs monomictiques ne possèdent pas de stratification. Ils sont mélangés.

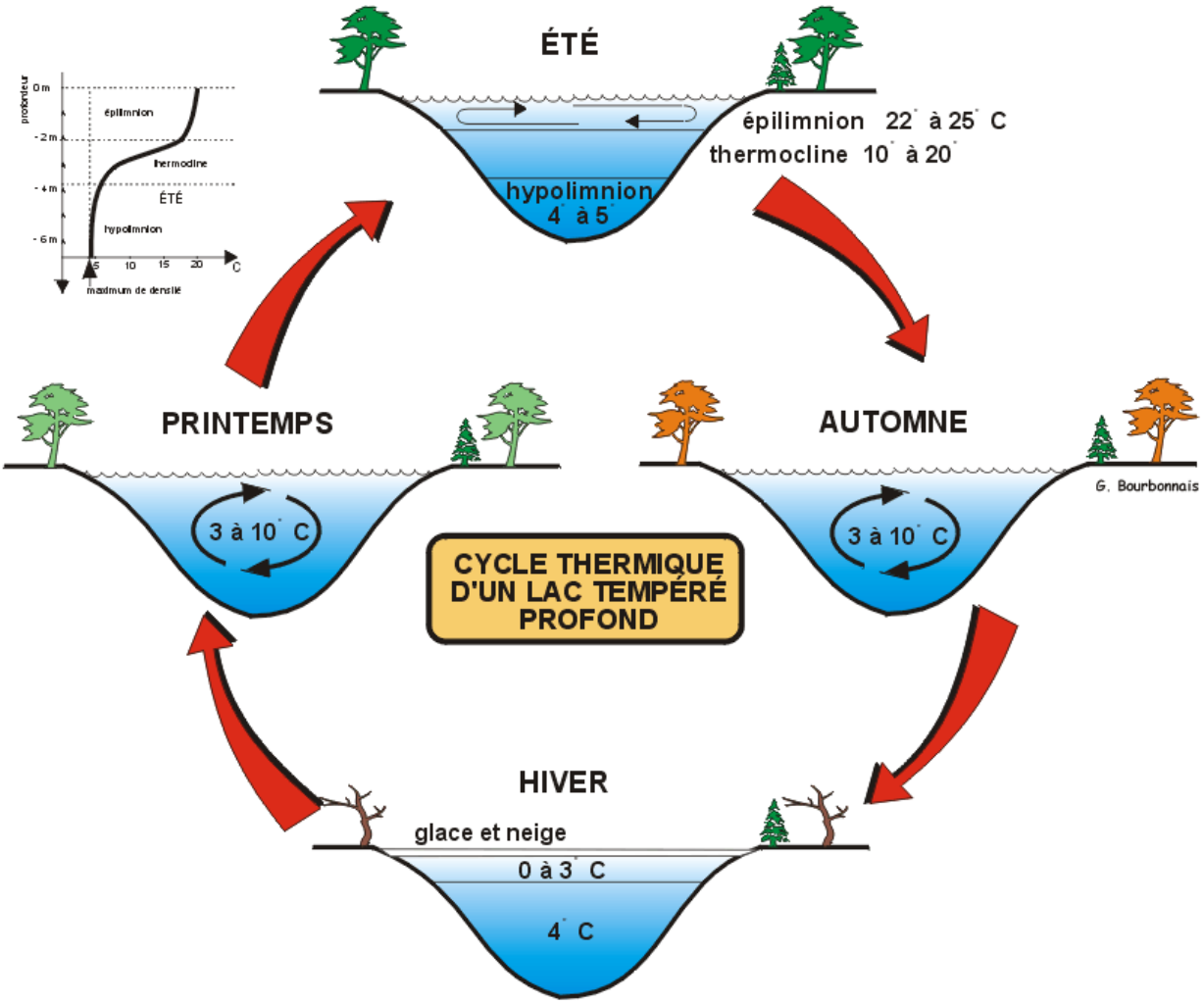


Figure 16 : Cycle thermique annuel d'un lac dimictique tempéré profond (Bourbonnais, 2010).

Le rapport des densités influence le bilan physico-chimique. Les eaux plus froides sont moins oxygénées. La stratification thermique engendre l'absence d'apports en oxygène vers le fond. Pour les lacs très profonds tels que le lac Léman, l'action du vent ne suffit pas à mélanger toutes les couches de la colonne d'eau, d'où une possible anoxie dans le fond. Sur le lac de Serre-Ponçon (lac de retenue), le lac ne se mélange jamais car les apports en eaux froides de l'Ubaye et de la Durance sont trop importants. L'eau reste toujours froide au fond et c'est elle qui est expulsée du système (à la différence d'un lac naturel où les sorties d'eau sont superficielles) (Figures 14 et 15). L'apport d'eau froide stockée au fond permet également de stocker les nutriments, polluants, etc. au fond du lac, le cas échéant. Les différents systèmes lacustres ont donc des fonctionnements qui peuvent être parfois totalement différents.

Les étangs sont généralement plus riches en nutriments que les lacs au sens strict, car à vocation piscicole (actuelle ou ancienne) (Otto-Bruc, 2001). Il existe des étangs où le substrat est oligotrophe mais les eaux sont eutrophes, du fait des activités humaines (Lemée, 1937) (Photo 2). Dans le domaine de la limnologie, ils sont

considérés comme des lacs de retenue très peu profonds. Si les volumes d'eau sont moins importants que dans les lacs, les surfaces d'interaction sont grandes. Ce sont des plans d'eau aménagés, entretenus par l'homme, vidangeables et sans stratification thermique et/ou chimique permanente. Un simple coup de vent peut mélanger la colonne d'eau. Aucun étang n'est dimictique *a contrario* de grandes étendues d'eau comme le lac Léman. Néanmoins, la stratification thermique verticale va contribuer à la répartition des communautés végétales.

Photo 2 : Sur l'Étang des Landes, les gazons oligotrophes de l'*Elodo palustris-Sparganion* (UE 3110) sur berges, peuvent cotôyer les herbiers aquatiques des *Potametea pectinati* (UE 3150).

Les gravières, quant à elles, sont des plans d'eau résultant de l'extraction de granulats, réalisée au niveau de la nappe ou en-dessous (Photo 3) (Mollema et Antoneleni, 2016). Les dépôts graveleux et sableux, très perméables, facilitent les échanges entre la gravière et la nappe. L'exploitation, qui dure entre 15 et 25 ans, génère une mosaïque de petits plans d'eau à l'échelle du paysage, indépendants les uns des autres (Figure 17). Les gravières les plus récentes sont celles les plus éloignées des zones urbanisées. Ceci est lié à l'urbanisation croissante. Après arrêt de l'exploitation, les gravières deviennent le support d'activités de loisirs, récréatives, cynégétiques, etc. Au niveau typologique, ce sont des lacs d'infiltration. Elles présentent des eaux claires, très oligotrophes, favorisant ainsi le développement de communautés pionnières, mais aussi des espèces invasives (macrophytes, poissons, etc.). Les habitats peuvent être rencontrés au centre de l'étendue (végétations à *Chara* spp., pleustophytes, etc.), ou bien sur les rives (gazons annuels et/ou vivaces oligotrophes à mésotrophes, hélophytes, etc.), bien que les berges soient généralement abruptes. La croissance des macrophytes immergés dépend de la topographie du fond. Comme pour les lacs et étangs, une stratification thermique peut se mettre en place. Les gravières de faibles profondeurs (2 à 3 m) peuvent présenter une faible stratification thermique durant l'été. Les gravières de plus grandes

Photo 3 : Gravière sur le site de La Bassée, accueillant les habitats à Characées (UE 3140).

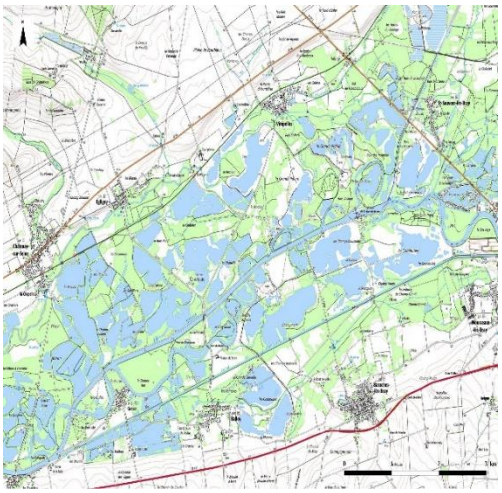


Figure 17 : Extrait de la carte IGN de la région de la Bassée où la mosaïque de gravières est bien visible (1/25 000e).

profondeurs peuvent présenter une stratification thermique semblable à celle observée sur le lac Léman, dans un contexte d'alimentation semblable. On distingue, en effet, plusieurs types de gravières en fonction de leur connectivité au réseau hydrographique. L'altitude plus élevée des contours permet l'accumulation des eaux de surface dans la dépression (Gayet et al., 2016). Les principales sources d'alimentation sont donc les précipitations, les apports souterrains et le ruissellement. Drainage vers un exutoire, évapotranspiration et recharge des nappes sont les processus principaux conduisant aux pertes d'eau. En Occident, les gravières ne sont généralement pas connectées aux eaux de surface, mais uniquement à la nappe (Figure 18). Le temps de résidence de l'eau, c'est-à-dire la période entre le moment où l'eau rentre dans la gravière et en sort, y est compris entre 0,1 et 2 ans (contre 11 ans pour le Lac Léman). Elles sont alimentées par les dépôts atmosphériques et la nappe, ainsi que par la précipiation des métaux oxydés et des composés organiques sur le fond. Azote et phosphore peuvent également être incorporés au système *via* fertilisation des sols, rejets domestiques, etc. Étant isolées des cours d'eau, le taux de sédimentation y est très faible. Ce type de gravières est donc susceptible de perdurer durant quelques milliers d'années. Les gravières peuvent contribuer à la dénitrification de la nappe d'eau, l'azote étant consommé très rapidement par le phytoplancton. Elles faciliteraient également la précipitation du carbonate de calcium ($CaCO_3$). La calcite précipitée a pour effet d'épurer la colonne d'eau en phosphore et métaux tels que le fer (Fe) et le Manganèse (Mn). En revanche, elles peuvent également mobiliser les composants du sol tels que des métaux toxiques, relargués par l'aquifère. Par ailleurs, l'apports de nutriments et leur accumulation peut engendrer une eutrophisation [l'eutrophisation est une accumulation des ressources azotées et phosphorées tendant à augmenter la productivité et donc la vitesse d'accumulation de la matière organique (Vallod et al., 2011)] et des blooms de cyanobactéries toxiques. Ces deux derniers phénomènes constituent de réelles menaces pour ces écosystèmes, les gravières étant situées dans des zones généralement urbanisées ou intensivement agricoles.

Figure 18 : Flux d'eau généralement rencontrés au sein d'une gravière dans nos régions (d'après Mollema et Antonnelleni, 2016).

De manière générale, il s'observe, au sein des grandes étendues d'eau, deux types de zonation de la végétation, une zonation verticale et une zonation horizontale (Goret, 2009). La zonation horizontale correspond à la répartition des espèces suivant le gradient d'hygrophilie, soit en fonction du caractère plus ou moins humide du substrat. Ce gradient s'étend des berges à l'étang en passant par la zone de marnage. La végétation des berges est souvent composée de plantes hygrophiles (qui se développent sur des substrats plus ou moins humides) herbacées (*Carex* spp., *Juncus* spp., etc.) et ligneuses (*Salix* spp.). La zone de marnage est la

zone intermédiaire entre la zone terrestre et la zone aquatique. La zonation verticale concerne essentiellement les hydrophytes. Les hydrophytes sont des plantes aquatiques qui ont leurs organes chlorophylliens sous l'eau ou bien à la surface de l'eau pendant au moins une partie de l'année. On distingue généralement :

- les hydrophytes enracinées au substrat tels que *Potamogeton* spp., *Nymphae alba*, etc. à feuilles immergées ou flottant à la surface de l'eau ;
- les hydrophytes flottant librement à la surface de l'eau (ou juste sous la surface), appelés pleustophytes tels que *Utricularia vulgaris*, *Lemna minor*, etc.

Les facteurs environnementaux qui influencent l'abondance des macrophytes dans ces écosystèmes sont la chimie de l'eau, le niveau trophique et l'ensoleillement (Grzybowski, 2014). Quant à eux, les macrophytes influencent les paramètres physiques, biologiques et chimiques. Ils reflètent l'impact de diverses variables environnementales telles que la morphométrie, la chimie de l'eau et les interactions biotiques. Ces grandes étendues d'eau permettent la rétention d'azote, de phosphore, de matières en suspension, etc. Une très grande quantité de carbone est également stockée dans les sédiments. Cette quantité de carbone stockée serait même supérieure dans les réservoirs (lacs de barrage, gravières, etc.) que dans les lacs naturels (Mollema et Antonelleni, 2016).

✓ *Mares et mouillères*

Les mares et mouillères sont des plans d'eau de faible superficie, associée généralement à une faible profondeur (Photo 4). Ces plans d'eau n'ont généralement pas d'exutoires, mais il n'existe pas de vrais critères pouvant les différencier des étangs. Elles peuvent présenter une stratification thermique similaires à celle des lacs, mais entre le jour et la nuit. On parle alors de lac polymictique continue si les mélanges se font toutes les nuits, discontinue sinon.

Photo 4 : Mare à *Chara* spp. sur le site « Gorges de la Tardes et vallée du Cher ».

Deux types de mares peuvent être distingués, les mares avec assèchement temporaire et les mares permanentes. Les premières permettent le développement des gazons et des communautés de mares dystrophes. Les mares permanentes accueillent préférentiellement les habitats à *Chara* spp. et hydrophytes, bien que ces habitats puissent supporter des assèchements de courte durée. Ces mares peuvent être retrouvées dans des dépressions ou bien sur des plateaux. Les mouillères sont des mares particulières. Elles sont exclusivement temporaires et se développent préférentiellement dans les champs de labour. Liées à un effondrement karstique, ces milieux sont en renouvellement permanent.

Dans le cas des dépressions, la description du fonctionnement hydrologique est la même que pour les grandes étendues d'eau. Il a été cependant choisi de séparer les mares et mouillères de la description précédente

sur la base d'un critère surfacique, certains indicateurs n'étant applicable qu'à l'échelle d'une grande étendue d'eau type étang ou lac.

Les mares et mouillères de plateau sont principalement alimentées par les précipitations (Gayet et al., 2016), ce qui explique leur faible superficie. Les sorties d'eau principales sont les mêmes que celles des systèmes dépressionnaires.

✓ *Systèmes alluviaux*

Photo 5 : Bras mort sur le site « Zones alluviales de la confluence Dore-Allier ».

On qualifie ainsi tout habitat en contact (actuel ou passé) avec un cours d'eau permanent ou temporaire, ce qui se traduit sur le terrain par des bras morts, ou encore des annexes hydrauliques. Les sources d'alimentation principales proviennent des crues du cours d'eau adjacent ou du ruissellement (Gayet et al., 2016). Les sorties d'eau principales sont le retour des eaux d'inondation dans le lit du cours d'eau, le ruissellement ou encore la saturation des flux en surface à la suite des précipitations (Photo 5). On peut retrouver tous types d'habitats des eaux dormantes dans ce type d'écocomplexe (gazons amphibies, herbiers aquatiques, etc.). Dans ces systèmes, le taux de sédimentation peut être particulièrement élevé. L'envasement peut ainsi constituer une menace prioritaire.

✓ *Complexes tourbeux*

On qualifie ainsi les zones dépressionnaires, de replats ou de sources, où les eaux de surface et la tourbe s'accumulent. Un complexe tourbeux est une unité fonctionnelle qui englobe les communautés turfigènes et celles qui se développent sur la tourbe, qu'elles soient turfigènes ou non (Goubet, 2016). Ce sont des complexes fonctionnels à forte hétérogénéité. Les paramètres écologiques à la base de la variabilité des systèmes tourbeux sont la disponibilité en eau, en bases, en azote et en phosphore, d'où l'existence de gradients hydrique, minéral et trophique.

Photo 6 : Mosaïque de communautés amphibies et milieux tourbeux adjacente au lac de Cazaux-Sanguinet.

Les communautés d'eau dormante peuvent s'y retrouver en mosaïque ou en contact avec des communautés de haut-marais ou de bas-marais. Les flux d'eau peuvent être orientés vers le centre de la dépression ou bien unidirectionnels, dirigés vers le bas de la pente pour les zones de replats et de sources. Flux souterrains, ruissellement ou encore précipitations sont autant de sources d'alimentation en eau (Gayet et al., 2016). Recharge des nappes, ruissellement et précipitations constituent les principales sorties d'eau. À noter que les complexes tourbeux peuvent être associés aux grandes étendues d'eau (Photo 6).

✓ *Fossés à écoulement nul*

Photo 7 : Fossé à écoulement nul sur le site « Tourbières et marais de l'Avre ».

Les fossés à écoulement nul présentent souvent une forte variation des niveaux d'eau associés à des phénomènes de variations saisonnières de la composition macrophytique (Bensettiti et al., 2002). Ils correspondent à d'anciens fossés de drainage destinés à évacuer l'eau (Photo 7). Ces derniers avaient pour but d'accélérer la vitesse d'écoulement au sein de la zone humide (Gayet et al., 2016). Ils permettent l'évacuation de l'eau vers l'aval, freinant ainsi la recharge des nappes. Dans le cas de l'évaluation, ces fossés pourront être considérés soit comme de grandes étendues d'eau, soit comme des mares, selon leur superficie et l'appréciation de l'opérateur.

La liste ci-dessus est une tentative de description des différents contextes dans lesquels ces habitats peuvent être rencontrés. La réalité est bien souvent constituée de configurations complexes et imbriquées. Des avis d'expert et les retours des opérateurs seront pris en compte afin d'ajuster la description de ces écocomplexes, si nécessaire.

4.2.3. La qualité des eaux, un facteur différentiel

La dégradation de la qualité de l'eau est l'une des principales menaces qui règne sur les habitats aquatiques et humides. Cependant, la qualité de l'eau est un facteur différentiel des habitats des eaux dormantes (eaux oligotrophes, mésotrophes, eutrophes, etc.) (Bensettiti et al., 2002). Ceci est retranscrit dans les intitulés des différents habitats des eaux dormantes (« Lacs eutrophes naturels avec végétation du *Magnopotamion* ou de l'*Hydrocharition* »). Des habitats de niveau trophique différents peuvent coexister au sein d'un même écocomplexe. On peut retrouver sur les berges de certains étangs des gazons amphibies oligotrophes des *Littorelletea uniflorae* en contact avec des communautés aquatiques méso-eutrophes du *Potamion pectinati*. La qualité de l'eau peut être modifiée par l'homme *via* l'utilisation d'intrants agricoles sur le bassin versant, le chaulage des étangs (action d'épandre de la chaux sur le substrat afin d'en faire diminuer l'acidité), ou encore diverses pollutions diffuses.

L'une des principales causes de dégradation de la qualité de l'eau est l'eutrophisation, voire l'hypereutrophisation. Les facteurs principaux sont l'enrichissement en nutriments, l'hydrodynamique, la température, la salinité, le taux de CO_2, ou encore l'activité microbienne (Yang et al., 2008). Des interactions complexes entre ces différents facteurs engendrent le phénomène. La diversité spécifique peut alors fortement diminuer à partir d'un certain seuil et les espèces les plus résistantes finissent par disparaître, même dans les habitats naturellement eutrophes (Otto-Bruc, 2001). L'eutrophisation est à l'origine d'une banalisation taxonomique du cortège végétal en ne sélectionnant que les espèces les plus polluo-résistantes.

Si la qualité de l'eau influence la distribution des communautés végétales au sein des eaux dormantes, la végétation influence également la qualité de l'eau. Étant donné leur activité photosynthétique, les plantes aquatiques peuvent faire diminuer la conductivité de l'eau (qui traduit la teneur en ions dans l'eau, donc d'éléments minéraux) (Otto-Bruc, 2001). L'absorption du CO_2 dissout par les végétaux conduit à la transformation du bicarbonate de calcium en carbonate qui précipite. Les hélophytes, quant à eux, accélèrent les processus de sédimentation de la matière organique. Les vases qui en découlent ont un pouvoir de fixation des cations accru. Les Characées peuvent contribuer à augmenter la transparence de l'eau en réduisant la concentration en éléments minéraux par prélèvement direct dans l'eau. De manière générale, les macrophytes freinent la remise en suspension des sédiments dans l'eau, processus à l'origine d'une eau claire. Ils sont également des refuges pour le zooplancton, prédateur du phytoplancton qui réduit la transparence de l'eau et prive les végétaux d'accès à la lumière pour accomplir la photosynthèse. Ils vont permettre l'expulsion du méthane produit par les sédiments *via* leur système racinaire, la tige puis les feuilles. Enfin, ils réduisent les concentrations en phytoplancton en rejetant des substances particulières. Tous ces processus sont autant d'exemples d'influence des macrophytes sur la qualité des eaux dans lesquelles ils se développent.

4.2.4. Des milieux riches à conservation problématique

La vulnérabilité des habitats des eaux dormantes réside dans le fait que ces habitats subissent des pressions importantes (Angiolini et al., 2016). La plupart des hydrophytes sont incapables de survivre à des changements de condition écologiques tels que les pollutions de l'eau, l'altération des cycles hydrologiques naturels, etc. Bien souvent, une gestion globale des plans d'eau est nécessaire pour la gestion de ces habitats.

Comme nous l'avons vu précédemment, les habitats des eaux dormantes accueillent une diversité de macrophytes exceptionnelle due à de nombreux facteurs de variation, qu'ils soient physiques, chimiques, pédologiques, etc. Ces habitats sont également des lieux privilégiés pour la reproduction de nombreuses espèces faunistiques telles que les espèces d'amphibiens, d'odonates, de coléoptères aquatiques, de poissons, etc. Par ailleurs, ils sont propices aux interactions macrophytes-poissons (Bensettiti et al., 2002). En effet, les herbiers peuvent servir de frayères.

Certains de ces habitats, notamment les étangs, à vocation piscicole, subissent de nombreuses pressions. L'impact de ces activités sur l'état de conservation des habitats des eaux dormantes est lié à la charge en poissons plus ou moins importante selon les régions et les traditions locales. En trop forte densité, les Cyprinidés peuvent porter atteinte aux communautés de macrophytes, *via* consommation et remise des particules en suspension, privant ainsi la végétation de lumière. Un équilibre doit être trouvé entre pêche de loisir et préservation de ces habitats (Bensettiti et al., 2002). Des introductions d'espèces exotiques envahissantes (EEE) faunistiques telles que *Lepomis gibbosus*, ou encore *Trachemys scripta*, liées aux activités précédemment décrites ou à l'abandon de leur ancien propriétaire dans la nature, exercent de fortes pressions de prédation sur les herbiers aquatiques. Ces mêmes étangs accueillent souvent des activités à caractère cynégétique, qui ont pour conséquence un certain nombre de pratiques potentiellement dégradantes pour les habitats des eaux dormantes (aménagement de

huttes, faucardage des berges, etc.). Là encore, un compromis doit être trouvé entre activités anthropiques et conservation des habitats.

La vulnérabilité des habitats des eaux dormantes est également liée à leur surface réduite (Angiolini et al., 2016). C'est pourquoi de nombreux plans d'eau ont disparu au fil du temps, soit par remblaiement, soit par drainage au cours du siècle dernier (Bensettiti et al., 2002). En matière de conservation, il semble important d'appliquer un zonage d'activités en fonction des enjeux présents au sein des sites. La mise en place de zones tampons entre les habitats d'intérêt et les milieux adjacents, tout en conservant un réseau connecté d'habitats humides et aquatiques (corridors humides), fait partie des préconisations de gestion de ces milieux.

5. Méthode d'élaboration des grilles d'évaluation, concept et application aux habitats des eaux dormantes

5.1. Phase préparatoire

5.1.1. Choix des critères et indicateurs

La méthode est standardisée au niveau de l'habitat générique basé sur le manuel d'interprétation EUR28 (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.

Dans un premier temps, une large synthèse bibliographique est effectuée afin d'établir une première liste non exhaustive d'indicateurs susceptibles d'illustrer les paramètres « Surface », « Structures et fonctions » et « Altérations » pour les habitats étudiés (Tableau 2). Elle a également pour but de pré-établir des seuils pour chaque indicateur, c'est-à-dire les valeurs à partir desquelles l'indicateur passe de « favorable » à « non favorable ».

Cette recherche s'est appuyée sur des réflexions méthodologiques existantes aux échelles française et européenne sur l'évaluation de l'état de conservation des habitats étudiés (Krämer, 2003 ; Gobierno de Aragon, 2010 ; CEN L-R, 2012 ; Mroz, 2013, etc.), sur de la littérature spécifique aux indicateurs potentiels (Ellenberg, 1988 ; Scheffer, 2001 ; CEMAGREF et al., 2011 ; Ejankowski et Iglińska, 2014 ; FMA, 2015, etc.), ou encore sur des retours d'expérience d'application des méthodes précédemment élaborées par le MNHN (Pouvaret, 2014 ; Pouvaret, 2015, etc.). Pour chaque indicateur sont relevées diverses informations telles que :

- les paramètres et critères correspondants ;
- les méthodes applicables sur le terrain ;
- les informations apportées par l'indicateur ;

- les habitats concernés ;
- l'échelle d'application (placette, polygone, site, etc.) ;
- les résultats potentiellement attendus ;
- les inconvénients et difficultés ;
- les questionnements ;
- les redondances et corrélations potentielles avec d'autres indicateurs.

Tableau 2 : Exemple de pré-liste d'indicateurs établie à la suite d'une recherche bibliographique pour les lacs eutrophes naturels du *Magnopotamion* ou de l'*Hydrocharition* (UE 3150).

Paramètre	Critère	Indicateur	Informations apportées	Échelle
Surface	Surface couverte	Évolution de la surface couverte	Perspectives, pérennité de l'habitat, etc.	Site
		Nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent	Perspectives, pérennité de l'habitat, etc.	Site
Structures et fonctions	Caractéristiques de l'eau	Transparence de l'eau	Hypereutrophisation, concentration en matière organique en suspension, qualité de l'eau, etc.	Placette
	Sédimentation	Envasement (cm)	Dynamique de comblement, susceptibilité aux invasions, pérennité de l'habitat, etc.	Placette
	Composition floristique	Recouvrement des hélophytes (%)	Dynamique de comblement, fermeture du milieu, pérennité de l'habitat, eutrophisation ?	Placette
		Richesse spécifique	Intégrité, dynamique	Placette
		Recouvrement des espèces eutrophiles (%)	Hypertrophisation/eutrophisation	Placette
		Recouvrement des EEE (%)	Capacité de résilience, qualité et fonctionnement de l'habitat	Placette
		Indice F moyen	Assèchement, drainage, dynamique et pérennité de l'habitat	Placette
	Composition faunistique	Macro-invertébrés (bonus)	Qualité de l'eau, fonctionnement général	Plans d'eau
		Amphibiens (bonus)	Qualité de l'eau, fonctionnalité biologique, connectivité des milieux	Plans d'eau
Altérations	Atteintes lourdes	Recouvrement des atteintes dont l'impact peut être quantifié en surface	Fonctionnalité générale, connectivité, capacité de résilience	Polygone
	Atteintes diffuses	Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface	Fonctionnement général, capacité de résilience, pérennité de l'habitat	Site

Les pré-listes font ensuite l'objet d'une discussion lors d'un premier comité de pilotage (COPIL). Ce COPIL réunit des experts et des opérateurs de site Natura 2000. Lors de ces discussions, des indicateurs sont retenus,

d'autres sont écartés ou remaniés. Les valeurs seuils attribuées à chacun d'entre eux font également l'objet d'échanges. La démarche aboutit à une pré-liste d'indicateurs validée à tester sur le terrain (Tableau 3).

Tableau 3 : Grille d'indicateurs à tester sur les lacs eutrophes naturels du *Magnopotamion* ou de l'*Hydrocharition* (UE 3150) à la suite du 1er COPIL, avec relevé de décisions le cas échéant.

Indicateur	Complément d'informations
Évolution de la surface couverte	Privilégier l'analyse diachronique
Nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent	À comparer avec cartographies anciennes
Transparence de l'eau	Seuil à déterminer sur le terrain au *prorata* de la profondeur
Couleur de l'eau	Indicateur complémentaire
Indice F	À développer
Recouvrement des espèces exotiques envahissantes (%)	Listes à valider
Recouvrement des hélophytes (%)	Seuil de taille ?
Richesse spécifique	
Recouvrement total de la végétation (%)	
Recouvrement des algues filamenteuses (%) (malus)	
Recouvrement des atteintes dont l'impact peut être quantifié en surface (%)	Seuils de surface impactée à fixer et à pondérer
Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable	Liste à compléter

Bien souvent, les indicateurs biologiques (faune, flore) sont privilégiés. 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 effort de prospection moindre. En effet, la mesure des paramètres physico-chimiques ne fournit qu'une vision de la qualité chimique de l'eau à un instant t. Par ce choix, la méthode nécessite que l'utilisateur ait au préalable des notions en botanique.

5.1.2. Choix des sites tests

Parallèlement à la pré-sélection des indicateurs, il s'agit d'identifier les sites Natura 2000 sur lesquels les tests d'indicateurs peuvent être effectués. Étant donné leur connaissance du terrain, les partenaires (Conservatoires botaniques nationaux et Conservatoires d'espaces naturels) sont missionnés afin d'identifier les sites les plus adaptés. Idéalement, un site test doit 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 communautés différentes pour un même habitat (associations, alliances, etc.) 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.

Il s'agit également de visiter le maximum d'aires géographiques où peut être rencontré l'habitat, dans un contexte de moyens humains et matériels limités, afin de calibrer la méthode à l'échelle du territoire métropolitain (Figure 19).

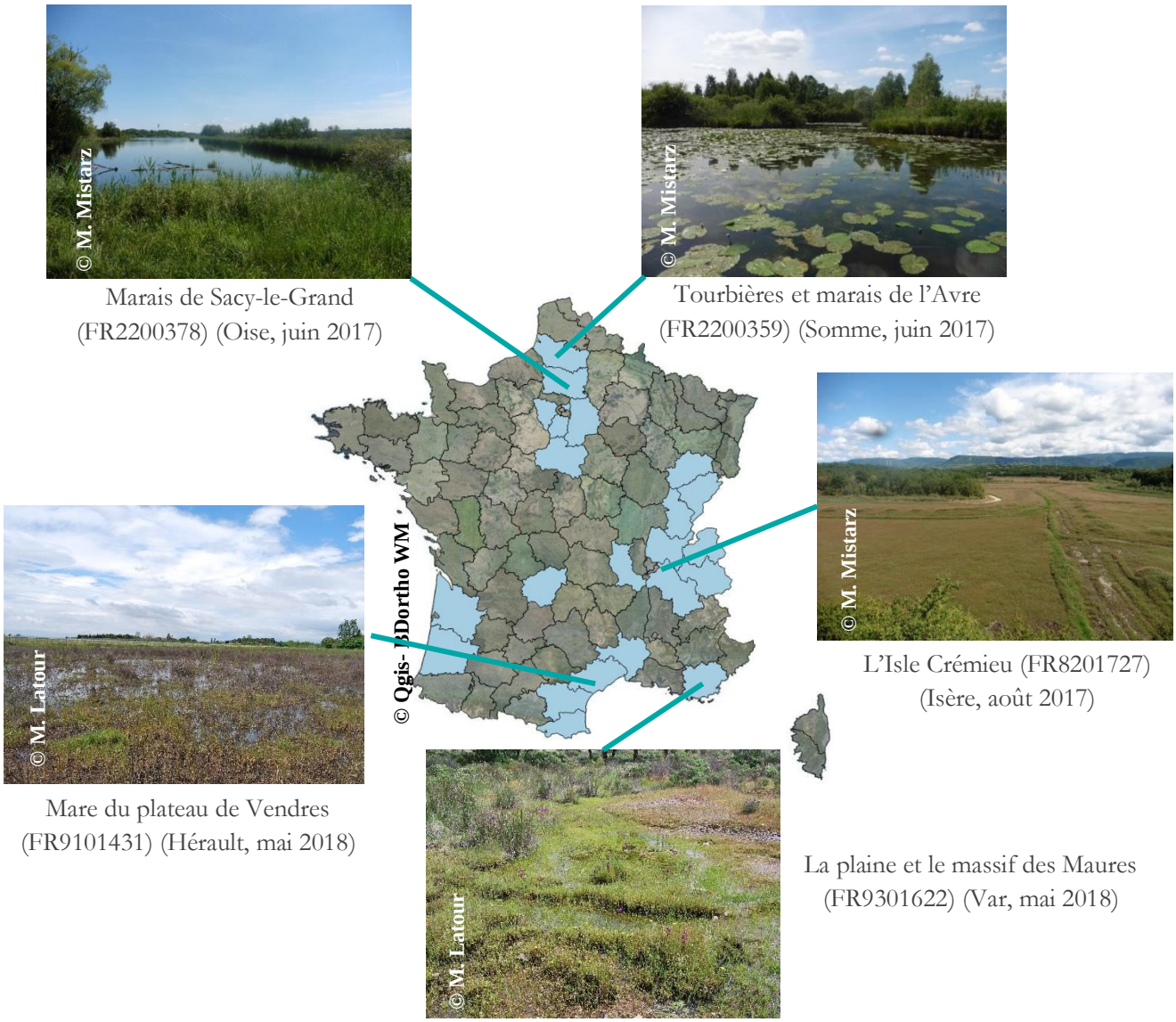


Figure 19 : Ensemble des départements prospectés dans le cadre de l'étude sur les habitats des eaux dormantes sur la période 2017-2018 et exemples de sites tests.

5.2. Test des indicateurs sur le terrain

5.2.1. Objectifs

Cette phase permet de comparer les valeurs des indicateurs à l'état de conservation évalué à dire d'expert et d'établir les corrélations possibles entre indicateurs, afin de ne sélectionner que ceux qui apparaissent les plus corrélés à l'état de conservation de l'habitat. Scheffer (2001) propose un schéma fonctionnel mettant en évidence les corrélations possibles entre une partie des indicateurs potentiels pour l'évaluation de l'état de conservation des habitats des eaux dormantes (Figure 20). La phase de terrain permet également de mettre en évidence les informations apportées pour chaque indicateur testé.

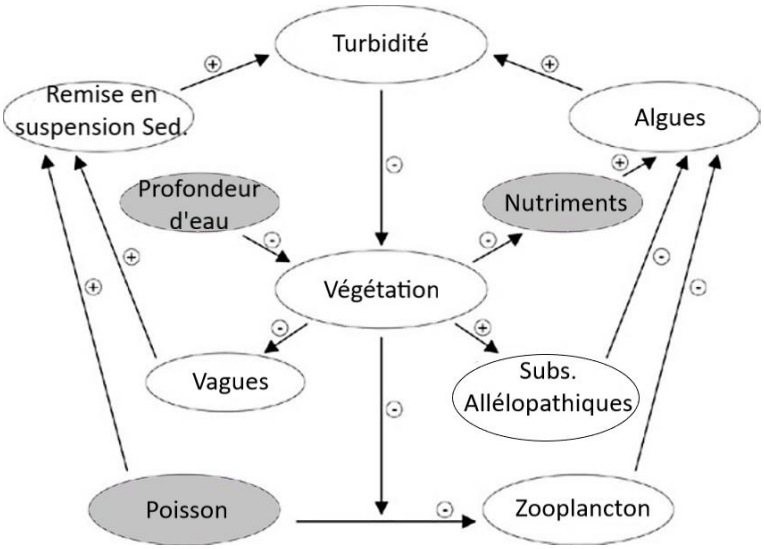


Figure 20 : Schéma fonctionnel des liens existant entre quelques indicateurs potentiels pour évaluer l'état de conservation des habitats des eaux dormantes (d'après Scheffer, 2001).

Si les valeurs seuils des indicateurs peuvent être pré-définies grâce aux résultats de la recherche bibliographique ou à dire d'expert, la phase de terrain permet également de les ajuster. Elle permet donc de calibrer la méthode en attribuant les valeurs seuils et notes associées aux indicateurs retenus pour intégrer la méthodologie. Pour atteindre ces objectifs, sont réalisés sur les sites prospectés :

- une délimitation précise de l'habitat, ainsi qu'une géolocalisation des points de relevés ;
- des photographies ;
- des relevés phytosociologiques (Photo 8). Ces derniers permettent de tester un grand nombre d'indicateurs relatifs à la composition floristique, ainsi que les informations apportées par les indicateurs;
- des relevés d'indicateur ;
- l'évaluation de l'état de conservation de l'habitat à dire d'expert ;
- un relevé des atteintes, le cas échéant.

Photo 8 : Relevé phytosociologique réalisé sur les pelouses mésophiles à Sérapias de la Provence cristalline (*Serapion*) (UE 3120-1) sur le site « Plaine et massif des Maures ».

Il est demandé aux experts de juger si l'état de conservation de l'habitat est « bon-optimal », « bon-correct », « altéré » ou « dégradé ». Tous les commentaires et descripteurs de l'état de conservation sont notés. Ces derniers permettent 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. L'avis d'expert permet également de construire les états de référence au sens large (états optimal, favorable, altéré et dégradé).

5.2.2. Le relevé phytosociologique, un outil efficace car synthétique

La phytosociologie est l'étude des communautés végétales via une diagnose floristique. Elle 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 du monde végétal (Meddour, 2011). Selon Lahondere (1997), l'association végétale résulte des conditions du milieu en un point donné, soit des facteurs climatiques et édaphiques qui lui sont associés.

Un relevé phytosociologique est un relevé de toutes les espèces présentes au sein d'une station homogène dans une aire donnée. Le relevé est un polygone de forme carrée, rectangulaire, linéaire, etc. La forme est adaptée à la configuration de l'habitat. Diverses conditions stationnelles sont également relevées (altitude, pente, exposition, hauteur d'eau, etc.). 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. Chaque espèce se voit alors attribuer un coefficient d'abondance-dominance correspondant à une classe de recouvrement. Dans l'étude sur les eaux dormantes, ce sont les coefficients de Braun-Blanquet qui sont utilisés (Braun-Blanquet, 1964), auxquels ont été associées des classes de recouvrement (Figure 21). La méthode sigmatiste de Braun-Blanquet consiste à échantillonner toute la colonne d'eau en étudiant la végétation strate par strate au sein d'un même relevé (Goret, 2009). Ainsi, on peut distinguer les pleustophytes, les hydrophytes enracinées, les hydrophytes fixées, les bryophytes, les charophytes, les hélophytes, etc.

Coefficient d'abondance-dominance	Classe de recouvrement (%)
5	> 75
4	50-75
3	25-50
2	5-25
1	1-5
+	< 1

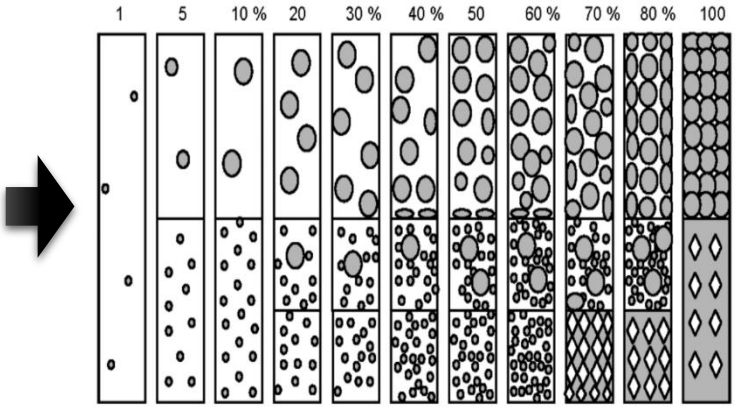


Figure 21 : Coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet avec les correspondances de recouvrement et la plaquette de visualisation des pourcentages (Fromont d'après Prodon).

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. La placette délimitée pour effectuer le relevé doit être homogène sur les plans floristique et écologique (Meddour, 2011). L'homogénéité floristique est obtenue lorsque la répétition de combinaison d'espèces végétales est observée. L'homogénéité écologique nécessite l'homogénéité structurale et physionomique 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. En milieu aquatique, la délimitation des groupements est souvent délicate car ces derniers sont souvent imbriqués en mosaïque. Le relevé est alors effectué au niveau de la mosaïque de communautés.

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. Dans le cas de notre étude, le relevé phytosociologique permet de calculer tout un tas d'indicateurs relatifs à la composition floristique (nombre d'espèces eutrophiles, recouvrement des espèces déstructurantes, etc.). Il permet également de tester l'échantillonnage. 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 ? Le relevé phytosociologique permet également de mettre en évidence les informations apportées par les indicateurs. Par exemple, est-ce que le nombre d'espèces eutrophiles est corrélé à l'indice de trophie N d'Ellenberg à l'échelle de la placette (Ellenberg, 1988) ? Si oui, on peut affirmer que la liste d'espèces utilisée est fiable. L'indice d'humidité édaphique F est corrélé négativement au recouvrement des espèces eutrophiles. Ceci peut s'expliquer par le fait qu'un assèchement peut favoriser la minéralisation du substrat. Enfin, l'avantage du relevé phytosciologique est d'être moins coûteux en temps qu'un relevé floristique. 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 qu'il est facilement reproductible et que l'estimation de sa valeur est certaine. La phase de test des indicateurs sur le terrain permet également de mettre en exergue les difficultés relatives à l'application de certains indicateurs.

5.3. Analyse des données et validation

Une fois la phase de terrain achevée, l'avis d'expert est transposé en variable qualitative ordinale (Tableau 4), c'est-à-dire une variable 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 sont ainsi finement hiérarchisées.

Dans un premier temps, il s'agit d'effectuer une analyse exploratoire du jeu de données pour chaque habitat afin d'avoir une idée de l'amplitude, de la variabilité écologique des habitats et de faire le bilan du plan d'échantillonnage (Tableau 5).

Des Analyses en Composantes Principales (ACP) (Figure 22), des Analyses des Correspondances Multiples (ACM) (Figure 23), des tests de corrélation ou encore des modèles linéaires, permettent de mettre en évidence les informations apportées par les indicateurs. Les données permettant de mettre en évidence les informations apportées par l'indicateur peuvent notamment être issues du relevé phytosociologique. Les conditions stationnelles ou le calcul de divers indices *via* la liste d'espèces relevées (indices d'Ellenberg, par exemple) peuvent compléter l'information. Via ces analyses, les indicateurs sont également confrontés à la note émise

par avis d'expert. Les tests de corrélation entre indicateurs et notes de l'avis d'expert permettent également de dégager les premières valeurs seuils pour les indicateurs auxquels aucune valeur seuil n'a pu être associée grâce à la recherche bibliographique ou à l'expérience de terrain (Figure 24). Des tests de corrélation entre indicateurs permettent d'identifier les indicateurs redondants afin de ne sélectionner que ceux qui sont le plus corrélés à l'avis d'expert. On laisse néanmoins, sur certains indicateurs redondants, le choix aux gestionnaires de relever celui qui lui semble le plus pertinent et adapté à son site.

Tableau 4 : Correspondance possible entre l'avis d'expert émis sur le terrain et la note servant aux analyses statistiques.

Avis d'experts récoltés sur le terrain	Précision de l'avis selon les commentaires faits sur le terrain	Note attribuée à l'avis d'expert
Bon-optimal	Plus	1
	Moyen	2
	Moins	3
Bon-correct	Plus	4
	Moyen	5
	Moins	6
Altéré	Plus	7
	Moyen	8
	Moins	9
Dégradé	Plus	10
	Moyen	11
	Moins	12

Tableau 5 : Répartition du nombre de relevés effectués sur les habitats d'intérêt communautaire des eaux dormantes selon l'état de conservation.

Avis d'expert	Bon-optimal	Bon-correct	Altéré	Dégradé
Nombre de relevés (UE **3170***)	2	17	9	3
Nombre de relevés (UE 3110)	4	16	15	3
Nombre de relevés (UE 3120)	10	7	8	2
Nombre de relevés (UE 3130)	8	16	15	2
Nombre de relevés (UE 3150)	0	28	19	8
Nombre de relevés (UE 3160)	12	14	12	7

Une fois les indicateurs et les valeurs seuils pressentis, on obtient une note par placette grâce à un calcul automatique. La note obtenue par placette est confrontée à la note de l'avis d'expert par régression linéaire (Figure 25). Une boucle permet d'attribuer des notes associées aux différentes valeurs seuils pour chaque indicateur. Les notes retenues sont celles qui correspondent au meilleur R^2 entre la note calculée par placette et la note de l'avis d'expert. Pour que le modèle de notes soit validé, les conditions relatives à la régression linéaire

doivent également être respectées. Les résultats obtenus *via* analyses des données font l'objet d'une validation lors d'un second COPIL. Toutes les analyses sont effectuées grâce au logiciel R Core team (2017).

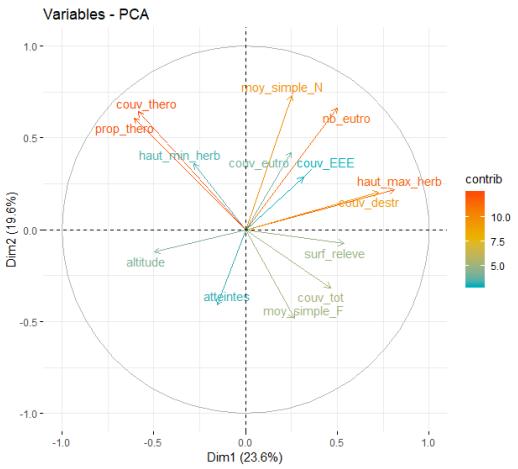


Figure 22 : ACP conduite sur les variables quantitatives pour les gazons oligotrophes en 2018.

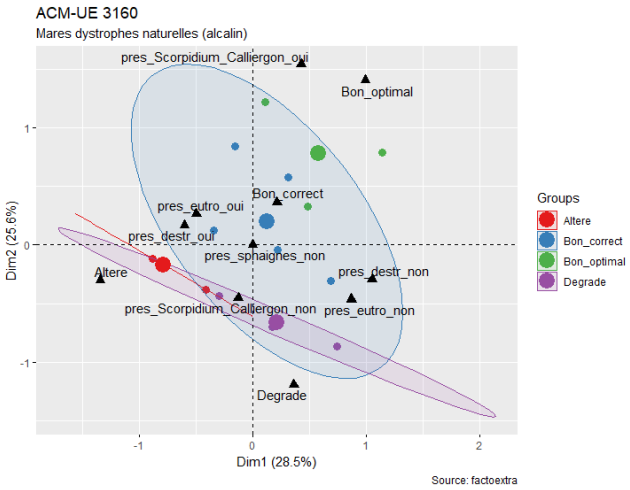


Figure 23 : ACM conduite sur les variables qualitatives pour les mares dystrophes en contexte alcalin en 2018.

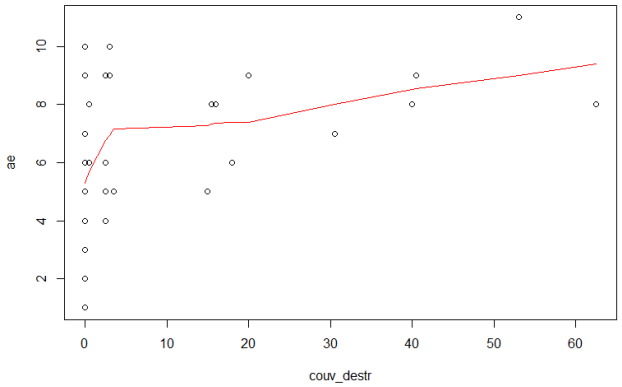


Figure 24 : Corrélation positive entre le recouvrement des espèces déstructurantes et l'avis d'expert sur les gazons oligotrophes (ϱ = 0.47, p-value = 0.0028). Le seuil de 5 % peut être proposé.

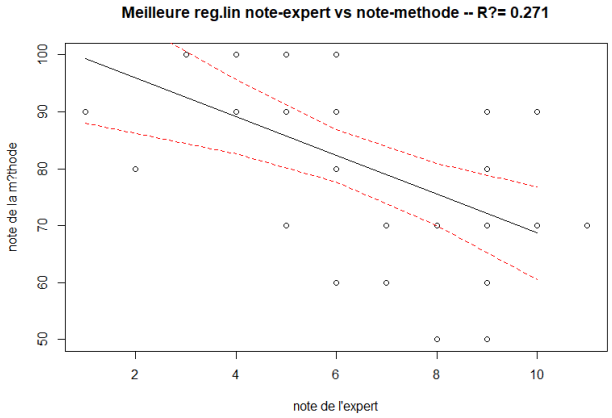


Figure 25 : Régression entre la note modélisée et la note de l'avis d'expert sur les gazons oligotrophes.

6. Des méthodes simples pour une réalité complexe

6.1. Des méthodes évolutives

La méthode se veut simple et accessible à tous les opérateurs de site Natura 2000, bien que certains estiment que ces méthodologies sont parfois complexes à mettre en œuvre (Galli, 2015). Les indicateurs doivent, cependant, être ajustés par l'expérience de terrain et le retour des utilisateurs. C'est pourquoi il est proposé, pour chacun des habitats, une fiche de relevé de terrain. L'objectif est de capitaliser les retours d'expérience afin d'ajuster les méthodes proposées. Les retours permettront de remanier les grilles selon les difficultés

rencontrées et les questions posées par les opérateurs en ce qui concerne l'application de la méthodologie (listes d'espèces, méthodes, matériel, etc.).

6.2. Le choix des états de référence aux échelles nationale et de l'habitat générique

La démarche globale d'évaluation d'état de conservation des habitats repose sur la comparaison de l'habitat étudié à une entité de référence pour ce type d'habitat. Il s'agit également de choisir les états de référence (sens large), à partir desquels on considère que l'habitat bascule d'un état de conservation favorable à altéré, ou encore d'un état de conservation altéré à dégradé. Si la littérature scientifique peut aider à construire ces différents états par l'intermédiaire d'un certain nombre de critères et indicateurs, le nombre de publications sur le sujet n'en reste pas moins maigre. La phase de test des indicateurs sur le terrain permet, en grande partie, de construire ces différents états. Cependant, 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.

Les avis d'expert récoltés sur le terrain sont classés selon qu'ils témoignent d'un état « bon-optimal », « bon-correct », « altéré » ou « dégradé ». Ils permettent ainsi de dégager un certain nombre de descripteurs redondants et communs aux différents états de conservation rencontrés pour chaque habitat. Il s'agit par conséquent de décrire un à un les différents états de l'habitat étudié. Par exemple, pour un état de conservation favorable (« bon-correct ») des lacs eutrophes, les espèces déstructurantes ne doivent pas dominer. Lors des tests, les placettes considérées en état « bon-correct » n'accueillent pas plus de 15,5 % d'espèces déstructurantes. On peut donc supposer que l'habitat de référence en état favorable accueille 20 % d'espèces déstructurantes, au maximum. Le résultat est valable si l'on fait l'hypothèse que notre échantillonnage reste représentatif de l'habitat à l'échelle du territoire métropolitain. Une fois les quatre états de conservation décrits, il s'agit de positionner les différents états le long du gradient d'état de conservation.

Ces habitats présentent une grande variabilité à l'échelle du territoire métropolitain, qu'il est difficile d'intégrer dans une évaluation à l'échelle de l'habitat générique. C'est pourquoi plusieurs états optimaux souhaités sont envisagés, notamment du point de vue de la composition floristique, ou encore du contexte dans lequel se retrouve l'habitat. Au sein d'un même site, on pourra retrouver plusieurs états optimaux pour le même habitat générique, selon la physionomie de la végétation (communautés de pleustophytes, communautés d'hydrophytes enracinées, mosaïques, mares dystrophes en contexte acide, mares dystrophes en contexte alcalin, etc.). Il est également tenté de travailler au niveau des écocomplexes dans lesquels peuvent être rencontrés les habitats des eaux dormantes. On pourra envisager de proposer un état optimal souhaité pour chaque écocomplexe lorsque cela sera jugé pertinent. Cependant, il est nécessaire de garder à l'esprit que l'évaluation de l'état de conservation à l'échelle nationale, mais aussi à l'échelle d'un site Natura 2000, reste un exercice difficile et réducteur de la complexité des interactions entre les habitats évalués et les composantes

physiques du milieu dans lesquels ils se retrouvent, ainsi qu'entre les habitats eux-mêmes (Hardegen, 2015). Ceci concerne particulièrement les habitats des eaux dormantes que l'on retrouve souvent en mosaïque. Par ailleurs, un travail est actuellement en cours sur la ré-actualisation de l'interprétation des HIC (Gaudillat et al., 2018).

6.3. Dynamisme des habitats des eaux dormantes et variabilité temporelle de l'évaluation

Les habitats des eaux dormantes connaissent des variabilités spatiales et temporelles importantes, aussi bien intra-annuelles qu'interannuelles. Au niveau intra-annuel, cela est particulièrement vrai pour les habitats subissant des phases d'exondation tels que les MTM, les gazons oligotrophes à mésotrophes des *Littorelletea uniflorae* et/ou des *Isoeto-Nanojuncetea*, mais aussi les mares dystrophes. Selon la durée de mise en eau au cours de l'année, la phénologie des plantes, la biomasse produite, la richesse et la diversité spécifiques sont autant de paramètres qui peuvent varier (Fernández-Zamudio et al., 2017). L'évaluation doit être effectuée à l'optimum de développement de la végétation afin de prendre en compte le maximum d'espèces constituant l'habitat. C'est pourquoi les périodes propices à l'évaluation sont proposées pour chaque habitat dans ce guide méthodologique.

Sur le site de « L'Isle Crémieu » (FR8201727), des mises en assec sont effectuées sur quelques étangs tous les 10 ans. Ces mêmes étangs sont vidangés tous les cinq ans. Au niveau des végétations, cela se traduit par des successions de syntaxons liées à l'évolution naturelle du niveau trophique. Après l'assec, les espèces du genre *Chara* apparaissent, puis les *Najas minor*, *N. marina, Potamogeton* spp. à feuilles filiformes colonisent le milieu. S'en suivent les *Potamogeton* spp. à feuilles plus larges, les *Myriophyllum* spp. accompagnés des *Ceratophyllum* spp., puis *Nuphar lutea* et enfin*, Nymphaea alba* (ces deux dernières espèces étant associées au *Nymphaeion albae*, non inclus dans les HIC d'herbiers mésotrophes à eutrophes). Une baisse de diversité est observée au fil des ans jusqu'au prochain assec qui vise à atténuer les effets de l'eutrophisation sur la richesse spécifique en macrophytes au fil du temps. Une fois stable, le système est plutôt mésotrophe. Il existe cependant une variabilité interannuelle forte des communautés, voire du niveau trophique dans lequel elles se développent. C'est notamment le cas des gravières qui accueillent, dans un premier temps, des communautés pionnières très oligotrophes du fait de la qualité de l'eau. Dans notre cas, cela aboutit même à la disparition des herbiers méso-eutrophes d'intérêt communautaire au profit du *Nymphaeion albae*. L'évaluation réalisée à un instant t doit au prélable faire l'objet d'un suivi. Ce suivi, sur dix ans maximum, est fortement préconisé pour les végétations à éclipse (qui ne s'expriment pas tous les ans, telles que les végétations de MTM). Il doit permettre de cibler les conditions climatiques favorables au développement de l'habitat (précipitations, températures, etc.). L'évaluation pourra alors être conduite lors d'une année favorable au développement de l'habitat.

6.4. Les perspectives offertes par les indicateurs lacustres de la DCE

Au titre de la DCE, l'évaluation de l'état écologique des masses d'eau peut se traduire par l'action d'objectiver un état des masses d'eau obtenu par comparaison à un état de référence. Cette interprétation met en avant la synergie potentielle entre la DHFF, qui évalue par rapport à un état de référence (état optimal souhaité), et la DCE, qui évalue par rapport à un état attendu. Comme pour la DHFF, la DCE notifie d'effectuer un rapportage de l'état des masses d'eau tous les six ans. Le prochain rapportage de la DHFF sur la période 2013-2018 s'inscrit entre le 1er cycle DCE (2010-2015) et le 2nd cycle (2016-2021). Il est actuellement en cours.

Dans le cadre de la DHFF, on parle d'état de conservation des habitats, tandis que dans le cadre de la DCE, c'est l'état écologique des masses d'eau qui est visé (Figure 26). Afin d'atteindre ou préserver ce « bon état » de conservation, et ce « bon état » écologique, des réseaux de surveillance ont été mis en place (Natura 2000 pour la DHFF, Réseau de Contrôle de Surveillance/Réseau de Contrôle Opérationnel pour la DCE). Si la DCE a notifié un suivi obligatoire et la définition des états de référence dès son origine, il n'en est pas de même pour la DHFF.

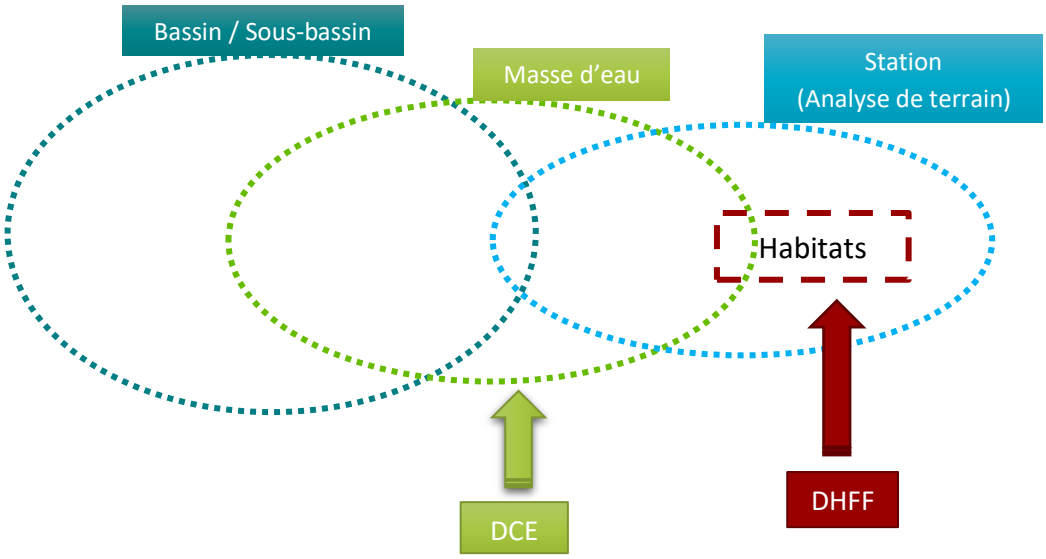


Figure 26 : Espaces concernés par les deux directives (DCE et DHFF) (d'après Viry, 2013).

La DCE notifie la surveillance de certains paramètres afin de caractériser l'état des masses d'eau (paramètres physico-chimiques, hydromorphologiques, biologiques, etc.) évalués *via* le RCS (Figure 27). Cette surveillance est cadrée par l'arrêté du 27 juillet 2015 (MEDDE, 2015). Les relevés d'indicateurs présentent des protocoles normalisés et accessibles à l'échelle du territoire, ce qui permet une homogénéité des relevés dans le temps et à l'échelle nationale. Chaque État membre utilise néanmoins ses propres indicateurs (Loury et al., 2015).

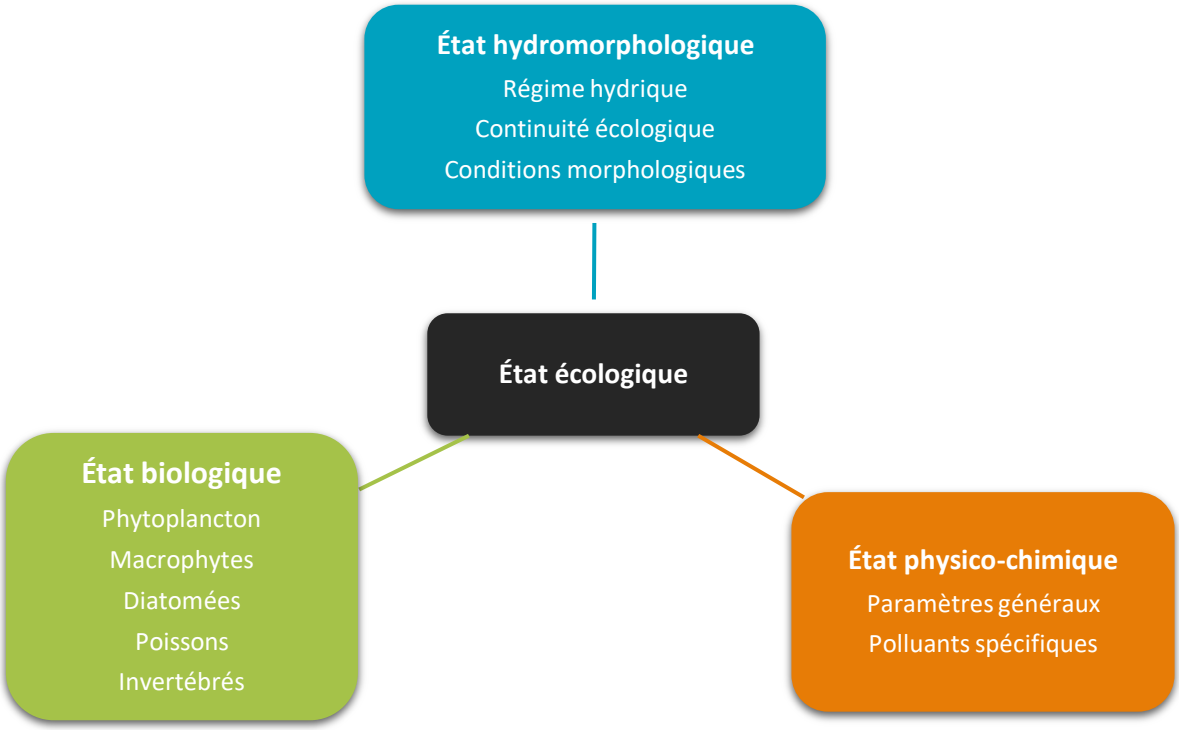


Figure 27 : les éléments de l'évaluation de l'état des eaux de surface et de suivi.

Les paramètres de la DCE peuvent être utiles à la surveillance de l'état de conservation des habitats aquatiques et humides, notamment en ce qui concerne le paramètre « Structures et fonctions ». Le réseau de la DCE est bien établi et il est possible d'avoir accès à un grand nombre de données. La DCE notifie de surveiller un certain nombre de bio-indicateurs, c'est-à-dire des indicateurs issus de différentes métriques (abondance, masse, etc.) relatives à une communauté biologique, et qui sert à évaluer l'état écologique du milieu.

En ce qui concerne les plans d'eau, les communautés biologiques à évaluer sont les poissons, le phytoplancton, la flore aquatique (macrophytes et phytobenthos), et la faune benthique invertébrée. Un certain nombre d'indicateurs relatifs à ces communautés biologiques sont disponibles. Ces derniers sont :

- l'IPLAC (Indice Phytoplancton Lacustre). Le phytoplancton est un ensemble d'organismes planctoniques d'origine végétale, présents dans la zone pélagique (en milieux benthique et littoral, on parle de microphytobenthos) (Figure 13). Parmi ces organismes, on dénombre plusieurs familles telles que les cyanobactéries (dont beaucoup sont toxiques), les euglènophytes (se nourissant préférentiellement de matière organique), les diatomées (avec leur squelette en silice de couleur verte due à la présence de chloroplastes), les dinophytes et les chlorophytes. Au sein d'un plan d'eau, on observe une succession temporelle des taxons phytoplanctoniques, en fonction des métabolismes et du niveau trophique. L'IPLAC est basé sur deux métriques ; une métrique de composition spécifique et une métrique de biomasse algale totale (Reyjol et al., 2013). Ces métriques sont exprimées sous forme de moyennes pondérées afin de donner un poids plus important à la métrique de composition spécifique. L'indicateur est sensible à la qualité de l'eau en général (nutriments notamment) (Laplace-Treyture et Feret, 2016). Cette étude a montré que l'indice était un bon indicateur d'eutrophisation,

corrélé à la concentration en chlorophylle a, à la transparence de l'eau et à la concentration en phosphore. Cependant, l'indicateur est à utiliser avec précaution au sein des plans d'eau subissant des fluctuations du niveau d'eau marquées, et lorsque les échantillons présentent moins de cinq espèces. Il s'applique néanmoins aux lacs naturels et artificiels, à la différence des indices ci-dessous qui ne s'appliquent que sur les lacs naturels ;

- l'IBML (Indice Biologique Macrophytique Lac). L'indicateur est un indicateur d'eutrophisation/pollutions au niveau des plans d'eau dont le marnage est inférieur ou égal à 2 m (Boutry et al., 2015). Il est composé d'une métrique associant abondance et composition des communautés aquatiques de macrophytes. Un protocole standardisé et normalisé d'échantillonnage des macrophytes en plans d'eau (AFNOR, 2010) a permis de récolter suffisamment de données pour pouvoir calibrer l'indicateur. C'est ce même protocole qui est utilisé pour la récolte des données permettant son calcul. La norme ne s'appliquant pas aux plans d'eau marnants, l'indice reste toutefois inutilisable dans le cas de la surveillance de l'état de conservation des gazons exondés ;
- l'IIL (Indice Ichtyofaune Lacustre). C'est un indice multi-métrique basé sur les poissons permettant de rendre compte de l'altération trophique des lacs (Logez et al., 2015). Il est basé sur trois métriques qui sont la capture par unité d'effort de pêche, la biomasse par unité d'effort de pêche et la capture par unité d'effort de pêche pour les espèces omnivores.

Un indice basé sur les macro-invertébrés est en cours de développement pour les plans d'eau. Si l'IPLAC et l'IIL impliquent *a priori* un effort d'échantillonnage important et un matériel spécifique, il serait intéressant de tester l'IBML au niveau des lacs dont le niveau d'eau est relativement stable, afin de voir si l'indice est corrélé ou non à l'état de conservation des habitats aquatiques et humides. En effet, une gestion de l'ensemble du plan d'eau est bien souvent nécessaire afin de restaurer ou maintenir ces habitats dans un état de conservation favorable. En revanche, au titre de la DCE, seuls les plans d'eau de 50 ha minimum sont évalués. Ces indicateurs sont donc inapplicables dans la plupart des configurations dans lesquelles peuvent être rencontrés les habitats des eaux dormantes à l'échelle du territoire métropolitain (mares, mouillères, étangs, fossés à écoulement nul, etc.).

Si les bio-indicateurs sont intéressants dans le cadre de l'évaluation des structures et fonctions de l'habitat, il serait aussi nécessaire d'étudier les assemblages biologiques, c'est-à-dire d'étudier les interactions entre les organismes (réseaux trophiques), mais aussi entre les organismes et leur environnement (écosystèmes). Les bio-indicateurs permettent de simplifier une réalité complexe. Ce sont néanmoins les premiers acteurs du fonctionnement des eaux dormantes. D'autres paramètres devront également être pris en compte dans le cadre de la surveillance, telles que la température, la transparence de l'eau pour les grandes étendues d'eau profondes, etc. Le suivi de la transparence permet de suivre les processus d'eutrophisation. La transparence de l'eau et la chlorophylle a seraient, en effet, les deux facteurs qui influenceraient le plus la richesse en macrophytes dans les lacs tempérés du nord et du centre de l'Europe (Lauridsen et al., 2015). Une faible transparence de l'eau affecte le développement des communautés végétales immergées (baisse de la photosynthèse). Les

communautés végétales des habitats concernés sont héliophiles. L'eau doit donc être transparente. Une faible transparence de l'eau peut être causée par le développement important du phytoplancton (chlorophylle a) et/ou par la présence de particules en suspension dans l'eau (Mroz, 2013). Le retour à un état non turbide est difficile pour les habitats concernés (Scheffer, 2001) et un état turbide favorise le maintien d'un état turbide (feedback). À partir d'un certain seuil, la disparition de la végétation peut être irréversible. La température, quant à elle, conditionne le processus de germination des espèces et les processus physico-chimiques (Mistarz, 2016). Il existe un réseau national de suivi de la température des plans d'eau en France (RNT). Ce réseau permettra d'avoir accès à un grand nombre de données, une fois centralisées, afin de surveiller la température des plans d'eau à l'échelle du territoire métropolitain, donc potentiellement l'état de conservation des habitats aquatiques et humides. Du côté des perspectives futures, l'AFB doit lancer un projet de 2019 à 2024 sur la biodiversité et le changement climatique. L'objectif est de voir comment les habitats aquatiques sont susceptibles d'évoluer en réponse au changement climatique.

7. Bilan des indicateurs retenus par habitat

Le tableau ci-dessous synthétise l'ensemble des indicateurs proposés pour évaluer l'état de conservation des habitats des eaux dormantes, et leur applicabilité pour chaque habitat (Tableau 6).

			Habitat (code UE)						
Paramètre	**Critère**	**Indicateur**	**3110**	**3120**	**3130**	**3140**	**3150**	**3160**	**3170***
Surface	Surface couverte	Évolution de la surface couverte	✓	✓	✓			✓	✓
		Évolution du nombre de pièces d'eau	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Structures et fonctions	Couverture du sol	Présence de sol nu			✓				
	Sédimentation	Signe d'envasement				✓			
	Qualité de l'eau	Turbidité				✓			
		Couleur de l'eau					✓		
	Composition floristique	Nombre d'espèces ligneuses		✓					✓
		Recouvrement des espèces ligneuses		✓					✓
		Présence d'espèces eutrophiles						✓	
		Nombre d'espèces de friches		✓					
		Nombre d'espèces eutrophiles	✓	✓		✓			
		Présence d'espèces déstructurantes						✓	
		Nombre d'espèces déstructurantes	✓	✓	✓				✓
		Recouvrement des espèces déstructurantes				✓	✓		

		Recouvrement de la strate hydrophytique					✓		
		Recouvrement total de la végétation		✓					
		Nombre d'espèces caractéristiques							✓
		Recouvrement des Characées				✓			
		Présence de sphaignes (acide)						✓	
		Présence de *Scorpidium scorpioides* ou *Calliergon giganteum* (alcalin)						✓	
		Présence d'algues filamenteuses (malus)				✓			
		Évolution du recouvrement des algues filamenteuses (malus)	✓		✓		✓	✓	
	Composition faunistique	Invertébrés aquatiques (bonus)						✓	✓
Altérations	Atteintes lourdes	Recouvrement des atteintes quantifiables en surface	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Atteintes diffuses	Impact des atteintes difficilement quantifiables	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Les modalités d'application sont développées dans les guides d'évaluation proposés dans la seconde partie du rapport, pour chaque habitat.

Bibliographie

Afnor, 2010. - Echantillonnage des communautés de macrophytes en plans d'eau. Qualité de l'eau. Association française de normalisation. Norme homologuée XP T90-328

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. 30 mars 2016

Barbe J., 1984. - Les végétaux aquatiques. Données biologiques et écologiques. Clés de détermination des macrophytes de France. *Bulletin Français de Pisciculture* **(Hors Serie)** : 1–42

Bartula M., Stojšić V., Perić R. & Seeberg Kitnæs K., 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 d'intérêt communautaire. Tome 3. Habitats humides.* Éd. La Documentation française. 457p.

Bensettiti F. & Puissauve R., 2015. - Résultats de l'état de conservation des habitats et des espèces dans le cadre de la directive Habitats-Faune-Flore en France. Rapportage "Article 17". Période 2007-2012. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle. 204p.

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 *Alysso-Sedion*. Conservatoire botanique national du Bassin parisien/Muséum national d'Histoire naturelle. 113p.

Binnert C., 2012. - Stratégie d'évaluation et de suivi de l'état de conservation des zones tourbeuses d'altitude. Le cas de la réserve naturelle nationale de Nohèdes. Mémoire de fin d'études. AgroParisTech-Ecole National du Génie Rural, des Eaux et Forêts. 73p.

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

Bolpagni R., Azzella M.M., Agostinelli C., Beghi A., Bettoni E., Brusa G., De Molli C., Formenti R., Galimberti F. & Cerabolini B.E.L., 2017. - Integrating the Water Framework Directive into the Habitats Directive: analysis of distribution patterns of lacustrine EU habitats in lakes of Lombardy (northern Italy). *Journal of Limnology*.

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 Environnement* 9**(2)**: 101–110

Bourbonnais G., 2010. - Cycle thermique d'un lac tempéré profond. https://babel.cegep-ste-foy.qc.ca/profs/gbourbonnais/pascal/nya/botanique/notesnutrition/cycle_lac.htm. 11 janvier 2019

Boutry S., Bertrin V. & Dutartre A., 2015. - Indice Biologique Macrophytique Lac (IBML). Notice de calcul. Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture Bordeaux. 25p.

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

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.

Cellamare M., 2009. - Evaluation de l'Etat Ecologique des Plans d'Eau Aquitains à partir des Communautés de Producteurs Primaires. Thèse Doct. Sciences et Environnements. Bordeaux. 333p.

Centre d'Étude du Machinisme Agricole et du Génie Rural, Association Inter-Parcs du Massif Central & Parcs naturels associés au projet, 2011. - Note méthodologique. Analyse de la fragmentation. Projet "Trame écologique du Massif Central". Identification d'une trame écologique du Massif-Central avec extension vers les Pyrénées. 18p.

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.

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

Conseil européen, 2000. - Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 Octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. *Journal Officiel de l'Union Européenne*, **L327**, 22 décembre 2000

Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon (CEN L-R), 2012. - Évaluation de l'état de conservation des habitats naturels contractualisés en Lozère (Échelles de l'habitat et de l'unité de gestion). Guide Méthodologique à l'usage des opérateurs. 154p.

Ejankowski W. & Iglińska A.M., 2014. - Vegetation of Humic Lakes in Relation to their Trophic State. *Ekologia* 33**(2)**: 160-170

Ellenberg H., 1988. - *Vegetation Ecology of Central Europe.* Éd. 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.

Felzines J-C. 2012. - Contribution au prodrome des végétations de France: les *Lemnetea minoris* Tüxen ex O. Bolòs & Masclans 1955. *Journal de Botanique* 59 : 189–240

Fernández-Zamudio R., García-Murillo P., Díaz-Paniagua C., 2017. - Effect of the filling season on aquatic plants in Mediterranean temporary ponds. *Journal of Plant Ecology*: 1-9

Forum des Marais Atlantiques, 2015. - Mallette d'indicateurs de travaux et de suivis en zones humides. Agence de l'eau Loire-Bretagne, Conseil régional des Pays de la Loire. 189p.

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

Gaudillat V., Argagnon O., Bensettiti F., Bioret F., Boullet V., Causse G., Choisnet G., Coignon B., de Foucault B., Delassus L., Duhamel F., Fernez Th., 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.

Gayet G., Baptist F., Baraille L., Caesstecker P., Clément J-C., Gaillard J., Gaucherand S., Isselin-Nondedeu F., Poinsot C., Quétier F., Touroult J. & Barnaud G., 2016. - Méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides. Fondements théoriques, scientifiques et techniques. Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques, Muséum national d'Histoire naturelle. 310p.

Gobierno de Aragon. Departamento de Medio Ambiente, 2010. - Biorregión mediterránea. Aguas oligotróficas con un contenido de minerales muy bajo sobre suelos generalmente arenosos del mediterráneo occidental con *Isoetes* spp. Manual de gestión del habitat: ficha de manejo y conservacion. 19p.

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. Museum national d'Histoire naturelle, Office National des Forêts, Conservatoire Botanique National de Brest. 67p.

Goia I. & Oprea A., 2014. - Particularities of the Aquatic Vegetation from "Iron Gates" Natura 2000 Site (Banat, Romania). *Transylvanian Review of Systematical and Ecological Research* 16**(3)**: 87-114

Goret M., 2009. - Caractérisation de l'habitat d'intérêt communautaire : « Lacs eutrophes naturels avec végétation du *Magnopotamion* ou de l'*Hydrocharition* » (Natura 2000: 3150) en Bretagne. Conservatoire botanique national de Brest. 49p.

Goubet P., 2016. - Compte rendu d'étude commandée par le Parc naturel régional des Ballons des Vosges. Évaluation de l'état de conservation des tourbières et marais du Parc naturel régional des Ballons de Vosges. Cabinet Pierre Goubet. 157p.

Grzybowski M., 2014. - Determinants of the diversity of macrophytes in natural lakes affected by land use in the catchment, water chemistry and morphometry lakes. *Journal of Elementology*: 401–422

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.

Krämer I., 2003. - Monitoring of Natura 2000 freshwater habitats. A suggested program for Natura 2000 lakes and watercourses in the County of Jönköping/Sweden. Länsstyrelsen Jönköpings Län. 84p.

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

Laplace-Treyture C. & Feret T., 2016. - Performance of the Phytoplankton Index for Lakes (IPLAC): A multimetric phytoplankton index to assess the ecological status of water bodies in France. *Ecological Indicators* 69: 686–698

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, MNHN, CBNMED de Porquerolles, Università di Corsica - Pasquale Paoli. 62p.

Lauridsen T. L., Jeppesen E., Declerck S. A. J., De Meester L., Conde-Porcuna J.M., Rommens W. & Brucet S., 2015. - The importance of environmental variables for submerged macrophyte community assemblage and coverage in shallow lakes: differences between northern and southern Europe. *Hydrobiologia* 744**(1)**: 49–61

Lemée G., 1937. - *Recherches écologiques sur la végétation du Perche*. Faculté des sciences de l'Université de Paris. 388p.

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, Pôle-relais lagunes méditerranéennes, Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon. 107p.

Logez M., Maire A. & Argillier C., 2015. - Principes et méthodesde calcul de l'Indice Ichtyofaune Lacustre, IIL. Rapport final. 23p.

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

Loury P., Renier C. & Viry D., 2015. - Etat de conservation des habitats aquatiques : évaluation de l'intérêt des données DCE et méthodologie de mise en oeuvre. Analyse de la pertinence des données DCE et Syrah-ce dans

le suivi des habitats aquatiques d'intérêt communautaire. Rapport d'étude. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle. 100p.

Louvel J., Gaudillat V. & Poncet L., 2013. - *EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce*. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle, Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie. 289p.

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-blanquetotüxenienne. 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. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 15**(6)**: 653–64

Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie., 2015. - Arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement. *Journal Officiel*, **0198**, 28 août 2015

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.

Mollema & Antonelleni, 2016. - Water and (bio)chemical cycling in gravel pit lakes: A reviewand outlook. *Earth Science Reviews* 159: 247-270

Mroz W., 2013. - Monitoring of natural habitats. Methodological guide for 5 natural habitats: 3110, 6210, 6520, 7230 and 9180. GIOŚ. 97p.

Otto-Bruc., 2001. - Végétation des étangs de la Brenne (Indre). Influence des pratiques piscicoles à l'échelle des communautés végétales et sur une espèce d'intérêt europeen : *Caldesia parnassifolia* (L.) PARL. Thèse. Muséum national d'Histoire naturelle. Paris. 205p.

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.

Pouvaret S., 2014. - Mise en oeuvre du document d'objectif du site Natura 2000 « Val d'Allier Alagnon » (FR 830 1038) - Animation de la mise en oeuvre, compte rendu d'exécution - Evaluation de l'état de conservation de l'habitat d'intérêt communautaire 3150 « Lacs eutrophes naturels avec végétation du *Magnopotamion* ou de l'*Hydrocharition* ». Natura 2000, Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Auvergne, Conservatoire d'espaces naturels d'Auvergne-Riom. 27p.

Pouvaret S., 2015. - Mise en œuvre du document d'objectif du site Natura 2000 « Zones alluviales de la confluence Dore-Allier » (FR 830 1032) - Animation de la mise en œuvre, compte-rendu d'exécution - Evaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire de vases et grèves exondées (3130 et 3270). Natura 2000, Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du logement d'Auvergne, Conservatoire d'espaces naturels d'Auvergne-Riom. 39p.

R Development Core Team (2017). - R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, http://www.R-project.org

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.

Reyjol Y., Spyratos V. & Basilico L., 2013. - Bioindication : des outils pour évaluer l'état écologique des milieux aquatiques. Perspectives en vue du 2e Cycle DCE–Eaux de surface continentales. *Les Rencontres de l'Onema.* 55p.

Scheffer M., 2001. - Alternative Attractors of Shallow Lakes. *The Scientific World Journal* 1: 254–63

Vallod D., Wezel A. & Robin J., 2011. - Caractérisation écologique des étangs de la Dombes. Mise au point d'une méthode d'évaluation applicable aux étangs. Etude Agence de l'Eau n° 2007 1488. Rapport technique final. Institut Supérieur d'Agriculture et d'agroalimentaire Rhône-Alpes. 65p.

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.

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

Yang X., Wu X., Hao H. & He Z., 2008. - Mechanisms and assessment of water eutrophication. *Journal of Zhejiang University Science B* 9**(3)**: 197–209

UMS PATRIMOINE NATUREL
CENTRE D'EXPERTISE ET DE DONNÉES
AFB • CNRS • MNHN

État de conservation des

« Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses » (UE 3110)

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

© M. Mistarz

UNITE MIXTE DE SERVICE

PATRIMOINE NATUREL

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

www.afbiodiversite.fr

www.cnrs.fr

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

www.mnhn.fr

Nom du Programme/Projet : **développement des méthodes d'évaluation sur les 14 différents habitats aquatiques et humides de la Directive Habitats**

Convention :

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

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

Vacataire : **Manon Latour (manon.latour@mnhn.fr)**

Experts mobilisés : **L. Chabrol (CBNMC), M. Mady (CBNMC), L. Ferreira (CBNBP), J. Mondion (CBNBP), S. Auvert (CBNBP), O. Beslin (CBNBP), A. Lefouler (CBNSA)**

Relecture : **Julie Garcin et Farid Bensettiti**

Référence du rapport conseillé : **Mistarz M. & Latour M., 2019. État de conservation des « Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses » (UE 3110). Guide d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. – AFB/CNRS/MNHN. 27p.**

L'UMS Patrimoine naturel - PatriNat

Centre d'expertise et de données sur la nature

Depuis janvier 2017, l'Unité Mixte de Service 2006 Patrimoine naturel assure des missions d'expertise et de gestion des connaissances pour ses trois tutelles, que sont le Muséum national d'Histoire naturelle, l'Agence française pour la biodiversité et le CNRS.

Son objectif est de fournir une expertise fondée sur la collecte et l'analyse de données de la biodiversité et de la géodiversité, et sur la maitrise et l'apport de nouvelles connaissances en écologie, sciences de l'évolution et anthropologie. Cette expertise, fondée 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

Directeur : Jean-Philippe SIBLET
Directeur adjoint en charge du centre de données : Laurent PONCET
Directeur adjoint en charge des rapportages et de la valorisation : Julien TOUROULT

Inventaire National du Patrimoine Naturel

Porté par l'UMS Patrimoine naturel, 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 SINP et de l'Observatoire National de la Biodiversité.

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.

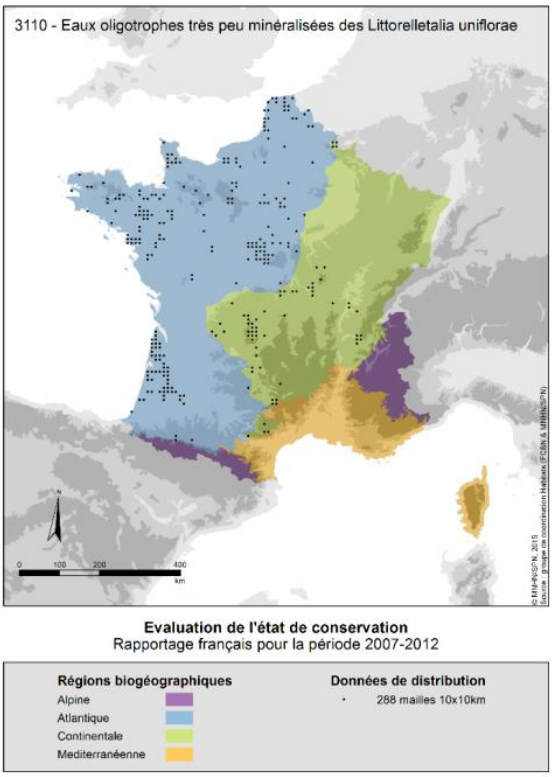
Ce système d'information permet de consolider des informations qui étaient jusqu'à présent dispersées. Il concerne la métropole et l'outre-mer, aussi bien la partie terrestre que marine. C'est une contribution majeure pour la connaissance naturaliste, l'expertise, la recherche en macroécologie et l'élaboration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

En savoir plus : inpn.mnhn.fr

Les eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses (UE 3110)

L'habitat correspond aux gazons vivaces, amphibies, oligotrophes et héliophiles à *Littorella uniflora* et *Isoetes* spp. des plaines occidentales françaises (Bensettiti et al., 2002). Il concerne toutes les végétations atlantiques de la classe des *Littorelletea uniflorae,* correspondant à l'ordre des *Eleocharitetalia multicaulis* (alliances des *Lobelio dortmannae-Isoetion*, *Elodo palustris-Sparganion* et *Samolo valerandi-Baldellion ranunculoidis*) (de Foucault, 2010 ; Gaudillat et al., 2018). En cas de doute quant au rattachement des végétations en position intermédiaire entre les domaines atlantique et continental, c'est l'affinité biogéographique des communautés adjacentes qui permet de trancher sur le rattachement à l'habitat (affinité atlantique). Il se caractérise par des eaux peu profondes, oligotrophes et pauvres en bases. La végétation y est vivace, rase et aquatique à amphibie. Le substrat est sableux. L'habitat est souvent dépendant des variations du niveau d'eau et se développe sur des berges en pente douce. La végétation est très spécialisée.

L'habitat est présent sur 133 sites Natura 2000 en France, principalement localisés sur la façade atlantique et la partie ouest. On peut retrouver cet habitat sur les grèves de lacs et d'étangs, au sein des mares, des complexes toubeux, des bras morts, ou encore là où la nappe affleure dans les paysages de landes à bruyères.



Distribution de l'habitat (UE 3110) sur le territoire métropolitain.

Fort d'une certaine homogénéité biologique, l'habitat est décliné en un seul habitat élémentaire, « Eaux stagnantes à végétation vivace oligotrophique planitiaire à collinéenne des régions atlantiques, des *Littorelletea uniflorae* » (UE 3110-1).

En ce qui concerne la dynamique de l'habitat, une phase exondée succède souvent à des végétations aquatiques oligotrophes et peut évoluer, par assèchement ou atterrissement, vers des communautés de prairies humides oligotrophes du *Molinio caeruleae-Juncetea acutiflori,* ou bien vers des communautés de bas-marais du *Scheuchzerio palustris-Caricetea fuscae*. L'eutrophisation du milieu conduit à l'évolution de l'habitat vers des communautés pionnières des *Bidentetea tripartitae*. Les formes sur substrat minéral peuvent dériver vers des formes turficoles du fait d'un enrichissement naturel du substrat en matière organique (Bensettiti et al., 2002).

Les impacts des activités humaines (stabilisation du niveau d'eau par exemple) peuvent conduire à la banalisation des communautés végétales avec l'apparition d'habitats de types roselières. L'habitat peut également se rencontrer en association avec des communautés de landes humides, du *Nanocyperion flavescentis* (UE 3130) ou encore des communautés de dépressions tourbeuses subaquatiques à *Utricularia* spp. (UE 3160). Vers l'eau libre,

il peut se retrouver en contact avec des communautés aquatiques oligotrophiques à mésotrophiques variées (UE 3140, UE 3150). Vers les niveaux topographiques supérieurs, des communautés de bas-marais oligotrophiques acides (UE 6410) ou alcalins, ainsi que des communautés de landes tourbeuses ou hygrophiles (UE 4010, UE **4020***), peuvent côtoyer ces communautés.

Les résultats du rapportage 2007-2012 font état d'un état de conservation « défavorable mauvais » pour cet habitat au sein des domaines biogéographiques atlantique et continental. Notons par ailleurs que les domaines atlantique et continental abritent les plus fortes proportions de résultats défavorables tous types de milieux confondus (Bensettiti et Puissauve, 2015).

Résultats du rapportage 2007-2012 sur l'état de conservation de l'habitat (UE 3110) pour les domaines atlantique et continental.

Code UE	Aire de répartition	Surface	Structure et fonctions	Perspectives futures	État de conservation
3110	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais

Les principales menaces qui pèsent sur cet habitat sont l'envasement, le piétinement intensif, la stabilisation du niveau d'eau, les aménagements, les espèces exotiques envahissantes (EEE) et l'altération de la qualité de l'eau.

Grille d'évaluation de l'état de conservation

La grille présentée ci-dessous est issue d'un premier travail effectué en 2016 (Mistarz, 2016), puis de la poursuite de ces travaux effectuée à l'occasion d'un stage de Master 2 de six mois (Miedziejewski, 2017) et, enfin, d'une ultime phase de terrain conduite en 2018. Six réunions d'experts ont contribué à valider les grilles d'indicateurs à chaque étape du processus.

Grille d'indicateurs pour l'évaluation de l'état de conservation de l'habitat « Eaux oligotrophes des plaines sablonneuses » (UE 3110) à l'échelle des sites Natura 2000.

Paramètre	Critère	Indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Surface	Surface couverte	Évolution de la surface couverte ou du nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent	Site	Stabilité, progression	0
				Régression	-10
Structures et fonctions	Composition floristique	Nombre d'espèces eutrophiles	Placette	< 3	0
				3-10	-20
				> 10	-40
		Nombre d'espèces déstructurantes	Placette	< 4	0
				4-5	-20
				> 5	-40
		Évolution du recouvrement des algues filamenteuses (malus)	Placette	Progression	-10
Altérations	Atteintes lourdes	Recouvrement des atteintes quantifiables en surface	Polygone	Somme des points = 0	0
				Somme des points = 1	-10
				Somme des points ≥ 2	-20
	Atteintes diffuses	Impact des atteintes difficilement quantifiables en surface	Site	Nul ou négligeable	0
				Moyen	-10
				Fort	-20

États de référence

Il est tenté ici de décrire les différents états correspondant à l'habitat (optimal souhaité, favorable choisi, altéré, dégradé) à partir d'une analyse exploratoire des données récoltées lors de la phase de terrain. Les descripteurs sont issus de l'avis d'expert émis sur l'état de conservation de l'habitat.

Descripteurs permettant de définir les différents états correspondant aux gazons oligotrophes des *Eleocharitetalia multicaulis* (UE 3110) (liste non exhaustive).

États de référence	État(s) optimal(aux) souhaité(s)	État(s) favorable(s) choisi(s)	État(s) altéré(s)	État(s) dégradé(s)
Descripteurs possibles	✓ Cortège floristique et structure typiques (gazon ras exondé ou immergé à *Isoetaceae*, *Littorella uniflora, Marsileaceae,* petites *Cyperaceae* et *Joncaceae*, etc.) ✓ Aucune espèce des *Bidentetea tripartitae* ou de mégaphorbiaies (eutrophiles) ✓ Aucune espèce déstructurante	✓ Cortège floristique bien diversifié et bonne structure même si non typique ou cortège floristique peu diversifié mais bonne structure ✓ Peu de *Carex* spp. et de *Molinia* spp. ✓ Peu d'espèces eutrophiles (< 3 espèces) ✓ Peu d'espèces déstructurantes (< 4 espèces)	✓ Présence d'espèces de mégaphorbiaies (< 11 espèces) ✓ Faible surface ✓ Cortège plutôt méso-eutrophe ✓ Atteintes significatives ✓ Présence d'EEE ou d'espèces déstructurantes (< 6 espèces) ✓ Colonisation par les grands *Juncus* spp. ✓ Présence de *Carex* spp. et *Sphagnum* spp., espèces de tourbières ✓ Faible recouvrement de la végétation ✓ Présence de litière ✓ Système envasé	✓ Structure de végétation moyenne voire mauvaise ✓ Cortège floristique mauvais ✓ Dynamique forte de fermeture par les espèces déstructurantes (> 5 espèces) ✓ Espèces eutrophiles majoritaires (> 10 espèces) ✓ Contexte environnant ne laissant pas présager d'une possible réversibilité des atteintes ✓ Fort envasement ✓ Beaucoup de litière

Paramètre « Surface »

La perte d'habitat constitue l'une des principales menaces à long terme pour la survie des espèces. Trois processus en sont essentiellement la cause ; la destruction de l'habitat, sa fragmentation et l'altération de sa qualité (Charles et Viry, 2015). Ceci est d'autant plus vrai pour les zones humides. En 30 ans, les activités anthropiques ont conduit à la disparition de près de la moitié des zones humides françaises (ONF, 2013). Selon une enquête menée par le Commissariat Général du Développement Durable (CCGD) et le Service de l'Observation et des Statistiques (SOeS) en 2011, l'étendue de plus de 20 % des milieux humides était en régression sur la période 2000-2010. Les causes sont multiples telles que l'aménagement des cours d'eau, la mise en place d'infrastructures drainantes ou encore diverses pollutions.

L'importance écologique des communautés des eaux dormantes réside dans le fait que ces communautés se développent dans des environnements de transition entre les écosystèmes terrestres et aquatiques. Leur vulnérabilité est liée à des surfaces réduites (Angiolini et al., 2016). Une altération de ce paramètre est bien souvent associée à une dégradation de l'état de conservation de l'habitat (Mroz, 2013).

Description des indicateurs

Évolution de la surface couverte ou du nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent

La surface couverte par l'habitat est un indicateur essentiel dans l'évaluation de l'état de conservation au titre de la DHFF (Viry, 2013). La valeur brute de l'indicateur est exprimée en mètres carrés ou en hectares. Sachant que ces habitats sont soumis à de fortes variations concernant la durée d'exondation (le cas échéant) et la période, il est plus pertinent d'évaluer la surface au travers d'une tendance et non de la chiffrer à un instant t.

Plusieurs cas de figure peuvent être rencontrés sur le terrain en ce qui concerne la configuration des habitats à l'échelle du site. L'évaluation se fera au niveau de la mosaïque d'habitat, le cas échéant.

Méthode 1 : l'évolution de la surface peut être mesurée via comparaison diachronique à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG) et passage de terrain pour vérification. Pour les habitats en polygones isolés (cf. Tome 1, 3.4), l'évaluation de la surface couverte peut se faire via :

- utilisation d'un logiciel SIG et photo-interprétation pour les polygones dont le diamètre ou la longueur sont supérieurs à 30 m. Si le site contient plusieurs polygones isolés, la surface de l'habitat correspondra à la somme des surfaces. Un passage de terrain est systématiquement nécessaire pour vérification ;
- passage de terrain seul au moment du pic de végétation (août/septembre pour les grandes étendues d'eau, dès juillet pour les mares et mouillères) et mesure au triple décamètre des dimensions de l'habitat pour les polygones dont le diamètre ou la longueur sont inférieurs à 30 m, ou si l'habitat n'est présent que de façon ponctuelle. On pourra également calculer la surface des polygones à l'aide d'une délimitation GPS.

En rouge, des berges d'étang exondées, milieux favorables au développement de l'habitat (échelle 1/1 000e).

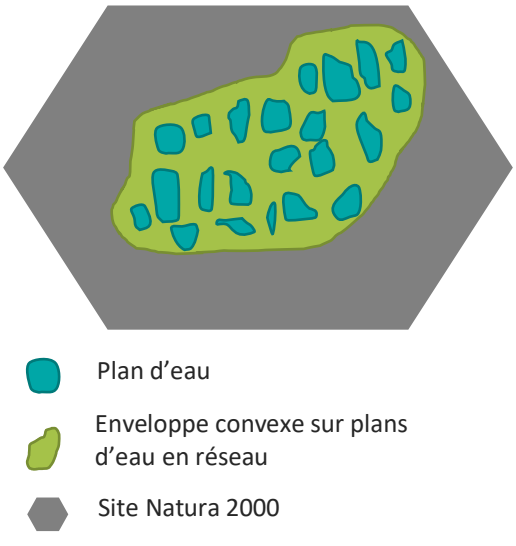


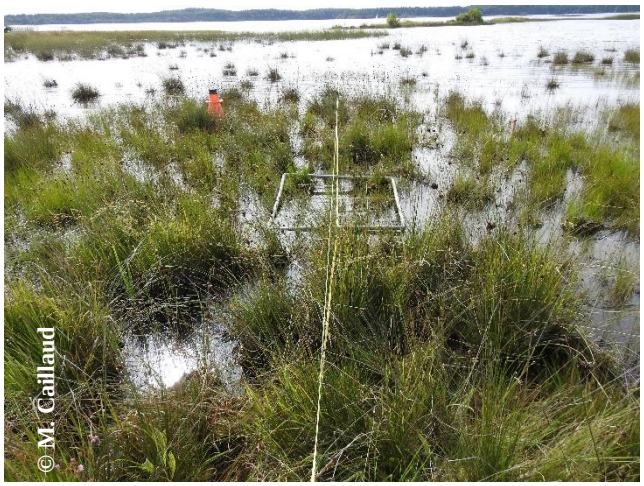
Schéma d'approche en réseau de mares à l'échelle du site Natura 2000.

La photo-interprétation semble simple à effectuer lorsque les gazons se retrouvent au bord de grandes pièces d'eau types lacs, étangs, etc. On pourra choisir ce mode d'évaluation sous réserve d'avoir accès à différentes orto-photographies prises durant l'optimum de végétation d'une année sur l'autre (idéalement six ans d'intervalle).

Pour les polygones connectés en réseau, on conservera la même approche que celle préconisée par Charles et Viry (2015) pour les mares temporaires méditerranéennes. Un réseau sera défini comme contenant plus de 50 polygones, de surface inférieure à 20 m² et de moins de 1 m de profondeur. Dans ce cas, la surface évaluée sera la surface du polygone convexe à l'ensemble des polygones contenus dans le réseau. Notons que cette configuration reste exceptionnelle dans le cas des gazons oligotrophes.

Méthode 2 : outre la photo-interprétation, l'évaluation peut également se faire via comparaison de données surfaciques (présentes dans les DOCOB, par exemple) ou encore à partir de cartographies effectuées à différentes dates dont les surfaces peuvent être extraites sous SIG. Néanmoins, les valeurs extraites doivent faire l'objet d'une vérification compte tenu de la nature plus ou moins fiable de ces données.

Méthode 3 : on peut également suivre l'évolution de surface sur plusieurs transects répartis sur les berges d'étangs ou mares à l'échelle du site, sélectionnées aléatoirement. Cette modalité ne pourra être appliquée que si l'habitat couvre plus de 50 % du site Natura 2000. Le CBNSA met déjà en place ce type de dispositif sur les gazons, en comparant la fréquence des espèces le long de transects fixes tous les six ans, où un certain nombre de quadrats sont répartis afin de relever toutes les espèces présentes (Lefouler, 2011).



Transect, quadrat et aquascope sur les berges des étangs arrière-littoraux de Nouvelle-Aquitaine, afin de relever la fréquence des espèces et suivre leur évolution tous les six ans.

Autres méthodes : le suivi de l'évolution de surface à l'échelle du site Natura 2000 peut également s'envisager par comparaison de photographies aériennes prises en ULM ou encore via l'utilisation de drones qui fournissent aujourd'hui des images ortho-rectifiées, c'est-à-dire des images corrigées, comme si elles avaient été prises à la verticale.

Recommandations : l'évaluation de ce paramètre est délicate. Les conditions climatiques doivent être comparables lorsque l'on mesure l'évolution de surface d'une année à une autre au regard de la grande variabilité des habitats et de leur dépendance vis-à-vis de la pluviométrie. L'estimation de la surface couverte présente des marges d'erreur importantes (liées à la méthode et au biais observateur) (Charles et Viry, 2015). L'habitat doit pouvoir être délimité précisément. Un biais possible de la méthode sous SIG est la différence de qualité entre deux ortho-photographies. L'évaluation dépend également de leur disponibilité. La comparaison entre deux ortho-photographies à période identique peut ne pas être possible d'une année sur l'autre. L'idéal serait ici de pouvoir obtenir deux ortho-photographies prises en août/septembre, période optimale de développement de ces végétations (en grandes étendues d'eau). Les surfaces couvertes peuvent également être faibles et leur estimation

rendue difficile. Le biais doit être évalué pour toutes les modalités d'application de l'indicateur. Une étude pilote doit être conduite pour la photo-interprétation, mais aussi pour l'estimation du biais lié aux cartographies d'habitat (avec par exemple une vérification sur le terrain), aux données surfaciques présentes dans les DOCOB, etc. Il s'agira d'abord dévaluer le biais lié aux différentes modalités avant de fixer le seuil à partir duquel on considère que l'habitat est en régression à l'échelle du site Natura 2000. Si la méthode du suivi de transects est choisie, l'utilisation d'un aquascope est conseillée pour les végétations constamment immergées.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Surface couverte par l'habitat	Fonctionnement général, perspectives, pérennité de l'habitat et des espèces, dynamique de l'habitat	Site	Progression Stabilité	0
			Régression	-10

En fonction des données surfaciques exploitables et de la configuration de l'habitat, on préfèrera utiliser soit l'évolution de surface couverte par l'habitat à l'échelle du site Natura 2000, soit l'évolution du nombre de pièces d'eau dans lesquelles l'habitat est présent. Cette méthode est notamment à préférer lorsque l'habitat est très fragmenté, ou encore lorsque les communautés en présence ne s'exondent pas (exemple du *Lobelion dortmannae*).

Méthode 1 : une méthode consiste à effectuer un inventaire des plans d'eau entre deux années et à comparer les deux inventaires, afin d'identifier si le nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent est en augmentation ou en diminution (lorsqu'aucune donnée antérieure n'est disponible). Pour ce faire, une photo-interprétation prélable à un passage de terrain, afin de vérifier la présence de l'habitat au sein de la pièce d'eau, est conseillée. De manière générale, l'utilisation de plusieurs couches est recommandée afin de pré-localiser les pièces d'eau où l'habitat est potentiellement présent. Un exemple de couches exploitables est fourni dans le tableau ci-dessous.

Exemples de couches exploitables sous SIG afin de procéder au pré-repérage des pièces d'eau.

Couche	Source	Utilité
SCAN 25®	©IGN	Repérage de la topographie, des toponymes et des mares
BD ORTHO®	©IGN	Repérage des différents faciès de végétation, des indices de remontées de nappe, des étangs, des mares, etc.
Bing Aerial®	©Microsoft Corporation	Complément au repérage des mares forestières
Limites des sites Natura 2000 (ZSC et ZPS)	MNHN	Cadrage géographique
Grille de maille 2 500 m x 500 m		Aide à la progression de la photo-interprétation et vérification des mailles

Les couches proposées ci-dessus sont exploitables sous Qgis, Arcgis, etc. Le maillage de 2 500 m x 500 m est préconisé car bien adapté à l'exercice de photo-interprétation. Le maillage permet de prendre du recul par rapport au tracé des contours des entités. L'échelle recommandée pour le tracé des contours des entités via photo-interprétation est, elle, comprise entre 1/2 000e et 1/1 000e. En-dessous, le tracé risque d'être imprécis. Au-dessus, la qualité des entités est généralement très faible.

Méthode 2 : il est également possible de comparer les cartographies d'habitat sous SIG, les données disponibles dans les DOCOB, etc.

Recommandations : les conditions climatiques doivent être comparables lorsque l'on mesure l'évolution du nombre de pièces d'eau d'une année à une autre au regard de la grande variabilité des habitats et de leur dépendance vis-à-vis de la pluviométrie. Le repérage par photo-interprétation peut s'avérer inexhaustif en contexte forestier.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Surface couverte par l'habitat	Fonctionnement général, perspectives, pérennité de l'habitat et des espèces, dynamique de l'habitat	Site	Progression Stabilité	0
			Régression	-10

Paramètre « Structures et fonctions »

L'article 1 de la DHFF stipule que pour qu'un habitat soit en bon état de conservation, sa structure et ses fonctions ne doivent pas être altérées et doivent être pérennes (Conseil de la CEE, 1992).

Les structures peuvent être définies comme les composantes physiques de l'habitat, souvent représentées par les espèces végétales (ligneux, hélophytes, etc.) (Evans et Arvela, 2011). Elles décrivent la complexité de l'habitat en prenant en compte les dimensions des individus mais aussi les relations spatiales des individus entre eux (Bensettiti et al., 2012). Associées à la composition, elles constituent les caractéristiques biotiques de l'habitat (Maciejewski et al., 2016).

Les fonctions de l'écosystème correspondent aux processus écologiques qui peuvent prendre place à différentes échelles spatiales et temporelles, propres à chaque habitat (Evans et Arvela, 2011). Ces processus sont organisés autour de flux internes (eau, nutriments, etc.) et de processus de transformation des composants organiques, biogéochimiques, physiologiques, etc. (Bensettiti et al., 2012). Les fonctions résultent de l'interaction entre tous les compartiments de l'habitat, qu'ils soient biotiques ou abiotiques (Maciejewski et al., 2016).

L'évaluation des structures et fonctions de l'habitat passe soit par l'évaluation des composantes en elles-mêmes (couverture du sol par exemple), soit par le biais d'espèces indicatrices d'un « bon » ou d'un « mauvais » fonctionnement écologique (Viry, 2013). Les indicateurs biologiques fournissent des évaluations plus compréhensibles et précises de l'état de conservation (Lumbreras et al., 2016). Les plantes sont les plus sensibles aux perturbations, c'est pourquoi elles sont très représentées en tant qu'indicateurs. Leur composition est à la fois influencée par la qualité de l'eau et le régime hydrologique.

Description des indicateurs

Nombre d'espèces eutrophiles

Bidens tripartita est une espèce eutrophile retrouvée sur les gazons oligotrophes.

Les espèces eutrophiles se développent sur des sols eutrophes, c'est-à-dire riches en nutriments (matière organique, azote ou encore en phosphore). La présence de ces espèces indique un enrichissement du sol pouvant conduire à la détérioration de l'habitat, oligotrophe à mésotrophe. Une liste d'espèces eutrophiles a été établie. Toutes les espèces contactées dont l'indice de niveau trophique N d'Ellenberg (Ellenberg, 1988) est strictement supérieur à 5 ont été retenues. Les indices ont été obtenus dans la Baseflor de Julve (Julve, 1998). La liste a ensuite fait l'objet d'une validation par les experts. Les espèces qualifiées de déstructurantes ont été enlevées afin de ne pas accorder à certaines espèces un double poids dans la notation. Certaines espèces étant plutôt mésophiles, les autres plutôt méso-eutrophiles ou eutrophiles, un nombre de points a été associé à chaque espèce. Chaque espèce plutôt mésophile compte pour un point, chaque espèce plutôt méso-eutrophile à eutrophile compte pour deux points.

Méthode : il s'agit d'effectuer une estimation via relevé floristique en se référant à la liste proposée à la fin du guide. Une espèce notée 2 comptera pour deux espèces, une espèce notée 1 comptera pour une seule espèce. Le relevé sera délimité par une placette de 1 à 10 m² en fonction de la physionomie de la végétation. La placette doit être représentative du polygone d'habitat et homogène sur le plan floristique. Les bordures du polygone seront évitées. La forme de la placette sera adaptée à la forme du polygone (circulaire, carrée, rectangulaire, etc.). On pourra subdiviser la placette en placettes plus petites, le cas échéant, afin de faciliter le dénombrement des espèces et d'augmenter la précision du relevé. Toutes les espèces doivent être relevées à l'optimum du développement de ces végétations (juillet pour les mares et mouillères, août/septembre pour les grandes étendues d'eau). Dans le cas des gazons qui s'exondent, on veillera à attendre la phase exondée pour faire le relevé.

Placette carrée délimitée grâce à un mètre-ruban sur une communauté de gazons amphibies.

Recommandations : précaution doit être faite de bien relever le nombre d'espèces eutrophiles, et non le nombre de pieds. Il s'agira également de bien pondérer les espèces en fonction du nombre de points associés dans la liste (1 espèce pour chaque espèce mésophile contactée, 2 espèces pour chaque espèce méso-eutrophile à eutrophile contactée). La liste proposée à la fin du guide est non exhaustive et peut être complétée par l'opérateur, si cela est jugé nécessaire. Pour les végétations constamment immergées, l'utilisation d'un aquascope est conseillée.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Composition floristique	Eutrophisation	Placette	< 3	0
			3-10	-20
			> 10	-40

Nombre d'espèces déstructurantes

Lindernia dubia, EEE au niveau régional souvent présente sur cet habitat.

Les espèces déstructurantes ont la capacité de modifier les caractéristiques de l'habitat, notamment physiques (Charles et Viry, 2015). Ces espèces sont pour la plupart cespiteuses et ont un fort pouvoir colonisateur. Elles englobent, ici, toutes les espèces ligneuses, certaines EEE et d'autres espèces jugées comme déstructurantes (*Schoenoplectus lacustris*, par exemple). Une liste d'espèces a été établie, à partir des listes d'EEE et l'expérience de terrain. Cette liste a été validée par les experts et est disponible à la fin du guide. Pour aller plus loin, on définit souvent une EEE de la sorte : « *Une espèce exotique envahissante est une espèce allochtone dont l'introduction par l'Homme (volontaire ou fortuite), l'implantation et la propagation menacent les écosystèmes, les habitats ou les espèces indigènes avec des conséquences écologiques ou économiques ou sanitaires négatives* » (IUCN, 2000 ; McNeely, 2001 ; McNeely et al., 2001). L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) considère que les EEE représentent une cause majeure de perte de biodiversité dans le monde. Elles peuvent être considérées comme un facteur de dégradation de la qualité des habitats aquatiques et humides (Brundu, 2015). Elles peuvent altérer le fonctionnement hydrologique, les cycles biogéochimiques et la composition biologique des écosystèmes, causer des pertes et dégradations à tous les niveaux de l'organisation biologique, des gènes aux populations, avec des effets en cascade sur l'écosystème entier (Vilà et Garcia-Berthou, 2010). Leur suivi fait partie intégrante de l'évaluation de l'état de conservation des habitats car leur présence peut perturber tout l'écosystème et induire un changement profond de la nature de l'habitat (Charles et Viry, 2015). De par leur définition, elles sont très compétitives et peuvent porter atteintes aux communautés caractéristiques des habitats plus spécialisées. Mais les EEE ont aussi un coût. Par exemple, le contrôle de la Jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*)

sur la rivière Guadiana en Espagne en 2009 a été estimé à 6.7 M€ (Andreu et al., 2009). À noter que toutes les EEE ne sont pas considérées comme déstructurantes pour l'habitat. En effet, certaines espèces peuvent se maintenir dans le temps, sans porter préjudice aux structures et fonctions de l'habitat considéré. Certaines EEE peuvent accomplir des fonctions similaires aux espèces indigènes sans pour autant les concurrencer (Sirvent, 2017). En revanche, certaines espèces à fort pouvoir colonisateur ou à capacité accrue de modifications du fonctionnement hydrologique ou physico-chimique ont été incluses. *Phragmites australis*, par exemple, est un hélophyte favorisant la floculation des vases, donc l'envasement. Il peut également poser des problèmes d'ombrage envers ces végétations héliophiles.

Méthode : le dénombrement des espèces déstructurantes est effectué sur la même placette ayant servi au dénombrement des espèces eutrophiles, via relevé floristique, au même moment.

Recommandations : précaution doit être faite de bien relever le nombre d'espèces déstructurantes, et non le nombre de pieds. De plus, la placette devra être de taille suffisante afin d'être représentative de la répartition des ligneux à l'échelle du polygone. La liste proposée à la fin du guide est non exhaustive et peut être complétée par l'opérateur, si cela est jugé nécessaire. Pour les végétations constamment immergées, l'utilisation d'un aquascope est recommandée. Les ligneux situés en marge du polygone ne seront pas pris en compte.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Composition floristique	Capacité de résilience, qualité et fonctionnement de l'habitat	Placette	< 4	0
			4-5	-20
			> 5	-40

Évolution du recouvrement des algues filamenteuses (malus)

L'apparition d'algues filamenteuses peut témoigner d'une augmentation du niveau trophique et, à terme, d'une disparition de l'habitat (Mroz, 2013). La végétation étant oligotrophe par définition (Bensettiti et al., 2002), l'absence d'algues nitrophiles est une caractéristique des habitats. Elles augmentent la turbidité et privent la végétation caractéristique d'oxygène et de lumière, paramètres nécessaires à leur développement (Scheffer, 2001). L'indicateur étant difficilement applicable sur les végétations constamment immergées, il ne sera relevé que sur les les végétations exondées. L'information portée par l'indicateur peut également être portée par le nombre d'espèces eutrophiles. C'est pourquoi il est proposé d'appliquer l'indicateur en tant que malus. En effet, l'absence d'algues filamenteuses ne traduit pas d'un mauvais état de conservation de l'habitat. L'indicateur est fortement dépendant des conditions climatiques. L'année 2017 a, par exemple, connu de fortes périodes de chaleur au mois de juin, ce qui a favorisé les blooms d'algues durant l'été. C'est pourquoi la mesure de l'évolution doit être effectuée lors de deux années où les conditions climatiques sont comparables.

Méthode : les gazons exondés atteignant leur développement optimal en phase d'assèchement, seules les algues filamenteuses relevées en période d'assec sont à prendre en compte à l'échelle de la même placette ayant servi aux dénombrements des espèces déstructurantes et des espèces eutrophiles. Le relevé sera effectué au même moment. Si le recouvrement des algues filamenteuses était connu antérieurement, on pourra ainsi calculer l'indicateur, à conditions climatiques comparables. Sinon, il s'agira de relever la donnée l'année suivante.

Recommandations : les informations portées par les algues filamenteuses étant mal connues, on veillera à bien mesurer l'évolution du recouvrement à conditions climatiques comparables. Dans les lacs au sens large, il existe une succession naturelle et saisonnière au niveau des différents blooms d'algues (diatomées, algues vertes et cyanobactéries). Selon le niveau trophique du plan d'eau (oligotrophe, mésotrophe ou eutrophe), les communautés dominantes sur l'année ne seront pas les mêmes (diatomées pour les lacs oligotrophes, cyanobactéries pour les lacs eutrophes).

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Note
Composition floristique	Eutrophisation, fonctionnement général, pérennité de l'habitat	Placette	Progression	-10

Paramètre « Altérations »

Les activités humaines peuvent porter atteinte aux structures et au fonctionnement de l'habitat. Elles peuvent également engendrer une régression de sa surface. Dans les deux paramètres précédents, il a été essayé de prendre en compte les atteintes d'origine anthropique à travers divers indicateurs. Cependant, certaines perturbations ne peuvent être incluses. C'est pourquoi un paramètre « Altérations » est pris en compte.

Le paramètre est évalué au travers de deux indicateurs présentés ci-dessous de manière analogue à ce qui a été élaboré dans les diverses études antérieures du MNHN sur l'évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle des sites Natura 2000.

Description des indicateurs

Recouvrement des atteintes quantifiables en surface

Méthode : il s'agit d'estimer, à l'échelle du polygone, les atteintes visibles dont l'impact peut être quantifié en surface. Une liste d'atteintes potentiellement présentes sur ces habitats est disponible ci-dessous. Cette dernière a été établie via expérience de terrain. À chaque atteinte et seuil de surface associé sont attribués des points. C'est la somme des points correspondant aux atteintes relevées au niveau du polygone d'habitat qui donne la valeur de l'indicateur. Sur le terrain, les atteintes sont relevées à l'échelle du polygone d'habitat ou de l'écocomplexe, le cas échéant. Une estimation visuelle du recouvrement de la surface impactée est effectuée. Les points correspondants sont alors sommés afin d'obtenir la valeur de l'indicateur.

Labour par les sangliers

Décharge

Exemples d'atteintes dont l'impact peut être quantifié en surface potentiellement retrouvées sur ces habitats.

Liste des atteintes quantifiables en surface pouvant être relevées sur les gazons oligotrophes.

Atteintes quantifiables (polygone/écocomplexe)	Points
Passage de quads, piétinement dû à la fréquentation (< 50 %)	1
Passage de quads, piétinement dû à la fréquentation (> 50 %)	2
Artificialisation des berges	2
Passage d'engins lourds	2
Dépôts de matériaux/décharge	2
Extraction de matériaux	2
Plantations en périphérie	1
Plantations au centre	2
Incendies	1
Drains	1
Bois mort	1
Passage de sangliers (> 80 %)	1

Recommandations : la liste établie est non exhaustive et peut être complétée par l'opérateur, le cas échéant.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Atteintes lourdes	Fonctionnement général, connectivité, capacité de résilience	Polygone/écocomplexe	Somme des points = 0	0
			Somme des points = 1	-10
			Somme des points ≥ 2	-15

Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface

Les atteintes diffuses à l'échelle du site ou bassin versant peuvent influencer indirectement la structure et le fonctionnement de l'habitat, et ainsi impacter son état de conservation sur le long terme. Ce sont des atteintes dont l'impact ne peut être quantifié en surface.

Méthode : une liste non exhaustive d'atteintes diffuses est présentée ci-dessous. Elle a été établie via recherches bibliographiques, l'expérience de terrain, puis validée par les experts. Il s'agit d'estimer l'impact de toutes les atteintes réunies sur l'état de conservation de l'habitat, à l'échelle du site Natura 2000.

Liste d'atteintes diffuses potentiellement relevées sur les sites Natura 2000 accueillant des gazons oligotrophes.

Atteintes difficilement quantifiables en surface
Activités nautiques
Drainage, assèchement
Stabilisation du niveau d'eau, soutien d'étiage
Activités de pompage sur le site, extraction de matériaux
Rejets ponctuels, pollutions
Pisciculture intensive
Présence d'EEE faunistiques (hors pisciculture)
Chaulage
Agriculture avec usage d'intrants
Talus érosif

En ce qui concerne l'atteinte « Présence d'EEE faunistiques (hors pisciculture) », une liste d'EEE potentiellement retrouvées au sein des habitats des eaux dormantes est proposée à la fin du guide.

Recommandations : la liste est non exhaustive et pourra être complétée par l'opérateur.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Atteintes diffuses	Fonctionnement général, pérennité, capacité de résilience	Site	Impact négligeable ou nul	0
			Impact moyen	-10
			Impact fort	-20

Pour aller plus loin

Piézomètre sur le site « Étangs et mares de la Capelle ».

La méthode proposée se base essentiellement sur des indicateurs biologiques qui fournissent des évaluations plus compréhensibles et précises de l'état de conservation que des indicateurs de fonctionnement hydrologique, ou encore de qualité de l'eau. De manière générale, les indicateurs de qualité de l'eau sont très variables dans le temps et l'espace selon qu'ils sont mesurés le matin ou l'après-midi, par temps ensoleillé ou pluvieux, etc. Cependant, la pose d'un ou plusieurs piézomètres à l'échelle d'un site Natura 2000 est une manœuvre incontournable si l'on souhaite surveiller l'état de conservation des habitats aquatiques et humides. Les piézomètres automatiques permettent d'avoir accès à un grand nombre de données par année et de mettre en évidence des tendances.

La grille d'évaluation est une proposition d'indicateurs que les opérateurs peuvent s'approprier (notamment via l'adaptation des listes d'espèces). Les retours d'expérience sont nécessaires afin d'ajuster la méthode. C'est pourquoi une fiche de retour est proposée à la fin du guide. Cette fiche est destinée aux opérateurs qui souhaitent évaluer l'état de conservation des gazons oligotrophes au sein de leur site d'étude.

Listes d'espèces utiles à l'évaluation

Liste d'espèces eutrophiles susceptibles d'être rencontrées sur cet habitat

Nom scientifique	N	Points associés
Aconitum napellus L.	6	2
Acorus calamus L.	7	2
Aegopodium podagraria L.	7	2
Agrostis stolonifera L.	5	2
Alisma plantago-aquatica L.	6	1
Allium schoenoprasum L.	6	1
Angelica archangelica L.	7	2
Angelica heterocarpa J.Lloyd	6	1
Apium nodiflorum (L.) W.D.J.Koch	7	2
Athyrium filix-femina (L.) Roth	6	1
Atriplex patula L.	7	2
Atriplex prostrata Boucher ex DC.	7	2
Bidens cernua L.	8	2
Bidens connata Muhlenb. ex Willd.	8	2
Bidens radiata Thuill.	8	2
Bidens tripartita L.	8	2
Bistorta officinalis Delarbre	7	2
Bolboschoenus maritimus (L.) Palla	6	1
Brassica nigra (L.) W.D.J.Koch	8	2
Butomus umbellatus L.	6	2
Caltha palustris L.	6	1
Carduus personata (L.) Jacq.	7	2
Carex pseudocyperus L.	5	1
Ceratophyllum demersum L.	8	2
Chaerophyllum hirsutum L.	8	2
Cirsium arvense (L.) Scop.	7	2
Cirsium oleraceum (L.) Scop.	6	2
Cirsium palustre (L.) Scop.	6	1
Cirsium rivulare (Jacq.) All.	6	1
Cochlearia aestuaria (J.Lloyd) Heywood	6	1
Convolvulus sepium L.	9	2
Cuscuta europaea L.	8	2
Cynanchum acutum L.	7	2
Deschampsia cespitosa (L.) P.Beauv.	6	1
Echinochloa crus-galli (L.) P.Beauv.	8	2
Elytrigia repens (L.) Desv. ex Nevski	7	2
Epilobium angustifolium L.	7	1
Epilobium hirsutum L.	8	2
Equisetum arvense L.	6	1
Equisetum telmateia Ehrh.	6	1
Eupatorium cannabinum L.	7	2
Euphorbia illirica Lam.	6	1
Euphorbia palustris L.	6	1
Fallopia dumetorum (L.) Holub	7	2

Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	6	2
Galium aparine L.	8	2
Geranium palustre L.	7	2
Geum rivale L.	7	2
Glechoma hederacea L.	7	1
Humulus lupulus L.	7	2
Hydrocharis morsus-ranae L.	6	2
Iris pseudacorus L.	7	2
Juncus inflexus L.	6	2
Knautia maxima (Opiz) J.Ortmann	6	1
Lemna gibba L.	8	2
Ligularia sibirica (L.) Cass.	6	1
Lycopus europaeus L.	6	1
Lysimachia arvensis (L.) U.Manns & Anderb.	7	1
Lysimachia vulgaris L.	6	1
Lythrum salicaria L.	6	1
Mentha aquatica L.	6	1
Mentha arvensis L.	6	2
Mentha longifolia (L.) Huds.	7	2
Mentha pulegium L.	7	1
Myosoton aquaticum (L.) Moench	8	2
Myosurus minimus L.	6	2
Myriophyllum spicatum L.	7	2
Myriophyllum verticillatum L.	6	1
Najas marina L.	6	1
Nuphar lutea L.	6	1
Oenanthe aquatica (L.) Poir.	6	2
Oxybasis chenopodioides (L.) S.Fuentes, Uotila & Borsch	8	2
Oxybasis glauca (L.) S.Fuentes, Uotila & Borsch	8	2
Oxybasis rubra (L.) S.Fuentes, Uotila & Borsch	8	2
Persicaria decipiens (R.Br.) K.L.Wilson	7	2
Persicaria hydroppiper (L.) Spach	7	2
Persicaria lapathifolia (L.) Delarbre	8	2
Persicaria maculosa Gray	8	2
Petasites hybridus (L.) P.Gaertn. B.Mey. & Scherb.	8	2
Phalaris arundinacea L.	7	2
Picris hieracioides L.	7	1
Plantago major L.	6	2
Poa annua L.	8	2
Polygonum aviculare L.	8	2
Polypogon monspeliensis (L.) Desf.	6	1
Potamogeton berchtoldii Fieber	7	2
Potamogeton crispus L.	7	1
Potamogeton lucens L.	7	1
Potamogeton natans L.	6	1
Potamogeton obtusifolius Mert. & W.D.J.Koch	6	1
Potamogeton perfoliatus L.	6	1
Potamogeton pusillus L.	7	1
Potentilla supina L.	7	2
Pulicaria dysenterica (L.) Bernh.	6	1
Pulicaria vulgaris Gaertn.	8	2
Ranunculus aconitifolius L.	6	2

Ranunculus repens L.	7	2
Ranunculus sardous Crantz	7	1
Ranunculus sceleratus L.	8	2
Rorippa amphibia (L.) Besser	6	2
Rorippa palustris (L.) Besser	7	2
Rumex conglomeratus Murray	7	2
Rumex crispus L.	8	2
Rumex hydrolapathum Huds.	7	2
Rumex maritimus L.	8	2
Rumex palustris Sm.	8	2
Sagittaria sagittifolia L.	8	2
Schoenoplectus tabernaemontani (C.C.Gmel.) Palla	6	1
Scrophularia auriculata L.	7	2
Scutellaria galericulata L.	6	1
Senecio doria L.	6	2
Senecio sarracenicus L.	7	2
Silene baccifera (L.) Roth	7	2
Sium latifolium L.	6	2
Solanum dulcamara L.	7	2
Sparganium emersum Rehmann	7	2
Spirodela polyrhiza (L.) Schleid.	6	2
Stachys palustris L.	6	1
Stuckenia pectinata (L.) Börner	8	2
Symphyotrichum lanceolatum (Willd.) G.L.Nesom	8	2
Symphytum officinale L.	7	2
Thalictrum flavum L.	6	1
Typha latifolia L.	8	2
Urtica dioica L.	9	2
Valeriana officinalis L.	6	1
Veratrum album L.	7	2
Veronica anagallis-aquatica L.	6	2
Veronica longifolia L.	6	2
Wolffia arrhiza (L.) Horkel ex Wimm.	7	1

Liste d'espèces déstructurantes susceptibles d'être rencontrées sur cet habitat (tous les ligneux sont à prendre en compte)

Nom scientifique
Azolla filiculoides Lam.
Bidens frondosa L.
Campylopus introflexus (Hedw.) Brid.
Carex acutiformis Ehrh.
Carex elata All.
Carex riparia Curtis
Cladium mariscus (L.) Pohl
Cyperus eragrostis Lam.
Egeria densa Planch.
Elodea canadensis Michx.
Elodea nuttallii (Planch.) H.St.John
Erigeron canadensis L.
Erigeron sumatrensis Retz.
Glyceria fluitans (L.) R.Br.
Glyceria maxima (Hartm.) Holmb.
Glyceria striata (Lam.) Hitchc.
Hydrocotyle ranunculoides L.f.
Juncus tenuis Willd.
Lagarosiphon major (Ridley) Moss
Lindernia dubia (L.) Pennell
Ludwigia grandiflora (Michx.) Greuter & Burdet
Ludwigia peploides (Kunth) P.H.Raven
Nuphar lutea (L.) Sm.
Nymphaea alba L.
Panicum capillare L.
Panicum dichotomiflorum Michx.
Phragmites australis L.
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla
Sparganium erectum L.
Typha angustifolia L.
Vallisneria spiralis L.
Veronica peregrina L.

Liste d'EEE faunistiques susceptibles d'être rencontrées à l'échelle du site Natura 2000

Nom scientifique	Nom commun
Ameiurus nebulosus (Lesueur, 1819)	Poisson-chat
Carassius auratus auratus (Linnaeus, 1758)	Poisson rouge
Corbicula fluminalis (O.F. Müller, 1774)	Corbicule striolée
Corbicula fluminea (O.F. Müller, 1774)	Corbicule asiatique
Corbicula leana Prime, 1867	Corbicule japonaise
Ctenopharyngodon idella (Valenciennes, 1844)	Amour blanc
Cyprinus carpio Linnaeus, 1758	Carpe commune
Dreissena polymorpha (Pallas, 1771)	Moule zébrée
Lepomis gibbosus (Linnaeus, 1758)	Perche-soleil
Lithobates catesbeianus (Shaw, 1802)	Grenouille taureau
Myocastor coypus (Molina, 1782)	Ragondin
Faxonius limosus (Rafinesque, 1817)	Écrevisse américaine
Oxyura jamaicensis (Gmelin, 1789)	Érismature rousse
Pachychilon pictum (Heckel & Kner, 1858)	Épirine lippue
Pacifastacus leniusculus (Dana, 1852)	Écrevisse de Californie
Potamopyrgus antipodarum (J. E. Gray, 1843)	Hydrobie des antipodes
Procambarus clarkii (Girard, 1852)	Écrevisse de Louisianne
Proterorhinus semilunaris (Heckel, 1837)	Gobie demi-lune
Pseudorasbora parva (Temminck & Schlegel, 1846)	Pseudorasbora
Salvelinus namaycush (Walbaum, 1792)	Truite de lac d'Amérique
Sander lucioperca (Linnaeus, 1758)	Perche-brochet
Silurus glanis Linnaeus, 1758	Silure glane
Trachemys scripta (Schoepff, 1792)	Tortue de Floride
Xenopus laevis (Daudin, 1803)	Xénope lisse

Fiche de terrain pour l'évaluation de l'état de conservation des gazons oligotrophes (UE 3110) et ajustement de la méthode proposée

Merci de retourner cette fiche à l'adresse suivante : margaux.mistarz@mnhn.fr

Site Natura 2000	IDPolygone	Date	Auteur(s)	Localisation	Coordonnées GPS	Projection	N° photos

Habitat cartographié (oui/non)	Habitat déterminé (oui/non)

Relevés effectués		
Site	**Polygone/écocomplexe**	**Placette**
Évolution de la surface couverte ❑	**Atteintes lourdes ❑**	**Évolution du recouvrement des algues filamenteuses (malus) ❑**
Évolution du nombre de pièces d'eau ❑		**Nombre d'espèces eutrophiles ❑**
Atteintes diffuses ❑		**Nombre d'espèces déstructurantes ❑**

Relevés à l'échelle du polygone

Atteintes à l'échelle du polygone	Surface impactée (% du polygone)	Points associés

Observations/commentaires :

Relevés à l'échelle de la placette

Nombre d'espèces eutrophiles
Méthode utilisée :
Espèce(s) eutrophiles contactée(s) :
Résultat :

Observations/commentaires :

Nombre d'espèces déstructurantes
Méthode utilisée :
Espèce(s) déstructurante(s) contactée(s) :
Résultat :

Observations/commentaires :

Évolution du recouvrement des algues filamenteuses (malus)	
Si données antérieures	**Si données antérieures non disponibles**
Recouvrement année 1 :	Recouvrement :
Recouvrement année 2 :	
Conclusion :	

Observations/commentaires :

Relevés à l'échelle du site

Évolution de la surface couverte
Méthode utilisée :
Résultat année 1 :
Résultat année 2 :

Justification du choix de l'indicateur et de la méthode :

Observations/commentaires :

Évolution du nombre de pièces d'eau
Méthode utilisée :
Résultat année 1 :
Résultat année 2 :

Justification du choix de l'indicateur :

Observations/commentaires :

Atteintes diffuses à l'échelle du site
Liste des atteintes

Des idées/problèmes/solutions/modifications

Bibliographie

Andreu J., Vilà M. & Hulme P.E., 2009. - An Assessment of Stakeholder Perceptions and Management of Noxious Alien Plants in Spain. *Environmental Management* 43**(6)**: 1244–1255

Angiolini C., Viciani D., Bonari G. & Lastrucci L., 2016. - Habitat conservation prioritization: A floristic approach applied to a Mediterranean wetland network. *Plant biosystems*: 1–15

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

Bensettiti F., Puissauve R., Lepareur F., Touroult J. & Maciejewski L., 2012. - Évaluation de l'état de conservation des habitats et espèces d'intérêt communautaire. Guide méthodologique. DHFF article 17. 2007-2012. Version 1. Rapport SPN 2012-27. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle. 76p.

Bensettiti F. & Puissauve R., 2015. - Résultats de l'état de conservation des habitats et des espèces dans le cadre de la directive Habitats-Faune-Flore en France. Rapportage "Article 17". Période 2007-2012. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle. 204p.

Brundu G., 2015. - Plant invaders in European and Mediterranean inland waters: profiles, distribution, and threats. *Hydrobiologia* 746**(1)**: 61–79

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.

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

De Foucault B., 2010. - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Littorelletea uniflorae* Braun-Blanq. & Tüxen *ex* Westhoff, Dijk, Passchier & Sissingh 1946. *Journal Botanique de la Société Botanique de France* 52 : 43-78

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

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.

Gaudillat V., Argagnon O., Bensettiti F., Bioret F., Boullet V., Causse G., Choisnet G., Coignon B., de Foucault B., Delassus L., Duhamel F., Fernez Th., 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.

International Union for Conservation of Nature, 2000. - Guidelines for the prevention of biodiversity loss due to biological invasion. 15p.

Julve P., 1998. - Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Version : "6 juillet 2016". http://perso.wanadoo.fr/philippe.julve/catminat.htm

Lefouler A. & Blanchard F., 2011 - Méthodologie d'évaluation et de suivi de l'état de conservation des lagunes du plateau landais et première lecture d'un échantillon de 86 lagunes. Vol. 1 : méthodologie et premiers résultats. Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique, Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Aquitaine. 38p.

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., 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

McNeely J.A. (Editor), 2001. - The Great Reshuffling: Human Dimensions of Invasive Alien Species. International Union for Conservation of Nature. 242p.

McNeely J.A., Mooney H.A., Neville L.E., Schei P. & Waage J.K. (Editors), 2001. - Global Strategy on Invasive Alien Species. International Union for Conservation of Nature. 50p.

Miedziejewski A., 2017. - Évaluation de l'état de conservation des eaux dormantes d'intérêt communautaire : - « Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses (*Littorelletalia uniflorae*) » (UE 3110) - « Eaux

stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des *Littorelletea uniflorae* et/ou des *Isoeto-Nanojuncetea* » (UE 3130). Unité Mixte de Service 2006 Patrimoine naturel/Muséum national d'Histoire naturelle. 50p.

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.

Mroz W., 2013. - Monitoring of natural habitats. Methodological guide for 5 natural habitats: 3110, 6210, 6520, 7230 and 9180. GIOŚ. 97p.

Office National des Forêts, 2013. - Guide des zones humides forestières. Département Isère. 73p.

Scheffer M., 2001. - Alternative Attractors of Shallow Lakes. *The Scientific World* 1: 254–63

Sirvent L., 2017. - Evaluer l'état de conservation des habitats dunaires méditerranéens d'intérêt communautaire : 2110, dunes mobiles embryonnaires ; 2120, dunes mobiles du cordon littoral à *Ammophila arenaria* (dunes blanches) ; 2210, dunes fixées du littoral du *Crucianellion maritimae*. A l'échelle d'un site Natura 2000 : La Grande Maïre, Portiragnes (Hérault). Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles. 53p.

Vilà M. & García-Berthou E., 2010. - Monitoring Biological Invasions in Freshwater Habitats. 91–100 in Hurford C., Schneider M. & Cowx I.G. *Conservation monitoring in freshwater habitats: a practical guide and case studies*. Ed. Springer. 410p.

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.

UMS 2006 Patrimoine Naturel
Muséum national d'Histoire naturelle
CP41, 36, rue Geoffroy Saint-Hilaire
75005 Paris
patrinat.mnhn.fr

www.afbiodiversite.fr

www.cnrs.fr

www.mnhn.fr

UMS PATRIMOINE NATUREL
CENTRE D'EXPERTISE ET DE DONNÉES
AFB • CNRS • MNHN

État de conservation des « Eaux oligotrophes très peu minéralisées sur sols généralement sableux de l'ouest méditerranéen à *Isoetes* spp. » (UE 3120)

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

© M. Mistarz

UNITE MIXTE DE SERVICE

PATRIMOINE NATUREL

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

www.afbiodiversite.fr

www.cnrs.fr

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

www.mnhn.fr

Nom du Programme/Projet : **développement des méthodes d'évaluation sur les 14 différents habitats aquatiques et humides de la Directive Habitats**

Convention :

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

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

Vacataire : **Manon Latour** (manon.latour@mnhn.fr)

Expert mobilisé : **Henri Michaud (CBNMéd)**

Relecture : **Julie Garcin et Farid Bensettiti**

Référence du rapport conseillé : **Mistarz M. & Latour M., 2019. État de conservation des « Eaux oligotrophes très peu minéralisées sur sols généralement sableux de l'ouest méditerranéen à *Isoetes* spp. » (UE 3120). Guide d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000 – AFB/CNRS/MNHN. 28p.**

L'UMS Patrimoine naturel - PatriNat

Centre d'expertise et de données sur la nature

Depuis janvier 2017, l'Unité Mixte de Service 2006 Patrimoine naturel assure des missions d'expertise et de gestion des connaissances pour ses trois tutelles, que sont le Muséum national d'Histoire naturelle, l'Agence française pour la biodiversité et le CNRS.

Son objectif est de fournir une expertise fondée sur la collecte et l'analyse de données de la biodiversité et de la géodiversité, et sur la maitrise et l'apport de nouvelles connaissances en écologie, sciences de l'évolution et anthropologie. Cette expertise, fondée 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

Directeur : Jean-Philippe SIBLET
Directeur adjoint en charge du centre de données : Laurent PONCET
Directeur adjoint en charge des rapportages et de la valorisation : Julien TOUROULT

Inventaire National du Patrimoine Naturel

Porté par l'UMS Patrimoine naturel, 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 SINP et de l'Observatoire National de la Biodiversité.

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.

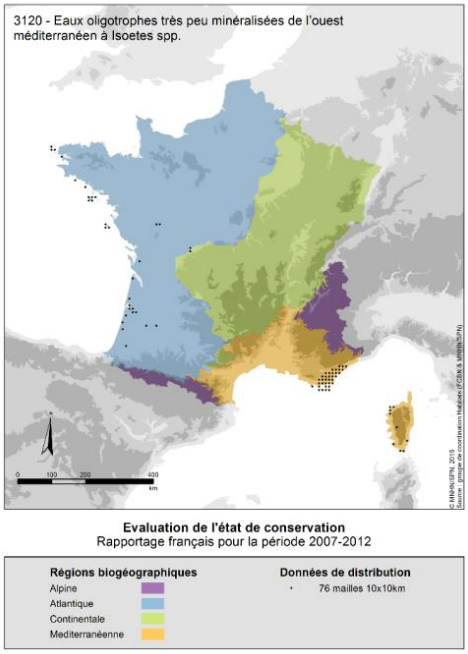
Ce système d'information permet de consolider des informations qui étaient jusqu'à présent dispersées. Il concerne la métropole et l'outre-mer, aussi bien la partie terrestre que marine. C'est une contribution majeure pour la connaissance naturaliste, l'expertise, la recherche en macroécologie et l'élaboration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

En savoir plus : inpn.mnhn.fr

Les eaux oligotrophes très peu minéralisées sur sols généralement sableux de l'ouest méditerranéen à *Isoetes* spp. (UE 3120)

L'habitat est très proche de l'habitat des mares temporaires méditerranéennes (MTM) (UE **3170***), ainsi que de l'habitat des eaux stagnantes oligotrophes à mésotrophes (UE 3130). C'est un habitat à logique « végétation » (Gaudillat et al., 2018). Il correspond aux pelouses des *Isoëtetea velatae* (communautés méditerranéennes et thermo-atlantiques) et aux communautés thérophytiques qui leur sont rattachées. Ces dernières, relevant essentiellement de la classe des *Juncetea bufonii* (alliances des *Crassulo vaillantii – Lythrion borysthenici, Cicendio filiformis – Solenopsion laurentiae, Cicendion filiformis*) (de Foucault, 2013a ; de Foucault, 2013b), ne sont à prendre en compte dans la définition de l'habitat que lorsqu'elles sont associées à des communautés des *Isoëtetea velatae*. À la différence des MTM, les communautés ne sont pas situées en contexte de mare, bien qu'elles puissent être en contact avec cet habitat. Les végétations sous influences continentale et alpine sont à rattacher aux eaux oligtrophes à mésotrophes. L'habitat se développe sur substrat acide oligotrophe, totalement submergé durant l'hiver et tout ou partie du printemps. Contrairement aux MTM, la submersion est faible et irrégulière (Grillas et al., 2004).

L'habitat est présent sur 17 sites Natura 2000 en France et est réparti équitablement entre les façades méditerranéenne et atlantique.



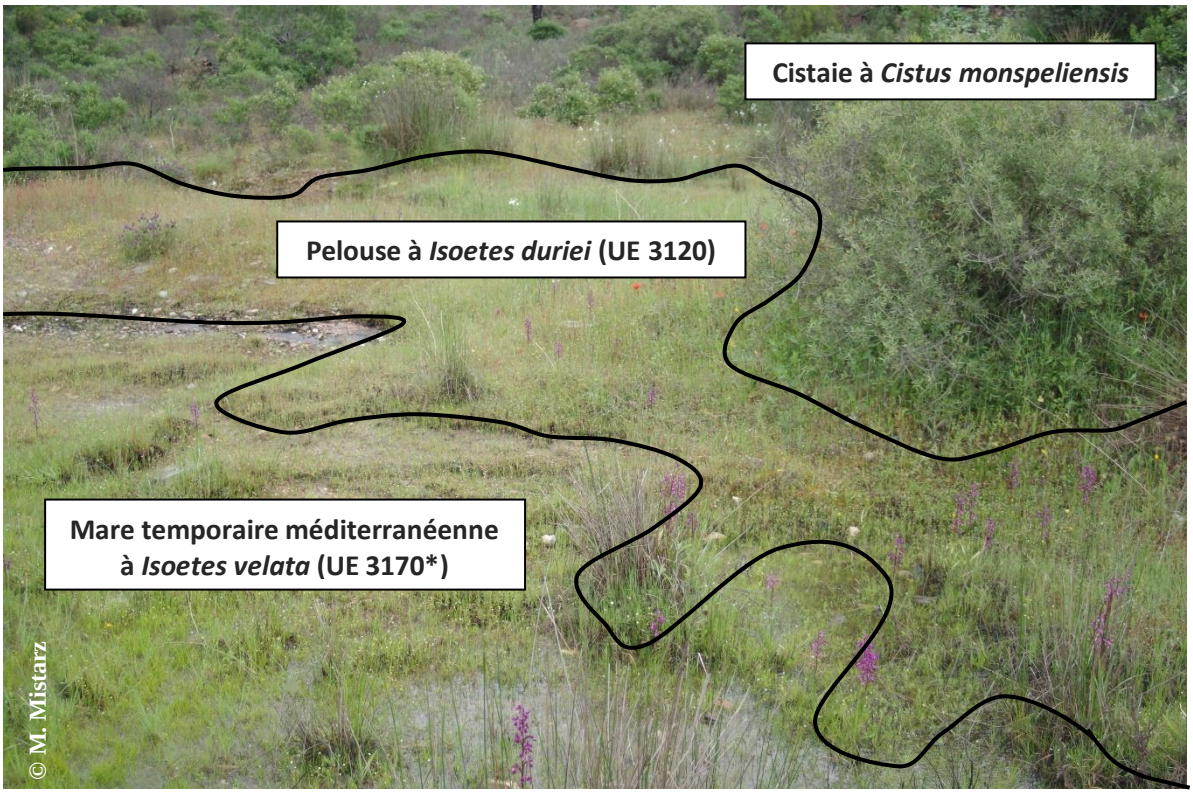
Distribution de l'habitat (UE 3120) sur le territoire métropolitain.

On distingue deux types de végétation héliophiles, oligotrophes et temporairement inondées, d'où la déclinaison de l'habitat générique en deux habitats élémentaires (Bensettiti et al., 2002) :

- « Pelouses mésophiles à Sérapias de la Provence cristalline » (UE 3120-1). Ce sont des pelouses mésophiles à *Serapias* spp., intermédiaires entre les groupements plus hygrophiles des MTM de niveau topographique inférieur, et les groupements plus xérophiles de niveau topographique supérieur. La végétation connaît un développement optimal au printemps/début d'été. Sa persistance dépend du maintien des phases submergées en hiver. On le trouve en Provence cristalline (Massif des Maures, Estérel, etc.), autour des mares, cuvettes, clairières ou encore au bord des ruisseaux ;
- « Pelouses méso-hygrophiles oligotrophiques thermo-atlantiques à Isoètes épineux et Ophioglosses » (UE 3120-2). Ce sont des communautés de vivaces à *Isoetes histrix* et *Ophioglossum* spp. méso-hygrophiles, en contact avec des pelouses méso-xérophiles de topographie supérieure. L'habitat est à sec en été. La phénologie est hivernale à printanière. On peut le retrouver en mosaïque avec des communautés d'annuelles. Il se développe dans des micro-dépressions sur le littoral de la façade atlantique.

La dynamique est distincte pour les deux habitats élémentaires. En fonction du caractère plus ou moins humide du climat annuel, les pelouses à *Serapias* spp. peuvent voir apparaître des communautés transgressives plus hygrophiles des MTM (UE **3170***) (alliance de *l'Isoetion durieui* de niveau topographique inférieur). Au contraire, des communautés plus xérophiles de pelouses siliceuses de niveau topographique supérieur peuvent entrer en contact avec l'habitat (*Helianthemion guttati*). C'est la durée de submersion qui conditionne la répartition des ceintures de l'*Isoetion*, du *Serapion* et de l'*Helianthemion* (Bensettiti et al., 2002). Au cours de l'année, il y a une succession d'espèces végétales plus ou moins abondantes en fonction des conditions climatiques.

La dynamique naturelle de l'habitat tend à sa colonisation par les ligneux du maquis (*Cistus* spp. notamment). Il semblerait que les groupements du *Serapion* soient également très favorables à l'installation de *Pinus pinea*. En ce qui concerne les pelouses à *Isoetes* spp., leurs évolutions naturelles sont lentes, voire inexistantes. Le pâturage/piétinement peut conduire à une évolution vers des pelouses rases mésophiles. Vers les niveaux topographiques supérieurs, on peut le retrouver en contact avec des communautés mésoxérophiles de vivaces ou d'annuelles, et des groupements de pelouses piétinées du *Lolio perennis-Plantaginion majoris*. Peuvent également apparaître des communautés diverses de pelouses nitrophiles à *Dactylis glomerata*, de pelouses à *Plantago coronopus* et des communautés pionnières du *Sedion anglici*.



Positionnement de l'habitat des eaux oligotrophes du *Serapion* (UE 3120-1) par rapport au groupement de MTM (UE **3170***).

Les résultats du rapportage (2007-2012) de la DHFF font état d'un état de conservation « défavorable mauvais » pour cet habitat au sein des domaines méditerranéen et atlantique comme décrit dans le tableau ci-dessous (Bensettiti et Puissauve, 2015).

Résultats du rapportage 2007-2012 sur l'état de conservation de l'habitat (UE 3120) pour les domaines atlantique et méditerranéen.

Code UE	Aire de répartition	Surface	Structure et fonctions	Perspectives futures	État de conservation
3120	Défavorable inadéquat	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais

Les principales menaces qui pèsent sur cet habitat sont le comblement, les modifications du régime hydraulique et de la qualité de l'eau, la colonisation par les ligneux ou encore la destruction de la microtopographie.

Grille d'évaluation de l'état de conservation

La grille proposée ci-dessous est issue d'un premier travail bibliographique sur les eaux dormantes (Mistarz, 2016) et d'une étude conduite spécifiquement sur l'habitat élémentaire méditerranéen (UE 3120-1) (Latour, 2018). Cette dernière intègre également les remarques et décisions prises par les différents groupes de travail.

Grille d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat « Eaux oligotrophes très peu minéralisées sur sols généralement sableux de l'ouest méditerranéen à *Isoetes* spp. » (UE 3120) à l'échelle du site Natura 2000.

Paramètre	Critère	Indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Surface	Surface couverte	Évolution de la surface couverte	Site	Stabilité, progression	0
				Régression	-10
Structures et fonctions	Composition floristique	Nombre d'espèces ligneuses	Polygone ou placette	< 3	0
				≥ 3	-5
		Recouvrement des espèces ligneuses (%)	Polygone ou placette	< 1	0
				1-5	-5
				> 5	-10
		Nombre d'espèces de friches	Placette	< 5	0
				≥ 5	-10
		Nombre d'espèces eutrophiles	Placette	< 5*	0
				≥ 5*	-5
		Nombre d'espèces déstructurantes	Placette	< 2	0
				≥ 2	-5
		Recouvrement total de la végétation (%)	Placette	> 60	0
				30-60	-20
				< 30	-40
Altérations	Atteintes lourdes	Recouvrement des atteintes quantifiables en surface	Polygone	Somme des points = 0	0
				Somme des points = 1	-5
				Somme des points ≥ 2	-10
	Atteintes diffuses	Impact des atteintes difficilement quantifiables en surface	Site	Nul ou négligeable	0
				Moyen	-10
				Fort	-20

*seuils à adapter

États de référence

Il est tenté ici de décrire les différents états correspondant à l'habitat (optimal souhaité, favorable choisi, altéré, dégradé) à partir d'une analyse exploratoire des données récoltées lors de la phase de terrain. Les descripteurs sont issus de l'avis d'expert émis sur l'état de conservation de l'habitat. Ces états correspondent aux états rencontrés sur les habitats méditerranéens. Ils nécessitent une adaptation côté atlantique.

Descripteurs permettant de définir les différents états correspondant aux pelouses oligotrophes sur sols sableux à *Isoetes spp.* (liste non exhaustive).

États de référence	État(s) optimal(aux) souhaité(s)	État(s) favorable(s) choisi(s)	État(s) altéré(s)	État(s) dégradé(s)
Descripteurs possibles	✓ Cortège floristique et structure typiques (pelouse oligotrophe à *Isoetes* spp., *Serapias* spp., etc.) ✓ Peu d'espèces de friches (individus isolés, < 5 espèces) ✓ Protection par une ceinture de maquis haute ✓ Aucune espèce ligneuse au centre ✓ Peu d'espèces eutrophiles (< 4 espèces) ✓ Pas de litière ✓ Peu d'espèces déstructurantes (1 espèce au maximum) ✓ Possible piétinement (léger) en lien avec les activités pastorales	✓ Peu d'espèces de friches (< 5 espèces) ✓ Peu d'espèces déstructurantes (1 espèce au maximum) ✓ Possible perturabtion par les sangliers ✓ Cortège floristique typique (oligotrophe à *Isoetes* spp., *Serapias* spp., etc.) ✓ Présence possible de litière (faible recouvrement) ✓ Menace nulle ou faible de la ceinture de maquis environnante	✓ Atteintes diverses (apports extérieurs de matière organique, piétinement) ✓ Espèces eutrophiles potentiellement nombreuses (au moins 4 espèces) ✓ Présence possible de ligneux ✓ Présence de litière ✓ Faible recouvrement de la végétation (autour de 50 %) ✓ Peu d'espèces déstructurantes (1 espèce au maximum) ✓ Surface d'habitat réduite	✓ Pressions anthropiques directes (activités de loisirs, urbanisation) ✓ Contexte environnant ne laissant pas présager d'une possible réversibilité des atteintes ✓ Espèces caractéristiques minoritaires ✓ Présence possible de ligneux, forte dynamique de fermeture ✓ Beaucoup de litière ✓ Espèces de friches potentiellement nombreuses (> 5 espèces)

Paramètre « Surface »

La perte d'habitat constitue l'une des principales menaces à long terme pour la survie des espèces. Trois processus en sont essentiellement la cause ; la destruction de l'habitat, sa fragmentation et l'altération de sa qualité (Charles et Viry, 2015). Ceci est d'autant plus vrai pour les zones humides. En 30 ans, les activités anthropiques ont conduit à la disparition de près de la moitié des zones humides françaises (ONF, 2013). Selon une enquête menée par le Commissariat Général du Développement Durable (CCGD) et le Service de l'Observation et des Statistiques (SOeS) en 2011, l'étendue de plus de 20 % des milieux humides était en régression sur la période 2000-

2010. Les causes sont multiples telles que l'aménagement des cours d'eau, la mise en place d'infrastructures drainantes ou encore diverses pollutions.

L'importance écologique des communautés des eaux dormantes réside dans le fait que ces communautés se développent dans des environnements de transition entre les écosystèmes terrestres et aquatiques. Leur vulnérabilité est liée à des surfaces réduites (Angiolini et al., 2016). Une altération de ce paramètre est bien souvent associée à une dégradation de l'état de conservation de l'habitat (Mroz, 2013).

Description des indicateurs

Évolution de la surface couverte

La surface couverte par l'habitat est un indicateur essentiel dans l'évaluation de l'état de conservation au titre de la DHFF (Viry, 2013). La valeur brute de l'indicateur est exprimée en mètres carrés ou en hectares. Sachant que ces habitats sont soumis à de fortes variations concernant la durée d'exondation (le cas échéant) et la période, il est plus pertinent d'évaluer la surface au travers d'une tendance et non de la chiffrer à un instant t.

Plusieurs cas de figure peuvent être rencontrés sur le terrain en ce qui concerne la configuration des habitats à l'échelle du site. L'évaluation se fera au niveau de la mosaïque d'habitat, le cas échéant.

Méthode 1 : l'évolution de la surface peut être mesurée via comparaison diachronique à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG) et passage de terrain pour vérification. Pour les habitats en polygones isolés (*cf.* Tome 1, 3.4), l'évaluation de la surface couverte peut se faire via :

- utilisation d'un logiciel SIG et photo-interprétation pour les polygones dont le diamètre ou la longueur sont supérieurs à 30 m. Si le site contient plusieurs polygones isolés, la surface de l'habitat correspondra à la somme des surfaces ;
- passage de terrain au moment du pic de végétation (avril à juin pour les pelouses méditerranéennes à *Serapias* spp. et *Isoetes* spp., mars/avril pour les pelouses à *Isoetes* spp. et *Ophioglossum* spp. de la façade atlantique) et mesure au triple décamètre des dimensions de l'habitat pour les polygones dont le diamètre ou la longueur sont inférieurs à 30 m, ou si l'habitat n'est présent que de façon ponctuelle. Une délimitation des contours du polygone d'habitat au GPS est également possible.

Méthode 2 : outre la photo-interprétation, l'évaluation peut également se faire via comparaison de données surfaciques (présentes dans les DOCOB par exemple), ou encore à partir de cartographies effectuées à différentes dates, dont les surfaces peuvent être extraites sous SIG. Néanmoins, les valeurs extraites doivent faire l'objet d'une vérification compte tenu de la nature plus ou moins fiable de ces données.

Méthode 3 : on peut également suivre l'évolution de surface sur plusieurs transects répartis sur les polygones à l'échelle du site, sélectionnés aléatoirement. Cette modalité ne pourra être appliquée que si l'habitat couvre plus de 50 % du site Natura 2000.

Autres méthodes : le suivi de l'évolution de surface à l'échelle du site Natura 2000 peut également s'envisager par comparaison de photographies aériennes prises en ULM ou encore via l'utilisation de drones qui fournissent aujourd'hui des images ortho-rectifiées, c'est-à-dire des images corrigées, comme si elles avaient été prises à la verticale.

Recommandations : l'évaluation de ce paramètre est délicate. Les conditions climatiques doivent être comparables lorsque l'on mesure l'évolution de surface d'une année à une autre au regard de la grande variabilité des habitats et de leur dépendance vis-à-vis de la pluviométrie. L'estimation de la surface couverte présente des marges d'erreur importantes (liées à la méthode et au biais observateur) (Charles et Viry, 2015). L'habitat doit pouvoir être délimité précisément. Un biais possible de la méthode sous SIG est la différence de qualité entre deux ortho-photographies. L'évaluation dépend également de leur disponibilité. La comparaison entre deux ortho-photographies à période identique peut ne pas être possible d'une année sur l'autre. L'idéal serait ici de pouvoir obtenir deux ortho-photographies prises en avril/juin pour les pelouses à *Serapias* spp. et *Isoetes* spp., mars/avril pour les pelouses à *Isoetes* spp. et *Ophioglossum* spp. de la façade atlantique, périodes optimales de développement de ces végétations. Les surfaces couvertes peuvent également être faibles et leur estimation rendue difficile. Le biais doit être évalué pour toutes les modalités d'application de l'indicateur. Une étude pilote doit être conduite pour la photo-interprétation, mais aussi pour l'estimation du biais lié aux cartographies d'habitat (avec par exemple une vérification sur le terrain), aux données surfaciques présentes dans les DOCOB, etc. Il s'agira d'abord dévaluer le biais lié aux différentes modalités avant de fixer le seuil à partir duquel on considère que l'habitat est en régression à l'échelle du site Natura 2000.

Exemples de couches exploitables sous SIG afin de procéder au pré-repérage des polygones

Couche	Source	Utilité
SCAN 25®	©IGN	Repérage de la topographie, des toponymes et des mares
BD ORTHO®	©IGN	Repérage des différents faciès de végétation, des indices de remontées de nappe, des étangs, des mares, etc.
Limites des sites Natura 2000 (ZSC et ZPS)	MNHN	Cadrage géographique
Grille de maille 2 500 m x 500 m		Aide à la progression de la photo-interprétation et vérification des mailles

Les couches proposées ci-dessus sont exploitables sous Qgis, Arcgis, etc. Le maillage de 2 500 m x 500 m est préconisé car bien adapté à l'exercice de photo-interprétation. Le maillage permet de prendre du recul par rapport

au tracé des contours des entités. L'échelle recommandée pour le tracé des contours des entités via photo-interprétation est, elle, comprise entre 1/2 000e et 1/1 000e. En-dessous, le tracé risque d'être imprécis. Au-dessus, la qualité des entités est généralement très faible.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Surface couverte par l'habitat	Fonctionnement général, perspectives, pérennité de l'habitat et des espèces, dynamique de l'habitat	Site	Progression Stabilité	0
			Régression	-10

Paramètre « Structures et fonctions »

L'article 1 de la DHFF stipule que pour qu'un habitat soit en bon état de conservation, sa structure et ses fonctions ne doivent pas être altérées et doivent être pérennes (Conseil de la CEE, 1992).

Les structures peuvent être définies comme les composantes physiques de l'habitat, souvent représentées par les espèces végétales (ligneux, hélophytes, etc.) (Evans et Arvela, 2011). Elles décrivent la complexité de l'habitat en prenant en compte les dimensions des individus, mais aussi les relations spatiales des individus entre eux (Bensettiti et al., 2012). Associées à la composition, elles constituent les caractéristiques biotiques de l'habitat (Maciejewski et al., 2016).

Les fonctions de l'écosystème correspondent aux processus écologiques qui peuvent prendre place à différentes échelles spatiales et temporelles, propres à chaque habitat (Evans et Arvela, 2011). Ces processus sont organisés autour de flux internes (eau, nutriments, etc.) et de processus de transformation des composants organiques, biogéochimiques, physiologiques, etc. (Bensettiti et al., 2012). Les fonctions résultent de l'interaction entre tous les compartiments de l'habitat, qu'ils soient biotiques ou abiotiques (Maciejewski et al., 2016).

L'évaluation des structures et fonctions de l'habitat passe soit par l'évaluation des composantes en elles-mêmes (couverture du sol par exemple), soit par le biais d'espèces indicatrices d'un « bon » ou d'un « mauvais » fonctionnement écologique (Viry, 2013). Les indicateurs biologiques fournissent des évaluations plus compréhensibles et précises de l'état de conservation (Lumbreras et al., 2016). Les plantes sont les plus sensibles aux perturbations, c'est pourquoi elles sont très représentées en tant qu'indicateurs. Leur composition est à la fois influencée par la qualité de l'eau et le régime hydrologique.

Description des indicateurs

Nombre d'espèces ligneuses

Pinus pinea, une espèce ligneuse pouvant être retrouvée sur cet habitat.

La colonisation par les ligneux constitue une des principales menaces pour les habitats des eaux dormantes. Ces derniers posent des problèmes d'ombrage et d'enrichissement en matière organique dû à la dégradation des feuilles. Les espèces concernées étant héliophiles et se développant sur substrat oligotrophe, les espèces ligneuses peuvent porter atteinte à leur développement. Elles peuvent être également responsables de la fragmentation de l'habitat (en séparant des patchs) et d'un changement dans l'hydropériode pouvant aboutir à un assèchement de l'habitat (certaines espèces sont très consommatrices d'eau). L'apparition de ligneux n'est cependant pas signe de dégradation. Certaines espèces ont une forte dynamique de colonisation, d'autres ne sont pas pérennes.

Méthode : il s'agit d'effectuer une estimation visuelle du nombre d'espèces ligneuses différentes à l'échelle du polygone ou de la placette. Si l'option « placette » est choisie, le relevé sera délimité par une placette de 3 à 25 m² en fonction de la physionomie de la végétation. La placette doit être représentative du polygone d'habitat et homogène sur le plan floristique. Les bordures du polygone seront évitées. La forme de la placette sera adaptée à la forme du polygone (circulaire, carrée, rectangulaire, etc.). On pourra subdiviser la placette en placettes plus petites, le cas échéant, afin de faciliter le dénombrement des espèces et d'augmenter la précision du relevé.

Recommandations : précaution doit être faite de bien relever le nombre d'espèces ligneuses, et non le nombre de pieds.

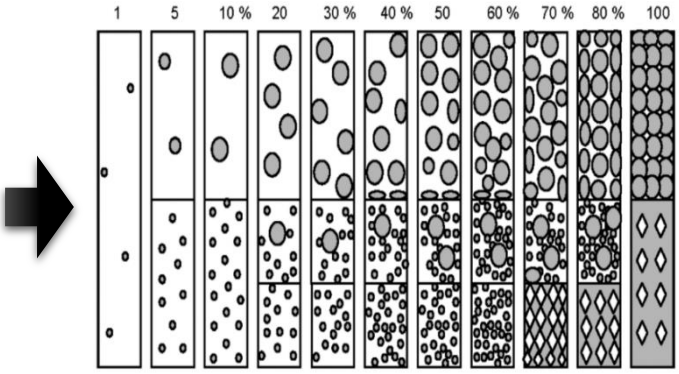
Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Composition floristique	Assèchement, eutrophisation, dynamique et structure de l'habitat	Polygone ou placette	< 3	0
			≥ 3	-5

Recouvrement des ligneux (%)

Méthode : l'estimation du recouvrement pourra être effectué à l'échelle du polygone d'habitat via estimation visuelle. Il pourra aussi être effectué à l'échelle de la placette utilisée pour dénombrer les espèces ligneuses, via relevé floristique ou phytosociologique (*cf.* Tome 1, 5.2.1).

Exemple de placette de relevé au sein d'un polygone d'habitat (d'après Latour, 2018).

Coefficient d'abondance-dominance	Classe de recouvrement (%)
5	> 75
4	50-75
3	25-50
2	5-25
1	1-5
+	< 1



Coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet avec les correspondances de recouvrement et la plaquette de visualisation des pourcentages (Fromont d'après Prodon).

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Composition floristique	Assèchement, eutrophisation, dynamique et structure de l'habitat	Polygone ou placette	< 1	0
			1-5	-5
			> 5	-10

Nombre d'espèces de friches

Ranunculus muricatus, espèce de friche présente sur cet habitat.

Les espèces de friches correspondent à des espèces rudérales et de pelouses sèches (espèces de l'ordre des *Thero-Brometalia,* classe des *Stellarietea mediae*). Leur apparition résulte généralement d'un assèchement de l'habitat et/ou d'une perturabtion d'origine anthropique ancienne ou actuelle, mais non visible à l'échelle du polygone (remblais, dépôts de matériaux, etc.). Cet indicateur résulte des discussions menées lors de la phase de terrain. Suite à cette dernière, une liste d'espèces a été proposée puis validée.

Méthode : sur la même placette utilisée pour le calcul des indicateurs concernant les ligneux (si le calcul a été fait à l'échelle du polygone, *cf.* le descriptif de la méthode à l'échelle de la placette), il s'agira de dénombrer les espèces de friches en se référant à la liste proposée à la fin du guide. Toutes les espèces doivent être relevées lors de l'optimum de développement de la végétation, soit avril/juin pour les pelouses à *Serapias* spp. et *Isoetes* spp. méditerranéennes, mars/avril pour les pelouses à *Ophioglossum* spp. et *Isoetes* spp. de la façade atlantique.

Recommandations : précaution doit être faite de bien relever le nombre d'espèces de friches, et non le nombre de pieds. La liste proposée est non exhaustive et doit être adaptée côté atlantique.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Composition floristique	Assèchement, perturbation d'origine anthropique ancienne ou actuelle	Placette	< 5	0
			≥ 5	-10

Nombre d'espèces eutrophiles

Les espèces eutrophiles se développent sur des sols eutrophes, c'est-à-dire riches en nutriments (matière organique, azote ou encore en phosphore). La présence de ces espèces indique un enrichissement du sol pouvant

conduire à la détérioration de l'habitat, oligotrophe par définition. Une liste d'espèces a été élaborée via l'expérience de terrain. La liste a ensuite fait l'objet d'une validation par les experts. Les espèces qualifiées de déstructurantes et de friches ont été enlevées afin de ne pas accorder à certaines espèces un double poids dans la notation.

Méthode : sur la même placette utilisée pour le calcul des indicateurs concernant les ligneux (si le calcul a été fait à l'échelle du polygone, *cf.* le descriptif de la méthode à l'échelle de la placette), il s'agira de dénombrer les espèces eutrophiles en se référant à la liste proposée à la fin du guide. Toutes les espèces doivent être relevées lors de l'optimum de développement de la végétation, soit avril/juin pour les pelouses à *Serapias* spp. et *Isoetes* spp. méditerranéennes, mars/avril pour les pelouses à *Ophioglossum* spp. et *Isoetes* spp. de la façade atlantique.

Veronica peregrina, espèce eutrophile pouvant être retrouvée sur cet habitat.

Recommandations : précaution doit être faite de bien relever le nombre d'espèces eutrophiles, et non le nombre de pieds. La liste proposée est non exhaustive et doit être adaptée côté atlantique. Par ailleurs, un seuil de 5 espèces est ici proposé. Dans la plaine des Maures, il s'agira d'adapter le seuil en fonction du système dans lequel on se trouve. Par exemple, dans les milieux pionniers où la richesse spécifique est encore faible, le seuil pourra être revu à la baisse.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Composition floristique	Eutrophisation	Placette	< 5*	0
			≥ 5*	-5

* seuils à adapter à chaque système

Nombre d'espèces déstructurantes

Les espèces déstructurantes ont la capacité de modifier les caractéristiques de l'habitat, notamment physiques (Charles et Viry, 2015). Ces espèces sont pour la plupart cespiteuses et ont un fort pouvoir colonisateur. Elles englobent certaines espèces exotiques envahissantes (EEE) et d'autres espèces jugées comme déstructurantes (*Schoenoplectus lacustris*, par exemple). Une liste d'espèces déstructurantes a été établie, à partir des listes d'EEE et l'expérience de terrain. Cette liste a été validée par les experts et est disponible à la fin du guide. Pour aller plus loin, on définit souvent une EEE de la sorte : « *Une espèce exotique envahissante est une espèce allochtone dont l'introduction par l'Homme (volontaire ou fortuite), l'implantation et la propagation menacent les écosystèmes, les habitats ou les espèces indigènes avec des conséquences écologiques ou économiques ou sanitaires négatives* » (IUCN, 2000 ; McNeely, 2001 ; McNeely et al.,

2001). L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) considère que les EEE représentent une cause majeure de perte de biodiversité dans le monde. Elles peuvent être considérées comme un facteur de dégradation de la qualité des habitats aquatiques et humides (Brundu, 2015). Elles peuvent altérer le fonctionnement hydrologique, les cycles biogéochimiques et la composition biologique des écosystèmes, causer des pertes et dégradations à tous les niveaux de l'organisation biologique, des gènes aux populations, avec des effets en cascade sur l'écosystème entier (Vilà et Garcia-Berthou, 2010). Leur suivi fait partie intégrante de l'évaluation de l'état de conservation des habitats car leur présence peut perturber tout l'écosystème et induire un changement profond de la nature de l'habitat (Charles et Viry, 2015). De par leur définition, elles sont très compétitives et peuvent porter atteintes aux communautés caractéristiques des habitats plus spécialisées. Mais les EEE ont aussi un coût. Par exemple, le contrôle de la Jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*) sur la rivière Guadiana en Espagne en 2009 a été estimé à 6.7 M€ (Andreu et al., 2009). À noter que toutes les EEE ne sont pas considérées comme déstructurantes pour l'habitat. En effet, certaines espèces peuvent se maintenir dans le temps, sans porter préjudice aux structures et fonctions de l'habitat considéré. Certaines EEE peuvent accomplir des fonctions similaires aux espèces indigènes sans pour autant les concurrencer (Sirvent, 2017). En revanche, certaines espèces à fort pouvoir colonisateur ou à capacité accrue de modifications du fonctionnement hydrologique ou physico-chimique ont été incluses. *Phragmites australis*, par exemple, peut poser des problèmes d'ombrage envers ces végétations héliophiles.

Paspalum dilatatum, espèce déstructurante (et EEE) pouvant être rencontrée sur cet habitat.

Méthode : sur la même placette utilisée pour le calcul des indicateurs concernant les ligneux (si le calcul a été fait à l'échelle du polygone, *cf.* le descriptif de la méthode à l'échelle de la placette), il s'agira de dénombrer les espèces déstructurantes en se référant à la liste proposée à la fin du guide. Toutes les espèces doivent être relevées lors de l'optimum de développement de la végétation, soit avril/juin pour les pelouses à *Serapias* spp. et *Isoetes* spp. méditerranéennes, mars/avril pour les pelouses à *Ophioglossum* spp. et *Isoetes* spp. de la façade atlantique.

Recommandations : précaution doit être faite de bien relever le nombre d'espèces déstructurantes, et non le nombre de pieds. Les ligneux ne sont pas à prendre en compte, afin de ne pas accorder à ces espèces un double poids dans la notation. La liste proposée est non exhaustive et doit être adaptée côté atlantique. On veillera à ce que les espèces de friches et eutrophiles soient exclues de la liste (choix à faire si adaptation des listes).

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Composition floristique	Capacité de résilience, qualité et fonctionnement de l'habitat	Placette	< 2	0
			≥ 2	-5

Recouvrement total de la végétation (%)

Les pelouses méditerranéennes à *Serapias* spp. et *Isoetes* spp. sont en état optimal lorsque, notamment, le recouvrement de la végétation est important. Un fort recouvrement de végétation est une caractéristique typique de l'habitat (pelouse). Un fort recouvrement amoindrit les possibilités de colonisation par les espèces extérieures à l'habitat (ligneux, espèces déstructurantes, etc.)

Méthode : sur la même placette uilisée pour le calcul des indicateurs concernant les ligneux (si le calcul a été fait à l'échelle du polygone, *cf.* le descriptif de la méthode à l'échelle de la placette), il s'agira d'estimer le recouvrement total de la végétation, en s'appuyant sur l'aide au recouvrement fournie, au besoin. Cette estimation doit être effectuée lors de l'optimum de développement de la végétation, soit avril/juin pour les pelouses à *Serapias* spp. et *Isoetes* spp. méditerranéennes, mars/avril pour les pelouses à *Ophioglossum* spp. et *Isoetes* spp. de la façade atlantique.

Pelouse à *Isoetes duriei* et *Serapias* spp. en état optimal dans la plaine des Maures.

Recommandations : les seuils pourront être adaptés côté atlantique, si cela est jugé pertinent.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Composition floristique	Typicité structurale, qualité et fonctionnement de l'habitat	Placette	> 60	0
			30-60	-20
			< 30	-40

Paramètre « Altérations »

Les activités humaines peuvent porter atteinte aux structures et au fonctionnement de l'habitat. Elles peuvent également engendrer une régression de sa surface. Dans les deux paramètres précédents, il a été essayé de prendre en compte les atteintes d'origine anthropique à travers divers indicateurs. Cependant, certaines perturbations ne peuvent être incluses. C'est pourquoi un paramètre « Altérations » est pris en compte.

Le paramètre est évalué au travers de deux indicateurs présentés ci-dessous de manière analogue à ce qui a été élaboré dans les diverses études antérieures du MNHN sur l'évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle des sites Natura 2000.

Description des indicateurs

Recouvrement des atteintes quantifiables en surface

Méthode : il s'agit d'estimer, à l'échelle du polygone, les atteintes visibles dont l'impact peut être quantifié en surface. Une liste d'atteintes potentiellement présentes sur ces habitats est disponible ci-dessous. Cette dernière a été établie via expérience de terrain. À chaque atteinte et seuil de surface associé sont attribués des points. C'est la somme des points correspondant aux atteintes relevées au niveau du polygone d'habitat qui donne la valeur de l'indicateur. Sur le terrain, les atteintes sont relevées à l'échelle du polygone d'habitat ou de l'écocomplexe, le cas échéant. Une estimation visuelle du recouvrement de la surface impactée est effectuée. Les points correspondants sont alors sommés afin d'obtenir la valeur de l'indicateur.

Liste des atteintes quantifiables en surface pouvant être relevées sur les pelouses à *Isoetes* spp.

Atteintes quantifiables (polygone/écocomplexe)	Points
Passage de quads, piétinement dû à la fréquentation (< 50 %)	1
Passage de quads, piétinement dû à la fréquentation (> 50 %)	2
Artificialisation des berges	2
Passage d'engins lourds	2
Dépôts de matériaux/décharge	2
Extraction de matériaux	2
Plantations en périphérie	1
Plantations au centre	2
Incendies	1
Drains	1
Bois mort	1
Passage de sangliers (> 80 %)	1
Destruction de la ceinture de maquis	1

Recommandations : la liste établie est non exhaustive et peut être complétée par l'opérateur, le cas échéant.

Labour par les sangliers dans la plaine des Maures.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Atteintes lourdes	Fonctionnement général, connectivité, capacité de résilience	Polygone/écocomplexe	Somme des points = 0	0
			Somme des points = 1	-5
			Somme des points ≥ 2	-10

Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface

Les atteintes diffuses à l'échelle du site ou bassin versant peuvent influencer indirectement la structure et le fonctionnement de l'habitat, et ainsi impacter son état de conservation sur le long terme. Ce sont des atteintes dont l'impact ne peut être quantifié en surface.

Méthode : une liste non exhaustive d'atteintes diffuses est présentée ci-dessous. Elle a été établie via recherches bibliographiques, l'expérience de terrain, puis validée par les experts. Il s'agit d'estimer l'impact de toutes les atteintes réunies sur l'état de conservation de l'habitat.

Atteintes difficilement quantifiables en surface
Activités nautiques
Drainage, assèchement
Stabilisation du niveau d'eau, soutien d'étiage
Activités de pompage sur le site, extraction de matériaux
Rejets ponctuels, pollutions
Pisciculture intensive
Présence d'EEE faunistiques (hors pisciculture)
Chaulage
Agriculture avec usage d'intrants
Talus érosif

En ce qui concerne l'atteinte « Présence d'EEE faunistiques (hors pisciculture) », une liste d'EEE potentiellement retrouvées au sein des habitats des eaux dormantes est proposée à la fin du guide.

Recommandations : la liste est non exhaustive et pourra être complétée par l'opérateur.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Atteintes diffuses	Fonctionnement général, pérennité, capacité de résilience	Site	Impact négligeable ou nul	0
			Impact moyen	-10
			Impact fort	-20

Pour aller plus loin

En ce qui concerne les indicateurs basés sur les espèces ligneuses, il semble indispensable de prendre en compte la dynamique de fermeture par les ligneux lors du suivi préalable à l'évaluation (*cf.* Tome 1). La présence de plantules montre la fragilité de l'habitat en terme de perspectives futures, mais cela ne constitue pas une dégradation.

La méthode proposée se base essentiellement sur des indicateurs biologiques qui fournissent des évaluations plus compréhensibles et précises de l'état de conservation que des indicateurs de fonctionnement hydrologique ou encore de qualité de l'eau. De manière générale, les indicateurs de qualité de l'eau sont très variables dans le temps et l'espace selon qu'ils sont mesurés le matin ou l'après-midi, par temps ensoleillé ou pluvieux, etc. Cependant, la pose d'un ou plusieurs piézomètres à l'échelle d'un site Natura 2000 est une manœuvre incontournable si l'on souhaite surveiller l'état de conservation des habitats aquatiques et humides. Les piézomètres automatiques permettent d'avoir accès à un grand nombre de données par année et de mettre en évidence des tendances.

La grille d'évaluation est une proposition d'indicateurs que les opérateurs peuvent s'approprier (notamment via l'adaptation des listes d'espèces). Les retours d'expérience sont nécessaires afin d'ajuster la méthode et de l'adapter

Piézomètre sur le site « Étangs et mares de la Capelle ».

à la façade atlantique. C'est pourquoi une fiche de retour est proposée à la fin du guide. Cette fiche est destinée aux opérateurs qui souhaitent évaluer l'état de conservation des pelouses à *Isoetes* spp. au sein de leur site d'étude.

Listes d'espèces utiles à l'évaluation

Liste d'espèces de friches susceptibles d'être rencontrées sur cet habitat (à adapter sur la façade atlantique)

Nom scientifique
Anisantha madritensis (L.) Nevski
Avena barbata Pott ex Link
Cerastium glomeratum Thuill.
Cichorium intybus L.
Cynodon dactylon (L.) Pers.
Daucus carota L.
Erigeron canadensis L.
Geranium columbinum L.
Geranium dissectum L.
Leontodon saxatilis Lam.
Lysimachia arvensis (L.) U.Manns & Anderb.
Myosotis arvensis Hill
Papaver rhoeas L.
Plantago coronopus L.
Plantago lanceolata L.
Poa bulbosa L.
Ranunculus muricatus L.
Scabiosa atropurpurea var. *maritima* (L.) Fiori
Scorpiurus subvillosus L.
Sonchus asper (L.) Hill
Spergula arvensis L.
Torilis nodosa (L.) Gaertn.
Valerianella locusta var. *oleracea* (Schltdl.) Breistr.
Vicia lutea L.
Vicia sativa subsp. *cordata* (Wulfen ex Hoppe) Batt.
Vicia sativa subsp. *segetalis* (Thuill.) Celak.

Liste d'espèces eutrophiles susceptibles d'être rencontrées sur cet habitat

Nom scientifique
Allium vineale L.
Alopecurus pratensis L.
Artemisia verlotiorum Lamotte
Barbarea verna (Mill.) Asch.
Beta vulgaris subsp. *maritima* (L.) Arcang.
Bromus hordeaceus L.
Convolvulus arvensis L.
Cyperus eragrostis Lam.
Elytrigia repens (L.) Desv. ex Nevski
Erigeron annuus (L.) Desf.
Erigeron sumatrensis Retz.
Galactites elegans (All.) Soldano
Helminthotheca echioides (L.) Holub
Impatiens balfouri Hook.f.
Juncus inflexus L.
Lepidium squamatum Forssk.
Lolium perenne L.
Medicago polymorpha L.
Mentha suaveolens Ehrh.
Oxybasis urbica (L.) S.Fuentes, Uotila & Borsch
Plantago major L.
Poa annua L.
Poa trivialis L.
Poa trivialis subsp. *sylvicola* (Guss.) H.Lindb.
Portulaca oleracea L. subsp. Oleracea
Potentilla reptans L.
Ranunculus sceleratus L.
Rorippa pyrenaica (All.) Rchb.
Rorippa sylvestris (L.) Besser
Rumex conglomeratus Murray
Rumex crispus L.
Rumex pulcher L.
Rumex pulcher subsp. *woodsii* (De Not.) Arcang.
Senecio vulgaris L.
Sonchus oleraceus L.
Taraxacum officinale F.H.Wigg.
Veronica anagallis-aquatica L.
Veronica anagallis-aquatica subsp. *anagalloides* (Guss.) Batt.
Veronica peregrina L.
Xanthium strumarium L.

Liste d'espèces déstructurantes susceptibles d'être rencontrées sur cet habitat

Nom scientifique
Bolboschoenus maritimus (L.) Palla
Calamagrostis epigejos (L.) Roth
Cotula coronopifolia L.
Dittrichia viscosa (L.) Greuter
Imperata cylindrica (L.) Raeusch.
Ludwigia grandiflora (Michx.) Greuter & Burdet
Ludwigia peploides (Kunth) P.H.Raven
Lythrum salicaria L.
Paspalum dilatatum Poir.
Paspalum distichum L.
Phragmites spp.
Reynoutria × bohemica Chrtek & Chrtkova
Reynoutria sachalinensis (F. Schmidt) Nakai
Senecio inaequidens DC.
Schoenoplectus lacustris L.
Symphyotrichum squamatum (Spreng.) G.L.Nesom
Typha spp.
Xanthium orientale subsp. *italicum* (Moretti) Greuter

Liste d'EEE faunistiques susceptibles d'être rencontrées à l'échelle du site Natura 2000

Nom scientifique	Nom commun
Ameiurus nebulosus (Lesueur, 1819)	Poisson-chat
Carassius auratus auratus (Linnaeus, 1758)	Poisson rouge
Corbicula fluminalis (O.F. Müller, 1774)	Corbicule striolée
Corbicula fluminea (O.F. Müller, 1774)	Corbicule asiatique
Corbicula leana Prime, 1867	Corbicule japonaise
Ctenopharyngodon idella (Valenciennes, 1844)	Amour blanc
Cyprinus carpio Linnaeus, 1758	Carpe commune
Dreissena polymorpha (Pallas, 1771)	Moule zébrée
Lepomis gibbosus (Linnaeus, 1758)	Perche-soleil
Lithobates catesbeianus (Shaw, 1802)	Grenouille taureau
Myocastor coypus (Molina, 1782)	Ragondin
Faxonius limosus (Rafinesque, 1817)	Écrevisse américaine
Oxyura jamaicensis (Gmelin, 1789)	Érismature rousse
Pachychilon pictum (Heckel & Kner, 1858)	Épirine lippue
Pacifastacus leniusculus (Dana, 1852)	Écrevisse de Californie
Potamopyrgus antipodarum (J. E. Gray, 1843)	Hydrobie des antipodes
Procambarus clarkii (Girard, 1852)	Écrevisse de Louisianne
Proterorhinus semilunaris (Heckel, 1837)	Gobie demi-lune
Pseudorasbora parva (Temminck & Schlegel, 1846)	Pseudorasbora
Salvelinus namaycush (Walbaum, 1792)	Truite de lac d'Amérique
Sander lucioperca (Linnaeus, 1758)	Perche-brochet
Silurus glanis Linnaeus, 1758	Silure glane
Trachemys scripta (Schoepff, 1792)	Tortue de Floride
Xenopus laevis (Daudin, 1803)	Xénope lisse

Fiche de terrain pour l'évaluation de l'état de conservation des pelouses à *Isoetes* spp. (UE 3120) et ajustement de la méthode proposée

Merci de retourner cette fiche à l'adresse suivante : margaux.mistarz@mnhn.fr

Site Natura 2000	IDPolygone	Date	Auteur(s)	Localisation	Coordonnées GPS	Projection	N° photos

Habitat cartographié (oui/non)	Habitat déterminé (oui/non)

Relevés effectués*		
Site	**Polygone/écocomplexe***	**Placette***
Évolution de la surface couverte ❑	**Nombre d'espèces ligneuses ❑**	**Nombre d'espèces ligneuses ❑**
Atteintes diffuses ❑	**Recouvrement des espèces ligneuses ❑**	**Recouvrement des espèces ligneuses ❑**
	Atteintes lourdes ❑	**Nombre d'espèces de friches ❑**
		Nombre d'espèces eutrophiles ❑
		Nombre d'espèces déstructurantes ❑
		Recouvrement total de la végétation ❑

***** il s'agit de choisir entre colonisation ligneuse à l'échelle du polygone ou à l'échelle de la placette.

Atteintes à l'échelle du polygone	Surface impactée (% du polygone)	Points associés

Colonisation ligneuse	
Méthode utilisée :	Échelle de relevé :
Recouvrement des espèces ligneuses :	Nombre d'espèces ligneuses :

Espèce(s) ligneuse(s) recensée(s) :

Observations/commentaires :

Nombre d'espèces de friches
Méthode utilisée :
Résultat :

Espèce(s) de friches recensée(s) :

Observations/commentaires :

Nombre d'espèces eutrophiles
Méthode utilisée :
Résultat :

Espèce(s) eutrophile(s) recensée(s) :

Observations/commentaires :

Nombre d'espèces déstructurantes
Méthode utilisée :
Résultat :

Espèce(s) déstructurante(s) recensée(s) :

Observations/commentaires :

Recouvrement total de la végétation
Méthode utilisée :
Résultat :

Observations/commentaires :

Évolution de la surface couverte
Méthode utilisée :
Résultat année 1 :
Résultat année 2 :

Justification du choix de la méthode :

Observations/commentaires :

Atteintes diffuses à l'échelle du site
Liste des atteintes

Des idées/problèmes/solutions/modifications

Bibliographie

Andreu J., Vilà M. & Hulme P.E., 2009. - An Assessment of Stakeholder Perceptions and Management of Noxious Alien Plants in Spain. *Environmental Management* 43**(6)**: 1244–1255

Angiolini C., Viciani D., Bonari G. & Lastrucci L., 2016. - Habitat conservation prioritization: A floristic approach applied to a Mediterranean wetland network. *Plant biosystems* : 1–15

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

Bensettiti F., Puissauve R., Lepareur F., Touroult J. & Maciejewski L., 2012. - Évaluation de l'état de conservation des habitats et espèces d'intérêt communautaire. Guide méthodologique. DHFF article 17. 2007-2012. Version 1. Rapport SPN 2012-27. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle. 76p.

Bensettiti F. & Puissauve R., 2015. - Résultats de l'état de conservation des habitats et des espèces dans le cadre de la directive Habitats-Faune-Flore en France. Rapportage "Article 17". Période 2007-2012. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle. 204p.

Brundu G., 2015. - Plant invaders in European and Mediterranean inland waters: profiles, distribution, and threats. *Hydrobiologia* 746**(1)**: 61–79

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.

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

De Foucault, 2013a. - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Isoëtetea velatae* de Foucault 1988 et les *Juncetea bufonii* de Foucault 1988 ("*Isoëto-Nanojuncetea bufonii*"). *Journal Botanique de la Société Botanique de France* 62 : 35-70

De Foucault, 2013b. - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Isoëtetea velatae* de Foucault 1988 et les *Juncetea bufonii* de Foucault 1988 ("*Isoëto-Nanojuncetea bufonii*"). *Journal Botanique de la Société Botanique de France* 63 : 63-109

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.

Gaudillat V., Argagnon O., Bensettiti F., Bioret F., Boullet V., Causse G., Choisnet G., Coignon B., de Foucault B., Delassus L., Duhamel F., Fernez Th., 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.

Grillas P., Gauthier P., Yavercovski N. & Perennou C., 2004. - Les mares temporaires méditerranéennes. Volume 1 – Enjeux de conservation, fonctionnement et gestion. 121p.

International Union for Conservation of Nature, 2000. - Guidelines for the prevention of biodiversity loss due to biological invasion. 15p.

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, MNHN, CBNMED de Porquerolles, Università di Corsica - Pasquale Paoli. 62p.

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., 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

McNeely J.A. (Editor), 2001. - The Great Reshuffling: Human Dimensions of Invasive Alien Species. International Union for Conservation of Nature. 242p.

McNeely J.A., Mooney H.A., Neville L.E., Schei P. & Waage J.K. (Editors), 2001. - Global Strategy on Invasive Alien Species. International Union for Conservation of Nature. 50p.

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.

Mroz W., 2013. - Monitoring of natural habitats. Methodological guide for 5 natural habitats: 3110, 6210, 6520, 7230 and 9180. GIOŚ. 97p.

Office National des Forêts, 2013. - Guide des zones humides forestières. Département Isère. 73p.
Scheffer M., 2001. - Alternative Attractors of Shallow Lakes. *The Scientific World* 1: 254–63

Sirvent L., 2017. - Evaluer l'état de conservation des habitats dunaires méditerranéens d'intérêt communautaire : 2110, dunes mobiles embryonnaires ; 2120, dunes mobiles du cordon littoral à *Ammophila arenaria* (dunes blanches) ; 2210, dunes fixées du littoral du *Crucianellion maritimae*. A l'échelle d'un site Natura 2000 : La Grande Maïre, Portiragnes (Hérault). Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles. 53p.

Vilà M. & García-Berthou E., 2010. - Monitoring Biological Invasions in Freshwater Habitats. 91–100 in Hurford C., Schneider M. & Cowx I.G. *Conservation monitoring in freshwater habitats: a practical guide and case studies*. Ed. Springer. 410p.

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.

UMS 2006 Patrimoine Naturel
Muséum national d'Histoire naturelle
CP41, 36, rue Geoffroy Saint-Hilaire
75005 Paris
patrinat.mnhn.fr

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT
www.afbiodiversite.fr

www.cnrs.fr

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
www.mnhn.fr

UMS PATRIMOINE NATUREL
CENTRE D'EXPERTISE ET DE DONNÉES
AFB • CNRS • MNHN

État de conservation des « Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des *Littorelletea uniflorae* et/ou des *Isoeto-Nanojuncetea* » (UE 3130)

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

UNITE MIXTE DE SERVICE

PATRIMOINE NATUREL

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

www.afbiodiversite.fr

www.cnrs.fr

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

www.mnhn.fr

Nom du Programme/Projet : **développement des méthodes d'évaluation sur les 14 différents habitats aquatiques et humides de la Directive Habitats**

Convention :

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

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

Vacataire : **Manon Latour** (manon.latour@mnhn.fr)

Experts mobilisés : **O. Argagnon (CBNMéd), L. Chabrol (CBNMC), N. Guillerme (CBNMC), L. Ferreira (CBNBP), A. Lefouler (CBNSA)**

Relecture : **Farid Bensettiti**

Référence du rapport conseillé : **Mistarz M. & Latour M., 2019. État de conservation des « Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des *Littorelletea uniflorae* et/ou des *Isoeto-Nanojuncetea* » (UE 3130). Guide d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. UMS PatriNat – AFB/CNRS/MNHN. 25p.**

L'UMS Patrimoine naturel - PatriNat

Centre d'expertise et de données sur la nature

Depuis janvier 2017, l'Unité Mixte de Service 2006 Patrimoine naturel assure des missions d'expertise et de gestion des connaissances pour ses trois tutelles, que sont le Muséum national d'Histoire naturelle, l'Agence française pour la biodiversité et le CNRS.

Son objectif est de fournir une expertise fondée sur la collecte et l'analyse de données de la biodiversité et de la géodiversité, et sur la maitrise et l'apport de nouvelles connaissances en écologie, sciences de l'évolution et anthropologie. Cette expertise, fondée 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

Directeur : Jean-Philippe SIBLET
Directeur adjoint en charge du centre de données : Laurent PONCET
Directeur adjoint en charge des rapportages et de la valorisation : Julien TOUROULT

Inventaire National du Patrimoine Naturel

Porté par l'UMS Patrimoine naturel, 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 SINP et de l'Observatoire National de la Biodiversité.

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.

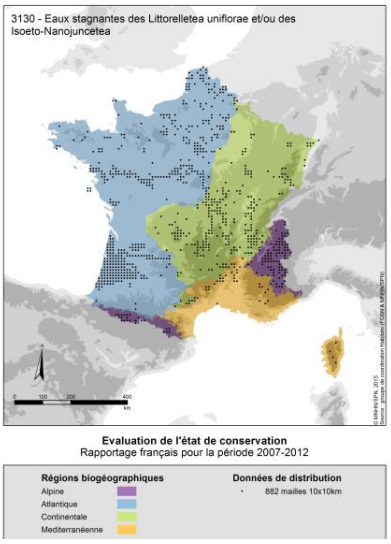
Ce système d'information permet de consolider des informations qui étaient jusqu'à présent dispersées. Il concerne la métropole et l'outre-mer, aussi bien la partie terrestre que marine. C'est une contribution majeure pour la connaissance naturaliste, l'expertise, la recherche en macroécologie et l'élaboration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

En savoir plus : inpn.mnhn.fr

Les eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des *Littorelletea uniflorae* et/ou des *Isoeto-Nanojuncetea* (UE 3130)

Très hétérogène et ponctuel, l'habitat s'apparente à un gazon d'espèces vivaces et/ou annuelles, ras, laissant apparaître le substrat, appartenant aux classes des *Littorelletea uniflorae* (de Foucault, 2010) et/ou des *Juncetea bufonii* (de Foucault, 2013a ; de Foucault, 2013b). On le retrouve au bord des lacs, mares, étangs, en altitude ou en plaine, sur des berges en pente douce (Bensettiti et al., 2002). Très proche des gazons oligotrophes atlantiques et pelouses méditerranéennes précédemment décrits, l'habitat correspond aux végétations continentales et de montagne des *Littorelletea uniflorae*, ainsi qu'aux végétations atlantiques, continentales et alpines des *Juncetea bufonii* (Gaudillat et al., 2018). En région méditerranéenne, ces dernières relèvent des mares temporaires méditerranéennes (MTM) (UE **3170***) ou des pelouses oligotrophes à *Serapias* spp. (UE 3120). Dans certains cas, comme dans le nord de la France et en Champagne, les communautés thérophytiques du *Centaurio pulchelli-Blackstonion perfoliatae* sont à rattacher à l'habitat lorsqu'elles se trouvent en contexte humide lié à des sols argilo-marneux ou crayeux, ou encore en contexte de cuvette avec sol tassé. Dans tous les cas, la végétation est héliophile, principalement oligotrophe à mésotrophe, voire méso-eutrophe. La phénologie est tardive (estivale à pré-automnale). Le niveau d'eau est souvent variable, bien que certaines communautés ne puissent pas connaître de phase exondée, notamment en montagne (associations du *Littorellion uniflorae*).

L'habitat est présent sur 260 sites Natura 2000 en France et est réparti sur l'ensemble du territoire.



Distribution de l'habitat code UE 3130 sur le territoire métropolitain.

Du fait de sa forte hétérogénéité, l'habitat est décliné en six habitats élémentaires (Bensettiti et al., 2002) ; « Eaux stagnantes à végétation vivace oligotrophique à mésotrophique montagnarde à subalpine des régions alpines, des *Littorelletea uniflorae* » (UE 3130-1), « Eaux stagnantes à végétation vivace oligotrophique à mésotrophique planitiaire des régions continentales, des *Littorelletea uniflorae* » (UE 3130-2), « Communautés annuelles mésotrophiques à eutrophiques, de bas-niveau topographique, planitiaires d'affinités continentales, des *Isoeto-Juncetea* » (UE 3130-3), « Communautés annuelles oligotrophiques à mésotrophiques, de bas-niveau topographique, planitiaires, d'affinités atlantiques, des *Isoeto-Juncetea* » (UE 3130-4), « Communautés annuelles oligotrophiques à mésotrophiques, acidiphiles, de niveau topographique moyen, planitiaires à montagnardes, des *Isoeto-Juncetea* » (UE 3130-5), « Communautés annuelles oligotrophiques à mésotrophiques, neutrophiles à basophiles, de niveau topographique moyen, planitiaires, des *Isoeto-Juncetea* » (UE 3130-6).

Ces végétations peuvent évoluer vers des groupements pionniers des *Bidentetea tripartitae* par minéralisation de la matière organique. L'augmentation du niveau trophique peut également conduire à une évolution de

l'habitat vers des communautés de prairies méso-hygrophiles à hygrophiles eutrophes des *Agrostietea stoloniferae*. En lien avec les activités humaines, l'habitat peut tendre vers un habitat de type roselière. Certaines mares temporaires évoluent vers des communautés à *Sphagnum* spp. et *Molinia caerulea* (Bensettiti et al., 2002).

Vers l'eau libre (niveau topographique inférieur), on peut retrouver l'habitat en contact avec des communautés immergées oligotrophes (UE 3140, UE 3150). L'habitat peut également se retrouver en contact avec des roselières mésotrophiques, des tremblants plus ou moins aquatiques des bords de lacs, ou encore des groupements de dépressions tourbeuses subaquatiques à *Utricularia* spp. (UE 3160). On le retrouve en mosaïque avec des communautés plus ou moins hygrophiles de prés oligotrophiques acidiphiles (UE 3120), voire hygrophiles de landes (UE **4020***). Vers les niveaux topographiques supérieurs peuvent être retrouvées des communautés prairiales sur sols tourbeux ou argilo-limoneux (UE 6140).

Les résultats du rapportage 2007-2012 font état d'un état de conservation « défavorable inadéquat » pour cet habitat au sein des domaines atlantique et méditerranéen (Bensettiti et Puissauve, 2015).

Résultats du rapportage 2007-2012 sur l'état de conservation de l'habitat (UE 3130) pour les domaines atlantique et méditerranéen.

Code UE	Aire de répartition	Surface	Structure et fonctions	Perspectives futures	État de conservation
3130	Favorable	Défavorable inadéquat	Défavorable inadéquat	Défavorable inadéquat	Défavorable inadéquat

L'état de conservation de l'habitat a été jugé « défavorable mauvais » pour les domaines alpin et continental.

Résultats du rapportage 2007-2012 sur l'état de conservation de l'habitat (UE 3130) pour le domaine alpin.

Code UE	Aire de répartition	Surface	Structure et fonctions	Perspectives futures	État de conservation
3130	Favorable	Défavorable mauvais	Défavorable inadéquat	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais

Résultats du rapportage 2007-2012 sur l'état de conservation de l'habitat (UE 3130) pour le domaine continental.

Code UE	Aire de répartition	Surface	Structure et fonctions	Perspectives futures	État de conservation
3130	Favorable	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais

Les principales menaces qui pèsent sur l'habitat sont le piétinement, l'eutrophisation, l'envasement, la stabilisation du plan d'eau, l'aménagement et la régularisation des rives (Bensettiti et al., 2002).

Grille d'évaluation de l'état de conservation

La grille présentée ci-dessous est issue d'un premier travail effectué en 2016 (Mistarz, 2016), puis de la poursuite de ces travaux effectuée à l'occasion d'un stage de Master 2 de six mois (Miedziejewski, 2017) et, enfin, d'une ultime phase de terrain conduite en 2018. Six réunions d'experts ont contribué à valider les grilles d'indicateurs à chaque étape du processus.

Grille d'indicateurs pour l'évaluation de l'état de conservation de l'habitat « Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des *Littorelletea uniflorae* et/ou des *Isoeto-Nanojuncetea* » (UE 3130) à l'échelle du site Natura 2000.

Paramètre	Critère	Indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Surface	Surface couverte	Évolution de la surface couverte ou du nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent	Site	Stabilité, progression	0
				Régression	-10
Structures et fonctions	Couverture du sol	Présence de sol nu	Placette	Oui	0
				Non	-20
	Composition floristique	Nombre d'espèces déstructurantes	Placette	< 4	0
				4-5	-10
				> 5	-20
		Évolution du recouvrement des algues filamenteuses (malus)	Placette	Progression	-10
Altérations	Atteintes lourdes	Recouvrement des atteintes quantifiables en surface	Polygone	Somme des points = 0	0
				Somme des points = 1	-10
				Somme des points = 2	-20
				Somme des points ≥ 3	-30
	Atteintes diffuses	Impact des atteintes difficilement quantifiables en surface	Site	Nul ou négligeable	0
				Moyen	-10
				Fort	-20

États de référence

Il est tenté ici de décrire les différents états correspondant à l'habitat (optimal souhaité, favorable choisi, altéré, dégradé) à partir d'une analyse exploratoire des données récoltées lors des phases de terrain. Les descripteurs sont issus de l'avis d'expert émis sur l'état de conservation de l'habitat.

Descripteurs permettant de définir les différents états correspondant aux gazons oligotrophes à méso-eutrophes des *Littorelletea uniflorae* et/ou des *Juncetea bufonii* (liste non exhaustive).

États de référence	État(s) optimal(aux) souhaité(s)	État(s) favorable(s) choisi(s)	État(s) altéré(s)	État(s) dégradé(s)
Descripteurs possibles	✓ Cortège floristique typique (présence d'un nombre important d'I*soetes* spp., par exemple) ✓ Aucune atteinte, aucune menace ✓ Milieu ouvert ✓ Peu d'envasement	✓ Envasement léger possible ✓ Présence possible d'espèces des *Bidentetea tripartitae* ✓ Absence de ligneux ✓ Présence possible d'autres espèces déstructurantes (recouvrement faible ou < 4 espèces)	✓ Eutrophisation due aux activités adjacentes (pastoralisme, sylviculture, etc.), présence d'espèces des *Bidentea tripartitae* ✓ Évolution visible vers un autre habitat (UE 3150, bas-marais à *Carex nigra*, etc.) ✓ Présence possible d'algues filamenteuses ✓ Envasement ✓ Colonisation ligneuse ✓ Présence d'autres espèces déstructurantes (recouvrement modéré ou 4-5 espèces)	✓ Présence d'espèces déstructurantes (fort recouvrement ou plus de 5 espèces) ✓ Fermeture du milieu (ombrage, colonisation ligneuse, dynamique)

Paramètre « Surface »

La perte d'habitat constitue l'une des principales menaces à long terme pour la survie des espèces. Trois processus en sont essentiellement la cause ; la destruction de l'habitat, sa fragmentation et l'altération de sa qualité (Charles et Viry, 2015). Ceci est d'autant plus vrai pour les zones humides. En 30 ans, les activités anthropiques ont conduit à la disparition de près de la moitié des zones humides françaises (ONF, 2013). Selon une enquête menée par le Commissariat Général du Développement Durable (CCGD) et le Service de l'Observation et des Statistiques (SOeS) en 2011, l'étendue de plus de 20 % des milieux humides était en régression sur la période 2000-2010. Les causes sont multiples telles que l'aménagement des cours d'eau, la mise en place d'infrastructures drainantes ou encore diverses pollutions.

L'importance écologique des communautés des eaux dormantes réside dans le fait que ces communautés se développent dans des environnements de transition entre les écosystèmes terrestres et aquatiques. Leur vulnérabilité est liée à des surfaces réduites (Angiolini et al., 2016). Une altération de ce paramètre est bien souvent associée à une dégradation de l'état de conservation de l'habitat (Mroz, 2013).

Description des indicateurs

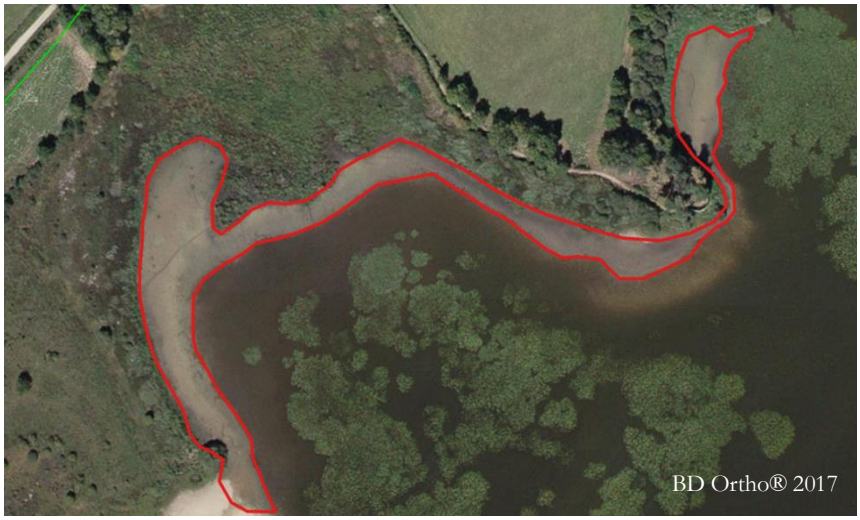
Évolution de la surface couverte ou du nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent

La surface couverte par l'habitat est un indicateur essentiel dans l'évaluation de l'état de conservation au titre de la DHFF (Viry, 2013). La valeur brute de l'indicateur est exprimée en mètres carrés ou en hectares. Sachant que ces habitats sont soumis à de fortes variations concernant la durée d'exondation (le cas échéant) et la période, il est plus pertinent d'évaluer la surface au travers d'une tendance et non de la chiffrer à un instant t.

Plusieurs cas de figure peuvent être rencontrés sur le terrain en ce qui concerne la configuration des habitats à l'échelle du site. L'évaluation se fera au niveau de la mosaïque d'habitat, le cas échéant.

Méthode 1 : l'évolution de la surface peut être mesurée via comparaison diachronique à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG) et passage de terrain pour vérification. Pour les habitats en polygones isolés (*cf.* Tome 1, 3.4), l'évaluation de la surface couverte peut se faire via :

- utilisation d'un logiciel SIG et photo-interprétation pour les polygones dont le diamètre ou la longueur sont supérieurs à 30 m. Si le site contient plusieurs polygones isolés, la surface de l'habitat correspondra à la somme des surfaces. Un passage de terrain est systématiquement nécessaire pour vérification ;
- passage de terrain seul au moment du pic de végétation (août/septembre pour les grandes étendues d'eau, dès juillet pour les mares et mouillères) et mesure au triple décamètre des dimensions de l'habitat pour les polygones dont le diamètre ou la longueur sont inférieurs à 30 m, ou si l'habitat n'est présent que de façon ponctuelle. On pourra également calculer la surface des polygones à l'aide d'une délimitation GPS.



En rouge, des berges d'étang exondées, milieux favorables au développement de l'habitat (échelle 1/1 000e).

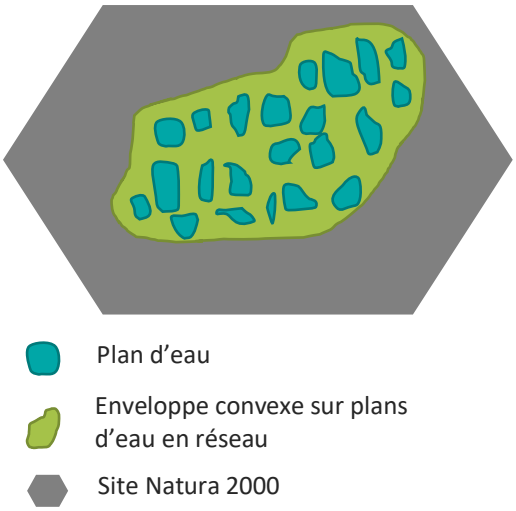


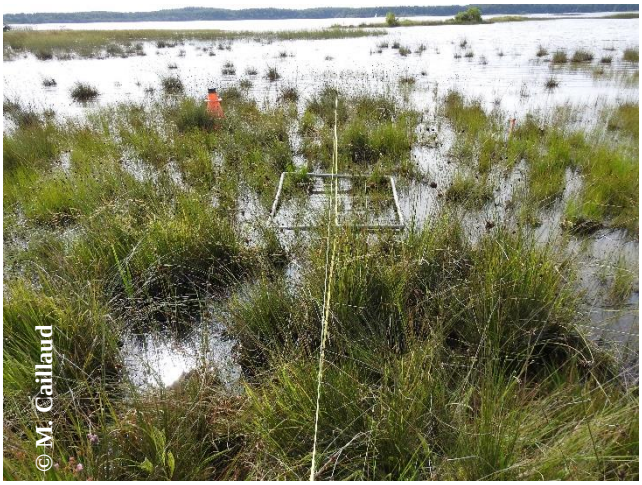
Schéma d'approche en réseau de mares à l'échelle du site Natura 2000.

La photo-interprétation semble simple à effectuer lorsque les gazons se retrouvent au bord de grandes pièces d'eau types lacs, étangs, etc. On pourra choisir ce mode d'évaluation sous réserve d'avoir accès à différentes

orto-photographies prises durant l'optimum de végétation d'une année sur l'autre (idéalement six ans d'intervalle). Pour les polygones connectés en réseau, on conservera la même approche que celle préconisée par Charles et Viry (2015) pour les MTM. Un réseau sera défini comme contenant plus de 50 polygones, de surface inférieure à 20 m² et de moins de 1 m de profondeur. Dans ce cas, la surface évaluée sera la surface du polygone convexe à l'ensemble des polygones contenus dans le réseau. Notons que cette configuration reste exceptionnelle dans le cas des gazons oligotrophes à méso-eutrophes.

Méthode 2 : outre la photo-interprétation, l'évaluation peut également se faire via comparaison de données surfaciques (présentes dans les DOCOB par exemple), ou encore à partir de cartographies effectuées à différentes dates, dont les surfaces peuvent être extraites sous SIG. Néanmoins, les valeurs extraites doivent faire l'objet d'une vérification compte tenu de la nature plus ou moins fiable de ces données.

Méthode 3 : on peut également suivre l'évolution de surface sur plusieurs transects répartis sur les berges d'étangs ou mares à l'échelle du site, sélectionnées aléatoirement. Cette modalité ne pourra être appliquée que si l'habitat couvre plus de 50 % du site Natura 2000. Le CBNSA met déjà en place ce type de dispositif sur les gazons, en comparant la fréquence des espèces le long de transects fixes tous les six ans, où un certain nombre de quadrats sont répartis afin de relever toutes les espèces présentes (Lefouler, 2011).



Transect, quadrat et aquascope sur les berges des étangs arrière-littoraux de Nouvelle-Aquitaine, afin de relever la fréquence des espèces et suivre leur évolution tous les six ans.

Autres méthodes : le suivi de l'évolution de surface à l'échelle du site Natura 2000 peut également s'envisager par comparaison de photographies aériennes prises en ULM ou encore via l'utilisation de drones qui fournissent aujourd'hui des images ortho-rectifiées, c'est-à-dire des images corrigées, comme si elles avaient été prises à la verticale.

Recommandations : l'évaluation de ce paramètre est délicate. Les conditions climatiques doivent être comparables lorsque l'on mesure l'évolution de surface d'une année à une autre, au regard de la grande variabilité des habitats et de leur dépendance vis-à-vis de la pluviométrie. L'estimation de la surface couverte présente des marges d'erreur importantes (liées à la méthode et au biais observateur) (Charles et Viry, 2015). L'habitat doit pouvoir être délimité précisément. Un biais possible de la méthode sous SIG est la différence de qualité entre deux ortho-photographies. L'évaluation dépend également de leur disponibilité. La comparaison entre deux ortho-photographies à période identique peut ne pas être possible d'une année sur l'autre. L'idéal serait ici de pouvoir obtenir deux ortho-photographies prises en août/septembre, période optimale de

développement de ces végétations (en grandes étendues d'eau). Les surfaces couvertes peuvent également être faibles et leur estimation rendue difficile. Le biais doit être évalué pour toutes les modalités d'application de l'indicateur. Une étude pilote doit être conduite pour la photo-interprétation, mais aussi pour l'estimation du biais lié aux cartographies d'habitat (avec par exemple une vérification sur le terrain), aux données surfaciques présentes dans les DOCOB, etc. Il s'agira d'abord dévaluer le biais lié aux différentes modalités avant de fixer le seuil à partir duquel on considère que l'habitat est en régression à l'échelle du site Natura 2000. Si la méthode du suivi de transects est choisie, l'utilisation d'un aquascope est conseillée pour les végétations constamment immergées.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Surface couverte par l'habitat	Fonctionnement général, perspectives, pérennité de l'habitat et des espèces, dynamique de l'habitat	Site	Progression Stabilité	0
			Régression	-10

En fonction des données surfaciques exploitables et de la configuration de l'habitat, on préfèrera utiliser soit l'évolution de surface couverte par l'habitat à l'échelle du site Natura 2000, soit l'évolution du nombre de pièces d'eau dans lesquelles l'habitat est présent. Cette méthode est notamment à préférer lorsque l'habitat est très fragmenté, ou encore lorsque les communautés en présence ne s'exondent pas (exemple de *l'Isoeto lacustris-Sparganietum borderei*).

Méthode 1 : une méthode consiste à effectuer un inventaire des plans d'eau entre deux années et à comparer les deux inventaires, afin d'identifier si le nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent est en augmentation ou en diminution (lorsqu'aucune donnée antérieure n'est disponible). Pour ce faire, une photo-interprétation prélable à un passage de terrain, afin de vérifier la présence de l'habitat au sein de la pièce d'eau, est conseillée. De manière générale, l'utilisation de plusieurs couches est recommandée afin de pré-localiser les pièces d'eau où l'habitat est potentiellement présent. Un exemple de couches exploitables est fourni dans le tableau ci-dessous. Elles sont exploitables sous Qgis, Arcgis, etc. Le maillage de 2 500 m x 500 m est préconisé car bien adapté à l'exercice de photo-interprétation. Le maillage permet de prendre du recul par rapport au tracé des contours des entités. L'échelle recommandée pour le tracé des contours des entités via photo-interprétation est, elle, comprise entre 1/2 000^{e} et 1/1 000^{e}. En-dessous, le tracé risque d'être imprécis. Au-dessus, la qualité des entités est généralement très faible.

Méthode 2 : il est également possible de comparer les cartographies d'habitat sous SIG, les données disponibles dans les DOCOB, etc.

Recommandations : les conditions climatiques doivent être comparables lorsque l'on mesure l'évolution du nombre de pièces d'eau d'une année à une autre au regard de la grande variabilité des habitats et de leur dépendance vis-à-vis de la pluviométrie. Le repérage par photo-interprétation peut s'avérer inexhaustif en contexte forestier.

Exemples de couches exploitables sous SIG afin de procéder au pré-repérage des pièces d'eau.

Couche	Source	Utilité
SCAN 25®	©IGN	Repérage de la topographie, des toponymes et des mares
BD ORTHO®	©IGN	Repérage des différents faciès de végétation, des indices de remontées de nappe, des étangs, des mares, etc.
Bing Aerial®	©Microsoft Corporation	Complément au repérage des mares forestières
Limites des sites Natura 2000 (ZSC et ZPS)	MNHN	Cadrage géographique
Grille de maille 2 500 m x 500 m		Aide à la progression de la photo-interprétation et vérification des mailles

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Surface couverte par l'habitat	Fonctionnement général, perspectives, pérennité de l'habitat et des espèces, dynamique de l'habitat	Site	Progression Stabilité	0
			Régression	-10

Paramètre « Structures et fonctions »

L'article 1 de la DHFF stipule que pour qu'un habitat soit en bon état de conservation, sa structure et ses fonctions ne doivent pas être altérées et doivent être pérennes (Conseil de la CEE, 1992).

Les structures peuvent être définies comme les composantes physiques de l'habitat, souvent représentées par les espèces végétales (ligneux, hélophytes, etc.) (Evans et Arvela, 2011). Elles décrivent la complexité de l'habitat en prenant en compte les dimensions des individus, mais aussi les relations spatiales des individus entre eux (Bensettiti et al., 2012). Associées à la composition, elles constituent les caractéristiques biotiques de l'habitat (Maciejewski et al., 2016).

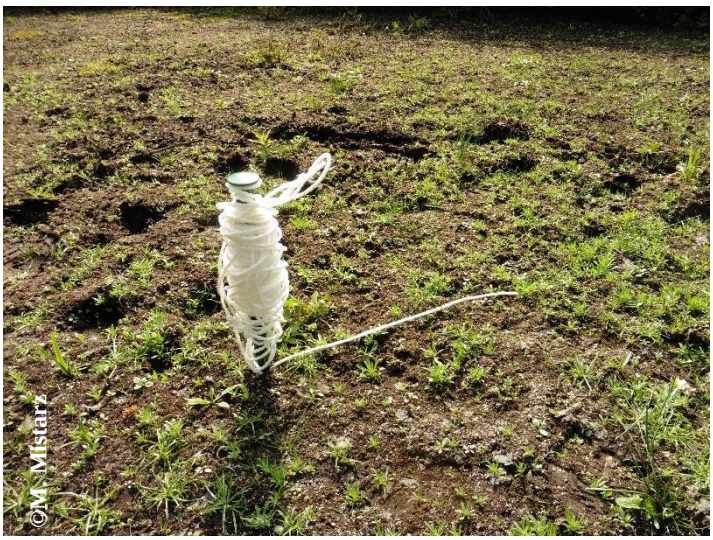
Les fonctions de l'écosystème correspondent aux processus écologiques qui peuvent prendre place à différentes échelles spatiales et temporelles, propres à chaque habitat (Evans et Arvela, 2011). Ces processus sont organisés autour de flux internes (eau, nutriments, etc.) et de processus de transformation des composants organiques, biogéochimiques, physiologiques, etc. (Bensettiti et al., 2012). Les fonctions résultent de l'interaction entre tous les compartiments de l'habitat, qu'ils soient biotiques ou abiotiques (Maciejewski et al., 2016).

L'évaluation des structures et fonctions de l'habitat passe soit par l'évaluation des composantes en elles-mêmes (couverture du sol, par exemple), soit par le biais d'espèces indicatrices d'un « bon » ou d'un « mauvais » fonctionnement écologique (Viry, 2013). Les indicateurs biologiques fournissent des évaluations plus compréhensibles et précises de l'état de conservation (Lumbreras et al., 2016). Les plantes sont les plus sensibles aux perturbations, c'est pourquoi elles sont très représentées en tant qu'indicateurs. Leur composition est à la fois influencée par la qualité de l'eau et le régime hydrologique.

Description des indicateurs

Présence de sol nu

Les gazons oligotrophes à méso-eutrophes des *Littorelletea uniflorae* et des *Juncetea bufonii* sont constituées de communautés pionnières. La présence de sol nu est une caractéristique de ces habitats, qu'ils soient exondés ou constamment immergés. Les forts recouvrements de végétation, synonymes de fermeture du milieu, caractérisent les états altérés, voire dégradés.



Placette circulaire délimitée grâce à un piquet et une corde sur une communauté de l'*Eleocharition soloniensis*. On note la présence de sol nu.

Méthode : il s'agit de relever la présence de sol nu à l'échelle de la placette. On choisira une placette de 1 à 10 m² en fonction de la physionomie de la végétation. La placette doit être représentative du polygone d'habitat et homogène sur le plan floristique. Les bordures du polygone seront évitées. La forme de la placette sera adaptée à la forme du polygone (circulaire, carrée, rectangulaire, etc.). On pourra subdiviser la placette en placettes plus petites, le cas échéant, afin de faciliter l'observation. L'indicateur doit être relevé à l'optimum du développement de ces végétations (juillet pour les mares et mouillères, août/septembre pour les grandes étendues d'eau). Dans le cas des gazons qui s'exondent, on veillera à attendre la phase exondée pour faire le relevé.

Recommandations : pour les végétations constamment immergées, l'utilisation d'un aquascope est conseillée.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Couverture du sol	Typicité structurale, perspectives, pérennité de l'habitat et des espèces, dynamique de l'habitat	Placette	Oui	0
			Non	-20

Nombre d'espèces déstructurantes

Les espèces déstructurantes ont la capacité de modifier les caractéristiques de l'habitat, notamment physiques (Charles et Viry, 2015). Ces espèces sont pour la plupart cespiteuses et ont un fort pouvoir colonisateur. Elles englobent toutes les espèces ligneuses, certaines espèces exotiques envahissantes (EEE) et d'autres espèces jugées comme déstructurantes (*Schoenoplectus lacustris*, par exemple). Une liste d'espèces déstructurantes a été établie, à partir des listes d'EEE et l'expérience de terrain. Cette liste a été validée par les experts et est disponible à la fin du guide. Pour aller plus loin, on définit souvent une EEE de la sorte : « *Une espèce exotique envahissante est une espèce allochtone dont l'introduction par l'Homme (volontaire ou fortuite), l'implantation et la propagation menacent les écosystèmes, les habitats ou les espèces indigènes avec des conséquences écologiques ou économiques ou sanitaires négatives* » (IUCN, 2000 ; McNeely, 2001 ; McNeely et al., 2001). L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) considère que les EEE représentent une cause majeure de perte de biodiversité dans le monde. Elles peuvent être considérées comme un facteur de dégradation de la qualité des habitats aquatiques et humides (Brundu, 2015). Elles peuvent altérer le fonctionnement hydrologique, les cycles biogéochimiques et la composition biologique des écosystèmes, causer des pertes et dégradations à tous les niveaux de l'organisation biologique, des gènes aux populations, avec des effets en cascade sur l'écosystème entier (Vilà et Garcia-Berthou, 2010). Leur suivi fait partie intégrante de l'évaluation de l'état de conservation des habitats car leur présence peut perturber tout l'écosystème et induire un changement profond de la nature de l'habitat (Charles et Viry, 2015). De par leur définition, elles sont très compétitives et peuvent porter atteintes aux communautés caractéristiques des habitats plus spécialisées. Mais les EEE ont aussi un coût. Par exemple, le contrôle de la Jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*) sur la rivière Guadiana en Espagne en 2009 a été estimé à 6.7 M€ (Andreu et al., 2009). À noter que toutes les EEE ne sont pas considérées comme déstructurantes pour l'habitat. En effet, certaines espèces peuvent se maintenir dans le temps, sans porter préjudice aux structures et fonctions de l'habitat considéré. Certaines EEE peuvent accomplir des fonctions similaires aux espèces indigènes sans pour autant les concurrencer (Sirvent, 2017). En revanche, certaines espèces à fort pouvoir colonisateur ou à capacité accrue de modifications du fonctionnement hydrologique ou physico-chimique ont été incluses. *Phragmites australis*, par exemple, est un hélophyte favorisant la floculation des vases, donc l'envasement. Il peut également poser des problèmes d'ombrage envers ces végétations héliophiles.

Lindernia dubia, EEE au niveau régional souvent présente sur cet habitat.

Méthode : le dénombrement des espèces déstructurantes est effectué sur la même placette ayant servi au dénombrement des espèces eutrophiles, via relevé floristique, au même moment.

Recommandations : précaution doit être faite de bien relever le nombre d'espèces déstructurantes, et non le nombre de pieds. De plus, la placette devra être de taille suffisante afin d'être représentative de la répartition des ligneux à l'échelle du polygone. La liste proposée à la fin du guide est non exhaustive et peut être complétée par l'opérateur, si cela est jugé nécessaire. Pour les végétations constamment immergées, l'utilisation d'un aquascope est recommandée. Les ligneux situés en marge du polygone ne seront pas pris en compte.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Composition floristique	Capacité de résilience, qualité et fonctionnement de l'habitat	Placette	< 4	0
			4-5	-10
			> 5	-20

Évolution du recouvrement des algues filamenteuses (malus)

L'apparition d'algues filamenteuses peut témoigner d'une augmentation du niveau trophique et, à terme, d'une disparition de l'habitat (Mroz, 2013). Elles augmentent la turbidité et privent la végétation caractéristique d'oxygène et de lumière, paramètres nécessaires à leur développement (Scheffer, 2001). L'indicateur étant difficilement applicable sur les végétations constamment immergées, il ne sera relevé que sur les les végétations exondées. L'absence d'algues filamenteuses ne traduit pas d'un mauvais état de conservation de l'habitat. L'indicateur est fortement dépendant des conditions climatiques. L'année 2017 a, par exemple, connu de fortes périodes de chaleur au mois de juin, ce qui a favorisé les blooms d'algues durant l'été. C'est pourquoi la mesure de l'évolution doit être effectuée lors de deux années où les conditions climatiques sont comparables.

Méthode : les gazons exondés atteignant leur développement optimal en phase d'assèchement, seules les algues filamenteuses relevées en période d'assec sont à prendre en compte à l'échelle de la même placette ayant servi aux dénombrements des espèces déstructurantes et l'observation de sol nu. Le relevé sera effectué au même moment. Si le recouvrement des algues filamenteuses était connu antérieurement, on pourra ainsi calculer l'indicateur, à conditions climatiques comparables. Sinon, il s'agira de relever la donnée l'année suivante.

Recommandations : les informations portées par les algues filamenteuses étant mal connues, on veillera à bien mesurer l'évolution du recouvrement à conditions climatiques comparables. Dans les lacs au sens large, il existe une succession naturelle et saisonnière au niveau des différents blooms d'algues (diatomées, algues vertes et cyanobactéries). Selon le niveau trophique du plan d'eau (oligotrophe, mésotrophe ou eutrophe), les communautés dominantes sur l'année ne seront pas les mêmes (diatomées pour les lacs oligotrophes, cyanobactéries pour les lacs eutrophes).

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Note
Composition floristique	Eutrophisation, fonctionnement général, pérennité de l'habitat	Placette	Progression	-10

Paramètre « Altérations »

Les activités humaines peuvent porter atteinte aux structures et au fonctionnement de l'habitat. Elles peuvent également engendrer une régression de sa surface. Dans les deux paramètres précédents, il a été essayé de prendre en compte les atteintes d'origine anthropique à travers divers indicateurs. Cependant, certaines perturbations ne peuvent être incluses. C'est pourquoi un paramètre « Altérations » est pris en compte.

Le paramètre est évalué au travers de deux indicateurs présentés ci-dessous de manière analogue à ce qui a été élaboré dans les diverses études antérieures du MNHN sur l'évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle des sites Natura 2000.

Description des indicateurs

Recouvrement des atteintes quantifiables en surface

Méthode : il s'agit d'estimer, à l'échelle du polygone, les atteintes visibles dont l'impact peut être quantifié en surface. Une liste d'atteintes potentiellement présentes sur ces habitats est disponible ci-dessous. Cette dernière a été établie via expérience de terrain. À chaque atteinte et seuil de surface associé sont attribués des points. C'est la somme des points correspondant aux atteintes relevées au niveau du polygone d'habitat qui donne la valeur de l'indicateur. Sur le terrain, les atteintes sont relevées à l'échelle du polygone d'habitat ou de l'écocomplexe, le cas échéant. Une estimation visuelle du recouvrement de la surface impactée est effectuée. Les points correspondants sont alors sommés afin d'obtenir la valeur de l'indicateur.

Labour par les sangliers

Décharge

Exemples d'atteintes dont l'impact peut être quantifié en surface potentiellement retrouvées sur ces habitats.

Liste des atteintes quantifiables en surface pouvant être relevées sur les gazons oligotrophes à méso-eutrophes.

Atteintes quantifiables (polygone/écocomplexe)	Points
Passage de quads, piétinement dû à la fréquentation (< 50 %)	1
Passage de quads, piétinement dû à la fréquentation (> 50 %)	2
Artificialisation des berges	2
Passage d'engins lourds	2
Dépôts de matériaux/décharge	2
Extraction de matériaux	2
Plantations en périphérie	1
Plantations au centre	2
Incendies	1
Drains	1
Bois mort	1
Passage de sangliers (> 80 %)	1

Recommandations : la liste établie est non exhaustive et peut être complétée par l'opérateur, le cas échéant.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Atteintes lourdes	Fonctionnement général, connectivité, capacité de résilience	Polygone/écocomplexe	Somme des points = 0	0
			Somme des points = 1	-10
			Somme des points = 2	-20
			Somme des points ≥ 3	-30

Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface

Les atteintes diffuses à l'échelle du site ou bassin versant peuvent influencer indirectement la structure et le fonctionnement de l'habitat, et ainsi impacter son état de conservation sur le long terme. Ce sont des atteintes dont l'impact ne peut être quantifié en surface.

Méthode : une liste non exhaustive d'atteintes diffuses est présentée ci-dessous. Elle a été établie via recherches bibliographiques, l'expérience de terrain, puis validée par les experts. Il s'agit d'estimer l'impact de toutes les atteintes réunies sur l'état de conservation de l'habitat.

Atteintes difficilement quantifiables en surface
Activités nautiques
Drainage, assèchement
Stabilisation du niveau d'eau, soutien d'étiage
Activités de pompage sur le site, extraction de matériaux
Rejets ponctuels, pollutions
Pisciculture intensive
Présence d'EEE faunistiques (hors pisciculture)
Chaulage
Agriculture avec usage d'intrants
Talus érosif

En ce qui concerne l'atteinte « Présence d'EEE faunistiques (hors pisciculture) », une liste d'EEE potentiellement retrouvées au sein des habitats des eaux dormantes est proposée à la fin du guide.

Recommandations : la liste est non exhaustive et pourra être complétée par l'opérateur.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Atteintes diffuses	Fonctionnement général, pérennité, capacité de résilience	Site	Impact négligeable ou nul	0
			Impact moyen	-10
			Impact fort	-20

Pour aller plus loin

Piézomètre sur le site « Étangs et mares de la Capelle ».

La méthode proposée se base essentiellement sur des indicateurs biologiques qui fournissent des évaluations plus compréhensibles et précises de l'état de conservation que des indicateurs de fonctionnement hydrologique, ou encore de qualité de l'eau. De manière générale, les indicateurs de qualité de l'eau sont très variables dans le temps et l'espace selon qu'ils sont mesurés le matin ou l'après-midi, par temps ensoleillé ou pluvieux, etc. Cependant, la pose d'un ou plusieurs piézomètres à l'échelle d'un site Natura 2000 est une manœuvre incontournable si l'on souhaite surveiller l'état de conservation des habitats aquatiques et humides. Les piézomètres automatiques permettent d'avoir accès à un grand nombre de données par année et de mettre en évidence des tendances.

La grille d'évaluation est une proposition d'indicateurs que les opérateurs peuvent s'approprier (notamment via l'adaptation des listes d'espèces). Les retours d'expérience sont nécessaires afin d'ajuster la méthode. C'est pourquoi une fiche de retour est proposée à la fin du guide. Cette fiche est destinée aux opérateurs qui souhaitent évaluer l'état de conservation des gazons oligotrophes à méso-eutrophes au sein de leur site d'étude.

Listes d'espèces utiles à l'évaluation

Liste d'espèces déstructurantes susceptibles d'être rencontrées sur cet habitat (tous les ligneux sont à prendre en compte)

Nom scientifique
Azolla filiculoides Lam.
Bidens frondosa L.
Campylopus introflexus (Hedw.) Brid.
Carex acutiformis Ehrh.
Carex elata All.
Carex riparia Curtis
Cladium mariscus (L.) Pohl
Cyperus eragrostis Lam.
Egeria densa Planch.
Elodea canadensis Michx.
Elodea nuttallii (Planch.) H.St.John
Erigeron canadensis L.
Erigeron sumatrensis Retz.
Glyceria fluitans (L.) R.Br.
Glyceria maxima (Hartm.) Holmb.
Glyceria striata (Lam.) Hitchc.
Hydrocotyle ranunculoides L.f.
Juncus tenuis Willd.
Lagarosiphon major (Ridley) Moss
Lindernia dubia (L.) Pennell
Ludwigia grandiflora (Michx.) Greuter & Burdet
Ludwigia peploides (Kunth) P.H.Raven
Nuphar lutea (L.) Sm.
Nymphaea alba L.
Panicum capillare L.
Panicum dichotomiflorum Michx.
Phragmites australis L.
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla
Sparganium erectum L.
Typha angustifolia L.
Typha latifolia L.
Vallisneria spiralis L.
Veronica peregrina L.

Liste d'EEE faunistiques susceptibles d'être rencontrées à l'échelle du site Natura 2000

Nom scientifique	Nom commun
Ameiurus nebulosus (Lesueur, 1819)	Poisson-chat
Carassius auratus auratus (Linnaeus, 1758)	Poisson rouge
Corbicula fluminalis (O.F. Müller, 1774)	Corbicule striolée
Corbicula fluminea (O.F. Müller, 1774)	Corbicule asiatique
Corbicula leana Prime, 1867	Corbicule japonaise
Ctenopharyngodon idella (Valenciennes, 1844)	Amour blanc
Cyprinus carpio Linnaeus, 1758	Carpe commune
Dreissena polymorpha (Pallas, 1771)	Moule zébrée
Lepomis gibbosus (Linnaeus, 1758)	Perche-soleil
Lithobates catesbeianus (Shaw, 1802)	Grenouille taureau
Myocastor coypus (Molina, 1782)	Ragondin
Faxonius limosus (Rafinesque, 1817)	Écrevisse américaine
Oxyura jamaicensis (Gmelin, 1789)	Érismature rousse
Pachychilon pictum (Heckel & Kner, 1858)	Épirine lippue
Pacifastacus leniusculus (Dana, 1852)	Écrevisse de Californie
Potamopyrgus antipodarum (J. E. Gray, 1843)	Hydrobie des antipodes
Procambarus clarkii (Girard, 1852)	Écrevisse de Louisianne
Proterorhinus semilunaris (Heckel, 1837)	Gobie demi-lune
Pseudorasbora parva (Temminck & Schlegel, 1846)	Pseudorasbora
Salvelinus namaycush (Walbaum, 1792)	Truite de lac d'Amérique
Sander lucioperca (Linnaeus, 1758)	Perche-brochet
Silurus glanis Linnaeus, 1758	Silure glane
Trachemys scripta (Schoepff, 1792)	Tortue de Floride
Xenopus laevis (Daudin, 1803)	Xénope lisse

Fiche de terrain pour l'évaluation de l'état de conservation des gazons oligotrophes à méso-eutrophes (UE 3130) et ajustement de la méthode proposée

Merci de retourner cette fiche à l'adresse suivante : margaux.mistarz@mnhn.fr

Site Natura 2000	IDPolygone	Date	Auteur(s)	Localisation	Coordonnées GPS	Projection	N° photos

Habitat cartographié (oui/non)	Habitat déterminé (oui/non)

Relevés effectués		
Site	**Polygone/écocomplexe**	**Placette**
Évolution de la surface couverte ❑	**Atteintes lourdes ❑**	**Évolution du recouvrement des algues filamenteuses (malus) ❑**
Évolution du nombre de pièces d'eau ❑		**Présence de sol nu ❑**
Atteintes diffuses ❑		**Nombre d'espèces déstructurantes ❑**

Relevés à l'échelle du polygone

Atteintes à l'échelle du polygone	Surface impactée (% du polygone)	Points associés

Observations/commentaires :

Relevés à l'échelle de la placette

Présence de sol nu
Méthode utilisée :
Résultat :

Observations/commentaires :

Nombre d'espèces déstructurantes
Méthode utilisée :
Espèce(s) déstructurante(s) contactée(s) :
Résultat :

Observations/commentaires :

Évolution du recouvrement des algues filamenteuses (malus)	
Si données antérieures	**Si données antérieures non disponibles**
Recouvrement année 1 :	Recouvrement :
Recouvrement année 2 :	
Conclusion :	

Observations/commentaires :

Relevés à l'échelle du site

Évolution de la surface couverte
Méthode utilisée :
Résultat année 1 :
Résultat année 2 :

Justification du choix de l'indicateur et de la méthode :

Observations/commentaires :

Évolution du nombre de pièces d'eau
Méthode utilisée :
Résultat année 1 :
Résultat année 2 :

Justification du choix de l'indicateur :

Observations/commentaires :

Atteintes diffuses à l'échelle du site
Liste des atteintes

Des idées/problèmes/solutions/modifications

Bibliographie

Andreu J., Vilà M. & Hulme P.E., 2009. - An Assessment of Stakeholder Perceptions and Management of Noxious Alien Plants in Spain. *Environmental Management* 43**(6)**: 1244–1255

Angiolini C., Viciani D., Bonari G. & Lastrucci L., 2016. - Habitat conservation prioritization: A floristic approach applied to a Mediterranean wetland network. *Plant biosystems* : 1–15

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

Bensettiti F., Puissauve R., Lepareur F., Touroult J. & Maciejewski L., 2012. - Évaluation de l'état de conservation des habitats et espèces d'intérêt communautaire. Guide méthodologique. DHFF article 17. 2007-2012. Version 1. Rapport SPN 2012-27. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle. 76p.

Bensettiti F. & Puissauve R., 2015. - Résultats de l'état de conservation des habitats et des espèces dans le cadre de la directive Habitats-Faune-Flore en France. Rapportage "Article 17". Période 2007-2012. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle. 204p.

Brundu G., 2015. - Plant invaders in European and Mediterranean inland waters: profiles, distribution, and threats. *Hydrobiologia* 746**(1)**: 61–79

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.

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

De Foucault B., 2010. - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Littorelletea uniflorae* Braun-Blanq. & Tüxen *ex* Westhoff, Dijk, Passchier & Sissingh 1946. *Journal Botanique de la Société Botanique de France* 52 : 43-78

De Foucault, 2013a. - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Isoëtetea velatae* de Foucault 1988 et les *Juncetea bufonii* de Foucault 1988 ("*Isoëto-Nanojuncetea bufonii*"). *Journal Botanique de la Société Botanique de France* 62 : 35-70

De Foucault, 2013b. - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Isoëtetea velatae* de Foucault 1988 et les *Juncetea bufonii* de Foucault 1988 ("*Isoëto-Nanojuncetea bufonii*"). *Journal Botanique de la Société Botanique de France* 63 : 63-109

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.

Gaudillat V., Argagnon O., Bensettiti F., Bioret F., Boullet V., Causse G., Choisnet G., Coignon B., de Foucault B., Delassus L., Duhamel F., Fernez Th., 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.

International Union for Conservation of Nature, 2000. - Guidelines for the prevention of biodiversity loss due to biological invasion. 15p.

Lefouler A. & Blanchard F., 2011 - Méthodologie d'évaluation et de suivi de l'état de conservation des lagunes du plateau landais et première lecture d'un échantillon de 86 lagunes. Vol. 1 : méthodologie et premiers résultats. Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique, Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Aquitaine. 38p.

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., 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

McNeely J.A. (Editor), 2001. - The Great Reshuffling: Human Dimensions of Invasive Alien Species. International Union for Conservation of Nature. 242p.

McNeely J.A., Mooney H.A., Neville L.E., Schei P. & Waage J.K. (Editors), 2001. - Global Strategy on Invasive Alien Species. International Union for Conservation of Nature. 50p.

Miedziejewski A., 2017. - Évaluation de l'état de conservation des eaux dormantes d'intérêt communautaire : - « Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses (*Littorelletalia uniflorae*) » (UE 3110) - *« Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des Littorelletea uniflorae et/ou des Isoeto-Nanojuncetea* » (UE 3130). Unité Mixte de Service 2006 Patrimoine naturel/Muséum national d'Histoire naturelle. 50p.

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.

Mroz W., 2013. - Monitoring of natural habitats. Methodological guide for 5 natural habitats: 3110, 6210, 6520, 7230 and 9180. GIOŚ. 97p.

Office National des Forêts, 2013. - Guide des zones humides forestières. Département Isère. 73p.
Scheffer M., 2001. - Alternative Attractors of Shallow Lakes. *The Scientific World* 1: 254–63

Sirvent L., 2017. - Evaluer l'état de conservation des habitats dunaires méditerranéens d'intérêt communautaire : 2110, dunes mobiles embryonnaires ; 2120, dunes mobiles du cordon littoral à *Ammophila arenaria* (dunes blanches) ; 2210, dunes fixées du littoral du *Crucianellion maritimae*. A l'échelle d'un site Natura 2000 : La Grande Maïre, Portiragnes (Hérault). Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles. 53p.

Vilà M. & García-Berthou E., 2010. - Monitoring Biological Invasions in Freshwater Habitats. 91–100 in Hurford C., Schneider M. & Cowx I.G. *Conservation monitoring in freshwater habitats: a practical guide and case studies*. Ed. Springer. 410p.

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.

UMS 2006 Patrimoine Naturel
Muséum national d'Histoire naturelle
CP41, 36, rue Geoffroy Saint-Hilaire
75005 Paris
patrinat.mnhn.fr

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT
www.afbiodiversite.fr

www.cnrs.fr

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
www.mnhn.fr

UMS PATRIMOINE NATUREL
CENTRE D'EXPERTISE ET DE DONNÉES
AFB • CNRS • MNHN

État de conservation des « Eaux oligo-mésotrophes calcaires avec végétation benthique à *Chara* spp. » (UE 3140)

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

© M. Mistarz

UNITE MIXTE DE SERVICE

PATRIMOINE NATUREL

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

www.afbiodiversite.fr

www.cnrs.fr

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

www.mnhn.fr

Nom du Programme/Projet : **développement des méthodes d'évaluation sur les 14 différents habitats aquatiques et humides de la Directive Habitats**

Convention :

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

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

Vacataire : **Manon Latour** (manon.latour@mnhn.fr)

Experts mobilisés : **R. Coulombel (CBNBl), M. Liron, L. Ferreira (CBNBP)**

Relecture : **Farid Bensettiti**

Référence du rapport conseillé : **Mistarz M. & Latour M., 2019. État de conservation des habitats des « Eaux oligo-mésotrophes calcaires avec végétation benthique à *Chara* spp. » (UE 3140). Guide d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. UMS PatriNat – AFB/CNRS/MNHN. 27p.**

L'UMS Patrimoine naturel - PatriNat

Centre d'expertise et de données sur la nature

Depuis janvier 2017, l'Unité Mixte de Service 2006 Patrimoine naturel assure des missions d'expertise et de gestion des connaissances pour ses trois tutelles, que sont le Muséum national d'Histoire naturelle, l'Agence française pour la biodiversité et le CNRS.

Son objectif est de fournir une expertise fondée sur la collecte et l'analyse de données de la biodiversité et de la géodiversité, et sur la maitrise et l'apport de nouvelles connaissances en écologie, sciences de l'évolution et anthropologie. Cette expertise, fondée 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

Directeur : Jean-Philippe SIBLET
Directeur adjoint en charge du centre de données : Laurent PONCET
Directeur adjoint en charge des rapportages et de la valorisation : Julien TOUROULT

Inventaire National du Patrimoine Naturel

Porté par l'UMS Patrimoine naturel, 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 SINP et de l'Observatoire National de la Biodiversité.

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 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

Les eaux oligo-mésotrophes calcaires avec végétation benthique à *Chara* spp. (UE 3140)

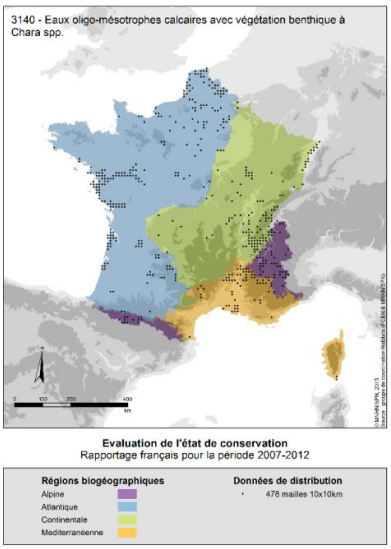
Herbier à *Chara major* en grande étendue d'eau.

L'habitat se distingue nettement des habitats précédents de par sa composition floristique. Il est caractérisé par une masse d'eau oligotrophe à mésotrophe, avec présence d'algues charophytes des genres *Chara* et *Nitella* (Gaudillat et al., 2018). Les Characées sont des algues macroscopiques fixées au substrat par des rhizoïdes. Ces dernières prélèvent les nutriments directement dans l'eau. Elles contribuent ainsi à l'amélioration de la qualité de l'eau, à diverses profondeurs. Ces algues constituent un des groupes les plus apparentés aux plantes terrestres. Elles se reproduisent à la fois par voies sexuée et asexuée. La végétation appartient aux ordres des *Nitelletalia flexilis* et des *Charetalia hispidae* (Felzines et Lambert, 2012). Les communautés du *Charetum conniventis* (*Charetalia canescentis*) se trouvant en eaux douces sont également à prendre en compte. La végétation est héliophile, oligotrophe à mésotrophe, et se développe dans des eaux calmes, de couleur bleu-vert, bien oxygénées, généralement riches en bases dissoutes (Bensettiti et al., 2002). Le genre *Chara* est généralement associé aux systèmes calcaires (calciphile), le genre *Nitella* aux systèmes plus acides (calcifuge). Très sensible aux pollutions, la végétation est très dépendante des facteurs physico-chimiques tels que la profondeur, le niveau trophique, la luminosité ou encore la variation de pH. Les Characées forment souvent des peuplements monospécifiques et sont observables du début de printemps à l'automne. Elles ont un caractère fondamentalement pionnier, colonisent des milieux aquatiques récents, remaniés par les crues et soumis à des fluctuations du niveau d'eau (périodiques ou cycliques), avec parfois assèchement temporaire (Felzines et Lambert, 2012).

L'habitat est présent sur 259 sites Natura 2000 en France, répartis sur l'ensemble du territoire. On le retrouve en bordure ou au fond des mares, étangs, lacs, gravières, annexes fluviales, réservoirs, canaux, fossés, etc.

L'habitat est décliné en deux habitats élémentaires (Bensettiti et al., 2002) ; « Communautés à Characées des eaux oligo-mésotrophes basiques » (UE 3140-1) et « Communautés à Characées des eaux oligo-mésotrophes faiblement acides à alcalines » (UE 3140-2).

L'habitat peut se retrouver en contact avec des communautés aquatiques enracinées du *Potamion pectinati* (UE 3150), du *Nymphaeion albae* et du *Ranunculion aquatilis*, des végétations de bords de plans d'eau des *Littorelletea uniflorae* et des *Isoeto-Nanojuncetea* (UE 3110, UE 3130), des végétations de tourbières basses



Distribution de l'habitat (UE 3140) sur le territoire métropolitain.

alcalines (UE 7230), des roselières, cariçaies, cladiaies, etc. L'habitat est souvent monospécifique mais peut se retrouver en mosaïque avec des communautés annuelles. Il constitue alors un habitat de transition vers des communautés à phanérogames. Les végétations fermées constituent une phase optimale à laquelle succède l'établissement des groupements phanérogamiques. Cette phase de colonisation commence par un établissement des végétaux du genre *Myriophyllum* ou encore *Ceratophyllum*. Un équilibre est cependant possible entre espèces de phanérogames et Characées. Mais la dynamique spontanée élimine peu à peu les Characées, du fait de la forte compétitivité des espèces des genres *Potamogeton, Ceratophyllum* et *Myriophyllum*.

Les résultats du rapportage 2007-2012 font état d'un état de conservation « défavorable inadéquat » pour cet habitat dans les domaines alpin, atlantique et continental (manque de données concernant le paramètre « Structure et fonctions » pour le domaine alpin, comme décrit dans le tableau ci-dessous) (Bensettiti et Puissauve, 2015).

Résultats du rapportage 2007-2012 sur l'état de conservation de l'habitat (UE 3140) pour les domaines alpin, atlantique et continental.

Code UE	Aire de répartition	Surface	Structure et fonctions	Perspectives futures	État de conservation
3140	Favorable	Défavorable inadéquat	Défavorable inadéquat (manque de données pour le domaine alpin)	Défavorable inadéquat	Défavorable inadéquat

Il en est de même pour le domaine méditerranéen.

Résultats du rapportage 2007-2012 sur l'état de conservation de l'habitat (UE 3140) pour le domaine méditerranéen.

Code UE	Aire de répartition	Surface	Structure et fonctions	Perspectives futures	État de conservation
3140	Favorable	Favorable	Défavorable inadéquat	Défavorable inadéquat	Défavorable inadéquat

Les principales menaces qui pèsent sur cet habitat sont l'agriculture, l'urbanisation, l'eutrophisation, l'envasement, le développement des hélophytes, l'endiguement, le drainage, l'enrochement, le comblement progressif naturel, les travaux d'entretien des mares et étangs (curage par exemple), ou encore le changement climatique.

Grille d'évaluation de l'état de conservation

On se réfèrera à la méthode proposée par le CBN de Bailleul (Prey et Hauguel, 2014). Des lancers de grappin répétés permettent d'avoir une vision non biaisée de la composition dans ce genre d'habitats, notamment en grandes étendues d'eau. Au sein de cet écocomplexe, il est proposé d'effectuer six lancers de grappins aléatoires depuis la berge afin d'avoir un aperçu de la composition floristique. Les résultats des différentes discussions ayant eu lieu depuis 2016 ont été intégrés. La méthode a été testée en 2018.

D'après Gaudillat et al. (2018), il est nécessaire de prendre en compte l'ensemble de la masse d'eau où l'habitat est présent, même s'il ne recouvre pas toute sa surface. Dans le cas d'une grande étendue d'eau, l'évaluation se fera en plusieurs points du plan d'eau (placettes), jugés représentatifs de la composition floristique de l'habitat, mais aussi des atteintes et pressions obervées à l'échelle du plan d'eau (*cf.* Tome 1, 3.4).

Grille d'indicateurs pour l'évaluation de l'état de conservation de l'habitat « Eaux oligo-mésotrophes calcaires avec végétation benthique à *Chara* spp. » (UE 3140) à l'échelle du site Natura 2000.

Paramètre	Critère	Indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Surface	Surface couverte	Évolution du nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent	Site	Stabilité, progression	0
				Régression	-10
Structures et fonctions	Sédimentation	Signe d'envasement	Placette	Non	0
				Oui	-10
	Qualité de l'eau	Turbidité de l'eau	Placette	Claire	0
				Trouble	-10
				Très trouble	-20
	Composition floristique	Recouvrement des Characées (%)	Placette	> 40	0
				10-40	-10
				< 10	-20
		Nombre d'espèces eutrophiles	Placette	0	0
				≤ 2	-10
				> 2	-20
		Recouvrement des espèces déstructurantes (%)	Placette	< 1	0
				1-10	-5
				> 10	-20
		Présence d'algues filamenteuses (malus)	Placette	Oui	-10
Altérations	Atteintes lourdes	Recouvrement des atteintes quantifiables en surface	Polygone	Somme des points = 0	0
				Somme des points = 1	-5
				Somme des points ≥ 2	-10
	Atteintes diffuses	Impact des atteintes difficilement quantifiables en surface	Site	Nul ou négligeable	0
				Moyen	-10
				Fort	-20

États de référence

Au préalable, il est nécessaire de replacer les entités évaluées au sein de leur écocomplexe. Suivant la position de ces entités, il est nécessaire de garder à l'esprit que certains indicateurs auront plus de poids par rapport aux autres en fonction de certains paramètres environnementaux, malgré la proposition de notation ci-dessus :

- le type d'écocomplexe auquel appartient l'habitat à évaluer (grande étendue d'eau ou mare/mouillère). L'envasement sera un facteur plus important en mares et mouillères qu'en grandes étendues d'eau ;
- le régime hydrique. L'habitat s'assèche-t-il régulièrement ou bien est-ce que le milieu est stable ?
- le milieu est-il stable ou perturbé de façon régulière ? Par exemple, les habitats situés en milieux alluviaux sont enrichis régulièrement en sédiments. Ils subissent donc des perturbations cycliques.

Il est nécessaire de distinguer les descripteurs possibles pour rendre compte du bon état ou du mauvais état des herbiers selon que l'on évalue des communautés d'espèces annuelles présentes dans les mares et mouillères (la plupart du temps précoces, vernales, correspondant à l'ordre des *Nitelletalia flexilis*), ou que l'on évalue des herbiers vivaces, pérennes, dans les grands plans d'eau en eau profonde, correspondant à l'ordre des *Charetalia hispidae*).

Exemple de descripteurs permettant de définir les différents états de référence correspondant aux herbiers à Characées annuels et vivaces.

Végétations / Descripteurs possibles	***Nitelletalia flexilis* (annuelles)**			***Charetalia hispidae* (vivaces)**		
	Bon état	État altéré	Mauvais état	Bon état	État altéré	Mauvais état
Recouvrement des Characées	> 40 %	10-40 %	< 10 %	> 40 %	10-40 %	< 10 %
Recouvrement des espèces déstructurantes	< 1 %	1-10 %	> 10 %	< 1 %	1-10 %	> 10 %
Turbidité de l'eau	Claire	Trouble	Très trouble	Claire	Trouble	Très trouble
Présence d'algues filamenteuses	Non			Non		
Ressource lumineuse	Bonne	Ombragé	Très ombragé	Bonne	Ombragé	Très ombragé
Diversité spécifique				Herbier plurispécifique		Herbier monospécifique
Inondation printannière	Oui		Non			
Physionomie des berges	Douces	Abruptes	Très abruptes			
Envasement	Non		Oui			
Apparition d'espèces polluo-tolérantes (*Chara vulgaris, C. globularis, Ranunculus sceleratus, Stuckenia pectinata*, etc.)	Non		Oui			

Paramètre « Surface »

La perte d'habitat constitue l'une des principales menaces à long terme pour la survie des espèces. Trois processus en sont essentiellement la cause ; la destruction de l'habitat, sa fragmentation et l'altération de sa qualité (Charles et Viry, 2015). Ceci est d'autant plus vrai pour les zones humides. En 30 ans, les activités anthropiques ont conduit à la disparition de près de la moitié des zones humides françaises (ONF, 2013). Selon une enquête menée par le Commissariat Général du Développement Durable (CCGD) et le Service de l'Observation et des Statistiques (SOeS) en 2011, l'étendue de plus de 20 % des milieux humides était en régression sur la période 2000-2010. Les causes sont multiples telles que l'aménagement des cours d'eau, la mise en place d'infrastructures drainantes ou encore diverses pollutions.

L'importance écologique des communautés des eaux dormantes réside dans le fait que ces communautés se développent dans des environnements de transition entre les écosystèmes terrestres et aquatiques. Leur vulnérabilité est liée à des surfaces réduites (Angiolini et al., 2016). Une altération de ce paramètre est bien souvent associée à une dégradation de l'état de conservation de l'habitat (Mroz, 2013).

Description des indicateurs

Évolution du nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent

La surface couverte par l'habitat est un indicateur essentiel dans l'évaluation de l'état de conservation au titre de la DHFF (Viry, 2013). Sachant que ces habitats sont soumis à de fortes variations concernant la durée d'exondation (le cas échéant) et la période, il est plus pertinent d'évaluer la surface au travers d'une tendance et non de la chiffrer à un instant t. L'évaluation se fera au niveau de la mosaïque d'habitat, le cas échéant.

Méthode 1 : une méthode consiste à effectuer un inventaire des plans d'eau entre deux années et à comparer les deux inventaires, afin d'identifier si le nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent est en augmentation ou en diminution (lorsqu'aucune donnée antérieure n'est disponible). Pour ce faire, une photo-interprétation prélable à un passage de terrain, afin de vérifier la présence de l'habitat au sein de la pièce d'eau, est conseillée. L'utilisation de plusieurs couches est recommandée afin de pré-localiser les pièces d'eau où l'habitat est potentiellement présent. Un exemple de couches exploitables est fourni dans le tableau ci-dessous. La pré-localisation devra être effectuée sur des ortho-photographies prises au printemps/début d'été. Le passage de terrain pourra être effectué du printemps/début

Une mare à Characées = une pièce d'eau.

d'été à l'automne, en fonction des végétations en présence. Sur les sites pâturés de plaine, il est recommandé d'effectuer le passage de terrain en juin, au plus tard.

Exemples de couches exploitables sous SIG afin de procéder au pré-repérage des pièces d'eau.

Couche	Source	Utilité
SCAN 25®	©IGN	Repérage de la topographie, des toponymes et des mares
BD ORTHO®	©IGN	Repérage des différents faciès de végétation, des indices de remontées de nappe, des étangs, des mares, etc.
Bing Aerial®	©Microsoft Corporation	Complément au repérage des mares forestières
Limites des sites Natura 2000 (ZSC et ZPS)	MNHN	Cadrage géographique
Grille de maille 2 500 m x 500 m		Aide à la progression de la photo-interprétation et vérification des mailles

Les couches proposées ci-dessus sont exploitables sous Qgis, Arcgis, etc. Le maillage de 2 500 m x 500 m est préconisé car bien adapté à l'exercice de photo-interprétation. Le maillage permet de prendre du recul par rapport au tracé des contours des entités. L'échelle recommandée pour le tracé des contours des entités via photo-interprétation est, elle, comprise entre 1/2 000e et 1/1 000e. En-dessous, le tracé risque d'être imprécis. Au-dessus, la qualité des entités est généralement très faible.

Méthode 2 : il est également possible de comparer les cartographies d'habitat sous SIG, les données disponibles dans les DOCOB, etc.

Recommandations : les conditions climatiques doivent être comparables lorsque l'on mesure l'évolution du nombre de pièces d'eau d'une année à une autre, au regard de la grande variabilité des habitats et de leur dépendance vis-à-vis de la pluviométrie. Le repérage par photo-interprétation peut s'avérer inexhaustif en contexte forestier.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Surface couverte par l'habitat	Fonctionnement général, perspectives, pérennité de l'habitat et des espèces, dynamique de l'habitat	Site	Progression Stabilité	0
			Régression	-10

Paramètre « Structures et fonctions »

L'article 1 de la DHFF stipule que pour qu'un habitat soit en bon état de conservation, sa structure et ses fonctions ne doivent pas être altérées et doivent être pérennes (Conseil de la CEE, 1992).

Les structures peuvent être définies comme les composantes physiques de l'habitat, souvent représentées par les espèces végétales (ligneux, hélophytes, etc.) (Evans et Arvela, 2011). Elles décrivent la complexité de l'habitat en prenant en compte les dimensions des individus, mais aussi les relations spatiales des individus entre eux

(Bensettiti et al., 2012). Associées à la composition, elles constituent les caractéristiques biotiques de l'habitat (Maciejewski et al., 2016).

Les fonctions de l'écosystème correspondent aux processus écologiques qui peuvent prendre place à différentes échelles spatiales et temporelles, propres à chaque habitat (Evans et Arvela, 2011). Ces processus sont organisés autour de flux internes (eau, nutriments, etc.) et de processus de transformation des composants organiques, biogéochimiques, physiologiques, etc. (Bensettiti et al., 2012). Les fonctions résultent de l'interaction entre tous les compartiments de l'habitat, qu'ils soient biotiques ou abiotiques (Maciejewski et al., 2016).

L'évaluation des structures et fonctions de l'habitat passe soit par l'évaluation des composantes en elles-mêmes (couverture du sol, par exemple), soit par le biais d'espèces indicatrices d'un « bon » ou d'un « mauvais » fonctionnement écologique (Viry, 2013). Les indicateurs biologiques fournissent des évaluations plus compréhensibles et précises de l'état de conservation (Lumbreras et al., 2016). Les plantes sont les plus sensibles aux perturbations, c'est pourquoi elles sont très représentées en tant qu'indicateurs. Leur composition est à la fois influencée par la qualité de l'eau et le régime hydrologique.

Description des indicateurs

Signe d'envasement

La sédimentation en milieu stagnant peut créer des conditions anoxiques et peut être préjudiciable au renouvellement des herbiers aquatiques. L'envasement résulte souvent d'une décomposition de matière issue de la biomasse végétale (litière de feuilles mortes, végétation aquatique). La vase empêche la germination des oospores (organes de dissémination).

Méthode : la présence de vase peut être appréciée en utilisant une perche ou un bout de bois enfoncé dans le sol au niveau de la pièce d'eau. Si la perche ou le bout de bois s'enfonce facilement, ou encore qu'aucune progression n'est possible à pied depuis les berges vers le centre de la pièce d'eau, alors le système est envasé.

Recommandations : sachant que la limite eau/sédiment est parfois difficile à établir dans les écosystèmes des eaux dormantes et que des systèmes envasés peuvent très bien fonctionner, il s'agirait ici plutôt de mesurer une hauteur d'accumulation de vase par unité de temps. Relever un tel indicateur semble néanmoins complexe.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Sédimentation	Dynamique de comblement, susceptibilité aux invasions, pérennité de l'habitat	Placette	Non	0
			Oui	-10

Turbidité de l'eau

C'est l'un des paramètres qui décrit la qualité chimique de l'eau. La transparence de l'eau et la chlorophylle a seraient les deux facteurs qui influenceraient le plus la richesse en macrophytes dans les lacs tempérés du nord et du centre de l'Europe (Lauridsen et al., 2015). Une faible transparence de l'eau affecte le développement des communautés végétales immergées (baisse de la photosynthèse). Les communautés végétales des habitats concernés sont héliophiles. L'eau doit donc être transparente. Une faible transparence de l'eau peut être causée par le développement important du phytoplancton (chlorophylle a) et/ou par la présence de particules en suspension dans l'eau (Mroz, 2013). Une eau trouble (turbide) peut être favorisée par les poissons fouisseurs (cyprinidés) qui remettent les particules en suspension. Le retour à un état non turbide est difficile pour les habitats concernés (Scheffer, 2001) et un état turbide favorise le maintien d'un état turbide (feedback). À partir d'un certain seuil, la disparition de la végétation peut être irréversible. Par ailleurs, les Characées prélèvent les ions, nutriments, etc. directement dans l'eau. Elles favorisent donc une eau claire. Une eau turbide indique un dysfonctionnement de la communauté. Le schéma ci-dessous résume les mécanismes conduisant à une eau claire et ceux conduisant à une eau turbide. On préfèrera estimer le caractère trouble ou non plutôt que la transparence de l'eau, car l'indicateur nécessite une simple estimation visuelle et est relevable sur l'ensemble des écocomplexes.

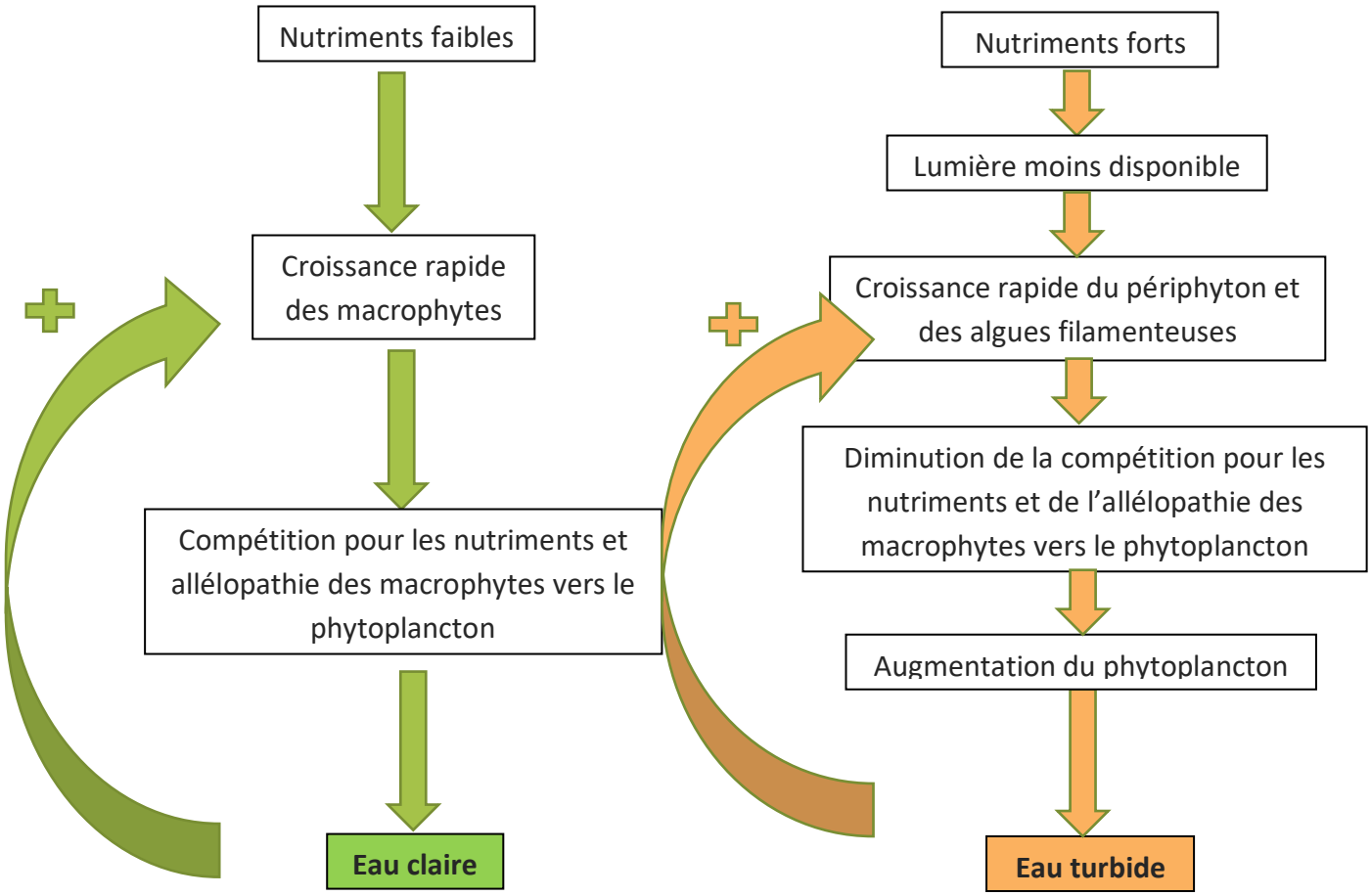


Schéma des mécanismes influençant la couleur de l'eau dans les plans d'eau (d'après Phillips et al., 1978).

Méthode : il s'agit d'effectuer une estimation visuelle du caractère trouble de l'eau à l'échelle de la placette, si possible au niveau de la partie la plus profonde du plan d'eau. En milieu aquatique, on délimitera une placette d'environ 10 m², sur laquelle la turbidité sera relevée. La placette pourra être délimitée par des piquets, un quadrat flottant, ou encore de manière fictive.

Référentiel de turbidité de l'eau (crédits : M. Mistarz).

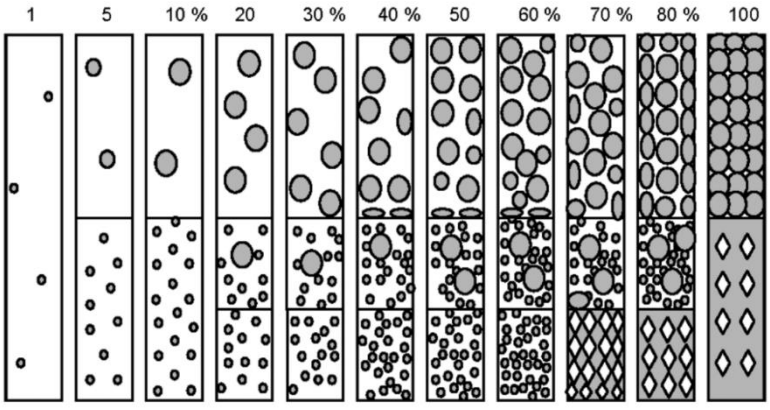
Recommandations : l'évaluation ne doit pas être effectuée après un épisode pluvieux, épisode tendant à favoriser la remise des particules en suspension. Il faudra également veiller à faire l'évaluation avant de progresser dans le plan d'eau. L'utilisation d'une embarcation est recommandée dans le cas des grandes étendues d'eau.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Qualité de l'eau	Matière organique, eutrophisation, pollutions	Placette	Claire	0
			Trouble	-10
			Très trouble	-20

Recouvrement des Characées (%)

L'indicateur est basé sur le recouvrement des espèces caractéristiques de l'habitat. Un faible recouvrement peut témoigner d'une évolution de l'habitat vers un autre (herbier à *Najas minor*, par exemple) et/ou bien d'une dégradation de la qualité de l'eau.

Méthode : : il s'agit d'effectuer une estimation visuelle du recouvrement des Characées à l'échelle de la placette. Le relevé sera délimité par une placette d'environ 10 m². La placette doit être représentative du polygone d'habitat et homogène sur le plan floristique. Les bordures du polygone seront évitées. La forme de la placette sera adaptée à la forme du polygone (circulaire, carrée, rectangulaire, etc.). On pourra



Plaquette de visualisation des pourcentages (Fromont d'après Prodon).

subdiviser la placette en placettes plus petites, le cas échéant, afin de faciliter l'évaluation du recouvrement des espèces et d'en augmenter la précision. La placette pourra être délimitée par des piquets, un quadrat flottant, ou encore de manière fictive. Une aide à l'estimation du recouvrement est disponible ci-dessus.

Placette rectangulaire au sein d'une mare à Characées. Le recouvrement peut ici être estimé supérieur à 40 %, selon la grille d'évaluation.

Recommandations : l'utilisation d'un aquascope est recommandée, en grande étendue d'eau. À défaut, si la végétation est inaccessible et en dernier recours, on pourra effectuer six lancers de grappin afin d'estimer le recouvrement. Ces estimations sont rendues difficiles dans le cas des herbiers situés en eaux profondes. Pour les grandes étendues d'eau, l'utilisation d'une embarcation serait un plus. Les végétations pionnières peuvent avoir de très faibles recouvrements. On veillera donc à faire l'évaluation sur une placette où la présence de l'habitat est avérée (cartographie préalable, par exemple). Par ailleurs, certaines espèces présentent toujours de faibles recouvrements. C'est le cas de *Chara braunii*, qui occupe toujours de faibles superficies. En revanche, *Chara globularis*, très ubiquiste, que ce soit en termes de trophie ou encore de topographie, peut présenter de forts recouvrements. L'écologie de l'espèce (ou des espèces) est donc à prendre en compte lors du relevé de l'indicateur.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Composition floristique	Dynamique de l'habitat	Placette	> 40	0
			10-40	-10
			< 10	-20

Nombre d'espèces eutrophiles

Les espèces eutrophiles se développent sur des sols eutrophes, c'est-à-dire riches en nutriments (matière organique, azote ou encore en phosphore). La présence de ces espèces indique un enrichissement du sol pouvant conduire à la détérioration de l'habitat, oligotrophe à mésotrophe. Une liste d'espèces eutrophiles a été établie. Toutes les espèces contactées dont l'indice de niveau trophique N d'Ellenberg (Ellenberg, 1988) est strictement supérieur à 6 ont été retenues, sauf avis d'experts. Les indices ont été obtenus dans la Baseflor de Julve (Julve, 1998). Les espèces qualifiées de déstructurantes (*cf.* ci-dessous) ont été enlevées afin de ne pas accorder à certaines espèces un double poids dans la notation. La liste reprend en grande partie les listes d'espèces proposées pour les gazons oligotrophes et les mares dystrophes. Cette dernière est disponible à la fin du guide.

Méthode : le dénombrement des espèces eutrophiles est effectué sur la même placette utilisée pour l'estimation du recouvrement des Characées, via relevé floristique, au même moment, en se référant à la liste proposée à la fin du guide.

Bidens tripartita est une espèce eutrophile retrouvée au sein des végétations à Characées.

Recommandations : précaution doit être faite de bien relever le nombre d'espèces eutrophiles, et non le nombre de pieds. La liste proposée à la fin du guide est non exhaustive et peut être complétée par l'opérateur, si cela est jugé nécessaire. L'utilisation d'un aquascope est recommandée. L'utilisation d'une embarcation est conseillée dans le cas des grandes étendues d'eau. À défaut, si la végétation est inaccessible et en dernier recours, on pourra effectuer six lancers de grappin afin d'estimer le nombre d'espèces eutrophiles.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Composition floristique	Eutrophisation	Placette	0	0
			≤ 2	-10
			> 2	-20

Recouvrement des espèces déstructurantes (%)

Elodea canadensis, EEE au niveau national souvent présente sur les habitats à Characées, considérée comme espèce déstructurante.

Les espèces déstructurantes ont la capacité de modifier les caractéristiques de l'habitat, notamment physiques (Charles et Viry, 2015). Ces espèces sont pour la plupart cespiteuses et ont un fort pouvoir colonisateur. Elles englobent toutes les espèces ligneuses, certaines espèces exotiques envahissantes (EEE) et d'autres espèces jugées comme déstructurantes (*Schoenoplectus lacustris*, par exemple). Une liste d'espèces déstructurantes a été établie, à partir des listes d'EEE et l'expérience de terrain. Elle est disponible à la fin du guide. Pour aller plus loin, on définit souvent une EEE de la sorte : « *Une espèce exotique envahissante est une espèce allochtone dont l'introduction par l'Homme (volontaire ou fortuite), l'implantation et la propagation menacent les écosystèmes, les habitats ou les espèces indigènes avec des conséquences écologiques ou économiques ou sanitaires négatives* » (IUCN, 2000 ; McNeely, 2001 ; McNeely et al., 2001). L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) considère que les EEE

représentent une cause majeure de perte de biodiversité dans le monde. Elles peuvent être considérées comme un facteur de dégradation de la qualité des habitats aquatiques et humides (Brundu, 2015). Elles peuvent altérer le fonctionnement hydrologique, les cycles biogéochimiques et la composition biologique des écosystèmes, causer des pertes et dégradations à tous les niveaux de l'organisation biologique, des gènes aux populations, avec des effets en cascade sur l'écosystème entier (Vilà et Garcia-Berthou, 2010). Leur suivi fait partie intégrante de l'évaluation de l'état de conservation des habitats car leur présence peut perturber tout l'écosystème et induire un changement profond de la nature de l'habitat (Charles et Viry, 2015). De par leur définition, elles sont très compétitives et peuvent porter atteintes aux communautés caractéristiques des habitats plus spécialisées. Mais les EEE ont aussi un coût. Par exemple, le contrôle de la Jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*) sur la rivière Guadiana en Espagne en 2009 a été estimé à 6.7 M€ (Andreu et al., 2009). À noter que toutes les EEE ne sont pas considérées comme déstructurantes pour l'habitat. En effet, certaines espèces peuvent se maintenir dans le temps, sans porter préjudice aux structures et fonctions de l'habitat considéré. Certaines EEE peuvent accomplir des fonctions similaires aux espèces indigènes sans pour autant les concurrencer (Sirvent, 2017). En revanche, certaines espèces à fort pouvoir colonisateur ou à capacité accrue de modifications du fonctionnement hydrologique ou physico-chimique ont été incluses. *Phragmites australis*, par exemple, est un hélophyte favorisant la floculation des vases, donc l'envasement. Il peut également poser des problèmes d'ombrage envers ces végétations héliophiles.

Méthode : l'estimation du recouvrement des espèces déstructurantes est effectué sur la même placette ayant servi au dénombrement des espèces eutrophiles, via relevé floristique, au même moment, en se référant à la liste proposée à la fin du guide. L'aide au recouvrement fournie plus haut peut être utilisée.

Recommandations : la liste proposée à la fin du guide est non exhaustive et peut être complétée par l'opérateur, si cela est jugé nécessaire. L'utilisation d'un aquascope est recommandée. L'utilisation d'une embarcation est conseillée dans le cas des grandes étendues d'eau. À défaut, si la végétation est inaccessible et en dernier recours, on pourra effectuer six lancers de grappin afin d'estimer le recouvrement des espèces déstructurantes.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Composition floristique	Capacité de résilience, qualité et fonctionnement de l'habitat	Placette	< 1	0
			1-10	-5
			> 10	-20

Présence d'algues filamenteuses (malus)

L'apparition d'algues filamenteuses peut témoigner d'une augmentation du niveau trophique et, à terme, d'une disparition de l'habitat (Mroz, 2013). Elles augmentent la turbidité et privent la végétation caractéristique d'oxygène et de lumière, paramètres nécessaires à leur développement (Scheffer, 2001). L'absence d'algues filamenteuses ne traduit pas un mauvais état de conservation de l'habitat. L'indicateur est fortement dépendant des conditions climatiques. L'année 2017 a, par exemple, connu de fortes périodes de chaleur au mois de juin, ce qui a favorisé les blooms d'algues durant l'été. En revanche, la présence des algues filamenteuses diminue le pouvoir germinatif des oospores chez les Characées.

Mare à Characées recouverte d'algues filamenteuses et en cours de colonisation par *Typha latifolia* (juin 2016).

Méthode : les algues filamenteuses seront relevées à l'échelle de la même placette utilisée pour l'estimation du recouvrement des Characées, des espèces déstructurantes et des espèces eutrophiles. Le relevé sera effectué au même moment.

Recommandations : dans les lacs au sens large, il existe une succession naturelle et saisonnière au niveau des différents blooms d'algues (diatomées, algues vertes et cyanobactéries). Selon le niveau trophique du plan d'eau (oligotrophe ou méso-eutrophe), les communautés dominantes sur l'année ne seront pas les mêmes (diatomées pour les lacs oligotrophes, cyanobactéries pour les lacs eutrophes). Les algues vertes apparaissent naturellement au début du printemps (avril). Il s'agira d'éviter cette période pour l'évaluation.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Note
Composition floristique	Eutrophisation, fonctionnement général, pérennité de l'habitat	Placette	Progression	-10

Paramètre « Altérations »

Les activités humaines peuvent porter atteinte aux structures et au fonctionnement de l'habitat. Elles peuvent également engendrer une régression de sa surface. Dans les deux paramètres précédents, il a été essayé de prendre en compte les atteintes d'origine anthropique à travers divers indicateurs. Cependant, certaines perturbations ne peuvent être incluses. C'est pourquoi un paramètre « Altérations » est pris en compte.

Le paramètre est évalué au travers de deux indicateurs présentés ci-dessous de manière analogue à ce qui a été élaboré dans les diverses études antérieures du MNHN sur l'évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle des sites Natura 2000.

Description des indicateurs

Recouvrement des atteintes quantifiables en surface

Méthode : il s'agit d'estimer, à l'échelle du polygone, les atteintes visibles dont l'impact peut être quantifié en surface. Une liste d'atteintes potentiellement présentes sur ces habitats est disponible ci-dessous. Cette dernière a été établie via expérience de terrain. À chaque atteinte et seuil de surface associé sont attribués des points. C'est la somme des points correspondant aux atteintes relevées au niveau du polygone d'habitat qui donne la valeur de l'indicateur. Sur le terrain, les atteintes sont relevées à l'échelle du polygone d'habitat ou de l'écocomplexe, le cas échéant. Une estimation visuelle du recouvrement de la surface impactée est effectuée. Les points correspondants sont alors sommés afin d'obtenir la valeur de l'indicateur.

Exemple d'atteinte dont l'impact peut être quantifié en surface pouvant être rencontrée sur cet habitat (décharge).

Liste des atteintes quantifiables en surface pouvant être relevées sur les habitats à Characées.

Atteintes quantifiables (polygone/écocomplexe)	Points
Passage de quads, piétinement dû à la fréquentation (< 50 %)	1
Passage de quads, piétinement dû à la fréquentation (> 50 %)	2
Artificialisation des berges	2
Passage d'engins lourds	2
Dépôts de matériaux/décharge	2
Extraction de matériaux	2
Plantations en périphérie	1
Plantations au centre	2
Incendies	1
Drains	1
Bois mort	1
Passage de sangliers (> 80 %)	1

Recommandations : la liste établie est non exhaustive et peut être complétée par l'opérateur, le cas échéant.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Atteintes lourdes	Fonctionnement général, connectivité, capacité de résilience	Polygone/écocomplexe	Somme des points = 0	0
			Somme des points = 1	-5
			Somme des points ≥ 2	-10

Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface

Les atteintes diffuses à l'échelle du site ou bassin versant peuvent influencer indirectement la structure et le fonctionnement de l'habitat, et ainsi impacter son état de conservation sur le long terme. Ce sont des atteintes dont l'impact ne peut être quantifié en surface.

Méthode : une liste non exhaustive d'atteintes diffuses est présentée ci-dessous. Elle a été établie via recherches bibliographiques, l'expérience de terrain, puis validée par les experts. Il s'agit d'estimer l'impact de toutes les atteintes réunies sur l'état de conservation de l'habitat.

Liste d'atteintes diffuses potentiellement relevées sur les sites Natura 2000 accueillant des habitats à Characées.

Atteintes difficilement quantifiables en surface
Activités nautiques
Drainage, assèchement
Stabilisation du niveau d'eau, soutien d'étiage
Activités de pompage sur le site, extraction de matériaux
Rejets ponctuels, pollutions
Pisciculture intensive
Présence d'EEE faunistiques (hors pisciculture)
Chaulage
Agriculture avec usage d'intrants
Talus érosif

En ce qui concerne l'atteinte « Présence d'EEE faunistiques (hors pisciculture) », une liste d'EEE potentiellement retrouvées au sein des habitats des eaux dormantes est proposée à la fin du guide.

Recommandations : la liste est non exhaustive et pourra être complétée par l'opérateur.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Atteintes diffuses	Fonctionnement général, pérennité, capacité de résilience	Site	Impact négligeable ou nul	0
			Impact moyen	-10
			Impact fort	-20

Pour aller plus loin

Les habitats à Characées sont des habitats pionniers. Les actions d'entretien, de rajeunissement des milieux peuvent leur être bénéfiques. Cependant, des précautions doivent être prises, notamment en fonction du type d'écocomplexe dans lequel l'habitat se trouve. Les interventions sur les sédiments sont souvent traumatisantes pour ces herbiers. Elles provoquent une minéralisation du substrat, un enrichissement en matière organique, favorisent la colonisation par les espèces déstructurantes et eutrophiles. Dans le cas des petites pièces d'eau colonisées par les hélophytes déstructurants, les actions doivent être mesurées. Il s'agit d'enlever quelques pieds d'espèces ciblées. En grandes étendues d'eau, c'est plutôt la qualité de l'eau (niveau trophique) qui joue un rôle prépondérant sur l'état des herbiers. Dans tous les cas, il s'agit de ne pas diminuer le pouvoir germinatif des oospores. Les actions de curage, par exemple, favorisent l'exportation des oospores. Cette action est donc déconseillée sur des herbiers déjà installés.

Piézomètre sur le site « Étangs et mares de la Capelle ».

La méthode proposée se base essentiellement sur des indicateurs biologiques qui fournissent des évaluations plus compréhensibles et précises de l'état de conservation que des indicateurs de fonctionnement hydrologique, ou encore de qualité de l'eau. De manière générale, les indicateurs de qualité de l'eau sont très variables dans le temps et l'espace selon qu'ils sont mesurés le matin ou l'après-midi, par temps ensoleillé ou pluvieux, etc. Cependant, la pose d'un ou plusieurs piézomètres à l'échelle d'un site Natura 2000 est une manœuvre incontournable si l'on souhaite surveiller l'état de conservation des habitats aquatiques et humides. Les piézomètres automatiques permettent d'avoir accès à un grand nombre de données par année et de mettre en évidence des tendances.

La grille d'évaluation est une proposition d'indicateurs que les opérateurs peuvent s'approprier (notamment via l'adaptation des listes d'espèces). Les retours d'expérience sont nécessaires afin d'ajuster la méthode. C'est pourquoi une fiche de retour est proposée à la fin du guide. Cette fiche est destinée aux opérateurs qui souhaitent évaluer l'état de conservation des habitats à Characées au sein de leur site d'étude.

Listes d'espèces utiles à l'évaluation

Liste d'espèces eutrophiles susceptibles d'être rencontrées sur cet habitat

Nom scientifique	N
Acorus calamus L.	7
Aegopodium podagraria L.	7
Angelica archangelica L.	7
Apium nodiflorum (L.) W.D.J.Koch	7
Atriplex patula L.	7
Atriplex prostrata Boucher ex DC.	7
Bidens cernua L.	8
Bidens connata Muhlenb. ex Willd.	8
Bidens radiata Thuill.	8
Bidens tripartita L.	8
Bistorta officinalis Delarbre	7
Brassica nigra (L.) W.D.J.Koch	8
Butomus umbellatus L.	6
Carduus personata (L.) Jacq.	7
Ceratophyllum demersum L.	8
Chaerophyllum hirsutum L.	8
Cirsium arvense (L.) Scop.	7
Cirsium oleraceum (L.) Scop.	6
Convolvulus sepium L.	9
Cuscuta europaea L.	8
Cynanchum acutum L.	7
Echinochloa crus-galli (L.) P.Beauv.	8
Elytrigia repens (L.) Desv. ex Nevski	7
Epilobium hirsutum L.	8
Eupatorium cannabinum L.	7
Fallopia dumetorum (L.) Holub	7
Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	6
Galium aparine L.	8
Geranium palustre L.	7
Geum rivale L.	7
Humulus lupulus L.	7
Hydrocharis morsus-ranae L.	6
Iris pseudacorus L.	7
Juncus inflexus L.	6
Lemna gibba L.	8
Mentha arvensis L.	6
Mentha longifolia (L.) Huds.	7
Mentha pulegium L.	7
Myosoton aquaticum (L.) Moench	8
Myosurus minimus L.	6
Myriophyllum spicatum L.	7
Oenanthe aquatica (L.) Poir.	6
Oxybasis chenopodioides (L.) S.Fuentes, Uotila & Borsch	8

Oxybasis glauca (L.) S.Fuentes, Uotila & Borsch	8
Oxybasis rubra (L.) S.Fuentes, Uotila & Borsch	8
Persicaria decipiens (R.Br.) K.L.Wilson	7
Persicaria hydroppiper (L.) Spach	7
Persicaria lapathifolia (L.) Delarbre	8
Persicaria maculosa Gray	8
Petasites hybridus (L.) P.Gaertn. B.Mey. & Scherb.	8
Phalaris arundinacea L.	7
Plantago major L.	6
Poa annua L.	8
Polygonum aviculare L.	8
Potamogeton berchtoldii Fieber	7
Potentilla supina L.	7
Pulicaria vulgaris Gaertn.	8
Ranunculus aconitifolius L.	6
Ranunculus repens L.	7
Ranunculus sceleratus L.	8
Rorippa amphibia (L.) Besser	6
Rorippa palustris (L.) Besser	7
Rumex conglomeratus Murray	7
Rumex crispus L.	8
Rumex hydrolapathum Huds.	7
Rumex maritimus L.	8
Rumex palustris Sm.	8
Sagittaria sagittifolia L.	8
Scrophularia auriculata L.	7
Senecio doria L.	6
Senecio sarracenicus L.	7
Silene baccifera (L.) Roth	7
Sium latifolium L.	6
Solanum dulcamara L.	7
Sparganium emersum Rehmann	7
Spirodela polyrhiza (L.) Schleid.	6
Stuckenia pectinata (L.) Börner	8
Symphyotrichum lanceolatum (Willd.) G.L.Nesom	8
Symphytum officinale L.	7
Urtica dioica L.	9
Veratrum album L.	7
Veronica anagallis-aquatica L.	6
Veronica longifolia L.	6

Liste d'espèces déstructurantes susceptibles d'être rencontrées sur cet habitat

Nom scientifique
Arundo donax L.
Azolla filiculoides Lam.
Bidens frondosa L.
Carex acutiformis Ehrh.
Carex elata All.
Carex riparia Curtis
Cladium mariscus (L.) Pohl
Cyperus eragrostis Lam.
Egeria densa Planch.
Elodea canadensis Michx.
Elodea nuttallii (Planch.) H.St.John
Erigeron canadensis L.
Erigeron sumatrensis Retz.
Glyceria fluitans (L.) R.Br.
Glyceria maxima (Hartm.) Holmb.
Glyceria striata (Lam.) Hitchc.
Hydrocotyle ranunculoides L.f.
Juncus conglomératus L.
Juncus effusus L.
Juncus inflexus L.
Juncus tenuis Willd.
Lagarosiphon major (Ridley) Moss
Lemna turionifera Landolt
Lindernia dubia (L.) Pennell
Ludwigia grandiflora (Michx.) Greuter & Burdet
Ludwigia peploides (Kunth) P.H.Raven
Myriophyllum aquaticum (Vell.) Verdc.
Nuphar lutea (L.) Sm.
Nymphaea alba L.
Panicum capillare L.
Panicum dichotomiflorum Michx.
Phragmites australis L.
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla
Sparganium erectum L.
Typha angustifolia L.
Typha latifolia L.
Vallisneria spiralis L.
Veronica peregrina L.

Liste d'EEE faunistiques susceptibles d'être rencontrées à l'échelle du site Natura 2000

Nom scientifique	Nom commun
Ameiurus nebulosus (Lesueur, 1819)	Poisson-chat
Carassius auratus auratus (Linnaeus, 1758)	Poisson rouge
Corbicula fluminalis (O.F. Müller, 1774)	Corbicule striolée
Corbicula fluminea (O.F. Müller, 1774)	Corbicule asiatique
Corbicula leana Prime, 1867	Corbicule japonaise
Ctenopharyngodon idella (Valenciennes, 1844)	Amour blanc
Cyprinus carpio Linnaeus, 1758	Carpe commune
Dreissena polymorpha (Pallas, 1771)	Moule zébrée
Lepomis gibbosus (Linnaeus, 1758)	Perche-soleil
Lithobates catesbeianus (Shaw, 1802)	Grenouille taureau
Myocastor coypus (Molina, 1782)	Ragondin
Faxonius limosus (Rafinesque, 1817)	Écrevisse américaine
Oxyura jamaicensis (Gmelin, 1789)	Érismature rousse
Pachychilon pictum (Heckel & Kner, 1858)	Épirine lippue
Pacifastacus leniusculus (Dana, 1852)	Écrevisse de Californie
Potamopyrgus antipodarum (J. E. Gray, 1843)	Hydrobie des antipodes
Procambarus clarkii (Girard, 1852)	Écrevisse de Louisianne
Proterorhinus semilunaris (Heckel, 1837)	Gobie demi-lune
Pseudorasbora parva (Temminck & Schlegel, 1846)	Pseudorasbora
Salvelinus namaycush (Walbaum, 1792)	Truite de lac d'Amérique
Sander lucioperca (Linnaeus, 1758)	Perche-brochet
Silurus glanis Linnaeus, 1758	Silure glane
Trachemys scripta (Schoepff, 1792)	Tortue de Floride
Xenopus laevis (Daudin, 1803)	Xénope lisse

Fiche de terrain pour l'évaluation de l'état de conservation des habitats à Characées (UE 3140) et ajustement de la méthode proposée

Merci de retourner cette fiche à l'adresse suivante : margaux.mistarz@mnhn.fr

Site Natura 2000	IDPolygone	Date	Auteur(s)	Localisation	Coordonnées GPS	Projection	N° photos

Habitat cartographié (oui/non)	Habitat déterminé (oui/non)

Relevés effectués		
Site	**Polygone/écocomplexe**	**Placette**
Évolution du nombre de pièces d'eau ❑	**Atteintes lourdes ❑**	**Signe d'envasement ❑**
Atteintes diffuses ❑		**Turbidité de l'eau ❑**
		Recouvrement des Characées ❑
		Nombre d'espèces eutrophiles ❑
		Nombre d'espèces déstructurantes ❑

Relevés à l'échelle du polygone

Atteintes à l'échelle du polygone	Surface impactée (% du polygone)	Points associés

Relevés à l'échelle de la placette

Signe d'envasement
Méthode utilisée :
Résultat :

Observations/commentaires :

Turbidité de l'eau
Méthode utilisée :
Résultat :

Observations/commentaires :

Recouvrement des Characées
Méthode utilisée :
Résultat :

Observations/commentaires :

Nombre d'espèces eutrophiles
Méthode utilisée :
Espèce(s) eutrophile(s) contactée(s) :
Résultat :

Observations/commentaires :

Nombre d'espèces déstructurantes
Méthode utilisée :
Espèce(s) déstructurante(s) contactée(s) :
Résultat :

Observations/commentaires :

Relevés à l'échelle du site

Évolution du nombre de pièces d'eau
Méthode utilisée :
Résultat année 1 :
Résultat année 2 :

Justification du choix de l'indicateur :

Observations/commentaires :

Atteintes diffuses à l'échelle du site
Liste des atteintes

Des idées/problèmes/solutions/modifications

Bibliographie

Andreu J., Vilà M. & Hulme P.E., 2009. - An Assessment of Stakeholder Perceptions and Management of Noxious Alien Plants in Spain. *Environmental Management* 43**(6)**: 1244–1255

Angiolini C., Viciani D., Bonari G. & Lastrucci L., 2016. - Habitat conservation prioritization: A floristic approach applied to a Mediterranean wetland network. *Plant biosystems* : 1–15

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

Bensettiti F., Puissauve R., Lepareur F., Touroult J. & Maciejewski L., 2012. - Évaluation de l'état de conservation des habitats et espèces d'intérêt communautaire. Guide méthodologique. DHFF article 17. 2007-2012. Version 1. Rapport SPN 2012-27. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle. 76p.

Bensettiti F. & Puissauve R., 2015. - Résultats de l'état de conservation des habitats et des espèces dans le cadre de la directive Habitats-Faune-Flore en France. Rapportage "Article 17". Période 2007-2012. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle. 204p.

Brundu G., 2015. - Plant invaders in European and Mediterranean inland waters: profiles, distribution, and threats. *Hydrobiologia* 746**(1)**: 61–79

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.

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

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

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.

Felzines J-Cl. & Lambert E., 2012. - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Charetea fragilis* F.Fukarek 1961. *Journal de Botanique de la Société Botanique de France* **(59)** : 133–188

Gaudillat V., Argagnon O., Bensettiti F., Bioret F., Boullet V., Causse G., Choisnet G., Coignon B., de Foucault B., Delassus L., Duhamel F., Fernez Th., 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.

International Union for Conservation of Nature, 2000. - Guidelines for the prevention of biodiversity loss due to biological invasion. 15p.

Julve P., 1998. - Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Version : "6 juillet 2016". http://perso.wanadoo.fr/philippe.julve/catminat.htm

Lauridsen T. L., Jeppesen E., Declerck S. A. J., De Meester L., Conde-Porcuna J.M., Rommens W. & Brucet S., 2015. - The importance of environmental variables for submerged macrophyte community assemblage and coverage in shallow lakes: differences between northern and southern Europe. *Hydrobiologia* 744**(1)**: 49–61

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., 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

McNeely J.A. (Editor), 2001. - The Great Reshuffling: Human Dimensions of Invasive Alien Species. International Union for Conservation of Nature. 242p.

McNeely J.A., Mooney H.A., Neville L.E., Schei P. & Waage J.K. (Editors), 2001. - Global Strategy on Invasive Alien Species. International Union for Conservation of Nature. 50p.

Mroz W., 2013. - Monitoring of natural habitats. Methodological guide for 5 natural habitats: 3110, 6210, 6520, 7230 and 9180. GIOŚ. 97p.

Office National des Forêts, 2013. - Guide des zones humides forestières. Département Isère. 73p.
Scheffer M., 2001. - Alternative Attractors of Shallow Lakes. *The Scientific World* 1: 254–63

Phillips G.L., Eminson D. & Moss B., 1978. - A MECHANISM TO ACCOUNT FOR MACROPHYTE DECLINE IN PROGRESSIVELY EUTROPHICATED FRESHWATERS. *Aquatic Botany* 4: 103-126

Prey T. & Hauguel J-C., 2014. - Évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire en région Picardie. Analyse des méthodologies et des résultats obtenus. Centre régional de phytosociologie/Conservatoire botanique national de Bailleul, Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement. 96p.

Sirvent L., 2017. - Evaluer l'état de conservation des habitats dunaires méditerranéens d'intérêt communautaire : 2110, dunes mobiles embryonnaires ; 2120, dunes mobiles du cordon littoral à *Ammophila arenaria* (dunes blanches) ; 2210, dunes fixées du littoral du *Crucianellion maritimae*. A l'échelle d'un site Natura 2000 : La Grande Maïre, Portiragnes (Hérault). Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles. 53p.

Vilà M. & García-Berthou E., 2010. - Monitoring Biological Invasions in Freshwater Habitats. 91–100 in Hurford C., Schneider M. & Cowx I.G. *Conservation monitoring in freshwater habitats: a practical guide and case studies*. Ed. Springer. 410p.

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.

UMS 2006 Patrimoine Naturel
Muséum national d'Histoire naturelle
CP41, 36, rue Geoffroy Saint-Hilaire
75005 Paris
patrinat.mnhn.fr

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT
www.afbiodiversite.fr

www.cnrs.fr

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
www.mnhn.fr

UMS PATRIMOINE NATUREL
CENTRE D'EXPERTISE ET DE DONNÉES
AFB • CNRS • MNHN

État de conservation des

« Lacs eutrophes naturels avec végétation du *Magnopotamion* ou de l'*Hydrocharition* » (UE 3150)

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

UNITE MIXTE DE SERVICE

PATRIMOINE NATUREL

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

www.afbiodiversite.fr

www.cnrs.fr

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

www.mnhn.fr

Nom du Programme/Projet : **développement des méthodes d'évaluation sur les 14 différents habitats aquatiques et humides de la Directive Habitats**

Convention :

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

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

Vacataire : **Manon Latour** (manon.latour@mnhn.fr)

Experts mobilisés : **R. Coulombel (CBNBl), L. Ferreira (CBNBP), T. Sanz (CBNA), G. Pache (CBNA)**

Relecture : **Farid Bensettiti**

Référence du rapport conseillé : **Mistarz M. & Latour M., 2019. État de conservation des « Lacs eutrophes naturels avec végétation du *Magnopotamion* ou de l'*Hydrocharition* » (UE 3150). Guide d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. UMS PatriNat – AFB/CNRS/MNHN. 26p.**

L'UMS Patrimoine naturel - PatriNat

Centre d'expertise et de données sur la nature

Depuis janvier 2017, l'Unité Mixte de Service 2006 Patrimoine naturel assure des missions d'expertise et de gestion des connaissances pour ses trois tutelles, que sont le Muséum national d'Histoire naturelle, l'Agence française pour la biodiversité et le CNRS.

Son objectif est de fournir une expertise fondée sur la collecte et l'analyse de données de la biodiversité et de la géodiversité, et sur la maitrise et l'apport de nouvelles connaissances en écologie, sciences de l'évolution et anthropologie. Cette expertise, fondée 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

Directeur : Jean-Philippe SIBLET
Directeur adjoint en charge du centre de données : Laurent PONCET
Directeur adjoint en charge des rapportages et de la valorisation : Julien TOUROULT

Inventaire National du Patrimoine Naturel

Porté par l'UMS Patrimoine naturel, 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 SINP et de l'Observatoire National de la Biodiversité.

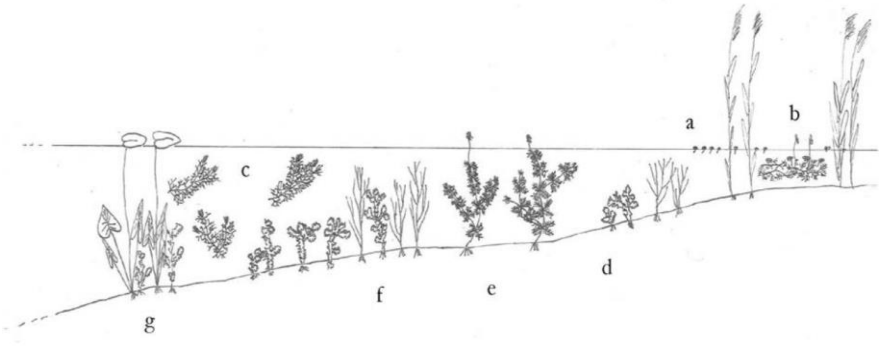
Afin de gérer cette importante source d'informations, le Muséum a construit une base de données permettant d'unifier les données à l'aide de référentiels taxonomiques, géographiques et administratifs. Il est ainsi possible d'accéder à des listes d'espèces par commune, par espace protégé ou par maille 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 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

Les lacs eutrophes naturels avec végétation du *Magnopotamion* ou de l'*Hydrocharition* (UE 3150)

L'habitat correspond aux plans d'eau mésotrophes à eutrophes caractérisés par une végétation paucispécifique, souvent stratifiée par des herbiers enracinés immergés, avec ou sans feuille flottante à *Potamogeton* spp., *Myriophyllum* spp., etc. appartenant à la classe des *Potametea pectinati* (Felzines, 2016). Il inclut également les végétations pleustophytiques (macrophytes non enracinés et flottant à la surface de l'eau, telles que *Lemna* spp., *Ceratophyllum* spp., etc.) appartenant à la classe des *Lemnetea minoris* (Felzines, 2012 ; Gaudillat et al., 2018). La végétation se développe d'un groupement basal pionnier, qui s'enrichit progressivement en nouvelles espèces au fil du temps. Le retour vers des communautés basales est possible lors de grandes perturbations (curage, par exemple). La végétation est tributaire de la qualité physico-chimique de l'eau. Les eaux associées sont de couleur gris sale à bleu verdâtre, plus ou moins troubles et riches en bases dissoutes (pH>7) (Bensettiti et al., 2002). On retrouve l'habitat essentiellement au niveau des lacs, étangs, gravières, mares et canaux de marais en plaine agricole intensive ou en forêt, d'où le fait qu'il puisse être sujet à des proliférations phytoplanctoniques et bactériennes. La définition inclut les formations d'origine anthropique lorsqu'elles ont un fonctionnement « naturel ». Le caractère naturellement eutrophe est lié aux contextes géologiques et géomorphologiques alluvionnaires et/ou aux substrats marneux, argileux et calcaires. Le fonctionnement autonome de l'habitat est dépendant de la masse d'eau stagnante par rapport au renouvellement (apport fluvial, pluie, etc.) et/ou à l'exportation (exutoire, évaporation, etc.). La gestion qui en découle est donc indépendante du bassin versant.



Strate flottante (pleustophytes) :
a : *Lemna minor*
b : *Utricularia sp.* et *Lemna trisulca*
c : *Ceratophyllum sp.*

Strate enracinée (hydrophytes enracinés) :
d : *Najas marina*
e : *Myriophyllum spicatum*
f : *Potamogeton pectinatus*
g : *Nymphaea alba*

Schéma représentant les différentes strates de végétation aquatique en contexte d'étang mésotrophe à eutrophe (d'après Goret, 2009).

En étang mésotrophe à eutrophe, on peut observer une zonation typique de la végétation. Au centre se développent préférentiellement des herbiers à feuilles flottantes à *Nymphaea alba*, *Nuphar lutea*, *Potamogeton* spp., etc. Les bords des étangs accueillement souvent des roselières. L'habitat présente une végétation bi-stratifiée avec, par exemple, une strate flottant entre deux eaux à *Lemna trisulca*, et une strate en surface à *Lemna minor* et

Spirodela polyrhiza. L'eutrophisation favorise les espèces du genre *Ceratophyllum* et toutes celles résistantes à la pollution.

La classe des *Lemnetea minoris* est composée de pleustophytes, soit libres dès le début, ou bien enracinées puis se détachant du substrat (Felzines, 2012). Les espèces sont alors facilement dispersées par le courant ou bien par zoochorie (anatidés, ragondin, rat musqué, etc.), ce qui participe à la reproduction sexuée. La phénologie est courte. Les pleustophytes présentent un cycle de vie annuel, bien que certaines espèces aient différentes stratégies d'hibernation via migration verticale (épaississement, réduction de taille et du métabolisme pour *Lemna* spp. conduisant à l'enfoncement au fond des eaux, formation de turions, bourgeons se développant sur la partie souterrainne pour les grandes pleustophytes et *Utricularia* spp.). Parmi ces végétaux, on distingue des espèces à feuilles flottantes (*Azolla filiculoides*), des espèces à appareil végétatif de grande taille cordiforme (*Hydrocharis morsus-ranae*), ou plus ou moins divisé avec dispositif de capture de proie (*Utricularia vulgaris*), ou non (*Ceratophyllum demersum*), etc. L'augmentation du niveau trophique conduit à une évolution des associations en présence, notamment vers le *Lemnetum gibbae*, association la plus résistante aux pollutions organiques.

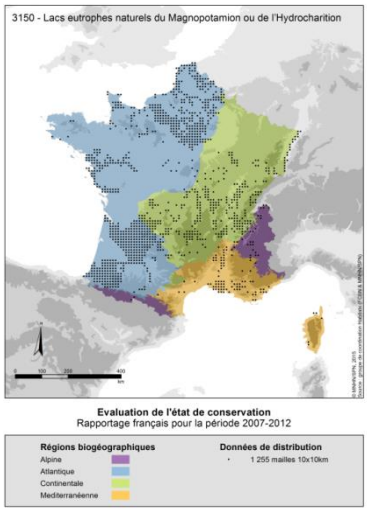
Voile de *Lemna* spp.

Herbier à *Nuphar lutea* et *Potamogeton lucens*.

La classe des *Potametea pectinati*, quant à elle, est composée d'espèces enracinées à feuilles flottantes à la surface de l'eau, annuelles ou vivaces, à la différence des pleustophytes ou macrophytes seulement fixés telles que *Chara* spp. (Felzines, 2016). Elles sont qualifiées de rhizophytes aquatiques. Elles peuvent subir de longues périodes d'assec et se développent à différentes profondeurs. Pionnières ou non, elles s'installent dans différentes conditions trophiques sur des substrats géologiques variés. On distingue les plantes à feuilles entièrement submergées (*Myriophyllum* spp., *Potamogeton pusillus*, etc.) et les plantes à feuilles flottantes mais pouvant posséder des feuilles submergées (*Potamogeton natans*, *Nymphae alba*, etc.). Les associations appartenant à l'alliance du *Nymphaeion albae* ne sont pas à prendre en compte dans la définition de l'habitat d'intérêt communautaire.

L'habitat est présent sur 341 sites Natura 2000 en France métropolitaine. Il est globalement réparti sur l'ensemble du territoire et est en nette progression dans les zones d'agriculture intensive, où les faciès eutrophes à hyper-eutrophes dominent au détriment des faciès méso-eutrophes. Mais l'enrichissement trophique des habitats naturellement eutrophes se traduit par une réduction des macrophytes submergés et des roselières

frangeantes, ainsi qu'une opacification de l'eau (Bensettiti et al., 2002). L'habitat est absent des systèmes tourbeux acides oligotrophes.



Distribution de l'habitat code UE 3150 sur le territoire métropolitain.

L'habitat générique est aujourd'hui décliné en trois habitats élémentaires (Gaudillat et al., 2018), bien qu'initialement décliné en quatre habitats (Bensettiti et al., 2002) ; « Plans d'eau eutrophes avec végétation enracinée avec ou sans feuilles flottantes » (UE 3150-1) ; « Plans d'eau eutrophes avec dominance des macrophytes libres submergés » (UE 3150-2) ; « Plans d'eau eutrophes avec dominance de macrophytes libres flottant à la surface de l'eau » (UE 3150-3). La structure de la végétation a été choisie comme principal critère de déclinaison. L'habitat élémentaire « Rivières, canaux et fossés eutrophes des marais naturels » (UE 3150-4) a récemment été rattaché à l'habitat des rivières à renoncules (UE 3260). Les « fossés eutrophes des marais naturels » sont, quant à eux, à rattacher à l'habitat.

En milieu aquatique, une forte compétition entre hydrophytes, notamment vis-à-vis de la lumière, conduit souvent à l'exclusion mutuelle des groupements, à la formation de mosaiques ou à la répartition des groupements dans des biotopes similaires, bien que distincts aux niveaux local et régional (Felzines, 2012). Du fait de son caractère erratique, l'habitat est souvent en mosaïque avec d'autres herbiers types herbiers à *Chara* spp. (UE 3140), des roselières, ou encore des gazons amphibies oligo-mésotrophes (UE 3110, UE 3130). On peut également le retrouver en contact avec des mégaphorbiaies hygrophiles (UE 6430), des prairies alluviales inondables (UE 6440), des bois marécageux ou des bas marais (UE **7210***).

Les résultats du rapportage 2007-2012 font état d'un état de conservation « défavorable mauvais » de l'habitat au sein du domaine méditerranéen (Bensettiti et Puissauve, 2015).

Résultats du rapportage 2007-2012 sur l'état de conservation de l'habitat (UE 3150) pour le domaine biogéographique méditerranéen.

Code UE	Aire de répartition	Surface	Structure et fonctions	Perspectives futures	État de conservation
3150	Favorable	Favorable	Défavorable inadéquat	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais

Pour les domaines alpin et continental, on observe une tendance générale à la dégradation avec un état de conservation « défavorable inadéquat ».

Résultats du rapportage 2007-2012 sur l'état de conservation de l'habitat (UE 3150) pour le domaine biogéographique alpin.

Code UE	Aire de répartition	Surface	Structure et fonctions	Perspectives futures	État de conservation
3150	Favorable	Défavorable inadéquat	Défavorable inadéquat	Défavorable inadéquat	Défavorable inadéquat

Résultats du rapportage 2007-2012 sur l'état de conservation de l'habitat (UE 3150) pour le domaine biogéographique continental.

Code UE	Aire de répartition	Surface	Structure et fonctions	Perspectives futures	État de conservation
3150	Favorable	Favorable	Défavorable inadéquat	Défavorable inadéquat	Défavorable inadéquat

Pour le domaine atlantique, l'habitat a été évalué en état de conservation « favorable ».

Résultats du rapportage 2007-2012 sur l'état de conservation de l'habitat (UE 3150) pour le domaine biogéographique atlantique.

Code UE	Aire de répartition	Surface	Structure et fonctions	Perspectives futures	État de conservation
3150	Favorable	Favorable	Favorable	Favorable	Favorable

Les principales menaces qui pèsent sur l'habitat sont le comblement naturel par production végétale et apports du bassin versant, l'hypertrophisation par apports ou de trop fortes charges en poissons (fouisseurs) et anatidés, la prolifération des espèces exotiques envahissantes (EEE) floristiques et faunistiques (ragondins, écrevisses, etc.), une gestion inadaptée des niveaux d'eau., l'aménagement des étangs pour les activités de loisir, l'intensification de la pisciculture, etc.

Grille d'évaluation de l'état de conservation

La grille présentée ci-dessous est issue des réflexions et des travaux menés en 2017. Deux réunions d'expert ont aussi contribué à valider les grilles d'indicateurs à chaque étape du processus. D'après Gaudillat et al. (2018), il est nécessaire de prendre en compte l'ensemble de la masse d'eau où l'habitat est présent, même s'il ne recouvre pas toute sa surface. En effet, les habitats sont soumis à des variations temporelles très fortes et se retrouvent souvent en mosaïque avec d'autres habitats. Dans le cas d'une grande étendue d'eau, l'évaluation se fera en plusieurs points du plan d'eau (placette), jugés représentatifs de la composition floristique de l'habitat, mais aussi des atteintes et pressions obervées à l'échelle du plan d'eau (*cf.* Tome 1, 3.4).

Grille d'indicateurs pour évaluer l'état de conservation de l'habitat "Lacs eutrophes naturels avec végétation du *Magnopotamion* ou de l'H*ydrocharition*" (UE 3150) à l'échelle du site Natura 2000.

Paramètre	Critère	Indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Surface	Surface couverte	Évolution du nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent	Site	Stabilité, progression	0
				Régression	-10
Structures et fonctions	Caractéristiques de l'eau	Couleur de l'eau	Placette	Claire	0
				Marron	-15
	Composition floristique	Recouvrement des espèces déstructurantes (%)	Placette	< 20	0
				20-70	-15
				> 70	-30
		Recouvrement de la strate hydrophytique (%)	Placette	< 70	0
				> 70	-15
		Évolution du recouvrement des algues filamenteuses (malus)	Placette	Progression	-10
Altérations	Atteintes lourdes	Recouvrement des atteintes quantifiables en surface	Polygone	Somme des points = 0	0
				Somme des points = 1	-10
				Somme des points ≥ 2	-15
	Atteintes diffuses	Impact des atteintes difficilement quantifiables en surface	Site	Nul ou négligeable	0
				Moyen	-10
				Fort	-20

États de référence

Il est tenté ici de décrire les différents états correspondant à l'habitat (optimal souhaité, favorable choisi, altéré, dégradé) à partir d'une analyse exploratoire des données récoltées lors de la phase de terrain. Les descripteurs sont issus de l'avis d'expert émis sur l'état de conservation de l'habitat.

Exemple de descripteurs permettant de définir les différents états de référence correspondant aux herbiers enracinés et/ou flottant à la surface des eaux mésotrophes à eutrophes (UE 3150) (liste non exhaustive).

État de conservation	État(s) optimal(aux) souhaité(s)	État(s) favorable(s) choisi(s)	État(s) altéré(s)	État(s) dégradé(s)
Descripteurs possibles	✓ Forte richesse spécifique ou fort recouvrement de macrophytes immergés ✓ Pas d'algues épiphytiques ✓ Densité de macrophytes libres flottant limitée ✓ Eaux claires, mésotrophes à méso-eutrophes	✓ Faible envasement ✓ Recouvrement des macrophytes immergés élevé ✓ Peu d'algues épiphytiques ✓ Présence possible d'espèces déstructurantes (< 20 % de recouvrement) ✓ Faibles apports en matière organique (feuilles, bois mort) ✓ Ombrage des ligneux possible ✓ Mosaïque de végétations équilibrée ✓ Eaux claires, mésotrophes à méso-eutrophes	✓ Eutrophisation liée au pâturage ✓ Fort recouvrement d'algues filamenteuses ✓ Envasement ✓ Apports importants en matière organique (feuilles, bois mort, etc.) ✓ Cortège floristique appauvri ✓ Colonisation ligneuse ✓ Fermeture du milieu (cypéracées, ligneux, etc.) ✓ Espèces déstructurantes bien présente(s) (20-70 % de recouvrement) ✓ EEE faunistiques ✓ Eau turbide ✓ Niveau d'eau faible	✓ Beaucoup d'espèces déstructurantes (> 70 % de recouvrement) ✓ Eaux très turbides, hypereutrophes ✓ Peu de macrophytes enracinés ✓ Fort développement des algues filamenteuses ✓ Groupement monospécifique à *Ceratophyllum* spp. ✓ Apports élevés en matière organique (feuilles, bois mort, etc.) ✓ Forte dynamique de fermeture du milieu ✓ Possibilité de réhabilitation inexistante

Paramètre « Surface »

La perte d'habitat constitue l'une des principales menaces à long terme pour la survie des espèces. Trois processus en sont essentiellement la cause ; la destruction de l'habitat, sa fragmentation et l'altération de sa qualité (Charles et Viry, 2015). Ceci est d'autant plus vrai pour les zones humides. En 30 ans, les activités anthropiques ont conduit à la disparition de près de la moitié des zones humides françaises (ONF, 2013). Selon une enquête menée par le Commissariat Général du Développement Durable (CCGD) et le Service de l'Observation et des Statistiques (SOeS) en 2011, l'étendue de plus de 20 % des milieux humides était en régression sur la période 2000-2010. Les causes sont multiples telles que l'aménagement des cours d'eau, la mise en place d'infrastructures drainantes ou encore diverses pollutions.

L'importance écologique des communautés des eaux dormantes réside dans le fait que ces communautés se développent dans des environnements de transition entre les écosystèmes terrestres et aquatiques. Leur

vulnérabilité est liée à des surfaces réduites (Angiolini et al., 2016). Une altération de ce paramètre est bien souvent associée à une dégradation de l'état de conservation de l'habitat (Mroz, 2013).

Description des indicateurs

Évolution du nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent

Un étang où une communauté des *Lemnetea minoris* est présente = une pièce d'eau.

La surface couverte par l'habitat est un indicateur essentiel dans l'évaluation de l'état de conservation au titre de la DHFF (Viry, 2013). Sachant que ces habitats sont soumis à de fortes variations, il est plus pertinent d'évaluer la surface au travers d'une tendance et non de la chiffrer à un instant t. L'évaluation se fera au niveau de la mosaïque d'habitat, le cas échéant.

Méthode 1 : une méthode consiste à effectuer un inventaire des plans d'eau entre deux années et à comparer les deux inventaires, afin d'identifier si le nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent est en augmentation ou en diminution (lorsqu'aucune donnée antérieure n'est disponible). Pour ce faire, une photo-interprétation prélable à un passage de terrain, afin de vérifier la présence de l'habitat au sein de la pièce d'eau, est conseillée. L'utilisation de plusieurs couches est recommandée afin de pré-localiser les pièces d'eau où l'habitat est potentiellement présent. Un exemple de couches exploitables est fourni dans le tableau ci-dessous. La pré-localisation devra être effectuée sur des ortho-photographies prises en début d'été. Le passage de terrain pourra être effectué du début d'été à l'automne. Sur les sites pâturés de plaine, il est recommandé d'effectuer le passage de terrain en juin.

Les couches proposées ci-dessous sont exploitables sous Qgis, Arcgis, etc. Le maillage de 2 500 m x 500 m est préconisé car bien adapté à l'exercice de photo-interprétation. Le maillage permet de prendre du recul par rapport au tracé des contours des entités. L'échelle recommandée pour le tracé des contours des entités via photo-interprétation est, elle, comprise entre 1/2 000^{e} et 1/1 000^{e}. En-dessous, le tracé risque d'être imprécis. Au-dessus, la qualité des entités est généralement très faible.

Méthode 2 : il est également possible de comparer les cartographies d'habitat sous SIG, les données disponibles dans les DOCOB, etc.

Recommandations : les conditions climatiques doivent être comparables lorsque l'on mesure l'évolution du nombre de pièces d'eau d'une année à une autre, au regard de la grande variabilité des habitats et

de leur dépendance vis-à-vis de la pluviométrie. Le repérage par photo-interprétation peut s'avérer inexhaustif en contexte forestier.

Exemples de couches exploitables sous SIG afin de procéder au pré-repérage des pièces d'eau.

Couche	Source	Utilité
SCAN 25®	©IGN	Repérage de la topographie, des toponymes et des mares
BD ORTHO®	©IGN	Repérage des différents faciès de végétation, des indices de remontées de nappe, des étangs, des mares, etc.
Bing Aerial®	©Microsoft Corporation	Complément au repérage des mares forestières
Limites des sites Natura 2000 (ZSC et ZPS)	MNHN	Cadrage géographique
Grille de maille 2 500 m x 500 m		Aide à la progression de la photo-interprétation et vérification des mailles

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Surface couverte par l'habitat	Fonctionnement général, perspectives, pérennité de l'habitat et des espèces, dynamique de l'habitat	Site	Progression Stabilité	0
			Régression	-10

Paramètre « Structures et fonctions »

L'article 1 de la DHFF stipule que pour qu'un habitat soit en bon état de conservation, sa structure et ses fonctions ne doivent pas être altérées et doivent être pérennes (Conseil de la CEE, 1992).

Les structures peuvent être définies comme les composantes physiques de l'habitat, souvent représentées par les espèces végétales (ligneux, hélophytes, etc.) (Evans et Arvela, 2011). Elles décrivent la complexité de l'habitat en prenant en compte les dimensions des individus, mais aussi les relations spatiales des individus entre eux (Bensettiti et al., 2012). Associées à la composition, elles constituent les caractéristiques biotiques de l'habitat (Maciejewski et al., 2016).

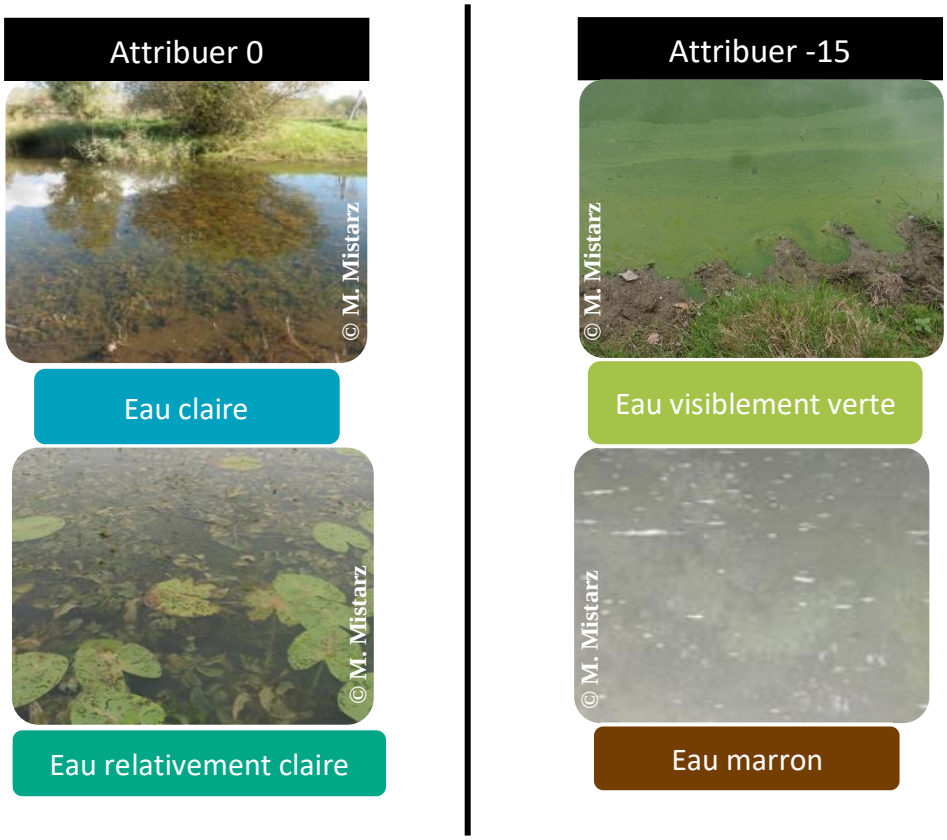
Les fonctions de l'écosystème correspondent aux processus écologiques qui peuvent prendre place à différentes échelles spatiales et temporelles, propres à chaque habitat (Evans et Arvela, 2011). Ces processus sont organisés autour de flux internes (eau, nutriments, etc.) et de processus de transformation des composants organiques, biogéochimiques, physiologiques, etc. (Bensettiti et al., 2012). Les fonctions résultent de l'interaction entre tous les compartiments de l'habitat, qu'ils soient biotiques ou abiotiques (Maciejewski et al., 2016).

L'évaluation des structures et fonctions de l'habitat passe soit par l'évaluation des composantes en elles-mêmes (couverture du sol, par exemple), soit par le biais d'espèces indicatrices d'un « bon » ou d'un « mauvais » fonctionnement écologique (Viry, 2013). Les indicateurs biologiques fournissent des évaluations plus compréhensibles et précises de l'état de conservation (Lumbreras et al., 2016). Les plantes sont les plus sensibles aux perturbations, c'est pourquoi elles sont très représentées en tant qu'indicateurs. Leur composition est à la fois influencée par la qualité de l'eau et le régime hydrologique.

Description des indicateurs

Couleur de l'eau

C'est l'un des paramètres qui décrit la qualité chimique de l'eau. La couleur de l'eau est influencée par la matière organique, les substances humiques, l'érosion, les eaux usées et le développement abondant du phytoplancton. Tous ces facteurs peuvent conduire à la dégradation de l'état de conservation de l'habitat. Elle est un des facteurs qui influence la transparence de l'eau (Anras et Guesdon, 2007), elle-même influencée par le phytoplancton. Elle peut être considérée comme un indicateur d'eutrophisation. Une eau de couleur marron (ou marron-vert) est associée aux mauvais états de conservation de l'habitat. Elle empêcherait l'installation de certaines espèces (accessibilité à la lumière moindre). L'indicateur est à mettre en lien avec la turbidité de l'eau, relevée dans le guide précédent sur les habitats à Characées.



Référentiel de couleur de l'eau.

Méthode : il s'agit d'effectuer une estimation visuelle de la couleur de l'eau à l'échelle de la placette, si possible au niveau de la partie la plus profonde du plan d'eau. En milieu aquatique, on délimitera une placette d'environ 10 m², sur laquelle la couleur de l'eau sera relevée. La placette pourra être délimitée par des piquets, un quadrat flottant, ou encore de manière fictive. On se réfèrera au référentiel ci-dessus.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Caractéristiques de l'eau	Matière organique, pollutions, hypertrophisation, qualité de l'eau	Placette	Claire	0
			Marron/Marron-vert	-15

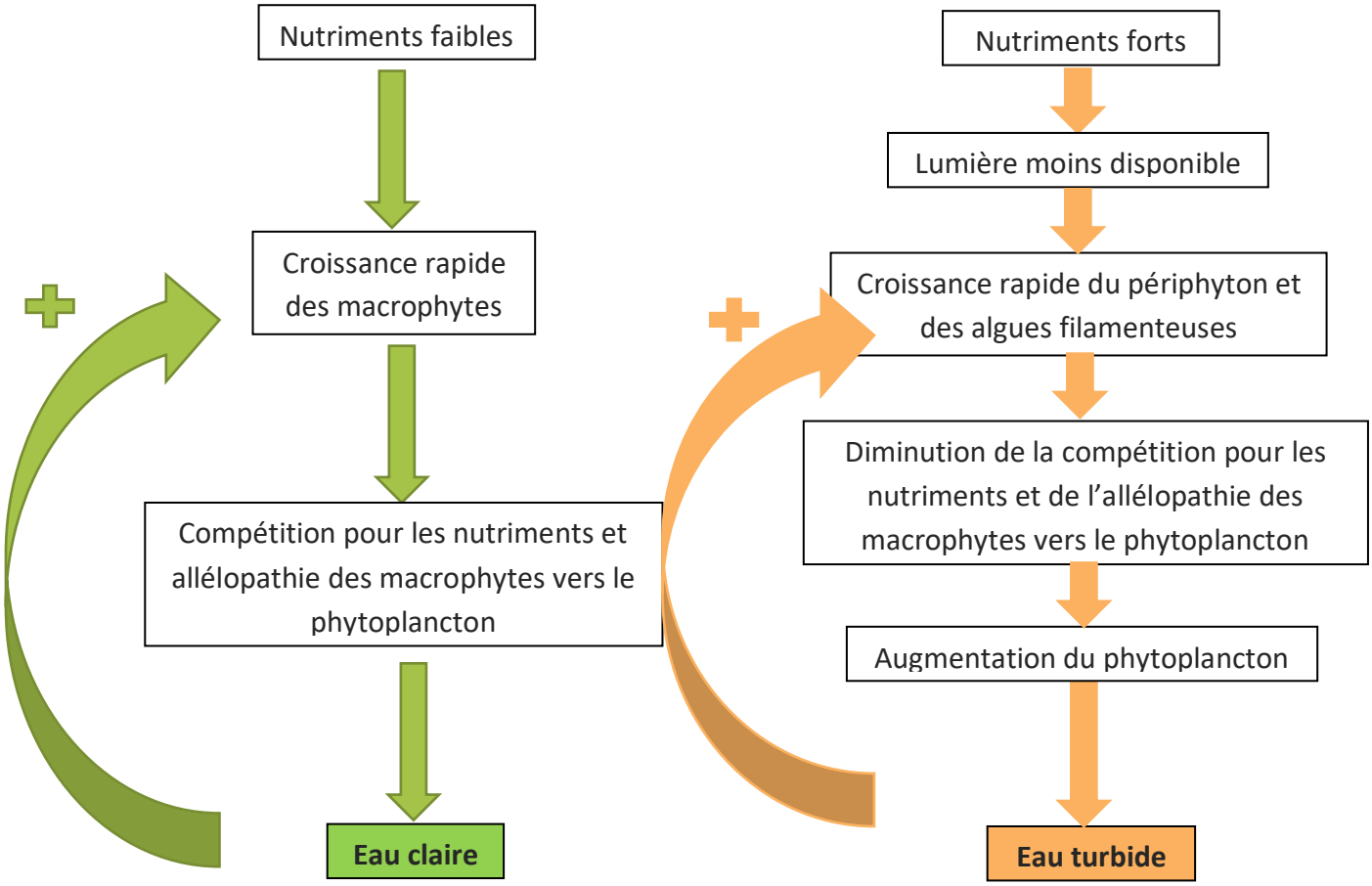


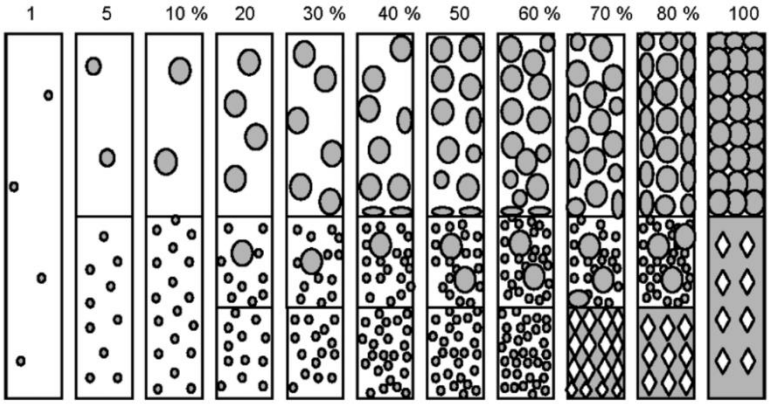
Schéma des mécanismes influençant la couleur de l'eau dans les plans d'eau (d'après Phillips et al., 1978).

Recouvrement de la strate hydrophytique (%)

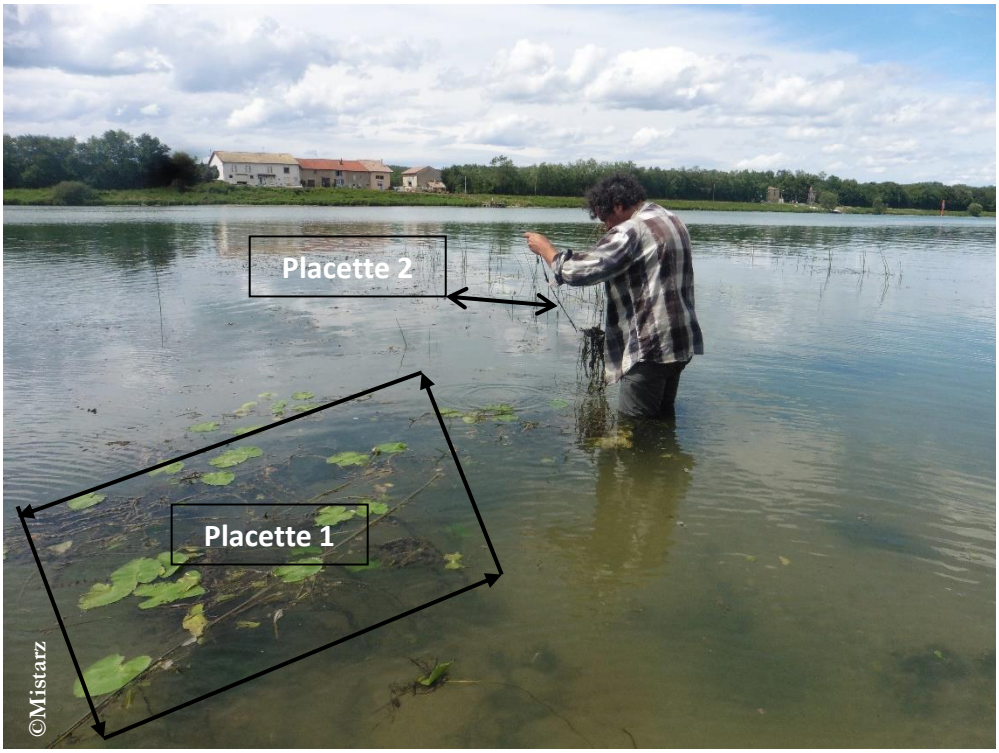
L'indicateur avait été proposé par les experts pour évaluer l'état de conservation de l'habitat. Du fait de son caractère erratique, la végétation colonise rapidement le milieu. En l'absence d'entretien, les groupements pionniers sont rapidement remplacés au fil des ans par des espèces plus compétitrices et expansionnistes telles que *Ceratophyllum demersum*, *Nuphar lutea*, etc., associé à une baisse de diversité croissante. La strate hydrophytique correspond au recouvrement total de la végétation, sans les bryophytes, les algues (filamenteuses et Characées), sans les hélophytes et sans les pseudo-hydrophytes.

Méthode : il s'agit d'effectuer une estimation du recouvrement de la strate hydrophytique à l'échelle de la placette via relevé floristique. Le relevé sera délimité par une placette d'environ 10 m². La placette doit être représentative du polygone d'habitat et homogène sur le plan floristique. Les bordures du polygone seront évitées. La forme de la placette sera adaptée à la forme du polygone (circulaire, carrée, rectangulaire, etc.). On pourra subdiviser la placette en placettes plus petites, le cas échéant, afin de faciliter l'évaluation du recouvrement des espèces et d'en augmenter la précision. La placette pourra être délimitée par des piquets, un

quadrat flottant, ou de manière fictive. Une aide à l'estimation du recouvrement est disponible ci-contre. Pour ces habitats, la période optimale de développement de la végétation se situe entre juin et septembre, période à laquelle il est donc préconisé d'effectuer le relevé (juin pour les sites pâturés de plaine). Ce dernier est effectué en tenant compte de la mosaïque d'habitats, le cas échéant, c'est-à-dire que les espèces du *Nymphaeion albae* peuvent être prises en compte. Les espèces entrant dans le calcul de l'indicateur sont les pleustophytes telles que *Lemna* spp., *Utricularia* spp., *Ceratophyllum* spp., *Hydrocharis morsus ranae*, etc. et les hydrophytes enracinées tels que *Potamogeton* spp., *Myriophyllum* spp., *Najas* spp., *Nymphaea alba*, etc. L'information des types biologiques propres à chaque espèce peut être relevée dans une flore afin de ne sélectionner que les pleustophytes et les hydrophytes enracinées. Les espèces déstructurantes (*cf.* plus loin) ne sont pas prises en compte.



Plaquette de visualisation des pourcentages (Fromont d'après Prodon).



Relevés effectués sur les herbiers à l'échelle de la placette, en grandes étendues d'eau. La placette 1 est accessible à pied. La placette 2, plus éloignée, nécessite des lancers de grappin.

Recommandations : l'utilisation d'un aquascope est recommandée. À défaut, si la végétation est inaccessible et en dernier recours, on pourra effectuer six lancers de grappin afin d'estimer le recouvrement. Pour les grandes étendues d'eau, l'utilisation d'une embarcation serait un plus.

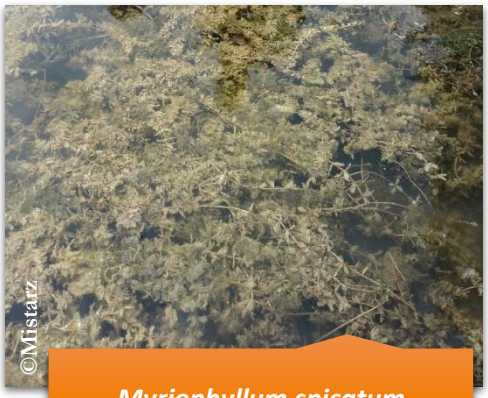
***Spirolela polyrhiza* en mélange avec *Lemna minor* (pleustophytes)**

***Utricularia* grpe. *vulgaris* (pleustophyte) en mélange avec des Characées**

***Ceratophyllum demersum* (pleustophyte) en herbier monospécifique**

***Hydrocharis morsus-ranae* (pleustophyte) en mélange avec *Lemna minor* (pleustophyte)**

Exemples de pleustophytes et hydrophytes enracinées pouvant être retrouvées au sein de ces habitats.



***Myriophyllum spicatum* (hydrophyte enracinée)**

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus
Composition floristique	Fermeture du milieu, pérennité et dynamique de l'habitat	Placette	< 70
			> 70

Recouvrement des espèces déstructurantes (%)

Elodea canadensis, EEE au niveau national souvent présente sur les herbiers mésotrophes à eutrophes, considérée comme espèce déstructurante.

Les espèces déstructurantes ont la capacité de modifier les caractéristiques de l'habitat, notamment physiques (Charles et Viry, 2015). Ces espèces sont pour la plupart cespiteuses et ont un fort pouvoir colonisateur. Elles englobent toutes les espèces ligneuses, certaines EEE et d'autres espèces jugées comme déstructurantes (*Schoenoplectus lacustris*, par exemple). Une liste d'espèces déstructurantes a été établie, à partir des listes d'EEE et l'expérience de terrain. Elle est disponible à la fin du guide. Pour aller plus loin, on définit souvent une EEE de la sorte : « *Une espèce exotique envahissante est une espèce allochtone dont l'introduction par l'Homme (volontaire ou fortuite), l'implantation et la propagation menacent les écosystèmes, les habitats ou les espèces indigènes avec des conséquences écologiques ou économiques ou sanitaires négatives* » (IUCN, 2000 ; McNeely, 2001 ; McNeely et al., 2001). L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) considère que les EEE représentent une cause majeure de perte de biodiversité dans le monde. Elles peuvent être considérées comme un facteur de dégradation de la qualité des habitats aquatiques et humides (Brundu, 2015). Elles peuvent altérer le fonctionnement hydrologique, les cycles biogéochimiques et la composition biologique des écosystèmes, causer des pertes et dégradations à tous les niveaux de l'organisation biologique, des gènes aux populations, avec des effets en cascade sur l'écosystème entier (Vilà et Garcia-Berthou, 2010). Leur suivi fait partie intégrante de l'évaluation de l'état de conservation des habitats car leur présence peut perturber tout l'écosystème et induire un changement profond de la nature de l'habitat (Charles et Viry, 2015). De par leur définition, elles sont très compétitives et peuvent porter atteintes aux communautés caractéristiques des habitats plus spécialisées. Mais les EEE ont aussi un coût. Par exemple, le contrôle de la Jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*) sur la rivière Guadiana en Espagne en 2009 a été estimé à 6.7 M€ (Andreu et al., 2009). À noter que toutes les EEE ne sont pas considérées comme déstructurantes pour l'habitat. Sur les voiles de lentilles d'eau, *Lemna minuta* est souvent retrouvée en mélange avec *L. minor*, la première n'étant au final pas considérée comme tellement impactante pour l'état de conservation de l'habitat par les experts. En effet, certaines espèces

Azolla filiculoides en mélange avec *Spirodela polyrhiza* et *Lemna minor*.

peuvent se maintenir dans le temps, sans porter préjudice aux structures et fonctions de l'habitat considéré. Certaines EEE peuvent accomplir des fonctions similaires aux espèces indigènes sans pour autant les concurrencer (Sirvent, 2017). En revanche, certaines espèces à fort pouvoir colonisateur ou à capacité accrue de modifications du fonctionnement hydrologique ou physico-chimique ont été incluses. *Phragmites australis*, par exemple, est un hélophyte favorisant la floculation des vases, donc l'envasement. Il peut également poser des problèmes d'ombrage envers ces végétations héliophiles.

Méthode : l'estimation du recouvrement des espèces déstructurantes est effectuée sur la même placette utilisée pour le dénombrement des espèces eutrophiles, via relevé floristique, au même moment, en se référant à la liste proposée à la fin du guide. L'aide au recouvrement fournie plus haut peut être utilisée. Notons que les espèces déstructurantes ne sont pas à prendre en compte dans l'estimation du recouvrement de la strate hydrophytique.

Recommandations : la liste proposée à la fin du guide est non exhaustive et peut être complétée par l'opérateur, si cela est jugé nécessaire. L'utilisation d'un aquascope est recommandée. L'utilisation d'une embarcation est conseillée dans le cas des grandes étendues d'eau. À défaut, si la végétation est inaccessible et en dernier recours, on pourra effectuer des lancers de grappin afin d'estimer le recouvrement des espèces déstructurantes.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Composition floristique	Capacité de résilience, qualité et fonctionnement de l'habitat	Placette	< 20	0
			20-70	-15
			> 70	-30

Évolution du recouvrement des algues filamenteuses (malus)

L'apparition d'algues filamenteuses peut témoigner d'une augmentation du niveau trophique et, à terme, d'une disparition de l'habitat (Mroz, 2013). Elles augmentent la turbidité et privent la végétation caractéristique d'oxygène et de lumière, paramètres nécessaires à leur développement (Scheffer, 2001). L'absence d'algues filamenteuses ne traduit pas un mauvais état de conservation de l'habitat. L'indicateur est fortement dépendant des conditions climatiques. L'année 2017 a, par exemple, connu de fortes périodes de chaleur au mois de juin, ce qui a favorisé les blooms d'algues durant l'été. C'est pourquoi la mesure de l'évolution doit être effectuée lors de deux années où les conditions climatiques sont comparables.

Méthode : les algues filamenteuses seront relevées à l'échelle de la même placette utilisée pour l'estimation du recouvrement de la strate hydrophytique et des espèces déstructurantes. Le relevé sera effectué

Placette entièrement recouverte d'algues filamenteuses (août 2017).

au même moment. Si le recouvrement des algues filamenteuses était connu antérieurement, on pourra ainsi calculer l'indicateur, à conditions climatiques comparables. Sinon, il s'agira de relever la donnée l'année suivante.

Recommandations : les informations portées par les algues filamenteuses étant mal connues, on veillera à bien mesurer l'évolution du recouvrement à conditions climatiques comparables. Dans les lacs au sens large, il existe une succession naturelle et saisonnière au niveau des différents blooms d'algues (diatomées, algues vertes et cyanobactéries). Selon le niveau trophique du plan d'eau (mésotrophe ou eutrophe), les communautés dominantes sur l'année ne seront pas les mêmes (cyanobactéries pour les lacs eutrophes).

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Note
Composition floristique	Eutrophisation, fonctionnement général, pérennité de l'habitat	Placette	Progression	-10

Paramètre « Altérations »

Les activités humaines peuvent porter atteinte aux structures et au fonctionnement de l'habitat. Elles peuvent également engendrer une régression de sa surface. Dans les deux paramètres précédents, il a été essayé de prendre en compte les atteintes d'origine anthropique à travers divers indicateurs. Cependant, certaines perturbations ne peuvent être incluses. C'est pourquoi un paramètre « Altérations » est pris en compte.

Le paramètre est évalué au travers de deux indicateurs présentés ci-dessous de manière analogue à ce qui a été élaboré dans les diverses études antérieures du MNHN sur l'évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle des sites Natura 2000.

Description des indicateurs

Recouvrement des atteintes quantifiables en surface

Méthode : il s'agit d'estimer, à l'échelle du polygone, les atteintes visibles dont l'impact peut être quantifié en surface. Une liste d'atteintes potentiellement présentes sur ces habitats est disponible ci-dessous. Cette dernière a été établie via expérience de terrain. À chaque atteinte et seuil de surface associé sont attribués des points. C'est la somme des points correspondant aux atteintes relevées au niveau du polygone d'habitat qui

donne la valeur de l'indicateur. Sur le terrain, les atteintes sont relevées à l'échelle du polygone d'habitat ou de l'écocomplexe, le cas échéant. Une estimation visuelle du recouvrement de la surface impactée est effectuée. Les points correspondants sont alors sommés afin d'obtenir la valeur de l'indicateur.

Exemple d'atteinte dont l'impact peut être quantifié en surface pouvant être rencontrée sur cet habitat (décharge).

Liste des atteintes quantifiables en surface pouvant être relevées sur les herbiers mésotrophes à eutrophes.

Atteintes quantifiables (polygone/écocomplexe)	Points
Passage de quads, piétinement dû à la fréquentation (< 50 %)	1
Passage de quads, piétinement dû à la fréquentation (> 50 %)	2
Artificialisation des berges	2
Passage d'engins lourds	2
Dépôts de matériaux/décharge	2
Extraction de matériaux	2
Plantations en périphérie	1
Plantations au centre	2
Incendies	1
Drains	1
Passage de sangliers (> 80 %)	1

Recommandations : la liste établie est non exhaustive et peut être complétée par l'opérateur, le cas échéant.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Atteintes lourdes	Fonctionnement général, connectivité, capacité de résilience	Polygone/écocomplexe	Somme des points = 0	0
			Somme des points = 1	-10
			Somme des points ≥ 2	-15

Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface

Les atteintes diffuses à l'échelle du site ou bassin versant peuvent influencer indirectement la structure et le fonctionnement de l'habitat, et ainsi impacter son état de conservation sur le long terme. Ce sont des atteintes dont l'impact ne peut être quantifié en surface.

Méthode : une liste non exhaustive d'atteintes diffuses est présentée ci-dessous. Elle a été établie via recherches bibliographiques, l'expérience de terrain, puis validée par les experts. Il s'agit d'estimer l'impact de toutes les atteintes réunies sur l'état de conservation de l'habitat.

Liste d'atteintes diffuses potentiellement relevées sur les sites Natura 2000 accueillant des herbiers méso-eutrophes à eutrophes.

Atteintes difficilement quantifiables en surface
Activités nautiques
Drainage, assèchement
Stabilisation du niveau d'eau, soutien d'étiage
Activités de pompage sur le site, extraction de matériaux
Rejets ponctuels, pollutions
Pisciculture intensive
Présence d'EEE faunistiques (hors pisciculture)
Chaulage
Agriculture avec usage d'intrants
Talus érosif

En ce qui concerne l'atteinte « Présence d'EEE faunistiques (hors pisciculture) », une liste d'EEE potentiellement retrouvées au sein des habitats des eaux dormantes est proposée à la fin du guide.

Recommandations : la liste est non exhaustive et pourra être complétée par l'opérateur.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Atteintes diffuses	Fonctionnement général, pérennité, capacité de résilience	Site	Impact négligeable ou nul	0
			Impact moyen	-10
			Impact fort	-20

Pour aller plus loin

La méthode proposée se base essentiellement sur des indicateurs biologiques qui fournissent des évaluations plus compréhensibles et précises de l'état de conservation que des indicateurs de fonctionnement hydrologique, ou encore de qualité de l'eau. De manière générale, les indicateurs de qualité de l'eau sont très variables dans le temps et l'espace selon qu'ils sont mesurés le matin ou l'après-midi, par temps ensoleillé ou pluvieux, etc. Cependant, la pose d'un ou plusieurs piézomètres à l'échelle d'un site Natura 2000 est une manœuvre

incontournable si l'on souhaite surveiller l'état de conservation des habitats aquatiques et humides. Les piézomètres automatiques permettent d'avoir accès à un grand nombre de données par année et de mettre en évidence des tendances.

Piézomètre sur le site « Étangs et mares de la Capelle ».

La grille d'évaluation est une proposition d'indicateurs que les opérateurs peuvent s'approprier (notamment via l'adaptation des listes d'espèces). Les retours d'expérience sont nécessaires afin d'ajuster la méthode. C'est pourquoi une fiche de retour est proposée à la fin du guide. Cette fiche est destinée aux opérateurs qui souhaitent évaluer l'état de conservation des herbiers mésotrophes à eutrophes au sein de leur site d'étude.

Listes d'espèces utiles à l'évaluation

Liste d'espèces déstructurantes susceptibles d'être rencontrées sur cet habitat

Nom scientifique
Arundo donax L.
Azolla filiculoides Lam.
Bidens frondosa L.
Carex acutiformis Ehrh.
Carex elata All.
Carex riparia Curtis
Cladium mariscus (L.) Pohl
Cyperus eragrostis Lam.
Egeria densa Planch.
Elodea canadensis Michx.
Elodea nuttallii (Planch.) H.St.John
Erigeron canadensis L.
Erigeron sumatrensis Retz.
Glyceria fluitans (L.) R.Br.
Glyceria maxima (Hartm.) Holmb.
Glyceria striata (Lam.) Hitchc.
Hydrocotyle ranunculoides L.f.
Juncus tenuis Willd.
Lagarosiphon major (Ridley) Moss
Lemna turionifera Landolt
Lindernia dubia (L.) Pennell
Ludwigia grandiflora (Michx.) Greuter & Burdet
Ludwigia peploides (Kunth) P.H.Raven
Myriophyllum aquaticum (Vell.) Verdc.
Nuphar lutea (L.) Sm.
Nymphaea alba L.
Panicum capillare L.
Panicum dichotomiflorum Michx.
Phragmites australis L.
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla
Sparganium erectum L.
Typha angustifolia L.
Typha latifolia L.
Vallisneria spiralis L.
Veronica peregrina L.

Liste d'EEE faunistiques suceptibles d'êtres rencontrées à l'échelle des sites Natura 2000

Nom scientifique	Nom commun
Ameiurus nebulosus (Lesueur, 1819)	Poisson-chat
Carassius auratus auratus (Linnaeus, 1758)	Poisson rouge
Corbicula fluminalis (O.F. Müller, 1774)	Corbicule striolée
Corbicula fluminea (O.F. Müller, 1774)	Corbicule asiatique
Corbicula leana Prime, 1867	Corbicule japonaise
Ctenopharyngodon idella (Valenciennes, 1844)	Amour blanc
Cyprinus carpio Linnaeus, 1758	Carpe commune
Dreissena polymorpha (Pallas, 1771)	Moule zébrée
Lepomis gibbosus (Linnaeus, 1758)	Perche-soleil
Lithobates catesbeianus (Shaw, 1802)	Grenouille taureau
Myocastor coypus (Molina, 1782)	Ragondin
Faxonius limosus (Rafinesque, 1817)	Écrevisse américaine
Oxyura jamaicensis (Gmelin, 1789)	Érismature rousse
Pachychilon pictum (Heckel & Kner, 1858)	Épirine lippue
Pacifastacus leniusculus (Dana, 1852)	Écrevisse de Californie
Potamopyrgus antipodarum (J. E. Gray, 1843)	Hydrobie des antipodes
Procambarus clarkii (Girard, 1852)	Écrevisse de Louisianne
Proterorhinus semilunaris (Heckel, 1837)	Gobie demi-lune
Pseudorasbora parva (Temminck & Schlegel, 1846)	Pseudorasbora
Salvelinus namaycush (Walbaum, 1792)	Truite de lac d'Amérique
Sander lucioperca (Linnaeus, 1758)	Perche-brochet
Silurus glanis Linnaeus, 1758	Silure glane
Trachemys scripta (Schoepff, 1792)	Tortue de Floride
Xenopus laevis (Daudin, 1803)	Xénope lisse

Fiche de terrain pour l'évaluation de l'état de conservation des herbiers méso-eutrophes à eutrophes (UE 3150) et ajustement de la méthode proposée

Merci de retourner cette fiche à l'adresse suivante : margaux.mistarz@mnhn.fr

Site Natura 2000	IDPolygone	Date	Auteur(s)	Localisation	Coordonnées GPS	Projection	N° photos

Habitat cartographié (oui/non)	Habitat déterminé (oui/non)

Relevés effectués		
Site	**Polygone/écocomplexe**	**Placette**
Évolution du nombre de pièces d'eau ❑	**Atteintes lourdes ❑**	**Couleur de l'eau ❑**
Atteintes diffuses ❑		**Recouvrement de la strate hydrophytique (hors espèces déstructurantes) ❑**
		Recouvrement des espèces déstructurantes ❑
		Évolution du recouvrement des algues filamenteuses (malus) ❑

Relevés à l'échelle du polygone

Atteintes à l'échelle du polygone	Surface impactée (% du polygone)	Points associés

Relevés à l'échelle de la placette

Couleur de l'eau
Méthode utilisée :
Résultat :

Observations/commentaires :

Recouvrement de la strate hydrophytique
Méthode utilisée :
Hydrophyte(s) contactée(s) (hors espèces déstructurantes) :
Résultat :

Observations/commentaires :

Recouvrement des espèces déstructurantes
Méthode utilisée :
Espèce(s) déstructurante(s) contactée(s) :
Résultat :

Observations/commentaires :

Évolution du recouvrement des algues filamenteuses (malus)	
Si données antérieures	**Si données antérieures non disponibles**
Recouvrement année 1 :	Recouvrement :
Recouvrement année 2 :	
Conclusion :	

Observations/commentaires :

Relevés à l'échelle du site

Évolution du nombre de pièces d'eau
Méthode utilisée :
Résultat année 1 :
Résultat année 2 :

Justification du choix de l'indicateur :

Observations/commentaires :

Atteintes diffuses à l'échelle du site
Liste des atteintes

Des idées/problèmes/solutions/modifications

Bibliographie

Andreu J., Vilà M. & Hulme P.E., 2009. - An Assessment of Stakeholder Perceptions and Management of Noxious Alien Plants in Spain. *Environmental Management* 43**(6)**: 1244–1255

Angiolini C., Viciani D., Bonari G. & Lastrucci L., 2016. - Habitat conservation prioritization: A floristic approach applied to a Mediterranean wetland network. *Plant biosystems* : 1–15

Anras L. & Guesdon S., 2007. - Hydrologie des marais littoraux. Mesures physico-chimiques de terrain. Marais mode d'emploi. Forum des Marais Atlantiques. 76p.

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

Bensettiti F., Puissauve R., Lepareur F., Touroult J. & Maciejewski L., 2012. - Évaluation de l'état de conservation des habitats et espèces d'intérêt communautaire. Guide méthodologique. DHFF article 17. 2007-2012. Version 1. Rapport SPN 2012-27. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle. 76p.

Bensettiti F. & Puissauve R., 2015. - Résultats de l'état de conservation des habitats et des espèces dans le cadre de la directive Habitats-Faune-Flore en France. Rapportage "Article 17". Période 2007-2012. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle. 204p.

Brundu G., 2015. - Plant invaders in European and Mediterranean inland waters: profiles, distribution, and threats. *Hydrobiologia* 746**(1)**: 61–79

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.

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

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.

Felzines J-C., 2012. - Contribution au prodrome des végétations de France: les *Lemnetea minoris* Tüxen ex O. Bolòs & Masclans 1955. J. Bot. 59 : 189–240

Felzines J.-C., 2016. - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Potametea* Klika *in* Klika & V. Novák 1941. *Documents phytosociologiques*, 3e série, **3** : 218-437

Gaudillat V., Argagnon O., Bensettiti F., Bioret F., Boullet V., Causse G., Choisnet G., Coignon B., de Foucault B., Delassus L., Duhamel F., Fernez Th., 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.

Goret M., 2009. - Caractérisation de l'habitat d'intérêt communautaire : « Lacs eutrophes naturels avec végétation du *Magnopotamion* ou de l'*Hydrocharition* » (Natura 2000: 3150) en Bretagne. Conservatoire botanique national de Brest. 49p.

International Union for Conservation of Nature, 2000. - Guidelines for the prevention of biodiversity loss due to biological invasion. 15p.

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., 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

McNeely J.A. (Editor), 2001. - The Great Reshuffling: Human Dimensions of Invasive Alien Species. International Union for Conservation of Nature. 242p.

McNeely J.A., Mooney H.A., Neville L.E., Schei P. & Waage J.K. (Editors), 2001. - Global Strategy on Invasive Alien Species. International Union for Conservation of Nature. 50p.

Mroz W., 2013. - Monitoring of natural habitats. Methodological guide for 5 natural habitats: 3110, 6210, 6520, 7230 and 9180. GIOŚ. 97p.

Office National des Forêts, 2013. - Guide des zones humides forestières. Département Isère. 73p.

Phillips G.L., Eminson D. & Moss B., 1978. - A mechanism to account for macrophyte decline in progressively eutrophicated freshwaters. *Aquatic Botany* 4: 103-126

Scheffer M., 2001. - Alternative Attractors of Shallow Lakes. *Scientific World Journal* 1: 254–63

Sirvent L., 2017. - Evaluer l'état de conservation des habitats dunaires méditerranéens d'intérêt communautaire : 2110, dunes mobiles embryonnaires ; 2120, dunes mobiles du cordon littoral à *Ammophila arenaria* (dunes blanches) ; 2210, dunes fixées du littoral du *Crucianellion maritimae*. A l'échelle d'un site Natura 2000 : La Grande Maïre, Portiragnes (Hérault). Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles. 53p.

Vilà M. & García-Berthou E., 2010. - Monitoring Biological Invasions in Freshwater Habitats. 91–100 in Hurford C., Schneider M. & Cowx I.G. *Conservation monitoring in freshwater habitats: a practical guide and case studies*. Ed. Springer. 410p.

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.

UMS 2006 Patrimoine Naturel
Muséum national d'Histoire naturelle
CP41, 36, rue Geoffroy Saint-Hilaire
75005 Paris
patrinat.mnhn.fr

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT
www.afbiodiversite.fr

www.cnrs.fr

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
www.mnhn.fr

UMS PATRIMOINE NATUREL
CENTRE D'EXPERTISE ET DE DONNÉES
AFB • CNRS • MNHN

État de conservation des « Lacs et mares dystrophes naturels » (UE 3160)

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

UNITE MIXTE DE SERVICE

PATRIMOINE NATUREL

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

www.afbiodiversite.fr

www.cnrs.fr

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

www.mnhn.fr

Nom du Programme/Projet : **développement des méthodes d'évaluation sur les 14 différents habitats aquatiques et humides de la Directive Habitats**

Convention :

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

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

Vacataire : **Manon Latour** (manon.latour@mnhn.fr)

Experts mobilisés : **R. Coulombel (CBNBl), L. Ferreira (CBNBP), T. Legland (CBNA), T. Sanz (CBNA), A. Lefouler (CBNSA), R. Collaud (CBNFC)**

Relecture : **Farid Bensettiti**

Référence du rapport conseillé : **Mistarz M. & Latour M., 2019. État de conservation des « Lacs et mares dystrophes naturels » (UE 3160). Guide d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. UMS PatriNat – AFB/CNRS/MNHN. 33p.**

L'UMS Patrimoine naturel - PatriNat

Centre d'expertise et de données sur la nature

Depuis janvier 2017, l'Unité Mixte de Service 2006 Patrimoine naturel assure des missions d'expertise et de gestion des connaissances pour ses trois tutelles, que sont le Muséum national d'Histoire naturelle, l'Agence française pour la biodiversité et le CNRS.

Son objectif est de fournir une expertise fondée sur la collecte et l'analyse de données de la biodiversité et de la géodiversité, et sur la maitrise et l'apport de nouvelles connaissances en écologie, sciences de l'évolution et anthropologie. Cette expertise, fondée 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

Directeur : Jean-Philippe SIBLET
Directeur adjoint en charge du centre de données : Laurent PONCET
Directeur adjoint en charge des rapportages et de la valorisation : Julien TOUROULT

Inventaire National du Patrimoine Naturel

Porté par l'UMS Patrimoine naturel, 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 SINP et de l'Observatoire National de la Biodiversité.

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.

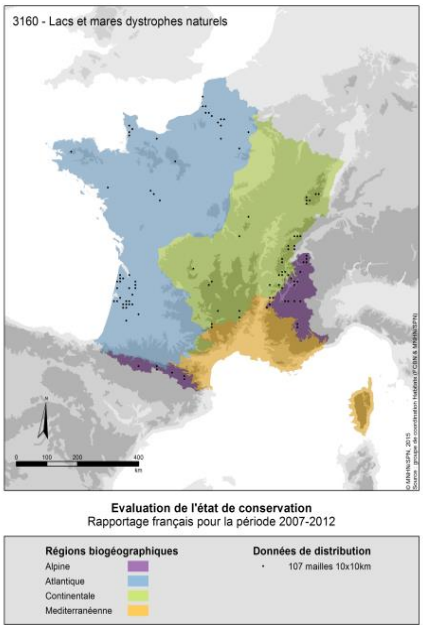
Ce système d'information permet de consolider des informations qui étaient jusqu'à présent dispersées. Il concerne la métropole et l'outre-mer, aussi bien la partie terrestre que marine. C'est une contribution majeure pour la connaissance naturaliste, l'expertise, la recherche en macroécologie et l'élaboration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

En savoir plus : inpn.mnhn.fr

Les lacs et mares dystrophes naturels (UE 3160)

Sparganium natans, espèce caractéristique de l'habitat en contexte alcalin.

Cet habitat paucispécifique se retrouve au niveau de dépressions de faibles superficies, souvent de couleur naturellement brune favorisée par une forte concentration en acides humiques et une faible teneur en matières azotées (Beadle et al., 2015). La dystrophie est due aux concentrations élevées en matière organique dissoute, associée à une faible teneur en matières azotées (Felzines, 2012). Les substances humiques interagissent avec l'eau et les sédiments pour réguler la quantité et la disponibilité des nutriments pour les plantes (Grzybowski, 2014). Elles se combinent à ces derniers pour former des complexes. C'est la proportion de milieux tourbeux sur le bassin versant qui influence la quantité de substances humiques dans l'eau (Ejankowski et Iglińska, 2014), et donc sa couleur. L'habitat colonise principalement les gouilles naturelles et mares en milieux tourbeux (hauts-marais, bas-marais acides ou alcalins) (Bensettiti et al., 2002). On entend par gouille une dépression de faible superficie (quelques cm² à quelques m²), inondée temporairement ou non, enrichie en matière organique. La végétation correspond aux communautés des *Utricularieta intermedio-minoris* (Bardat et al., 2001) dominée par des espèces des genres *Utricularia*, *Rhynchospora* et *Sparganium*, ainsi que des espèces du genre *Sphagnum*. Les communautés en présence varient selon les caractéristiques de l'eau, quelle soit acide ou alcaline. En contexte acide, on retrouve l'alliance du *Sphagno cuspidati-Utricularion minoris*. En contexte alcalin, c'est l'alliance du *Scorpidio scorpidioidis-Utricularion minoris* qui est présente. La présence de bryophytes est parfois à noter telles que *Scorpidium scorpioides*, *Calliergon giganteum*, *Sphagnum cuspidatum*, etc. Les faibles recouvrements de végétation laissent apparaître le substrat vaseux ou tourbeux, et la profondeur de l'eau ne dépasse généralement pas les 30 cm. Le ratio surface/profondeur est généralement élevé. Le pH est faible, compris entre 3 et 6. Il décroît lorsque la proportion de sphaignes augmente en contexte acide. Contrairement à l'habitat précédent, les macrophytes immergés sont généralement absents de l'habitat compte tenu de la présence des substances humiques qui limitent l'accès à la lumière sous la surface de l'eau (Sender et al., 2016). L'habitat peut également s'assécher durant l'été.



Distribution de l'habitat code UE 3160 sur le territoire métropolitain.

L'habitat est présent sur 57 sites Natura 2000 en France. Il est présent de l'étage planitiaire à montagnard et est absent du domaine

biogéographique méditerranéen. Sa représentation n'en reste pas moins pittoresque sur l'ensemble du territoire métropolitain. L'habitat est en nette régression.

L'habitat est décliné en un seul habitat élémentaire, « Mares dystrophes naturelles » (UE 3160-1).

Il s'agit d'un habitat relativement stable (Bensettiti et al., 2002) présentant une dynamique naturelle lente lorsqu'il se trouve au sein de dépressions naturelles de tourbières acides ou neutro-alcalines. Lorsqu'il se trouve au sein d'anciennes fosses d'extraction de tourbe ou de chenaux artificiels, la colonisation par les bryophytes, divers hélophytes et finalement par les ligneux est possible et peut conduire à la disparition du groupement au profit d'autres formations végétales. En règle générale, la sécheresse estivale et la faible profondeur du sol induisent toutefois une évolution relativement lente de ce type de groupement. L'envasement et l'atterrissement favorisent l'installation de tremblants tourbeux (*Caricion lasiocarpae*), de roselières turficoles (*Magnocaricion elatae*), puis de saulaies marécageuses (*Salicion cinereae*), voire de bas-marais de l'*Hydrocotylo vulgaris-Schoenion nigricantis*. On peut observer une disparition rapide du groupement, puis remplacement par des herbiers plus polluo-tolérants du *Ranunculo flammulae-Juncetum bulbosi* (UE 3130), voire des *Potametea pectinati* (UE 3150). Les communautés mésotrophiles peuvent évoluer, par pollution des eaux, vers des communautés plus eutrophiles de ces alliances, voire disparaître totalement. Dans tous les cas, l'habitat est fortement dépendant du milieu tourbeux environnant.

Groupement à *Sparganium natans* (au premier plan) en contact avec *Nuphar lutea* en contexte tourbeux alcalin.

L'habitat est en contact permanent avec les tourbières hautes actives (UE 71XX), les bas-marais alcalins (UE **7210***, 7230), ou encore les tourbières boisées (UE **91D0***). Il forme des mosaïques au sein de ces complexes tourbeux où on peut le retrouver en contact avec des végétations à Characées (UE 3140), des communautés hydrophytiques, des gazons amphibies oligo-mésotrophes (UE 3110, UE 3130), des mégaphorbiaies (UE 6430), etc. Il est également possible de le retrouver au contact de forêts alluviales (UE **91E0***) ou de pelouses sèches semi-naturelles sur calcaires selon les variations topographiques (UE 6210).

Les résultats du rapportage 2007-2012 font état d'un état de conservation « défavorable mauvais » pour les domaines atlantique et continental, avec tendance à la dégradation au sein du domaine atlantique (Bensettiti et Puissauve, 2012).

Résultats du rapportage 2007-2012 sur l'état de conservation de l'habitat (UE 3160) pour le domaine biogéographique atlantique.

Code UE	Aire de répartition	Surface	Structure et fonctions	Perspectives futures	État de conservation
3160	Défavorable inadéquat	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais

Résultats du rapportage 2007-2012 sur l'état de conservation de l'habitat (UE 3160) pour le domaine biogéographique continental.

Code UE	Aire de répartition	Surface	Structure et fonctions	Perspectives futures	État de conservation
3160	Défavorable inadéquat	Défavorable mauvais	Défavorable inadéquat	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais

L'état de conservation a été jugé « défavorable inadéquat » au sein du domaine biogéographique alpin.

Résultats du rapportage 2007-2012 sur l'état de conservation de l'habitat (UE 3160) pour le domaine biogéographique alpin.

Code UE	Aire de répartition	Surface	Structure et fonctions	Perspectives futures	État de conservation
3160	Favorable	Favorable	Défavorable inadéquat	Non évalué	Défavorable inadéquat

Les principales menaces qui pèsent sur cet habitat sont les variations importantes du niveau hydrique, l'eutrophisation, la colonisation par les hélophytes, les ligneux, etc. De manière générale, toutes les menaces susceptibles de porter atteinte aux milieux tourbeux peuvent être citées. À basse altitude, ces communautés constituées de plantes peu compétitives sont soumises à colonisation par des espèces plus généralistes et adaptées à des niveaux trophiques potentiellement plus élevés. En contexte alcalin, la réactivité forte du calcium permet de créer des complexes instables entre nutriments et substances humiques, ce qui favorise le processus d'eutrophisation (Ejankowski et Iglińska, 2014). En revanche, les plaines sablonneuses et les dunes fournissent des conditions favorables au développement des conifères et des tourbières hautes pauvres en nutriments. Ceci influence positivement la dystrophisation.

Grille d'évaluation de l'état de conservation

Les grilles présentées ci-dessous sont issues des réflexions et des travaux menés en 2017 et 2018. Quatre réunions d'experts ont aussi contribué à valider les grilles d'indicateurs à chaque étape du processus. Deux grilles d'indicateurs sont proposées selon le contexte, alcalin (alliance du *Scorpidio scorpidioidis-Utricularion minoris*) ou acide (*Sphagno cuspidati-Utricularion minoris*).

Grille d'indicateurs pour évaluer l'état de conservation des « Lacs et mares dystrophes naturels » (UE 3160) à l'échelle du site Natura 2000 en contexte acide (*Sphagno cuspidati-Utricularion minoris*).

Paramètre	Critère	Indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Surface	Surface couverte	Évolution de la surface couverte ou du nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent	Site	Stabilité, progression	0
				Régression	-10
Structures et fonctions	Composition floristique	Présence d'espèces eutrophiles	Placette	Non	0
				Oui	-15
		Présence d'espèces déstructurantes	Placette	Non	0
				Oui	-15
		Présence de sphaignes	Placette	Oui	0
				Non	-15
		Évolution du recouvrement des algues filamenteuses (malus)	Placette	Progression	-10
	Composition faunistique	Invertébrés (bonus)	Plan d'eau	Présence	+10
Altérations	Atteintes lourdes	Recouvrement des atteintes quantifiables en surface	Polygone	Somme des points = 0	0
				Somme des points = 1	-10
				Somme des points ≥ 2	-15
	Atteintes diffuses	Impact des atteintes difficilement quantifiables en surface	Site	Nul ou négligeable	0
				Moyen	-10
				Fort	-20

Paramètre	Critère	Indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Surface	Surface couverte	Évolution de la surface couverte ou du nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent	Site	Stabilité, progression	0
				Régression	-10
Structures et fonctions	Composition floristique	Présence d'espèces eutrophiles	Placette	Non	0
				Oui	-15
		Présence d'espèces déstructurantes	Placette	Non	0
				Oui	-15
		Présence de *Scorpidium scorpioides* ou *Calliergon giganteum*	Placette	Oui	0
				Non	-15
		Évolution du recouvrement des algues filamenteuses (malus)	Placette	Progression	-10
	Composition faunistique	Invertébrés (bonus)	Plan d'eau	Présence	+10
Altérations	Atteintes lourdes	Recouvrement des atteintes quantifiables en surface	Polygone	Somme des points = 0	0
				Somme des points = 1	-10
				Somme des points ≥ 2	-15
	Atteintes diffuses	Impact des atteintes difficilement quantifiables en surface	Site	Nul ou négligeable	0
				Moyen	-10
				Fort	-20

États de référence

Il est tenté ici de décrire les différents états correspondant à l'habitat (optimal souhaité, favorable choisi, altéré, dégradé) à partir d'une analyse exploratoire des données récoltées lors des phases de terrain. Les descripteurs sont issus de l'avis d'expert émis sur l'état de conservation de l'habitat.

Exemple de descripteurs permettant de définir les différents états de référence correspondant aux habitats dystrophes (UE 3160) (liste non exhaustive).

États de référence	État(s) optimal(aux) souhaité(s)	État(s) favorable(s) choisi(s)	État(s) altéré(s)	État(s) dégradé(s)
Descripteurs possibles	✓ Eau de couleur brune, riche en acides humiques (contexte acide) ✓ Peu d'herbacées ✓ Bon niveau d'eau ✓ Pas d'envasement ✓ *Scorpidium scorpioides* présent (contexte alcalin) ✓ Réseau de gouilles dense à l'échelle du site Natura 2000	✓ Pas d'envasement ✓ Présence d'algues filamenteuses possible ✓ Eau claire (contexte alcalin) ✓ Bon niveau d'eau ✓ Pas d'exondation ✓ Présence possible d'hélophytes ✓ Présence de litière possible ✓ Atteintes possibles (passage d'engins, plantations en périphérie, etc.)	✓ Présence d'espèces en touradons ✓ Niveaux d'eau faibles (sécheresse) ✓ Envasement ✓ Ombrage ✓ Présence d'espèces déstructurantes ✓ Surface réduite ✓ Fermeture ✓ Présence d'algues filamenteuses	✓ Présence d'espèces eutrophiles ✓ Présence de sphaignes eutrophiles (contexte alcalin) ✓ Déconnexion de la nappe ✓ Absence d'espèces caractéristiques ✓ Présence de ligneux ✓ Envasement ✓ Faible recouvrement de la végétation ✓ Niveau d'eau faible ✓ Possibilité de réhabilitation inexistante

Paramètre « Surface »

La perte d'habitat constitue l'une des principales menaces à long terme pour la survie des espèces. Trois processus en sont essentiellement la cause ; la destruction de l'habitat, sa fragmentation et l'altération de sa qualité (Charles et Viry, 2015). Ceci est d'autant plus vrai pour les zones humides. En 30 ans, les activités anthropiques ont conduit à la disparition de près de la moitié des zones humides françaises (ONF, 2013). Selon une enquête menée par le Commissariat Général du Développement Durable (CCGD) et le Service de l'Observation et des Statistiques (SOeS) en 2011, l'étendue de plus de 20 % des milieux humides était en régression sur la période 2000-2010. Les causes sont multiples telles que l'aménagement des cours d'eau, la mise en place d'infrastructures drainantes ou encore diverses pollutions.

L'importance écologique des communautés des eaux dormantes réside dans le fait que ces communautés se développent dans des environnements de transition entre les écosystèmes terrestres et aquatiques. Leur vulnérabilité est liée à des surfaces réduites (Angiolini et al., 2016). Une altération de ce paramètre est bien souvent associée à une dégradation de l'état de conservation de l'habitat (Mroz, 2013).

Description des indicateurs

Évolution de la surface couverte ou du nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent

La surface couverte par l'habitat est un indicateur essentiel dans l'évaluation de l'état de conservation au titre de la DHFF (Viry, 2013). Sachant que ces habitats sont soumis à de fortes variations, il est plus pertinent d'évaluer la surface au travers d'une tendance et non de la chiffrer à un instant t. L'évaluation se fera au niveau de la mosaïque d'habitat, le cas échéant.

Méthode 1 : l'évaluation de la surface couverte peut se faire via passages de terrain, à deux années différentes, au moment du pic de végétation (juin en plaine, juillet en altitude) et mesure au triple décamètre des dimensions de la pièce d'eau. On pourra également calculer la surface des polygones à l'aide d'une délimitation GPS. On pourra également relever seulement le nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent à l'échelle du site. Une pré-localisation des pièces d'eau est nécessaire sous Système d'information géographique (SIG). On choisira des ortho-photographies prises au même moment que la période préconisée pour le passage de terrain. Le biais le plus important réside dans la pré-localisation des pièces d'eau où l'habitat est présent. Les entités sont petites, parfois en mosaïque avec les habitats tourbeux, ce qui peut rendre difficile l'identification d'une gouille ou d'une mare. Sachant que l'habitat se retrouve dans des contextes tourbeux, une précision peut être apportée en identifiant les patchs d'habitats tourbeux (soit par connaissance du terrain, soit par délimitation des patchs potentiels), et vérification de la présence de l'habitat sur le polygone.

Pointage de mare dystrophe au sein d'un patch d'habitat tourbeux (échelle 1/1 000e).

Exemples de couches exploitables sous SIG afin de procéder au pré-repérage des pièces d'eau.

Couche	Source	Utilité
SCAN 25®	©IGN	Repérage de la topographie, des toponymes et des mares
BD ORTHO®	©IGN	Repérage des différents faciès de végétation, des indices de remontées de nappe, des étangs, des mares, etc.
Bing Aerial®	©Microsoft Corporation	Complément au repérage des mares forestières
Limites des sites Natura 2000 (ZSC et ZPS)	MNHN	Cadrage géographique
Grille de maille 2 500 m x 500 m		Aide à la progression de la photo-interprétation et vérification des mailles

Les couches proposées ci-dessus sont exploitables sous Qgis, Arcgis, etc. Le maillage de 2 500 m x 500 m est préconisé car bien adapté à l'exercice de photo-interprétation. Le maillage permet de prendre du recul par rapport au tracé des contours des entités. L'échelle recommandée pour le tracé des contours des entités via photo-interprétation est, elle, comprise entre 1/2 000e et 1/1 000e. En-dessous, le tracé risque d'être imprécis. Au-dessus, la qualité des entités est généralement très faible.

Recommandations : l'évaluation de ce paramètre est délicate. Les conditions climatiques doivent être comparables lorsque l'on mesure l'évolution de surface d'une année à une autre au regard de la grande variabilité des habitats et de leur dépendance vis-à-vis de la pluviométrie. L'estimation de la surface couverte présente des marges d'erreur importantes (liées à la méthode et au biais observateur) (Charles et Viry, 2015). L'habitat doit pouvoir être délimité précisément. Un biais possible de la méthode sous SIG est la différence de qualité entre deux ortho-photographies. L'évaluation dépend également de leur disponibilité. La comparaison entre deux ortho-photographies à période identique peut ne pas être possible d'une année sur l'autre. Le biais doit être évalué pour toutes les modalités d'application de l'indicateur. Une étude pilote doit être conduite pour la photo-interprétation. Il s'agira d'abord dévaluer le biais lié aux différentes modalités avant de fixer le seuil à partir duquel on considère que l'habitat est en régression à l'échelle du site Natura 2000.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Surface couverte par l'habitat	Fonctionnement général, perspectives, pérennité de l'habitat et des espèces, dynamique de l'habitat	Site	Progression Stabilité	0
			Régression	-10

Paramètre « Structures et fonctions »

L'article 1 de la DHFF stipule que pour qu'un habitat soit en bon état de conservation, sa structure et ses fonctions ne doivent pas être altérées et doivent être pérennes (Conseil de la CEE, 1992).

Les structures peuvent être définies comme les composantes physiques de l'habitat, souvent représentées par les espèces végétales (ligneux, hélophytes, etc.) (Evans et Arvela, 2011). Elles décrivent la complexité de l'habitat en prenant en compte les dimensions des individus, mais aussi les relations spatiales des individus entre

eux (Bensettiti et al., 2012). Associées à la composition, elles constituent les caractéristiques biotiques de l'habitat (Maciejewski et al., 2016).

Les fonctions de l'écosystème correspondent aux processus écologiques qui peuvent prendre place à différentes échelles spatiales et temporelles, propres à chaque habitat (Evans et Arvela, 2011). Ces processus sont organisés autour de flux internes (eau, nutriments, etc.) et de processus de transformation des composants organiques, biogéochimiques, physiologiques, etc. (Bensettiti et al., 2012). Les fonctions résultent de l'interaction entre tous les compartiments de l'habitat, qu'ils soient biotiques ou abiotiques (Maciejewski et al., 2016).

L'évaluation des structures et fonctions de l'habitat passe soit par l'évaluation des composantes en elles-mêmes (couverture du sol, par exemple), soit par le biais d'espèces indicatrices d'un « bon » ou d'un « mauvais » fonctionnement écologique (Viry, 2013). Les indicateurs biologiques fournissent des évaluations plus compréhensibles et précises de l'état de conservation (Lumbreras et al., 2016). Les plantes sont les plus sensibles aux perturbations, c'est pourquoi elles sont très représentées en tant qu'indicateurs. Leur composition est à la fois influencée par la qualité de l'eau et le régime hydrologique.

Description des indicateurs

Présence d'espèces eutrophiles

Hydrocharis morsus-ranae, espèce eutrophile retrouvée sur ces habitats.

Les espèces eutrophiles se développent sur des sols eutrophes, c'est-à-dire riches en nutriments (matière organique, azote ou encore en phosphore). La présence de ces espèces indique un enrichissement du sol pouvant conduire à la détérioration de l'habitat. Ces habitats étant très oligotrophes, l'apparition d'espèces eutrophiles les fait évoluer vers un stade mésotrophe, puis eutrophe, très rapidement. C'est pourquoi une seule espèce relevée suffira à rendre l'indicateur défavorable. Une liste d'espèces eutrophiles a été établie. Toutes les espèces contactées dont l'indice de niveau trophique N d'Ellenberg (Ellenberg, 1988) est strictement supérieur à 5 ont été retenues. Les indices ont été obtenus dans la Baseflor de Julve (Julve, 1998). La liste a ensuite fait l'objet d'une validation par les experts. Les espèces qualifiées de « déstructurantes » (*cf.* ci-dessous) ont été enlevées afin de ne pas accorder à certaines espèces un double poids dans la notation.

Méthode : il s'agit de relever la présence d'espèces eutrophiles via relevé floristique en se référant à la liste proposée à la fin du guide. Une seule espèce relevée suffit à rendre l'indicateur défavorable. Le relevé sera délimité par une placette de 1 à 10 m² en fonction de la physionomie de la végétation. La placette doit être

représentative du polygone d'habitat (correspondant au plan d'eau où l'habitat est présent) et homogène sur le plan floristique. Les bordures du polygone seront évitées. La forme de la placette sera adaptée à la forme du polygone (circulaire, carrée, rectangulaire, etc.). On pourra subdiviser la placette en placettes plus petites, le cas échéant, afin de faciliter le recensement des espèces et d'augmenter la précision du relevé. La placette pourra être délimitée par des piquets, un quadrat flottant, ou encore de manière fictive. Toutes les espèces doivent être relevées à l'optimum du développement de ces végétations (juin en plaine, juillet en altitude).

Placette rectangulaire sur une mare à *Sphagnum cuspidatum* et *Utricularia* spp.

Recommandations : La liste proposée à la fin du guide est non exhaustive et peut être complétée par l'opérateur, si cela est jugé nécessaire.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Composition floristique	Eutrophisation	Placette	Non	0
			Oui	-15

Présence d'espèces déstructurantes

Les espèces déstructurantes ont la capacité de modifier les caractéristiques de l'habitat, notamment physiques (Charles et Viry, 2015). Ces espèces sont pour la plupart cespiteuses et ont un fort pouvoir colonisateur. Elles englobent toutes les espèces ligneuses, certaines espèces exotiques envahissantes (EEE) et d'autres espèces jugées comme déstructurantes (*Schoenoplectus lacustris*, par exemple). Une liste a été établie, à partir des listes d'EEE et l'expérience de terrain. Elle est disponible à la fin du guide. Pour aller plus loin, on définit souvent une EEE de la sorte : « *Une espèce exotique envahissante est une espèce allochtone dont l'introduction par l'Homme (volontaire ou fortuite), l'implantation et la propagation menacent les écosystèmes, les habitats ou les espèces indigènes avec des conséquences écologiques ou économiques ou sanitaires négatives* » (IUCN, 2000 ; McNeely, 2001 ; McNeely et al., 2001). L'Union

Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) considère que les EEE représentent une cause majeure de perte de biodiversité dans le monde. Elles peuvent être considérées comme un facteur de dégradation de la qualité des habitats aquatiques et humides (Brundu, 2015). Elles peuvent altérer le fonctionnement hydrologique, les cycles biogéochimiques et la composition biologique des écosystèmes, causer des pertes et dégradations à tous les niveaux de l'organisation biologique, des gènes aux populations, avec des effets en cascade sur l'écosystème entier (Vilà et Garcia-Berthou, 2010). Leur suivi fait partie intégrante de l'évaluation de l'état de conservation des habitats car leur présence peut perturber tout l'écosystème et induire un changement profond de la nature de l'habitat (Charles et Viry, 2015). De par leur définition, elles sont très compétitives et peuvent porter atteintes aux communautés caractéristiques des habitats plus spécialisées. Mais les EEE ont aussi un coût. Par exemple, le contrôle de la Jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*) sur la rivière Guadiana en Espagne en 2009 a été estimé à 6.7 M€ (Andreu et al., 2009). À noter que toutes les EEE ne sont pas considérées comme déstructurantes pour l'habitat. En effet, certaines espèces peuvent se maintenir dans le temps, sans porter préjudice aux structures et fonctions de l'habitat considéré. Certaines EEE peuvent accomplir des fonctions similaires aux espèces indigènes sans pour autant les concurrencer (Sirvent, 2017). En revanche, certaines espèces à fort pouvoir colonisateur ou à capacité accrue de modifications du fonctionnement hydrologique ou physico-chimique ont été incluses. *Phragmites australis*, par exemple, est un hélophyte favorisant la floculation des vases, donc l'envasement. Il peut également poser des problèmes d'ombrage envers ces végétations héliophiles.

Méthode : le recensement des espèces déstructurantes est effectué sur la même placette utilisée pour le recensement des espèces eutrophiles, via relevé floristique, au même moment, en se référant à la liste proposée à la fin du guide.

Recommandations : la placette devra être de taille suffisante afin d'être représentative de la répartition des ligneux à l'échelle du polygone. La liste proposée à la fin du guide est non exhaustive et peut être complétée par l'opérateur, si cela est jugé nécessaire. Les ligneux situés en marge du polygone ne seront pas pris en compte.

Elodea canadensis, EEE au niveau national souvent présente sur les mares dystrophes, considérée comme espèce déstructurante.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Composition floristique	Capacité de résilience, qualité et fonctionnement de l'habitat	Placette	Non	0
			Oui	-15

Présence de sphaignes (contexte acide, *Sphagno cuspidati-Utricularion minoris*)

Espèce du genre *Sphagnum* en contexte tourbeux.

Les espèces du genre *Sphagnum* sont des bryophytes de l'ordre des Sphagnales. Elles dominent en contexte de tourbière acide, chaque espèce ayant un optimum de pH et de niveau hydrique, ce qui explique leur répartition précise au sein des complexes tourbeux. Sur les buttes, les sphaignes sont souvent de couleur rouge, tandis qu'on retrouve les sphaignes vertes au sein des dépressions. Elles possèdent deux types de cellules, des cellules vertes vivantes entourant de grandes cellules mortes translucides et gorgées d'eau, d'où leur capacité à fonctionner comme une éponge en fonction du taux d'humidité environnant. Elles accomplissent la reproduction sexuée, ainsi que la reproduction asexuée via fragmentation des tiges. En contexte acide, l'absence de sphaignes peut être révélatrice d'un changement de trophie et d'une tendance à l'assèchement, défavorables à l'habitat. Cela correspond à une perte de typicité phytocénotique. Les sphaignes sont des espèces structurantes d'une niche écologique particulière et témoignent de son bon fonctionnement.

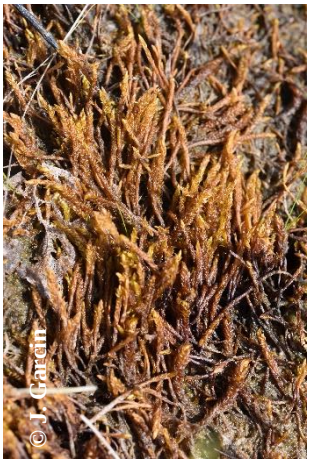
Méthode : il s'agit de relever la présence de sphaignes sur la même placette ayant servi aux recensements des espèces eutrophiles et déstructurantes, en contexte acide uniquement.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Composition floristique	Capacité de résilience, qualité, fonctionnement de l'habitat, tendance à l'assèchement, eutrophisation	Placette	Oui	0
			Non	-15

Présence *Scorpidium scorpioides* ou *Calliergon giganteum* (contexte alcalin, *Scorpidio scorpidioidis-Utricularion minoris*)

Scorpidium scorpioides et *Calliergon giganteum* sont des bryophytes de l'ordre des Hypnales. Les deux espèces indiquent de bons niveaux d'eau, nécessaires au bon état des mares et gouilles dystrophes en contexte alcalin. Par ailleurs, *Calliergon giganteum* ne supporte pas l'exondation. En revanche, cette dernière supporte mieux le phosphore que *Scorpidium scorpioides*. Les deux espèces sont facilement identifiables sur le terrain.

Méthode : il s'agit de relever la présence d'une seule des deux espèces sur la même placette ayant servi aux recensements des espèces eutrophiles et déstructurantes, en contexte alcalin uniquement.



À gauche, *Calliergon giganteum* en mélange avec *Menyanthes trifoliata* ; à droite, *Scorpidium scorpioides*.

Évolution du recouvrement des algues filamenteuses (malus)

Placette entièrement recouverte d'algues filamenteuses.

Ces habitats sont sujets aux proliférations algales. L'apparition d'algues filamenteuses peut témoigner d'une augmentation du niveau trophique et, à terme, d'une disparition de l'habitat (Mroz, 2013). La végétation étant oligotrophe par définition (Bensettiti et al., 2002), l'absence d'algues nitrophiles est une caractéristique des habitats. Elles augmentent la turbidité et privent la végétation caractéristique d'oxygène et de lumière, paramètres nécessaires à leur développement (Scheffer, 2001). L'information portée par l'indicateur peut également être portée par la présence d'espèces eutrophiles. C'est pourquoi il est proposé d'appliquer l'indicateur en tant que malus. En effet, l'absence d'algues filamenteuses ne traduit pas d'un mauvais état de conservation de l'habitat. L'indicateur est fortement dépendant des conditions climatiques. L'année 2017 a, par exemple, connu de fortes périodes de chaleur au mois de juin, ce qui a favorisé les blooms d'algues durant l'été. C'est pourquoi la mesure de l'évolution doit être effectuée lors de deux années où les conditions climatiques sont comparables.

Méthode : il s'agit d'effectuer une estimation du recouvrement de ces algues à l'échelle de la placette, de préférence lorsque le niveau d'eau est au plus bas durant la période de relevé préconisée plus haut. Si le recouvrement des algues filamenteuses était connu antérieurement, on pourra ainsi calculer l'indicateur, à conditions climatiques comparables. Sinon, il s'agira de relever la donnée l'année suivante.

Recommandations : les informations portées par les algues filamenteuses étant mal connues, on veillera à bien mesurer l'évolution du recouvrement à conditions climatiques comparables. Dans les lacs au sens large, il existe une succession naturelle et saisonnière au niveau des différents blooms d'algues (diatomées, algues vertes et cyanobactéries). Selon le niveau trophique du plan d'eau (oligotrophe, mésotrophe ou eutrophe), les communautés dominantes sur l'année ne seront pas les mêmes (diatomées pour les lacs oligotrophes).

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Note
Composition floristique	Eutrophisation, fonctionnement général, pérennité de l'habitat	Placette	Progression	-10

Invertébrés (bonus)

Composante essentielle des milieux aquatiques, les invertébrés fournissent de nombreux services tels que la décomposition de débris organiques et la sécrétion de substances nutritives pour les plantes (Grant, 2002). Ils sont exposés aux produits chimiques de deux façons, directe par application, ou bien indirecte par ruissellement des eaux. Ces derniers sont remarquablement sensibles aux insecticides. Ils sont adaptés à des environnements particuliers, ce qui les rend très sensibles aux facteurs de stress comme le manque d'oxygène (Van den Broeck et al., 2015). Ce sont de bons indicateurs de l'état écologique de la masse d'eau, favorisés par une faible charge en nutriments. De par leur petite taille, ils sont sensibles aux conditions locales, alors que leur caractère mobile leur permet de migrer en réponse à un changement de conditions du milieu. Ils se caractérisent par des générations courtes ce qui se traduit par des réponses numériques rapides. L'absence d'invertébrés ne peut être considérée comme un dysfonctionnement de l'habitat au regard de leur mobilité, c'est pourquoi il est proposé de l'appliquer en bonus (Charles et Viry, 2015). Les mares et gouilles dystrophes constituent l'habitat d'un certain nombre d'espèces, notamment des coléoptères aquatiques et des odonates, dont la larve est aquatique. L'absence de prédateurs dans ces milieux fait que les macro-invertébrés peuvent être abondants (Beadle et al., 2015). La présence de bactéries méthano-trophiques et de substances humiques favorise leur diversité. Le principal inconvénient d'utiliser ce groupe comme indicateur reste l'identification. Coléoptères et odonates sont relativement bien documentés, représentent diverses écologies, sont bien répandus et leur écologie est relativement bien connue (Menetrey et al., 2005). Une liste d'espèces a été établie à partir de recherches bibliographiques et recoupement des données de terrain avec les relevés phytosociologiques réalisés.

Méthodes : l'indicateur sera favorable lorsqu'une espèce de la liste proposée ci-dessous sera relevée. Il existe plusieurs méthodes pour échantillonner les invertébrés aquatiques. Howard et Gipsy (2002) proposent une méthode d'échantillonnage des invertébrés à l'échelle des mares. L'automne semble être la période optimale pour l'échantillonnage (Hill et al., 2016), ou bien de mi-juin à mi-septembre par temps ensoleillé pour les odonates. Oertli et al. (2000) préconisent un minimum de sept échantillons prélevés à l'épuisette répartis de façon aléatoire au sein du plan d'eau et une méthode basée sur l'observation pour les odonates adultes. Collectif

RhoMéo (2014) propose un protocole précis d'échantillonnage des odonates. Les espèces pourront également être relevées de façon opportuniste lors de la réalisation des relevés floristiques.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Note
Composition faunistique	Qualité de l'eau, fonctionnement général	Plan d'eau	Présence	+10

***Aeshna juncea* (Linnaeus, 1758)**

***Somatochlora alpestris* (Selys, 1840)**

***Somatochlora arctica* (Zetterstedt, 1840)**

***Leucorrhinia dubia* (Vander Linden, 1825)**

***Leucorrhinia rubicunda* (Linnaeus, 1758)**

***Dytiscus lapponicus* (Gyllenhal, 1808)**

***Anacaena globulus* (Paykull, 1798)**

***Enochrus coarctatus* (Gredler, 1863)**

Paramètre « Altérations »

Les activités humaines peuvent porter atteinte aux structures et au fonctionnement de l'habitat. Elles peuvent également engendrer une régression de sa surface. Dans les deux paramètres précédents, il a été essayé de prendre en compte les atteintes d'origine anthropique à travers divers indicateurs. Cependant, certaines perturbations ne peuvent être incluses. C'est pourquoi un paramètre « Altérations » est pris en compte.

Le paramètre est évalué au travers de deux indicateurs présentés ci-dessous de manière analogue à ce qui a été élaboré dans les diverses études antérieures du MNHN sur l'évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle des sites Natura 2000.

Description des indicateurs

Recouvrement des atteintes quantifiables en surface

Méthode : il s'agit d'estimer, à l'échelle du polygone, les atteintes visibles dont l'impact peut être quantifié en surface. Une liste d'atteintes potentiellement présentes sur ces habitats est disponible ci-dessous. Cette dernière a été établie via expérience de terrain. À chaque atteinte et seuil de surface associé sont attribués des points. C'est la somme des points correspondant aux atteintes relevées au niveau du polygone d'habitat qui donne la valeur de l'indicateur. Sur le terrain, les atteintes sont relevées à l'échelle du polygone d'habitat ou de l'écocomplexe, le cas échéant. Une estimation visuelle du recouvrement de la surface impactée est effectuée. Les points correspondants sont alors sommés afin d'obtenir la valeur de l'indicateur.

Liste des atteintes quantifiables en surface pouvant être relevées sur les mares dystrophes.

Atteintes quantifiables (polygone/écocomplexe)	Points
Passage de quads, piétinement dû à la fréquentation (< 50 %)	1
Passage de quads, piétinement dû à la fréquentation (> 50 %)	2
Artificialisation des berges	2
Passage d'engins lourds	2
Dépôts de matériaux/décharge	2
Extraction de matériaux	2
Plantations en périphérie	1
Plantations au centre	2
Incendies	1
Drains	1
Bois mort	1
Passage de sangliers (> 80 %)	1

Recommandations : la liste établie est non exhaustive et peut être complétée par l'opérateur, le cas échéant.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Atteintes lourdes	Fonctionnement général, connectivité, capacité de résilience	Polygone/écocomplexe	Somme des points = 0	0
			Somme des points = 1	-10
			Somme des points ≥ 2	-15

Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface

Les atteintes diffuses à l'échelle du site ou bassin versant peuvent influencer indirectement la structure et le fonctionnement de l'habitat, et ainsi impacter son état de conservation sur le long terme. Ce sont des atteintes dont l'impact ne peut être quantifié en surface.

Méthode : une liste non exhaustive d'atteintes diffuses est présentée ci-dessous. Elle a été établie via recherches bibliographiques, l'expérience de terrain, puis validée par les experts. Il s'agit d'estimer l'impact de toutes les atteintes réunies sur l'état de conservation de l'habitat.

Liste d'atteintes diffuses potentiellement relevées sur les sites Natura 2000 accueillant des mares dystrophes.

Atteintes difficilement quantifiables en surface
Activités nautiques
Drainage, assèchement
Stabilisation du niveau d'eau, soutien d'étiage
Activités de pompage sur le site, extraction de matériaux
Rejets ponctuels, pollutions
Pisciculture intensive
Présence d'EEE faunistiques (hors pisciculture)
Chaulage
Agriculture avec usage d'intrants
Talus érosif

En ce qui concerne l'atteinte « Présence d'EEE faunistiques (hors pisciculture) », une liste d'EEE potentiellement retrouvées au sein des habitats des eaux dormantes est proposée à la fin du guide.

Recommandations : la liste est non exhaustive et pourra être complétée par l'opérateur.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Atteintes diffuses	Fonctionnement général, pérennité, capacité de résilience	Site	Impact négligeable ou nul	0
			Impact moyen	-10
			Impact fort	-20

Pour aller plus loin

Piézomètre sur le site « Étangs et mares de la Capelle ».

La méthode proposée se base essentiellement sur des indicateurs biologiques qui fournissent des évaluations plus compréhensibles et précises de l'état de conservation que des indicateurs de fonctionnement hydrologique, ou encore de qualité de l'eau. De manière générale, les indicateurs de qualité de l'eau sont très variables dans le temps et l'espace selon qu'ils sont mesurés le matin ou l'après-midi, par temps ensoleillé ou pluvieux, etc. Cependant, la pose d'un ou plusieurs piézomètres à l'échelle d'un site Natura 2000 est une manœuvre incontournable si l'on souhaite surveiller l'état de conservation des habitats aquatiques et humides. Les piézomètres automatiques permettent d'avoir accès à un grand nombre de données par année et de mettre en évidence des tendances.

La grille d'évaluation est une proposition d'indicateurs que les opérateurs peuvent s'approprier (notamment via l'adaptation des listes d'espèces). Les retours d'expérience sont nécessaires afin d'ajuster la méthode. C'est pourquoi une fiche de retour est proposée à la fin du guide. Cette fiche est destinée aux opérateurs qui souhaitent évaluer l'état de conservation des mares et gouilles dystrophes au sein de leur site d'étude.

Listes d'espèces utiles à l'évaluation

Liste d'espèces eutrophiles susceptibles d'être rencontrées sur cet habitat

Nom scientifique	N
Aconitum napellus L.	6
Acorus calamus L.	7
Aegopodium podagraria L.	7
Agrostis stolonifera L.	5
Alisma plantago-aquatica L.	6
Allium schoenoprasum L.	6
Angelica archangelica L.	7
Angelica heterocarpa J.Lloyd	6
Apium nodiflorum (L.) W.D.J.Koch	7
Athyrium filix-femina (L.) Roth	6
Atriplex patula L.	7
Atriplex prostrata Boucher ex DC.	7
Bidens cernua L.	8
Bidens connata Muhlenb. ex Willd.	8
Bidens radiata Thuill.	8
Bidens tripartita L.	8
Bistorta officinalis Delarbre	7
Bolboschoenus maritimus (L.) Palla	6
Brassica nigra (L.) W.D.J.Koch	8
Butomus umbellatus L.	6
Caltha palustris L.	6
Carduus personata (L.) Jacq.	7
Carex pseudocyperus L.	5
Ceratophyllum demersum L.	8
Chaerophyllum hirsutum L.	8
Cirsium arvense (L.) Scop.	7
Cirsium oleraceum (L.) Scop.	6
Cirsium palustre (L.) Scop.	6
Cirsium rivulare (Jacq.) All.	6
Cochlearia aestuaria (J.Lloyd) Heywood	6
Convolvulus sepium L.	9
Cuscuta europaea L.	8
Cynanchum acutum L.	7
Deschampsia cespitosa (L.) P.Beauv.	6
Echinochloa crus-galli (L.) P.Beauv.	8
Elytrigia repens (L.) Desv. ex Nevski	7
Epilobium angustifolium L.	7
Epilobium hirsutum L.	8
Equisetum arvense L.	6
Equisetum telmateia Ehrh.	6
Eupatorium cannabinum L.	7
Euphorbia illirica Lam.	6
Euphorbia palustris L.	6
Fallopia dumetorum (L.) Holub	7

Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	6
Galium aparine L.	8
Geranium palustre L.	7
Geum rivale L.	7
Glechoma hederacea L.	7
Humulus lupulus L.	7
Hydrocharis morsus-ranae L.	6
Iris pseudacorus L.	7
Juncus inflexus L.	6
Knautia maxima (Opiz) J.Ortmann	6
Lemna gibba L.	8
Ligularia sibirica (L.) Cass.	6
Lycopus europaeus L.	6
Lysimachia arvensis (L.) U.Manns & Anderb.	7
Lysimachia vulgaris L.	6
Lythrum salicaria L.	6
Mentha aquatica L.	6
Mentha arvensis L.	6
Mentha longifolia (L.) Huds.	7
Mentha pulegium L.	7
Myosoton aquaticum (L.) Moench	8
Myosurus minimus L.	6
Myriophyllum spicatum L.	7
Myriophyllum verticillatum L.	6
Najas marina L.	6
Nuphar lutea L.	6
Oenanthe aquatica (L.) Poir.	6
Oxybasis chenopodioides (L.) S.Fuentes, Uotila & Borsch	8
Oxybasis glauca (L.) S.Fuentes, Uotila & Borsch	8
Oxybasis rubra (L.) S.Fuentes, Uotila & Borsch	8
Persicaria decipiens (R.Br.) K.L.Wilson	7
Persicaria hydroppiper (L.) Spach	7
Persicaria lapathifolia (L.) Delarbre	8
Persicaria maculosa Gray	8
Petasites hybridus (L.) P.Gaertn. B.Mey. & Scherb.	8
Phalaris arundinacea L.	7
Picris hieracioides L.	7
Plantago major L.	6
Poa annua L.	8
Polygonum aviculare L.	8
Polypogon monspeliensis (L.) Desf.	6
Potamogeton berchtoldii Fieber	7
Potamogeton crispus L.	7
Potamogeton lucens L.	7
Potamogeton natans L.	6
Potamogeton obtusifolius Mert. & W.D.J.Koch	6
Potamogeton perfoliatus L.	6
Potamogeton pusillus L.	7
Potentilla supina L.	7
Pulicaria dysenterica (L.) Bernh.	6
Pulicaria vulgaris Gaertn.	8
Ranunculus aconitifolius L.	6

Ranunculus repens L.	7
Ranunculus sardous Crantz	7
Ranunculus sceleratus L.	8
Rorippa amphibia (L.) Besser	6
Rorippa palustris (L.) Besser	7
Rumex conglomeratus Murray	7
Rumex crispus L.	8
Rumex hydrolapathum Huds.	7
Rumex maritimus L.	8
Rumex palustris Sm.	8
Sagittaria sagittifolia L.	8
Schoenoplectus tabernaemontani (C.C.Gmel.) Palla	6
Scrophularia auriculata L.	7
Scutellaria galericulata L.	6
Senecio doria L.	6
Senecio sarracenicus L.	7
Silene baccifera (L.) Roth	7
Sium latifolium L.	6
Solanum dulcamara L.	7
Sparganium emersum Rehmann	7
Spirodela polyrhiza (L.) Schleid.	6
Stachys palustris L.	6
Stuckenia pectinata (L.) Börner	8
Symphyotrichum lanceolatum (Willd.) G.L.Nesom	8
Symphytum officinale L.	7
Thalictrum flavum L.	6
Typha latifolia L.	8
Urtica dioica L.	9
Valeriana officinalis L.	6
Veratrum album L.	7
Veronica anagallis-aquatica L.	6
Veronica longifolia L.	6
Wolffia arrhiza (L.) Horkel ex Wimm.	7

Liste d'espèces déstructurantes susceptibles d'être rencontrées sur cet habitat (tous les ligneux sont à prendre en compte)

Nom scientifique
Azolla filiculoides Lam.
Bidens frondosa L.
Campylopus introflexus (Hedw.) Brid.
Carex acutiformis Ehrh.
Carex elata All.
Carex riparia Curtis
Cladium mariscus (L.) Pohl
Cyperus eragrostis Lam.
Egeria densa Planch.
Elodea canadensis Michx.
Elodea nuttallii (Planch.) H.St.John
Erigeron canadensis L.
Erigeron sumatrensis Retz.
Glyceria fluitans (L.) R.Br.
Glyceria maxima (Hartm.) Holmb.
Glyceria striata (Lam.) Hitchc.
Hydrocotyle ranunculoides L.f.
Juncus tenuis Willd.
Lagarosiphon major (Ridley) Moss
Lindernia dubia (L.) Pennell
Ludwigia grandiflora (Michx.) Greuter & Burdet
Ludwigia peploides (Kunth) P.H.Raven
Nuphar lutea (L.) Sm.
Nymphaea alba L.
Panicum capillare L.
Panicum dichotomiflorum Michx.
Phragmites australis L.
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla
Sparganium erectum L.
Typha angustifolia L.
Vallisneria spiralis L.
Veronica peregrina L.

Liste d'EEE faunistiques susceptibles d'être rencontrées à l'échelle du site Natura 2000

Nom scientifique	Nom commun
Ameiurus nebulosus (Lesueur, 1819)	Poisson-chat
Carassius auratus auratus (Linnaeus, 1758)	Poisson rouge
Corbicula fluminalis (O.F. Müller, 1774)	Corbicule striolée
Corbicula fluminea (O.F. Müller, 1774)	Corbicule asiatique
Corbicula leana Prime, 1867	Corbicule japonaise
Ctenopharyngodon idella (Valenciennes, 1844)	Amour blanc
Cyprinus carpio Linnaeus, 1758	Carpe commune
Dreissena polymorpha (Pallas, 1771)	Moule zébrée
Lepomis gibbosus (Linnaeus, 1758)	Perche-soleil
Lithobates catesbeianus (Shaw, 1802)	Grenouille taureau
Myocastor coypus (Molina, 1782)	Ragondin
Faxonius limosus (Rafinesque, 1817)	Écrevisse américaine
Oxyura jamaicensis (Gmelin, 1789)	Érismature rousse
Pachychilon pictum (Heckel & Kner, 1858)	Épirine lippue
Pacifastacus leniusculus (Dana, 1852)	Écrevisse de Californie
Potamopyrgus antipodarum (J. E. Gray, 1843)	Hydrobie des antipodes
Procambarus clarkii (Girard, 1852)	Écrevisse de Louisianne
Proterorhinus semilunaris (Heckel, 1837)	Gobie demi-lune
Pseudorasbora parva (Temminck & Schlegel, 1846)	Pseudorasbora
Salvelinus namaycush (Walbaum, 1792)	Truite de lac d'Amérique
Sander lucioperca (Linnaeus, 1758)	Perche-brochet
Silurus glanis Linnaeus, 1758	Silure glane
Trachemys scripta (Schoepff, 1792)	Tortue de Floride
Xenopus laevis (Daudin, 1803)	Xénope lisse

Fiche de terrain pour l'évaluation de l'état de conservation des mares dystrophes (UE 3160) et ajustement de la méthode proposée

Merci de retourner cette fiche à l'adresse suivante : margaux.mistarz@mnhn.fr

Site Natura 2000	IDPolygone	Date	Auteur(s)	Localisation	Coordonnées GPS	Projection	N° photos

Habitat cartographié (oui/non)	Habitat déterminé (oui/non)

Relevés effectués		
Site	**Polygone/écocomplexe**	**Placette**
Évolution de la surface couverte ❑	**Invertébrés (bonus) ❑**	**Présence d'espèces eutrophiles ❑**
Évolution du nombre de pièces d'eau ❑	**Atteintes lourdes ❑**	**Présence d'espèces déstructurantes ❑**
Atteintes diffuses ❑		**Présence de sphaignes (contexte acide) ❑**
		Présence de *Scorpidium scorpioides* ou *Calliergon giganteum* (contexte alcalin) ❑
		Évolution du recouvrement des algues filamenteuses (malus) ❑

Relevés à l'échelle du polygone

Atteintes à l'échelle du polygone	Surface impactée (% du polygone)	Points associés

Observations/commentaires :

Invertébrés (bonus)
Méthode utilisée :
Espèce(s) de la liste contactées :

Observations/commentaires :

Relevés à l'échelle de la placette

Présence d'espèces eutrophiles
Méthode utilisée :
Espèce(s) eutrophile(s) contactée(s) :
Résultat :

Observations/commentaires :

Présence d'espèces déstructurantes
Méthode utilisée :
Espèce(s) déstructurante(s) contactée(s) :
Résultat :

Observations/commentaires :

Évolution du recouvrement des algues filamenteuses (malus)	
Si données antérieures	**Si données antérieures non disponibles**
Recouvrement année 1 :	Recouvrement :
Recouvrement année 2 :	
Conclusion :	

Observations/commentaires :

Présence de sphaignes (contexte acide uniquement)
Méthode utilisée :
Résultat :

Observations/commentaires :

Présence de *Scorpidium scorpioides* ou *Calliergon giganteum* (contexte alcalin uniquement)
Méthode utilisée :
Résultat :

Observations/commentaires :

Relevés à l'échelle du site

Évolution de la surface couverte
Méthode utilisée :
Résultat année 1 :
Résultat année 2 :

Justification du choix de l'indicateur et de la méthode :

Observations/commentaires :

Évolution du nombre de pièces d'eau
Méthode utilisée :
Résultat année 1 :
Résultat année 2 :

Justification du choix de l'indicateur :

Observations/commentaires :

Atteintes diffuses à l'échelle du site
Liste des atteintes

Des idées/problèmes/solutions/modifications

Bibliographie

Andreu J., Vilà M. & Hulme P.E., 2009. - An Assessment of Stakeholder Perceptions and Management of Noxious Alien Plants in Spain. *Environmental Management* 43**(6)**: 1244–1255

Angiolini C., Viciani D., Bonari G. & Lastrucci L., 2016. - Habitat conservation prioritization: A floristic approach applied to a Mediterranean wetland network. *Plant biosystems* : 1–15

Bardat J., Bioret F., Botineau M., Boullet V., Delpech R., Gehu J.M., Haury J., Lacoste A., Rameau J.C., Royer J., Roux G. & Touffet J., 2001. - PRODROME DES VEGETATIONS DE FRANCE. Version 01-2. 143p.

Beadle J.M., Brown L.E. & Holden J., 2015. - Biodiversity and ecosystem functioning in natural bog pools and those created by rewetting schemes: Biodiversity and ecosystem functioning. *WIREs Water* 2**(2)**: 65–84

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

Bensettiti F., Puissauve R., Lepareur F., Touroult J. & Maciejewski L., 2012. - Évaluation de l'état de conservation des habitats et espèces d'intérêt communautaire. Guide méthodologique. DHFF article 17. 2007-2012. Version 1. Rapport SPN 2012-27. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle. 76p.

Bensettiti F. & Puissauve R., 2015. - Résultats de l'état de conservation des habitats et des espèces dans le cadre de la directive Habitats-Faune-Flore en France. Rapportage "Article 17". Période 2007-2012. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle. 204p.

Brundu G., 2015. - Plant invaders in European and Mediterranean inland waters: profiles, distribution, and threats. *Hydrobiologia* 746**(1)**: 61–79

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.

Collectif RhoMéO, 2014. - La boîte à outils de suivi des zones humides du bassin Rhône-Méditerranée. Version 1. Conservatoire d'espaces naturels de Savoie. 147p.

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

Ejankowski W. & Iglińska A.M., 2014. - Vegetation of Humic Lakes in Relation to their Trophic State. *Ekologia* 33**(2)**: 160-170

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

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.

Felzines J-C. 2012. - Contribution au prodrome des végétations de France: les *Lemnetea minoris* Tüxen ex O. Bolòs & Masclans 1955. *Journal de Botanique* 59 : 189–240

Grant I.F., 2002. - Les invertébrés aquatiques. 183-193 in Grant I.F. & Tingle C.C.D., *Méthodes de suivi écologique pour évaluer les effets des pesticides dans les tropiques.* Natural Ressources Institute. 266p.

Grzybowski M., 2014. - Determinants of the diversity of macrophytes in natural lakes affected by land use in the catchment, water chemistry and morphometry lakes. *Journal of Elementology:* 401–422

Hill M. J., Sayer C. D. & Wood P. J., 2016. - When is the best time to sample aquatic macroinvertebrates in ponds for biodiversity assessment? *Environmental Monitoring and Assessment* 188**(3)**: 188-194

Howard S. & Gipsy L., 2002. - A guide to monitoring the ecological quality of ponds and canals using PSYM. 14p.

International Union for Conservation of Nature, 2000. - Guidelines for the prevention of biodiversity loss due to biological invasion. 15p.

Julve P., 1998. - Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Version : "6 juillet 2016". http://perso.wanadoo.fr/philippe.julve/catminat.htm

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., 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

McNeely J.A. (Editor), 2001. - The Great Reshuffling: Human Dimensions of Invasive Alien Species. International Union for Conservation of Nature. 242p.

McNeely J.A., Mooney H.A., Neville L.E., Schei P. & Waage J.K. (Editors), 2001. - Global Strategy on Invasive Alien Species. International Union for Conservation of Nature. 50p.

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

Mroz W., 2013. - Monitoring of natural habitats. Methodological guide for 5 natural habitats: 3110, 6210, 6520, 7230 and 9180. GIOŚ. 97p.

Oertli B., Auderset Joye D., Castella E., Juge R. & Lachavanne J.-B., 2000. - Diversité biologique et typologie écologique des étangs et petits lacs de Suisse. Office fédéral de l'environnement. 340p.

Office National des Forêts, 2013. - Guide des zones humides forestières. Département Isère. 73p.

Scheffer M., 2001. - Alternative Attractors of Shallow Lakes. *The Scientific World* 1: 254–63

Sender J., Maślanko W., Różańska-Boczula M. & Garbowski M., 2016. - Floristic diversity of midforest lakes (Sobibór Landscape Park, Poland). *Ekológia Bratislava* 35**(4)**: 359-370

Sirvent L., 2017. - Evaluer l'état de conservation des habitats dunaires méditerranéens d'intérêt communautaire : 2110, dunes mobiles embryonnaires ; 2120, dunes mobiles du cordon littoral à *Ammophila arenaria* (dunes blanches) ; 2210, dunes fixées du littoral du *Crucianellion maritimae*. A l'échelle d'un site Natura 2000 : La Grande Maïre, Portiragnes (Hérault). Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles. 53p.

Van den Broeck M., Waterkeyn A., Rhazi L., Grillas P. & Brendonck L., 2015. - Assessing the ecological integrity of endorheic wetlands, with focus on Mediterranean temporary ponds. *Ecological Indicators* 54: 1–11

Vilà M. & García-Berthou E., 2010. - Monitoring Biological Invasions in Freshwater Habitats. 91–100 in Hurford C., Schneider M. & Cowx I.G. *Conservation monitoring in freshwater habitats: a practical guide and case studies*. Ed. Springer. 410p.

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.

UMS 2006 Patrimoine Naturel
Muséum national d'Histoire naturelle
CP41, 36, rue Geoffroy Saint-Hilaire
75005 Paris
patrinat.mnhn.fr

www.afbiodiversite.fr

www.cnrs.fr

www.mnhn.fr

UMS PATRIMOINE NATUREL
CENTRE D'EXPERTISE ET DE DONNÉES
AFB • CNRS • MNHN

État de conservation des « Mares temporaires méditerranéennes » (UE 3170*)

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

© M. Mistarz

UNITE MIXTE DE SERVICE

PATRIMOINE NATUREL

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

www.afbiodiversite.fr

www.cnrs.fr

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

www.mnhn.fr

Nom du Programme/Projet : **développement des méthodes d'évaluation sur les 14 différents habitats aquatiques et humides de la Directive Habitats**

Convention :

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

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

Vacataire : **Manon Latour** (manon.latour@mnhn.fr)

Experts mobilisés : **O. Argagnon (CBNMéd), H. Michaud (CBNMéd), L. Sorba (OEC)**

Relecture : **Farid Bensettiti**

Référence du rapport conseillé : **Mistarz M. & Latour M., 2019. État de conservation des « Mares temporaires méditerranéennes » (UE 3170*). Guide d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. UMS PatriNat – AFB/CNRS/MNHN. 30p.**

L'UMS Patrimoine naturel - PatriNat

Centre d'expertise et de données sur la nature

Depuis janvier 2017, l'Unité Mixte de Service 2006 Patrimoine naturel assure des missions d'expertise et de gestion des connaissances pour ses trois tutelles, que sont le Muséum national d'Histoire naturelle, l'Agence française pour la biodiversité et le CNRS.

Son objectif est de fournir une expertise fondée sur la collecte et l'analyse de données de la biodiversité et de la géodiversité, et sur la maitrise et l'apport de nouvelles connaissances en écologie, sciences de l'évolution et anthropologie. Cette expertise, fondée 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

Directeur : Jean-Philippe SIBLET
Directeur adjoint en charge du centre de données : Laurent PONCET
Directeur adjoint en charge des rapportages et de la valorisation : Julien TOUROULT

Inventaire National du Patrimoine Naturel

Porté par l'UMS Patrimoine naturel, 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 SINP et de l'Observatoire National de la Biodiversité.

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 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.

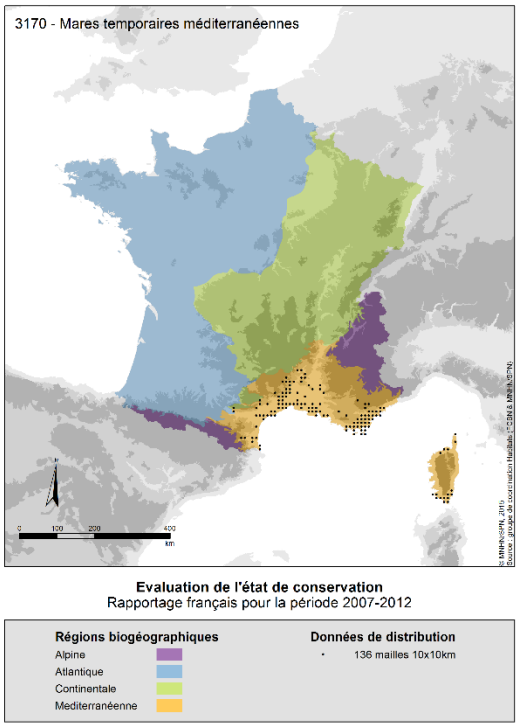
En savoir plus : inpn.mnhn.fr

Les mares temporaires méditerranéennes (UE 3170*)

L'habitat « Mares temporaires méditerranéennes » correspond à des dépressions de taille et profondeur variables, mais de surface restreinte à quelques mètres carrés, sous condition de présence de certaines végétations (Gaudillat et al., 2018). Ces végétations relèvent des classes des *Isoëtetea velatae*, des *Juncetea bufonii* (de Foucault, 2013a ; de Foucault, 2013b) et des *Agrostietea stoloniferae* (de Foucault et Catteau, 2012). Au titre de la DHFF (Conseil de la CEE, 1992), l'habitat prend en compte la mare temporaire, unité fonctionnelle, écologique et paysagère, ainsi que les végétations caractéristiques associées. C'est un habitat prioritaire (en danger de disparition). Les eaux sont oligotrophes à méso-eutrophes (voire eutrophes dans certains cas). L'habitat connaît un assèchement complet ou presque durant l'été. L'alimentation en eau est principalement due aux eaux de pluie et au ruissellement. Ces mares présentent un fonctionnement hydrologique très autonome (Bensettiti et al., 2002) et leur ratio périmètre sur surface élevé tend à favoriser les fonctionnalités biogéochimiques (Bagella et al., 2016). Ces mares peuvent parfois présenter une succession temporelle marquée avec une phase aquatique, une phase amphibie et une phase sèche.

Les mares temporaires méditerranéennes (MTM) peuvent également présenter des zonations concentriques et renferment des espèces souvent rares et/ou menacées (Charles et Viry, 2015), ainsi qu'une grande richesse spécifique. Les plantes caractéristiques de l'habitat doivent adaptées leur cycle de vie à la durée de mise en eau, c'est-à-dire à la durée de l'hydropériode (Fernández-Zamudio et al., 2017). Cette dernière a des effets sur la température et les conditions d'éclairement tout au long de la mise en eau. Par exemple, une mise en eau à l'automne implique que la température de l'eau est élevée au début puis baisse. Une mise en eau en hiver implique que la température est basse, dans un premier temps, puis s'élève. Ainsi, la même mare peut connaître une grande variabilité interannuelle, au regard des conséquences de la variabilité des conditions climatiques sur la germination des graines, la croissance des plantes ou encore leur reproduction. Fernández-Zamudio et al. (2017) ont montré que la germination des graines chez la plupart des espèces de mares temporaires du sud de l'Espagne était principalement liée à la période en eau après remplissage. De manière générale, les espèces synchronisent leur cycle de vie avec l'hydropériode. Cependant, lorsque la mise en eau est retardée au printemps et que l'hydropériode est courte, peu de graines sont produites par les espèces, tandis que les espèces de Monocotylédones terrestres sont plus à même de coloniser les mares. La phase sèche constitue une perturbation à laquelle les espèces de MTM doivent survivre, notamment grâce à une banque de graines pérenne, tandis que la période en eau prévient toute colonisation par d'autres espèces non spécialistes. De manière générale, la variabilité climatique propre au climat méditerranéen a un impact sur les durées d'hydropériode, de phase amphibie et d'assèchement, aux niveaux intra et interannuels. L'habitat connaît de fait une grande variabilité spatiale et temporelle, avec l'alternance de groupements végétaux au sein d'une même mare. Il arrive également que certains groupements caractéristiques ne s'expriment pas certaines années (végétations à éclipse), ce qui est souvent le cas chez les habitats humides et aquatiques.

L'habitat est présent sur 67 sites Natura 2000 en France, essentiellement en région méditerranéenne. On retrouve quelques occurrences de l'habitat dans l'ouest, au nord de la région Nouvelle-Aquitaine sur la façade atlantique.



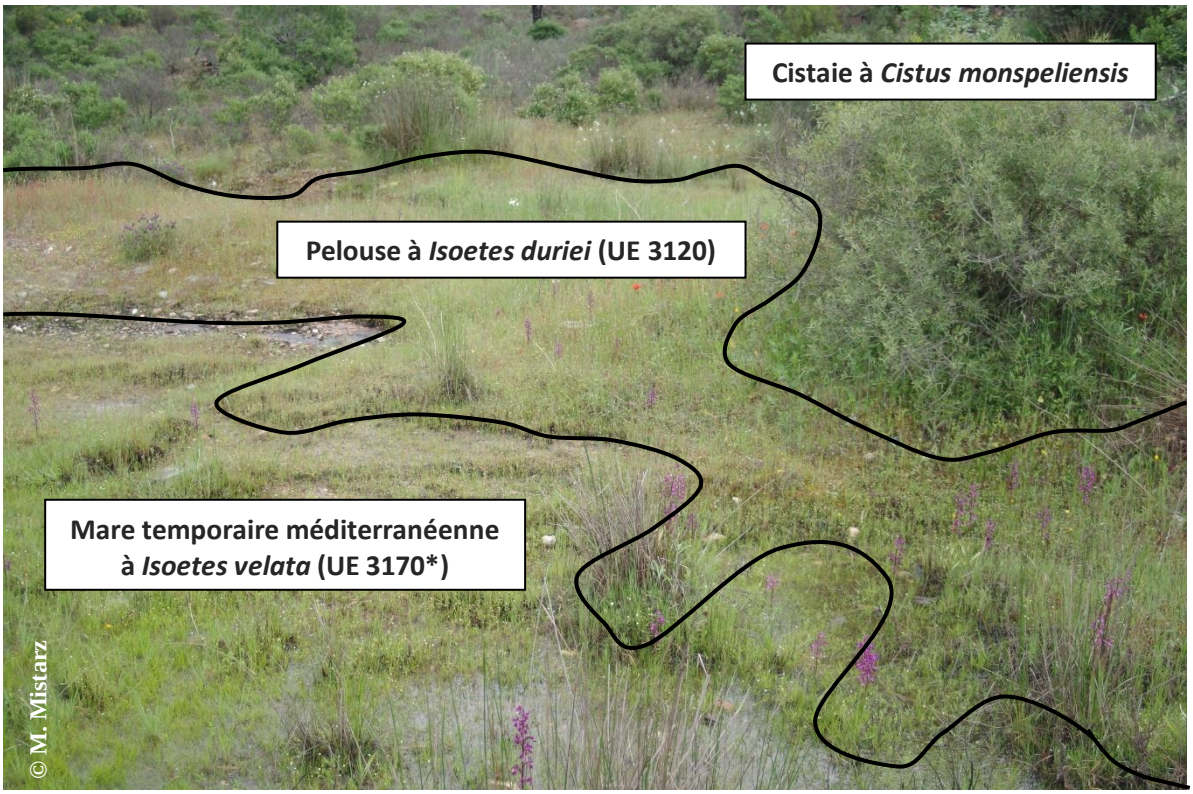
Distribution de l'habitat code UE **3170*** sur le territoire métropolitain.

L'habitat est décliné en quatre habitats élémentaires, distincts de par leurs caractéristiques hydrologiques (hydropériode, profondeur, chimie de l'eau), le type de substrat (calcaire, siliceux, basaltique) et les communautés végétales associées (Bensettiti et al., 2002) ; « Mares temporaires méditerranéennes à Isoètes (*Isoetion*) » (UE **3170-1***), « Gazons méditerranéens amphibies longuement inondés (*Preslion*) (UE **3170-2***), « Gazons méditerranéens amphibies halonitrophiles (*Helechloion*) (UE **3170-3***) et « Gazons amphibies annuels méditerranéens (*Nanocyperetalia)* (UE **3170-4***). Le premier habitat est largement majoritaire en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, tandis que les trois autres sont beaucoup plus courants en région Occitanie.

La dynamique naturelle de la végétation peut conduire à l'implantation des ligneux (*Ulmus* spp., *Fraxinus* spp., etc.) (Bensettiti et al., 2002), notamment en l'absence de pâturage. Ce dernier permet de réduire la biomasse produite, empêche des espèces opportunistes de s'installer, supprime les espèces dominantes et limite les espèces sociales. La dynamique naturelle de comblement propre aux eaux dormantes peut faire évoluer l'habitat vers l'association à *Lythrum borysthenicum* et *Ranunculus revelieri* (alliance du *Crassulo vaillantii - Lythrion borysthenici)* évoluant progressivement en milieux plus secs, colonisables par l'*Isoeto duriaei-Nasturtietum asperae* (alliance de l'*Isoetion durieui*), puis par des Poacées et des Fabacées. Un assèchement accru du milieu peut faire évoluer l'habitat vers des pelouses à *Tuberaria guttata*, puis vers des cistaies et maquis à Éricacées. Des hélophytes peuvent également coloniser le milieu si le fonctionnement hydrologique du site ou bassin versant est perturbé, ou bien si la durée de la phase d'assèchement diminue après plusieurs années pluvieuses. Les années sèches favorisent particulièrement l'installation des espèces de niveaux topographiques supérieurs.

Les habitats au contact des MTM sont très diversifiés (Bensettiti et al., 2002). Parmi eux se trouve un autre HIC très proche, physionomiquement et spatialement, les « Eaux oligotrophes très peu minéralisées sur sols généralement sableux de l'ouest méditerranéen à *Isoetes* spp. » (UE 3120). On peut également le retrouver en contact avec des pelouses sèches de l'*Helianthemion guttati*, des communautés à grandes laiches du *Magnocaricion elatae*, des formations pionnières du *Thero-Suaedion splendentis*, des groupements halonitrophiles à *Oxybasis chenopodioides*, diverses formations d'hydrophytes, des prairies du *Molinio-Holoschoenion* (UE 6420), etc.

Les résultats du rapportage 2007-2012 font état d'un état de conservation défavorable mauvais pour cet habitat, évalué uniquement au sein du domaine biogéographique méditerranéen (Bensettiti et Puissauve, 2015). De manière générale, l'état de conservation tend à se dégrader.



Positionnement de l'habitat des eaux oligotrophes du *Serapion* (UE 3120-1) par rapport au groupement de MTM (UE **3170***).

Résultats du rapportage 2007-2012 sur l'état de conservation de l'habitat "Mares temporaires méditerranéennes" (UE 3170*) à l'échelle du domaine biogéographique méditerranéen.

Code UE	Aire de répartition	Surface	Structure et fonctions	Perspectives futures	État de conservation
3170*	Défavorable inadéquat	Défavorable mauvais	Défavorable inadéquat	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais

La vulnérabilité des habitats de MTM est liée à leur surface réduite. Bien que le pâturage soit une pratique de gestion courante sur ces milieux, le surpâturage constitue une atteinte récurrente (Lumbreras et al., 2016). Ce dernier pose des problèmes d'eutrophisation et détruit directement les composantes structurales de l'habitat (Bagella et al., 2016). Les autres principales menaces sont l'agriculture avec usage d'intrants, le drainage à des fins de démoustication, l'urbanisme, l'extraction de matériaux, les activités touristiques (passage de quad, randonnée équestre, implantation de parcours de golf, etc.), ou encore les espèces exotiques envahissantes (EEE). Bien que les incendies soient fréquents en région méditerranéenne, l'impact de ces derniers reste encore peu étudié. À plus grande échelle, les MTM sont également menacées par le changement climatique qui modifie progressivement les variations saisonnières de températures et de précipitations.

Grille d'évaluation de l'état de conservation

La grille d'indicateurs présentée est issue d'un premier travail effectué sur les MTM en 2015 (Charles et Viry, 2015), puis de nouvelles discussions et phases de tests des indicateurs sur le terrain en 2018 (Latour, 2018). Les apports de la bibliographie récente ont également été pris en compte.

Grille d'indicateurs pour l'évaluation de l'état de conservation de l'habitat "Mares temporaires méditerranéennes" (UE **3170***) à l'échelle du site Natura 2000.

Paramètre	Critère	Indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Surface	Surface couverte	Évolution de la surface couverte ou du nombre de pièces d'eau	Site	Stabilité, progression	0
				Régression	-10
Structures et fonctions	Composition floristique	Nombre d'espèces ligneuses	Polygone ou placette	< 3	0
				≥ 3	-5
		Recouvrement des espèces ligneuses (%)	Polygone ou placette	< 1	0
				1-5	-5
				> 5	-10
		Nombre d'espèces déstructurantes	Placette	< 3	0
				≥ 3	-15
		Nombre d'espèces caractéristiques	Placette	≥ 2	0
				< 2	-30
	Composition faunistique	Invertébrés aquatiques (bonus)	Plan d'eau	Présence	+10
Altérations	Atteintes lourdes	Recouvrement des atteintes quantifiables en surface	Polygone/écocomplexe	Somme des points = 0	0
				Somme des points = 1	-5
				Somme des points ≥ 2	-10
	Atteintes diffuses	Impact des atteintes difficilement quantifiables en surface	Site	Nul ou négligeable	0
				Moyen	-10
				Fort	-20

États de référence

Lumbreras et al. (2016) proposent trois états pour les MTM. Selon eux, les paramètres influençant l'état de conservation sont :

- la topographie, liée à l'hydropériode et à la hauteur de la colonne d'eau ;
- la structure de la végétation avec la présence d'un gradient écologique ou des ceintures de végétation ;
- l'impact des activités humaines ;

- la tendance surfacique de l'habitat.

États de référence proposés par Lumbreras et al. (2016) pour l'habitat « Mares temporaires méditerranéennes (UE **3170***) ».

État de conservation	Bon	Altéré	Dégradé
Descripteurs	✓ Dépression typique de mare (pentes douces, profondeur adéquate, pas de drains) ✓ Trois ceintures de végétation ✓ Impact des activités humaines faibles ✓ Surface stable	✓ Dépression très superficielle avec quelques fossés ✓ Deux ceintures de végétation ✓ Impact modéré des activités humaines ✓ Surface en diminution	✓ Presque pas de dépression ou trop profonde, pentes rudes, fossés profonds ✓ Une ceinture de végétation ✓ Fort impact des activités humaines ✓ Surface en forte diminution

La phase de terrain menée en 2018 a permis de proposer différents descripteurs. Il est tenté ici de décrire les différents états correspondant à l'habitat (optimal souhaité, favorable choisi, altéré, dégradé) à partir d'une analyse exploratoire des données récoltées lors des phases de terrain. Les descripteurs sont issus de l'avis d'expert émis sur l'état de conservation de l'habitat.

Exemple de descripteurs permettant de définir les différents états de référence correspondant aux mares temporaires méditerranéennes (UE **3170***) (liste non exhaustive).

États de référence	État(s) optimal(aux) souhaité(s)	État(s) favorable(s) choisi(s)	État(s) altéré(s)	État(s) dégradé(s)
Descripteurs possibles	✓ Grande surface de mare ✓ Plusieurs ceintures de végétations effectives et potentielles ✓ Berges non altérées et douces ✓ Milieu oligotrophe	✓ Zonation bien définie (au moins deux ceintures) ✓ Pente des berges douces ✓ Présence possible de litière ✓ Colonisation ligneuse possible (< 1 %) ✓ Quelques atteintes possibles (remblai, sangliers) ✓ Présence possible d'espèces déstructurantes (maximum 2 espèces)	✓ Présence d'espèces déstructurantes ✓ Modifications d'origine anthropique ✓ Colonisation ligneuse possible (1-5 %) ✓ Possibilité de menaces directes (viticulture) ✓ Berges plus ou moins abruptes ✓ Eau trouble ✓ Présence d'espèces de niveau trophique supérieur (*Alisma lanceolatum* par exemple)	✓ Absence de ceintures de végétation ✓ Présence de ligneux (plus de 2 espèces, recouvrement > 5 %) ✓ Eau très trouble ✓ Atteintes directes (articificialisation des berges, du fond) ✓ Présence d'espèces détsructurantes (au moins 3 espèces) ✓ Absence des espèces caractéristiques ✓ Possibilité de réhabilitation inexistante

Paramètre « Surface »

La perte d'habitat constitue l'une des principales menaces à long terme pour la survie des espèces. Trois processus en sont essentiellement la cause ; la destruction de l'habitat, sa fragmentation et l'altération de sa qualité (Charles et Viry, 2015). Ceci est d'autant plus vrai pour les zones humides. En 30 ans, les activités anthropiques ont conduit à la disparition de près de la moitié des zones humides françaises (ONF, 2013). Selon une enquête menée par le Commissariat Général du Développement Durable (CCGD) et le Service de l'Observation et des Statistiques (SOeS) en 2011, l'étendue de plus de 20 % des milieux humides était en régression sur la période 2000-2010. Les causes sont multiples telles que l'aménagement des cours d'eau, la mise en place d'infrastructures drainantes ou encore diverses pollutions.

L'importance écologique des communautés des eaux dormantes réside dans le fait que ces communautés se développent dans des environnements de transition entre les écosystèmes terrestres et aquatiques. Leur vulnérabilité est liée à des surfaces réduites (Angiolini et al., 2016). Une altération de ce paramètre est bien souvent associée à une dégradation de l'état de conservation de l'habitat (Mroz, 2013).

Description des indicateurs

Évolution de la surface couverte ou du nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent

La surface couverte par l'habitat est un indicateur essentiel dans l'évaluation de l'état de conservation au titre de la DHFF (Viry, 2013). Sachant que ces habitats sont soumis à de fortes variations concernant la durée d'exondation et la période, il est plus pertinent d'évaluer la surface au travers d'une tendance, et non de la chiffrer à un instant t. La surface couverte par l'habitat apparaît corrélée à l'état de conservation émis par avis d'expert sur les MTM (Barreda, 2015). Plusieurs cas de figure peuvent être rencontrés sur le terrain en ce qui concerne la configuration des habitats à l'échelle du site. Les mares peuvent être considérées comme étant isolées les unes des autres ou bien connectées. L'évaluation se fera au niveau de la mosaïque d'habitat, le cas échéant.

Méthode 1 : l'évaluation de la surface couverte peut se faire via passages de terrain, à deux années différentes, au moment du pic de végétation (mai/début juin), et mesure au triple décamètre des dimensions de la pièce d'eau. On pourra également calculer la surface des polygones à l'aide d'une délimitation GPS. On pourra également relever seulement le nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent à l'échelle du site. Une pré-localisation des pièces d'eau est nécessaire sous Système d'information géographique (SIG). On choisira des ortho-photographies prises au même moment que la période préconisée pour le passage de terrain. Le biais le plus important réside dans la pré-localisation des pièces d'eau où l'habitat est présent. Les entités sont parfois petites. Pour les polygones connectés en réseau, on conservera la même approche que celle préconisée par Charles et Viry (2015). Un réseau sera défini comme contenant plus de 50 polygones, de surface inférieure à 20 m² et de moins

de 1 m de profondeur. Dans ce cas, la surface évaluée sera la surface du polygone convexe à l'ensemble des polygones contenus dans le réseau.

Polygone de mare temporaire méditerranéenne en contexte viticole (échelle 1/1 000e).

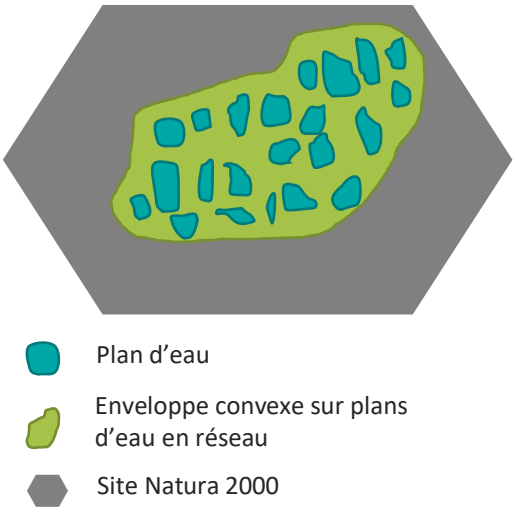


Schéma d'approche en réseau de mares à l'échelle du site Natura 2000.

Méthode 2 : outre la photo-interprétation, l'évaluation peut également se faire via comparaison de données surfaciques (présentes dans les DOCOB, par exemple) ou encore à partir de cartographies effectuées à différentes dates dont les surfaces peuvent être extraites sous SIG. Néanmoins, les valeurs extraites doivent faire l'objet d'une vérification compte tenu de la nature plus ou moins fiable de ces données.

Autres méthodes : le suivi de l'évolution de surface à l'échelle du site Natura 2000 peut également s'envisager par comparaison de photographies aériennes prises en ULM ou encore via l'utilisation de drones qui fournissent aujourd'hui des images ortho-rectifiées, c'est-à-dire des images corrigées, comme si elles avaient été prises à la verticale.

Recommandations : l'évaluation de ce paramètre est délicate. Les conditions climatiques doivent être comparables lorsque l'on mesure l'évolution de surface d'une année à une autre au regard de la grande variabilité des habitats et de leur dépendance vis-à-vis de la pluviométrie. L'estimation de la surface couverte présente des marges d'erreur importantes (liées à la méthode et au biais observateur) (Charles et Viry, 2015). L'habitat doit pouvoir être délimité précisément. Un biais possible de la méthode sous SIG est la différence de qualité entre deux ortho-photographies. L'évaluation dépend également de leur disponibilité. La comparaison entre deux ortho-photographies à période identique peut ne pas être possible d'une année sur l'autre. L'idéal serait ici de pouvoir obtenir deux ortho-photographies prises en mai/début juin, période optimale de développement de ces végétations. Les surfaces couvertes peuvent également être faibles et leur estimation rendue difficile. Le biais doit être évalué pour toutes les modalités d'application de l'indicateur. Une étude pilote doit être conduite pour la photo-interprétation, mais aussi pour l'estimation du biais lié aux cartographies d'habitat (avec, par exemple, une vérification sur le terrain), aux données surfaciques présentes dans les DOCOB, etc. Il s'agira d'abord dévaluer le

biais lié aux différentes modalités avant de fixer le seuil à partir duquel on considère que l'habitat est en régression à l'échelle du site Natura 2000.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Surface couverte par l'habitat	Fonctionnement général, perspectives, pérennité de l'habitat et des espèces, dynamique de l'habitat	Site	Progression Stabilité	0
			Régression	-10

En fonction des données surfaciques exploitables et de la configuration de l'habitat, on préfèrera utiliser soit l'évolution de surface couverte par l'habitat à l'échelle du site Natura 2000, soit l'évolution du nombre de pièces d'eau dans lesquelles l'habitat est présent. Cette méthode est notamment à préférer lorsque l'habitat est très fragmenté, sans pour autant remplir les conditions pour être considéré comme un réseau de polygones.

Méthode 1 : une méthode consiste à effectuer un inventaire des plans d'eau entre deux années et à comparer les deux inventaires, afin d'identifier si le nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent est en augmentation ou en diminution (lorsqu'aucune donnée antérieure n'est disponible). Pour ce faire, une photo-interprétation prélable à un passage de terrain, afin de vérifier la présence de l'habitat au sein de la pièce d'eau, est conseillée. L'utilisation de plusieurs couches est recommandée afin de pré-localiser les pièces d'eau où l'habitat est potentiellement présent. Un exemple de couches exploitables est fourni dans le tableau ci-dessous.

Exemples de couches exploitables sous SIG afin de procéder au pré-repérage des pièces d'eau.

Couche	Source	Utilité
SCAN 25®	©IGN	Repérage de la topographie, des toponymes et des mares
BD ORTHO®	©IGN	Repérage des différents faciès de végétation, des indices de remontées de nappe, des étangs, des mares, etc.
Bing Aerial®	©Microsoft Corporation	Complément au repérage des mares forestières
Limites des sites Natura 2000 (ZSC et ZPS)	MNHN	Cadrage géographique
Grille de maille 2 500 m x 500 m		Aide à la progression de la photo-interprétation et vérification des mailles

Les couches proposées ci-dessus sont exploitables sous Qgis, Arcgis, etc. Le maillage de 2 500 m x 500 m est préconisé car bien adapté à l'exercice de photo-interprétation. Le maillage permet de prendre du recul par rapport au tracé des contours des entités. L'échelle recommandée pour le tracé des contours des entités via photo-interprétation est, elle, comprise entre 1/2 000e et 1/1 000e. En-dessous, le tracé risque d'être imprécis. Au-dessus, la qualité des entités est généralement très faible.

Méthode 2 : il est également possible de comparer les cartographies d'habitat sous SIG, les données disponibles dans les DOCOB, etc.

Recommandations : les conditions climatiques doivent être comparables lorsque l'on mesure l'évolution du nombre de pièces d'eau d'une année à une autre au regard de la grande variabilité des habitats et de leur dépendance vis-à-vis de la pluviométrie. Le repérage par photo-interprétation peut s'avérer inexhaustif en contexte forestier.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Surface couverte par l'habitat	Fonctionnement général, perspectives, pérennité de l'habitat et des espèces, dynamique de l'habitat	Site	Progression Stabilité	0
			Régression	-10

Paramètre « Structures et fonctions »

L'article 1 de la DHFF stipule que pour qu'un habitat soit en bon état de conservation, sa structure et ses fonctions ne doivent pas être altérées et doivent être pérennes (Conseil de la CEE, 1992).

Les structures peuvent être définies comme les composantes physiques de l'habitat, souvent représentées par les espèces végétales (ligneux, hélophytes, etc.) (Evans et Arvela, 2011). Elles décrivent la complexité de l'habitat en prenant en compte les dimensions des individus, mais aussi les relations spatiales des individus entre eux (Bensettiti et al., 2012). Associées à la composition, elles constituent les caractéristiques biotiques de l'habitat (Maciejewski et al., 2016).

Les fonctions de l'écosystème correspondent aux processus écologiques qui peuvent prendre place à différentes échelles spatiales et temporelles, propres à chaque habitat (Evans et Arvela, 2011). Ces processus sont organisés autour de flux internes (eau, nutriments, etc.) et de processus de transformation des composants organiques, biogéochimiques, physiologiques, etc. (Bensettiti et al., 2012). Les fonctions résultent de l'interaction entre tous les compartiments de l'habitat, qu'ils soient biotiques ou abiotiques (Maciejewski et al., 2016).

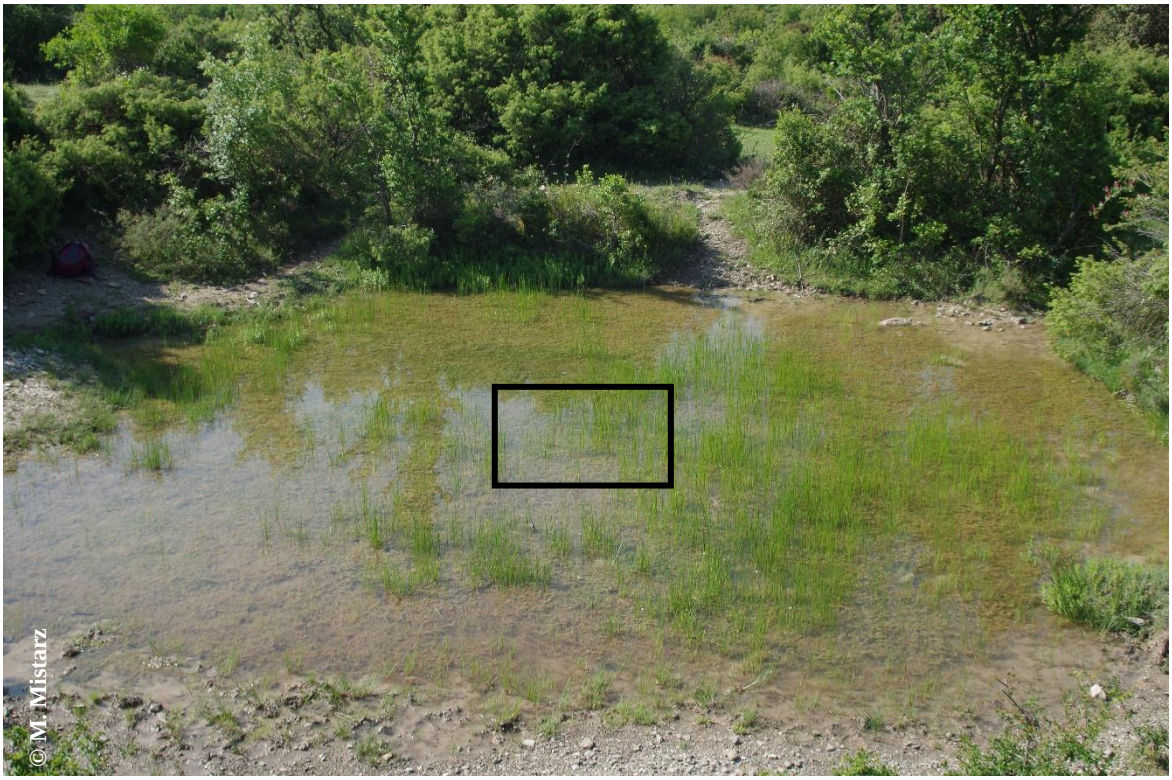
L'évaluation des structures et fonctions de l'habitat passe soit par l'évaluation des composantes en elles-mêmes (couverture du sol, par exemple), soit par le biais d'espèces indicatrices d'un « bon » ou d'un « mauvais » fonctionnement écologique (Viry, 2013). Les indicateurs biologiques fournissent des évaluations plus compréhensibles et précises de l'état de conservation (Lumbreras et al., 2016). Les plantes sont les plus sensibles aux perturbations, c'est pourquoi elles sont très représentées en tant qu'indicateurs. Leur composition est à la fois influencée par la qualité de l'eau et le régime hydrologique.

Description des indicateurs

Nombre d'espèces ligneuses

Les espèces du genre *Populus* sont susceptibles de se développer sur les MTM.

La colonisation par les ligneux constitue une des principales menaces pour les habitats des eaux dormantes. Ces derniers posent des problèmes d'ombrage et d'enrichissement en matière organique dû à la dégradation des feuilles. Les espèces concernées étant héliophiles, les espèces ligneuses peuvent porter atteinte à leur développement. Elles peuvent être également responsables de la fragmentation de l'habitat (en séparant des patchs) et d'un changement dans l'hydropériode pouvant aboutir à un assèchement de l'habitat (certaines espèces sont très consommatrices d'eau). L'apparition de ligneux n'est cependant pas signe de dégradation. Certaines espèces ont une forte dynamique de colonisation, d'autres ne sont pas pérennes. Sur les MTM de Corse, le développement des plantules est fréquent, lors d'années hydrologiquement défavorables. Ces dernières meurent lorsque la mise en eau est conséquente. Seules les espèces du genre *Ulmus* supportent bien l'inondation.



Exemple d'une placette de relevé (en noir) au sein d'une MTM.

Méthode : il s'agit d'effectuer une estimation visuelle du nombre d'espèces ligneuses différentes à l'échelle du polygone ou de la placette. Si l'option « placette » est choisie, le relevé sera délimité par une placette d'environ 3 m² en fonction de la physionomie de la végétation. La placette doit être représentative du polygone d'habitat (la mare) et homogène sur le plan floristique. Les bordures du polygone seront évitées. La forme de la placette sera adaptée à la forme du polygone (circulaire, carrée, rectangulaire, etc.). On pourra subdiviser la placette en placettes plus petites, le cas échéant, afin de faciliter le dénombrement des espèces et d'augmenter la précision du relevé.

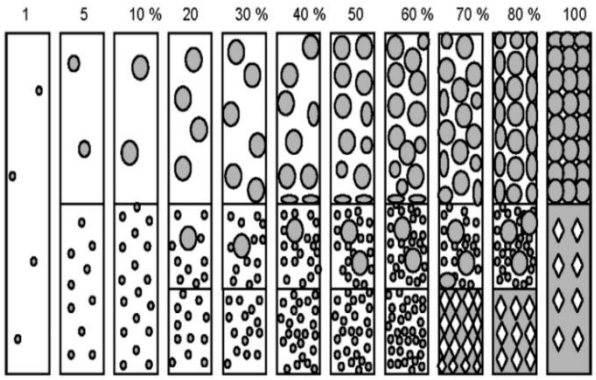
Recommandations *:* précaution doit être faite de bien relever le nombre d'espèces ligneuses, et non le nombre de pieds.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Composition floristique	Assèchement, eutrophisation, dynamique et structure de l'habitat	Polygone ou placette	< 3	0
			≥ 3	-15

Recouvrement des espèces ligneuses (%)

Méthode : l'estimation du recouvrement pourra être effectué à l'échelle du polygone d'habitat via estimation visuelle. Il pourra aussi être effectué à l'échelle de la placette utilisée pour dénombrer les espèces ligneuses, via relevé floristique ou phytosociologique (*cf.* Tome 1, 5.2.1).

Coefficient d'abondance-dominance	Classe de recouvrement (%)
5	> 75
4	50-75
3	25-50
2	5-25
1	1-5
+	< 1



Coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet avec les correspondances de recouvrement et la plaquette de visualisation des pourcentages (Fromont d'après Prodon).

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Composition floristique	Assèchement, eutrophisation, dynamique et structure de l'habitat	Polygone ou placette	< 1	0
			1-5	-5
			> 5	-10

Nombre d'espèces déstructurantes

Paspalum dilatatum, espèce déstructurante (et EEE) pouvant être rencontrée sur cet habitat.

Les espèces déstructurantes ont la capacité de modifier les caractéristiques de l'habitat, notamment physiques (Charles et Viry, 2015). Ces espèces sont pour la plupart cespiteuses et ont un fort pouvoir colonisateur. Des changements dans la microtopographie peuvent affecter plusieurs paramètres, notamment la profondeur du plan d'eau et la zonation de la végétation. Leur développement peut se faire au détriment des espèces caractéristiques de l'habitat. Elles englobent certaines EEE et d'autres espèces jugées comme déstructurantes (*Schoenoplectus lacustris*, par exemple). Une liste a été établie, à partir des listes d'EEE et l'expérience de terrain. Cette liste a été validée par les experts et est disponible à la fin du guide. Pour aller plus loin, on définit souvent une EEE de la sorte : « *Une espèce exotique envahissante est une espèce allochtone dont l'introduction par l'Homme (volontaire ou fortuite), l'implantation et la propagation menacent les écosystèmes, les habitats ou les espèces indigènes avec des conséquences écologiques ou économiques ou sanitaires négatives* » (IUCN, 2000 ; McNeely, 2001 ; McNeely et al., 2001). L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) considère que les EEE représentent une cause majeure de perte de biodiversité dans le monde. Elles peuvent être considérées comme un facteur de dégradation de la qualité des habitats aquatiques et humides (Brundu, 2015). Elles peuvent altérer le fonctionnement hydrologique, les cycles biogéochimiques et la composition biologique des écosystèmes, causer des pertes et dégradations à tous les niveaux de l'organisation biologique, des gènes aux populations, avec des effets en cascade sur l'écosystème entier (Vilà et Garcia-Berthou, 2010). Leur suivi fait partie intégrante de l'évaluation de l'état de conservation des habitats car leur présence peut perturber tout l'écosystème et induire un changement profond de la nature de l'habitat (Charles et Viry, 2015). De par leur définition, elles sont très compétitives et peuvent porter atteintes aux communautés caractéristiques des habitats plus spécialisées. Mais les EEE ont aussi un coût. Par exemple, le contrôle de la Jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*) sur la rivière Guadiana en Espagne en 2009 a été estimé à 6.7 M€ (Andreu et al., 2009). À noter que toutes les EEE ne sont pas considérées comme déstructurantes pour l'habitat. En effet, certaines espèces peuvent se maintenir dans le temps, sans porter préjudice aux structures et fonctions de l'habitat considéré. Certaines EEE peuvent accomplir des fonctions similaires aux espèces indigènes sans pour autant les concurrencer (Sirvent, 2017). En revanche, certaines espèces à fort pouvoir colonisateur ou à capacité accrue de modifications du fonctionnement hydrologique ou physico-chimique ont été incluses. *Phragmites australis*, par exemple, peut poser des problèmes d'ombrage envers ces végétations héliophiles.

Méthode : sur la même placette utilisée pour le calcul des indicateurs concernant les ligneux (si le calcul a été fait à l'échelle du polygone, *cf.* le descriptif de la méthode à l'échelle de la placette), il s'agira de dénombrer les

espèces déstructurantes en se référant à la liste proposée à la fin du guide. Toutes les espèces doivent être relevées lors de l'optimum de développement de la végétation, soit mai/début juin.

Recommandations : précaution doit être prise de bien relever le nombre d'espèces déstructurantes, et non le nombre de pieds. Les ligneux ne sont pas à prendre en compte, afin de ne pas accorder à ces espèces un double poids dans la notation. La liste proposée est non exhaustive et peut être complétée, si cela est jugé nécessaire.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Composition floristique	Capacité de résilience, qualité et fonctionnement de l'habitat	Placette	< 3	0
			≥ 3	-5

Nombre d'espèces caractéristiques

Damasonium alisma, espèce caracatéristique des MTM.

Les espèces caractéristiques des groupements de MTM sont des espèces qui leur sont particulièrement liées, dont la fréquence dans les relevés phytosociologiques est élevée. Ces espèces appartiennent aux classes des *Isoëtea velatae*, *Juncetea bufonii* et *Agrostietea stoloniferae*. Une liste d'espèces a été établie grâce à l'expérience de terrain, une étude précédemment menée sur l'état de conservation des MTM (Barreda, 2015), les synthèses du Prodrome des Végétations de France 2 (PVF2) (de Foucault et Catteau, 2012 ; de Foucault, 2013a ; de Foucault, 2013b), et une consultation des experts. Cette dernière est disponible à la fin du guide. D'après Barreda (2015), le nombre d'espèces caractéristiques apparaît corrélé à l'état de conservation des MTM à dire d'expert. C'est également le cas dans notre étude.

Méthode : sur la même placette utilisée pour le calcul du nombre d'espèces déstructurantes, il s'agira de dénombrer les espèces caractéristiques des MTM en se référant à la liste proposée à la fin du guide. Toutes les espèces doivent être relevées lors de l'optimum de développement de la végétation, soit mai/début juin.

Recommandations : précaution doit être faite de bien relever le nombre d'espèces caractéristiques, et non le nombre de pieds. Les végétations des habitats humides et aquatiques peuvent ne pas s'exprimer certaines années (végétations à éclipse). C'est particulièrement vrai pour les MTM. C'est pourquoi un suivi préalable à

l'évaluation est nécessaire sur plusieurs années, afin de relever dans quelles conditions (profils de températures, de précipitations, etc.) l'habitat s'exprime. L'évaluation sera effectuée lors d'une année favorable au développement de l'habitat.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Composition floristique	Capacité de résilience, qualité et fonctionnement de l'habitat, conditions stationnelles favorables	Placette	≥ 2	0
			< 2	-30

Invertébrés aquatiques (bonus)

Composante essentielle des milieux aquatiques, les invertébrés fournissent de nombreux services, tels que la décomposition de débris organiques et la sécrétion de substances nutritives pour les plantes (Grant, 2002). Ils sont exposés aux produits chimiques de deux façons, directe par application ou bien indirecte par ruissellement des eaux. Ces derniers sont remarquablement sensibles aux insecticides. Ils sont adaptés à des environnements particuliers, ce qui les rend très sensibles aux facteurs de stress comme le manque d'oxygène (Van den Broeck et al., 2015). Ce sont de bons indicateurs de l'état écologique de la masse d'eau, favorisés par une faible charge en nutriments. De par leur petite taille, ils sont sensibles aux conditions locales, alors que leur caractère mobile leur permet de migrer en réponse à un changement de conditions du milieu. Ils se caractérisent par des générations courtes ce qui se traduit par des réponses numériques rapides. L'absence d'invertébrés ne peut être considérée comme un dysfonctionnement de l'habitat au regard de leur mobilité, c'est pourquoi il est proposé de relever l'indicateur en tant que bonus (Charles et Viry, 2015). Le principal inconvénient d'utiliser ce groupe comme indicateur reste l'identification. Les odonates sont relativement bien documentés, représentent diverses écologies, sont bien répandus et leur écologie est relativement bien connue (Menetrey et al., 2005). De grands branchiopodes peuvent également être inféodés à ces milieux (Lumbreras et al., 2016). C'est le cas de *Tanysmatix stagnalis*. Dans les MTM du sud-ouest du Portugal, sa présence est négativement corrélée à la turbidité, la conductivité, l'intensité du labour et la concentration en métaux dans l'eau. Cette espèce est considérée comme sténoèce car tolérant très peu les changements de conditions abiotiques. L'espèce est présente en France métropolitaine. Une liste d'espèces a été établie à partir de recherches bibliographiques et d'une consultation des experts. Elle contient une espèce d'odonate, de grands branchiopodes et deux espèces de grands copépodes (dont la taille est supérieure à 5 mm).

Méthodes : l'indicateur sera favorable lorsqu'une espèce de la liste proposée ci-dessous sera relevée. Il existe plusieurs méthodes pour échantillonner les invertébrés aquatiques. Howard et Gipsy (2002) proposent une méthode d'échantillonnage des invertébrés à l'échelle des mares. L'automne semble être la période optimale pour l'échantillonnage (Hill et al., 2016), ou bien de mi-juin à mi-septembre par temps ensoleillé pour les odonates. Oertli et al. (2000) préconisent un minimum de sept échantillons prélevés à l'épuisette répartis de façon aléatoire au sein du plan d'eau et une méthode basée sur l'observation pour les odonates adultes. Collectif RhoMéo (2014)

propose un protocole précis d'échantillonnage des odonates. Les espèces pourront également être relevées de façon opportuniste lors de la réalisation des relevés floristiques.

***Lestes virens* (Charpentier, 1825)**

***Tanysmatix stagnalis* (Linnaeus, 1758)**

***Branchipus schaefferi* (Fischer von Waldheim, 1834)**

***Chirocephalus diaphanus* (Prévost, 1803)**

***Chirocephalus salinus* (Daday, 1910)**

***Cyzicus tetracerus* (Krynicki, 1830)**

Imnadia yeyetta **(Hertzog, 1935)**

Lepidurus apus **(Linnaeus, 1758)**

Linderiella massaliensis **(Thiéry et Champeau, 1988)**

Triops cancriformis **(Bosc, 1801)**

Occidodiaptomus ingens **(Gurney, 1909)**

Photo non disponible

Occidodiaptomus roubaui **(Richard, 1888)**

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Note
Composition faunistique	Qualité de l'eau, fonctionnement général	Plan d'eau	Présence	+10

Paramètre « Altérations »

Les activités humaines peuvent porter atteinte aux structures et au fonctionnement de l'habitat. Elles peuvent également engendrer une régression de sa surface. Dans les deux paramètres précédents, il a été essayé de prendre en compte les atteintes d'origine anthropique à travers divers indicateurs. Cependant, certaines perturbations ne peuvent être incluses. C'est pourquoi un paramètre « Altérations » est pris en compte.

Le paramètre est évalué au travers de deux indicateurs présentés ci-dessous de manière analogue à ce qui a été élaboré dans les diverses études antérieures du MNHN sur l'évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle des sites Natura 2000.

Description des indicateurs

Recouvrement des atteintes quantifiables en surface

Méthode : il s'agit d'estimer, à l'échelle du polygone, les atteintes visibles dont l'impact peut être quantifié en surface. Une liste d'atteintes potentiellement présentes sur ces habitats est disponible ci-dessous. Cette dernière a été établie via expérience de terrain. À chaque atteinte et seuil de surface associé sont attribués des points. C'est la somme des points correspondant aux atteintes relevées au niveau du polygone d'habitat qui donne la valeur de l'indicateur. Sur le terrain, les atteintes sont relevées à l'échelle du polygone d'habitat ou de l'écocomplexe, le cas échéant. Une estimation visuelle du recouvrement de la surface impactée est effectuée. Les points correspondants sont alors sommés afin d'obtenir la valeur de l'indicateur.

Liste des atteintes quantifiables en surface pouvant être relevées sur les MTM.

Atteintes quantifiables (polygone/écocomplexe)	Points
Passage de quads, piétinement dû à la fréquentation (< 50 %)	1
Passage de quads, piétinement dû à la fréquentation (> 50 %)	2
Artificialisation des berges	2
Passage d'engins lourds	2
Dépôts de matériaux/décharge	2
Extraction de matériaux	2
Plantations en périphérie	1
Plantations au centre	2
Incendies	1
Drains	1
Bois mort	1
Passage de sangliers (> 80 %)	1
Destruction de la ceinture de maquis	1

Recommandations : la liste établie est non exhaustive et peut être complétée par l'opérateur, le cas échéant.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Atteintes lourdes	Fonctionnement général, connectivité, capacité de résilience	Polygone/écocomplexe	Somme des points = 0	0
			Somme des points = 1	-5
			Somme des points ≥ 2	-10

Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface

Les atteintes diffuses à l'échelle du site ou bassin versant peuvent influencer indirectement la structure et le fonctionnement de l'habitat, et ainsi impacter son état de conservation sur le long terme. Ce sont des atteintes dont l'impact ne peut être quantifié en surface.

Méthode : une liste non exhaustive d'atteintes diffuses est présentée ci-dessous. Elle a été établie via recherches bibliographiques, l'expérience de terrain, puis validée par les experts. Il s'agit d'estimer l'impact de toutes les atteintes réunies sur l'état de conservation de l'habitat.

Liste d'atteintes diffuses potentiellement relevées sur les sites Natura 2000 accueillant des MTM.

Atteintes difficilement quantifiables en surface
Activités nautiques
Drainage, assèchement
Stabilisation du niveau d'eau, soutien d'étiage
Activités de pompage sur le site, extraction de matériaux
Rejets ponctuels, pollutions
Pisciculture intensive
Présence d'EEE faunistiques (hors pisciculture)
Chaulage
Agriculture avec usage d'intrants
Talus érosif

En ce qui concerne l'atteinte « Présence d'EEE faunistiques (hors pisciculture) », une liste d'EEE potentiellement retrouvées au sein des habitats des eaux dormantes est proposée à la fin du guide.

Recommandations : la liste est non exhaustive et pourra être complétée par l'opérateur.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Échelle	Résultats attendus	Notes
Atteintes diffuses	Fonctionnement général, pérennité, capacité de résilience	Site	Impact négligeable ou nul	0
			Impact moyen	-10
			Impact fort	-20

Pour aller plus loin

Piézomètre sur le site « Étangs et mares de la Capelle ».

La méthode proposée se base essentiellement sur des indicateurs biologiques qui fournissent des évaluations plus compréhensibles et précises de l'état de conservation que des indicateurs de fonctionnement hydrologique, ou encore de qualité de l'eau. De manière générale, les indicateurs de qualité de l'eau sont très variables dans le temps et l'espace selon qu'ils sont mesurés le matin ou l'après-midi, par temps ensoleillé ou pluvieux, etc. Cependant, la pose d'un ou plusieurs piézomètres à l'échelle d'un site Natura 2000 est une manœuvre incontournable si l'on souhaite surveiller l'état de conservation des habitats aquatiques et humides. Les piézomètres automatiques permettent d'avoir accès à un grand nombre de données par année et de mettre en évidence des tendances. Il est rappelé qu'un suivi effectué sur plusieurs années, préalable à l'évaluation de l'état de conservation, est nécessaire afin d'effectuer l'évaluation lors d'une année favorable au développement de la végétation.

La grille d'évaluation est une proposition d'indicateurs que les opérateurs peuvent s'approprier (notamment via l'adaptation des listes d'espèces). Les retours d'expérience sont nécessaires afin d'ajuster la méthode. C'est pourquoi une fiche de retour est proposée à la fin du guide. Cette fiche est destinée aux opérateurs qui souhaitent évaluer l'état de conservation des MTM au sein de leur site d'étude.

Listes d'espèces utiles à l'évaluation

Liste d'espèces déstructurantes susceptibles d'être rencontrées sur cet habitat

Nom scientifique
Bolboschoenus maritimus (L.) Palla
Calamagrostis epigejos (L.) Roth
Cotula coronopifolia L.
Dittrichia viscosa (L.) Greuter
Imperata cylindrica (L.) Raeusch.
Ludwigia grandiflora (Michx.) Greuter & Burdet
Ludwigia peploides (Kunth) P.H.Raven
Lythrum salicaria L.
Paspalum dilatatum Poir.
Paspalum distichum L.
Phragmites spp.
Reynoutria × bohemica Chrtek & Chrtkova
Reynoutria sachalinensis (F. Schmidt) Nakai
Senecio inaequidens DC.
Schoenoplectus lacustris L.
Symphyotrichum squamatum (Spreng.) G.L.Nesom
Typha spp.
Xanthium orientale subsp. *italicum* (Moretti) Greuter

Liste des espèces caractéristiques des MTM

Nom scientifique
Antinoria insularis Parl.
Artemisia molinieri Quézel, M.Barbero & R.J.Loisel
Centaurium pulchellum (Sw.) Druce
Cicendia filiformis (L.) Delarbre
Crassula vaillantii (Willd.) Roth
Damasonium alisma Mill.
Elatine brochonii Clavaud
Elatine macropoda Guss.
Eryngium pusillum L.
Exaculum pusillum (Lam.) Caruel
Helosciadium crassipes W.D.J.Koch
Hypericum humifusum L.
Illecebrum verticillatum L.
Inula britannica L.
Isoetes setacea Lam.
Isoetes velata A.Braun
Isolepis cernua (Vahl) Roem. & Schult.
Isolepis setacea (L.) R.Br.
Juncus bufonius L.
Juncus capitatus Weigel
Juncus pygmaeus Rich. ex Thuill.
Juncus tenageia Ehrh. ex L.f.
Laphangium luteoalbum (L.) Tzvelev
Littorella uniflora (L.) Asch.
Lotus conimbricensis Brot.
Lysimachia minima (L.) U.Manns & Anderb.
Lythrum borysthenicum (Schrank) Litv.
Lythrum hyssopifolia L.
Lythrum portula (L.) D.A.Webb
Lythrum thymifolium L.
Lythrum tribracteatum Salzm. ex Spreng.
Marsilea strigosa Willd.
Mentha cervina L.
Myosurus minimus L.
Myosotis sicula Guss.
Pilularia minuta Durieu
Pulicaria vulgaris Gaertn.
Radiola linoides Roth
Ranunculus lateriflorus DC.
Ranunculus ophioglossifolius Vill.
Ranunculus revelierei Boreau
Sisymbrella aspera (L.) Spach
Solenopsis laurentia (L.) C.Presl
Veronica acinifolia L.
Veronica anagallis-aquatica subsp. *anagalloides* (Guss.) Batt.

Liste d'EEE faunistiques susceptibles d'être rencontrées à l'échelle du site Natura 2000

Nom scientifique	Nom commun
Ameiurus nebulosus (Lesueur, 1819)	Poisson-chat
Carassius auratus auratus (Linnaeus, 1758)	Poisson rouge
Corbicula fluminalis (O.F. Müller, 1774)	Corbicule striolée
Corbicula fluminea (O.F. Müller, 1774)	Corbicule asiatique
Corbicula leana Prime, 1867	Corbicule japonaise
Ctenopharyngodon idella (Valenciennes, 1844)	Amour blanc
Cyprinus carpio Linnaeus, 1758	Carpe commune
Dreissena polymorpha (Pallas, 1771)	Moule zébrée
Lepomis gibbosus (Linnaeus, 1758)	Perche-soleil
Lithobates catesbeianus (Shaw, 1802)	Grenouille taureau
Myocastor coypus (Molina, 1782)	Ragondin
Faxonius limosus (Rafinesque, 1817)	Écrevisse américaine
Oxyura jamaicensis (Gmelin, 1789)	Érismature rousse
Pachychilon pictum (Heckel & Kner, 1858)	Épirine lippue
Pacifastacus leniusculus (Dana, 1852)	Écrevisse de Californie
Potamopyrgus antipodarum (J. E. Gray, 1843)	Hydrobie des antipodes
Procambarus clarkii (Girard, 1852)	Écrevisse de Louisianne
Proterorhinus semilunaris (Heckel, 1837)	Gobie demi-lune
Pseudorasbora parva (Temminck & Schlegel, 1846)	Pseudorasbora
Salvelinus namaycush (Walbaum, 1792)	Truite de lac d'Amérique
Sander lucioperca (Linnaeus, 1758)	Perche-brochet
Silurus glanis Linnaeus, 1758	Silure glane
Trachemys scripta (Schoepff, 1792)	Tortue de Floride
Xenopus laevis (Daudin, 1803)	Xénope lisse

Fiche de terrain pour l'évaluation de l'état de conservation des MTM (UE 3170*) et ajustement de la méthode proposée

Merci de retourner cette fiche à l'adresse suivante : margaux.mistarz@mnhn.fr

Site Natura 2000	IDPolygone	Date	Auteur(s)	Localisation	Coordonnées GPS	Projection	N° photos

Habitat cartographié (oui/non)	Habitat déterminé (oui/non)

Relevés effectués*		
Site	**Polygone/écocomplexe***	**Placette***
Évolution de la surface couverte ❑	**Nombre d'espèces ligneuses ❑**	**Nombre d'espèces ligneuses ❑**
Évolution du nombre de pièces d'eau ❑	**Recouvrement des espèces ligneuses ❑**	**Recouvrement des espèces ligneuses ❑**
Atteintes diffuses ❑	**Invertébrés (bonus) ❑**	**Nombre d'espèces déstructurantes ❑**
	Atteintes lourdes ❑	**Nombre d'espèces caractéristiques ❑**

***** il s'agit de choisir entre colonisation ligneuse à l'échelle du polygone ou à l'échelle de la placette.

Atteintes à l'échelle du polygone	Surface impactée (% du polygone)	Points associés

Observations/commentaires :

Invertébrés (bonus)
Méthode utilisée :
Espèce(s) de la liste contactées :

Observations/commentaires :

Colonisation ligneuse	
Méthode utilisée :	Échelle de relevé :
Recouvrement des espèces ligneuses :	Nombre d'espèces ligneuses :

Observations/commentaires :

Nombre d'espèces déstructurantes
Méthode utilisée :
Espèce(s) déstructurantes contactées :
Résultat :

Observations/commentaires :

Nombre d'espèces caractéristiques
Méthode utilisée :
Espèce(s) caractéristique(s) contactée(s) :
Résultat :

Observations/commentaires :

Évolution de la surface couverte
Méthode utilisée :
Résultat année 1 :
Résultat année 2 :

Justification du choix de l'indicateur et de la méthode :

Observations/commentaires :

Évolution du nombre de pièces d'eau
Méthode utilisée :
Résultat année 1 :
Résultat année 2 :

Justification du choix de l'indicateur :

Observations/commentaires :

Atteintes diffuses à l'échelle du site
Liste des atteintes

Des idées/problèmes/solutions/modifications

Bibliographie

Andreu J., Vilà M. & Hulme P.E., 2009. - An Assessment of Stakeholder Perceptions and Management of Noxious Alien Plants in Spain. *Environmental Management* 43**(6)**: 1244–1255

Angiolini C., Viciani D., Bonari G. & Lastrucci L., 2016. - Habitat conservation prioritization: A floristic approach applied to a Mediterranean wetland network. *Plant biosystems* : 1–15

Bagella S., Gascón S., Filigheddu R., Cogoni A. & Boix D., 2016. - Mediterranean Temporary Ponds: new challenges from a neglected habitat. *Hydrobiologia* 782**(1)**: 1–10

Barreda F., 2015. - Évaluation de l'état de conservation de l'habitat d'intérêt communautaire 3170 : mares temporaires méditerranéennes. Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles. 20p.

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

Bensettiti F., Puissauve R., Lepareur F., Touroult J. & Maciejewski L., 2012. - Évaluation de l'état de conservation des habitats et espèces d'intérêt communautaire. Guide méthodologique. DHFF article 17. 2007-2012. Version 1. Rapport SPN 2012-27. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle. 76p.

Bensettiti F. & Puissauve R., 2015. - Résultats de l'état de conservation des habitats et des espèces dans le cadre de la directive Habitats-Faune-Flore en France. Rapportage "Article 17". Période 2007-2012. Service du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle. 204p.

Brundu G., 2015. - Plant invaders in European and Mediterranean inland waters: profiles, distribution, and threats. *Hydrobiologia* 746**(1)**: 61–79

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.

Collectif RhoMéO, 2014. - La boîte à outils de suivi des zones humides du bassin Rhône-Méditerranée. Version 1. Conservatoire d'espaces naturels de Savoie. 147p.

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

De Foucault B. & Catteau E., 2012. - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Agrostietea stoloniferae* Oberd. 1983. *Journal Botanique de la Société Botanique de France* 59 : 5-131

De Foucault, 2013a. - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Isoëtetea velatae* de Foucault 1988 et les *Juncetea bufonii* de Foucault 1988 ("*Isoëto-Nanojuncetea bufonii*"). *Journal Botanique de la Société Botanique de France* 62 : 35-70

De Foucault, 2013b. - Contribution au prodrome des végétations de France : les *Isoëtetea velatae* de Foucault 1988 et les *Juncetea bufonii* de Foucault 1988 ("*Isoëto-Nanojuncetea bufonii*"). *Journal Botanique de la Société Botanique de France* 63 : 63-109

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.

Fernández-Zamudio R., García-Murillo P., Díaz-Paniagua C., 2017. - Effect of the filling season on aquatic plants in Mediterranean temporary ponds. *Journal of Plant Ecology*: 1-9

Grant I.F., 2002. - Les invertébrés aquatiques. 183-193 in Grant I.F. & Tingle C.C.D., *Méthodes de suivi écologique pour évaluer les effets des pesticides dans les tropiques.* Natural Ressources Institute. 266p.

Hill M. J., Sayer C. D. & Wood P. J., 2016. - When is the best time to sample aquatic macroinvertebrates in ponds for biodiversity assessment? *Environmental Monitoring and Assessment* 188**(3)**: 188-194

Howard S. & Gipsy L., 2002. - A guide to monitoring the ecological quality of ponds and canals using PSYM. 14p.

International Union for Conservation of Nature, 2000. - Guidelines for the prevention of biodiversity loss due to biological invasion. 15p.

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, MNHN, CBNMED de Porquerolles, Università di Corsica - Pasquale Paoli. 62p.

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., 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

McNeely J.A. (Editor), 2001. - The Great Reshuffling: Human Dimensions of Invasive Alien Species. International Union for Conservation of Nature. 242p.

McNeely J.A., Mooney H.A., Neville L.E., Schei P. & Waage J.K. (Editors), 2001. - Global Strategy on Invasive Alien Species. International Union for Conservation of Nature. 50p.

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

Mroz W., 2013. - Monitoring of natural habitats. Methodological guide for 5 natural habitats: 3110, 6210, 6520, 7230 and 9180. GIOŚ. 97p.

Oertli B., Auderset Joye D., Castella E., Juge R. & Lachavanne J.-B., 2000. - Diversité biologique et typologie écologique des étangs et petits lacs de Suisse. Office fédéral de l'environnement. 340p.

Office National des Forêts, 2013. - Guide des zones humides forestières. Département Isère. 73p.

Scheffer M., 2001. - Alternative Attractors of Shallow Lakes. *The Scientific World* 1: 254–63

Sirvent L., 2017. - Evaluer l'état de conservation des habitats dunaires méditerranéens d'intérêt communautaire : 2110, dunes mobiles embryonnaires ; 2120, dunes mobiles du cordon littoral à *Ammophila arenaria* (dunes blanches) ; 2210, dunes fixées du littoral du *Crucianellion maritimae*. A l'échelle d'un site Natura 2000 : La Grande Maïre, Portiragnes (Hérault). Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles. 53p.

Van den Broeck M., Waterkeyn A., Rhazi L., Grillas P. & Brendonck L., 2015. - Assessing the ecological integrity of endorheic wetlands, with focus on Mediterranean temporary ponds. *Ecological Indicators* 54: 1–11

Vilà M. & García-Berthou E., 2010. - Monitoring Biological Invasions in Freshwater Habitats. 91–100 in Hurford C., Schneider M. & Cowx I.G. *Conservation monitoring in freshwater habitats: a practical guide and case studies*. Ed. Springer. 410p.

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.

RESUME

Un des objectifs de la directive Habitats-Faune-Flore (DHFF) est le maintien dans un état de conservation favorable des habitats et des espèces d'intérêt communautaire listés dans ces annexes. Afin de répondre à cet objectif, le ministère en charge de l'Écologie a confié au Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN) la mise en place de méthodes d'évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle des sites Natura 2000. Ces méthodes doivent être simples, reproductibles et standardisées sur l'ensemble du territoire métropolitain.

Les travaux sont engagés depuis 2008 et ont vu paraître de nombreux rapports concernant les habitats forestiers, les habitats des dunes littorales, les habitats agropastoraux, etc. Pour les habitats aquatiques et humides, un premier travail a porté sur les eaux courantes en 2013, puis sur les eaux dormantes en 2015 (mares temporaires méditerranéennes) (UE **3170***). En 2016, se sont poursuivis les travaux engagés sur les habitats des eaux dormantes avec la parution d'un rapport préliminaire sur quatre autres habitats ; les gazons et pelouses oligotrophes méditerranéens (UE 3120), les gazons vivaces oligotrophes atlantiques (UE 3110), oligotrophes à mésotrophes vivaces continentaux et annuels (UE 3130), et les habitats à Characées (UE 3140).

Ce guide constitue la première version des cahiers d'évaluation d'état de conservation de l'ensemble des habitats des eaux dormantes à l'échelle des sites Natura 2000. Il présente les résultats des phases de test des indicateurs potentiels pour évaluer l'état de conservation des habitats de mares temporaires méditerranéennes (UE **3170***), des pelouses à *Serapias* spp. et *Isoetes* spp. (UE 3120), des gazons vivaces atlantiques oligotrophes (UE 3110), des gazons oligotrophes à mésotrophes des *Isoeto-Nanojuncetea* et *Littorelletea uniflorae* (UE 3130), des lacs eutrophes naturels du *Magnopotamion* et de l'*Hydrocharition* (UE 3150), ainsi que des lacs et mares dystrophes naturels (UE 3160) à l'échelle des sites Natura 2000. Il présente également les indicateurs pour évaluer l'état de conservation des végétations à *Chara* spp. (UE 3140). Les grilles d'indicateurs proposées se veulent évolutives. Les retours d'expérience des opérateurs permettront d'ajuster les méthodologies proposées.

UMS 2006 Patrimoine Naturel
Muséum national d'Histoire naturelle
CP41, 36, rue Geoffroy Saint-Hilaire
75005 Paris
patrinat.mnhn.fr

www.afbiodiversite.fr
www.cnrs.fr
www.mnhn.fr