



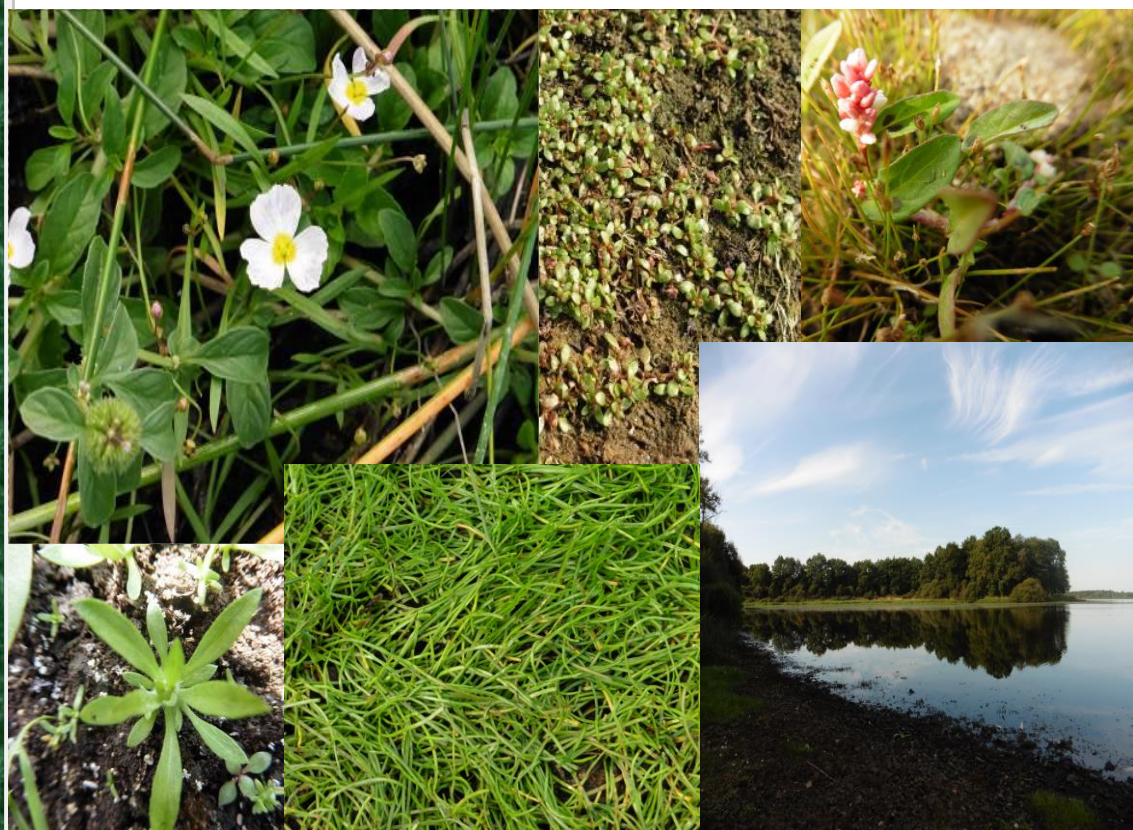
MUSÉUM
NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Direction de la Recherche, de
l'Expertise et de la Valorisation

Direction Déléguée au Développement Durable, à
la Conservation de la Nature et à l'Expertise

Service du Patrimoine Naturel

Margaux Mistarz



ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS DES EAUX DORMANTES D'INTERET COMMUNAUTAIRE

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

Rapport préliminaire



Rapport SPN 2016-104



Décembre 2016

Le Service du Patrimoine Naturel (SPN)

Inventorier - Gérer - Analyser - Diffuser



**SERVICE DU
PATRIMOINE NATUREL**

Au sein de la direction de la recherche, de l'expertise et de la valorisation (DIREV), le Service du Patrimoine Naturel développe la mission d'expertise confiée au Muséum national d'Histoire naturelle pour la connaissance et la conservation de la nature. Il a vocation à couvrir l'ensemble de la thématique biodiversité (faune/flore/habitat) et géodiversité au niveau français (terrestre, marine, métropolitaine et ultra-marine). Il est chargé de la mutualisation et de l'optimisation de la collecte, de la synthèse et de la diffusion d'informations sur le patrimoine naturel.

Placé à l'interface entre la recherche scientifique et les décideurs, il travaille de façon partenariale avec l'ensemble des acteurs de la biodiversité afin de pouvoir répondre à sa mission de coordination scientifique de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (code de l'environnement : L411-5).

Un objectif : contribuer à la conservation de la Nature en mettant les meilleures connaissances à disposition et en développant l'expertise.

En savoir plus : <http://www.spn.mnhn.fr>

Directeur : Jean-Philippe SIBLET

Adjoint au directeur en charge des programmes de connaissance : Laurent PONCET

Adjoint au directeur en charge des programmes de conservation : Julien TOUROULT



Porté par le SPN, 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 mutualiser au niveau national ce qui était jusqu'à présent éparpillé à la fois en métropole comme en outre-mer et aussi bien pour la partie terrestre que pour la partie marine. C'est une contribution majeure pour la connaissance, l'expertise et l'élaboration de stratégies de conservation efficaces du patrimoine naturel.

En savoir plus : <http://inpn.mnhn.fr>

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

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

Relecture : Farid Bensettiti (bensettiti@mnhn.fr) et Julien Touroult (touroult@mnhn.fr)

Téléchargement : <http://inpn.mnhn.fr/telechargement/documentation/natura2000/evaluation>

Référence du rapport conseillée

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, Paris, 76 pages.

Crédit photographiques

1^{ère} de couverture : *Baldellia ranunculoides* (L.) Parl, *Elatine hexandra* (Lapierre) DC., *Persicaria lapathifolia* (L.) Delarbre, *Gnaphalium uliginosum* L., *Littorella uniflora* L., Étang des Landes : © Margaux Mistarz.

4^{ème} de couverture : Parc naturel régional de la Brenne (36) : © Margaux Mistarz.

Remerciements

À Farid Bensettiti (MNHN/SPN) pour sa relecture et son aide précieuse tout au long de l'étude.

À Julien Touroult (MNHN/SPN) pour sa relecture et son appui.

À Karim Guerbaa (CEN Limousin), Sylvain Pouvaret (CEN Auvergne), Laurent Chabrol (CBNMC), Guillaume Choynet (CBNMC), Mickaël Mady (CBNMC) pour leur aide précieuse sur le terrain et leurs avis d'expert.

À Lise Maciejewski (AgroParisTech/MNHN/SPN) pour ses conseils avisés et sa relecture du document.

À Olivier Argagnon (CBNMéd), Maëlle Rambaud (CBNBP) et Leslie Ferreira (CBNBP) pour leur participation active quant au choix des indicateurs.

À Dominique Vallod (ISARA), Florent Arthaud (Université de Savoie), Sylvain Marsy (DREAL Auvergne), Geneviève Barnaud (MNHN/SPN), Guillaume Gayet (MNHN/SPN) pour leur implication.

À Mélanie Hubert (MNHN/SPN) pour la gestion des aspects administratifs.

À Thibaut de Bettignies (MNHN/SPN) pour sa relecture et ses remarques.

Au reste de l'équipe du SPN de Brunoy, Camille Gazay, Florian Barnier, Olivier Delzons, Philippe Gourdain, Julien Laignel, Cindy Fournier, Aurélie Lacoeylle, Hélène Udo, Océane Rocquinarç'h, Chloé Thierry pour le quotidien !

Sommaire

Remerciements.....	1
Sommaire	2
Préambule	4
1. Évaluer l'état de conservation : une obligation dans les droits européen et français	6
1.1. Au niveau européen.....	6
1.2. Au niveau national	7
2. L'état de conservation : un concept d'évaluation à l'échelle du site.....	7
2.1. Définir ce qu'est l'état de conservation favorable.....	7
2.2. Définir un état de référence	8
3. Principe méthodologique d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000	8
3.1. D'une évaluation à l'échelle du polygone.....	8
3.2. À une évaluation à l'échelle du site	9
3.2.1. Recouvrement des placettes en différents états de conservation	10
3.2.2. Moyenne des notes de toutes les placettes	11
3.2.3. Distribution des placettes sur le gradient d'état de conservation	11
3.2.4. Diagramme en étoile.....	11
3.2.5. Répartition des placettes par indicateur	12
3.2.6. Cartographie des placettes	12
3.3. Stratégie d'échantillonnage à l'échelle du site	13
4. Les habitats étudiés	13
4.1. Typologie et notion d'habitat	13
4.2. « Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses (<i>Littorelletalia uniflorae</i>) » (UE 3110).....	14
4.3. « Eaux oligotrophes très peu minéralisées sur sols généralement sableux de l'ouest méditerranéen à <i>Isoetes</i> spp. » (UE 3120).....	16
4.4. « Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des <i>Littorelletea uniflorae</i> et/ou des <i>Isoeto-Nanojuncetea</i> » (UE 3130)	18
4.5. « Eaux oligo-mésotrophes calcaires avec végétation benthique à <i>Chara</i> spp. » (UE 3140).....	20
4.6. Typologie et notion d'écocomplexe.....	22
4.6.1. Grandes étendues d'eau (lacs et étangs).....	22
4.6.2. Mares	22
4.6.3. Systèmes alluviaux	23
4.6.4. Complexes tourbeux	24
5. Méthode d'élaboration des grilles d'évaluation : concepts et application aux habitats étudiés	25

5.1.	Choix des critères et indicateurs.....	25
5.2.	Phase de terrain	26
5.2.1.	Objectifs	26
5.2.2.	Biais observateur.....	27
5.2.3.	Phase de terrain 2016	27
5.3.	Analyses des données et validation	29
6.	Résultats	30
6.1.	Indicateurs présélectionnés.....	30
6.2.	Description des indicateurs.....	31
6.2.1.	Paramètre « Surface ».....	32
6.2.2.	Paramètre « Structures et fonctions ».....	36
6.2.3.	Paramètre « Altérations ».....	55
6.2.1.	Synthèse des indicateurs	58
7.	Discussion et perspectives	60
	BIBLIOGRAPHIE.....	62
	ANNEXES	70

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 les habitats ciblés 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 des habitats dits d'« intérêt communautaire » listés en annexe I de la DHFF et vise également la faune et la flore (annexe II). Il regroupe également des sites dédiés à l'avifaune au titre de la directive « Oiseaux » (DO) (Conseil de la CEE, 1979). Ce réseau doit permettre aux États membres d'atteindre l'objectif de maintien ou de rétablissement des habitats et des espèces ciblés par la DHFF dans un état de conservation favorable.

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 pour chaque site Natura 2000. Les résultats de l'évaluation doivent être retranscrits dans le Document d'objectifs (DOCOB).

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 méthodologies permettant d'évaluer l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire 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 (6 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'eau courante en 2013 (Viry, 2013). S'en sont suivies deux autres méthodes ; la première concernant les habitats de tourbières acides à sphaignes (UE 71XX) (Epicoco et Viry, 2015), la seconde concernant l'habitat « Mares temporaires méditerranéennes » (UE 3170*) (Charles et Viry, 2015). C'est dans la continuité de ces travaux que s'inscrit le présent rapport.

Ce rapport préliminaire 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 quatre habitats. L'objectif à terme est de produire un cadre méthodologique afin d'évaluer l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire des eaux dormantes 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).

Le cadre méthodologique élaboré sera adapté à chacun des quatre 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 s'adresse aux gestionnaires de site Natura 2000 et à toute personne désireuse de mener une réflexion sur la thématique. Une phase de test des indicateurs sur le terrain devrait être menée en 2017 afin d'aboutir à une première version de la méthode.

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

1.1. Au niveau européen

L'état de conservation d'un habitat est défini à 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 (...)* ». Au niveau européen, un réseau de sites dénommé « Natura 2000 » a été mis en place afin de maintenir ou rétablir les habitats et espèces d'intérêt communautaire dans un état de conservation favorable « *tout en tenant compte des exigences économiques, sociales, culturelles et régionales* » selon la DHFF (art. 3). L'état de conservation favorable d'un habitat naturel doit se traduire par une aire de répartition et des superficies au sein de cette aire stables ou en extension, une structure et des fonctions non altérées et susceptibles de perdurer ainsi qu'un état de conservation favorable des espèces typiques de l'habitat. L'article 17, quant à lui, stipule que l'évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire listés en annexe I ainsi que de l'ensemble des taxons des annexes II, IV et V de la DHFF doit être effectuée 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 dernier rapport 2007-2012 met en avant le fait que les zones humides font partie des milieux qui accueillent les habitats les plus dégradés (Bensettiti et Puissauve, 2015).

Parallèlement au cadre relatif aux habitats naturels, le parlement européen a établi un cadre commun au travers de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) (Conseil européen, 2000) en milieu terrestre. 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.

DHFF et DCE sont les deux directives qui participent à la conservation des habitats naturels (ainsi que de la faune et de la flore) et du bon état écologique des masses d'eau. La DCE notifie la surveillance de certains paramètres afin de caractériser l'état des masses d'eau (paramètres physico-chimiques, hydromorphologiques, biologiques etc.). Ces paramètres peuvent être utiles à l'évaluation de l'état de conservation des habitats aquatiques et humides au titre de la DHFF. Cependant, des indicateurs spécifiques à l'évaluation de l'état de conservation des habitats doivent être mis en place.

1.2. Au niveau national

Au niveau national, l'article R414-11 du Code de l'environnement (Anonyme, 2008) notifie l'évaluation de l'état de conservation des habitats et espèces d'intérêt communautaire pour chaque site Natura 2000. Les résultats de l'évaluation doivent être retranscrits dans le DOCOB. C'est pourquoi le Muséum national d'Histoire naturelle a été chargé de mettre en place des méthodes standardisées pour évaluer l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle des sites Natura 2000 sur l'ensemble du territoire métropolitain. Les données recueillies à l'échelle des sites peuvent également participer à l'évaluation à l'échelle biogéographique. Sont concernés 132 habitats parmi les 216 habitats d'intérêt communautaire recensés en Europe, répartis dans 4 régions biogéographiques terrestres et 2 régions marines (Bensettiti et Puissauve, 2015).

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). Le fait que l'évaluation de l'état de conservation des habitats soit effectuée par différents experts implique la production d'une méthode standardisée si l'on veut diminuer le risque d'interpréter la notion d'état de conservation de différentes manières (Bottin *et al.*, 2005).

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

2.1. Définir ce qu'est l'état de conservation favorable

L'état de conservation traduit l'état des différentes composantes de l'habitat, de leurs interactions entre elles et avec l'environnement (Maciejewski *et al.*, 2016).

La définition de l'état de conservation au titre de la DHFF reste vague et générale (Maciejewski *et al.*, 2016). Si elle ne paraît pas applicable à l'échelle du site, elle reste valable à l'échelle biogéographique (*ibid*). 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 de l'habitat, d'évaluer ses structures et ses fonctions ainsi que de relever les atteintes portées à l'habitat. Ces trois paramètres sont ceux qui ont été utilisés par le MNHN dans les précédentes méthodes.

2.2. Définir un état de référence

L'état de conservation d'un habitat peut se situer le long d'un gradient d'état de conservation allant des états défavorables aux états favorables (Maciejewski *et al.*, 2016) (Figure 1). 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'état de conservation de l'habitat est jugé favorable. Ce seuil correspond aux états favorables choisis, *i.e.* une des cibles opérationnelles pour le gestionnaire. L'état de référence correspond aux états optimaux souhaités, *i.e.* des états où l'habitat est non perturbé ou bien les meilleurs états existant (ou atteignables) où l'homme est considéré à part entière dans l'écosystème.



Figure 1. Gradient d'état de conservation (Source : Maciejewski *et al.*, 2016).

3. Principe méthodologique d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000

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

L'évaluation de l'état de conservation d'un polygone d'habitat est une évaluation à un instant t. 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. L'évaluation permet d'adapter les efforts à fournir en vue de la restauration, de la gestion ou du maintien de l'habitat dans un état de conservation favorable.

La méthode consiste à comparer l'entité observée, *i.e.* le polygone d'habitat, à une entité de référence pour ce type d'habitat. Le polygone d'habitat peut être défini comme une surface rattachée à l'habitat, continue et délimitée. Pour cela, divers critères sont étudiés (composition floristique, fonctionnement hydrologique etc.) à l'aide d'indicateurs (recouvrement en espèces exotiques envahissantes, recouvrement en algues filamenteuses etc.). Les indicateurs peuvent être relevés à l'échelle du polygone ou bien souvent à l'échelle de la placette qui doit être

représentative du polygone d'habitat. 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, à dire d'expert ou à partir de test sur le terrain. Une note est attribuée à chaque indicateur. La somme des valeurs des indicateurs est alors soustraite à la note de 100 (Tableau 1).

Tableau 1. Méthode de calcul de l'état de conservation de l'habitat.

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

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 2).

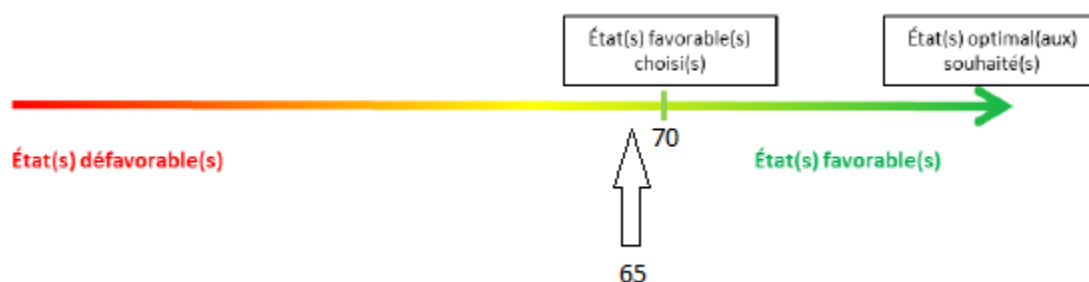


Figure 2. Positionnement de la note calculée et détermination de l'état de conservation de l'habitat.

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).

3.2. 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 stationnelles effectuées au niveau des polygones, on obtient une évaluation à l'échelle du site. Il existe plusieurs façons de passer

de n évaluations stationnelles à une évaluation à l'échelle du site. Ces dernières sont détaillées ci-dessous. Le choix de la méthode d'évaluation au niveau du site 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 interannuel de l'état de conservation de l'habitat à l'échelle du site.

3.2.1. Recouvrement des placettes en différents états de conservation

Il s'agit par cette méthode de calculer, à l'échelle du site, le pourcentage de placettes (une placette par polygone d'habitat) dont l'état de conservation est jugé « bon », « altéré » ou « dégradé » (Figure 3).

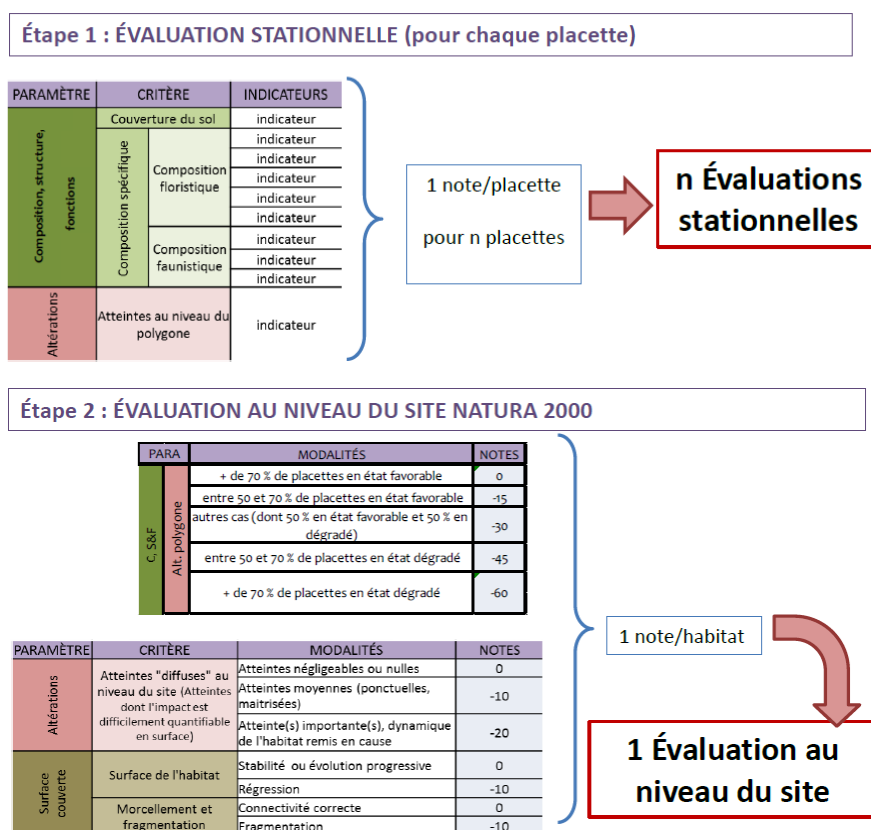


Figure 3. Passage de n évaluation stationnelles à une évaluation à l'échelle du site (Source : Maciejewski *et al.*, 2015).

À chaque seuil de recouvrement de placettes en « bon » état de conservation est associée une note. Il suffit alors d'ajouter les notes associées aux indicateurs relevés à l'échelle du site (des paramètres « Surface » et « Altérations ») et de soustraire la somme à la note de 100. On obtient alors une note par habitat au niveau du site. Cette méthode a été proposée par Lepareur *et al.* (2013) dans la méthode d'évaluation des lagunes côtières et a été reprise par Maciejewski *et al.* (2015) pour les habitats agro-pastoraux.

3.2.2. Moyenne des notes de toutes les placettes

Il s'agit d'effectuer la moyenne arithmétique de toutes les notes obtenues correspondant aux placettes échantillonnées au niveau du site. La note globale est alors positionnée le long du gradient d'état de conservation précédemment décrit (Figure 2). 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).

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

La répartition des placettes le long du gradient d'état de conservation est également un moyen de visionner l'état de conservation globale de l'habitat à l'échelle du site (Figure 4). Si cette méthode est un bon moyen de visionner l'hétérogénéité de l'évaluation, elle rend néanmoins la comparaison interannuelle difficile (Maciejewski *et al.*, 2015).

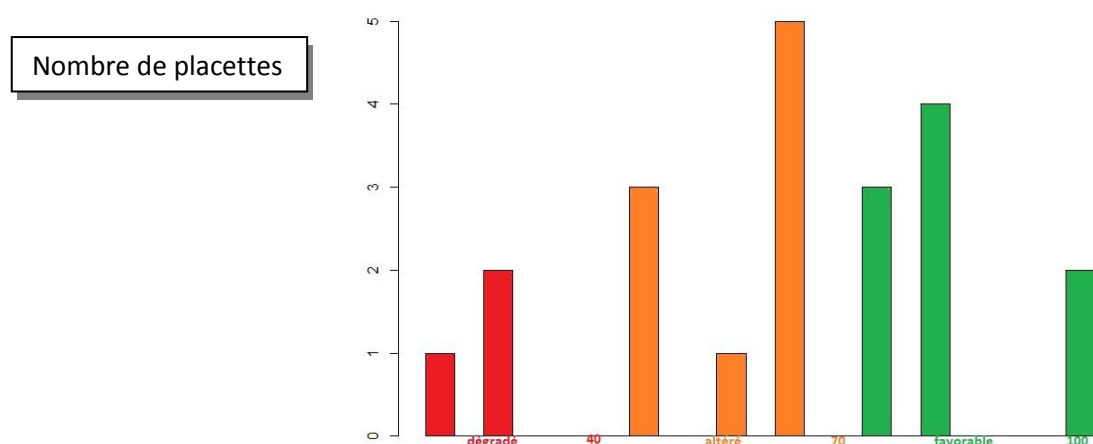


Figure 4. Répartition des placettes le long du gradient d'état de conservation.

3.2.4. Diagramme en étoile

Une quatrième méthode consiste à concevoir des diagrammes en étoile (radars) pour chaque polygone d'habitat où une placette a été échantillonnée (Figure 5).

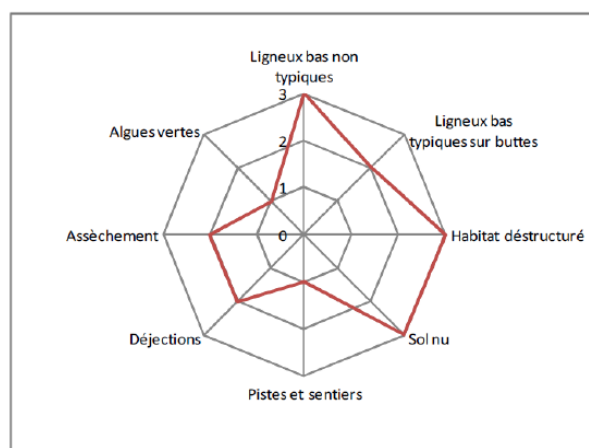


Figure 5. Exemple d'un radar tiré des travaux de RNF (Sources : Binnert, 2012 ; Viry, 2013).

Il s'agit alors 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 le fait qu'elle cible les domaines sur lesquels agir pour chaque polygone d'habitat. L'inconvénient est que ce type de rendu ne prend pas en compte le poids des indicateurs par rapport aux autres.

3.2.5. Répartition des placettes par indicateur

Il s'agit de visionner le nombre de placettes par modalité de chaque indicateur (Figure 6).

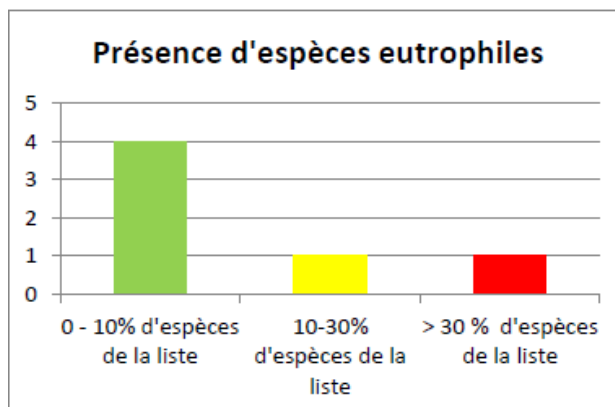


Figure 6. Nombre de placettes échantillonnées en fonction des modalités de l'indicateur "Présence d'espèces eutrophiles" pour les habitats agro-pastoraux (Source : Maciejewski *et al.*, 2015).

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.

3.2.6. Cartographie des placettes

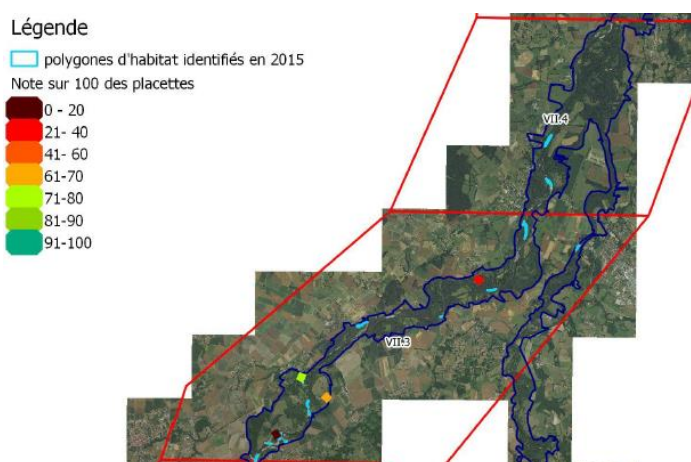


Figure 7. Extrait de la cartographie représentant l'évaluation de l'état de conservation des polygones d'habitat (UE 3130) sur le site "Zones alluviales de la confluence Dore-Allier" menée par le CEN Auvergne en 2015 (Source : Pouvaret, 2015).

Une dernière méthode consiste à cartographier les polygones d'habitat à l'échelle du site Natura 2000 en leur attribuant la couleur des feux tricolores selon qu'ils sont en 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 7).

L'avantage de la méthode est de pouvoir localiser

rapidement les polygones sur lesquels agir. Mais la méthode ne précise pas le domaine d'intervention.

3.3. Stratégie 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 d'échantillonnage 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), *i.e.* 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 renseignent alors bien sur la situation et ses variations.

Il existe plusieurs stratégies d'échantillonnage possibles des polygones à l'échelle du site selon sa configuration. Dans le cas de sites ne présentant qu'un nombre raisonnable de polygones d'habitat, un échantillonnage en plein est réalisable. 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 alors d'échantillonner, *i.e.* de sélectionner des polygones/mares sur lesquels sera appliquée la grille d'évaluation. Les résultats permettront alors d'avoir 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. Dans tous les cas, il faudra veiller à la représentativité de l'échantillon à l'échelle du site.

4. Les habitats étudiés

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. Dans la littérature, l'habitat se compose essentiellement d'un compartiment stationnel (climat, physico-chimie, géologie etc.) non-dissociable d'une communauté d'organismes. Rameau *et al.* (2000) font le

lien entre « végétation » et « habitat » en précisant que « *la végétation par son caractère intégrateur permet de déterminer l'habitat, en lien avec les unités de végétation du système phytosociologique* ». Ainsi, la végétation permet de définir un habitat puisque dépendante des conditions stationnelles. Cette définition permet également de reconnaître le rôle de la phytosociologie dans la caractérisation des habitats terrestres (Maciejewski *et al.*, 2016). À des fins conservatoires, il est nécessaire de positionner ces habitats au sein d'une typologie accompagnée d'une diagnose permettant de les identifier précisément sur le terrain. Créer une typologie permet de fixer les limites des habitats étudiés. Cette simplification nécessite de faire des choix qui ont des conséquences pour l'utilisateur (*ibid*).

Plus que des habitats, ce sont des habitats « d'intérêt communautaire » dont il est question ici. Au titre de la DHFF, un habitat est d'intérêt communautaire s'il atteint l'une des conditions suivantes :

- 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 de « élémentaires » en fonction des variantes écologiques résultant de processus naturels et/ou anthropiques dans les cahiers d'habitats (Bensettiti *et al.*, 2002).

4.2. « Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses (*Littorelletalia uniflorae*) » (UE 3110)

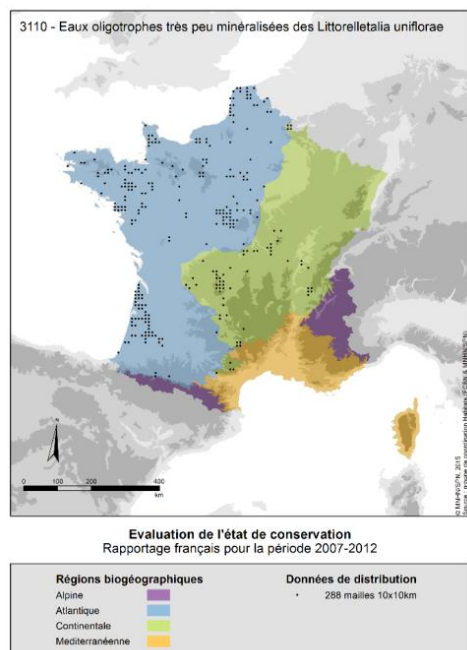
L'habitat correspond aux gazons vivaces, amphibies, oligotrophes et héliophiles à *Littorella uniflora* L. et *Isoetes* spp. des plaines occidentales françaises (Bensettiti *et al.*, 2002) (Photo 1). Il se caractérise par des eaux peu profondes, oligotrophes et pauvres en bases. La végétation y est vivace, rase et aquatique à amphibie. L'habitat est dépendant des variations du niveau d'eau et se développe sur des berges en pente douce. La végétation est très spécialisée.



Photo 1. Gazon à *Littorella uniflora* L. et *Baldellia ranunculoides* (L) Parl. (*Elodo palustris-spartanion*) sur le site de l'Étang des Landes.

L'habitat est présent sur 113 sites Natura 2000 en France,

principalement localisés sur la façade atlantique et la partie ouest de la France (Carte 1). On peut retrouver cet habitat sur les grèves de lacs et d'étangs ou encore là où la nappe affleure dans les paysages de landes à bruyères.



Carte 1. 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 planitaire à collinéenne des régions atlantiques, des *Littorelletea uniflorae* » (UE 3110-1).

En ce qui concerne la dynamique de l'habitat, la phase exondée succède 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 *Scheuchzeria 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 flavescens* (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 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 (*ibid*).

Les résultats du dernier rapportage (2007-2012) de la DHFF font état d'un état de conservation « défavorable mauvais » pour cet habitat pour les domaines biogéographiques atlantique et continental comme décrit dans le tableau ci-dessous (Tableau 2). 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).

Tableau 2. 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 fonction	Perspectives futures	Conclusion : 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 invasives et l'altération de la qualité de l'eau.

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



Photo 2. Pelouse à *Serapias* spp. de la Provence cristalline.

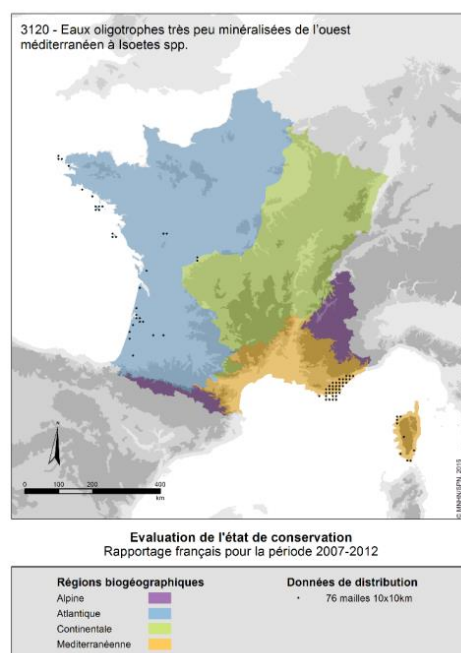
L'habitat se développe sur substrat acide oligotrophe, totalement submergé durant l'hiver et tout ou partie du printemps. Contrairement aux mares temporaires méditerranéennes, la submersion est faible et irrégulière (Grillas *et al.*, 2004) (Photo 2).

L'habitat est présent sur 13 sites Natura 2000 en France et essentiellement méditerranéen (Carte 2).

On distingue deux types de végétation héliophile, oligotrophe et temporairement inondée d'où sa déclinaison en deux habitats élémentaires (Bensettiti *et al.*, 2002) :

- « Pelouses mésophiles à *Serapias* de la Provence cristalline » (UE 3120-1). Ce sont des pelouses mésophiles à *Serapias* spp., intermédiaires entre les groupements plus hygrophiles des mares temporaires méditerranéennes de niveau topographique inférieur et les groupements plus xérophiles de niveau topographique supérieur. La végétation connaît un développement optimal à la fin d'été/début d'automne. Sa persistance dépend du maintien des phases submergées en hiver. L'habitat est très riche en invertébrés. On le trouve en

On distingue deux types de



Carte 2. Distribution de l'habitat (UE 3120) sur le territoire métropolitain.

Provence cristalline (Massif des Maures, Esterel 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* Bory 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 mares temporaires méditerranéennes (UE **3170***, alliance de *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 *Isoetion*, du *Serapion* et de *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. Il semblerait que les groupements du *Serapion* soient très favorables à l'installation de *Pinus pinea* L. 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. L'habitat peut se retrouver en mosaïque avec des communautés d'annuelles (UE 3130). 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* L., de pelouses à *Plantago coronopus* L. et des communautés pionnières du *Sedion anglici* (ibid).

Les résultats du dernier 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 (Tableau 3).

Tableau 3. 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 fonction	Perspectives futures	Conclusion : 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.

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



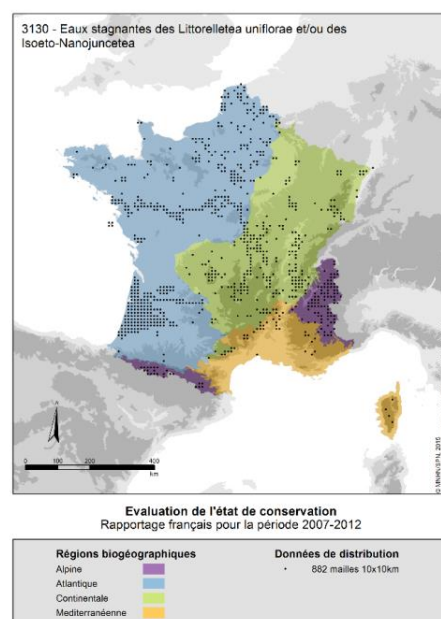
Photo 3. Gazon d'annuelles sur vases exondées sur le site de l'Étang des Landes (*Eleocharition soloniensis*).

Très hétérogène et ponctuel, l'habitat est cependant très proche des gazons vivaces à *Littorella uniflora* L. Il s'apparente à un gazon ras laissant apparaître le substrat (Photo 3). La végétation est héliophile, principalement oligotrophe à mésotrophe voire méso-eutrophe. La phénologie est tardive (estivale à pré-automnale). Le niveau d'eau est obligatoirement variable. La phase de submersion est courte et hivernale

L'habitat est présent sur 227 sites Natura 2000 en France et est réparti sur l'ensemble du territoire (Carte 3). Il correspond aux classes des *Littorelletea uniflorae* et des *Juncetea bufonii* des

zones continentale et de montagne ainsi qu'aux communautés annuelles des *Juncetea bufonii* des domaines atlantique, continental et de zones de montagne (hors contexte de dépression humide arrière-dunaire et de falaise littorale). À la différence de l'habitat (UE 3110) qui n'est composé que d'espèces vivaces, l'habitat regroupe aussi des communautés d'annuelles. On le retrouve au bord des lacs, des mares, des étangs, en altitude ou en plaine, sur des berges en pente douce.

Du fait de sa forte hétérogénéité, l'habitat est décliné en 6 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 planitaire des régions continentales, des *Littorelletea uniflorae* » (UE 3130-2), « Communautés annuelles mésotrophiques à eutrophiques, de bas-niveau topographique, planitaires d'affinités continentales, des *Isoeto-Juncetea* » (UE 3130-3), « Communautés annuelles oligotrophiques à mésotrophiques, de bas-niveau topographique, planitaires, d'affinités atlantiques, des *Isoeto-Juncetea* » (UE 3130-4), « Communautés annuelles



Carte 3. Distribution de l'habitat (UE 3130) sur le territoire métropolitain. 18

oligotrophiques à mésotrophiques, acidiphiles, de niveau topographique moyen, planitaires à montagnardes, des *Isoeto-Juncetea* » (UE 3130-5), « Communautés annuelles oligotrophiques à mésotrophiques, neutrophiles à basophiles, de niveau topographique moyen, planitaires, 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 évoluer vers un habitat de type roselière. Certaines mares temporaires évoluent vers des communautés à *Shagnum* spp. et *Molinia caerulea* (L.) Moench (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 sont retrouvées des communautés de bas-marais oligotrophiques acides (UE 6140) (*ibid*).

Les résultats du dernier rapportage (2007-2012) de la DHFF font état d'un état de conservation « défavorable inadéquat » pour cet habitat concernant les domaines atlantique et méditerranéen comme décrit dans le tableau ci-dessous (Tableau 4).

Tableau 4. 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 fonction	Perspectives futures	Conclusion : état de conservation
3130	Favorable	Défavorable inadéquat	Défavorable inadéquat	Défavorable inadéquat	Défavorable inadéquat

En revanche, l'état de conservation a été jugé « défavorable mauvais » pour le domaine alpin (Tableau 5).

Tableau 5. 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 fonction	Perspectives futures	Conclusion : état de conservation
3130	Favorable	Défavorable mauvais	Défavorable inadéquat	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais

Il en est de même pour le domaine continental (Tableau 6).

Tableau 6. 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 fonction	Perspectives futures	Conclusion : état de conservation
3130	Favorable	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais

Les principales menaces qui pèsent sur l'habitat sont l'envasement, le piétinement, l'altération de la qualité de l'eau, la stabilisation du niveau d'eau, l'eutrophisation ou encore la colonisation par les ligneux.

4.5. « Eaux oligo-mésotrophes calcaires avec végétation benthique à *Chara* spp. » (UE 3140)



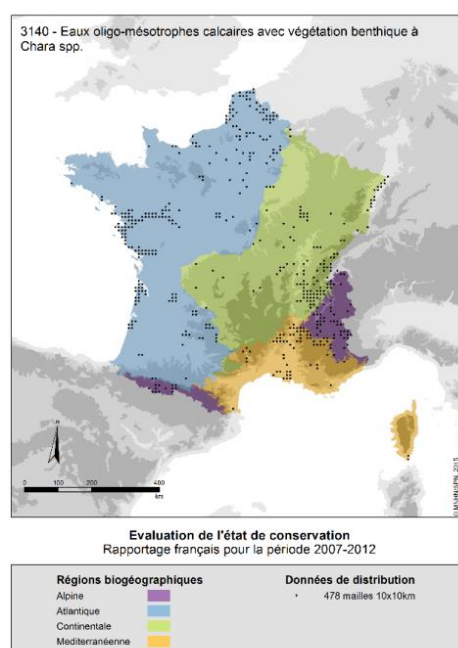
Photo 4. Mare à *Chara* spp. sur le site des Gorges de la Tardes et vallée du Cher.

L'habitat se distingue nettement des trois habitats précédents de par sa composition floristique. Cette dernière est caractérisée par la présence d'algues charophytes des genres *Chara* et *Nitella*. 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 (Photo 4). Très sensible aux pollutions, elle est très dépendante des facteurs physico-chimiques tels que la profondeur, le niveau trophique, la luminosité ou encore la variation de pH. La phénologie est essentiellement estivale.

L'habitat est présent sur 214 sites Natura 2000 en France réparti sur l'ensemble du territoire (Carte 4). On le retrouve en bordure ou au fond des mares, étangs, lacs, gravières.

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).

Les groupements des *Charetea* ont un caractère fondamentalement pionnier. Ils colonisent des milieux aquatiques récents, remaniés par les



Carte 4. Distribution de l'habitat (UE 3140) sur le territoire métropolitain.

crues et soumis à des fluctuations du niveau d'eau (périodiques ou cycliques), avec parfois assèchement temporaire (Felzines et Lambert, 2012). 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 alcalines (UE 7230), des roselières, cariçaies, cladiaies etc. L'habitat est généralement 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 dernier rapportage (2007-2012) de la DHFF 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 fonction » pour le domaine alpin comme décrit dans le tableau ci-dessous (Tableau 7)].

Tableau 7. 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 fonction	Perspectives futures	Conclusion : 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 (Tableau 8).

Tableau 8. 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 fonction	Perspectives futures	Conclusion : état de conservation
3140	Favorable	Favorable	Défavorable inadéquat	Défavorable inadéquat	Défavorable inadéquat

Les principales menaces qui pèsent sur cet habitat sont l'eutrophisation, la diminution de la transparence de l'eau, l'envasement, le développement des hélophytes, le comblement progressif naturel ou encore les travaux d'entretien des mares et étangs (curage par exemple).

4.6. Typologie et notion d'écocomplexe

Les habitats étudiés 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 écosystèmes dans lesquels ils peuvent se retrouver. On entend par écosystème un ensemble d'écosystèmes interdépendant (Blandin et Lamotte, 1985). La liste d'indicateurs ainsi que les méthodes de relevés seront adaptées à chaque habitat et chaque grand écosystème identifié.

Quatre grands écosystèmes sont décrits ci-dessous. À noter que seuls les habitats continentaux sont objets de l'étude, *i.e.* les habitats qui ne sont pas sous influence marine. Les milieux dans lesquels ces milieux peuvent être retrouvés ont été identifiés dans les cahiers d'habitats (Bensettiti *et al.*, 2002). Une correspondance avec la classification EUNIS (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 écosystèmes. Cette liste d'écosystèmes devra être affinée via l'expérience de terrain et les retours des opérateurs.

4.6.1. Grandes étendues d'eau (lacs et étangs)



Photo 5. L'Étang des Landes et ses gazons amphibies submergés.

Habitats concernés : tous

Les habitats peuvent être rencontrés au centre de l'étendue (végétations à *Chara* spp.) ou bien sur les rives (gazons et pelouses oligotrophes à mésotrophes). Les étendues d'eau correspondent aux zones dépressionnaires occupées par les eaux dormantes. 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. 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 ou le ruissellement (*ibid*). Drainage vers un exutoire, évapotranspiration ou recharge des nappes sont les processus principaux conduisant aux pertes d'eau (*ibid*). Parmi les sites prospectés cette année, l'Étang des Landes et l'étang du Murat font partie de ce type d'écosystème (Photo 5).

4.6.2. Mares et mouillères

Habitats concernés : tous

Une mare est une étendue d'eau de faible superficie (à la différence des étangs et lacs). 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 pelouses. Les mares permanentes accueillent préférentiellement les habitats à *Chara* spp. 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 (cf. 4.6.1.). 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.

Des mares à Characées ou présentant des gazons amphibies ont été rencontrées sur la quasi-totalité des sites visités cette année (Photo 6).



Photo 6. Mare à *Chara* spp. sur le site des Gorges de la Tardes et vallée du Cher.

4.6.3. Systèmes alluviaux

Habitats concernés : tous

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. Sur le site du Marais du Cassan et Prentegarde ont même été rencontrés des gazons vivaces amphibies au sein même d'un ruisseau à faible débit. Cette configuration est incluse dans l'écocomplexe par extension. Les sources d'alimentation principales proviennent des crues du cours d'eau adjacent ou du



Photo 7. Bras-mort sur le site Zones alluviales de la confluence Dore-Allier.

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 suite aux précipitations (*ibid*). Ce type d'écocomplexe peut être rencontré sur les sites du Val d'Allier Saint-Yorre-Joze, des Zones alluviales de la confluence Dore-Allier ou encore du Marais du Cassan et Prentegarde (Photo 7).

4.6.4. Complexes tourbeux

Habitats concernés : tous

On qualifie ainsi les zones dépressionnaires, de replats ou de sources où les eaux de surface s'accumulent sans former d'étendue d'eau, avec accumulation de tourbe. Les gazons amphibies peuvent s'y retrouver en mosaïque 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 (*ibid*).

Les sites du Marais du Cassan et Prentegarde et de l'Étang des landes présentent de très beaux exemples de gazons amphibies en complexe tourbeux (Photo 8). À noter que sur ce dernier site, le complexe tourbeux est également associé à l'étendue d'eau (l'étang).

Notons que cette liste est une tentative de description des différents contextes dans lesquels ces habitats peuvent être rencontrés. La réalité est bien souvent constituée de configurations complexes. Des avis d'expert et les retours des opérateurs seront pris en compte afin d'ajuster la description de ces écosystèmes, le cas échéant.



Photo 8. Mosaïque de communautés amphibies et milieux tourbeux en queue d'étang (Étang des Landes).

5. Méthode d'élaboration des grilles d'évaluation : concepts et application aux habitats étudiés

5.1. 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. L'utilisation d'une méthode commune permettra d'agréger les données obtenues sur différents sites afin de contribuer à l'évaluation de l'état de conservation des habitats à l'échelle biogéographique prévue par l'article 17 de la DHFF.

Une large synthèse bibliographique a été 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. Elle avait également pour but de pré-établir des seuils pour chaque indicateur, *i.e.* les valeurs à partir desquelles l'indicateur passe de « favorable » à « non favorable ». Cette recherche s'est basée 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 ; FMA, 2015 etc.) ou encore sur des retours d'expérience d'application des méthodes précédemment élaborées par le MNHN sur d'autres types d'habitat (Pouvaret, 2015). Pour chaque indicateur ont été relevées diverses informations telles que :

- les paramètres et critère correspondant ;
- 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 soulevés ;
- les redondances et corrélations potentielles avec d'autres indicateurs.

La liste présentée en annexe 1 a fait l'objet d'une discussion lors du 1^{er} comité de pilotage qui s'est réuni le 24 novembre 2016. Elle a pu évoluer au regard des avis d'expert. Des indicateurs ont été modifiés, d'autres ajoutés ou bien supprimés selon leur applicabilité sur le terrain. Lorsque plusieurs indicateurs ont été identifiés comme redondants quant à l'information mise en évidence, il s'est agi de faire un choix entre les indicateurs ou bien de tous les intégrer à la méthode de façon à ce que le gestionnaire ait le choix sur le terrain en fonction des conditions d'inventaire (temps alloué à l'évaluation de l'habitat, configuration du site etc.). Des valeurs seuils ont également été attribuées aux indicateurs ou remaniées lorsque certaines valeurs avaient déjà été proposées suite à la recherche bibliographique. Une seconde liste d'indicateurs a alors été établie.

5.2. Phase de terrain

5.2.1. Objectifs

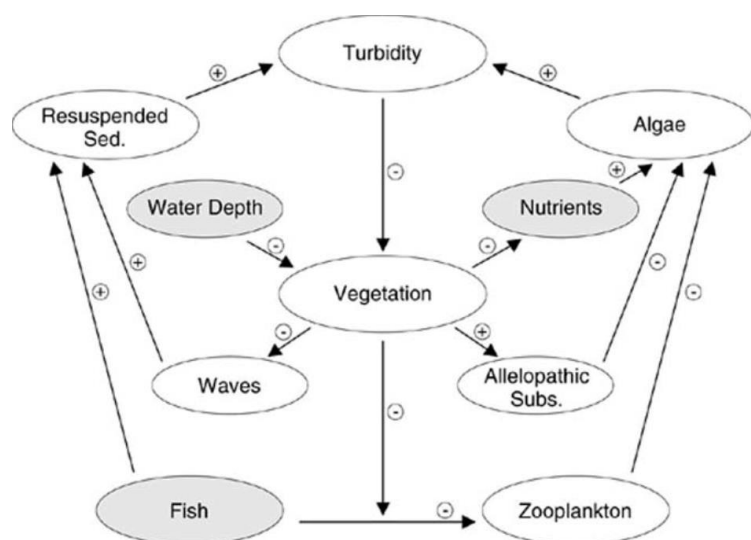


Figure 8. Schéma fonctionnel des liens existants entre quelques indicateurs (Source : Scheffer, 2001).

L'objectif de la phase de terrain est de tester la pertinence des indicateurs et de récolter suffisamment de données afin de pouvoir mettre en évidence les corrélations possibles et redondances entre ces derniers. 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 8).

Si l'on veut juger de la pertinence des indicateurs, le choix peut être fait de récolter un maximum de données sur quelques indicateurs afin de pouvoir procéder à une analyse statistique robuste et obtenir

des résultats permettant de valider une partie des indicateurs. Sur le terrain, il s'agit de confronter la valeur des indicateurs au dire d'expert concernant l'état de conservation de l'habitat. Pour ce faire, sont réalisés sur les sites choisis :

- une délimitation précise de l'habitat ainsi qu'une géolocalisation des points de relevés ;
- des relevés phytosociologiques (ces derniers permettent de tester un grand nombre d'indicateurs relatifs à la composition floristique) ;
- 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.

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 le plus corrélés à l'état de conservation de l'habitat. Elle permet également de clarifier les informations apportées par chaque indicateur testé.

Si les valeurs seuils pour les indicateurs peuvent être pré-définies grâce aux résultats de la recherche bibliographique ou encore 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.

5.2.2. 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, *i.e.* 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.

5.2.3. Phase de terrain 2016

Plusieurs experts ont été sollicités au cours de cette période ; Laurent Chabrol, Mickaël Mady, Guillaume Choynet du Conservatoire botanique national du Massif-central (CBNMC), Karim Guerbaa du Conservatoire d'espaces naturels (CEN) Limousin et Sylvain Pouvaret du CEN Auvergne. De par leur connaissance du territoire et des habitats rencontrés, ces derniers ont pu donner un avis sur l'état de conservation des polygones d'habitats. Ont été visités les sites de l'Étang des Landes (FR3600158), des Gorges de la Tardes et vallée du Cher (FR7401131) et des Étangs du nord de la Haute-Vienne (FR7401133) dans le Limousin ; des Zones alluviales de la confluence Dore-Allier (FR8301032), du Val d'Allier Saint-Yorre-Joze (FR8312013) et du Marais du Cassan et Prentegarde (FR8302003) en Auvergne (Tableau 9). Diverses configurations des habitats ont été rencontrées (étang et ses grèves sableuses ou vaseuses, bras-morts, complexe tourbeux et mares).

Tableau 9. Sites prospectés lors de la phase de terrain 2016.



© Margaux Mistarz

Étang des Landes



© Margaux Mistarz

Gorges de la Tardes et vallée du Cher



© Margaux Mistarz

Étang du Murat



© Margaux Mistarz

Zones alluviales de la confluence Dore-Allier



© Margaux Mistarz

Val d'Allier Saint-Yorre-Joze



© Margaux Mistarz

Marais du Cassan et Prentegarde

Sur le terrain, il s'est agi de prendre connaissance des habitats, d'avoir un avis d'expert sur leur état de conservation à l'échelle du polygone quand cela était possible, d'effectuer des relevés phytosociologiques, des relevés d'indicateurs et de relever les atteintes (Tableau 10). Une description de chaque polygone a été effectuée. Aucun relevé n'a été effectué sur les pelouses oligotrophes compte-tenu de leur absence dans l'aire de prospection.

Tableau 10. Indicateurs testés en 2016 selon l'habitat en présence.

Critère	Indicateurs testés	Habitats concernés		
		UE 3130	UE 3140	UE 3110
Couverture du sol	Recouvrement par la litière (%)	x		x
Composition floristique	Nombre d'espèces spécialistes/Nombre d'espèces généralistes	x	x	x
	Recouvrement en Characées (%)		x	
	Recouvrement en espèces de Phanérogames (%)		x	
	Colonisation ligneuse (%)	x	x	x
	Recouvrement en espèces eutrophiles (%)	x	x	x
	Indice N moyen d'Ellenberg	x		x
	Recouvrement en algues filamenteuses (%)	x	x	x
	Recouvrement en espèces exotiques envahissantes (%)	x	x	x

Au regard des communautés rencontrées lors des prospections sur les gazons oligo-mésotrophes (UE 3130), il a été décidé de tester les indicateurs de trophie sur cet habitat, bien que les cahiers d'habitats (Bensettiti *et al.*, 2002) notifient le fait que ces habitats peuvent être rencontrés dans des conditions méso-eutrophiques.

5.3. Analyses des données et validation

Les avis d'expert ont ensuite été catégorisés et les stations échantillonnées ont été hiérarchisées. Une fois les données récoltées, il s'agit d'effectuer une analyse exploratoire sur ce jeu de données afin d'avoir une idée de l'amplitude et de la variabilité écologique des habitats. Puis des régressions linéaires entre variables explicatives (les indicateurs testés) et les données les plus objectives possibles permettent de mettre en évidence ou non les informations apportées par les indicateurs et d'évaluer leur pertinence. Elles 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. Des régressions linéaires entre indicateurs permettent d'identifier les indicateurs redondants afin de ne sélectionner que ceux qui sont le plus corrélés à l'avis d'expert. Une fois les indicateurs choisis et les valeurs seuils/notes fixées, on obtient une note par placette grâce à un calcul automatique. La note est ce que l'on confronte à l'avis d'expert par régression linéaire. On maximise ensuite le R^2 à l'aide d'une boucle automatisée qui ajuste les valeurs seuils et notes associées. Toutes les analyses sont effectuées grâce au logiciel R Core team (2013).

Les résultats seront validés lors d'un second comité de pilotage et publiés sous forme d'une grille d'analyse synthétisant les paramètres et critères évalués pour chaque paramètre, les indicateurs correspondant, les valeurs seuils et notes associées. Les retours d'expérience de la part des opérateurs sont intégrés tout au long de la réflexion et sont indispensables à l'ajustement de la méthode.

6. Résultats

6.1. Indicateurs présélectionnés

Pour des raisons administratives, la phase de terrain n'a pas été assez conséquente cette année et un nombre insuffisant de données a été récolté. Le premier comité de pilotage a eu lieu le 24 novembre 2016, bien après la phase de terrain. Nous proposons donc ici d'exposer les choix retenus lors du comité de pilotage quant aux indicateurs présélectionnés dans la bibliographie (ou suite aux réflexions engendrées par la phase de terrain) et les discussions menées lors du comité de pilotage. Les indicateurs ayant fait l'objet d'une discussion sont présentés ci-dessous (Tableau 11).

Tableau 11. Synthèse des indicateurs discutés lors du comité de pilotage, issus de la bibliographie et de la réflexion engendrée lors de la phase de terrain pour les habitats (UE 3110), (UE 3120), (UE 3130) et (UE 3140).

PARAMÈTRE	CRITÈRE	INDICATEUR
Surface	Surface couverte	Évolution de la surface couverte + nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent
	Fragmentation	Évolution de la « fragmentation » de l'habitat
		Indice de fragmentation de Jaeger (Jaeger, 2000)
		Degré d'isolement des pièces d'eau
Structures et fonctions	Fonctionnement hydrologique	Hydropériode
		Dynamique hydromorphologique
	Caractéristiques de l'eau	Conductivité ($\mu\text{S.m}^{-1}$)
		Transparence de l'eau (de visu)/Turbidité (NTU)
		Chlorophylle a ($\mu\text{g/L}$)
		Recouvrement en espèces de phytoplancton (%)
		Recouvrement en espèces de zooplancton (%)
		PH
		Couleur de l'eau
		Concentration en oxygène dissous (mg/L)
		Température ($^{\circ}\text{C}$)
	Couverture du sol	Recouvrement par la litière (%)
	Composition floristique	Évolution du nombre d'espèces spécialistes/Nombre d'espèces généralistes
		Recouvrement en espèces « déstructurantes » (%)
		Recouvrement en espèces héliophiles (%)
		Colonisation ligneuse (%)
		Recouvrement en espèces eutrophiles (%)
		Indice N moyen d'Ellenberg (Ellenberg, 1988)
		Recouvrement en EEE (%)
		Recouvrement en algues filamenteuses (%)
	Composition faunistique	Recouvrement en espèces « transgressives » (%)
		Présence d'amphibiens (bonus)
Altérations	Atteintes lourdes	Présence d'invertébrés aquatiques (bonus)
		Recouvrement des atteintes (%)
	Atteintes diffuses	Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface

Les indicateurs retenus devront être testés sur le terrain en 2017.

6.2. Description des indicateurs

Nous décrivons ici les indicateurs potentiels pour les gazons et pelouses oligotrophes à mésotrophes. Nous proposons de catégoriser les indicateurs de la manière suivante :

✓	Indicateur à tester
Γ	Indicateur complémentaire
Σ	Indicateur de suivi
✗	Indicateur non retenu

Les indicateurs à tester sont de bons candidats pour intégrer la méthodologie et devront faire l'objet de test sur le terrain en 2017. Plusieurs indicateurs à tester peuvent apporter la même information. La phase de test en 2017 devrait permettre de ne sélectionner que ceux qui sont le plus corrélés à l'état de conservation des habitats étudiés. Les indicateurs complémentaires peuvent être intégrés à la méthodologie sous réserve d'une phase de test sur le terrain mais ils n'ont pas été considérés comme prioritaires. Ils ne feront donc pas forcément l'objet de test en 2017. Les indicateurs de suivi n'ont pas vocation à intégrer la méthode. Cependant, ils pourront être utiles dans le cadre de la surveillance des habitats étudiés. Les indicateurs non retenus n'intégreront pas la méthodologie.

Pour les végétations à *Chara* spp., on se réfèrera à la méthode proposée par le CBN de Bailleul en 2014 (Prey et Hauguel, 2014) ci-dessous (Tableau 12). Pour les végétations aquatiques, le CBN de Bailleul propose d'effectuer six lancers de grappins aléatoires depuis la berge afin d'avoir un aperçu de la composition floristique (*ibid*). Des lancers de grappin répétés permettent d'avoir une vision non biaisée de la composition dans ce genre d'habitats.

Tableau 12. Synthèse des indicateurs utilisés par le CBN de Bailleul en 2014 et notes associées pour l'évaluation de l'état de conservation de l'habitat (UE 3140) (Source : Prey et Hauguel, 2014).

PARAMÈTRE	CRITÈRE		INDICATEUR	METHODE	ECHELLE	MODALITE	NOTE
Surface couverte	Surface de l'habitat		Evolution de la surface couverte (indiquer les causes de l'évolution)	Comparaison diachronique à l'aide d'un logiciel SIG/ Passage de terrain pour vérification	Site	Progression	+ 10
						Stabilité	0
						Regression	-10
Structure et fonction	Composition spécifique	Composition floristique	Signe envasement/eutrophisation	Estimation visuelle	Placette	Non	0
						oui	-10
			Turbidité	Mesure directe/observation visuelle	Placette (pièce d'eau)	[1, 5-3m]/Claire	0
						[50cm, 1,5m]/Trouble	-10
						[0, 50cm]/Très trouble	-20
			Recouvrement des characées	Estimation visuelle	Placette (pièce d'eau)	>40%	0
						10-40%	-10
						<10%	-20
			Présence d'espèces nitrophile	Estimation visuelle	Placette (pièce d'eau)	Aucune	0
						<2	-10
						>2	-20
			Recouvrement des espèces allochtones envahissantes (recouvrement dans la strate	Estimation visuelle	Placette (pièce d'eau)	Absence totale	0
	<30%	-5					
	>30%	-20					
Altérations	Atteintes au niveau du polygone		Atteinte et leur recouvrement	Estimation visuelle ou à dire d'expert du pourcentage de la surface du site impactée par les atteintes	Placette (pièce d'eau)	Somme des points des atteintes relevées = 0	0
						Somme des points des atteintes relevées = 1	-5
						Somme des points des atteintes relevées = 2	-10
	Atteintes "diffuses" au niveau du polygone		Atteinte dont l'impact est difficilement quantifiable en surface	Estimation visuelle	Site	Atteintes négligeables ou nulles	0
						Atteintes moyennes (ponctuelles, maîtrisées)	-10
						Atteintes importantes, dynamique de l'habitat remis en cause	-20

Cette méthode devrait être testée sur le terrain en 2017.

6.2.1. 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 étaient 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. À cause de leur petite surface (généralement couplée à une faible profondeur), ces habitats des eaux dormantes sont très vulnérables, notamment face aux activités humaines. Une altération de ce paramètre est bien souvent associée à une dégradation de l'état de conservation de l'habitat (Mroz, 2013). Les facteurs qui peuvent entrer en ligne de compte dans l'évaluation du paramètre « Surface » sont les causes responsables des fluctuations de surface couverte par l'habitat, la fragmentation ou encore le degré d'isolement des habitats étudiés.

Y Évolution de la surface couverte (Sources : Joint Nature Conservation Committee, 2005 ; Gobierno de Aragon, 2010 ; Charles et Viry, 2015)

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 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. Nous partirons du postulat que les habitats se retrouvent au niveau de plans d'eau (on entend par plan d'eau toute surface en eau superficielle délimitée dont le débit d'écoulement est nul ou très faible, *i.e.* les mares, cuvettes, étangs, lacs, bassins etc.). Les plans d'eau seront considérés comme étant isolés les uns des autres ou bien connectés. L'habitat pourra occuper tout ou une partie du plan d'eau.

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 les habitats en polygones isolés, l'évaluation de la surface couverte peut se faire via :

- utilisation d'un logiciel SIG pour les polygones dont le diamètre ou la longueur sont supérieurs à 30 m. Si le site contient plusieurs plans d'eau isolés, la surface de l'habitat correspondra à la somme des surfaces ;
- passage de terrain au moment du pic de végétation (l'été pour les habitats UE 3110, UE 3120-1, UE 3130 et UE 3140 ; printemps pour l'habitat UE 3120-2) et mesure au triple décimètre 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.

Pour les polygones connectés en réseau, on conservera la même approche que celle utilisée pour les mares temporaires méditerranéennes (Charles et Viry, 2015). Notons que ce cas reste très exceptionnel pour ces habitats. Un réseau sera défini comme contenant plus de 50 polygones (ou plans d'eau dans le cas de mares), 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 (Figure 9).

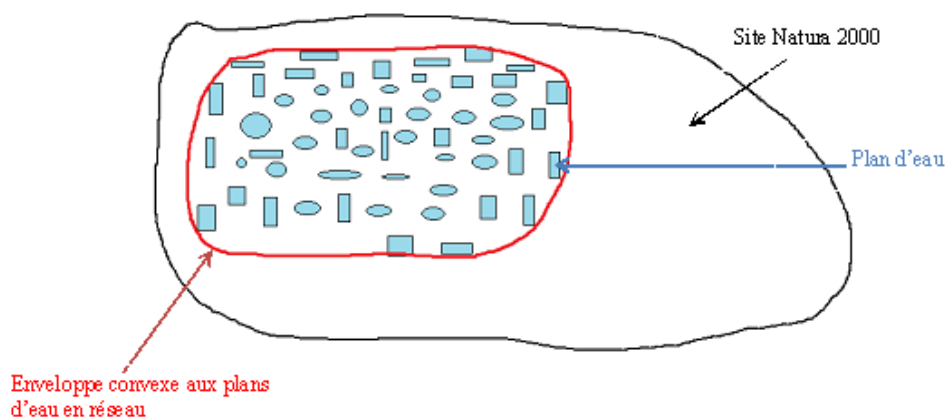


Figure 9. Schéma d'approche en réseau de polygones (ou plans d'eau) à l'échelle du site Natura 2000.

Les habitats concernés peuvent être en mosaïque avec d'autres habitats, d'où la nécessité d'évaluer la surface au niveau du complexe d'habitats le cas échéant. Les causes de la régression sont à renseigner ; cette dernière peut être d'origine naturelle (évolution vers un autre habitat) ou être due à une destruction de l'habitat (Charles et Viry, 2015).

L'évaluation de ce paramètre est délicate. 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. Les surfaces couvertes peuvent également être faibles et leur estimation rendue difficile. En contexte alluvial, il s'agit d'aborder la notion de séries de végétation fluctuantes. Les systèmes alluviaux présentent une grande variabilité interannuelle ayant pour conséquences des fluctuations spatiales des habitats (et de leur composition floristique).

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Habitats concernés	Échelle	Résultats attendus
Surface couverte par l'habitat	Fonctionnement général, perspectives, pérennité de l'habitat et des espèces, dynamique de l'habitat	Tous	Site	Progression
				Stabilité
				Régression : origine naturelle
				Régression : origine anthropique

✓ **Nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent** (Source : Charles et Viry, 2015)

L'indicateur rejoint l'évaluation de surface précédente. Le choix d'utiliser l'un ou l'autre des indicateurs s'ils sont tous les deux retenus pour intégrer la méthodologie dépendra de la configuration des habitats étudiés (réseau de mares par exemple). Une méthode consiste à effectuer un inventaire des mares tous les six ans et à comparer les deux

inventaires afin d'identifier si ce nombre est en augmentation ou en diminution. Un inventaire tous les six ans permettrait également de contribuer à la surveillance de l'habitat (exercice fait au cours du rapportage).

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Habitats concernés	Échelle	Résultats attendus
Surface couverte par l'habitat	Fonctionnement général, perspectives, pérennité de l'habitat et des espèces, dynamique de l'habitat	Tous	Site	Progression Stabilité
				Régression : origine naturelle
				Régression : origine anthropique

✗Évolution de la « fragmentation » de l'habitat (Sources : Mroz, 2013 ; Viry, 2013)

Au niveau national, la vocation du programme « Natura 2000 » est de construire un réseau de sites fonctionnel, *i.e.* que la circulation des espèces doit pouvoir s'effectuer d'un site à un autre (Rouveyrol, 2016). Ceci doit contribuer à la conservation de la connectivité écologique à l'échelle nationale.

Au niveau du site, la connectivité écologique peut être mise en évidence par un critère de fragmentation. La fragmentation de l'habitat signifie qu'il y a division d'un habitat en plus petits patches d'habitats isolés les uns des autres. Elle peut être définie comme une diminution de la surface totale disponible pour le développement de l'habitat associée à une augmentation du degré d'isolement des patches. Elle aboutit à un éclatement des populations végétales (et animales) en petites unités dont la pérennité dépend de nombreux facteurs (taille, dynamique etc.) tels que la manière dont elles sont reliées par échange d'individus (SETRA, 2006). Les conséquences de ce processus sont la diminution de la surface exploitable par les organismes ou encore l'impossibilité pour eux de se disperser en raison de barrières (routes, voies ferrées etc.). L'agriculture intensive ou encore l'urbanisation peuvent conduire à la fragmentation de l'habitat. Enfin, la diminution de surface des patches d'habitat rend les espèces vulnérables à la colonisation par des espèces moins spécifiques par accentuation de l'effet de lisière (augmentation de la diversité spécifique à la limite entre deux habitats).

La fragmentation n'est pas systématiquement négative pour ces habitats et la diminution de surface peut être mise en évidence via l'indicateur « Évolution de la surface couverte », c'est pourquoi l'indicateur n'a pas été retenu. En revanche, il semblerait intéressant d'effectuer un calcul de distance entre les différents patches sous SIG afin de voir si cette distance est corrélée à l'avis d'expert à l'échelle du site, d'où l'indicateur complémentaire ci-dessous.

Évolution du degré d'isolement des pièces d'eau (Source : Mroz, 2013)

L'isolement progressif des patchs d'habitat est un des processus participant à la fragmentation de l'habitat (avec la diminution de surface totale) (SETRA, 2006). Il s'agit d'effectuer une comparaison diachronique sous SIG de la distance entre patchs d'habitats. Cette distance peut être calculée sous SIG et doit être associée à un passage de terrain afin d'identifier le type de barrières (haies, chemin etc.).

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Habitats concernés	Échelle	Résultats attendus
Fragmentation	Connectivité entre les patchs d'habitats, corridors écologiques	Tous	Site	Nul, stabilité ou diminution en-dessous d'un certain seuil
				Stabilité ou augmentation au-dessus d'un certain seuil

✗ Indice de fragmentation de Jaeger (« Taille effective de maille ») (Sources : Jaeger, 2000 ; CEMAGREF *et al.*, 2011)

Cet indice mesure la taille effective de maille, proportionnelle à la probabilité que deux points tirés au hasard soient connectés (CEMAGREF *et al.*, 2011). La probabilité diminue avec l'augmentation du nombre de barrières. Ainsi, plus l'habitat est fragmenté, plus l'indice est faible. Il est défini par la formule ci-dessous :

$$m = \frac{1}{At} \sum_{i=1}^n A_i^2$$

où m : indice de Jaeger ; At : superficie totale de l'habitat ; Ai : superficie de chaque patch d'habitat découpé par les obstacles.

L'indice ne paraît pas applicable lorsque l'habitat est réparti sur des polygones isolés à l'échelle du site. Les obstacles peuvent être divers (infrastructures linéaires, haies, distance entre deux patchs etc.). L'indice est utilisé *a priori* dans le cadre de la fragmentation par infrastructures linéaires. Si l'indicateur peut être appliqué dans le cas d'habitats forestiers découpés par les linéaires de transport, l'indicateur semble peu approprié à la thématique.

6.2.2. 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.

Les structures peuvent être définies comme les composantes physiques de l'habitat, souvent représentées par les espèces végétales (ligneux, héliophytes 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).

Hydropériode (Sources : Guitton, 2007 ; Gobierno de Aragon, 2010 ; Charles et Viry, 2015)

L'hydropériode est « *l'évolution dans le temps du niveau d'eau libre à proximité immédiate de la surface du sol, en dessous ou au-dessus de celle-ci* » (Barnaud *et al.*, 2004).

✗Variation du niveau d'eau

Le battement de nappe est essentiel pour la persistance des espèces des gazons et pelouses oligotrophes à mésotrophes. Ce dernier contraint de nombreux végétaux en excluant les plantes qui ne sont pas adaptées au marnage saisonnier (Guitton, 2007). Ce marnage est à conserver si l'on veut préserver les habitats concernés. Le site de l'étang du Murat (Étangs du nord de la Haute-Vienne) connaît des problèmes de marnage depuis plusieurs années, ce qui expliquerait la forte colonisation des habitats par les espèces transgressives du *Bidention tripartitae* en 2016. L'évaluation de la variation du niveau d'eau pose néanmoins des problèmes au niveau des valeurs seuils car les habitats étudiés se retrouvent à des niveaux topographiques différents.

✗Causes des fluctuations

Il est également nécessaire de connaître les causes du changement afin de quantifier l'impact potentiel des fluctuations de l'hydropériode sur l'habitat. L'hypothèse faite ici est que les perturbations d'origine anthropique sont celles qui affecteront négativement le plus l'habitat (Charles et Viry, 2015). Les causes peuvent être directes (drainage, mise en eau permanente par alimentation, pompage etc.) ou indirectes (sur le bassin versant, détournement des eaux de ruissellement, mise en culture, pompage de la nappe, etc.). Cependant, il n'est pas toujours aisé d'identifier les causes.

Continuité de l'hydropériode

La période en eau permet d'éviter toute colonisation du milieu par des espèces compétitrices et peu spécialistes des habitats d'étude (Bliss et Zedler, 1998). La persistance des communautés des gazons et pelouses oligotrophes à mésotrophes passe par le maintien des phases submergées en hiver. Afin de veiller au bon développement et à la persistance des espèces, la période en eau doit être continue.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Habitats concernés	Échelle	Résultats attendus
Fonctionnement hydrologique	Pérennité de l'habitat, développement et survie des espèces	Tous	Placette	Continue
				Discontinue

Cet indicateur a été considéré comme complémentaire mais non prioritaire. Un indicateur plus simple à mettre en œuvre consiste à noter la présence/absence d'une phase inondée durant l'hiver/printemps à l'échelle du polygone, d'où l'indicateur ci-dessous.

Présence d'une phase inondée

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Habitats concernés	Échelle	Résultats attendus
Fonctionnement hydrologique	Pérennité de l'habitat, développement et survie des espèces	UE 3110, UE 3120, UE 3130	Placette	Oui
				Non

NB : pour les Characées annuelles en milieu peu profond, l'hydropériode semble être un facteur clé dans le sens où l'allongement de la durée de mise en eau ou encore le décalage de l'hydropériode sont autant de facteurs qui peuvent être signes de dégradation de l'état de conservation. Cependant, l'évaluation de ces facteurs semble demander un effort de prospection important. Il s'agirait néanmoins d'approfondir la réflexion quant à ces indicateurs potentiels pour les végétations à *Chara* spp.

✗ Dynamique hydromorphologique (pour les habitats en contact avec des systèmes d'eau courante) (Sources :

Viry, 2013 ; Pouvaret, 2015)

La hauteur et la phénologie de certaines espèces permettent d'identifier les différents stades de la végétation dans la dynamique intra et inter-habitats (Viry, 2013). Le « bon état » est défini par une équi-répartition des stades dynamiques. Apparaît ici la notion de « séries de végétation » qui décrit l'évolution naturelle des habitats. Par

exemple, on peut citer la géosérie de la Saulaie blanche hygrophile des grèves limoneuses qui peut s'exprimer par la succession des stades suivants (UE 3130-3) (Pouvaret, 2015) :

- végétation pionnière des vases (*Helochloion schoenoidis*) ;
- végétation post-pionnière (*Bidention tripartitae*) ;
- roselières (*Phalaridion arundinaceae*) ;
- fourrés de Saules arbustifs du *Salicion triandrae* ;
- saulaie blanche du *Salicion albae*.

L'indicateur prend en compte les trois premiers stades seulement. Il est basé sur des données observables et facilement quantifiables sur le terrain.

Les habitats étudiés se traduisent par des séries permanentes avec des stades bloqués. On ne peut donc parler de dynamique hydromorphologique mais plutôt d'une dynamique trophique liée à une baisse de la qualité de l'eau. En contexte alluvial, les séries de végétation sont fluctuantes d'une année sur l'autre et la dynamique est complexe.

✗ Recouvrement par la litière (%) (Sources : Grillas *et al.*, 2004 ; Kleszczewski, 2007 ; CEN L-R, 2012)

Le comblement fait partie de la dynamique naturelle des habitats des eaux dormantes (Bensettiti *et al.*, 2002). Il résulte de deux facteurs, l'accumulation de minéraux provenant du bassin versant et l'accumulation de matière organique produite sur place ou importée des habitats adjacents aux habitats d'étude (Charles et Viry, 2015). La litière est composée de débris ligneux et foliaires observables à l'œil nu, en mélange avec moins de 70 % de matière organique fine (Delassus, 2015). Son accumulation correspond à une accumulation de matière végétale morte. Elle provoque l'augmentation de l'épaisseur du sédiment et de sa réserve en eau, la diminution de la hauteur et de la durée d'inondation (conduisant à l'atterrissement), l'enfouissement de la banque de semences et l'impossibilité de germination pour les espèces à petites graines et exigeantes en lumière (Grillas *et al.*, 2004). La présence de litière peut également impacter la chimie de l'eau, l'accumulation de matière organique étant un signe d'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)]. Cela forme des zones propices à l'installation des ligneux et autres espèces susceptibles de déstructurer l'habitat et participe à la banalisation des communautés végétales (Charles et Viry, 2015).

L'indicateur a été testé sur le terrain cette année. Il s'est agi d'effectuer une estimation visuelle du recouvrement du sol par la matière végétale morte lorsque la placette était en assec. Le recouvrement par la litière semblait indépendant de l'état de conservation de l'habitat. Des placettes jugées en « bon état » présentaient parfois des recouvrements par la litière élevés (voisins des 50 %). L'indicateur ne semble pas pertinent.

Y Transparence de l'eau (Sources : Mroz, 2013 ; Prey et Hauguel, 2014 ; Renaux, 2014 ; Charles et Viry, 2015)

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). 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. C'est l'eutrophisation que l'on veut mettre en évidence ici.

L'étude sur les mares temporaires méditerranéennes (Charles et Viry, 2015) n'a pas permis de mettre en évidence une corrélation entre cet indicateur et l'état de conservation des mares jugé à dire d'expert. Pour les plans d'eau dont la profondeur est supérieure ou égale à 3,5 m, il s'agira de mesurer la transparence de l'eau à l'aide d'un disque de Secchi vers le centre, dans la partie la plus profonde. Le disque est plongé dans l'eau et la profondeur à laquelle il disparaît est relevée. La profondeur à laquelle il réapparaît lors de la remontée est relevée et les deux mesures sont moyennées (Nicolas, 2013). Deux mesures semblent envisageables, une en hiver et une rapprochée du pic de végétation.

Les seuils présentés ci-dessous sont donnés pour les gazons vivaces oligotrophes lorsque l'habitat est présent au niveau de lacs profonds (Mroz, 2013). La transparence ne doit pas être mesurée après un épisode pluvieux (remise des particules en suspension) si c'est l'eutrophisation que l'on veut mesurer. L'indicateur est fortement dépendant des conditions météorologiques, notamment des conditions pluviométriques. Les sédiments mis à nu peuvent également être remis en suspension par les poissons, ce qui peut faire baisser la transparence de l'eau. Il paraît cependant pertinent de tester l'indicateur sur les plans d'eau de grande taille type Étang des Landes. Ceci met en avant la nécessité d'identifier les grands écosystèmes dans lesquels on retrouve ces habitats afin d'adapter les indicateurs selon les différentes configurations.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Habitats concernés	Échelle	Résultats attendus
Caractéristiques de l'eau	Eutrophisation, concentration en matière organique en suspension (plancton), changements physico-chimiques, qualité de l'eau	Tous	Grande étendue d'eau	Visibilité supérieure ou égale à 3,5 m
				Visibilité entre 1,5 et 3,5 m
				Visibilité inférieure à 1,5 m

ΓΣ Concentration en chlorophylle a (µg/L) (Sources : Gobierno de Aragon, 2010 ; Lauridsen *et al.*, 2015)

La teneur en chlorophylle a est retenue comme un indicateur général de la biomasse du phytoplancton (Van den Broeck *et al.*, 2015). À partir d'un certain seuil, les teneurs en chlorophylle a impactent négativement la richesse spécifique des macrophytes. D'après Lauridsen *et al.* (2015), ceci est surtout vrai pour les habitats d'eau stagnante du nord et du centre de l'Europe. Dans cette étude, les plus hautes richesses en macrophytes dans un environnement lacustre ont été retrouvées à une concentration en chlorophylle a inférieure à 21 µg/L. Cette valeur seuil devra être ajustée grâce à l'expérience de terrain.

La méthode consiste en un prélèvement d'échantillons d'eau au centre du plan d'eau ou de la placette, dans la partie la plus profonde. La mesure de la concentration en chlorophylle a peut être effectuée via spectrophotométrie (il existe des spectrophotomètres portables) après extraction à l'éthanol du phytoplancton ou bien via une sonde à teneur en chlorophylle a. Il est préconisé de la mesurer au printemps (Vallod *et al.*, 2011).

La redondance est claire avec les indicateurs trophiques et cet indicateur est dépendant des paramètres physico-chimiques. L'indicateur est retenu mais non prioritaire. Il peut également s'inscrire dans une démarche de surveillance.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Habitats concernés	Échelle	Résultats attendus
Caractéristiques de l'eau	Eutrophisation, concentration en matière organique en suspension (plancton), changements physico-chimiques, qualité de l'eau	Tous	Plan d'eau ou placette (eau)	< 21 µg/L
				≥ 21 µg/L

De manière générale, les indicateurs de la chimie de l'eau doivent être pris avec précaution. Ces derniers sont fortement dépendants des conditions et de la période de la journée à laquelle ils sont relevés. Ils ne peuvent également être mesurés dans les mêmes conditions d'un site à l'autre (Vallod D., Institut Supérieur d'Agriculture et d'agro-alimentaire Rhône-Alpes, comm. pers.).

✗ Recouvrement en espèces de phytoplancton (%) (Sources : Gobierno de Aragon, 2010 ; Mroz, 2013)

Le phytoplancton correspond aux communautés algales qui sont favorisées en l'absence de végétation (Scheffer, 2001). Cette absence réduit les zones de refuge pour le zooplancton qui disparaît et ne peut plus réguler le phytoplancton. Il est directement dépendant de la qualité de l'eau et rend compte des changements physico-chimiques (Krämer, 2003). Il réagit de façon très rapide aux changements de conditions du milieu (plus rapide que la réponse des végétaux supérieurs) (Mroz, 2013). Son utilisation en tant qu'indicateur a été largement reconnue du

fait que le phytoplancton se retrouve dans tous les habitats humides et que ce sont des organismes à générations courtes (Van den Broeck *et al.*, 2015). C'est l'un des indicateurs de la DCE.

L'indicateur a été proposé à titre indicatif. Il semble difficile à mettre en œuvre du fait des compétences requises en identification des espèces de phytoplancton. Les méthodes semblent également assez chronophages. Il n'est également pas toujours aisé d'identifier les causes des changements observés dans les communautés du fait que la composition en phytoplancton répond à de nombreux facteurs (contamination par les métaux lourds, eutrophisation, acidification etc.). La teneur en chlorophylle *a* est généralement retenue comme indicateur de la biomasse en phytoplancton et semble plus facile à mettre en œuvre.

✗ Recouvrement en espèces de zooplancton (%) (Source : Mroz, 2013)

Le zooplancton empêche le développement d'algues filamenteuses (Scheffer, 2001) et contribue au contrôle de la biomasse en phytoplancton. Les communautés de zooplancton changent en réponse à différents facteurs (acidification, eutrophisation, contamination de l'eau par les métaux lourds, changement dans les communautés de poissons etc.). Il réagit de façon très rapide aux changements de conditions du milieu (plus rapide que la réponse des végétaux supérieurs) (Mroz, 2013).

Les difficultés d'application de cet indicateur sont les mêmes que pour l'indicateur précédent.

└ Couleur de l'eau (Source : Mroz, 2013)

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 conduisent la dégradation de l'état de conservation de l'habitat.

Un ou des échantillons d'eau sont prélevés au centre du plan d'eau ou de la placette, au niveau de la partie la plus profonde. L'intensité est alors déterminée par comparaison visuelle à un nuancier de couleurs (bandelettes par exemple).

La couleur de l'eau est un des facteurs qui influence la transparence de l'eau (Anras et Guesdon, 2007) qui est influencée par le phytoplancton. Il est redondant avec les indicateurs trophiques. Les acides humiques peuvent aussi participer à la coloration naturelle de l'eau, d'où sa position en tant qu'indicateur complémentaire.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Habitats concernés	Échelle	Résultats attendus
Caractéristiques de l'eau	Matière organique, pollutions, eutrophisation, qualité de l'eau	Tous	Plan d'eau ou placette (eau)	Transparente à bleue
				Bleue teintée de vert ou vert-jaune
				Marron ou visiblement verte

Σ Conductivité ($\mu\text{S.m}^{-1}$) (Sources : Gobierno de Aragon, 2010 ; Mroz, 2013 ; Renaux 2014 ; Charles et Viry, 2015 ; FMA, 2015)

L'indicateur renseigne sur la densité d'ions présents dans l'eau et la capacité de cette dernière à conduire un courant électrique. Des valeurs hautes de conductivité impactent négativement la richesse en macrophytes (Lauridsen *et al.*, 2015). L'indicateur permet d'estimer le niveau trophique, de hautes valeurs de conductivité étant associées à une eutrophisation du milieu (Renaux, 2014). C'est l'un des indicateurs de la DCE.

La conductivité dépend avant tout des caractéristiques géologiques du site. Les polluants peuvent contribuer à l'augmenter. Cette dernière peut également être affectée par l'absorption des gaz contenus dans l'air (CO_2 , SO_3 , NH_3 , NO_2) et par les pollutions d'origine anthropique (déversement d'eaux usées, lessivage des nitrates et phosphates provenant des exploitations agricoles etc.) (Mroz, 2013). De grosses différences peuvent néanmoins être observées entre des mesures effectuées sur substrat basaltique et sur substrat calcaire. Cela nécessiterait donc de connaître la valeur de référence en fonction du contexte géologique afin de pouvoir conclure sur la présence de pollutions. L'indicateur semble intéressant pour caractériser le milieu mais peu adapté à la problématique. L'indicateur peut être utilisé comme un indicateur de suivi routinier. De manière générale, il semblerait que les paramètres physico-chimiques soient pertinents pour mieux caractériser l'état écologique de la masse d'eau que l'état de conservation des habitats.

La conductivité est mesurée à l'aide d'un conductimètre à la surface de l'eau (entre 0,5 et 1 m de profondeur) au centre du plan d'eau ou de la placette, dans la partie la plus profonde, tôt dans la matinée en hiver.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Habitats concernés	Échelle	Résultats attendus
Caractéristiques de l'eau	Eutrophisation, pollutions, capacité d'accueil des espèces	Tous	Plan d'eau ou placette (eau)	$\leq 100 \mu\text{S.cm}^{-1}$
				100-250 $\mu\text{S.cm}^{-1}$
				$> 250 \mu\text{S.cm}^{-1}$

Les seuils décrits sont définis pour les gazons vivaces oligotrophes en environnement lacustre (Mroz, 2013). Les seuils ne sont sûrement pas adaptés à tous les habitats (certains gazons dits « oligo-mésotrophes » peuvent être eutrophes et donc avoir une conductivité supérieure à 100 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). Au niveau des habitats lacustres méditerranéens, la conductivité peut fluctuer grandement du fait d'une instabilité des précipitations et du ruissellement (Lauridsen *et al.*, 2015) et être plus élevée du fait d'un climat plus chaud.

ΣPH (Sources : Gobierno de Aragon, 2010 ; Mroz, 2013 ; FMA, 2015)

L'indicateur décrit l'acidité ou l'alcalinité de l'eau. Un pH trop bas peut conduire à la disparition des plantes typiques des habitats des eaux dormantes à *Littorella uniflora* L. et à la transformation potentielle de l'habitat en un habitat dystrophe (UE 3160). À l'inverse, un pH trop élevé peut conduire à la disparition de l'habitat et son évolution vers un habitat de lac eutrophe (UE 3150) (Mroz, 2013). Le pH est un facteur de contrôle de la distribution des macrophytes à cause de sa forte influence sur la solubilité des ions et les membranes cellulaires (Lauridsen *et al.*, 2015). Il serait l'élément qui influencerait le plus les macrophytes en régions tempérées chaudes.

Le pH est dépendant de l'activité photosynthétique. Comme pour la conductivité, il s'apparente à un indicateur de suivi. Il peut être mesuré à l'aide d'un pH-mètre (ou sonde multi-paramètres) à la surface de l'eau (entre 0,5 et 1 m de profondeur) au centre du plan d'eau ou de la placette dans la partie la plus profonde, tôt dans la matinée en hiver.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Habitats concernés	Échelle	Résultats attendus
Caractéristiques de l'eau	Acidification, alcalinisation, changements de la composition chimique de l'eau, capacité d'accueil des espèces	Tous	Plan d'eau ou placette (eau)	Entre 5,5 et 7,5
				4,5 < pH < 5,5 ou 7,5 < pH < 8,5
				pH < 4,5 ou pH > 8,5

Les seuils sont définis pour les gazons vivaces oligotrophes (Mroz, 2013) et les pelouses oligotrophes à *Isoetes* spp. (Gobierno de Aragon, 2010). Certains habitats élémentaires des gazons oligo-mésotrophes sont considérés comme regroupant des communautés acidiphiles ou basophiles (Bensettiti *et al.*, 2002). Les seuils sont donc à ajuster pour ces habitats.

✗ Concentration en oxygène dissous (mg/L) (Sources : Conseil européen, 2000 ; FMA, 2015)

La majorité des organismes vivant de façon permanente en eaux douces consomment de l'oxygène. Pour cela, ce dernier doit être renouvelé (Butler et Burrows, 2007). Dans les habitats des eaux dormantes, le vent peut participer à la ré-aération de la masse d'eau et à la dissolution du dioxygène de l'air dans l'eau. Mais souvent, les masses d'eau sont petites et la plupart de l'oxygène disponible provient de la photosynthèse des macrophytes et des algues. Au niveau des habitats des eaux dormantes en climat méditerranéen, la température de l'eau est plus élevée et la consommation d'oxygène par les organismes aussi (liée à une forte productivité). La solubilité du dioxygène diminue néanmoins avec la température. Les demandes en oxygène les plus fortes sont souvent situées au niveau des habitats d'eau douce les moins aérés. L'équilibre est fragile et la production d'oxygène dépendante de nombreux facteurs (profondeur, turbidité, disponibilité en nutriments etc.). Une variation de la concentration en oxygène dissous peut perturber tout l'écosystème. C'est l'un des indicateurs de la DCE.

Dans ces milieux de petite surface, la variabilité spatiale et temporelle (jour, saison) peut être très forte. L'indicateur paraît adapté au suivi des eaux courantes mais non à celui des eaux dormantes.

✗ Température de l'eau (°C) (Sources : Conseil européen, 2000)

La température de l'eau influence les processus physico-chimiques. Son augmentation peut accroître la salinité et l'hypoxie provoque des changements dans les patterns d'invasions biologiques (Vilà et García-Berthou, 2010). C'est l'un des indicateurs de la DCE.

L'indicateur reste cependant très variable et dépend fortement du climat. Il paraît difficile de donner des valeurs seuils à l'échelle nationale. Comme pour la conductivité et les autres indicateurs de la DCE, il subsiste une incertitude quant à la finesse de l'indicateur pour décrire l'état de conservation.

✗ Évolution du nombre d'espèces spécialistes/(Nombre d'espèces généralistes+1) (Source : Charles et Viry, 2015)

L'indicateur fait le ratio entre le nombre d'espèces spécialistes présentes (caractéristiques au sens phytosociologique) et le nombre d'espèces généralistes (compagnes au sens phytosociologique) + 1 (au cas où les espèces seraient toutes spécialistes dans un ou plusieurs relevés). Les espèces spécialistes jouent sur le fonctionnement propre à l'habitat tandis que les espèces généralistes sont capables de coloniser une gamme de milieux plus large. Une liste d'espèces spécialistes par habitat au niveau de l'alliance a été élaborée à partir des espèces caractéristiques listées dans les contributions au Prodrome des Végétations de France (PVF2) [de Foucault, 2010 ; de Foucault, 2013(a) ; de Foucault, 2013(b)] pour les gazons et pelouses oligotrophes à mésotrophes.

Certaines précautions ont été prises. Par exemple, *Lindernia dubia* L. apparaît dans la liste des espèces caractéristiques des gazons oligo-mésotrophes. Cette dernière est reconnue en tant qu'espèce exotique envahissante (EEE). Elle a donc été écartée de la liste des espèces spécialistes sans être considérée comme une espèce généraliste afin de ne pas lui donner un double poids dans la notation.



Photo 9. Placette circulaire d'environ 1 m² réalisée sur des végétations de vases exondées (*Eleocharition soloniensis*).

L'indicateur a été testé sur le terrain cette année. Des relevés phytosociologiques ont été effectués au moment du pic de végétation (Photo 9). La végétation étant rase, une surface maximale de 1 m² par relevé semble être appropriée. Le relevé doit être effectué dans un milieu homogène et représentatif de l'ensemble du polygone.

Sur certains sites, l'indicateur s'est révélé difficile à mettre en œuvre compte-tenu du fait que les habitats se présentent la plupart du temps sous forme d'alliances imbriquées. Les espèces spécialistes ont alors été prises en compte au niveau de

l'habitat générique (qui regroupe plusieurs alliances). Il s'agit également de savoir comment définir les espèces spécialistes. Par exemple, *Cyperus fuscus* L. fait partie des espèces indicatrices et caractéristiques des gazons oligo-mésotrophes. Cependant, l'espèce peut être considérée comme généraliste de l'habitat. Angelini *et al.* (2016) affirment qu'il n'est pas possible pour ces habitats de définir un groupe d'espèces typiques exhaustives et suffisamment pertinentes pour évaluer leur état de conservation. L'indicateur est lié aux végétations de contact et semble dépendant des conditions climatiques. Il serait plus judicieux d'identifier des espèces cibles, *i.e.* les espèces spécialistes ou non qui ont un poids dans l'évaluation. L'incapacité de l'indicateur à discriminer les différents états de conservation et sa difficulté d'application lors de la phase de terrain n'en fait pas un bon candidat pour intégrer la méthodologie.

Une amélioration de l'indicateur pourrait passer par la confrontation des valeurs écologiques d'Ellenberg (continentalité K, humidité édaphique H, trophie N) (Ellenberg, 1988) aux valeurs usuelles de la bibliographie pour ces groupements. Les indices d'Ellenberg (*ibid*) reposent sur le fait que la végétation est indicatrice des conditions environnementales du milieu (FMA, 2015). Ellenberg a ainsi attribué à une large gamme d'espèces végétales un indice reflétant leur tolérance à certains paramètres (variant en général de 1 à 9). L'approche par grand écomplexe est à privilégier. Il s'agirait donc de dissocier les systèmes de mares et mouillères, les grandes étendues d'eau, les systèmes alluviaux, les complexes tourbeux et de chercher les valeurs usuelles pour les groupements présents dans

ces différents milieux. Ceci permettrait également de cibler les taxons caractéristiques corrélés à l'avis d'expert. D'où la proposition de trois nouveaux indicateurs potentiels à approfondir en 2017 :

Indice K moyen d'Ellenberg (Ellenberg, 1988)
Indice H moyen d'Ellenberg (Ellenberg, 1988)
Indice de diversité des taxons caractéristiques

L'indice N moyen d'Ellenberg (Ellenberg, 1988) est présenté dans la suite du document, ce dernier étant issu de la présélection des indicateurs avant la phase de terrain.

✗ Recouvrement en espèces « déstructurantes » (%) (Source : Charles et Viry, 2015)

Les espèces « déstructurantes » sont capables de transformer les caractéristiques de l'habitat, notamment physiques (Charles et Viry, 2015). Elles sont souvent cespitueuses et colonisent rapidement les milieux. Des changements dans la microtopographie peuvent affecter plusieurs paramètres, notamment la profondeur du plan d'eau et la zonation de la végétation.

Il est difficile de voir quelles espèces pourraient être considérées comme telles dans ce type de milieux. Une alternative consisterait à regarder le recouvrement des différents types biologiques par rapport à un état de référence défini grâce à une recherche bibliographique. Différentes bases de données regroupant les traits biologiques existent. Par exemple, une forte proportion de thérophytes pourrait être considérée comme défavorable pour ces habitats. A également été émise la proposition d'un indicateur basé sur la taille des plantes. Si ces végétations oligotrophes sont rases, un enrichissement du sol en azote a tendance à favoriser la croissance des plantes.

En résumé, il s'agirait d'analyser les profils-types qui ressortent dans les différentes associations élémentaires (« Gazons vivaces amphibies », « Gazons annuels amphibies » etc.) par grand écomplexe afin de dégager les types biologiques, les traits de vie mais aussi les types architecturaux prépondérants au sein de ces communautés. Pour ce faire, la bibliographie (flores par exemple) peut être utilisée. Cette dernière pourra également servir à définir des valeurs seuils. Une réflexion sur la possibilité d'utiliser des indicateurs basés sur les bryophytes doit également être menée pour ces habitats. D'où la proposition d'approfondir les cinq indicateurs potentiels suivants :

Taille des plantes
Recouvrement des traits de vie (%)
Recouvrement des types biologiques (%)
Recouvrement des types architecturaux (%)
Indicateur « bryophytes »

✗ Recouvrement en espèces héliophiles (%) (Source : Charles et Viry, 2015)

Les espèces des habitats concernés sont héliophiles (Bensettiti *et al.*, 2002), *i.e.* qu'elles ont besoin de lumière pour se développer. L'indice de luminosité L d'Ellenberg (Ellenberg, 1988) traduit l'exposition de la station (de très ombragée à ensoleillée).

Certaines espèces peuvent être héliophiles mais ne pas indiquer un bon état de conservation de l'habitat (EEE par exemple). Le caractère héliophile définit ces communautés mais il n'est pas gage d'un « bon état ». L'indicateur ne semble donc pas adapté à la problématique.

✓ Colonisation ligneuse (%) (Sources : CEN L-R, 2012 ; Charles et Viry, 2015)

La colonisation par les ligneux est 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 généralement oligotrophe à mésotrophe, 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 la pièce d'eau (certaines espèces sont très consommatrices d'eau). La présence de ligneux indique l'évolution de l'habitat vers un stade pré-forestier (Charles et Viry, 2015) et est synonyme d'assèchement progressif.



Photo 10. Pied de *Salix* spp. présent sur un polygone d'habitat (UE 3110) (*Elodo palustris*-*Sparganium*) sur le site de l'Étang des Landes.

L'indicateur a été testé sur le terrain cette année (Photo 10). Il s'est agi d'effectuer une estimation visuelle du recouvrement en espèces ligneuses à l'échelle du polygone ou de la mare si celle-ci était de taille restreinte. Aucun polygone avec fort recouvrement en ligneux n'a été rencontré (maximum 5% de recouvrement). L'indicateur semble néanmoins pertinent à tester dans le cas de systèmes rivulaires où la densité de ligneux peut être plus élevée.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Habitats concernés	Échelle	Résultats attendus
Composition floristique	Dynamique, structure et fonctionnement de l'habitat	Tous	Systèmes alluviaux/Polygone ou mare	< 20 %
				20-40 %
				> 40 %

✓ **Recouvrement en espèces eutrophiles (%)** (Sources : Kleszczewski, 2007 ; Mroz, 2013 ; Viry, 2013)



Photo 11. *Bidens tripartita* L., espèce eutrophile présente sur le site de l'Étang des Landes.

Les espèces eutrophiles se développent sur des sols eutrophes, *ie.* riches en nutriments (matière organique, azote ou encore en phosphore). Les habitats étant par définition oligotrophes à mésotrophes (Bensettiti *et al.*, 2002), la présence de ces espèces indiquent un enrichissement du sol pouvant conduire à la détérioration de l'habitat. Parmi ces espèces peut être citée *Bidens tripartita* L., espèce transgressive du *Bidens tripartita* (Photo 11).

L'indicateur a été testé sur le terrain cette année. Des pré-listes d'espèces eutrophiles ont été établies pour chacun des habitats

à partir des habitats en contact dans les cahiers d'habitats (Bensettiti *et al.*, 2002). Ces listes ont été établies en reprenant les espèces potentiellement présentes dans les habitats en contact (caractéristiques, « indicatrices » etc.). Une fois les espèces potentielles identifiées, leur indice de trophie N (Ellenberg, 1988) a permis de les inclure ou non dans les listes pour chaque habitat (N>6). L'interprétation des différents niveaux trophiques est disponible dans le tableau ci-dessous (Tableau 13). Les espèces en gras font partie des espèces caractéristiques des habitats gazons et pelouses oligotrophes à mésotrophes. Les listes ont été complétées suite à la phase de terrain. Les indices N ont été extraits de la Baseflor de Julve (1998). La liste d'espèces eutrophiles est présentée en annexe 2.

Tableau 13. Référentiel Ellenberg de l'indice de trophie (N) pour quelques espèces de milieux frais à humides.

N	Interprétation de la valeur de l'indice	Exemples d'espèces associées
1	Indicateur de site extrêmement non fertile	<i>Drosera rotundifolia</i> L., <i>Gentiana pneumonanthe</i> L., <i>Vaccinium oxycoccus</i> L.
2	Entre 1 et 3	<i>Ranunculus flammula</i> L., <i>Littorella uniflora</i> L., <i>Isoetes velata</i> A.Braun
3	Indicateur de site plus ou moins fertile	<i>Juncus bulbosus</i> L., <i>Eleocharis multicaulis</i> (Sm.) Desv., <i>Sparganium natans</i> L.
4	Entre 3 et 5	<i>Samolus valerandi</i> L., <i>Cirsium palustre</i> L., <i>Lychnis flos-cuculi</i> L., <i>Limosella aquatica</i> L.
5	Indicateur de site à fertilité intermédiaire	<i>Angelica sylvestris</i> L., <i>Salix purpurea</i> L., <i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. & Schult.
6	Entre 5 et 7	<i>Caltha palustris</i> L., <i>Viola biflora</i> L., <i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P.Beauv.
7	Indicateur de site très fertile	<i>Epilobium hirsutum</i> L., <i>Veronica beccabunga</i> L., <i>Rorippa palustris</i> (L.) Besser
8	Entre 7 et 9	<i>Bidens tripartita</i> L., <i>Typha latifolia</i> L., <i>Sonchus palustris</i> L., <i>Pulicaria vulgaris</i> Gaertn.
9	Indicateur de sites très riches en nitrates	<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb., <i>Convolvulus sepium</i> L.

Suite à la phase de terrain, il a été décidé de tester l'indicateur sur les gazons oligo-mésotrophes, bien que ces derniers présentent des faciès méso-eutrophes. Il a été noté que les plus mauvais états de conservation rencontrés (notamment en ce qui concerne les gazons oligo-mésotrophes) étaient associés à un fort recouvrement en espèces eutrophiles. L'indicateur est intéressant pour intégrer la méthodologie.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Habitats concernés	Échelle	Résultats attendus
Composition floristique	Eutrophisation	Tous	Placette	Absence
				Entre 0 et 10 %
				> 10 %

Les seuils et la liste générale sont à adapter à chaque grand écosystème. Les bons états de conservation établis à dire d'expert ne contenaient pas plus de 5% d'espèces eutrophiles sur le terrain en contexte d'étang. Parallèlement au recouvrement, il semble pertinent de tester l'indicateur ci-dessous.

✓ **Nombre d'espèces eutrophiles**

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Habitats concernés	Échelle	Résultats attendus
Composition floristique	Eutrophisation	Tous	Placette	Nul ou restreint
				Élevé

✓ **Indice N moyen d'Ellenberg (Ellenberg, 1988)** (Source : Mistarz, 2015)

À partir des relevés phytosociologiques de terrain, l'indice de trophie N moyen (et écarts-types associés) peut être calculé par placette. On obtient alors une information sur la fertilité moyenne du sol.

L'indicateur a été testé sur le terrain cette année. Il s'est agi d'effectuer un relevé phytosociologique par polygone échantillonné. Les relevés ont ensuite été intégrés dans le logiciel TURBOVEG afin de constituer une base de données. Cette base de données a été exportée dans le logiciel JUICE où il est possible de calculer l'indice N moyen par relevé phytosociologique. Le calcul peut également se faire sur un tableur (en associant à chaque espèce la valeur N d'Ellenberg). L'information est disponible dans la Baseflor de Julve (1998). Les valeurs de l'indice N sont présentées pour quelques espèces (Tableau 13). Le choix peut être laissé aux opérateurs d'utiliser soit le recouvrement en espèces eutrophiles, soit cet indice selon commodité. Sur le terrain, les meilleurs états de conservation étaient associés à des indices N compris entre 5 et 6. Les états plus dégradés étaient associés à un indice supérieur à 5. Compte-tenu du caractère oligotrophe à mésotrophe de ces habitats, il semble *a priori* pertinent d'intégrer l'indicateur dans la méthodologie.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Habitats concernés	Échelle	Résultats attendus
Composition floristique	Eutrophisation	UE 3110, UE 3120, UE 3130	Placette ou mare	≤ 6
				> 6

Il apparaît judicieux d'ajuster les seuils par alliance pour chaque grand écosystème.

✓ **Recouvrement en algues filamenteuses (malus)** (Sources : Joint Nature Conservation Committee, 2005 ; CEN L-R, 2012 ; Charles et Viry, 2015)

L'apparition d'algues filamenteuses témoigne d'une augmentation du niveau trophique et à terme d'une disparition de l'habitat (Mroz, 2013). La végétation étant oligotrophe à mésotrophe 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 a été testé sur le terrain cette année. Il s'est agi d'effectuer une estimation visuelle du recouvrement en algues filamenteuses à l'échelle de la placette lorsque celle-ci était en assec. Seul un polygone d'habitat était impacté en contexte surpâturé. L'indicateur n'est strictement pas associé à un état de conservation jugé « mauvais ». L'information portée par l'indicateur peut également être portée par le recouvrement en espèces eutrophiles ou la valeur moyenne de l'indice N d'Ellenberg (1988). C'est pourquoi il est proposé de tester l'indicateur en tant que malus, les cas d'occurrence restant exceptionnels.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Habitats concernés	Échelle	Résultats attendus
Composition floristique	Eutrophisation, fonctionnement général, pérennité de l'habitat	Tous	Placette	Fort recouvrement

Le seuil de recouvrement restera à ajuster à partir de cas concrets sur le terrain.

✓ **Recouvrement en espèces exotiques envahissantes (%)** (Sources : Joint Nature Conservation Committee, 2005 ; Prey et Hauguel, 2014 ; Charles et Viry, 2015 ; toutes les études antérieures du MNHN)

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. Le seuil de 30 % a été retenu suite à une étude antérieure du MNHN (Viry, 2013). Ce seuil englobe les facteurs écologiques et économiques. En effet, les EEE ont aussi un coût. Par exemple, le contrôle de la Jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes* L.) sur la rivière Guadiana en Espagne en 2009 a été estimé à 6.7 M€ (Andreu *et al.*, 2009). Le potentiel d'invasion est fort sur ces habitats compte-tenu de leur caractère pionnier (Pouvaret, 2015). Il est demandé de renseigner la dynamique de l'invasion (absente, faible ou forte) afin de juger de la fonctionnalité générale et de la capacité de résilience de l'habitat (ce point n'apparaît pas dans la notation).

L'indicateur a été testé sur le terrain cette année. À partir des relevés phytosociologiques, il s'est agi de relever le recouvrement en EEE à l'échelle de la placette. Ces dernières n'ont pas été prises en compte dans le calcul d'autres indicateurs afin de ne pas infliger un double poids dans la notation. Le maximum de recouvrement en EEE atteint les 25 % pour les habitats jugés en « bon état ». Une liste d'espèces a été établie communément aux quatre habitats et est disponible en annexe 3. Cette dernière sera diffusée aux opérateurs afin d'être affinée en ciblant les espèces qui ont un réel impact sur ces habitats. Parmi ces espèces, *Lindernia dubia* L. est susceptible d'intégrer la méthodologie du fait d'une présence avérée sur ces habitats (Photo 12). La liste finale pourra être complétée localement grâce aux listes d'EEE régionales.



Photo 12. *Lindernia dubia* L. est une EEE très fréquemment rencontrée sur ces habitats.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Habitats concernés	Échelle	Résultats attendus
Composition floristique	Capacité de résilience, qualité et fonctionnement de l'habitat	Tous	Placette	< 30 %
				> 30 %

✗ Recouvrement en espèces « transgressives » (%) (issu de la réflexion menée durant la phase de terrain en Auvergne en septembre 2016)

Les systèmes alluviaux présentent une grande variabilité interannuelle ayant pour conséquences des fluctuations spatiales des habitats et de leur composition floristique. Sur le site « Zones alluviales de la confluence Dore-Allier »

s'est posée la question de la mise en place d'un indicateur basé sur les espèces dites « transgressives ». Ces espèces peuvent provenir des communautés en contact vers lesquelles les gazons oligo-mésotrophes sont susceptibles d'évoluer :

- communautés des systèmes alluviaux (*Chenopodion rubri*, *Bidention tripartitae* etc.) ;
- communautés des ceintures d'étangs (*Phragmition communis*, *Phalaridion arundinaceae* etc.) ;
- communautés des complexes tourbeux (*Rhynchosporion*, *Caricion davallianae* etc.) (photo 13).

Les espèces « transgressives » peuvent également correspondre à des hélophytes d'affinité plus ou moins eutrophe qui apparaissent après une perturbation du milieu (*Lycopus europaeus* L., *Typha angustifolia* L., *Lythrum salicaria* L. etc.). Ces espèces ont également été observées en contexte d'étang sur le site de l'Étang des Landes. Cependant, les discussions menées sur les deux premiers indicateurs de composition floristique tendent à rejeter cet indicateur en particulier.



Photo 13. *Drosera rotundifolia* L., espèce des communautés tourbeuses en contact avec l'habitat (UE 3130) sur le site du Marais de Cassan et Prentegarde.

✓ **Présence d'amphibiens (bonus)** (Sources : Gobierno de Aragon, 2010 ; Collectif RhoMéO, 2014 ; Charles et Viry, 2015 ; FMA, 2015)



Photo 14. *Hyla arborea* (Linnaeus).

Les zones humides sont indispensables à la survie des amphibiens (Photo 14). Les abords des plans d'eau à végétation luxuriante sont le domaine vital des juvéniles qui s'y abritent des prédateurs. Certaines espèces ne quittent pratiquement jamais les zones humides et hibernent parfois dans la vase au fond des plans d'eau. « Qu'il s'agisse des embryons déposés directement dans l'eau ou des adultes à la peau très perméable, ce groupe réagit rapidement aux évolutions des caractéristiques physico-chimiques de l'eau et de l'air ambiant » (Collectif RhoMéO, 2014). Le groupe des amphibiens est défini comme un

de ceux qui permettent de qualifier le bon état biologique des zones humides (typicité et bon état fonctionnel) (FMA, 2015). Les plans d'eau (ornières, fossés, mares, étangs, etc.) constituent les seuls lieux de reproduction des amphibiens. Des experts doivent être sollicités afin de savoir si certaines espèces sont inféodées à ces habitats,

indicatrices ou si des recouvrements de populations peuvent être indicateurs. En raison d'une variabilité interannuelle importante des effectifs des populations et de la mobilité de ce taxon, l'indicateur pourra être considéré en bonus. Leur absence ne traduit pas un mauvais état de conservation (Charles et Viry, 2015).

Différentes méthodes peuvent être appliquées simultanément au printemps, de préférence à la tombée du jour. Chasse à vue, utilisation d'une épuisette, éclairage des bords de l'eau à la lampe ou opportunisme lors d'une prospection de l'habitat durant la journée sont autant de possibilités.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Habitats concernés	Échelle	Résultats attendus
Composition faunistique	Qualité de l'eau, fonctionnalité biologique, connectivité des milieux	Tous	Plan d'eau	Présence

✓ Présence d'invertébrés aquatiques (odonates adultes et coléoptères) (bonus) (Sources : Oertli *et al.*, 2000 ;

Gobierno de Aragón, 2010 ; Charles et Viry, 2015)

Composante essentielle des milieux aquatiques, les invertébrés aquatiques 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). L'absence d'invertébrés ne peut être considérée comme un dysfonctionnement de l'habitat, c'est pourquoi il est proposé de l'appliquer en bonus (Charles et Viry, 2015) comme pour l'indicateur « présence d'amphibiens ». Seuls les plus grands invertébrés aquatiques sont retenus ici. Une liste d'environ 4 à 6 espèces inféodées et/ou caractéristiques de ces habitats doit être dressée si possible.

Il existe plusieurs méthodes pour échantillonner les invertébrés aquatiques. Howard et Gipsy (2000) 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.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Habitats concernés	Échelle	Résultats attendus
Composition faunistique	Qualité de l'eau, fonctionnement général	Tous	Plan d'eau	Présence

6.2.3. 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.

Recouvrement des atteintes dont l'impact est quantifiable en surface (%)

Une liste d'atteintes visibles dont l'impact peut être quantifié en surface est présentée ci-dessous (Tableau 14). Certaines de ces atteintes ont été rencontrées sur le terrain en 2016.

Tableau 14. Liste des atteintes potentiellement présentes sur ces habitats, dont l'impact peut être quantifié en surface.

Atteintes au niveau du polygone/tronçon	Description	Habitats concernés	Point(s)	Source
Rejets ponctuels, pollutions	Déversement des eaux usées dans le plan d'eau, de produits polluants etc.	Tous	2	Mroz, 2013 ; Pouvaret, 2015
Tourisme/Activités de loisirs/Fréquentation	Les activités de baignade autour des lacs par exemple peuvent conduire à la destruction de la végétation (Mroz, 2013)	Tous		Joint Nature Conservation Committee, 2005 ; Mroz, 2013
Passage d'animaux sauvages	Labour par les sangliers, piétinement, couches, déjections etc.	Tous	1	Bensettiti, comm. Pers.
Artificialisation des berges	Digues, empiérement etc.	Tous	2	Mroz, 2013 ; Pouvaret, 2015
Passage d'engins lourds]0-5] % de la surface de l'habitat	Traces de pneu, tassement du sol, ornières etc. entraînent une modification de la microtopographie. Le fonctionnement hydrologique de l'habitat peut alors être perturbé	Tous	1	Pouvaret, 2015
Passage d'engins lourds > 5 % de la surface de l'habitat		Tous	2	Pouvaret, 2015
Dépôts de matériaux/décharge]0-10] % de la surface	Décharge, comblements, atterrissements etc. provoquent une destruction de la végétation et une pollution des sols	Tous	1	Pouvaret, 2015
Dépôts de matériaux/ordures > 10 % de la surface		Tous	2	Pouvaret, 2015
Extraction de matériaux	Curage, pompage de l'eau et des sédiments etc. provoquent une déstabilisation du substrat, perturbent le fonctionnement hydrologique et détruisent la végétation	Tous	2	Pouvaret, 2015
Urbanisation	Présence d'infrastructures (routes, voies ferrées, habitations, chemins etc.)	Tous		Bensettiti et <i>al.</i> , 2002
Plantation de peupliers (directe ou en périphérie)	La décomposition des feuilles de peupliers libère des composés phénoliques toxiques	Tous		Site Natura 2000 Garonne-Midi-Pyrénées
Drainage (si indice H non retenu)	Des drains peuvent être observés sur certains polygones et contribuer à l'assèchement de la zone	Tous		Terrain ; comité de pilotage

L'atteinte « artificialisation des berges » nécessite la mise en place d'une typologie. La liste établie est non exhaustive et doit être complétée par les retours d'expérience de terrain. Les seuils de surface doivent également être discutés. Le tableau ci-dessous présente trois exemples d'atteintes répertoriées dans le tableau précédent (Tableau 15).

Tableau 15. Exemple d'atteintes dont l'impact peut être quantifié en surface.



Décharge



Déjections



Labour par les sangliers

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 ou tronçon (si l'on prend en compte le complexe d'habitats) qui donne la valeur de l'indicateur.

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Habitats concernés	Échelle	Résultats attendus
Atteintes lourdes	Fonctionnement général, connectivité, capacité de résilience	Tous	Polygone/ Tronçon	Somme des points = 0 (note = 0)
				Somme des points = 1 (note = -5)
				Somme des points = 2 (note = -10)
				Somme des points = 3 (note = -15)
				Somme des points ≥ 4 (note = -20)

Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface (Sources : Charles et Viry, 2015 ; toutes les études antérieures au MNHN)

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. Une liste non exhaustive

d'atteintes dont l'impact ne peut être quantifié en surface est présentée ci-dessous (Tableau 16). Cette liste devra être complétée via retours d'expérience et expérience de terrain.

Tableau 16. Liste d'atteintes potentiellement rencontrées à l'échelle du site Natura 2000 ou du bassin versant, dont l'impact est difficilement quantifiable en surface.

Atteintes « diffuses »	Description	Habitats concernés	Source
Drainage, assèchement	Drains fonctionnels visibles à l'échelle du site	Tous	Bensettiti <i>et al.</i> , 2002
Stabilisation du niveau d'eau, soutien d'étiage	La présence d'un barrage en aval peut stabiliser le niveau d'eau	Tous	Pouvaret, 2015
Activités de pompage sur le site	Elles peuvent modifier le fonctionnement hydrologique de l'habitat	Tous	Bensettiti <i>et al.</i> , 2002
Pisciculture intensive	Les communautés ne doivent pas être mises en présence d'espèces de poissons exotiques envahissantes ou bien de Cyprinidés (Brème, Carpe etc.). Ces derniers sont susceptibles de se nourrir des macrophytes. Ils participent à la destruction de l'habitat et remettent les sédiments en suspension, privant ainsi les espèces de lumière et conduisant à l'eutrophisation (Mroz, 2013)	Tous	Joint Nature Conservation Committee ; Mroz, 2013
Présence d'EEE faunistiques (hors pisciculture)	Elles peuvent exercer de fortes pressions comme une pression de prédation sur les espèces autochtones. On peut citer l'écrevisse de Louisiane (<i>Procambarus clarkii</i>). Son caractère omnivore peut causer des changements dans les flux et les stockages de carbone et d'azote	Tous	Joint Nature Conservation Committee, 2005 ; Mroz, 2013



©Margaux Mistarz

Photo 15. *Myocastor coypus* (Molina) sur l'étang du Murat.

L'opérateur doit renseigner toutes les atteintes jugées comme impactant indirectement l'état de conservation de l'habitat après avoir parcouru le site/bassin versant et/ou d'après sa connaissance du site/bassin versant. En ce qui concerne, l'atteinte « présence d'EEE faunistiques », une liste d'espèces potentielles a été établie et est présentée en annexe 4. Parmi elles, le ragondin, *Myocastor coypus* (Molina), est très présent sur ces habitats (Photo 15).

Critère	Informations apportées par l'indicateur	Habitats concernés	Échelle	Résultats attendus
Atteintes « diffuses » au niveau du site	Fonctionnement général, pérennité, capacité de résilience	Tous	Site	Impact négligeable ou nul (note = 0)
				Impact moyen (note = -10)
				Impact fort (note = -20)

6.2.4. Synthèse des indicateurs

Décision a été prise lors du comité de pilotage de ne proposer qu'une seule méthode d'évaluation pour gazons annuels et vivaces oligotrophes à mésotrophes. Leur distinction sur le terrain s'avère difficile, ces derniers étant très proches. La liste proposée pour ces habitats et celle proposée pour les pelouses à *Isoetes* spp. (Tableau 17) devront être ajustées à chaque grand écosystème précédemment cité, notamment en ce qui concerne les modalités des indicateurs. Les méthodes de relevé des indicateurs devront également être adaptées. La méthodologie mise en place par le CBN Bailleul en 2014 pour les végétations à *Chara* spp. devra être testée sur le terrain (Tableau 12).

Tableau 17. Grille d'indicateurs potentiels pour l'évaluation de l'état de conservation des habitats des eaux dormantes (UE 3110/UE 3130) et (UE 3120).

Paramètre	Critère	Indicateur	Échelle	Modalités	Remarques
Surface	Surface couverte par l'habitat	Évolution de la surface couverte	Site	Progression, stabilité	
				Régression (naturelle)	
				Régression (anthropique)	
		Nombre de pièces d'eau où l'habitat est présent	Site	Progression, stabilité	
				Régression (naturelle)	
				Régression (anthropique)	
Structures et fonctions	Fonctionnement hydrologique	Présence d'une phase inondée	Placette	Oui Non	
	Caractéristiques de l'eau	Transparence de l'eau	Plan d'eau	Visibilité $\geq 3,5$ m	Pour les grandes étendues d'eau
				$1.5 \text{ m} \leq \text{Visibilité} < 3.5 \text{ m}$	
				Visibilité $< 1.5 \text{ m}$	
	Composition floristique	Colonisation ligneuse (%)	Polygone	$< 20 \%$	Pour les systèmes alluviaux
				20-40 %	
				$> 40 \%$	
		Recouvrement en espèces eutrophiles (%)	Placette	0	
				$\leq 10 \%$	
				$> 10 \%$	
		Nombre d'espèces eutrophiles	Placette	Nul ou restreint	
				Élevé	
		Indice N moyen d'Ellenberg	Placette	À définir	Par alliance et écosystème
		Indice K moyen d'Ellenberg	Placette	À définir	Si pertinent
		Indice H moyen d'Ellenberg	Placette	À définir	Si pertinent
		Taille des plantes	Placette	À définir	Si pertinent
		Recouvrement des traits de vie (%)	Placette	À définir	À approfondir
		Recouvrement des types biologiques (%)	Placette	À définir	À approfondir
		Recouvrement des types architecturaux (%)	Placette	À définir	À approfondir
		Indice de diversité des taxons caractéristiques	Placette	À définir	Si pertinent
		Recouvrement en EEE (%)	Placette	$< 30 \%$	Liste à affiner
				$> 30 \%$	
		Recouvrement en algues filamenteuses (%) (malus)	Placette	Fort recouvrement	Via cas concrets
	Composition faunistique	Présence d'amphibiens (bonus)	Plan d'eau	Oui	Liste à établir
		Présence d'invertébrés aquatiques (odonates adultes et coléoptères aquatiques) (bonus)	Plan d'eau	Oui	Liste à établir
Altérations	Atteintes lourdes	Somme des notes associées aux recouvrements des atteintes dont l'impact peut être quantifié en surface	Polygone	0	À pondérer
				1	
				2	
				3	
	Atteintes diffuses	Impact des atteintes difficilement quantifiable en surface	Site/BV	≥ 4	Liste à compléter
				Négligeable ou nul	
				Moyen	
				Fort	

Une synthèse des indicateurs potentiellement complémentaires pour tous les habitats est proposée ci-dessous (Tableau 18). Ces derniers ne sont pas prioritaires.

Tableau 18. Synthèse des indicateurs potentiellement complémentaires pour l'évaluation de l'état de conservation des habitats (UE 3110 à UE 3140).

Paramètre	Critère	Indicateur	Échelle	Modalités	Remarques
Surface	Fragmentation	Degré d'isolement des pièces d'eau	Site	Nul, stabilité ou diminution en-dessous d'un certain seuil	
				Stabilité ou augmentation au-dessus d'un certain seuil	
Structures et fonctions	Fonctionnement hydrologique	Hydropériode	Placette	Continue	
				Discontinue	
	Caractéristiques de l'eau	Concentration en chlorophylle a ($\mu\text{g/L}$)	Plan d'eau/placette	< 21 $\mu\text{g/L}$	Seuils à ajuster
				$\geq 21 \mu\text{g/L}$	
		Couleur de l'eau	Plan d'eau/placette	Transparente à bleue	
				Bleue teintée de vert ou de jaune	
				Marron ou visiblement verte	

Une synthèse des indicateurs potentiels de suivi pour tous les habitats est proposée ci-dessous (Tableau 19). Ces derniers peuvent être utilisés dans le cadre de la surveillance et de la réactualisation du DOCOB de chaque site.

Tableau 19. Synthèse des indicateurs de suivi de l'état de conservation des habitats (UE 3110) à (UE 3140).

Paramètre	Critère	Indicateur	Échelle
Structures et fonctions	Caractéristiques de l'eau	Conductivité ($\mu\text{S.m}^{-1}$)	Plan d'eau/Placette
		Concentration en chlorophylle a ($\mu\text{g/L}$)	Plan d'eau/placette
		PH	Plan d'eau/placette

7. Discussion et perspectives

Ce rapport préliminaire présente les résultats d'une réflexion sur les indicateurs potentiels pour l'évaluation et le suivi de l'état de conservation de quatre habitats des eaux dormantes (UE 3110, UE 3120, UE 3130 et UE 3140). Pour ce faire, une large recherche bibliographique a été effectuée et une phase de terrain a été conduite afin d'effectuer les premiers tests des indicateurs et de prendre connaissance des habitats étudiés. Tous les indicateurs n'ont pu être testés sur le terrain cette année faute de moyens humain et matériel. La priorité a été donnée aux indicateurs de

composition floristique en partant du postulat que la flore est intégratrice des conditions écologiques du milieu. D'autres indicateurs simples à relever ont été testés lorsque cela était possible. Par ailleurs, les tests ont été effectués sur des sites de plaine sur substrat acide. Initialement, la phase de terrain aurait dû se dérouler durant trois semaines en plaine dans le Limousin, en moyenne montagne dans les Vosges et en haute-montagne dans les Pyrénées. Cette phase n'a pu se tenir et a été reportée pour l'année 2017. Ceci aurait permis de standardiser la méthode sur l'ensemble du territoire dans divers contextes. Il est prévu une phase de test des indicateurs pour les gazons oligotrophes et les gazons oligo-mésotrophes ainsi que l'application de la méthode du CBN de Bailleul pour les végétations à *Chara* spp. dans trois régions géographiques distinctes (Bassin parisien, Massif-central et Occitanie). Cela devrait permettre de récolter suffisamment de données afin de calibrer la méthode et de la standardiser à l'échelle nationale. Un comité de pilotage destiné à la validation des indicateurs (notamment ceux qui doivent être approfondis) avant la phase de terrain sera organisé au premier semestre 2017. Il est également prévu la mise en place d'une méthode similaire pour les habitats de lacs eutrophes (UE 3150) et dystrophes (UE 3160). Avec l'étude sur les mares temporaires méditerranéennes (Charles et Viry, 2015), nous envisageons à la fin 2017, l'élaboration d'une première version d'une méthode d'évaluation pour l'ensemble des habitats des eaux dormantes.

Cette méthode concerne l'habitat générique au sens de la DHFF. Elle se veut simple, accessible à tous les opérateurs et autres acteurs de Natura 2000. Ces habitats présentent pourtant une très grande variabilité qu'il est difficile d'intégrer dans une évaluation à cette échelle. C'est pourquoi il a été tenté dans ce rapport de travailler au niveau de l'habitat et des écosystèmes dans lesquels peuvent être rencontrés les habitats d'étude. Des choix typologiques seront nécessaires si l'on veut adapter chaque indicateur au contexte et juger de sa pertinence. Les indicateurs doivent être affinés par l'expérience de terrain et le retour des opérateurs (comme pour la méthode). Il s'agira début 2017 d'identifier les alliances que l'on peut retrouver dans chaque écosystème afin de dégager les profils à haute fréquence concernant les types biologiques, les types architecturaux, les traits de vie etc. et de définir les seuils par alliance. À terme, la démarche devra aboutir à l'élaboration d'une grille d'évaluation pour les gazons annuels et vivaces oligotrophes à mésotrophes, les pelouses oligotrophes à *Isoetes* spp. et les végétations à *Chara* spp. par écosystème. Ces grilles incluront les remarques et retours d'expérience des experts et opérateurs.

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.

Angelini P., Casella L., Grignetti A. & Genovesi P., 2016. - Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: Habitat. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. 142 p.

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.

Anras L. & Guesdon S., 2007. - Hydrologie des marais littoraux. Mesures physico-chimiques de terrain. Marais mode d'emploi. Forum des Marais Atlantiques. 76 p.

Barnaud G., Barre V. & Weng P., 2004. - Programme national de recherche sur les zones humides-Les actes de colloque de Toulouse. 305 p.

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. 457 p.

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. 204 p.

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. 76 p.

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-ENGREF. 73 p.

Bliss S.A. & Zedler P.H., 1998. - The Germination Process in Vernal Pools: Sensitivity To Environmental Conditions and Effects on Community Structure. *Oecologia* 113, 67-73.

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

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

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

Butler B. & Burrows D.W., 2007. - Dissolved oxygen guidelines for freshwater habitats of Northern Australia. Version 1.0. ACTFR Report No. 07/32. 49 p.

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. 49 p.

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. 18 p.

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. 64 p.

Collectif RhoMéO, 2014. - La boîte à outils de suivi des zones humides du bassin Rhône-Méditerranée. Version 1. Conservatoire d'espaces naturels de Savoie. 147 p.

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

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, 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. 154 p.

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

De Foucault B., 2013(a). - Contribution au prodrome des végétations de France: les *Isoëtetea Velatae* de Foucault 1988 et les *Juncetea Bufonii* de Foucault 1988 («*Isoëto–Nanojuncetea bufonii*») (Partie 1). *Journal de Botanique de la Société Botanique de France* (**62**) : 35–70.

De Foucault B., 2013(b). - Contribution Au prodrome des végétations de France: les *Isoëtetea Velatae* de Foucault 1988 et les *Juncetea Bufonii* de Foucault 1988 («*Isoëto–Nanojuncetea bufonii*») (Partie 2). *Journal de Botanique de la Société Botanique de France* (**63**) : 63–109.

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

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

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. 111 p.

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. 123 p.

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.

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. 189 p.

Gayet G., Baptist F., Baraille L., Caesstecker P., Clément J-C., Gaillard J., Gaucherand S., Isselin-Nondedeu F., Poinso 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. 310 p.

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. 19 p.

Goffé L., 2011. - État de conservation des habitats d'intérêt communautaire des dunes non boisées du littoral atlantique. Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000. Version 1. Rapport SPN 2011-18. Muséum national d'Histoire naturelle, Office National des Forêts, Conservatoire botanique national de Brest. 67 p.

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 Resources Institute. 266 p.

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

Guitton H., 2007. - La Lobélie de Dortmann (*Lobelia Dortmanna* L.) dans le massif armoricain. *E.R.I.C.A*, 20. 28 p.

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. 14 p.

Jaeger J.A.G., 2000. - Landscape division, splitting index and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. *Landscape Ecology* **(15)**: 115–130.

Joint Nature Conservation Committee, 2005. - Common Standards Monitoring Guidance for Standing Waters. 80 p.

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>.

Kluszczewski M., 2007. - Élaboration de critères d'évaluation de l'état de conservation des habitats naturels du parc national des Cévennes. Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon. 65 p.

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. 84 p.

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.

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. Muséum national d'Histoire naturelle/Service du Patrimoine Naturel, Pôle-relais lagunes méditerranéennes, Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon. 107 p.

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. 289 p.

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. 119 p.

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. 62 p.

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. 179 p.

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. 194 p.

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.

Mistarz M., 2015. - Inventaire des zones humides sur le bassin versant de la Brenne. Sous-bassin versant de la Glaise. Société d'étude, de protection et d'aménagement de la nature en Touraine, Syndicat de la Brenne. 53 p.

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

Nicolas S., 2013. - Caractérisation des herbiers à Characées (3140) en Auvergne. Conservatoire botanique national du Massif-central, Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement d'Auvergne. 21 p.

Oertli B., Auderset J. 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. 340 p.

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

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.

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, évaluation 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. 39 p.

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. 96 p.

R Development Core Team (2013). - 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. 119 p.

Renaux B., 2014. Caractérisation des Gazons amphibies vivaces des *Littorelletea uniflorae* en Auvergne (3110 et 3130 p.p.). Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement. 43 p.

Rouveyrol, P., 2016. - Évaluer l'efficacité de la mise en œuvre des directives Nature en France : synthèse bibliographique et perspectives de travail. Société du Patrimoine Naturel/Muséum national d'Histoire naturelle. 52 p.

Scheffer M., 2001. - Alternative Attractors of Shallow Lakes. *TheScientificWorld* 1: 254–263.

Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes, 2006. - Action 341. Fragmentation de l'habitat due aux infrastructures de transport. État de l'art. Rapport de la France. Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement. Direction des Routes. 189 p.

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. 65 p.

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. 410 p.

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. 83 p.

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

ANNEXES

Annexe 1. Liste d'indicateurs issus de la bibliographie

PARAMETRE	CRITERE	INDICATEUR	INFORMATIONS APPOORTÉES PAR L'INDICATEUR	HABITATS	ECHELLE
Surface	Surface couverte par l'habitat	Évolution de la surface couverte et nombre de pièces d'eau où l'habitat/complexe est présent	Fonctionnement général, perspectives, pérennité de l'habitat et des espèces, dynamique de l'habitat	Tous	Site
	Fragmentation	Evolution de la "fragmentation" de l'habitat	Connectivité entre les patches d'habitats, corridors écologiques	Tous	Site
		Indice de fragmentation de Jaeger (Jaeger, 2000)	Connectivité entre les patches d'habitats, corridors écologiques	Tous	Site
		Degré d'isolement des pièces d'eau	Connectivité entre les patches d'habitats, corridors écologiques	Tous	Site
Structure et fonctionnement	Fonctionnement hydrologique	Hydropériode	Variation du niveau d'eau	Pérennité de l'habitat, développement et survie des espèces	UE 3110, UE 3120, UE 3130
			Continuité		
			Cause(s) des fluctuations		
		Dynamique hydromorphologique		Prérennité et dynamique naturelle intra-habitat	Tous (annexes hydrauliques)
	Couverture du sol	Recouvrement par la litière (%)		Dynamique naturelle et pérennité de l'habitat	UE 3110, UE 3120, UE 3130
	Caractéristiques de l'eau	Transparence de l'eau (de visu)/Turbidité (NTU)		Eutrophisation, concentration en matière organique en suspension (plancton), changements physico-chimiques, qualité de l'eau	Tous
		Concentration en chlorophylle a (µg/L)		Eutrophisation, concentration en matière organique en suspension (phytoplancton), changements physico-chimiques, qualité de l'eau	Tous
		Recouvrement en espèces de phytoplancton (%)		Eutrophisation, acidification, changements physico-chimiques, qualité de l'eau	Tous
		Recouvrement en espèces de zooplancton (%)		Eutrophisation, acidification, changements physico-chimiques, qualité de l'eau	Tous
		Conductivité (µS.m-1)		Eutrophisation, pollutions, capacité d'accueil des espèces	Tous
		PH		Acidification, alcalinisation, changements de la composition chimique de l'eau, capacité d'accueil des espèces	Tous
		Couleur de l'eau (mg/L Pt)		Matière organique, pollutions, eutrophisation, qualité de l'eau	Tous
		Concentration en oxygène dissous (mg/L)		Survie, pérennité et capacité d'accueil des espèces, changements de la composition chimique de l'eau	Tous
	Composition floristique	Température de l'eau (°C)		Qualité de l'eau, susceptibilité de l'habitat aux invasions, capacité d'accueil des espèces	Tous
		Évolution du nombre d'espèces spécialistes (caractéristiques)/Nombre d'espèces généralistes (compagnes)		Pérennité et dynamique de l'habitat, capacité de résilience, conditions stationnelles	Tous
		Recouvrement en espèces "déstructurantes" (%)		Pérennité et dynamique de l'habitat, conditions stationnelles	Tous
		Recouvrement en espèces héliophiles (%)		Dynamique et intégrité de l'habitat	UE 3110, UE 3120, UE 3130
		Colonisation ligneuse (%)		Dynamique, structure et fonctionnement de l'habitat	Tous
		Recouvrement en espèces eutrophiles (%)		Eutrophisation	UE 3110, UE 3120, UE 3140
		Indice N d'Ellenberg moyen (Ellenberg, 1988)		Eutrophisation	UE 3110, UE 3120, UE 3140
		Recouvrement en espèces exotiques envahissantes (%)		Capacité de résilience, qualité et fonctionnement de l'habitat	Tous
	Composition faunistique	Recouvrement en algues filamenteuses (%)		Eutrophisation, fonctionnement général, pérennité de l'habitat	Tous
		Présence d'amphibiens (Bonus)		Qualité de l'eau, fonctionnalité biologique, connectivité des milieux	Tous
Altérations	Atteintes « diffuses »	Présence d'invertébrés aquatiques : branchiopodes et copépodes (Bonus)		Fonctionnement général, qualité de l'eau	Tous
		Atteintes lourdes		Fonctionnement général, connectivité, capacité de résilience	Tous
Altérations	Atteintes « diffuses »	Recouvrement des atteintes visibles dont l'impact peut être quantifier en surface		Fonctionnement général, connectivité, capacité de résilience	Polygone/Tronçon
		Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface		Fonctionnement général, capacité de résilience, pérennité de l'habitat	Site

Annexe 2. Liste d'espèces eutrophiles

Espèces	N
<i>Euphorbia segetalis</i> L.	7
<i>Dactylis glomerata</i> L.	7
<i>Poa trivialis</i> L.	7
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl	7
<i>Poa annua</i> L.	8
<i>Bidens tripartita</i> L.	8
<i>Ranunculus sceleratus</i> L.	8
<i>Rumex maritimus</i> L.	8
<i>Bidens cernua</i> L.	8
<i>Bidens radiata</i> Thuill.	8
<i>Persicaria decipiens</i> (R.Br.) K.L.Wilson	7
<i>Potentilla supina</i> L.	7
<i>Rorippa palustris</i> (L.) Besser	7
<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Delarbre	8
<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Spach	7
<i>Rumex palustris</i> Sm.	8
<i>Bidens connata</i> Muhlenb. ex Willd.	8
<i>Atriplex prostrata</i> Boucher ex DC.	7
<i>Oxybasis chenopodioides</i> (L.) S.Fuentes, Uotila & Borsch	8
<i>Oxybasis glauca</i> (L.) S.Fuentes, Uotila & Borsch	8
<i>Brassica nigra</i> (L.) W.D.J.Koch	8
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv.	8
<i>Myosoton aquaticum</i> (L.) Moench	8
<i>Atriplex patula</i> L.	7
<i>Stuckenia pectinata</i> (L.) Börner	8
<i>Potamogeton lucens</i> L.	7
<i>Potamogeton berchtoldii</i> Fieber	7
<i>Potamogeton pusillus</i> L.	7
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	7
<i>Potamogeton crispus</i> L.	7
<i>Sparganium emersum</i> Rehmann	7
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	8
<i>Lemna gibba</i> L.	8
<i>Wolffia arrhiza</i> (L.) Horkel ex Wimm.	7
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla	7
<i>Ranunculus repens</i> L.	7
<i>Pulicaria vulgaris</i> Gaertn.	8
<i>Polygonum aviculare</i> L.	8
<i>Iris pseudacorus</i> L.	7
<i>Acorus calamus</i> L.	7
<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb.	9
<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds.	7
<i>Sparganium erectum</i> L.	7

<i>Typha latifolia</i> L.	8
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	7
<i>Sparganium emersum</i> Rehmann	7
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	7
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	7
<i>Panicum capillare</i> L.	7
<i>Persicaria maculosa</i> Gray	8
<i>Amaranthus blitum</i> L.	8
<i>Leersia oryzoides</i> (L.) Sw.	7
<i>Chenopodium ficifolium</i> Sm.	7
<i>Echinochloa muricata</i> (P.Beauv.) Fernald	8
<i>Amaranthus hybridus</i> subsp. <i>bouchonii</i> (Thell.) O.Bolòs & Vigo	7
<i>Lipandra polysperma</i> (L.) S.Fuentes, Uotila & Borsch	8
<i>Datura stramonium</i> L.	8
<i>Eragrostis pectinacea</i> (Michx.) Nees	8
<i>Eragrostis pilosa</i> (L.) P.Beauv.	7
<i>Portulaca oleracea</i> L.	7
<i>Ranunculus sceleratus</i> L.	8

Annexe 3. Liste des EEE (flore)

Nom scientifique	Nom commun
<i>Acer negundo subsp. Negundo</i> L.	Érable negundo
<i>Akebia quinata</i> Decne.	Akébie à 5 feuilles
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Ambrosie à feuilles d'armoise
<i>Ammannia coccinea</i> Rottb	Ammannie écarlate
<i>Ammannia robusta</i> Heer & Regel	Ammannie robuste
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	Faux Indigo, Indigo bâtard
<i>Arundo donax</i> L.	Canne de Provence
<i>Aster novi-belgii</i> L.	Aster de Virginie
<i>Azolla filiculoides</i> Lam.	Azolla fausse-fougère
<i>Baccharis halimifolia</i> L.	Sénéçon en arbre
<i>Bidens frondosa</i> L.	Bidens à fruits noirs
<i>Buddleja davidii</i> Franchet	Buddléia de David, Arbre à papillons
<i>Cabomba caroliniana</i> A.Gray	Cabomba de Caroline
<i>Cornus sericea</i> L.	Cornouiller soyeux
<i>Cortaderia selloana</i> (Schoultès) Asch. & Graebner)	Herbe de la Pampa
<i>Cotula coronopifolia</i> L.	Cotule pied de corbeau
<i>Crassula helmsii</i> (Kirk) Cockayne	Crassule de Helms
<i>Cuscuta australis</i> R. Br.	Cuscute d'Australie
<i>Cyperus eragrostis</i> Lam.	Souchet vigoureux
<i>Cyperus glomeratus</i> L.	Souchet aggloméré
<i>Egeria densa</i> Planch.	Élodée dense
<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	Jacinthe d'eau
<i>Elodea callitrichoides</i> (Rich.) Casp.	Élodée à feuilles allongées
<i>Elodea canadensis</i> Michx.	Élodée du Canada
<i>Elodea nuttallii</i> (Planch.) H.St.John	Élodée à feuilles étroites
<i>Eragrostis pectinacea</i> (Michx) Nees	Éragrostis en peigne
<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	Févier d'Amérique
<i>Helianthus tuberosus</i> L.	Topinambour
<i>Heracleum mantegazzianum</i> Sommier & Levier	Berce du Caucase

<i>Heteranthera limosa</i> (Sw.) Willd.	Héthéranthère des marais
<i>Heteranthera reniformis</i> Ruiz & Pavon	Hétéranthère reuniforme
<i>Humulus scandens</i> (Lour.) Merr.	Houblon japonais
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L.f.	Hydrocotyle fausse renoncule
<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	Balsamine de l'Himalaya
<i>Lagarosiphon major</i> (Ridley) Moss	Lagarosiphon
<i>Lemna minuta</i> H.B.K.	Lentille d'eau minuscule
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton	Troène du Japon
<i>Lindernia dubia</i> L.	Lindernia
<i>Ludwigia grandiflora</i> (Michx.) Greuter & Burdet	Jussie à grandes fleurs
<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) P.H.Raven	Jussie péploïde
<i>Mahonia aquifolium</i> (Pursh) Nutt.	Mahonia faux-houx
<i>Myriophyllum aquaticum</i> (Vell.) Verdc.	Myriophylle du Brésil
<i>Myriophyllum heterophyllum</i> Michx	Myriophylle à feuilles variées
<i>Parthenocissus inserta</i> (A. Kerner) Fritsch	Vigne-vierge commune, Vigne-vierge américaine
<i>Paspalum dilatatum</i> Poir	Paspale dilaté
<i>Paspalum distichum</i> L.	Paspale distique
<i>Periploca graeca</i> L.	Bourreau-des-arbres
<i>Phyla filiformis</i> (Schrader) Meikle	Lippia
<i>Phytolacca americana</i> L.	Raisin d'Amérique
<i>Pistia stratiotes</i> L.	Laitue d'eau
<i>Reynoutria japonica</i> Houtt.	Renouée du Japon
<i>Reynoutria sachalinensis</i> (F. Schmidt)	Renouée de Sakhaline
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Robinier faux-acacia
<i>Rudbeckia laciniata</i> L.	Rubdeckia lacinié
<i>Sagittaria latifolia</i> Willd.	Sagittaire
<i>Sicyos angulata</i> L.	Concombre anguleux
<i>Solidago canadensis</i> L.	Tête d'or
<i>Solidago gigantea</i> Aiton	Tête d'or
<i>Symphyotrichum laeve</i> (L.) Á.Löve & D.Löve	Aster lisse
<i>Symphyotrichum lanceolatum</i> (Willd.) G.L.Nesom	Aster à feuilles lancéolées
<i>Symphyotrichum novae-angliae</i> (L.) G.L.Nesom	Aster de la Nouvelle-Angleterre
<i>Symphyotrichum squamatum</i> (Spreng.) G.L.Nesom	Aster écailleux

<i>Tamarix ramosissima</i> Ledeb.	Tamaris très ramifié
<i>Vitis riparia</i> Michaux	Vigne des rivages
<i>Xanthium orientale subsp. italicum</i> (Moretti) Greuter	Lampourde d'Italie
<i>Yucca gloriosa</i> L.	Yucca

Annexe 4. Liste d'EEE (faune)

Nom scientifique	Nom commun
<i>Aedes albopictus</i> (Skuse)	Moustique tigre
<i>Alopochen aegyptiacus</i> (Linnaeus)	Ouette d'Égypte
<i>Ameiurus melas</i> (Rafinesque)	Poisson-chat
<i>Aspius aspius</i> (Linnaeus)	Aspe
<i>Bombina bombina</i> (Linnaeus)	Sonneur à ventre de feu
<i>Branta canadensis</i> (Linnaeus)	Bernache du Canada
<i>Corbicula fluminalis</i> (O.F. Müller)	Corbicule striolée
<i>Corbicula fluminea</i> (O.F. Müller)	Corbicule asiatique
<i>Dreissena bugensis</i> (Andrusov)	Moule quagga
<i>Dreissena polymorpha</i> (Pallas)	Moule zébrée
<i>Dugesia tigrina</i> (Girard)	
<i>Hypania invalida</i> (Grube)	
<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus)	Perche-soleil
<i>Lithobates catesbeianus</i> (Shaw)	Grenouille taureau
<i>Myocastor coypus</i> (Molina)	Ragondin
<i>Natrix tessellata</i> (Laurenti)	Couleuvre tesselée
<i>Ondatra zibethicus</i> (Linnaeus)	Rat musqué
<i>Orconectes immunis</i> (Hagen)	Écrevisse calicot
<i>Orconectes immunis</i> (Hagen)	Écrevisse juvénile
<i>Orconectes limosus</i> (Rafinesque)	Écrevisse américaine
<i>Oxyura jamaicensis</i> (Gmelin)	Érismature rousse
<i>Pacifastacus leniusculus</i> (Dana)	Écrevisse de Californie
<i>Pelophylax ridibundus</i> (Pallas)	Grenouille verte rieuse
<i>Physella acuta</i> (Draparnaud)	Physe voyageuse
<i>Potamopyrgus antipodarum</i> (J. E. Gray)	Hydrobie des antipodes
<i>Procambarus clarkii</i> (Girard)	Écrevisse de Louisiane
<i>Sinanodonta woodiana</i> (Lea)	Anodonte chinoise
<i>Trachemys scripta elegans</i> (Wied)	Tortue à tempes rouges
<i>Triturus carnifex</i> (Laurenti)	Triton crêté italien
<i>Xenopus laevis</i> (Daudin)	Xenope lisse



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 travail préliminaire a porté sur les eaux courantes en 2013 puis sur les eaux dormantes en 2015 (mares temporaires méditerranéennes, UE **3170***). C'est dans la continuité de ce dernier que s'inscrit le présent rapport.

Les résultats d'une réflexion sur les indicateurs potentiels sont présentés pour évaluer l'état de conservation des habitats des eaux dormantes des gazons oligotrophes des *Littorelletalia uniflorae* (UE 3110), des pelouses oligotrophes à *Serapias* spp. et *Isoetes* spp. (UE 3120), des gazons oligo-mésotrophes des *Isoeto-Nanojuncetea* et *Littorelletea uniflorae* (UE 3130) et des végétations à *Chara* spp. (UE 3140) à l'échelle des sites Natura 2000. C'est l'aboutissement d'une recherche bibliographique, d'une phase de terrain ainsi que des échanges avec les experts et opérateurs pour l'élaboration des grilles d'indicateurs à tester en 2017. Un premier guide d'application sera produit à terme avec une méthode et une grille d'évaluation pour les habitats (UE 3110/UE 3130) et (UE 3120) par grand écosystème identifié.