



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

Lise Maciejewski, Laurent Seytre, Jérémie Van Es,
Pascal Dupont, Karim Ben-Mimoun



ÉTAT DE CONSERVATION
DES HABITATS AGROPASTORAUX
D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRE
Méthode d'évaluation à l'échelle
du site Natura 2000

Guide d'application

Version 2



Le Service du Patrimoine Naturel (SPN)

Inventorier - Gérer - Analyser - Diffuser

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 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.mnhn.fr/spn/>

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

INPN

Inventaire National
du Patrimoine Naturel



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>

Programme

Evaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire dans les sites Natura 2000

Subvention MEDDE (2012-2013), action « Etat de conservation »

Chef de projet

Farid Bensettiti (bensettiti@mnhn.fr)

Contacts

Lise Maciejewski : maciejewski@mnhn.fr

Laurent Seytre : Laurent.Seytre@cbnmc.fr

Jérémie Van Es : j.van-es@cbn-alpin.org

Pascal Dupont : pdupont@mnhn.fr

Karim Ben-Mimoun : karim.ben-mimoun@laposte.net

Relecture

Farid Bensettiti / Julien Touroult / Pascal Dupont

Téléchargement

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

Référence du rapport conseillée

Maciejewski L., Seytre L., Van Es J., Dupont P., Ben-Mimoun K., 2013. Etat de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire, Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Guide d'application. Version 2. Mai 2013. Rapport SPN 2013-16, Service du patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 179 pages.

Crédit photographiques

1^{ère} de couverture :

- *Pyrgus carthami*: © R. Puissauve

- *Anoplotrupes stercorosus* : © J. Touroult

- Pâturage (PN des Cévennes), Pelouse calcicole (PN des Cévennes), *Sanguisorba officinalis*

(RNN Marais de Lavours) : © L. Maciejewski

4^{ème} de couverture :

- *Scleranthus perennis*, Doline sur le Causse Méjean (PN des Cévennes), Prairie à Sainfoin (Chateauroux-les-Alpes - 05-), Can de Balazuegues (PN des Cévennes) : © Renaud Puissauve

Remerciements

À Farid Bensettiti (MNHN/SPN), Julien Touroult (MNHN/SPN), Bruno de Foucault, Jean-Marie Royer, Pierre Jay-Robert et Jean-Pierre Lumaret (Université Montpellier 3), Frantz Hopkins (PN des Cévennes), Gilles Pache (CBN Alpin), Thomas Legland (CBN Alpin), Alexis Mikolajczak (CBN Alpin), Fabrice Darinot (RNN Marais de Lavour), Renaud Puissauve (MNHN/SPN), Vincent Pellissier (MNHN/CESRP), Isabelle Witté (MNHN/SPN), Pierre Juillard (RNN Combe Lavaux), Gwenhael Perrin (UBO), Arnaud Horellou (MNHN/SPN), Thierry Cornier (CBN Bailleul), Christophe Blondel (CBN Bailleul), Fabien Charlet (PNR Avesnois), Théophile Detailleur (PNR Caps et Marais d'Opale), Jérôme Bacquaert (PNR Scarpe-Escaut), Arnaud Boulanger (PNR Caps et Marais d'Opale), Sébastien Mézière (PNR Avesnois), Pierre Levisse (PNR Caps et Marais d'Opale), Benoit Gallet (CEN Nord-Pad-de-Calais), Gaëtan Rey (CEN Nord-Pad-de-Calais), William Gelez (CEN Nord-Pad-de-Calais), l'Association EDEN 62, Laure Olivier (DREAL Nord-Pas-de-Calais), Claire Bracht (MEDDTL), Julie Chaurand (FCBN), Michel Godron (CBN Alpin), pour leurs participations, leurs aides et leurs soutiens lors de la réalisation de cette étude.

Aux autres membres du comité de pilotage Didier Alard (Université Bordeaux 1), Sophie Auvert (CBN Bassin Parisien), David Bécu (CPN Champagne-Ardenne), Vincent Boulet (CBN Massif Central), Pascal Chondroyannis (CBN Alpin), Grégoire Gautier (PN des Cévennes), Nabila Hamza (DREAL Languedoc-Roussillon), Katia Herard (MNHN/SPN), Philippe Housset (CBN Bailleul), Mario Kleszczewski (CEN Languedoc-Roussillon), Serge Muller (Université Paul Verlaine de Metz), Sandra Mendez (RNN Vallée d'Eyne).

Un remerciement tout particulier à Aimie Bley, Basile Hurault et Sarah Boillet pour avoir accepté de transmettre leurs données, mais aussi pour leurs remarques pertinentes sur la méthode.

À Roger Marciau (CEN Isère - Avenir), Nicolas Biron (CEN Isère - Avenir), Philippe Mestelan (SCOPELA), Marie Bonnevalle (IPAMAC), Thierry Lecomte (PNR Boucles de la Seine normande), Jean-Michel Genis (CBN Alpin), Jonathan Hareng (CBN Alpin), Olivier Escuder, Piotr Daskiewicz, Sylvie Chevallier et Mélanie Hubert (MNHN/SPN).

À l'équipe « Evaluation de l'état de conservation » du SPN (MNHN), dont Fanny Lepareur et Déborah Viry.

Sommaire

1. Contexte réglementaire	4
2. État de conservation.....	5
2.1. Approche conceptuelle.....	5
2.2. Définition des paramètres	8
3. Principe méthodologique de l'évaluation	9
3.1. Système d'évaluation.....	9
3.2. Paramètres, critères et indicateurs	9
3.3. Du relevé à la note.....	10
3.4. Échelles d'évaluation.....	11
4. Échantillonnage.....	12
4.1. Choix de l'unité d'échantillonnage.....	13
4.2. Stratégie d'échantillonnage.....	15
5. Des évaluations stationnelles à une évaluation au niveau du site.....	16
5.1. Passage des évaluations stationnelles à une évaluation au niveau du site.....	16
5.2. Valorisation de l'évaluation.....	18
6. Lien entre l'évaluation de l'état de conservation et la gestion d'un site .	20
6.1. Un outil d'aide à la gestion	20
6.2. ... Et pas un outil d'évaluation de la gestion	21
6.3. Un outil d'évaluation et pas un outil de suivi.....	21
7. Processus d'élaboration des grilles d'analyse.....	23
7.1. Bibliographie et création de nouveaux indicateurs.....	23
7.2. Récolte de données.....	23
7.3. Analyses statistiques.....	24

8. Comment mettre en application la méthode ?	25
8.1. Étapes à suivre.....	25
8.2. Adapter la méthode	27
9. Discussion et perspectives	28
Cahiers d'évaluation de l'état de conservation des habitats à l'échelle du site Natura 2000	31
Pelouses calcicoles	33
Prairies de fauche	81
Prairies à molinie	129
Bibliographie.....	155
Annexe : Questionnaire de retour d'expérience.....	167

Préambule

Le réseau Natura 2000 a pour objectif de concilier la préservation de la nature et les préoccupations socio-économiques, à travers la gestion concertée et contractuelle d'un ensemble de sites. Ces derniers sont dédiés au maintien ou à la restauration d'un état de conservation favorable des espèces et des habitats naturels des annexes de la directive Habitats-Faune-Flore (DHFF). Le bon état de conservation n'est pas considéré comme une référence scientifique absolue mais comme une co-construction entre des principes écologiques et des exigences socio-économiques compatibles avec une préservation de la nature. Les habitats agropastoraux sont le parfait exemple de cet équilibre, où les activités humaines jouent un rôle clé dans le maintien et la conservation de ces milieux (Photo 1) (Ostermann, 1998 ; Henle *et al.*, 2008).

Le ministère en charge de l'écologie a confié au Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN) la mise en place des méthodes pour évaluer l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire dans les sites Natura 2000, afin de répondre à l'obligation réglementaire de l'article R.414-11 du Code de l'environnement (Anonyme, 2008). Plusieurs méthodes ont déjà été élaborées, notamment pour l'évaluation des habitats forestiers (Carnino, 2009), des habitats marins par la mise en place de descripteurs (Lepareur, 2011), des habitats dunaires non boisés de la façade atlantique (Goffé, 2011), des habitats humides et aquatiques (Viry, 2013) et des lagunes atlantiques et méditerranéennes (Lepareur *et al.*, 2013). La réflexion a déjà été entamée pour les habitats agropastoraux en 2011 avec la parution d'une première version de méthode pour évaluer l'état de conservation des pelouses calcicoles et des prairies de fauche (Maciejewski, 2012a et 2012b). Le travail s'est poursuivi par un recalibrage de la méthode élaborée en 2012, et par l'élaboration d'une nouvelle méthode pour les prairies humides.

Un rapport d'étude présente l'état de la réflexion et la démarche qui ont amené à l'élaboration de la première version de la méthode en 2012, un guide d'application en complément de ce rapport a été élaboré afin d'accompagner la mise en pratique de la méthode sur le terrain par les gestionnaires (Maciejewski, 2012a et 2012b). C'est ce guide d'application que nous remettons à jour afin d'y apporter les modifications concernant les pelouses calcicoles et prairies de fauche, mais aussi afin d'y ajouter la nouvelle méthode pour les prairies à Molinie. Le processus d'élaboration des méthodes a évolué en même temps que ces méthodes, néanmoins la réflexion présentée dans le rapport d'étude en 2012 reste d'actualité.

Ce guide d'application est découpé en deux. La première partie aborde de manière générale la notion d'état de conservation et son évaluation ainsi que les choix méthodologiques que nous avons faits. Elle est suivie par les cahiers techniques qui ont été réalisés pour chaque habitat. Ces derniers présentent les indicateurs et chaque méthode en détail.

1. Contexte réglementaire

Dans le cadre de la Directive « Habitats-Faune-Flore » (DHFF), chaque État membre s'est engagé à assurer le maintien ou le rétablissement des habitats naturels et des espèces de faune et de flore sauvages d'intérêt communautaire dans un état de conservation favorable, afin de contribuer au maintien de la biodiversité. L'état de conservation des habitats doit être évalué au niveau du site (obligation nationale) et au niveau biogéographique (obligation communautaire) :



Photo 1 : Les activités agropastorales ont modelé le paysage (La Godivelle (63), © L. Maciejewski)

- Au niveau biogéographique : en France, l'évaluation concerne 132 habitats et près de 300 espèces sur quatre domaines biogéographiques terrestres (alpin, atlantique, continental, méditerranéen) et deux marins (méditerranéen marin et atlantique marin).
- Au niveau du site : l'évaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces à l'échelle des sites Natura 2000 sont prévus dans l'art. R. 414-11 et l'art. R. 414-8-5 du code de l'Environnement (Anonyme, 2008) qui sont la transposition en droit français des dispositions de l'article 6 de la DHFF.

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

- Le premier concerne la gestion d'un site. Il s'agit de disposer d'un cadre factuel pour diagnostiquer l'état des composantes d'un site Natura 2000, connaître son évolution ainsi que fournir des études scientifiques pour alimenter les comités de pilotage (COFIL). C'est à ce titre que l'évaluation de l'état de conservation fait partie du document d'objectif (DocOb). Ces méthodes doivent également servir d'outil d'aide à la gestion.
- Le second concerne la participation à la réflexion pour la mise en place de réseau de surveillance (réponse à l'article 11 de la DHFF), ainsi qu'à l'évaluation périodique nationale des habitats par zone biogéographique, prévue par l'article 17 de la DHFF. Il s'agit d'une contribution sur la définition des concepts, et non sur la réalisation de l'exercice en lui-même, car les données d'un programme ne peuvent pas toujours être réutilisées dans un autre. Par contre la définition théorique donnée, par exemple, à l'état de conservation favorable au niveau d'un site va participer à la réflexion quant à la définition d'un état de conservation favorable au niveau biogéographique.

Il faut également noter que les évaluations réalisées à partir de ces méthodes permettront la réactualisation des formulaires standards de données (FSD).

2. État de conservation

2.1. Approche conceptuelle

2.1.1. Cadre conceptuel

La DHFF donne une définition de l'état de conservation, mais applicable au niveau du domaine biogéographique. Il n'existe pas de définition partagée de l'état de conservation à l'échelle du site.

Ce concept dépend de trois paramètres : l'objet, l'échelle de travail, et le contexte (Quels objectifs ? Quelle politique publique ? Quelle structure avec quelle culture propre ? etc.).

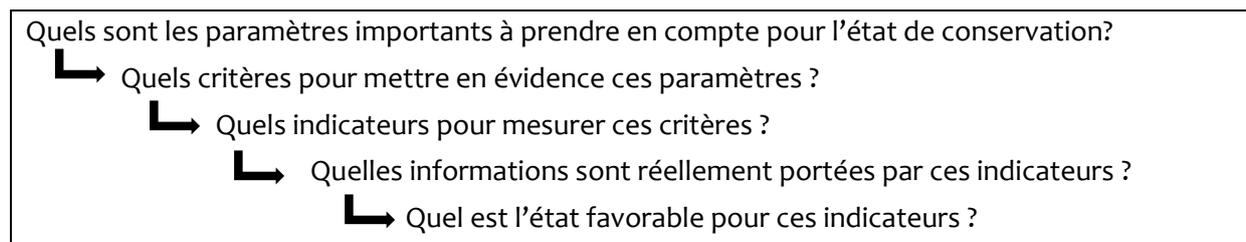
En lien avec la DHFF, dans cette étude nous avons défini :

- Objet : habitat générique (référentiel EUR 27 (European commission, 2007), et déclinaison française des Cahiers d'habitats).
- Échelle : site Natura 2000 (et domaine d'application : territoire français métropolitain).
- Contexte : Directive Habitats-Faune-Flore (Conseil de la CEE, 1992). Dans l'introduction du texte officiel, il est précisé que « *le but principal de la présente directive est de favoriser le maintien de la biodiversité, tout en tenant compte des **exigences économiques, sociales, culturelles et régionales**, elle contribue à l'objectif général, d'un développement durable ; que le maintien de cette biodiversité peut, dans certains cas, requérir le maintien, voire l'encouragement, d'activités humaines* ».

2.1.2. Définition de l'état de conservation

L'objet d'évaluation (l'habitat) est une entité dynamique, c'est pourquoi évaluer son état de conservation est appréhendé comme l'évaluation de **la trajectoire de l'habitat dans le périmètre d'évaluation (site Natura 2000)**, en lien avec la définition donnée pour chaque habitat dans le manuel EUR 27 et les Cahiers d'habitats.

La recherche de la définition de l'état de conservation s'appuie généralement sur la recherche d'UN état qui constituerait LE bon état de conservation à atteindre et dont découlerait la définition du concept et les indicateurs permettant de l'évaluer. Cependant, il est aisé d'envisager qu'il existe plusieurs états de conservation dégradés, c'est à dire plusieurs états mauvais ; et par analogie il existe plusieurs états de conservation favorable, la définition d'un seul état de « référence » ne peut donc être retenu. C'est pourquoi nous avons décidé de décomposer la réflexion en se posant les questions les unes après les autres (encadré 1), un exemple est donné dans le tableau 1 :



Encadré 1 : Cheminement de la réflexion pour la définition du bon état de conservation

Tableau 1 : exemple de cheminement pour la définition du bon état de conservation pour les habitats forestiers

Question	Exemple
Quels sont les paramètres importants à prendre en compte dans l'état de conservation ?	Ex : structure et fonctionnement de l'habitat
Quels critères pour mettre en évidence ces paramètres ?	Ex : Bois mort
Quels indicateurs pour mesurer ces critères ?	Ex : Volume de bois mort par hectare
Quelles informations sont réellement portées par ces indicateurs ?	Ex : Potentialité de présence de micro-habitats, et cycle de la matière organique
Quel est l'état favorable pour ces indicateurs ? → valeur(s)-seuil(s) ?	<p>Peu de bois mort Beaucoup de bois mort</p>  <p>Défavorable valeur-seuil ? Favorable</p>

Cette décomposition amène à définir un bon état de conservation par indicateur. L'ensemble des indicateurs constituent les différents états de conservation plus ou moins favorables.

On peut représenter l'état de conservation comme un gradient allant des états dégradés aux états favorables (Figure 1).



Figure 1 : L'état de conservation représenté sur un gradient

Même s'il apparaît difficile de désigner UN état de référence constituant LE bon état de conservation, et si cet état est considéré comme un gradient, il existe un optimum de manière

théorique. La mise en application pragmatique de cette démarche et la nécessité d'évaluer, requiert le choix d'un seuil pour le bon état de conservation (Figure 2).



Figure 2 : l'état de conservation représenté sur un gradient, où figure le seuil choisi du bon état et l'état optimal souhaité comme représentation de la nécessité d'évaluer (voir encadré 1)

Depuis les premières publications des méthodes d'évaluation et les discussions menées dans les comités de pilotage, ainsi qu'au cours des formations et autres discussions avec les gestionnaires, il est apparu nécessaire de faire un point sur le vocabulaire et la sémantique utilisés dans le cadre de l'évaluation de l'état de conservation. Le vocabulaire utilisé dans la DHFF peut prêter à confusion, c'est pourquoi suite à un consensus interne nous avons choisi d'adopter un vocabulaire le plus adapté et accessible au contexte des différentes directives (Directive cadre stratégique pour le milieu marin par exemple, ou la Directive cadre sur l'eau) (encadré 2 et figure 2).

Etat optimal souhaité : cet état correspond à celui d'« état objectif » dans la méthode pour évaluer l'état de conservation des habitats forestiers, il s'agit de l'état vers lequel on veut tendre, un état pour lequel tous les indicateurs sont évalués comme favorables.

Seuil choisi du bon état : ce seuil correspond au terme « état de référence » dans la méthode pour évaluer l'état de conservation des habitats forestiers (Carnino, 2009), il s'agit du seuil à partir duquel on considère que l'état de conservation de l'habitat est favorable (malgré certains indicateurs qui pourraient s'avérer défavorables).

Encadré 2 : définition du vocabulaire utilisé

Au regard de l'objet à évaluer (l'habitat générique tel que défini par la DHFF), il est important de noter que la grande variabilité des contextes climatiques, biogéographiques, édaphiques et historiques qui peuvent amener à la même expression d'un habitat, est un grand frein à la création d'une référence du bon état de conservation valable sur tout le territoire français. En effet, le choix d'une référence géographique apparaît ici impossible, et le choix d'une référence temporelle semble difficile également puisqu'à une époque donnée coexiste cette même variabilité géographique. Le bon état de conservation doit être une co-construction entre experts qui prennent en compte la variabilité de ces contextes tout en ayant une approche pragmatique.

2.2. Définition des paramètres

Dans le cadre de l'évaluation périodique nationale des habitats par zone biogéographique (article 17 de la DHFF), l'évaluation de l'état de conservation de chaque habitat repose sur quatre paramètres : l'aire de répartition naturelle, la surface couverte par l'habitat, la « structure et fonction » spécifique de l'habitat (dont les espèces typiques), et les perspectives futures. Ces paramètres servent de base à la définition des paramètres retenus dans l'évaluation au niveau des sites Natura 2000 (Tableau 2).

Tableau 2 : Définition des paramètres à prendre en compte dans l'évaluation de l'état de conservation des habitats dans un site Natura 2000 en lien avec la DHFF

PARAMÈTRES DHFF ART. 17	PARAMÈTRES AU NIVEAU DES SITES NATURA 2000	
Aire de répartition naturelle	X	Paramètre non pertinent à l'échelle d'évaluation considérée
Surface couverte par l'habitat	SURFACE COUVERTE	La surface couverte sur l'échelle d'évaluation considérée est un paramètre à évaluer, car la perte de surface est défavorable à l'état de conservation de l'habitat.
Structure et fonction spécifique de l'habitat	STRUCTURE ET FONCTIONNEMENT	La structure et le fonctionnement de l'habitat à l'échelle considérée sont à évaluer. Le terme 'fonctionnement' est préféré au terme 'fonction' pour éviter toute ambiguïté avec d'autres notions (fonctions écologiques, services écosystémiques, etc.)
Pressions, menaces et perspectives futures	ALTÉRATIONS	L'évaluation de l'état de conservation au niveau des sites Natura 2000 est un constat où les perspectives futures ne sont pas prises en compte car le devenir de l'habitat est lié aux objectifs de conservation choisis par le gestionnaire, néanmoins les altérations de l'habitat non prises en compte dans le paramètre 'Structure et fonctionnement' sont évaluées.

3. Principe méthodologique de l'évaluation

3.1. Système d'évaluation

Après avoir défini l'approche conceptuelle, il convient de décliner le concept afin d'obtenir un outil pragmatique à l'usage des gestionnaires.

Le gradient d'état de conservation est transformé en une note allant de 0 à 100. Cette approche progressive permet de situer l'habitat de manière plus fine qu'au sein d'une catégorie (Figure 3).



Figure 3 : Déclinaison du concept de gradient d'état de conservation dans une optique d'évaluation

Néanmoins, notamment pour des questions de valorisation des évaluations, on essaiera ensuite de créer des intervalles de notes qui constitueront des catégories d'état de conservation (Figure 4).

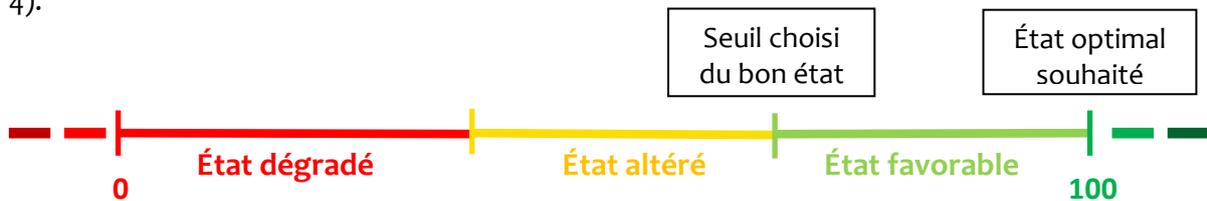


Figure 4 : Déclinaison du concept de gradient d'état de conservation dans une optique d'évaluation avec catégorisation des états

3.2. Paramètres, critères et indicateurs

L'évaluation de l'état de conservation repose sur trois grands paramètres : les évolutions de sa surface au sein du site, la structure et le fonctionnement de l'habitat et les altérations qu'il subit. Ces paramètres sont-eux-mêmes composés de critères auxquels sont associés un ou plusieurs indicateurs (Figure 5).

PARAMÈTRE	CRITÈRE	INDICATEUR
Structure et fonctionnement	Couverture du sol	Recouvrement de ligneux (en %)

Figure 5 : exemple d'un indicateur mettant en évidence un critère qui est une composante d'un paramètre

3.3. Du relevé à la note

On recueille sur le terrain les données à relever par indicateur. La valeur de l'indicateur est comparée aux valeurs-seuils que nous avons mises en place. Selon la modalité dans laquelle on se trouve, une note est associée (Figure 6).

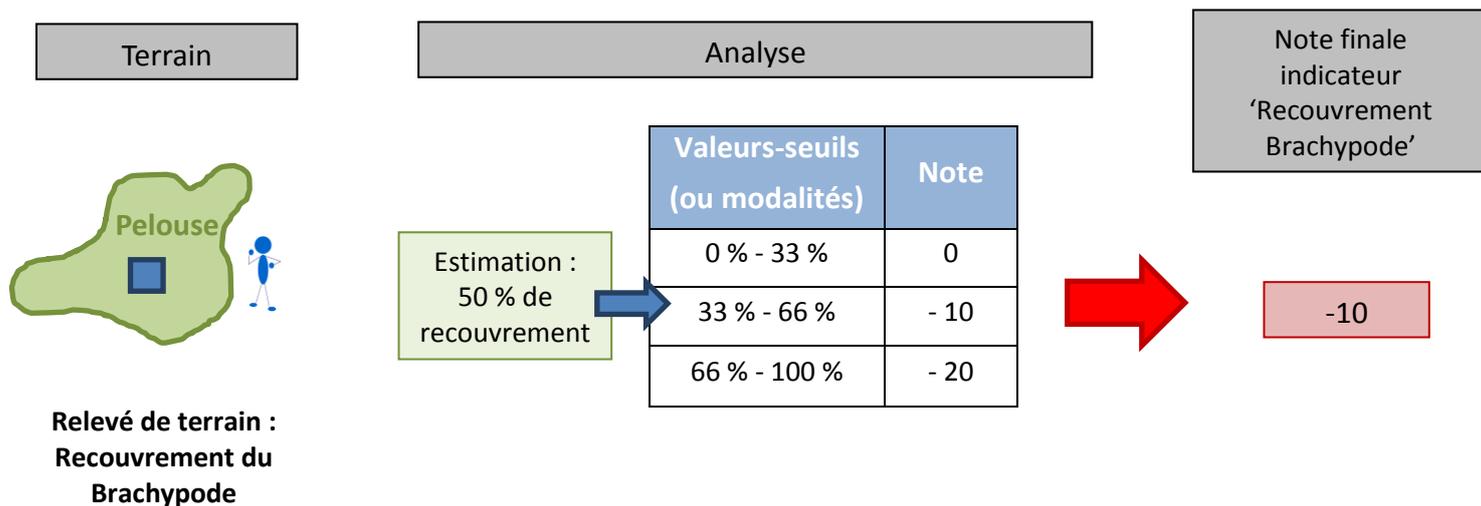


Figure 6 : Du relevé à la note par indicateur

Ensuite on effectue la somme des notes par indicateurs, que l'on retranche à la note de 100 (Figure 7).

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

Figure 7 : Somme des notes par indicateurs, puis on retranche cette somme à la note de 100

3.4. Échelles d'évaluation

3.4.1. Évaluation au niveau du polygone

Le premier objectif de cette méthode est de renseigner l'état de conservation de chaque habitat par site Natura 2000. Néanmoins, les informations à relever pour évaluer l'état de conservation d'un habitat se font pour la majorité des indicateurs au niveau de l'unité d'échantillonnage et du polygone d'habitat, il est donc possible d'avoir **une note d'évaluation stationnelle de l'état de conservation** à partir des données récoltées à ces deux échelles (Figure 8) (Encadré 3). Ces évaluations stationnelles constituent la **première étape d'évaluation**, et sont pour les opérateurs une précieuse information, et peuvent constituer une aide à la gestion.

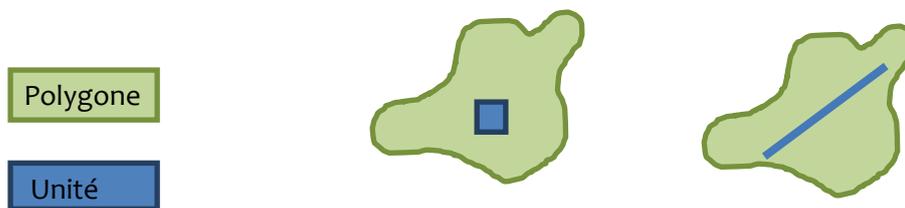


Figure 8 : Evaluation stationnelle : l'état de conservation du polygone d'habitat cartographié est évalué à partir des données récoltées sur l'unité d'échantillonnage (placette ou transect), et des données récoltées au niveau du polygone (encadré 3)

Unité fine d'échantillonnage : placette ou transect

Polygone d'habitat : Délimitation d'une surface d'habitat homogène et en continuité, représentatif de l'habitat considéré. Le polygone d'habitat peut correspondre dans certains cas à l'unité de gestion (ex : parcelle), entité cartographiable permettant une collecte d'échantillons.

Encadré 3 : définition du vocabulaire utilisé

3.4.2. Évaluation au niveau du site

Certaines données sont à relever à l'échelle du site Natura 2000 (ou tout autre espace protégé ou zone à évaluer). Les indicateurs qui en découlent, ajoutés aux évaluations de l'état de conservation stationnelle (réalisées au niveau du polygone) vont permettre une évaluation de l'état de conservation au niveau du site (Figure 9).

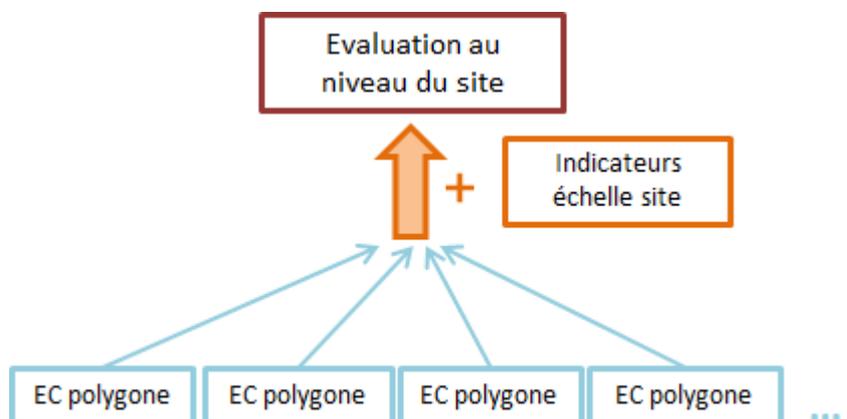


Figure 9 : les évaluations stationnelles ajoutées aux indicateurs au niveau du site permettent l'évaluation de l'état de conservation au niveau du site

Il existe différentes façon de passer des évaluations stationnelles à une évaluation au niveau du site. Nous ferons différentes propositions dans le paragraphe 5.

4. Échantillonnage

Dans un site de très petite taille, ou pour un habitat marginal ou faiblement représenté, il est possible d’inventorier l’intégralité des surfaces couvertes par l’habitat, on conseille donc un **inventaire en plein**.

S’il n’est pas possible de récolter des données sur tous les polygones d’habitat (trop de surface, ou peu de moyens), on doit réaliser un **échantillonnage** (Figure 10).

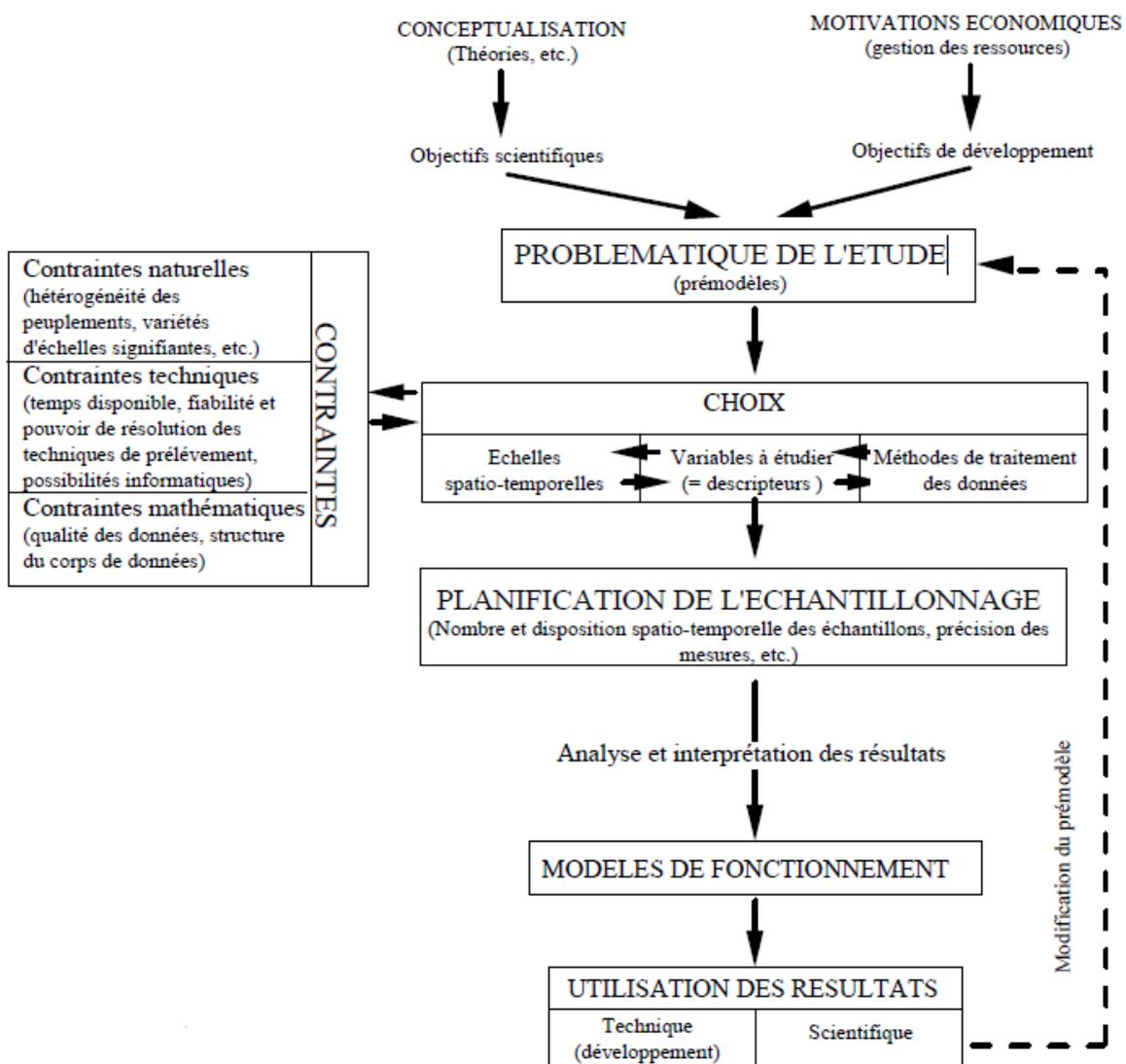


Figure 10 : Schéma du processus décisionnel aboutissant au choix d'un plan d'échantillonnage [d'après Frontier (1983) in Giraudoux (2004)]

La notion d'échantillonnage est liée à celle de stratégie, qui doit assurer le meilleur compromis entre (Giraudoux, 2004) :

- l'**objectif** de l'étude (question/hypothèse préalablement correctement posée),
- les **contraintes naturelles** (hétérogénéité spatiale, variété d'échelles significatives, etc.),
- les **contraintes techniques** (temps disponible, fiabilité des mesures, etc.) et financières,
- les **contraintes mathématiques** (qualité des données et des instruments mathématiques pour l'analyse statistique, etc.).

Le compromis trouvé, écrit sous forme de mode opératoire, porte le nom de plan d'échantillonnage.

4.1. Choix de l'unité d'échantillonnage

4.1.1. Échelle de récolte des données

Nous avons mis en place des indicateurs dont les données peuvent être relevées sur trois échelles différentes. Les indicateurs floristiques ainsi que l'indicateur de la couverture du sol peuvent être relevés sur une unité fine d'échantillonnage (Tableau 3) ; certains indicateurs concernant des échelles plus larges, comme les Lépidoptères, peuvent être relevés à l'échelle du polygone ou de l'unité de gestion. Et enfin certains indicateurs, comme ceux concernant la surface couverte par l'habitat, sont à renseigner au niveau du site.

4.1.2. Choix de l'unité fine d'échantillonnage

Nous ne pouvons pas donner de solution précise concernant l'unité fine d'échantillonnage (relevés des données floristiques et de couverture du sol), car d'une part nous n'avons pas testé toutes les possibilités, et d'autre part l'unité choisie doit être adaptée au contexte du site et aux habitats visés par l'évaluation. Les deux principales possibilités sont déclinées ci-dessous.

Placette

La première proposition est d'utiliser des placettes comme unité fine d'échantillonnage (Tableau 3) ; différentes tailles sont possibles. On peut se baser sur la notion d'aire minimale (utilisée en phytosociologie (Royer, 2009)) car elle permet de lister la quasi-totalité des espèces présentes. Cependant, il est important de prendre en compte que l'augmentation de la taille de la placette augmente aussi le biais observateur. La majorité des espèces ne sont pas rares et leur présence peut facilement être relevée sur une surface plus petite que cette aire minimale. On peut donc envisager l'utilisation de placettes 5x5m, car on limite le biais observateur et on multiplie le nombre de placettes réalisées ce qui permet d'augmenter l'effort d'échantillonnage. Cependant, le risque à la mise en pratique de placette de petite taille est que l'opérateur fasse le relevé dans

une zone plutôt en bon état de conservation (inconsciemment ou consciemment, on évite les zones hétérogènes ou particulières), c'est pourquoi cela demanderait la mise en place d'un plan d'échantillonnage intra-parcelle au préalable avec localisation des points par GPS, qui est un dispositif lourd et chronophage, mais dont la mise en place peut être justifiée par la récolte de données pour d'autres projets.

Transect

Une deuxième proposition est la réalisation du relevé en se basant par exemple sur la méthode 'Prairies Fleuries' (Tableau 3), c'est-à-dire mise en place de transect. On choisit une diagonale qui traverse le polygone, on la découpe « mentalement » en trois tiers, on fait le relevé des informations sur chacun des tiers puis on fait une moyenne. Cela permettrait de limiter les effets micro-stationnelles et de perturbations localisées, et entre autres de couvrir plus de surface qu'une placette et donc d'arriver plus facilement à une représentativité de l'échantillon par rapport au site et permettrait également de mieux appréhender les gradients au sein d'un habitat générique. Il reste à vérifier que la qualité des informations pour les indicateurs autres que 'Prairies Fleuries' reste la même en appliquant cette méthode (car elle n'a pour le moment pas été appliquée pour d'autres indicateurs).

Tableau 3 : Comparaison des unités d'échantillonnage proposées

Proposition d'unité fine d'échantillonnage	Placette		Transect
	Petite placette : 5x5 m	Grande placette : 10x10 m à 15x15 m	
Avantages	Limitation du biais observateur	Lien avec l'aire minimale en phytosociologie, donc « toutes » les espèces sont observées	Rapide
	Augmentation des répétitions car relevé rapide	Possibilité d'utilisation d'anciens relevés phytosociologiques	Observation du gradient sur la parcelle (limite les effets micro-stationnelles)
Inconvénients	Observation non exhaustive des espèces	Durée du relevé longue	Méthode non testée : Validité du relevé?
	Risque de choix non aléatoire de la localisation de la placette dans une zone homogène (mise en place d'un protocole lourd pour pallier ce problème)		Difficulté de la visualisation du polygone dans certains cas

Il faut remarquer que la taille du site va également influencer le choix de l'unité d'échantillonnage.

Le choix de l'unité fine d'échantillonnage est donc laissé à l'appréciation de l'opérateur, néanmoins il est envisagé à terme lorsque la méthode aura été mise en place dans suffisamment

de situations différentes de pouvoir proposer un cahier d'expérience où figureront différents cas de mise en application, et les choix méthodologiques associés.

4.2. Stratégie d'échantillonnage

Pour obtenir une évaluation de l'état de conservation d'un habitat au niveau d'un site qui soit statistiquement fiable, il faut que l'échantillon soit représentatif de l'habitat au niveau du site. Pour se faire, il y a deux choix possibles :

- **échantillonnage aléatoire simple**
- **échantillonnage systématique**

Si la récolte de données concerne plusieurs habitats à la fois, un échantillonnage stratifié doit être réalisé. Un échantillonnage aléatoire ou systématique dans chacune des strates (=habitat) sera effectué.

La question fondamentale à se poser est : **les unités d'échantillonnage et la façon dont elles sont réparties sur mon site (stratégie d'échantillonnage) me permettent-elles d'obtenir une image représentative et non biaisée de l'état de l'habitat ?**

Une abondante littérature existe à ce sujet qui pourra éclairer les choix des opérateurs quant à la meilleure stratégie à adopter (encadré 4).

Quelques pistes bibliographiques :

- Fiers V. *et coll.*, 2003. Etudes scientifiques en espaces naturels. Cadre méthodologique pour le recueil et le traitement de données naturalistes. Cahier technique de l'ATEN n°72. : Réserves Naturelles de France, Montpellier : 96 p.
- Besnard A. & J.M. Salles, 2010. Suivi scientifique d'espèces animales. Aspects méthodologiques essentiels pour l'élaboration de protocoles de suivis. Note méthodologique à l'usage des gestionnaires de sites Natura 2000. Rapport DREAL PACA, pôle Natura 2000. 62 pages
- Frontier S., 1983. Stratégies d'échantillonnage en écologie. Masson, Paris. 494 pp.
- Scherrer B., 1984. Biostatistique. Gaëtan Morin Editeur, Boucherville. 850 pp.
- Quéré E., 2005. Guide méthodologique pour la mise en place de suivis de la végétation dans les sites NATURA 2000. Conservatoire Botanique National de Brest. 95p.
- Giraudoux, 2004. Outils méthodologiques, Principes de l'échantillonnage. 7 pp. (téléchargeable : <http://guillaume.canar.free.fr/echantillonnage.pdf>)

Encadré 4 : quelques pistes bibliographiques concernant la notion d'échantillonnage

5. Des évaluations stationnelles à une évaluation au niveau du site

5.1. Passage des évaluations stationnelles à une évaluation au niveau du site

Pour les habitats forestiers, Carnino (2009) avait proposé de faire remonter toutes les données à l'échelle du site pour ensuite les analyser à ce niveau au regard des différentes modalités proposées à cette échelle. Cette méthode est adaptée lorsque l'on met en place des placettes statistiques (souvent utilisée en forêt, avec une placette statistique l'information n'a de valeur que ramenée à l'hectare par exemple) ce qui est le cas pour les habitats forestiers. Elle a pour inconvénient de masquer une partie de la variabilité au sein du site.

Pour les habitats agropastoraux, cette solution reste une option, mais il apparaît important d'en proposer d'autres. Une solution proposée dans le cadre de l'évaluation de l'état de conservation des lagunes atlantiques (Lepareur *et al.*, 2013) paraît également bien adaptée aux habitats agropastoraux. Elle est développée dans le paragraphe 5.1.2.

5.1.1. Évaluation stationnelle

Dans un premier temps, l'évaluation au niveau du polygone est réalisée grâce aux indicateurs du paramètre 'Structure et fonctionnement' et à l'indicateur 'Atteintes un niveau de l'unité' (Figure 12, Étape 1). On reporte ensuite les notes sur l'axe d'état de conservation pour « catégoriser » l'état de conservation stationnelle (Figure 11).



Figure 11 : Axe de correspondance note / état de conservation

NB : Ces évaluations stationnelles peuvent faire l'objet d'une valorisation propre comme proposé dans le paragraphe 6.2.

5.1.2. Évaluation au niveau du site

Dans un deuxième temps on regarde le pourcentage de placettes dont l'état de conservation au niveau du polygone est 'favorable', 'altéré', ou 'dégradé' (Figure 12, Étape 2), on obtient une note selon les différentes modalités rencontrées.

Puis on évalue le paramètre 'Surface' et l'indicateur 'atteintes diffuses' (Figure 12, Étape 2), on obtient également des notes.

Enfin, on somme ces notes (Figure 12, Étape 2) pour obtenir une note d'état de conservation par habitat au niveau du site. Cette note peut elle-même être reportée sur l'axe d'état de conservation (Figure 11).

Étape 1 : ÉVALUATION STATIONNELLES (pour chaque placette)

PARAMÈTRE	CRITÈRE	INDICATEURS	
Structure et fonctionnement	Couverture du sol	indicateur	
		indicateur	
	Composition spécifique	Composition floristique	indicateur
			indicateur
			indicateur
			indicateur
	Composition faunistique	indicateur	
		indicateur	
Altérations	Atteintes au niveau du polygone	indicateur	
		indicateur	

1 note/placette
pour N placettes

N Évaluations stationnelles

Étape 2 : ÉVALUATION AU NIVEAU DU SITE NATURA 2000

PARAMÈTRE	MODALITÉS	NOTES
Structure et fonctionnement	+ de 70 % de placettes en état favorable	0
	entre 50 et 70 % de placettes en état favorable	-15
	autres cas (dont 50 % en état favorable et 50 % en dégradé)	-30
	entre 50 et 70 % de placettes en état dégradé	-45
Altérations	+ de 70 % de placettes en état dégradé	-60

PARAMÈTRE	CRITÈRE	MODALITÉS	NOTES
Altérations	Atteintes "diffuses" au niveau du site (Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface)	Atteintes négligeables ou nulles	0
		Atteintes moyennes (ponctuelles, maîtrisées)	-10
		Atteinte(s) importante(s), dynamique de l'habitat remis en cause	-20
Surface couverte	Surface de l'habitat	Stabilité ou évolution progressive	0
		Régression	-10
	Morcellement et fragmentation	Connectivité correcte	0
		Fragmentation	-10

1 note/habitat

1 Évaluation au niveau du site

Figure 12 : Passage des évaluations stationnelles pour chaque placette à une évaluation au niveau du site Natura 2000

5.2. Valorisation de l'évaluation

En plus d'une note d'évaluation au niveau du site telle que présentée dans le paragraphe ci-dessus, d'autres options existent afin de valoriser l'évaluation de l'état de notamment dans le cadre de la gestion conservatoire de l'habitat, ou de la communication des résultats (aux élus, aux financeurs, au grand public, etc.).

5.2.1. Distribution des placettes et des indicateurs

Le gestionnaire peut également représenter ses résultats en projetant sur l'axe d'état de conservation les fréquences des placettes par intervalle de notes (Figure 13).

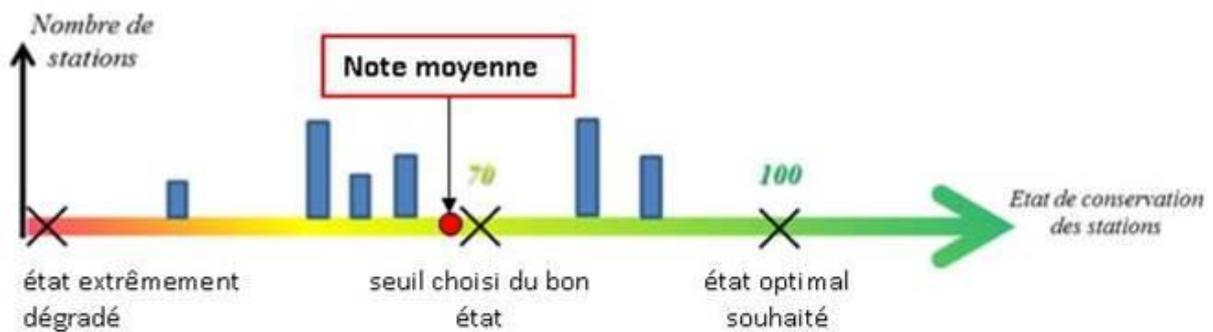


Figure 13 : Fréquence des placettes par tranche d'état de conservation (fonction de distribution des notes dans le site)

Une autre approche consiste à regarder la répartition des placettes indicateur par indicateur, ce qui permet de voir les indicateurs les plus « alarmants » (Figure 14), et donc de pouvoir orienter la gestion selon les indicateurs dont l'évaluation est la plus mauvaise.

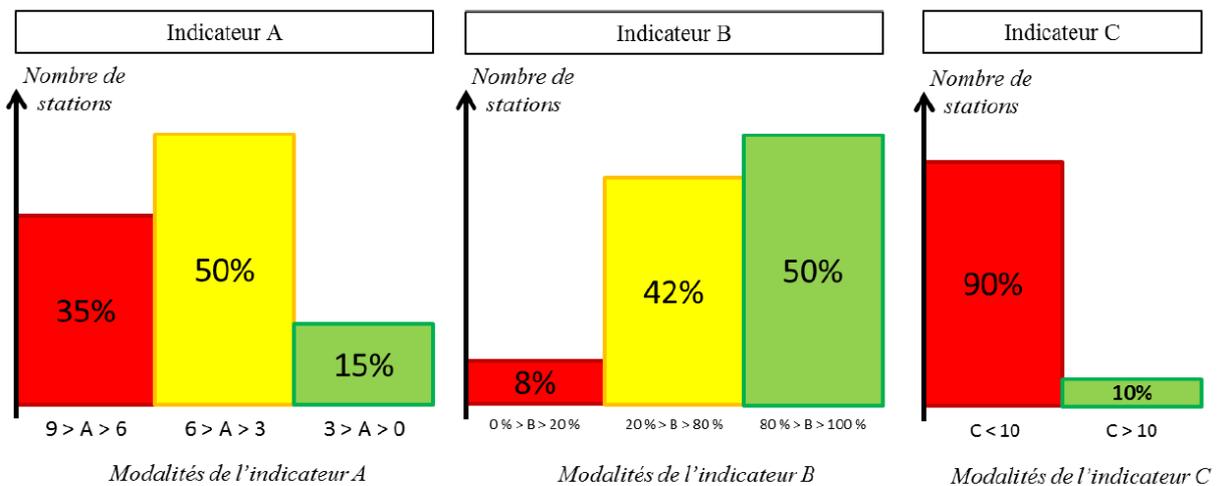


Figure 14 : Pourcentage de stations échantillonnées selon les modalités de chaque indicateur

5.2.2. Diagramme en étoile

Une proposition graphique est la mise en place de diagrammes en étoile (ou radars) qui présentent l'avantage de placer sur un même graphique des variables différentes (indicateurs) et de mettre en évidence les disparités entre celle-ci. Le rendu final pourrait se présenter comme un ensemble de radar par habitat, comme le propose l'indice de biodiversité potentielle en forêt (Larrieu et Gonin, 2008), ou encore dans un radar avec trois niveaux d'interprétation (Binnert, 2012, in Viry, 2013) (Figure 15).

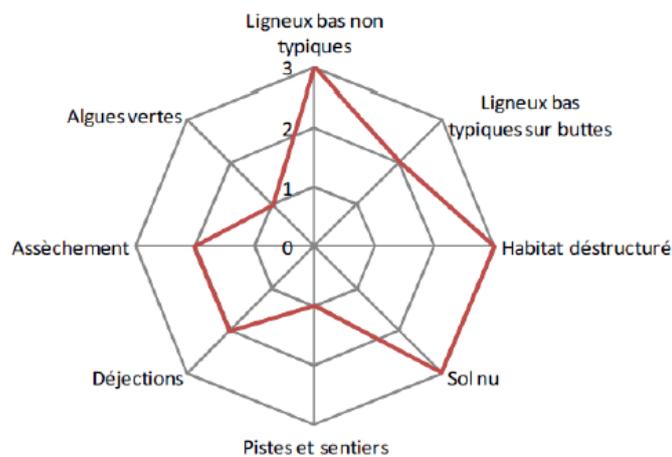


Figure 15 : Exemple d'un radar représentant les notes de chaque indicateur tiré des travaux de RNF (Binnert, 2012, in Viry, 2013)

5.2.3. Feux tricolores

Il est également possible d'appliquer la méthode communautaire utilisée dans le cadre du rapportage de l'article 17 où le principe de précaution est appliquée, ce qui signifie que « le plus mauvais l'emporte » (Figure 16).

Evaluation globale de l'état de conservation	Tous vert ou trois vert et un inconnu	Un ou plusieurs orange mais pas de rouge	Un ou plusieurs rouge	Deux ou plusieurs inconnu combinés avec du vert ou tout inconnu
---	--	---	------------------------------	--

Figure 16 : Règle d'évaluation de l'état de conservation pour le rapportage de l'article 17 de la DHFF (Bensettiti et al., 2012)

Il est important de noter que les résultats d'**une évaluation de l'état de conservation doivent être commentés** par le gestionnaire. En effet ils ne peuvent être utilisés seuls, et doivent être accompagnés de remarques ainsi qu'être replacés dans le contexte du site et **être analysés au regard des objectifs de conservation du gestionnaire**. Ce dernier point est particulièrement important car les choix de conservation peuvent parfois s'opposer. Si par exemple une des priorités de conservation d'un opérateur est une espèce dont l'habitat favorable est un milieu sec et embroussaillé et que la gestion est opérée en ce sens, l'état de conservation intrinsèque des pelouses sera défavorable. **Mais cette évaluation défavorable ne constitue pas un problème puisqu'elle est en adéquation avec les choix du gestionnaire.**

6.2. ... Et pas un outil d'évaluation de la gestion

L'état de conservation d'un habitat est lié à des conditions abiotiques (édaphiques et climatiques), au contexte régional et local, à l'écocomplexe dans lequel il s'insère mais aussi à la ou les gestions passées et présentes pratiquées sur le site. **L'état de conservation n'est donc pas la résultante QUE de la gestion pratiquée aujourd'hui. Son évaluation ne peut donc pas constituer un outil d'évaluation de la gestion.**

De plus, Dutoit (1996) fait remarquer que l'impact des différents régimes de gestion ne peut être généralisé d'un site à l'autre. Les résultats obtenus par un mode de gestion ne pourront être valablement appliquées à d'autres sites qu'en considérant les impacts sur la structure (diversité) et sur certains groupes fonctionnels en référence aux classifications élaborées à partir des traits de vie des espèces (type biologique de Raunkiaer, de Grime, etc.).

L'état de conservation n'est donc pas la résultante que des pratiques de gestion, et les mêmes pratiques de gestion n'impacteront pas de la même manière partout l'état de conservation.

Néanmoins, une évaluation de l'état de conservation d'un habitat réalisée avant de commencer un programme de gestion peut permettre de savoir sur quel compartiment ces efforts de gestion doivent se concentrer. En effet, cette évaluation peut permettre de savoir quels sont les indicateurs dont l'évaluation est la plus mauvaise. Ainsi, grâce aux informations apportées par chaque indicateur, il est possible de voir dans quelle direction les efforts doivent être menés.

6.3. Un outil d'évaluation et pas un outil de suivi

Les méthodes d'évaluation proposées permettent de réaliser **un constat à un instant donné sur l'état de conservation** d'un habitat. Nous avons volontairement écarté de l'évaluation les appréciations quant à l'avenir de l'habitat. Par exemple les perspectives ou l'irréversibilité d'une dégradation ne sont pas prises en compte. Nous avons considéré que **ces éléments relèvent de la gestion et non de l'évaluation de l'état de conservation.**

De plus, il est important de remarquer également que ces méthodes ne sont pas conçues pour réaliser un suivi. En effet, nous avons recherché un compromis entre coût (moyens et compétences) et efficacité, ce qui a notamment induit que les données récoltées pour répondre à l'évaluation peuvent être synthétiques (même s'il est toujours possible de récolter une donnée brute), de plus la sensibilité de la méthode est assez faible. En effet, ceci est dû à l'objet d'évaluation choisi qui est l'habitat générique, dans lequel la variabilité écologique peut être forte, mais aussi aux exigences pragmatiques que nous nous sommes fixées.

Néanmoins il est possible de mettre en place un suivi en s'inspirant de la méthode. Pour mettre en place un suivi de l'état de conservation, il convient de réaliser des récoltes de données brutes (Photo 2), et les plus précises possibles ; récolter uniquement les informations permettant de remplir les grilles d'analyse serait insuffisant. Par contre à l'aide des données brutes, il est toujours possible après plusieurs années de suivi d'utiliser les grilles d'analyse pour obtenir une évaluation ; les grilles et les méthodes d'analyses pouvant évoluer au cours du temps en fonction de l'amélioration des connaissances. Deux autres points importants sont à souligner : lors de la mise en place d'un suivi, les questions de la sensibilité et de la périodicité sont primordiales, c'est-à-dire êtes-vous capables de voir un changement sur l'objet et le pas de temps considéré ? Par exemple, sur un pas de temps de cinq années, il sera difficile (voire impossible) d'observer un changement de l'état de conservation d'un habitat forestier de montagne, car la dynamique de ces milieux est lente. Par contre si l'objet est une forêt alluviale, le pas de temps de cinq ans permettra d'observer des changements. La dynamique écologique intrinsèque de l'habitat est indispensable à prendre en compte. Il est également important de noter qu'une dégradation peut être très rapide (exemple : épandage intensif) alors qu'une amélioration peut s'avérer très lente.

Enfin, lors d'un suivi, il est toujours intéressant de suivre l'objet sur lequel des actions sont menées, mais il est toujours particulièrement intéressant de suivre également le même objet sans l'impact de ces mêmes actions (objet témoin), afin de pouvoir réellement apprécier les effets des efforts de gestion.



Photo 2 : Relevé des Lépidoptères diurnes sur une pelouse calcicole (© L. Maciejewski)

7. Processus d'élaboration des grilles d'analyse

7.1. Bibliographie et création de nouveaux indicateurs

La réalisation des méthodes se déroule en trois grandes phases. Un premier ensemble de critères et d'indicateurs est sélectionné à partir de la bibliographie, auquel de nouveaux indicateurs élaborés en concertation avec différentes structures partenaires sont ajoutés. Cette liste est ensuite validée par un groupe d'experts et de gestionnaires. Les outils existants sont repris lorsqu'ils sont pertinents et plusieurs options d'indicateurs sont proposées pour un même critère quand cela s'avère possible.

La composition et la physionomie de la végétation constituent les principales informations qui permettent la détermination du type d'habitat, cependant des indicateurs faunistiques ont également été retenus dans cette méthode. En effet, la faune fait partie de l'habitat et participe à son fonctionnement. Elle est comme la flore intégratrice des conditions écologiques du milieu, et son niveau plus élevé dans la chaîne trophique permet d'obtenir des informations synthétiques sur des aspects fonctionnels.

Cette méthode doit s'appuyer sur des indicateurs qualitatifs et quantitatifs (lorsque c'est possible), simples et en nombre restreint. Les méthodes d'inventaire et de suivi permettant la récolte des données doivent être aisées, demander peu de compétences et être peu coûteuses en temps. Ceci est primordial si l'on veut que cette méthode soit réellement appliquée sur le terrain, et le plus régulièrement possible. Il existe une grande disparité entre les données disponibles selon les sites, mais également entre le temps que chaque opérateur peut accorder à la récolte de données sur le terrain. C'est pourquoi sur différents critères nécessitant des données naturalistes, nous avons essayé de mettre en place dans la mesure du possible des alternatives dans le choix des différents indicateurs pour le même critère, afin de permettre aux spécialistes et non-spécialistes d'utiliser la méthode.

7.2. Récolte de données

La deuxième phase est la réalisation d'une phase de terrain afin de récupérer toutes les données nous permettant de réaliser ensuite des analyses statistiques. Les données récoltées sont des données brutes, il s'agit d'un relevé complet de la végétation, d'un relevé de la couverture du sol, des relevés d'autres groupes taxonomiques selon les cas (exemple des Lépidoptères diurnes), et d'un avis d'expert sur l'état de conservation de la placette.

Les données permettant le calibrage des indicateurs ont été recueillies par le SPN dans le cadre de cette étude, mais également dans le cadre de quatre stages de Master 2 (Ben-Mimoun, 2012 ; Bley, 2012 ; Boillet, 2012 ; Hurault, 2012).

7.3. Analyses statistiques

7.3.1. Analyses préliminaires

La troisième phase est l'analyse de ces données, qui se déroule en plusieurs étapes. La première étape est descriptive, elle permet notamment de mettre en évidence la variabilité écologique de chaque habitat étudié, également de pouvoir estimer la pertinence du plan d'échantillonnage qui a été réalisé pour chacun des habitats.

7.3.2. Pertinence et redondance des indicateurs

La deuxième étape est l'identification de la pertinence de l'indicateur. Un indicateur est une variable explicative. La variable à expliquer doit être une donnée la plus objective possible. Une régression linéaire entre l'indicateur (variable explicative) et la variable à expliquer (donnée objective) nous permet de mettre en évidence (ou non) la pertinence d'un indicateur, de bien préciser les informations portées par celui-ci, et éventuellement d'avoir une première idée des valeurs-seuils pour chaque indicateur (Figure 18).

Afin de détecter les indicateurs qui peuvent être redondants entre eux, on réalise une régression linéaire entre indicateurs, ce qui nous permet de mettre en évidence leurs liens. Ces informations nous permettent d'affiner encore le choix des indicateurs, de simplifier la méthode et de la rendre plus efficace, mais aussi plus souple en proposant des alternatives pour un même critère (Figure 19).

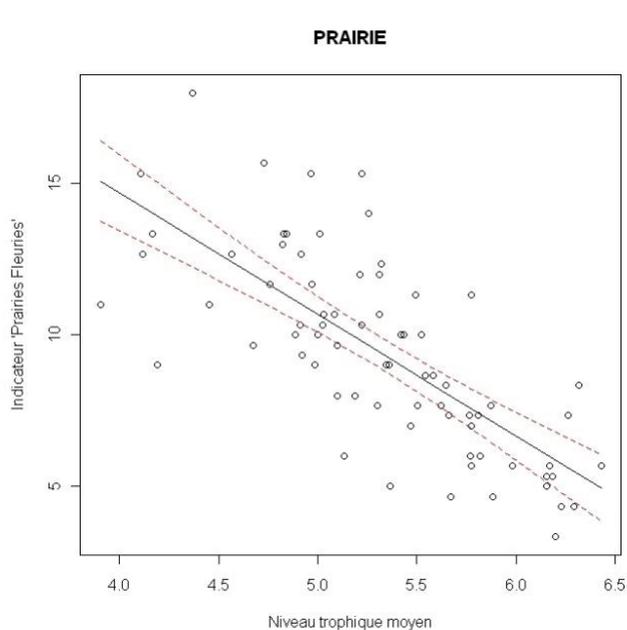


Figure 18 : Régression linéaire entre l'indicateur 'Prairies Fleuries' (variable explicative) et le niveau trophique moyen pour les prairies (variable à expliquer), pour l'habitat Prairies de fauche (enveloppe rouge IC 95%)

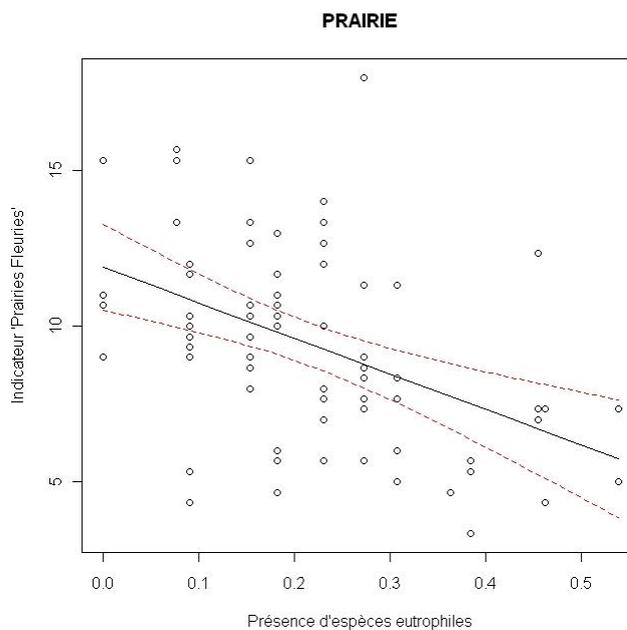


Figure 19 : Régression linéaire entre l'indicateur 'Prairies Fleuries' et l'indicateur 'présence d'espèces eutrophiles' pour l'habitat Prairies de fauche, on pourra proposer les deux indicateurs au choix (enveloppe rouge IC 95%)

7.3.3. Ajustement des indicateurs, valeurs-seuils et notes associées

Enfin, la dernière étape est de confronter à l'avis d'expert le choix des indicateurs, valeurs-seuils et notes associées. Nous avons besoin d'une référence théorique (même si elle est subjective) afin de pouvoir avoir une estimation de la qualité de la méthode. Le seul élément dont nous pouvons disposer est un avis donné par un expert sur l'état de conservation de la placette.

Nous faisons d'abord un choix de valeurs-seuils ainsi que des notes associées par indicateurs grâce à la littérature scientifique et à l'expérience de terrain ; puis grâce à un calcul automatique nous obtenons une note par placette, c'est elle qui est ensuite confrontée à l'avis d'expert par régression linéaire. Grâce à une boucle automatisée sur le logiciel statistique R© (R Development Core Team, 2008), nous avons pu faire varier ces valeurs-seuils et les notes associées jusqu'à trouver la combinaison la plus ajustée pour prédire l'évaluation de l'état de conservation donnée par l'expert des habitats qui nous intéressent.

Nous avons effectué une régression linéaire entre l'avis donné par les experts sur le terrain et la note résultant des indicateurs, et nous avons essayé de maximiser le R^2 (qui correspond au pourcentage de variabilité de l'avis d'expert expliqué par les notes résultant des indicateurs) (Figure 20).

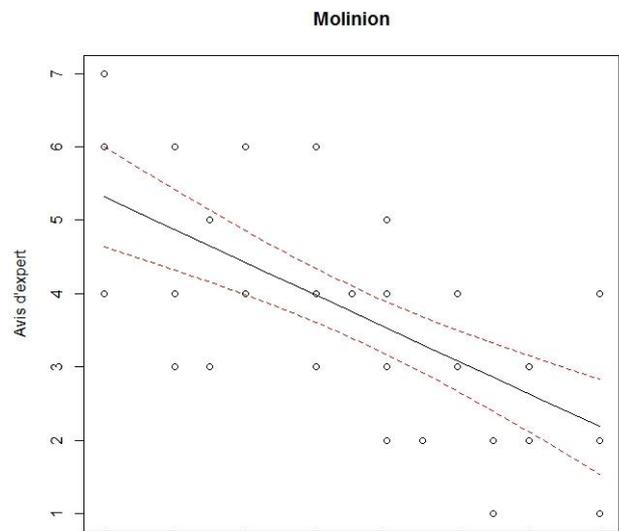


Figure 20 : Régression linéaire entre l'avis d'expert et la note d'évaluation donnée par la méthode pour le sous-type Molinion de l'habitat Prairie à Molinie (enveloppe rouge IC 95%)

8. Comment mettre en application la méthode ?

8.1. Étapes à suivre

Préparation de l'évaluation

Les premières questions à se poser sont :

- Qu'est-ce que l'on veut évaluer ? (objet)
- Dans quel périmètre ? (échelle)
- Pourquoi, pour répondre à quel besoin ? (contexte)
- De quels moyens humains (temps et compétences) et financiers dispose-t-on ?

Récolte de données et échantillonnage

Une cartographie des habitats dans le périmètre d'évaluation est un prérequis pour l'évaluation, car elle est indispensable à la mise en place d'un bon plan d'échantillonnage. Il est important également de savoir quand elle a été réalisée, et par qui, ainsi que le référentiel utilisé.

Ensuite il est important de faire la liste des données à récolter : cette étape va dépendre des réponses aux questions que l'on s'est posé en amont du projet. Les moyens humains et financiers vont influencer les choix, mais aussi les raisons qui motivent l'évaluation de l'état de conservation, et éventuellement les autres projets menés en parallèle qui peuvent se coordonner.

Cela va mener ensuite à la création du plan d'échantillonnage :

- Quelle unité d'échantillonnage ?
- Quelle stratégie d'échantillonnage ?
- Quel effort d'échantillonnage ?

Ensuite il faut créer une fiche de relevés (avec réalisation des listes d'espèces au préalable si besoin selon les indicateurs choisis), réaliser la carte de l'échantillonnage, puis enfin la phase de terrain.

Il est également important de faire remarquer qu'il est toujours préférable de récolter une information brute sur le terrain, plutôt que déjà synthétisée. Par exemple dans le cadre de l'évaluation d'une pelouse calcicole, il est préférable d'estimer le recouvrement du *Brachypode* et de garder cette information brute plutôt que de noter sur le terrain uniquement dans quelle « modalité » on se trouve (cf. Figure 6).

Analyse et restitution

L'étape suivante est la saisie et l'analyse des données. Pour se faire, nous envisageons à terme de proposer un outil informatique qui faciliterait cette étape pour le gestionnaire.

Ensuite il est important de valoriser l'évaluation, que ce soit dans le cadre de la gestion pure, ou bien dans un objectif de communication aux décideurs ou au grand public, pour cela le choix des types de rendus est important (cf. §5.2.).

Enfin, afin de pouvoir faire évoluer les méthodes d'évaluation pour les rendre les plus opérationnelles et pertinentes possibles dans différents contextes, mais aussi afin de pouvoir partager les choix méthodologiques entre utilisateurs de la méthode notamment concernant les aspects d'échantillonnage, nous souhaitons pouvoir recenser un maximum de mise en application, mais également recueillir votre avis sur cette méthode et son utilisation. En annexe 1

se trouve un questionnaire qui permettra la formalisation de ces retours d'expérience, que vous pouvez ensuite communiquer au service du patrimoine naturel à l'adresse suivante : maciejewski@mnhn.fr, ou bensettiti@mnhn.fr.

8.2. Adapter la méthode

Le périmètre d'évaluation proposée pour l'utilisation de la méthode est le site Natura 2000 (ou tout autre espace protégé), mais le domaine de validité de la méthode est tout le territoire national métropolitain.

Il existe une forte variabilité des habitats génériques sur le territoire, néanmoins un outil commun d'évaluation a été élaboré qui doit pouvoir s'appliquer sur toutes les situations. Mais pour correspondre au mieux à chaque contexte, il est possible d'adapter la méthode. Cela concerne surtout les listes d'espèces qui accompagnent les indicateurs, mais cela est aussi envisageable pour les différentes modalités.

Il est impératif lorsque l'on souhaite adapter la méthode de bien comprendre l'information qui est portée par chaque indicateur afin de conserver cette même information après adaptation de l'indicateur. Il est également préférable de justifier au mieux les choix qui seront faits grâce à des références bibliographiques, ou bien à partir de l'avis des experts locaux. Enfin, il est particulièrement intéressant pour nous de connaître ces différentes adaptations au contexte local du site pour pouvoir les partager ensuite aux autres utilisateurs (cf. annexe 1)

Nous avons souhaité mettre en place des méthodes d'évaluation de l'état de conservation qui soient multi-taxons. Tous les taxons susceptibles de participer à l'évaluation de l'état de conservation n'ont pour le moment pas encore pu être étudiés et rattachés à la méthode. Néanmoins, il est important de rappeler que d'autres taxons peuvent être choisis, selon les inventaires déjà réalisés, les données disponibles sur chaque site ou leur caractère indicateur d'un processus écologique important.

9. Discussion et perspectives

Théorie de l'émergence : Le tout est différent de la somme des parties

Ici, notre travail se base sur le principe que l'étude détaillée des parties (la composition en espèces et les traits d'histoire de vie de celles-ci, sa structure et son fonctionnement, l'état de l'écosystème, etc.) constituant un tout (l'habitat) nous renseigne sur celui-ci (son état de conservation). Cependant, ce principe se heurte à celui de l'émergence.

D'après Lenay (1994), le comportement de chaque agent peut être exactement déterminé par son état interne et les perturbations qu'il reçoit de son environnement. Cependant, par leurs interactions à travers cet environnement, ces agents peuvent donner lieu à une dynamique collective complexe possédant des états stables pour lesquels les comportements déterminent un environnement qui a justement pour effet de produire ces comportements. Ce sont ces états collectifs que l'on appelle organisation, structure, ou fonctionnalité émergentes. Cette théorie pose la question de savoir si des facteurs explicatifs simples, ne définissant que des règles d'interaction locale, sont suffisants pour rendre compte de phénomènes collectifs observés ou espérés. Il est certain que faute de mieux, nous ne pouvons aborder le tout (l'habitat), qu'en étudiant les parties (biotiques ou abiotiques) qui le composent. Néanmoins, il est utile de prendre du recul sur ce travail en envisageant que l'étude des parties ne donne pas forcément toutes les informations sur l'ensemble.

L'évaluation de l'état de conservation : un processus à géométrie fractale

Il nous a paru également intéressant de remarquer que les principes méthodologiques que nous avons choisis pour l'évaluation de l'état de conservation correspondent à un phénomène à géométrie fractale, c'est-à-dire que l'évaluation est envisagée comme une structure gigogne : la note obtenue par habitat au niveau du site est obtenue grâce à des évaluations au niveau du polygone elles-mêmes obtenues par des évaluations indicateur par indicateur, dont les principes méthodologiques sont à chaque fois les mêmes. De ce schéma, on pourrait extrapoler l'évaluation d'un écosystème complet qui serait réalisé à partir des évaluations faites habitat par habitat, ce qui constituerait la partie suivante dans la structure gigogne suivant un ordre croissant.



Photo 3 : Ensemble d'habitats agropastoraux à Chateauroux-les-Alpes (05) (© R. Puissauve)

Perspectives de travail

Toutes les méthodes proposées sont des outils évolutifs à l'usage des gestionnaires, qui seront étayées et améliorées grâce aux retours d'expérience des utilisateurs. Ces retours permettent de préciser le domaine d'application de la méthode ainsi que ses indicateurs en apportant des informations sur leur pertinence et leur opérationnalité (questionnaire de retour en annexe 1). De plus, nous souhaitons pouvoir proposer à terme des cas d'école en plus des méthodes afin de montrer des exemples d'utilisation selon différents contextes.

**CAHIERS D'ÉVALUATION
DE L'ÉTAT DE CONSERVATION
DES HABITATS
À L'ÉCHELLE DU SITE NATURA 2000**

ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS AGROPASTORAUX

Guide d'application pour l'évaluation des PELOUSES CALCICOLES

UE 6210 - Pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement sur calcaires (*Festuco-Brometalia*) [*sites d'orchidées remarquables]

1. Définition des habitats concernés par ce guide

1.1. Les habitats agropastoraux

En France, la formation climacique qui couvre une grande majorité du territoire est la forêt. Le développement de l'agriculture et de l'élevage au cours des siècles a ouvert des espaces initialement forestiers aux habitats herbacés et sous-frutescents. Ces activités agricoles, en créant de nouveaux espaces ouverts au sein des forêts et de nouvelles niches écologiques par des perturbations artificielles, ont permis la migration, l'installation et le maintien de communautés herbacées et sous-frutescentes sous climax forestier. Au cours des siècles d'exploitation pastorale, de nouveaux génomes ont été sélectionnés, de nouveaux taxons et de nouveaux habitats adaptés aux pratiques pastorales agricoles se sont peu à peu différenciés (Bensettiti *et al.* (coord.), 2005).

Il est également notable que parallèlement à cette phase de diversification, les fluctuations et les évolutions des pratiques agropastorales ont considérablement modulé ces espaces pastoraux secondaires (Bensettiti *et al.* (coord.), 2005) :

- intensification et constitution d'habitats semi-naturels de faible diversité voire substitution par des habitats prairiaux totalement artificiels,
- inversement, l'abandon progressif de pratiques suite à la déprise agricole a permis à la colonisation ligneuse de reprendre son cours.

Finalement, ces processus dynamiques et les fluctuations de l'activité pastorale ont induit des paysages en mosaïque, à forte diversité structurale et dont l'évolution n'est pas toujours prévisible (Figure 1).

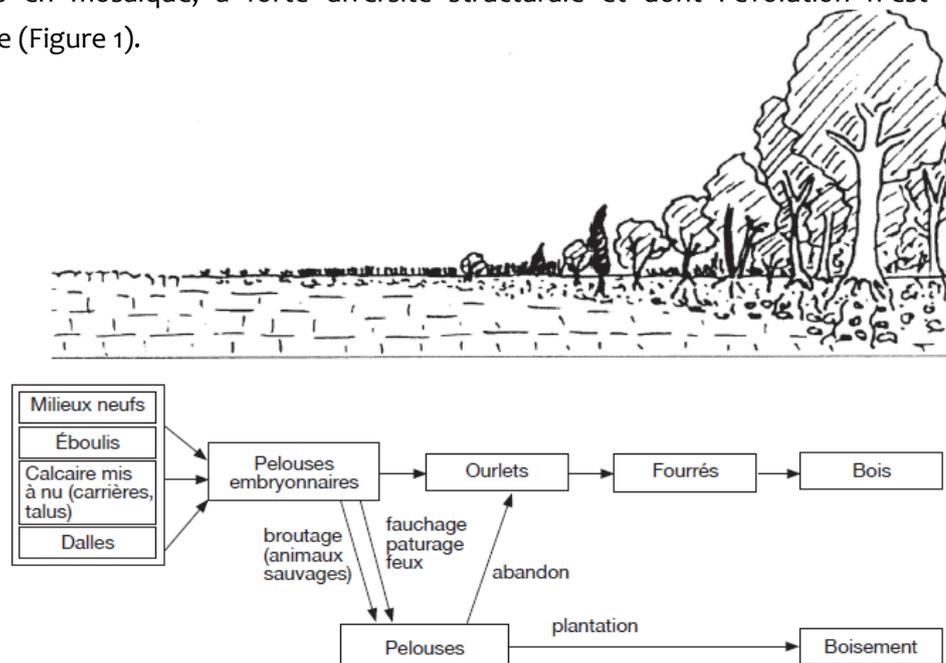
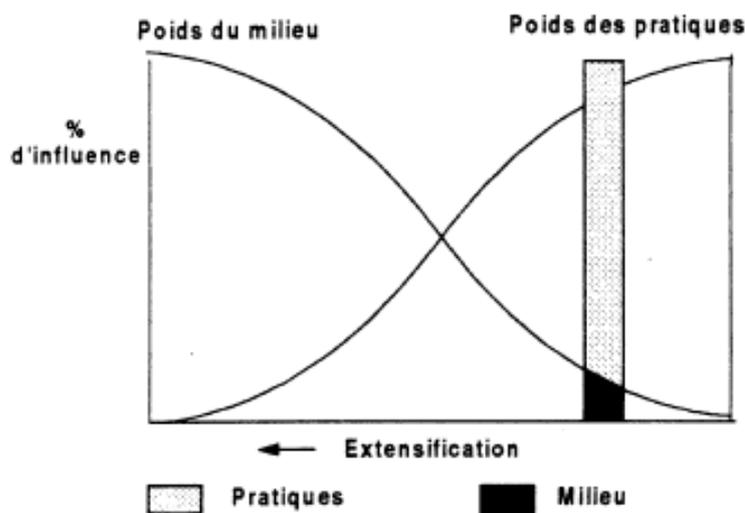


Figure 1 : Dynamique des végétations calcicoles d'Europe occidentale (modifié d'après Maubert *et al.*, 1995 in Piqueray et Mahy, 2010)

Les habitats agropastoraux en France sont pour la grande majorité des habitats secondaires, pour lesquels les activités agropastorales sont indispensables à leur maintien. Nous avons décidé de considérer **les pratiques de gestion** comme des **facteurs de l'environnement agissant sur le fonctionnement** de l'habitat (Rykiel, 1985 ; Blandin, 1986 ; Van



Andel et Van der Bergh, 1987 ; **Figure 2** : Influence respective du milieu et des pratiques sur la dynamique de la végétation (Balent et al., 1993) Fresco et Kroonenberg, 1992 ; in Balent et al., 1993). Les facteurs de l'environnement sont donc composés des conditions écologiques et des pratiques de gestion (Figure 2).

Pour un habitat, il peut exister **diverses pratiques** (et historiques de pratiques) **ainsi que divers contextes qui peuvent amener au même état de conservation** ; l'intérêt de la mise en place d'une méthode d'évaluation de l'état de conservation destinée aux opérateurs de site Natura 2000 est également **d'élaborer un outil d'aide à la décision permettant une description du milieu**, qui devra ensuite être associée à des **préconisations de gestion** selon le contexte du site, et le contexte socio-économique de la région.

1.2. Habitats concernés par ce guide

La méthode a été calibrée pour évaluer l'habitat agropastoral suivant (Tableau 1) :

- **UE 6210** - Pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement sur calcaires (*Festuco-Brometalia*) [*sites d'orchidées remarquables] (Photo 1)

Tableau 1 : Correspondance entre les habitats génériques (EUR 27) étudiés, CORINE Biotopes et le synsystème phytosociologique

Code Natura 2000	Habitat générique	CORINE Biotopes	Ordre phytosociologique
6210	Pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement sur calcaires	34.31	<i>Festucetalia valesiaca</i> Br.-Bl. & Tüxen ex Br.-Bl. 1949
		34.322	
		34.332	<i>Brometalia erecti</i> Koch 1926
		34.341	

NB : des correspondances entre référentiels sont disponibles à cette adresse : <http://inpn.mnhn.fr/telechargement/referentiels/habitats/correspondances>

Cet habitat a été divisé en quatre grands sous-types (Bensettiti *et al.* (coord.), 2005), mais la méthode et la grille d'analyse est la même pour tous ces sous-types.

Sous-type 1 – Pelouses steppiques subcontinentales

Il s'agit de pelouses sèches à caractère steppique, installées sur des substrats riches en base dans les vallées internes ouest alpines à climat continental. Ce type d'habitat, représentatif du domaine biogéographique alpin, est ici en limite occidentale de son aire de répartition et se cantonne à quelques grandes vallées alpines et à leurs affluents (Bensettiti *et al.* (coord.), 2005).

Sous-type 2 – Pelouses calcicoles semi-sèches subatlantiques (*Pelouses calcicoles semi-sèches subatlantiques)

Ce sous-type d'habitat correspond à l'aile mésophile à mésoxérophile des pelouses calcicoles eurosibériennes (sous-ordre des Mesobromenalia erecti). Il est largement répandu en France où il présente une très grande diversité typologique alimentée par la confluence des deux contingents floristiques qui alimentent le cortège floristique des pelouses calcicoles d'Europe occidentale : un contingent méridional à caractère subméditerranéen, représentant une migration du sud vers le nord des éléments floristiques, et un contingent steppique oriental à caractère eurosibérien et correspondant à un flux floristique orienté est/ouest (Bensettiti *et al.* (coord.), 2005).

Sous-type 3 – Pelouses calcicoles subatlantiques xérophiles

Ce sous-type d'habitat correspond à l'aile xérophile des pelouses calcicoles eurosibériennes (sous-ordre des Xerobromenalia erecti). Ce groupe de pelouses sèches entretient des relations floristiques et structurales étroites avec les pelouses xérophiles à mésoxérophiles, subméditerranéennes à supraméditerranéennes (ordre des Ononidalia striatae) dont elle hérite un important contingent floristique méridional à caractère subméditerranéen (Bensettiti *et al.* (coord.), 2005).

Sous-type 4 – Pelouses calcaro-siliceuses d'Europe centrale

Ce sous-type d'habitat représente un groupe original au sein des pelouses calcicoles sèches et chaudes en relation avec des substrats présentant les caractères suivants : texture à caractère arénacé, pH généralement bas (5-6), présence de bases. En contexte fluviatile, les milieux sont associés aux perturbations hydrodynamiques des grands fleuves, à caractère subpermanent, bien que leur stabilisation soit également historiquement tributaire des usages pastoraux et de l'action des lapins. Ailleurs, il s'agit de milieux secondaires hérités des traditions de parcours pastoraux, à caractère subprimaire plus ou moins prononcé dans les stations les plus arides (lithosols des substrats volcaniques, pentes raides, clairières forestières rocheuses) (Bensettiti *et al.* (coord.), 2005).



Photo 1 : Pelouse calcicole dans le site Natura 2000 « Steppique durancien et queyrassin » (©L. Maciejewski)

Certaines des pelouses présentes dans les différents sous-types ont un caractère primaire ou subprimaire, c'est notamment le cas dans le sous-type 3 avec des pelouses xérophiles des corniches calcaires et vires rocheuses soumises à de fortes contraintes érosives, ou dans le sous-type 4 pour les pelouses en contexte fluvial.

Dans les autres cas, il s'agit pratiquement toujours de pelouses à caractère secondaire s'inscrivant dans un contexte agropastoral plus ou moins extensif, généralement ancien et hérité de traditions souvent pluriséculaires

Les pelouses secondaires présentent un caractère instable, plus ou moins perceptible à l'échelle humaine, qui conduit en l'absence de perturbations pastorales au développement de végétations préforestières s'inscrivant généralement dans des potentialités de forêts neutrocalcicoles diverses. Hormis pour les pelouses primaires, le pâturage traditionnel extensif est à l'origine de la création de la plupart des pelouses calcicoles si bien que la déprise agricole de ces dernières décennies en a, inversement, favorisé la fermeture (Bensettiti *et al.* (coord.), 2005).

2. Tableau de synthèse des indicateurs

Les méthodes d'évaluation de l'état de conservation proposées constituent des **outils à l'intention des gestionnaires**, et non pas des méthodes à objectif unique. Le principal intérêt de ce travail est la **mise à disposition d'informations** permettant d'éclairer le gestionnaire sur l'écologie des habitats qui composent son site, et de lui proposer des indicateurs afin de le renseigner sur les facteurs les plus importants à prendre en compte dans l'état de conservation de ces milieux. Le tableau 2 est une synthèse des indicateurs qui sont proposées pour évaluer l'état de conservation des pelouses calcicoles, il présente également les informations mises en évidence par chaque indicateur. Ce tableau de synthèse constitue la clé de voûte de ce guide.

Tableau 2 : Synthèse des indicateurs proposés pour évaluer l'état de conservation des pelouses calcicoles, et informations portées par chaque indicateur

PARAMÈTRE	CRITÈRE	INDICATEUR		Information(s) mise(s) en évidence	
		Options	Description des indicateurs		
Surface couverte	Surface de l'habitat	Tendance d'évolution de la surface (et causes)		Fonctionnement général et perspectives, réservoir de biodiversité et connectivité, dynamique de l'habitat	
	Morcellement et fragmentation	Tendance d'évolution de la fragmentation		Connectivité des milieux	
Structure et Fonctionnement	Couverture du sol		Recouvrement de ligneux	Dynamique de l'habitat : Risque de réduction de surface, fragmentation, et réduction du réservoir de graines	
	Composition spécifique	Composition floristique	Présence d'espèces eutrophiles	Trajectoire dynamique concernant le niveau trophique	
			Présence d'espèces indicatrices du régime agropastoral	Stabilité des conditions de maintien de l'habitat, équilibre avec les pratiques, trajectoire dynamique du niveau trophique	
			Recouvrement du Brachypode	Trajectoire dynamique : densification et début d'ourlification, niveau trophique	
			Recouvrement des espèces d'ourlet	Trajectoire dynamique : densification et début d'ourlification	
			Présence d'espèces allochtones envahissantes	Fonctionnement général, capacité de résilience de l'habitat, conservation de l'habitat, niveau trophique	
	Composition faunistique	Lépidoptères diurnes (A ou B)	A	indicateur 'couleur'	Niveau trophique, équilibre avec les pratiques
			B	indicateur 'détermination d'espèces'	Niveau trophique, équilibre avec les pratiques, fragmentation et fonctionnement de l'écosystème
		Coprophages (A, ou A+B)	A	indicateur 'observation des coprophages'	Fonctionnement et continuité spatio-temporelle du cycle de la matière (lien herbivore-sol)
	B		indicateur 'gros coléoptères exigeants'		
Altérations	Atteintes au niveau du polygone	Atteintes localisées (et recouvrement)		Reliquat des perturbations non prises en compte de manière indirecte par les autres indicateurs	
	Atteintes "diffuses" au niveau du site	Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface		Atteintes à large échelle	

Dans la partie générale de ce guide, la définition de l'état de conservation qui a été retenue, ainsi que les principes méthodologiques qui ont été choisis sont présentés en détails. La question des changements d'échelle est également abordée avec des propositions sur comment passer des évaluations stationnelles à une évaluation au niveau du site. Enfin des éléments permettant la mise en application concrète de la méthode, notamment concernant l'échantillonnage, sont apportés.

La partie générale de ce guide est indispensable à la compréhension et à la mise en application de cette méthode.

3. Description des indicateurs

Le tableau 3 présente la grille d'analyse avec les critères et indicateurs retenus, ainsi que les notes et valeurs-seuils permettant d'évaluer l'état de conservation des pelouses calcicoles (UE 6210) d'intérêt communautaire, ensuite chaque indicateur est détaillé et présenté sous cette forme :

INDICATEUR	MODALITÉ 1	Information(s) mise(s) en évidence
	MODALITÉ 2	
	MODALITÉ 3	
Échelle de récolte de donnée(s)		

Tableau 3 : Grille d'analyse pour l'évaluation de l'état de conservation des pelouses calcicoles

PARAMÈTRE	CRITÈRE	INDICATEUR		MODALITÉ (pelouses)	NOTE		
		Options	Description des indicateurs				
Surface couverte	Surface de l'habitat	Evolution de la surface (indiquer les causes de l'évolution)		Stabilité ou progression	0		
				Régression	- 10		
	Morcellement et fragmentation	Plusieurs outils proposés		Connectivité stable	0		
				Diminution de la connectivité	- 10		
Structure et Fonctionnement	Couverture du sol		recouvrement de ligneux (en %)	<10 %	0		
				> 10%	- 10		
	Composition spécifique	Composition floristique	Présence d'espèces eutrophiles		0 - 10% d'espèces de la liste	0	
					10-30% d'espèces de la liste	- 20	
					> 30 % d'espèces de la liste	- 40	
			Présence d'espèces indicatrices du régime agropastoral		0-20% d'espèces de la liste	- 20	
					20-40% d'espèces de la liste	- 10	
					+ de 40% d'espèces de la liste	0	
		Composition faunistique	Lépidoptères diurnes (au choix A ou B)	A	indicateur 'couleur'	Groupe 1	- 15
						Groupe 2	- 10
						Groupe 3	- 5
			Groupe 4			0	
			B	indicateur 'détermination d'espèces'	Etape 1	NON VALIDE	
					Etape 2	- 15	
	Etape 3	- 8					
	Etape 4	0					
	Etape 5	+5					
	Coprophages (au choix A, ou A+B)	A	'Activité des coprophages'	activité de coprophages dans les excréments	0		
				absence d'activité	- 5		
		B	'Gros coléoptères exigeants'	0 - 1 ou 2 (selon la région) coléoptères exigeants	+2		
				1 ou 2 (selon la région) coléoptères exigeants	+5		
			> 1 ou 2 (selon la région) coléoptères exigeants	+10			
	Altérations	Atteintes au niveau de l'unité	Atteintes et leur recouvrement (voir liste fournies et notes associées)		Somme des points des atteintes relevées = 1	- 5	
Somme des points des atteintes relevées = 2					- 10		
Somme des points des atteintes relevées = 3					- 15		
Atteintes "diffuses" au niveau du site		Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface		Atteintes négligeables ou nulles	0		
				Atteintes moyennes (ponctuelles, maîtrisées)	- 10		
				Atteinte(s) importante(s), dynamique de l'habitat remis en cause	- 20		

3.1. Surface de l'habitat

La perte d'habitat constitue la plus importante menace à long terme pour la survie des espèces et découle de trois processus principaux : la destruction de l'habitat, l'augmentation de la fragmentation et l'altération de la qualité de l'habitat. La fragmentation de l'habitat, qui se traduit par la formation de plusieurs petits fragments d'habitat spatialement isolés à partir d'un seul fragment continu, a pour conséquence la diminution de l'abondance, de la densité et de la diversité spécifiques, l'augmentation des effets de lisière et de l'isolement des fragments d'habitat restants (Vandewoestijne *et al.*, 2005).

L'évolution de la surface est un critère qui n'a pas été retenu pour tous les grands types d'habitats - il reste optionnel pour les habitats forestiers (Carnino, 2009) -, mais il est important à évaluer pour les pelouses dont les surfaces recouvertes sont déjà assez faibles, et dont les changements de surface peuvent être rapides.

Il est particulièrement difficile de définir quelle est la surface à l'intérieur d'un site qui permettrait le bon fonctionnement d'un habitat (définition de la valeur-seuil), c'est pourquoi on privilégie une évaluation de la tendance (en augmentation, en stagnation, ou en régression).

La « surface couverte » et le « morcellement/fragmentation » sont deux critères qui apparaissent comme essentiels dans l'évaluation de l'état de conservation des habitats agropastoraux ; mais ces critères demandent beaucoup de temps, de données et de technicités pour être mis en place. De plus, l'estimation de l'évolution de la surface et de la fragmentation est rendue particulièrement difficile par le biais lié à la différence de qualité de la cartographie d'un même site entre deux dates (liée à l'amélioration des méthodes, ou à l'effet observateur, etc.). De plus, le réseau Natura 2000 étant très récent, il n'existe en général qu'une seule cartographie à une date donnée. C'est pourquoi on peut envisager dans un premier temps de les faire remplir à dire d'experts, mais d'encourager au maximum l'utilisation de l'outil SIG.

NB : D'anciennes cartes de végétation des Alpes (françaises, italiennes, autrichiennes) et d'autres montagnes (Massif Central, Népal, etc.) sont numérisées et disponibles en ligne :

<http://ecologie-alpine.ujf-grenoble.fr/cartes/1/>

3.1.1. Évolution de la surface couverte par l'habitat

Tendance d'évolution de la surface (et causes)	Stabilité ou progression	Fonctionnement général et perspectives, réservoir de biodiversité et connectivité, dynamique de l'habitat
	Régression	
SITE		

Il existe différentes façons d'estimer la tendance : comparaison de cartographies, étude d'orthophotographies, étude de photos « classiques », dire d'experts ou consultation des acteurs locaux. La métadonnée devra être renseignée.

Il est important de renseigner la cause de l'évolution de la surface lorsqu'elle est connue, car s'il y a une diminution de la surface, c'est qu'il y a eu évolution de l'habitat vers un autre (dynamique naturelle) ou destruction de l'habitat.

3.1.2. Morcellement/Fragmentation

Tendance d'évolution de la fragmentation	Bon	Connectivité des milieux
	Mauvais	
SITE		

Aucuns outils simples et accessibles facilement n'ont pour le moment été mis en place, il existe cependant des outils SIG permettant de faire une première analyse et un suivi dans le temps.

Les quelques indicateurs présentés ci-après sont extraits du mémoire de fin d'études de Julie Chaurand sur les « Modalités de suivi et d'évaluation des Schémas Régionaux de Cohérence Ecologiques » (2010) (téléchargeable à cette adresse : <http://www.trameverteetbleue.fr/documentation-outils/outils-methodes/suivi-evaluation>).

Évolution de l'indice de taille effective de maille (*effective mesh size*, m_{eff} , Jaeger, 2000)

Exprimée par une surface (km², par exemple), cet indice est proportionnel à la probabilité que deux points choisis au hasard dans un territoire soient connectés (c'est-à-dire qu'ils appartiennent au même fragment, ou qu'ils ne soient pas séparés par des barrières telles que des routes ou des cultures intensives par exemple).

Ainsi, plus la valeur de l'indice est élevée, plus l'espace est favorable aux espèces puisqu'il est moins fragmenté.

$$m_{eff}^{CBC} = \frac{1}{A_{total}} \sum_{i=1}^n A_i \cdot A_i^{compl}$$

Où m_{eff}^{CBC} : indice de taille effective de maille calculé selon la procédure CBC (Cross Boundary Connections)

A_{total} : surface totale de la zone de calcul (ici la région)

A_i : surface des taches i (réservoirs de biodiversité i) à l'intérieur des limites de la zone d'étude (limites administratives régionales)

A_i^{compl} : surface de la tache complète dont A_i est une partie (c'est-à-dire surface totale de la partie de la tache i à l'intérieur des limites de la zone d'étude, additionnée – si la tache est transfrontalière - de la surface de la partie de la tache en dehors de la région (cas des réservoirs à cheval sur deux régions)

n : nombre de taches (de réservoirs de biodiversité)

Cet indice est intégré dans le logiciel FRAGSTATS, couramment utilisé en écologie du paysage : l'indice y est nommé « MESH ».

Il ne prend pas en compte la perméabilité de la matrice (qui peut par exemple être importante en moyenne montagne ou encore dans l'arrière pays méditerranéen) puisque le modèle est binaire (obstacles/réservoirs), ni la répartition spatiale et la proximité des réservoirs de biodiversité. L'IRSTEA est actuellement en train de réfléchir à cette dernière question afin de l'intégrer dans un nouvel indicateur basé sur l'indice de taille effective de maille.

Évolution des « habitats » par interprétation visuelle

On interprète l'évolution de la répartition des réservoirs dans l'espace afin de vérifier que les réservoirs sont bien toujours complémentaire (ceci est notamment possible par photo-interprétation à partir d'images aériennes).

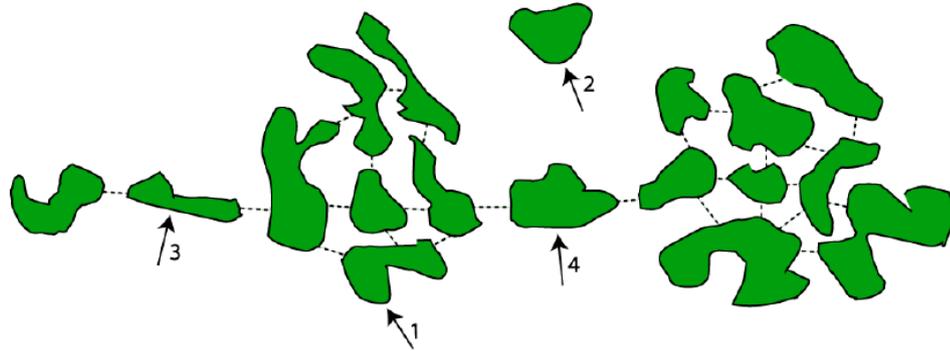
Évolution des « habitats » par le calcul de la distance moyenne entre deux « habitats »

Ceci s'effectue grâce à l'utilisation des outils d'analyse spatiale avec le SIG.

Évolution des « habitats » par la méthode de hiérarchisation des taches d'habitats

Cette technique a été développée par Santiago Saura et Lucia Pascual-Hortal (2007) à partir de la théorie des graphes (Pascual-Hortal et Saura, 2006 ; Saura et Pascual-Hortal, 2007) (Figure 3). Cette théorie repose sur le calcul de la probabilité que deux taches prises au hasard soient connectées. L'indice peut être calculé via l'outil Conefor Sensinode pour l'analyse de la connectivité des différents « habitats » : une dizaine de métriques ont été testées par Lucia

Pascual-Hortal et Santiago Saura (2006, 2007) afin de définir lesquelles étaient les plus robustes et les plus pertinentes¹.



Où la tache 1 n'est pas un élément majeur de la connectivité pour l'ensemble des taches, où la tache 2 est isolée, et où les taches 3 et 4 sont des éléments majeurs de la connectivité de l'ensemble des taches (avec la tache 4 ayant un rôle plus important que la 3)

Figure 3 : Analyse de l'importance relative des différentes taches dans un réseau écologique (Saura et Pascual-Hortal, 2007)

Évolution de la forme des « habitats »

La forme d'un « habitat » est liée à sa compacité qui « *influe sur la présence et l'importance d'un cœur d'habitat favorisant le bon fonctionnement écologique et donc la biodiversité (espèces caractéristiques du milieu correspondant)* » (Biotope-Greet, 2008) (Figure 4). **Figure 4 :** Schématisation de la notion de réservoir (Source : Biotope-Greet, 2008). Cet indicateur part de l'hypothèse que plus la forme de l'« habitat » se rapproche du disque, plus l'« habitat » est protégé des éléments extérieurs et donc plus il est fonctionnel (c'est-à-dire que les potentialités biologiques sont considérées comme fortes).

¹ Les deux métriques les plus robustes seraient (cf. Pascal-Hortal. et Saura, 2006 et 2007) le flux de surface pondérée (*area weighted flux, AWF*), et l'indice global de connectivité (*integral index of connectivity, IIC*) permettant de calculer la contribution de chaque « habitat » à la connectivité globale.

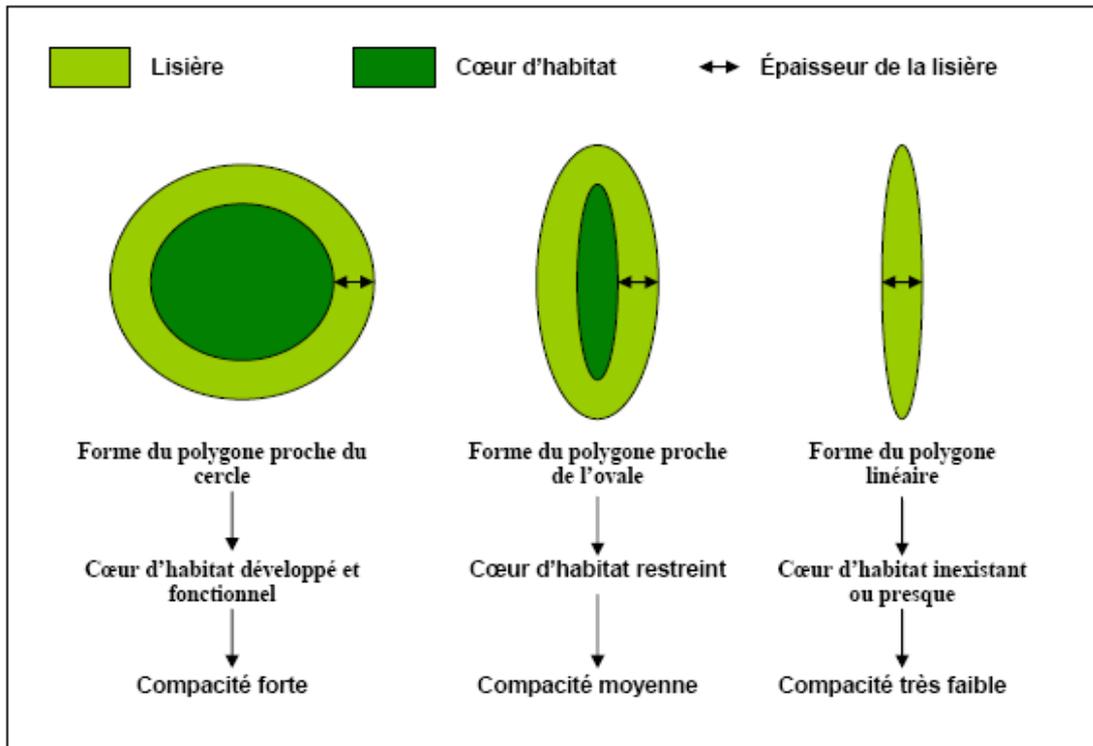


Figure 4 : Schématisation de la notion de réservoir (Source : Biotopie-Greet, 2008).

L'indice proposé par Biotopie-Greet (2008) combine les valeurs de compacité et de surface. En effet, considérant que « d'un point de vue biologique un espace naturel vaste et découpé vaut mieux qu'un espace naturel minuscule mais très compact » (Biotopie-Greet, 2008), il est important, pour que l'indice soit plus correct, que la valeur de la surface (déjà considérée dans le calcul de la compacité) soit « dominante » à la valeur de compacité.

D'où :

Indice de compacité-surface = Valeur réelle de la compacité * valeur réelle de la surface

Avec : **Compacité** = $\frac{4 * \pi * \text{surface}}{(\text{périmètre})^2}$ (0 : très faible compacité, à 1 : compacité maximale=cercle)

Évolution du degré de connectivité des « habitats »

Cet indice regarde le nombre de connexions effectives entre les « habitats » par rapport au nombre de connexions potentielles entre ceux-ci. Par exemple, Elodie Salles (2001) propose l'indice **CONNEX** qui « estime le nombre de liaisons existant entre les marais par rapport à la potentialité maximale de liaisons au sein de l'habitat Marais. Plus la valeur de l'indice est élevée, plus l'habitat exploite ses « potentialités » de connexions « internes » »².

$$\text{CONNEX} = \left[100 * \left(L / (3 * (N-2)) \right) \right]$$

Avec L = nombre de connexions existantes entre deux marais

N = nombre total de taches de l'habitat Marais

3*(N-2) représente le nombre maximal de liaisons possibles entre les N taches

² Il est important de ne pas négliger les possibilités de connexions verticales (échanges souterrains) entre deux réservoirs de milieux humides. Cependant, afin de simplifier le suivi, il est proposé de se limiter aux corridors identifiables et quantifiables par un repérage aérien, c'est-à-dire ceux de surface (Salles, 2001).

3.2. Structure et fonctionnement

3.2.1. Couverture du sol

Colonisation ligneuse	< 10 %	Dynamique de l'habitat : Risque de réduction de surface, fragmentation, et réduction du réservoir de graines
	> 10 %	
UNITE ou POLYGONE ou SITE		

La colonisation ligneuse a pour effet la réduction des surfaces de pelouses et leur fragmentation, l'augmentation du risque d'incendie, et enfin une réduction du réservoir de graines contenus dans le sol ce qui entraîne parfois de grandes difficultés à la restauration d'une pelouse colonisée, c'est pourquoi la dynamique de colonisation ligneuse doit être suivie pour évaluer l'état de conservation. Cependant, malgré le côté très intuitif de cet indicateur, nous n'avons pas pu trancher : si on choisit la placette comme unité d'échantillonnage, on peut relever cette information à ce niveau, mais également au niveau du polygone ; si le transect est l'unité d'échantillonnage choisie, l'information est à relever au niveau du polygone. Enfin, on peut également choisir d'appréhender la colonisation ligneuse au niveau du site tout entier, en analysant des orthophotographies.

Dans le cas d'un relevé d'information au niveau local, on prend en compte les arbustes ligneux de plus de 30 cm, et on notera autant que possible les espèces rencontrées.

3.2.2. Composition floristique

3.2.2.1. Composition floristique

Pour la partie floristique de la méthode, notre choix méthodologique a été la mise en place de listes d'espèces floristiques dont la présence ou absence à relever est marqueur des facteurs de l'environnement (conditions écologiques ou pratiques de gestion).

Limiter le nombre d'espèces à reconnaître en élaborant au préalable une liste restreinte permet de limiter les compétences requises pour reconnaître ces espèces, mais également la durée du relevé. Enfin cela permet de bien identifier les informations mises en évidence par les différentes listes.

Nous avons réalisé des analyses statistiques afin de préciser les informations réellement apportée par chacun des indicateurs. Pour la composition floristique, il a été montré que la liste d'espèces indicatrices du régime agropastoral, le recouvrement du Brachypode, les espèces d'ourlet, ainsi que les espèces eutrophiles permettent toute en partie de mettre en évidence la dynamique

trophique de l'habitat. Cependant, il existe des corrélations faibles entre chacun des indicateurs. C'est pourquoi chaque indicateur est conservé, et permettra en partie d'expliquer la variabilité du niveau trophique de l'habitat.

Présence d'espèces eutrophiles

Le premier facteur agro-écologique responsable de la répartition des différentes communautés de pelouses calcicoles est le niveau trophique de la parcelle (Dutoit, 1996), il est également un des facteurs écologiques prépondérants pour tous les habitats agropastoraux. De plus, l'eutrophisation des milieux est une perturbation courante, qui plus est difficilement réversible. La liste d'espèces eutrophiles réalisées au niveau du site permet de mettre en évidence la dynamique trophique de l'habitat au sein du site.

Présence d'espèces eutrophiles	0 - 10 %	Trajectoire dynamique concernant le niveau trophique
	10 - 30 %	
	> 30 %	
UNITÉ		

Pour mettre en place la liste d'espèces eutrophiles capables de mettre en évidence la dynamique trophique, nous avons voulu que la méthode soit reproductible le plus possible pour limiter le biais lors de sa mise en place. C'est pourquoi nous conseillons de l'éborer à partir des valeurs d'Ellenberg (Hill *et al.*, 1999) concernant la nitrophilie, complétées à partir des informations contenues dans la baseflor (Julve, 2007). A partir de la liste d'espèces potentiellement présentes dans l'habitat sur le site ou dans la région naturelle, élaborer une liste d'espèces eutrophiles en choisissant les espèces dont les valeurs de nitrophilie sont les plus fortes.

La limite de cette méthode réside dans le manque d'informations concernant certaines espèces. Elle demande également une connaissance de toutes les espèces potentiellement présentes sur chaque site. Néanmoins, les espèces eutrophiles sont en général assez bien connues des gestionnaires, et les listes d'espèces varient assez peu d'une région à l'autre.

Par relevé, on note le nombre d'espèces de la liste qui ont été observées puis on calcule le ratio :

$$\frac{\text{Nombre d'espèces observées}}{\text{Nombre d'espèces de la liste}} \times 100$$

Exemple de listes mises en place pour la phase de terrain 2011 par Jérémie Van Es (CBN Alpin et Laurent Seytre (CBN Massif Central) – Tableaux 4 et 5 - :

Tableau 4 : Liste d'espèces eutrophiles pour les pelouses des Cévennes

CD_NOM	NOM_VALIDE_TAXREF	Indice de niveau trophique	FREQUENCE
128268	<i>Urtica dioica</i> L.	8	0,19
86763	<i>Bromus sterilis</i> L.	8	0,13
86564	<i>Bromus catharticus</i> Vahl	7	0,06
100133	<i>Geranium pusillum</i> L.	7	0,06
131693	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J. & C.Presl subsp. <i>elatius</i>	7	0,19
129632	<i>Viola odorata</i> L.	7	0,13
111391	<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	7	0,06
125535	<i>Taraxacum campylodes</i> G.E.Haglund	7	0,06
92302	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	7	0,13
133652	<i>Dactylis glomerata</i> L. subsp. <i>glomerata</i>	7	0,31
106499	<i>Lolium perenne</i> L.	6	0,13

Tableau 5: Liste d'espèces eutrophiles pour les pelouses du site « Steppique durancien et Queyrassin »

CD_NOM	NOM_VALIDE_TAXREF	Indice de niveau trophique	FREQUENCE
97277	<i>Erysimum virgatum</i> Roth	8	0,15
84061	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	8	0,03
96046	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Desv. ex Nevski	7	0,09
91886	<i>Clematis vitalba</i> L.	7	0,09
93840	<i>Cynoglossum officinale</i> L.	7	0,06
133652	<i>Dactylis glomerata</i> L. subsp. <i>glomerata</i>	7	0,15
95709	<i>Echinops ritro</i> L.	7	0,68
120619	<i>Salvia aethiopsis</i> L.	7	0,09
128754	<i>Verbena officinalis</i> L.	7	0,09
141165	<i>Silene latifolia</i> Poir. subsp. <i>alba</i> (Mill.) Greuter & Burdet	7	0,06
90954	<i>Chondrilla juncea</i> L.	7	0,29
90681	<i>Chenopodium album</i> L.	7	0,06
92302	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	7	0,26
125535	<i>Taraxacum campylodes</i> G.E.Haglund	7	0,21
103628	<i>Inula helvetica</i> Weber	7	0,03
87849	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	7	0,03

Présence d'espèces indicatrices du régime agropastoral

Présence d'espèces indicatrices du régime agropastoral	> 40 %	Stabilité des conditions de maintien de l'habitat, équilibre avec les pratiques, trajectoire dynamique du niveau trophique
	20 - 40 %	
	0 - 20 %	
UNITÉ		

La première version de la méthode proposait des indicateurs floristiques basés uniquement sur des listes d'espèces « négatives », c'est-à-dire que leur présence montrait une dégradation de l'état de conservation.

De plus, d'après les cahiers d'habitats (Bensettiti *et al.*, 2005), « il s'agit [pelouses calcicoles UE6210] pratiquement toujours de pelouses à caractère secondaire s'inscrivant dans un contexte agropastoral plus ou moins extensif. [...] Les pelouses secondaires présentent un caractère instable, plus ou moins perceptible à l'échelle humaine, qui conduit en l'absence de perturbations pastorales au développement de végétations préforestières. » C'est pourquoi une liste d'espèces capables de mettre en évidence cet équilibre dynamique, celui qui est lié à l'existence de l'habitat tel que décrit, a été réalisée. Elle constitue une liste d'espèces « positives », c'est-à-dire que leur présence montre un bon état de conservation de la pelouse, elle a une portée nationale (Tableau 6).

Ce travail a été réalisé par Jean-Marie Royer à partir des tableaux synthétiques réalisés pour la déclinaison des *Festuco-Brometea*, elle est amenée à évoluer avec les retours d'expérience.

Par relevé, on note le nombre d'espèces de la liste qui ont été observées puis on calcule le ratio :

$$\frac{\text{Nombre d'espèces observées}}{\text{Nombre d'espèces de la liste}} \times 100$$

Tableau 6 : Liste d'espèces indicatrices du régime agropastoral pour les pelouses calcicoles

CD_REF	Nom valide TAXREF	REMARQUES
82999	<i>Anthyllis vulneraria</i> L., 1753	
84306	<i>Asperula cynanchica</i> L., 1753	
86601	<i>Bromus erectus</i> Huds., 1762	
88415	<i>Carex caryophyllea</i> Latourr., 1785	
88582	<i>Carex humilis</i> Leyss., 1758	
89180	<i>Carlina vulgaris</i> L., 1753	
89697	<i>Centaurea scabiosa</i> L., 1753	
92527	<i>Coronilla minima</i> L., 1756	Espèce très xérophile
94716	<i>Dianthus carthusianorum</i> L., 1753	
97141	<i>Eryngium campestre</i> L., 1753	
97490	<i>Euphorbia cyparissias</i> L., 1753	
98425	<i>Festuca ovina</i> L., 1753	Festuca "groupe" ovina
99582	<i>Galium verum</i> L., 1753	Espèce à large amplitude, transgressive en prairie
100338	<i>Globularia bisnagarica</i> L., 1753	Espèce très xérophile
100956	<i>Helianthemum nummularium</i> (L.) Mill., 1768	
102842	<i>Hippocrepis comosa</i> L., 1753	
104665	<i>Koeleria pyramidata</i> (Lam.) P.Beauv., 1812	
106346	<i>Linum tenuifolium</i> L., 1753	Espèce très xérophile
113596	<i>Pimpinella saxifraga</i> L., 1753	Espèce à large amplitude, transgressive en prairie
115570	<i>Potentilla neumanniana</i> Rchb., 1832	
120685	<i>Salvia pratensis</i> L., 1753	Espèce à large amplitude, transgressive en prairie
120753	<i>Sanguisorba minor</i> Scop., 1771	
121334	<i>Scabiosa columbaria</i> L., 1753	
123037	<i>Seseli montanum</i> L., 1753	
125981	<i>Teucrium chamaedrys</i> L., 1753	
126008	<i>Teucrium montanum</i> L., 1753	Espèce très xérophile
	Orchidacées	Toutes les orchidées

Recouvrement du Brachypode

Recouvrement du Brachypode	0 – 1/3	Trajectoire dynamique : densification et début d'ourlification, niveau trophique
	1/3 – 2/3	
	> 2/3	
UNITÉ		

Le Brachypode penné (*Brachypodium pinnatum*) est, avec le Brome érigé (*Bromus erectus*) et localement la Séslerie bleue (*Sesleria caerulea*), une des espèces qui colonisent le plus rapidement les terrains calcaires abandonnés, aussi bien les pelouses non entretenues que les anciens terrains agricoles. Maubert et Dutoit (1995) ajoutent que la dominance des graminées sociales peut entraîner un effet très négatif sur la diversité spécifique.

L'indicateur a été restreint au Brachypode (penné ou rupestre selon les régions).

On estime par relevé sur la surface de l'unité d'échantillonnage choisie le recouvrement en pourcentage de la surface (Figure 5) du Brachypode.

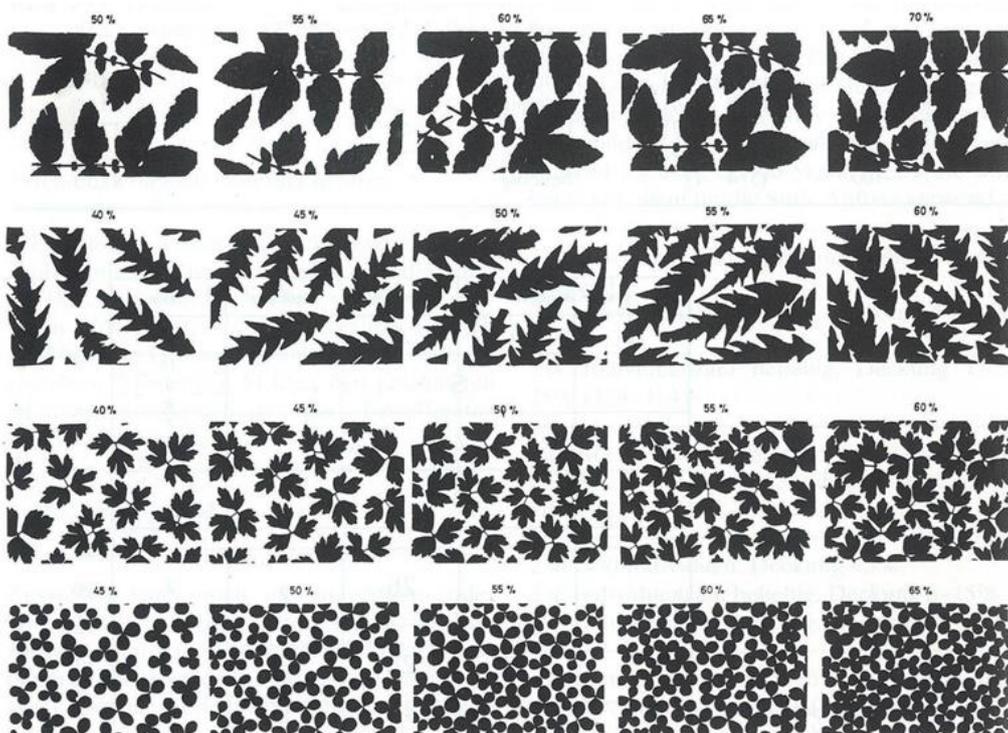


Figure 5 : Aide à l'estimation du recouvrement (Kluszczewski, 2011)

Recouvrement des espèces d'ourlets

Recouvrement des espèces d'ourlets	0 – 15 %	Trajectoire dynamique : densification et début d'ourlification, niveau trophique
	> 15 %	
UNITÉ		

Le phénomène d'ourlification amenant la présence de ces espèces d'ourlet est différent de celui amenant à une augmentation de la couverture du Brachypode, et intervient avant la colonisation ligneuse, c'est pourquoi cet indicateur a été ajouté.

Une liste au niveau national a été élaborée par Jean-Marie Royer (tableau 7), elle est amenée à évoluer avec les retours d'expérience.

On estime par relevé sur la surface de l'unité d'échantillonnage choisie le recouvrement en pourcentage de la surface (Figure 5) des espèces d'ourlets.

Tableau 7 : Liste d'espèces d'ourlet pour l'évaluation de l'état de conservation des pelouses calcicoles

CD_REF	Nom valide TAXREF
80410	<i>Agrimonia eupatoria</i> L., 1753
100149	<i>Geranium sanguineum</i> L., 1753
107790	<i>Melampyrum cristatum</i> L., 1753
127463	<i>Trifolium rubens</i> L., 1753
127382	<i>Trifolium medium</i> L., 1759
140842	<i>Securigera varia</i> (L.) Lassen subsp. <i>varia</i>
111289	<i>Origanum vulgare</i> L., 1753
91912	<i>Clinopodium vulgare</i> L., 1753
129586	<i>Viola hirta</i> L., 1753
87044	<i>Bupleurum falcatum</i> L., 1753
139008	<i>Poa pratensis</i> subsp. <i>angustifolia</i> (L.) Dumort., 1824
129477	<i>Vincetoxicum hirundinaria</i> Medik., 1790
105247	<i>Lathyrus pratensis</i> L., 1753
99473	<i>Galium mollugo</i> L., 1753

Espèces allochtones envahissantes

Présence d'espèces allochtones envahissantes	Absence totale	Fonctionnement général, capacité de résilience de l'habitat
	Présence, et recouvrement < 30%	
	Présence, et recouvrement > 30%	
UNITÉ		

Des recherches sont actuellement en cours, cependant il semble que les perturbations soient un facteur favorable aux invasions biologiques, en raison notamment de l'anthropisation des milieux et de leur eutrophisation, en particulier par des enrichissements en azote et du piétinement, mais également la création de sentiers. Cette artificialisation des milieux concourt très probablement à diminuer les capacités de résistance et de résilience des écosystèmes (Haury *et al.*, 2010).

Depuis 2009, deux correspondantes (en charge de la faune au sein du SPN et en charge de la flore au sein de la FCBN) ont été chargées par le ministère en charge de l'écologie de la mise en place de listes d'espèces exotiques envahissantes accompagnées d'une hiérarchisation de leur caractère invasif sur le territoire métropolitain (notamment grâce à un réseau d'expertise national), en vue de la mise en place de plans d'action, également afin d'alimenter la réglementation en la matière. Les conclusions des études en cours vont amener à la publication de rapports, ainsi qu'une proposition visant à la structuration d'un réseau de surveillance sur les espèces présentes sur le territoire métropolitain ainsi que les espèces non encore présentes. Ces études permettront à terme la mise en place d'indicateurs de risque liés à la dynamique de ces espèces (végétales uniquement pour le moment).

Au regard de cet indicateur, l'état favorable est l'absence totale d'espèces allochtones envahissantes. Nous avons décidé de commencer à pénaliser dès l'apparition d'une espèce. Enfin, en cohérence avec l'indicateur mis en place dans le cadre de l'évaluation de l'état de conservation des habitats aquatiques (Viry, 2013), nous avons choisi de pénaliser fortement lorsque le recouvrement des espèces dans la strate herbacée dépasse 30%.

3.2.3. Composition faunistique

3.2.3.1. Lépidoptères diurnes

Pourquoi les Rhopalocères ?

Les Lépidoptères Rhopalocères associés aux pelouses et prairies constituent l'un des 26 indicateurs retenus par l'Agence Européenne de l'Environnement dans le cadre du programme de « rationalisation des indicateurs européens de la biodiversité pour 2010 » (SEBI 2010 : Streamlining European 2010 Biodiversity Indicators) (EEA, 2007). Le suivi à l'échelle européenne montre un déclin des populations de presque 70 % depuis 1990 (Van Swaay *et al.*, 2012). Les principales menaces pesant sur ces espèces sont liées à :

- la fragmentation et à la diminution des surfaces des habitats favorables (Dover *et al.*, 2011 ; Rosin *et al.* 2012) ;
- la diminution des ressources florales pour les adultes à l'échelle du paysage (sens éco-complexe) (Aviron *et al.*, 2011 ; WallisDeVries *et al.*, 2012).

Les espèces généralistes sont les moins impactées à l'échelle du paysage (Dapporto & Dennis, 2013). Pour les autres espèces, l'impact est plus contrasté. Les espèces spécialistes ayant un faible pouvoir de dispersion semblent avoir été fortement impactées dans le passé (Wenzel *et al.*, 2006 ; Augenstein *et al.*, 2012). Ces dernières années, ces espèces semblent moins menacées vis-à-vis de ces facteurs que les espèces ayant un degré de spécialisation moindre (Habel & Schmitt, 2012 ; Dapporto & Dennis, 2013).

Dans l'état actuel des connaissances, il y a peu de différences de composition spécifique des Lépidoptères Rhopalocères entre les prairies de fauche et les pelouses calcaires, et les impacts sur cette composition sont semblables (Saarinen & Jantunen, 2005). Cependant ceci doit être confirmé à l'échelle du territoire national notamment en fonction de la variabilité biogéographique de la composition floristique des pelouses et des prairies. En attendant, nous aurons la même approche méthodologique pour les deux grands types d'habitats.

La fauche a la même conséquence sur la faune des Rhopalocères qu'une intensification du pâturage. On observe une chute importante de l'abondance et de la diversité spécifique (Cizek *et al.*, 2012 ; Kruess & Tschardtke, 2002). La date de fauche a un impact plus important sur la famille des Lycènes dont les mâles de beaucoup d'espèces sont de couleur bleue (Dover *et al.*, 2010). En effet, chez beaucoup de Lycènes, les chenilles se nourrissent de fleurs de Légumineuses et ont une activité diurne. L'intensification du pâturage a des effets similaires. Les études montrent un impact plus important sur les espèces liées aux dicotylédones (Dumont *et al.*, 2009) qui sont principalement des Lycènes et des Nymphalides (couleur orange ou brun). La fauche et le pâturage ont un impact moindre sur les Satyrides (couleur orange ou brun, blanc avec des points noirs), car les plantes-hôtes sont des graminées et l'activité des chenilles est principalement nocturne ; ces dernières restant cachées à la base des plantes au cours de la journée.

Pourquoi deux indicateurs ?

Comme cela a été rappelé dans la partie générale, l'aspect pragmatique de l'outil proposé pour l'évaluation est un facteur qui facilite sa prise en main et son utilisation. Dans ce cadre nous avons proposé deux indicateurs pour les Lépidoptères Rhopalocères :

- un indicateur basé sur les couleurs des papillons observés : indicateur 'couleur'. L'acquisition des données ne demande pas un niveau de compétence important ;
- un indicateur basé sur le relevé exhaustif des espèces : indicateur 'espèce'. L'acquisition des données demande l'intervention d'un spécialiste.

Dans le cadre de l'évaluation, l'un et/ou l'autre des indicateurs peuvent être utilisés ; sachant que l'indicateur 'espèce' est beaucoup plus informatif, notamment dans le cadre de la gestion conservatoire des habitats.

Que montrent les indicateurs lépidoptères diurnes ?

Les deux indicateurs sont centrés sur l'acquisition de données concernant les adultes. La diversité et l'abondance des espèces observées à l'échelle d'un polygone vont être dépendant :

- de la densité de la disponibilité florale au niveau du polygone ;
- de la surface du polygone ;
- de la diversité des habitats à l'échelle de l'écocomplexe.

En effet, on observe une immigration plus importante que l'émigration lorsque la densité de la disponibilité florale et/ou la surface de l'habitat favorable est plus grande (Moilanen & Hanski, 1998 ; Suttcliffe *et al.*, 1997). Les espèces étant toutes floricoles à l'état adulte et leur capacité de déplacement étant très variable, **les indicateurs donnent en premier, une information sur la diversité spécifique des Lépidoptères Rhopalocères à l'échelle d'un écocomplexe** dans lequel le polygone joue un rôle clé pour l'alimentation des adultes en lien avec la disponibilité florale (figure 6) :

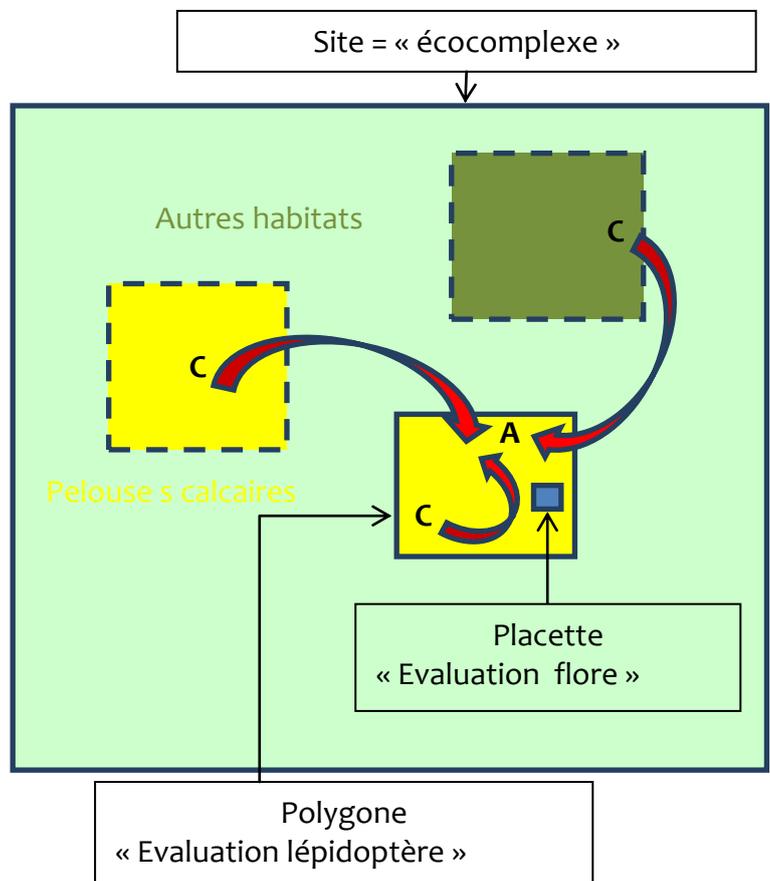


Figure 6 : origine à l'échelle de l'écocomplexe des adultes échantillonnés au sein d'un polygone. A : adulte ; C : chenille.

L'indicateur 'espèce' est basée principalement sur le degré de spécialisation des espèces vis-à-vis des prairies de fauche et des pelouses calcicoles mais aussi des formations associées à la dynamique végétale (pelouses ourlets et strates arbustives). **Cet indicateur permet donc d'avoir une information sur un état de conservation au niveau d'un polygone tout en intégrant une dynamique écosystémique plus ou moins bloquée par la fauche ou le pâturage à l'échelle de l'écocomplexe.** Les espèces spécialistes des pelouses ourlets et des strates arbustives sont intégrées dans l'évaluation. En effet, nous considérons que leur absence peut rendre compte d'une perte de biodiversité spécifique à l'échelle de la dynamique végétale et que cet état de fait ne correspond pas à un état de conservation optimal des habitats cibles. Il faut cependant préciser que dans certains cas, l'absence d'une strate arbustive peut avoir comme origine des conditions édaphiques particulières favorables à la formation d'une pelouse dont la dynamique est bloquée naturellement.

L'indicateur 'couleur' est moins sensible. L'état de conservation favorable est basé sur l'observation des Lycènes avec une couleur bleue et du Demi-deuil, papillon blanc à points noirs. Les Lycènes et le Demi-deuil vont plus réagir à la gestion extensive des habitats. Avec cet indicateur, on obtient moins d'information à l'échelle de l'écocomplexe. **L'absence d'une diversité de couleur rend compte essentiellement d'une eutrophisation importante. Une diversité des couleurs est à mettre en relation avec une diversité spécifique plus importante et la mise en place d'une gestion extensive au niveau du polygone.**

Indicateur 'couleur' (au choix avec l'indicateur 'espèces')

Lépidoptères diurnes – Indicateur 'couleur'	Groupe 4	Niveau trophique, équilibre avec les pratiques
	Groupe 3	
	Groupe 2	
	Groupe 1	
POLYGONE		

Méthode d'inventaire

L'opérateur se place au milieu du polygone d'habitat qu'il souhaite évaluer, il parcourt la surface pendant 10 minutes maximum. L'opérateur relève le nombre de papillon par couleur qu'il a pu observer en train de voler, sur la gamme de quatre couleurs : blanc, orange et/ou brun, bleu, blanc à point noir (cf. aide à l'évaluation). Si d'autres couleurs de Lépidoptères diurnes sont observées comme le jaune, elles peuvent être relevées, mais elles ne participent pas à l'évaluation de l'état de conservation.

Conditions de réalisation

Les conditions climatiques de réalisation sont les mêmes que dans le cadre d'un inventaire (Demerges, 2002). Les relevés doivent être effectués dans les conditions de températures suivantes :

- Supérieur à 14°C si le temps est ensoleillé ou faiblement nuageux (soleil ou quelques nuages),
- Supérieur à 17°C si le temps est nuageux (nuages occupant au maximum 50% du ciel) (Demerges, 2002).

Pas de sortie si le temps est très nuageux ou pluvieux.

Une prospection ne doit pas être validée si la vitesse moyenne du vent est supérieure à 30 km/h.

Période et périodicité

L'acquisition des données se fait en **deux fois** :

- une première fois dans la deuxième quinzaine de mai ;
- une deuxième fois avant la fauche pour les prairies et dans la deuxième quinzaine de juin en ce qui concerne les pelouses. Il est nécessaire d'avoir une bonne connaissance de la structure spatiotemporelle du pâturage menée au niveau du polygone. En effet, celui-ci peut être utilisé par un éleveur lors d'une période temporelle réduite au cours de l'année mais de manière intensive. Une programmation sur le terrain qui se situe après un passage de troupeaux ne permet pas l'acquisition de données pertinente.

Méthode d'évaluation par polygone

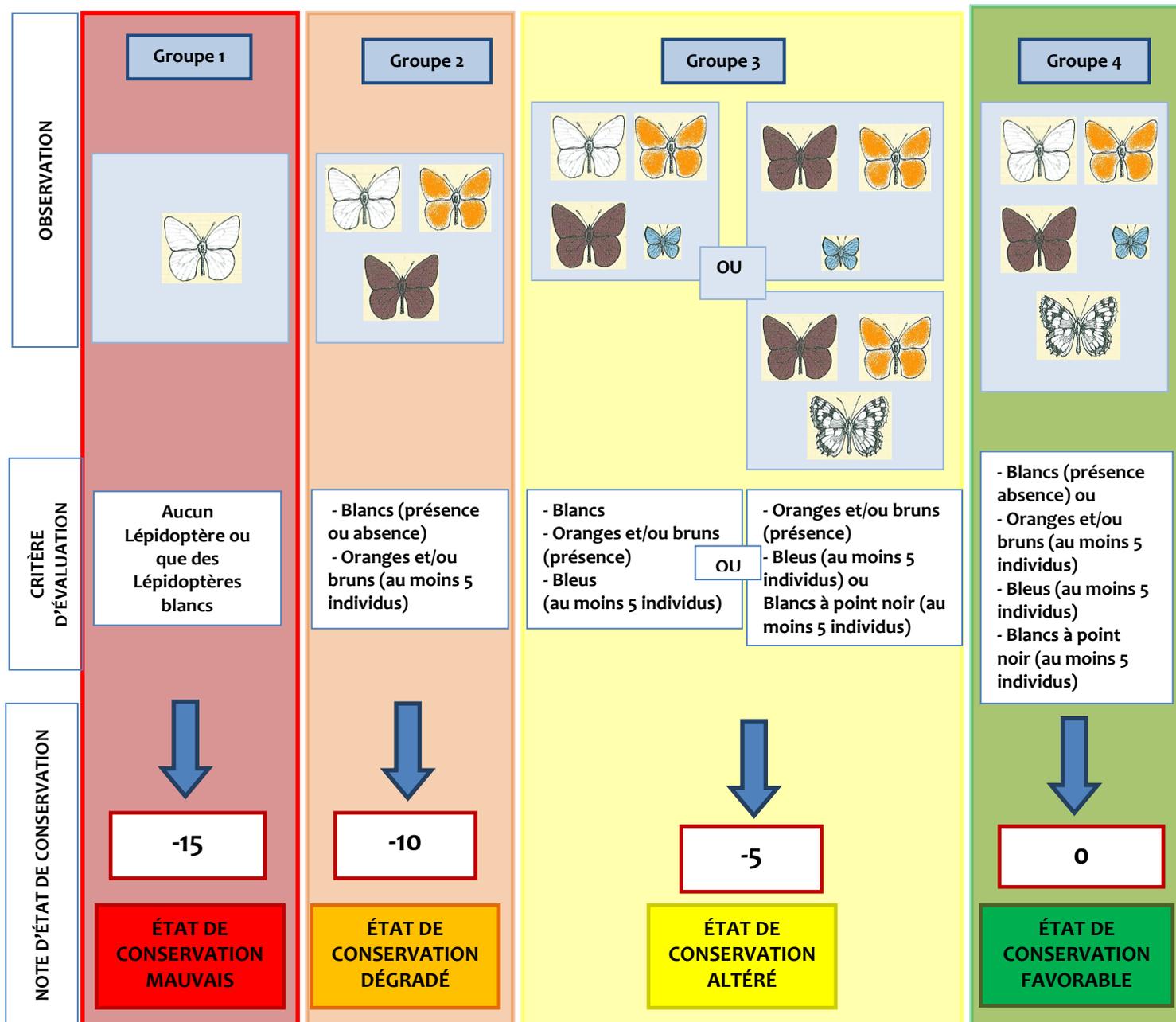


Figure 7 : Schéma d'interprétation des relevés des couleurs de Lépidoptères diurnes pour évaluer l'état de conservation des formations végétales

À partir des deux comptages, on retient pour chaque groupe de couleur (cf. Aide à l'évaluation) le nombre d'individus observés le plus important. Quatre catégories sont mises en place qui correspondent à quatre évaluations de l'état de conservation (Figure 7). Il faut que la totalité des couleurs du groupe ainsi que les nombres seuils associés, aient été observés pour obtenir la note d'évaluation (Figure 8).

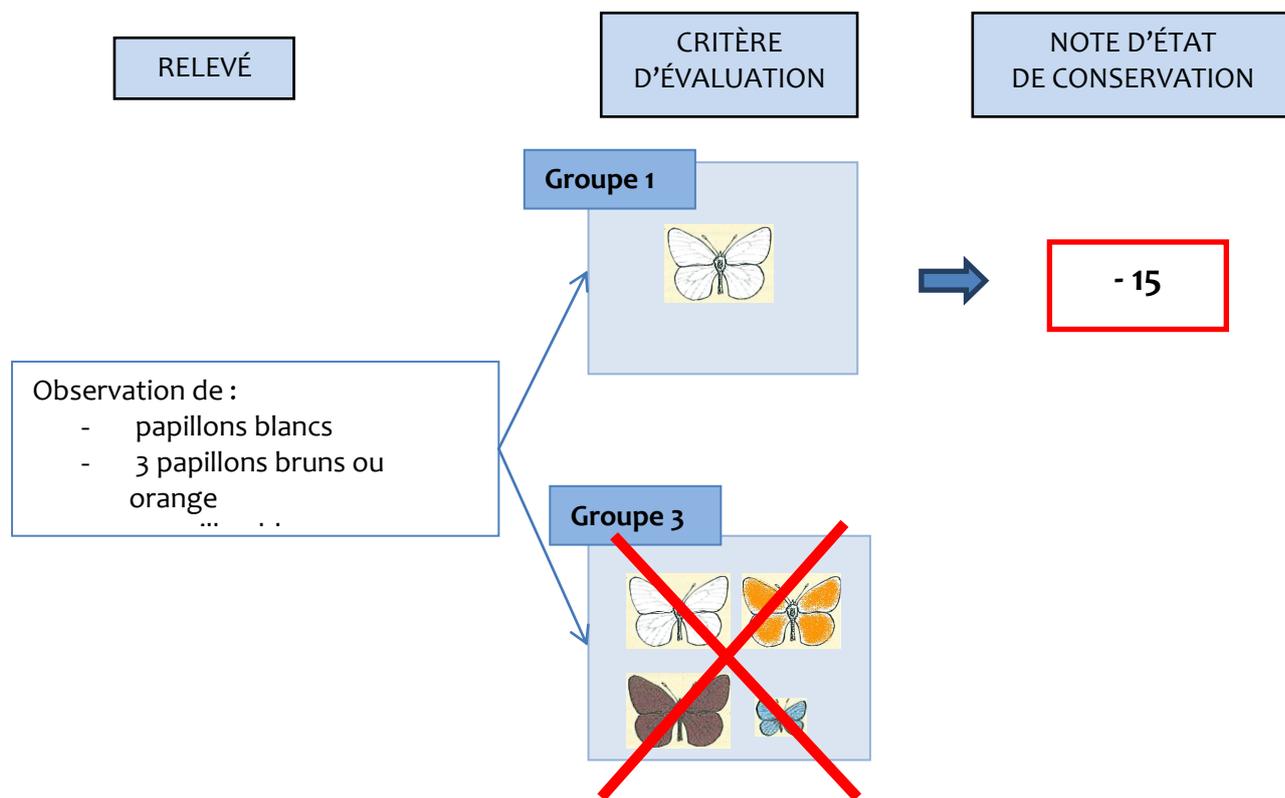
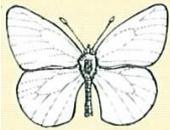


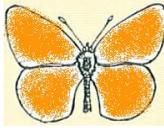
Figure 8 : Interprétation d'un relevé

Aide à l'évaluation

Dans cette aide à l'évaluation sont présentées uniquement les espèces qui ont structurées la mise en place de cet indicateur. Il existe d'autres papillons « blancs, oranges, bruns ou bleus » que ceux présentés ici, mais ils n'interviennent ni n'interfèrent dans l'évaluation.

<p>Lépidoptères diurnes blancs</p>  <p>Espèces ubiquistes appréciant particulièrement les Brassicacées, ou généralistes (genre <i>Pieris</i>).</p>	 <ul style="list-style-type: none">• <i>Pieris brassicae</i> L., la Piéride du Chou• Photo T. Lafranchis (lepinet.fr)	 <ul style="list-style-type: none">• <i>Pieris rapae</i> L., la Piéride de la Rave• Photo P. Mothiron (lepinet.fr)
	 <ul style="list-style-type: none">• <i>Pieris napi bryoniae</i> Hb., la Piéride de la Bryone, la Piéride de l'Arabette• Photo T. Lafranchis (lepinet.fr)	 <ul style="list-style-type: none">• <i>Aporia crataegi</i> L., le Gazé• Photo P. Mothiron (lepinet.fr)• Remarque : <i>Aporia crataegi</i> est une espèce exigeante qui ne sera présente qu'avec des espèces orange et bleue, elle appartient au groupe 3

Lépidoptères diurnes oranges avec des bandes noires

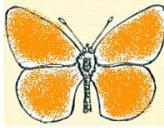


Sur pelouses, leur présence marque la présence d'espèces du genre *Plantago*, dans les lisières ils marquent la présence d'espèces du genre *Viola* (généralement des espèces du genre *Melitaea*). Ils sont présents dès que l'anthropisation devient moins forte (diminution des amendements par exemple).



- *Melitaea cinxia* L., la Mélitée du Plantain
- Photo P. Mothiron (lepinet.fr)

Lépidoptères diurnes oranges avec le dessous des ailes postérieures brunes plus ou moins tachées de blanc

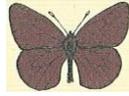


Ce sont les Fadets. Certaines espèces comme le Procris sont généralement très commune. Elle régresse cependant actuellement à l'échelle européenne (Van Swaay *et al.*, 2012)



- *Coenonympha pamphilus* L., le Procris
- Photo P. Mothiron (lepinet.fr)

Lépidoptères diurnes brun-clair

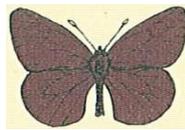


Il y a plusieurs espèces de Satyrides dont certains sont très communs comme le Myrtil. D'autres sont beaucoup plus localisées et typiques des pelouses calcaires xérophiles. Lorsque ces derniers sont présents, les Lycènes sont aussi présents.



- *Maniola jurtina* L., le Myrtil
- Photo P. Mothiron (lepinet.fr)

Lépidoptères diurnes brun-noir



Ce sont des espèces de montagne, du genre *Erebia*. Au-delà de 1800-2000 m d'altitude, ils sont généralement communs.



- *Erebia epiphron* Knoch, le Moiré de la Canche
- Photo T. Lafranchis (lepinet.fr)

Lépidoptères diurnes bleus



Ils sont présents principalement sur les Fabacées. *Polyommatus icarus* (L'Argus bleu) est une espèce commune présente partout mais avec généralement très peu d'effectif. Lorsque l'on observe de manière significative des Lépidoptères diurnes bleus (plus de cinq individus), ce sont les espèces *Polyommatus bellargus* et *Polyommatus coridon* qui sont présentes.

Remarque : les femelles du genre *Polyommatus* sont plutôt de couleur brune, mais elles ne participent pas à l'évaluation de l'état de conservation



- *Polyommatus bellargus* Rott., le Bel-Argus, l'Azuré bleu céleste
- Photo P. Mothiron (lepinet.fr)

Lépidoptères diurnes blancs à points noirs



Ce sont des espèces de Demi-deuil (genre *Melanargia*), elles se retrouvent sur des Graminées de milieux ouverts, sur des Mésos- et Xérobromion non amendés. L'effectif doit être significatif (plus de 10 individus) pour que l'état de conservation soit qualifié de favorable, car ils peuvent être présents en petit effectif dans les autres groupes.



- *Melanargia galathea* L., le Demi-Deuil
- Photo P. Mothiron (lepinet.fr)

Indicateur 'espèces' (au choix avec l'indicateur 'couleur')

Lépidoptères diurnes – Indicateur 'espèces'	Étape 5	Niveau trophique, équilibre avec les pratiques, fragmentation et fonctionnement de l'écosystème
	Étape 4	
	Étape 3	
	Étape 2	
	Étape 1	
POLYGONE		

Méthodes d'inventaires

L'objectif de l'inventaire est d'avoir la liste la plus exhaustive possible des espèces observées au niveau du polygone. Pour les sites où aucun inventaire n'est disponible, nous préconisons la méthodologie suivante :

Parcourir l'ensemble du polygone représentatif de l'habitat.

- Pour une pelouse calcicole, on s'attachera à parcourir aussi bien la zone ouverte que les zones écotonales en liaison avec une strate arbustive et/ou arborée.
- Pour une prairie de fauche, on s'attachera à parcourir la zone ouverte en évitant un piétinement trop important. Il est préférable de restreindre le parcours dans les zones les plus fleuries situées à l'abri du vent et à la périphérie de la parcelle. Les zones de lisière, en liaison avec une culture, une haie où un habitat boisé, sont aussi parcourues.

On note chaque nouvelle espèce que l'on rencontre. Pour les espèces difficiles à déterminer sur le terrain, un échantillon sera prélevé pour un examen plus précis des critères descriptifs en laboratoire (examen des pièces génitales notamment). L'acquisition de données s'arrête lorsque l'on n'a pas observé de nouvelle espèce pendant 20 mn.

Si un protocole de suivi des Rhopalocères basée notamment sur le « Pollard walk » (Pollard & Yeates, 1993) est engagé au niveau du polygone, on pourra se reporter à la liste des espèces observées lors de ce comptage. Il existe en France deux protocoles basés sur cette technique :

- Le STERF ou Suivi Temporel des Rhopalocères de France. Le protocole est disponible sur le site suivant : <http://vigienature.mnhn.fr/page/suivi-temporel-des-rhopaloceres-de-france>. L'objectif de ce suivi est principalement d'analyser à l'échelle nationale les variations spatiotemporelles des effectifs.
- Le suivi des milieux ouverts par les Rhopalocères dans le réseau de Réserves Naturelles de France (RNF) (Langlois & Gilg, 2007). Le protocole est disponible sur le site de RNF (<http://www.reserves-naturelles.org/>). L'objectif principal de ce suivi est d'analyser l'impact des actions conservatoires menées au niveau du site sur la dynamique des populations de Rhopalocères.

Pour ces deux protocoles, des regroupements d'espèces sont parfois réalisés en relation avec les difficultés de détermination. Dans le cadre de notre travail, ces regroupements ne peuvent être utilisés et une détermination des espèces présentes au sein de ces complexes est nécessaire.

Conditions de réalisation

Les conditions climatiques de réalisation sont les mêmes que dans le cadre d'un inventaire (Demerges, 2002). Les relevés doivent être effectués dans les conditions de températures suivantes :

- Supérieur à 14°C si le temps est ensoleillé ou faiblement nuageux (soleil ou quelques nuages),
- Supérieur à 17°C si le temps est nuageux (nuages occupant au maximum 50% du ciel) (Demerges, 2002).

Pas de sortie si le temps est très nuageux ou pluvieux.

Une prospection ne doit pas être validée si la vitesse moyenne du vent est supérieure à 30 km/h.

Période et périodicité

Un inventaire est considéré comme complet si le protocole est réalisé au moins 4 fois dans l'année avec un comptage au cours des mois suivant : mai, juin, juillet et août. Une répétition l'année suivante est fortement recommandée.

Domaine de validité

L'indicateur est particulièrement opérationnel pour les pelouses sèches semi-naturelles (UE 6210) et les prairies maigres de fauche de basse altitude (UE 6510). En ce qui concerne les prairies de fauche de montagne (UE 6520), cet indicateur doit être encore validé car il y a moins d'espèces spécialistes.

Méthode d'évaluation par polygone

Une base de données départementale concernant les espèces est en cours de finition. Elle sera téléchargeable en automne 2013 sur le site de l'INPN. En attendant, si vous souhaitez utiliser cet indicateur, vous pouvez nous contacter afin d'avoir les informations nécessaires (pdupont@mnhn.fr).

La base de données départementale est réalisée à dire d'experts. Pour chaque espèce quatre champs sont disponibles :

- L'étage optimal pour l'espèce (méditerranéen, collinéen ou supra-méditerranéen, montagnard, subalpin et alpin).
- L'habitat optimal (typologie EUNIS, Louvet *et al.*, 2013).
- Le degré de spécialisation des espèces.
- Le degré de dispersion des espèces à l'échelle d'un écosystème.

Pour l'évaluation des pelouses calcicoles et des prairies, on ne prendra que les espèces associées aux typologies suivantes :

- E1 : Pelouses sèches ;
- E2 : Prairies mésiques ;
- E5 : Ourlets, clairières forestières et peuplements de grandes herbacées non graminoides ;
- F3 : Fourrés tempérés et méditerranéo-montagnard.

Ce sont les principaux éléments qui structurent les écosystèmes associés aux prairies de fauche et aux pelouses calcicoles, mis à part les formations forestières. On ne prendra les espèces associées à plusieurs étages de végétation que si le polygone est localisé dans une zone de transition entre les étages collinéens et montagnards ou en limite d'aire avec les étages méditerranéens et subalpins.

Le degré de spécialisation des espèces

On utilise le degré de spécialisation des espèces pour faire l'évaluation. Quatre sous-listes d'espèces sont établies à partir de la liste d'espèces potentielles, qui constituent quatre étapes dans l'évaluation. Ensuite, l'opérateur compare son relevé à ces listes (Figure 9).

Liste 1 : Espèces généraliste pouvant se rencontrer dans de nombreuses typologies d'habitat.

Liste 2 : Espèces moyennement généralistes pouvant se maintenir au niveau de l'habitat même dans le cas où ce dernier subit une dégradation. Ces espèces sont généralement communes ou sont très souvent observées dans des formations herbacées mésophiles à xérophiles.

Liste 3 : Espèces dont l'habitat des chenilles est principalement lié à un écosystème sur substrat calcaire. Espèces généralement localisées dont la dynamique des populations est liée au bon état de conservation des prairies de fauche et pelouses mésoxérophiles à xérophiles.

Liste 4 : Espèces dont l'habitat est principalement lié à un écosystème sur substrat calcaire. Espèces extrêmement localisées (voire supposées disparues) dans le département concerné, dont la dynamique des populations est liée au bon état.

Attention, les valeur-seuils doivent être encore définies à partir d'un jeu de données de terrain suffisant ; ce que nous n'avons pas encore. Si l'inventaire est correctement réalisé, il nous semble, d'après les premiers retours de terrain que nous avons, que le seuil de 50 % d'espèces potentielles présentes pour passer entre les étapes 2 et 3 et entre les étapes 3 et 4, donne des résultats satisfaisants. En ce qui concerne l'étape 4, la présence d'au moins une espèce de la liste 4 dans l'inventaire permettrait d'apporter les points de bonus.

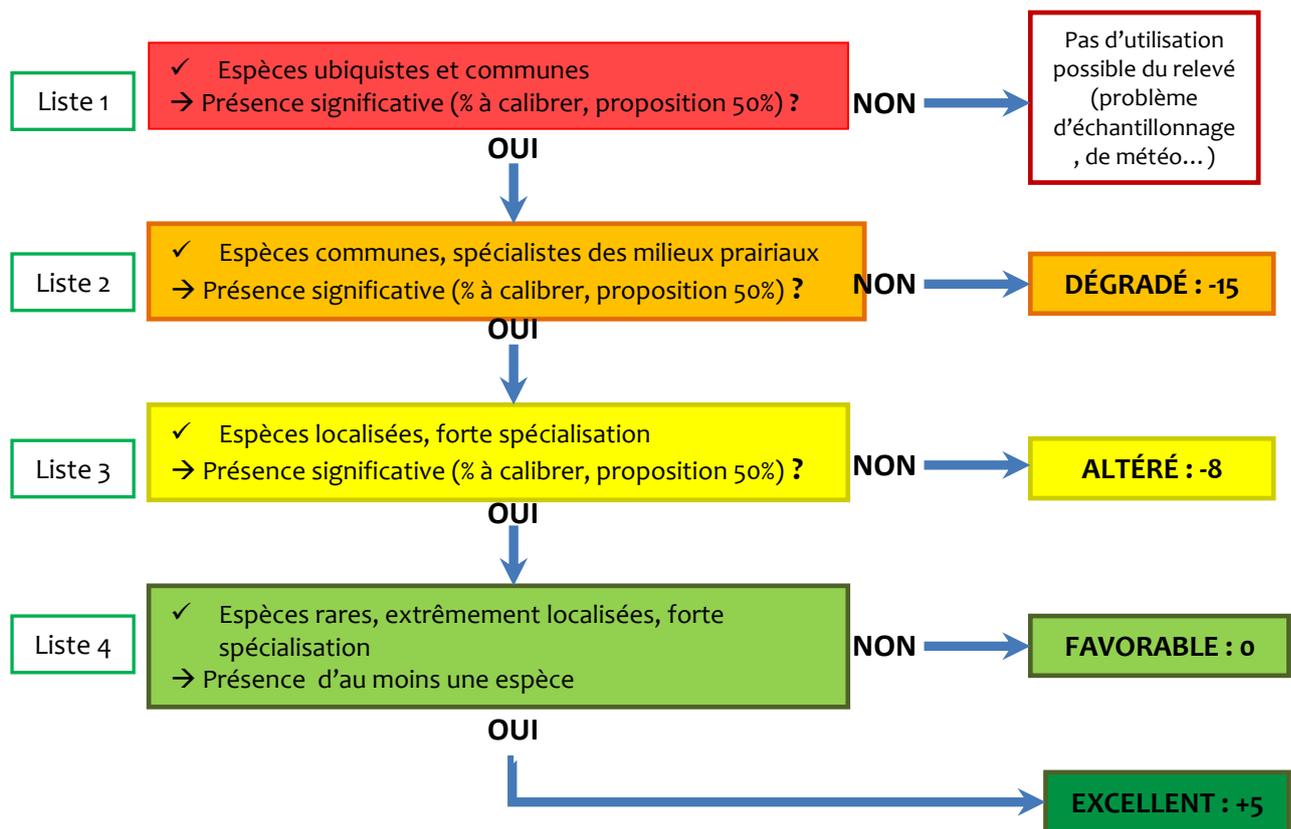


Figure 9 : Schéma d'interprétation des relevés de Rhopalocères pour évaluer l'état de conservation des habitats à partir du degré de spécialisation des espèces.

Le degré de dispersion des espèces à l'échelle d'un écosystème

Le degré de dispersion permet d'avoir une analyse plus fine de l'inventaire au niveau du polygone et de l'écosystème (Figure 10). Une faible représentativité des espèces spécialistes ayant une forte dispersion à l'échelle de l'écosystème montre une altération ou une dégradation à ce niveau pour les habitats associés aux pelouses calcicoles ou aux prairies. Une faible représentativité des espèces non ubiquistes à dispersion moyenne rend compte d'une fragmentation importante à l'échelle de l'écosystème. Une faible représentativité des espèces sédentaires rend compte d'une altération ou une dégradation au niveau du polygone.

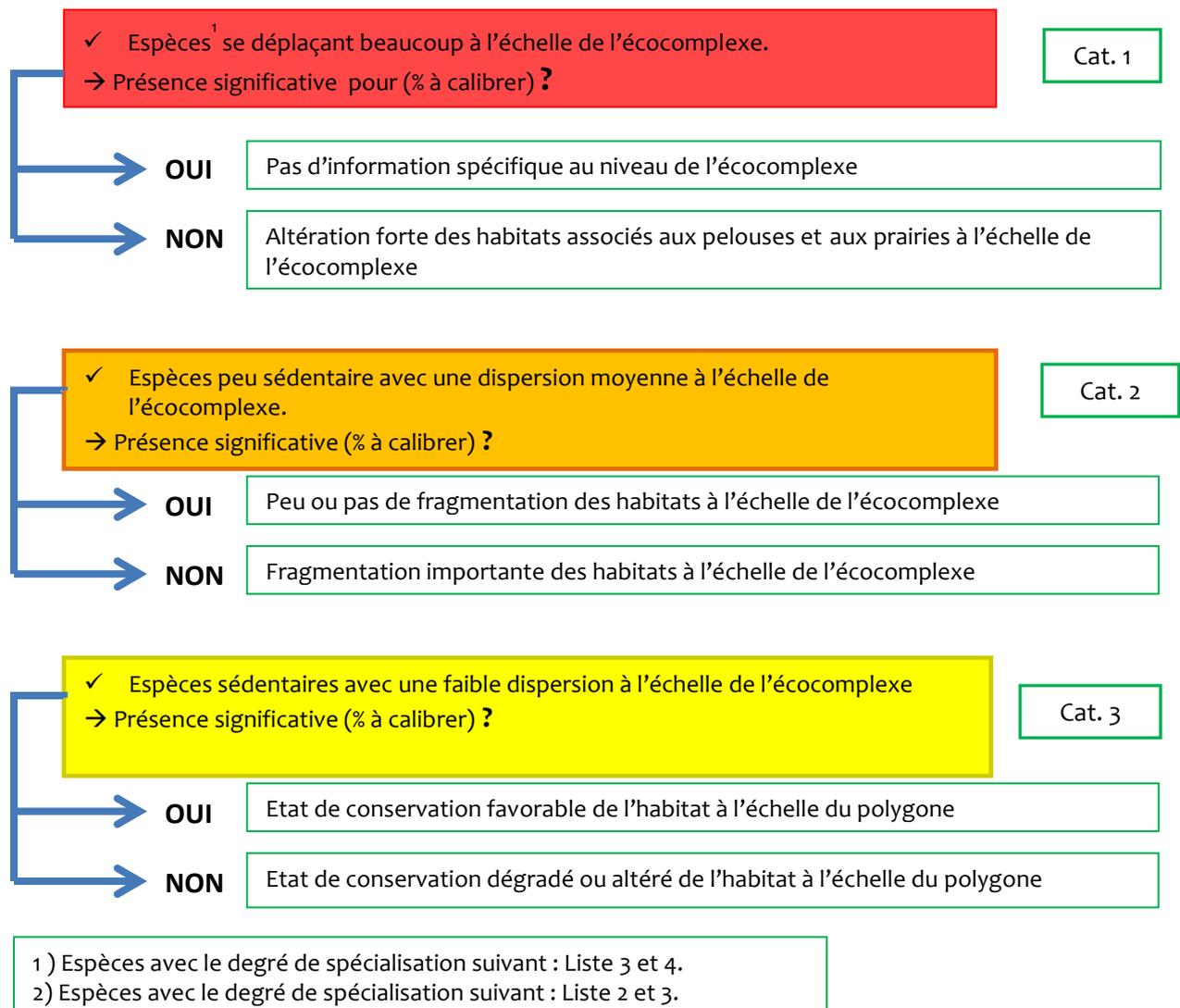


Figure 10 : Schéma d'interprétation des relevés de Rhopalocères pour évaluer l'état de conservation des habitats à partir du degré de dispersion des espèces à l'échelle de l'écocomplexe.

Dans l'état actuel des connaissances nous manquons de données pour pouvoir déterminer des seuils. Nous proposons ici des pistes d'analyses.

Perspectives

Pour l'indicateur 'espèces', l'état de nos connaissances et un constat sur l'avancée de l'étude pour mettre en place cet indicateur ont été présentés. Avec la finalisation de la base de données, ainsi que le retour de mise en application de l'indicateur, nous préciserons cet indicateur notamment à l'aide d'analyses statistiques dans la version prochaine du guide d'application.

En l'absence de plus d'informations, une aide à l'interprétation des relevés peut vous être apportée (pdupont@mnhn.fr, maciejewski@mnhn.fr)

3.2.3.2. Composition ou activité des coprophages

Dans les écosystèmes pâturés (pelouse ou prairie de fauche pâturée en regain), les apports au sol de la matière organique proviennent des débris produits par la végétation (chute des feuilles, lyse des racines, etc.) mais aussi des restitutions du bétail. Le pâturage accélère les processus de recyclage de la production primaire car les bouses sont en majeure partie constituées d'éléments organiques déjà transformés. Le fonctionnement de l'écosystème est amélioré lorsque les excréments sont rapidement dilacérés et enfouis par les coprophages (Lumaret, 1995 ; Lumaret et Kadiri, 1995 in Dupont et Lumaret, 1997).

Les coprophages (présence et activités) étant des espèces qui jouent un rôle important dans les mécanismes de circulation de la matière organique morte (nécromasse), sont apparus comme un bioindicateur particulièrement intéressant. Ce groupe taxonomique est aussi une ressource alimentaire pour beaucoup d'autres espèces.

Nous avons mis en place deux indicateurs avec les coprophages en collaboration avec l'Université de Montpellier 3 (Pierre Jay-Robert et Jean-Pierre Lumaret). Le premier est obligatoire, il concerne l'activité des coprophages dans les excréments. Le deuxième est optionnel, il fonctionne comme un bonus, il est basé sur la présence dans le site de gros coléoptères exigeants.

Observation de l'activité des coprophages (coléoptères et diptères) dans les excréments

Activité des coprophages	Activité	Fonctionnement et continuité spatio-temporelle du cycle de la matière (lien herbivore-sol)
	Aucune activité	
POLYGONE		

Méthode

Retourner les excréments et les fendre pour observer l'intérieur. Observation de l'excrément de l'extérieur, de l'intérieur, et sur la face inférieure. Observation de plusieurs excréments par unité (au minimum 4 conseillés, espacés de 10 mètre environ) jusqu'à ce que l'opérateur se soit fait une idée correcte de l'activité des coprophages sur la parcelle (à choisir entre bon et mauvais). Il est préférable de faire ces observations plusieurs fois dans l'année, et d'éviter les zones de repos et de piétinement.

Remarque

Cet indicateur peut s'utiliser sur du pâturage bovin ou ovin.

L'intérêt de cet indicateur vis-à-vis du piégeage est qu'elle est rapide et qu'elle permet d'avoir une information localisée. L'observation se fait plus facilement sur des déjections bovines que ovines, mais sur les habitats peu productifs, ce qui concernent une partie des habitats de la DHFF,

le pâturage est ovin, il est donc important de calibrer l'indicateur également sur ce type de milieu et de pâturage.

Cet indicateur peut s'appliquer aux parcelles où on observe du pâturage équin, mais cela demande encore de la réflexion.

Évaluation (Tableau 8)

Tableau 8 : Evaluation du critère 'activité des coprophages'

Évaluation / ancienneté de l'excrément	Entre 2 et 10 jours (pas encore d'activité dans un excrément trop frais)	Entre 1 et 6 mois
Bon	Observation directe d'insectes coprophages et de larves de diptères dans l'excrément et/ou excrément creusé par des galeries, activité importante. Observation éventuelle de trous dans le sol sous l'excrément.	Excrément aéré, léger, observation de beaucoup galeries.
Mauvais	Aucune observation d'insectes ni de larves. Pas (ou très peu) de galeries. Excrément intact.	Excrément compact, sans galeries

AIDE À L'ÉVALUATION

Évaluation / ancienneté de l'excrément	Entre 2 et 10 jours (pas encore d'activité dans un excrément trop frais)	Entre 1 et 6 mois
Bon	 <p style="text-align: right; font-size: small;">Photo : L. Maciejewski</p>	 <p style="text-align: right; font-size: small;">Photo : L. Maciejewski</p>
Mauvais	 <p style="text-align: right; font-size: small;">Photo : L. Maciejewski</p>	 <p style="text-align: right; font-size: small;">Photo : P. Jay-Robert</p>

Présence dans le site de gros coléoptères exigeants (à stratégie K)

Observation de la présence d'insectes exigeants (gros coléoptères à stratégie K) avérée sur le **SITE**, élaboration des listes (de 2 à 6 espèces) selon le contexte biogéographique par le SPN (Julien Touroult, avec la participation d'Arnaud Horellou, Pascal Dupont) et Thierry Lecomte du PNR des Boucles de la Seine normande.

→ Système de bonus : leur absence ou non observation ne dégrade pas l'évaluation de l'état de conservation, mais leur présence améliore l'évaluation.

Méthode

Piégeage attractif sur le site ou utilisation d'études récentes (<3 ans) attestant de la présence de ces espèces.

- Deux pièges « au milieu du site », en milieu bien ouvert.
- Il est préférable de faire ces relevés plusieurs fois dans l'année, pour ne pas rater des espèces.

Liste de gros coléoptères exigeants (Tableau 9)

Tableau 9 : liste des gros coléoptères exigeants

				Rareté																
				C	commun															
				AC	assez commun	Fréquence des captures		Fréquence d'excrém.												
				AR	assez rare	3	forte	3	très privilégié											
				R	rare	2	moyenne	2	apprécié											
				RR	très rare	1	faible	1	possible	P	Présent									
CD_N OM	Espèces	Taille	Guilde	Répartition			Rareté	Période d'apparition dans l'année						Type d'excrément			Type de milieu			
				France ensemble	Méd.	rép. restreinte		Av	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Vache	Brebis	Omni	Ouverts	Dunai e	semi-ouvert
Zone méditerranéenne																				
10804	Scarabaeus sacer Linnaeus, 1758	25-40 mm	rouleurs		P		R		3	2	1					2			P	
10805	Scarabaeus typhon (Fischer, 1824)	20-30 mm	rouleurs		P		AR		3	1	2					1	2			
10808	Scarabaeus semipunctatus Fabricius, 1792	15-25 mm	rouleurs		P		AC	3	3	3	3	3	1					2		P
10807	Scarabaeus laticollis Linnaeus, 1767	25-23 mm	rouleurs		P		C	2	3	2	2	1	2			1	3	1		
200456	Gymnopleurus sturmii MacLeay, 1821	7-15 mm	rouleurs	anciennement	P		R		2	3	3					1	2			
10797	Gymnopleurus geoffroyi (Fuessly, 1775)	10-15 mm	rouleurs	anciennement	P		RR		2	3	1	1	2			1	2	1		
10799	Gymnopleurus mopsus (Pallas, 1781)	7-15 mm	rouleurs	anciennement	P		RR		1	2	3	3								
10800	Gymnopleurus flagellatus (Fabricius, 1787)	8-11 mm	rouleurs	marginal	P		R	2	3	3	2					1	2	1		
10811	Sisyphus schaefferi (Linnaeus, 1758)	7-12 mm	rouleurs	P	P		AR	1	3	3	2	2	2			2	2	2	P	P
10814	Copris umbilicatus Abeille de Perrin, 1901	15-20 mm	fouisseurs		P	supra-med.	AC		3		1					1	3	1	P	

10815	<i>Copris hispanus</i> (Linnaeus, 1764)	15-36 mm	fouisseur		P		AC	3	3	2	1		1	2	3	2	1	P		P
10824	<i>Bubas bison</i> (Linnaeus, 1767)	12-20 mm	fouisseur		P		AC	2	3	1	1			3	3	1	1			
10825	<i>Bubas bubalus</i> (Olivier, 1811)	13-22 mm	fouisseur		P		AC	3	2	2					3					
10829	<i>Cheironitis ungaricus irroratus</i> (Rossi, 1790)	13-20 mm	fouisseur			Corse	C			1	3	2	1	1	3			P		
10556	<i>Baraudia geminata</i> (Gené, 1839)	12-20 mm	fouisseur aptère			Corse	C	1	2	2	3	3	2	1	3	1	2			
10560	<i>ekelius albarracinus</i> (Wagner, 1928)	13-20 mm	fouisseur aptère			Pyr Or.	AR	3	1	1	1	1	2		2	2		P		P
							Total	0	0	0	20	37	31	29						

Zone Atlantique et continentale

10813	<i>Copris lunaris</i> (Linnaeus, 1758)	15-24 mm	fouisseur	P	marginal		C		3	3	2	2	2	2	3	1		P		P
10811	<i>Sisyphus schaefferi</i> (Linnaeus, 1758)	7-12 mm	rouleurs	P	P		AR	1	3	3	2	2	2		2	2	2	P		P
10544	<i>Geotrupes mutator</i> (Marsham, 1802)	14-24 mm	fouisseur	P	P		AC	3	2	1		1	3	3	3	1	1			P
10554	<i>Sericotrupes niger</i> (Marsham, 1802)	15-23 mm	fouisseur	P	P		C			1	2	3	3	2	1	1	3			P
200451	<i>Geotrupes puncticollis</i> Malinowsky, 1811	15-27 mm	fouisseur	P			C			1	2	3	3	3	3	1	1	P		
10558	<i>Jekelius sericeus</i> (Jekel, 1866)	13-15 mm	fouisseur aptère			Landes	R	3	2	2	2	2	2	2					P	
							Total	7	10	11	10	13	15	12						

Zone Alpine - Montagnes

10548	<i>Geotrupes stercorarius</i> (Linnaeus, 1758)	12-27 mm	fouisseur	P			C	1	2	2	3	3	3	1	3	1	1			
10813	<i>Copris lunaris</i> (Linnaeus, 1758)	15-24 mm	fouisseur	P	marginal		C		3	3	2	2	2	2	3	1		P		P
10567	<i>Trypocopris alpinus</i> (Sturm & Hagenbach, 1825)	10-12 mm	fouisseur			alpes	AR			2	3	2			3	2				
200629	<i>Trypocopris pyrenaeus</i> (Charpentier, 1825)	12-20 mm	fouisseur	localisé	peu présent	pas dans les alpes	C		2	3	3	2	2		2	2	2			
							<i>Total</i>		7	10	11	9	7							

Grosses espèces non retenues

10562	<i>Jekelius intermedius</i> (Costa, 1827)	11-20 mm	fouisseur aptère		P		R	1	2	3			2	2	3	2				P
10539	<i>Anoplotrupes stercorosus</i> (Scriba, 1791)	11-19 mm	fouisseur	P	peu présent		CC	2	3	3	3	3	3	3	2	1	2			
10569	<i>Trypocopris vernalis</i> (Linnaeus, 1758)	11-20 mm	fouisseur	localisé			AC		3	3	3	3	2		1	3	2			
200637	<i>Typhaeus typhoeus</i> (Linnaeus, 1758)	10-20 mm	fouisseur	P			AC	3	2	2	1	1	1	2						P

Évaluation (Tableau 10)

Tableau 10 : Evaluation du critère 'gros coléoptères exigeants'

Zone méditerranéenne	
•	Moins de deux espèces relevées sur le site, avec au moins deux individus par piège par semaine de mai à juin , plan d'échantillonnage significatif (à dire d'expert) → 0
•	Deux espèces relevées sur le site, avec au moins deux individus par piège par semaine de mai à juin , plan d'échantillonnage significatif (à dire d'expert) → +1
•	Plus de deux espèces relevées sur le site, avec au moins deux individus par piège par semaine de mai à juin , plan d'échantillonnage significatif (à dire d'expert) → +2
Zone atlantique et continentale	
•	Aucune espèce relevée sur le site de manière significative, c'est-à-dire au moins deux individus par piège par semaine d' août à septembre , plan d'échantillonnage significatif (à dire d'expert) → 0
•	Une espèce relevée sur le site, avec au moins deux individus par piège par semaine d' août à septembre , plan d'échantillonnage significatif (à dire d'expert) → +1
•	Plus d'une espèce relevée sur le site, avec au moins deux individus par piège par semaine d' août à septembre , plan d'échantillonnage significatif (à dire d'expert) → +2
Zone alpine montagnarde	
•	Aucune espèce relevée sur le site de manière significative, c'est-à-dire au moins deux individus par piège par semaine de juin à juillet , plan d'échantillonnage significatif (à dire d'expert) → 0
•	Une espèce relevée sur le site, avec au moins deux individus par piège par semaine de juin à juillet , plan d'échantillonnage significatif (à dire d'expert) → +1
•	Plus d'une espèce relevée sur le site, avec au moins deux individus par piège par semaine de juin à juillet , plan d'échantillonnage significatif (à dire d'expert) → +2

AIDE A LA MISE EN PLACE DE PIEGES

Matériel

Matériel piège, pose et dépose (Photo 2) :

- Bassine carré 30x30cm X2
- Grillage grosse maille X2
- Grillage petite maille X2
- Sardines de camping X4
- Fil de fer
- Pioche
- Bidon de 5L + 1 bouteille de 1,5L ; avec eau et liquide vaisselle
- Flacons pour récupérer insectes X2



Photo 1 : Piège à coprophages (© L. Maciejewski)

- Pince entomologique
- Passoire
- Entonnoir très large
- Alcool à 95°
- Etiquettes notées au crayon de papier X2

Matériel pour la récupération de bouses :

- Sceau
- Truelle
- Sacs congélation
- Gants latex

Protocole

Récupérer des bouses dans une ferme de production bovine et les conserver hermétiquement dans des sacs congélation pour éviter l'arrivée des insectes

Au niveau du site, identifier le polygone où on a l'activité agropastorale la plus intense, et y placer 2 ou 4 pièges espacés le plus possible. On peut n'en poser que deux et renouveler une fois (voire deux : tous les 5 jours).

Pose de pièges (Photo 3) :

- Creuser un trou
- Enterrer la bassine, bien calfeutrer pour que les insectes ne tombent pas à côté de la bassine (beaucoup arrivent à pied)
- Remplir de 1,5L d'eau avec du liquide vaisselle
- Bloquer la bassine avec les sardines
- Placer le grillage à grosse maille sur toute la bassine (agrandir encore les mailles sur le côté), et le petit grillage au milieu
- Positionner la bouse fraîche

Dépose :

- Ouvrir le flacon de récupération
- Enlever la grille avec la bouse
- La dépiauter rapidement pour récupérer les insectes avec la pince entomologique
- Passer l'eau de la bassine à la passoire
- Passer les insectes de la passoire dans le flacon à l'aide de l'entonnoir
- Récupérer les insectes qui restent accrocher dans la passoire à l'aide de la pince entomologique et les placer dans le flacon



Photo 2 : Piège à coprophages en situation
(© R. Puissauve)

- Remplir le flacon d'alcool à 95° pour que tous les insectes soient noyés
- Noter sur un bout de papier bien découpé et solide (ex : bristol) au crayon de papier le nom du relevé et le placer dans la bouteille

3.3. Altérations

3.3.1. Atteintes diffuses au niveau du site

En l'absence d'indicateur simple et opérationnel, l'impact de ces atteintes sera estimé à vue par l'opérateur. Toutefois, si des études sont menées sur ces impacts, les résultats pourront alimenter l'évaluation. Cet indicateur comprend toutes les atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface, comme par exemple l'impact des incendies, ou la surpopulation de faune sauvage telle que les lapins, ou encore les dégâts engendrés par la surfréquentation humaine.

3.3.2. Atteintes au niveau du polygone

Atteintes au niveau du polygone	Somme des points = 0	Reliquat des perturbations non prises en compte de manière indirecte dans le reste du protocole
	Somme des points = 1	
	Somme des points = 2	
	Somme des points = 3	
	Somme des points = 4	
POLYGONE		

L'habitat peut subir des dégradations qui altèrent son fonctionnement, sa structure, et sa capacité de résilience. Nous avons essayé de prendre en compte dans les indicateurs des paramètres 'Surface' et 'Structure et fonctionnement' le maximum de perturbations que l'habitat peut subir. Néanmoins, il reste une partie des dégradations susceptibles d'être subies par l'habitat qui ne peuvent être prises en compte dans les autres indicateurs, ce sont elles que l'on pointe et que l'on évalue ici. Il s'agit du **reliquat des perturbations non prises en compte de manière indirecte dans le reste du protocole**. Par exemple l'eutrophisation du milieu est prise en compte par la liste d'espèces eutrophiles (Tableau 11). Il ne s'agit ici que les perturbations qui ont été rencontrées pendant la phase de terrain, la liste n'est pas exhaustive.

Tableau 11 : Listes des atteintes pour les pelouses calcicoles

Atteintes au niveau de l'unité	Points
rat taupier 0-10 % (ou nombre de trous) de la surface	1
rat taupier > 10 % (ou nombre de trous) de la surface	2
sol non végétalisé dont les causes ne sont pas édaphiques	2
tassement dû à des engins 0-5 % de la surface	1
tassement dû à des engins > 5 % de la surface	2
Autres atteintes ponctuelles (place à fumier, dépôts d'ordures...)	1

Méthode

Sur l'ensemble du polygone, l'observateur relève les altérations qu'il peut observer et somme les points correspondant.

Ajout d'altérations à la liste

Il est possible d'ajouter des altérations à ces listes afin de prendre en compte certaines spécificités, mais il faut bien vérifier que la potentielle nouvelle altération n'est pas déjà prise en compte dans les autres indicateurs de la méthode, pour éviter les redondances.

ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS AGROPASTORAUX

Guide d'application pour l'évaluation des PRAIRIES DE FAUCHE

UE 6510 - Pelouses maigres de fauche de basse altitude

UE 6520 - Prairies de fauche de montagne

1. Définition des habitats concernés par ce guide

1.1. Les habitats agropastoraux

En France, la formation climacique qui couvre une grande majorité du territoire est la forêt. Le développement de l'agriculture et de l'élevage au cours des siècles a ouvert des espaces initialement forestiers aux habitats herbacés et sous-frutescents. Ces activités agricoles, en créant de nouveaux espaces ouverts au sein des forêts et de nouvelles niches écologiques par des perturbations artificielles, ont permis la migration, l'installation et le maintien de communautés herbacées et sous-frutescentes sous climax forestier. Au cours des siècles d'exploitation pastorale, de nouveaux génomes ont été sélectionnés, de nouveaux taxons et de nouveaux habitats adaptés aux pratiques pastorales agricoles se sont peu à peu différenciés (Bensettiti *et al.* (coord.), 2005).

Il est également notable que parallèlement à cette phase de diversification, les fluctuations et les évolutions des pratiques agropastorales ont considérablement modulé ces espaces pastoraux secondaires (Bensettiti *et al.* (coord.), 2005) :

- intensification et constitution d'habitats semi-naturels de faible diversité voire substitution par des habitats prairiaux totalement artificiels,
- inversement, l'abandon progressif de pratiques suite à la déprise agricole a permis à la colonisation ligneuse de reprendre son cours.

Finalement, ces processus dynamiques et les fluctuations de l'activité pastorale ont induit des paysages en mosaïque, à forte diversité structurale et dont l'évolution n'est pas toujours prévisible (Figure 1).

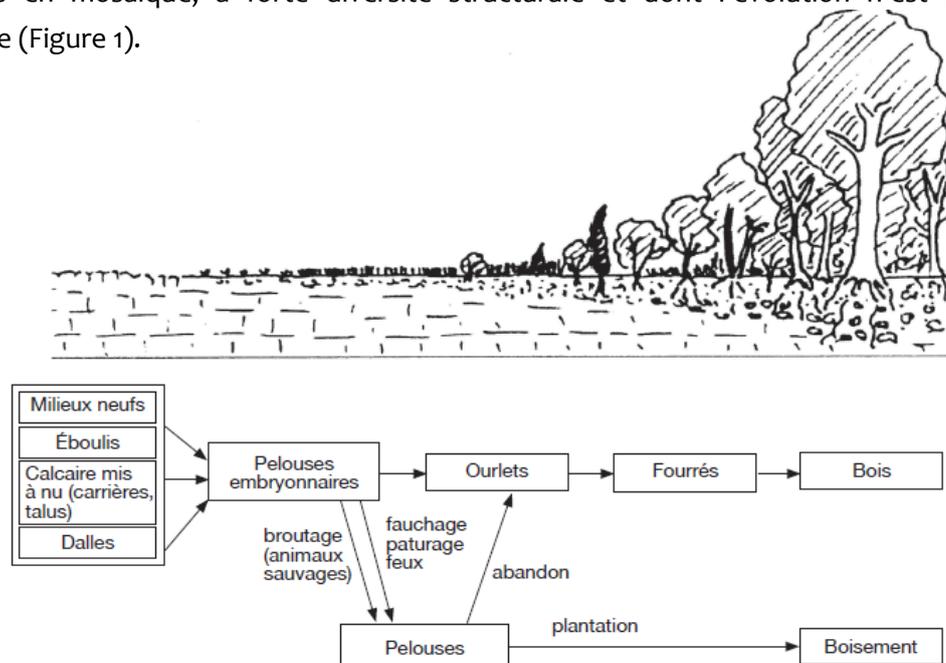
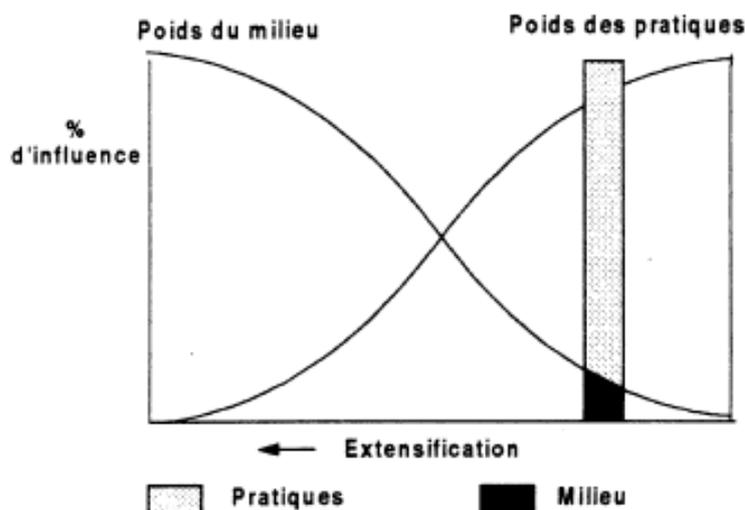


Figure 1 : Dynamique des végétations calcicoles d'Europe occidentale (modifié d'après Maubert *et al.*, 1995 in Piqueray et Mahy, 2010)

Les habitats agropastoraux en France sont pour la grande majorité des habitats secondaires, pour lesquels les activités agropastorales sont indispensables à leur maintien. Nous avons décidé de considérer **les pratiques de gestion** comme des **facteurs de l'environnement agissant sur le fonctionnement** de l'habitat (Rykiel, 1985 ; Blandin, 1986 ; Van



Andel et Van der Bergh, 1987 ; **Figure 2** : Influence respective du milieu et des pratiques sur la dynamique de la végétation (Balent *et al.*, 1993) Fresco et Kroonenberg, 1992 ; in Balent *et al.*, 1993). Les facteurs de l'environnement sont donc composés des conditions écologiques et des pratiques de gestion (Figure 2).

Pour un habitat, il peut exister **diverses pratiques** (et historiques de pratiques) **ainsi que divers contextes qui peuvent amener au même état de conservation** ; l'intérêt de la mise en place d'une méthode d'évaluation de l'état de conservation destinée aux opérateurs de site Natura 2000 est également **d'élaborer un outil d'aide à la décision permettant une description du milieu**, qui devra ensuite être associée à des **préconisations de gestion** selon le contexte du site, et le contexte socio-économique de la région.

1.2. Habitats concernés par ce guide

La méthode a été calibrée pour évaluer les habitats agropastoraux suivants (Tableau 1) :

- **UE 6510** - Pelouses maigres de fauche de basse altitude
- **UE 6520** - Prairies de fauche de montagne

Tableau 1 : Correspondance entre les habitats génériques (EUR 27) étudiés, CORINE Biotopes et le synsystème phytosociologique

Code Natura 2000	Habitat générique	CORINE Biotopes	Ordre phytosociologique
6510	Pelouses maigres de fauche de basse altitude	38.2	<i>Arrhenatheretalia elatioris</i> Tüxen 1931
6520	Prairies de fauche de montagne	38.3	

NB : des correspondances entre référentiels sont disponibles à cette adresse : <http://inpn.mnhn.fr/telechargement/referentiels/habitats/correspondances>

L'habitat pelouses maigres de fauche de basse altitude (UE 6510) concerne l'ensemble des prairies de fauches planitiales, collinéennes à submontagnardes (alliances de l'*Arrhenatherion elatioris* et du *Brachypodio rupestris- Centaureion nemoralis*) largement répandues en France dans les domaines continental et atlantique, ainsi que, localement, dans quelques secteurs méditerranéens. Il s'agit principalement de prairies de fauche mésophiles installées dans un large spectre de



Photo 1 : prairies de fauche de montagne (UE 6520) en Auvergne (© L. Maciejewski)

conditions trophiques, depuis les situations eutrophes à caractère nitrophile jusqu'aux situations méso-oligotrophes annonçant les pelouses de fauche oligotrophes neutrocalcicoles ou acidiclinales (ordre des *Mesobrometalia erecti* ou des *Nardetalia strictae*) (Bensettiti et al. (coord.), 2005).

Les prairies de fauche des étages montagnard et subalpin (UE 6520) (Photo 1), aujourd'hui en régression partout, ont longtemps occupé des surfaces importantes pour la production de fourrage dans les montagnes françaises (Alpes, Pyrénées, Jura, Vosges, Massif central). Ils sont installés en conditions mésophiles sur des sols plus ou moins profonds, modérément fertiles, neutrophiles à plus ou moins calcicoles ou acidiclinales. Ils peuvent également dérivés par fertilisation accrue de pelouses calcicoles ou acidiphiles montagnardes (classes des *Festuco valesiacae-Brometea erecti* et des *Nardetea strictae*) (Bensettiti et al. (coord.), 2005).

Les traitements mixtes fauche/pâturage modifient plus ou moins la composition floristique des prairies selon les combinaisons de traitement, la charge et la durée du pâturage. Ces variations peuvent conduire à des situations intermédiaires d'interprétation délicate entre prairies de fauche et prairies pâturées (alliance du *Cynosurion cristati*) qui ne relèvent pas de la directive « Habitats ». Les limites respectives entre ces deux ensembles sont parfois difficiles à fixer. La fauche de ces prairies permet d'en conserver la structure et la diversité floristique spécifique. Plusieurs coupes sont possibles en fonction de la productivité de ces prairies. Un pâturage extensif sur les regains peut être possible en arrière-saison. Limiter les amendements pour éviter l'eutrophisation (Bensettiti et al. (coord.), 2005).

Cas de l'habitat élémentaire 6510-7: Prairies fauchées collinéennes à submontagnardes eutrophiques

Les pelouses maigres de fauche de basse altitude (6510) ont été déclinées en sept habitats élémentaires dans les cahiers d'habitats agropastoraux (Bensettiti et al. (coord.), 2005). Elles sont considérées dans cet ouvrage comme des pelouses mésophiles, au même titre que les prairies de fauche de montagne (UE 6520).

Pour rappel, il y a opposition entre prairies méso(eu)trophiles (*Brachypodio-Centaurion*, *Colchico-Arrhenatherenion*, *Centaureo-Arrhenatherenion*, *Trisetio-Polygonion*) et prairies eutrophiles (*Rumici-Arrhenatherenion*). Les indicateurs structuraux, floristiques et fonctionnels d'une prairie mésotrophique en bon état de conservation sont en effet quasiment antinomiques de ceux d'une prairie eutrophique. Il n'apparaît donc pas possible de les traiter de la même manière à l'échelle du code générique (Figure 3).



Photo 2 : Prairie de fauche eutrophile dans le site Natura 2000 « Artense » (© L. Maciejewski)

Le fait que les cahiers d'habitats décrivent une prairie eutrophile n'en fait pas pour autant un habitat dont l'état de conservation tel qu'il est décrit dans cet ouvrage est bon. Nous avons considéré que les prairies de fauche en bon état de conservation au titre de la biodiversité (et non sur des considérations agronomiques) sont celles qui appartiennent au niveau méso(eu)trophile, et que par conséquent **les prairies de fauche eutrophiles (Photo 2) constituent un mauvais état de conservation de l'habitat « prairies de fauche ».**

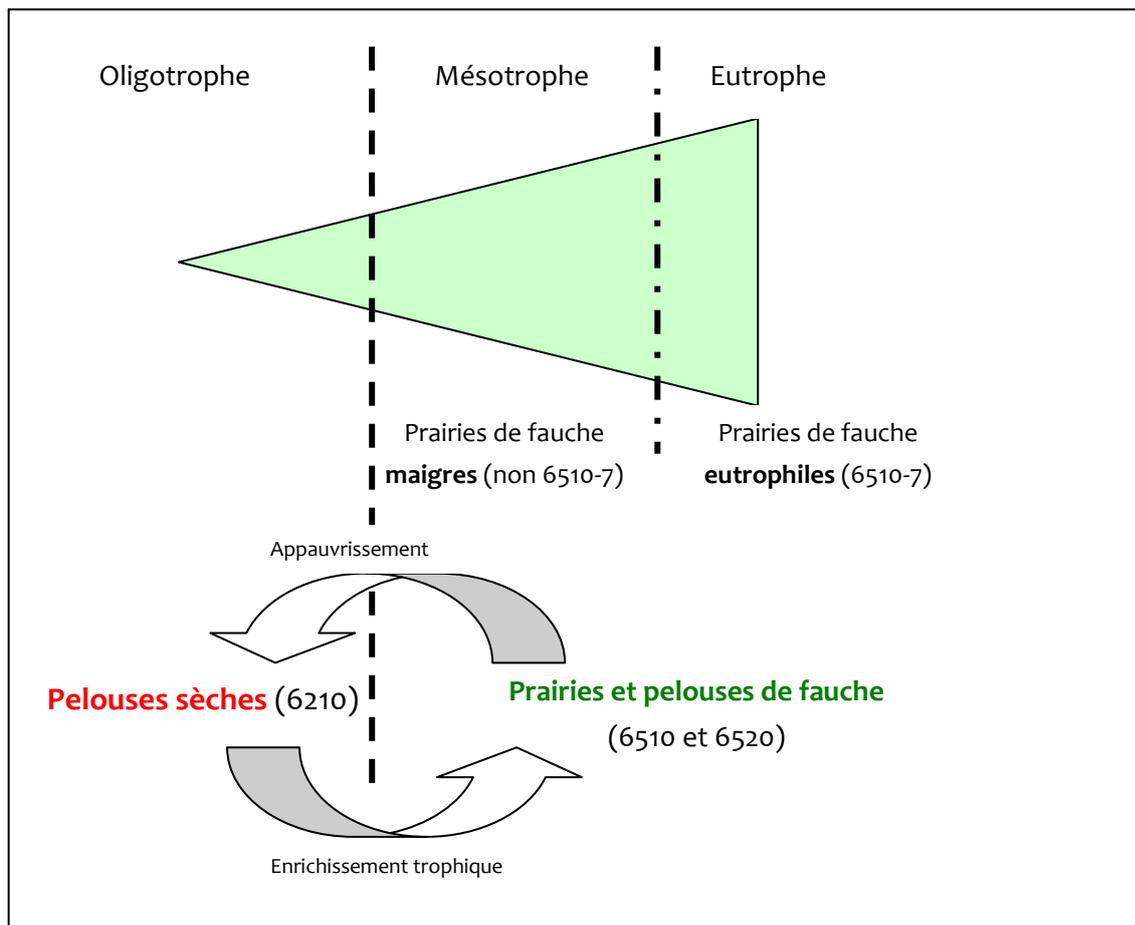


Figure 3 : Positionnement des pelouses et prairies de fauche sur le gradient trophique

2. Tableau de synthèse des indicateurs

Les méthodes d'évaluation de l'état de conservation proposées constituent des **outils à l'intention des gestionnaires**, et non pas des méthodes à objectif unique. Le principal intérêt de ce travail est la **mise à disposition d'informations** permettant d'éclairer le gestionnaire sur l'écologie des habitats qui composent son site, et de lui proposer des indicateurs afin de le renseigner sur les facteurs les plus importants à prendre en compte dans l'état de conservation de ces milieux. Le tableau 2 est une synthèse des indicateurs qui sont proposées pour évaluer l'état de conservation des prairies de fauche, il présente également les informations mises en évidence par chaque indicateur. Ce tableau de synthèse constitue la clé de voûte de ce guide.

Tableau 2 : Synthèse des indicateurs proposés pour évaluer l'état de conservation des prairies de fauche, et informations portées par chaque indicateur

PARAMÈTRE	CRITÈRE		INDICATEUR		Information(s) mise(s) en évidence
			Options	Description des indicateurs	
Surface couverte	Surface de l'habitat		Tendance d'évolution de la surface (et causes)		Fonctionnement général et perspectives, réservoir de biodiversité et connectivité, dynamique de l'habitat
	Morcellement et fragmentation		Tendance d'évolution de la fragmentation		Connectivité des milieux
Structure et fonctionnement	Couverture du sol		Recouvrement de ligneux		Dynamique de l'habitat : Risque de réduction de surface, fragmentation, et réduction du réservoir de graines
	Composition spécifique	Composition floristique	A	Présence d'espèces eutrophiles	Trajectoire dynamique concernant le niveau trophique
			B	Liste d'espèces floristiques (nationale 2011) "prairies fleuries" (moitié sud France uniquement)	
			Présence d'espèces indicatrices du régime de fauche		Stabilité des conditions de maintien de l'habitat, équilibre avec les pratiques
			Présence d'espèces allochtones envahissantes		Fonctionnement général, capacité de résilience de l'habitat, conservation de l'habitat
	Composition faunistique	Lépidoptères diurnes (A ou B)	A	Indicateur 'couleur'	Niveau trophique, équilibre avec les pratiques
			B	Indicateur 'détermination d'espèces'	Niveau trophique, équilibre avec les pratiques, fragmentation et fonctionnement de l'écosystème
		Coprophages (A, ou A+B)	A	Indicateur 'observation activité des coprophages'	Fonctionnement et continuité spatio-temporelle du cycle de la matière (lien herbivore-sol)
B			Indicateur 'gros coléoptères exigeants'		
Altérations	Atteintes "diffuses" au niveau du site		Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface		Atteintes à large échelle
	Atteintes au niveau du polygone		Atteintes localisées (et recouvrement)		Reliquat des perturbations non prises en compte de manière indirecte par les autres indicateurs

Dans la partie générale de ce guide, la définition de l'état de conservation qui a été retenue, ainsi que les principes méthodologiques qui ont été choisis sont présentés en détails. La question des changements d'échelle est également abordée avec des propositions sur comment passer des évaluations stationnelles à une évaluation au niveau du site. Enfin des éléments permettant la mise en application concrète de la méthode, notamment concernant l'échantillonnage, sont apportés.

La partie générale de ce guide est indispensable à la compréhension et à la mise en application de cette méthode.

3. Description des indicateurs

Le tableau 3 présente la grille d'analyse avec les critères et indicateurs retenus, ainsi que les notes et valeurs-seuils permettant d'évaluer l'état de conservation des prairies de fauche (codes EUR 27 : 6510 et 6520) d'intérêt communautaire, ensuite chaque indicateur est détaillé et présenté sous cette forme :

INDICATEUR	MODALITÉ 1	Information(s) mise(s) en évidence
	MODALITÉ 2	
	MODALITÉ 3	
Échelle de récolte de donnée(s)		

Tableau 3 : Grille d'analyse pour l'évaluation de l'état de conservation des prairies de fauche

PARAMÈTRE	CRITÈRE	INDICATEUR		MODALITÉ	NOTE	
		Options	Description des indicateurs			
Surface couverte	Surface de l'habitat	Evolution de la surface (indiquer les causes de l'évolution)		Stabilité ou progression	0	
				Régression	- 10	
	Morcellement et fragmentation	Plusieurs outils proposés		Connectivité stable	0	
				Diminution de la connectivité	- 10	
Structure et fonctionnement	Couverture du sol	Recouvrement de ligneux (en %)		< 10 %	0	
				> 10 %	- 10	
	Composition spécifique	Composition floristique	A	Présence d'espèces eutrophiles	0-20% d'espèces de la liste	0
					20-40% d'espèces de la liste	- 20
					+ de 40% d'espèces de la liste	- 40
			B	Liste d'espèces floristiques (nationale 2011) "prairies fleuries" (moitié sud de la France)	0-3 plantes observées en moyenne	- 40
					3-8 plantes observées en moyenne	- 30
					8-13 plantes observées en moyenne	- 10
		Présence d'espèces indicatrices du régime de fauche		0-20% d'espèces de la liste	- 20	
				20-40% d'espèces de la liste	- 10	
				+ de 40% d'espèces de la liste	0	
		Présence d'espèces allochtones envahissantes (recouvrement dans la strate herbacée)		Absence totale	0	
				Présence, et recouvrement < 30 %	- 5	
				Présence, et recouvrement > 30 %	- 20	
	Composition faunistique	Lépidoptères diurnes (au choix A ou B)	A	Indicateur 'couleur'	Groupe 1	- 15
					Groupe 2	- 10
					Groupe 3	- 5
					Groupe 4	0
			B	Indicateur 'détermination d'espèces'	Etape 1	NON VALIDE
					Etape 2	- 15
Etape 3					- 8	
Etape 4					0	
Coprophages (au choix A, ou A+B)		A	'Activité des coprophages'	activité de coprophages dans les excréments	0	
				absence d'activité	- 5	
B	'Gros coléoptères exigeants'	0, 1 ou 2 (selon la région) coléoptères exigeants	+2			
		1 ou 2 (selon la région) coléoptères exigeants	+5			
		> 1 ou 2 (selon la région) coléoptères exigeants	+10			
Altérations	Atteintes au niveau de l'unité	Atteintes et leur recouvrement (voir liste fournies et notes associées)		Somme des points des atteintes relevées = 1	- 5	
				Somme des points des atteintes relevées = 2	- 10	
				Somme des points des atteintes relevées = 3	- 15	
	Atteintes "diffuses" au niveau du site	Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface		Atteintes négligeables ou nulles	0	
				Atteintes moyennes (ponctuelles, maîtrisées)	- 10	
				Atteinte(s) importante(s), dynamique de l'habitat remis en cause	- 20	

3.1. Surface de l'habitat

La perte d'habitat constitue la plus importante menace à long terme pour la survie des espèces et découle de trois processus principaux : la destruction de l'habitat, l'augmentation de la fragmentation et l'altération de la qualité de l'habitat. La fragmentation de l'habitat, qui se traduit par la formation de plusieurs petits fragments d'habitat spatialement isolés à partir d'un seul fragment continu, a pour conséquence la diminution de l'abondance, de la densité et de la diversité spécifiques, l'augmentation des effets de lisière et de l'isolement des fragments d'habitat restants (Vandewoestijne *et al.*, 2005).

L'évolution de la surface est un critère qui n'a pas été retenu pour tous les grands types d'habitats - il reste optionnel pour les habitats forestiers (Carnino, 2009) -, mais il est important à évaluer pour les prairies dont les surfaces recouvertes sont déjà assez faibles, et dont les changements de surface peuvent être rapides.

Il est particulièrement difficile de définir quelle est la surface à l'intérieur d'un site qui permettrait le bon fonctionnement d'un habitat (définition de la valeur-seuil), c'est pourquoi on privilégie une évaluation de la tendance (en augmentation, en stagnation, ou en régression).

La « surface couverte » et le « morcellement/fragmentation » sont deux critères qui apparaissent comme essentiels dans l'évaluation de l'état de conservation des habitats agropastoraux ; mais ces critères demandent beaucoup de temps, de données et de technicités pour être mis en place. De plus, l'estimation de l'évolution de la surface et de la fragmentation est rendue particulièrement difficile par le biais lié à la différence de qualité de la cartographie d'un même site entre deux dates (liée à l'amélioration des méthodes, ou à l'effet observateur, etc.). De plus, le réseau Natura 2000 étant très récent, il n'existe en général qu'une seule cartographie à une date donnée. C'est pourquoi on peut envisager dans un premier temps de les faire remplir à dire d'experts, mais d'encourager au maximum l'utilisation de l'outil SIG.

NB : D'anciennes cartes de végétation des Alpes (françaises, italiennes, autrichiennes) et d'autres montagnes (Massif Central, Népal, etc.) sont numérisées et disponibles en ligne :

<http://ecologie-alpine.ujf-grenoble.fr/cartes/1/>

3.1.1. Évolution de la surface couverte par l'habitat

Tendance d'évolution de la surface (et causes)	Stabilité ou progression	Fonctionnement général et perspectives, réservoir de biodiversité et connectivité, dynamique de l'habitat
	Régression	
SITE		

Il existe différentes façons d'estimer la tendance : comparaison de cartographies, étude d'orthophotographies, étude de photos « classiques », dire d'experts ou consultation des acteurs locaux. La métadonnée devra être renseignée.

Il est important de renseigner la cause de l'évolution de la surface lorsqu'elle est connue, car s'il y a une diminution de la surface, c'est qu'il y a eu évolution de l'habitat vers un autre (dynamique naturelle) ou destruction de l'habitat.

3.1.2. Morcellement/Fragmentation

Tendance d'évolution de la fragmentation	Bon	Connectivité des milieux
	Mauvais	
SITE		

Aucuns outils simples et accessibles facilement n'ont pour le moment été mis en place, il existe cependant des outils SIG permettant de faire une première analyse et un suivi dans le temps.

Les quelques indicateurs présentés ci-après sont extraits du mémoire de fin d'études de Julie Chaurand sur les « Modalités de suivi et d'évaluation des Schémas Régionaux de Cohérence Ecologiques » (2010) (téléchargeable à cette adresse : <http://www.trameverteetbleue.fr/documentation-outils/outils-methodes/suivi-evaluation>).

Évolution de l'indice de taille effective de maille (*effective mesh size*, m_{eff} , Jaeger, 2000)

Exprimée par une surface (km², par exemple), cet indice est proportionnel à la probabilité que deux points choisis au hasard dans un territoire soient connectés (c'est-à-dire qu'ils appartiennent au même fragment, ou qu'ils ne soient pas séparés par des barrières telles que des routes ou des cultures intensives par exemple).

Ainsi, plus la valeur de l'indice est élevée, plus l'espace est favorable aux espèces puisqu'il est moins fragmenté.

$$m_{eff}^{CBC} = \frac{1}{A_{total}} \sum_{i=1}^n A_i \cdot A_i^{compl}$$

Où m_{eff}^{CBC} : indice de taille effective de maille calculé selon la procédure CBC (Cross Boundary Connections)

A_{total} : surface totale de la zone de calcul (ici la région)

A_i : surface des taches i (réservoirs de biodiversité i) à l'intérieur des limites de la zone d'étude (limites administratives régionales)

A_i^{compl} : surface de la tache complète dont A_i est une partie (c'est-à-dire surface totale de la partie de la tache i à l'intérieur des limites de la zone d'étude, additionnée – si la tache est transfrontalière - de la surface de la partie de la tache en dehors de la région (cas des réservoirs à cheval sur deux régions)

n : nombre de taches (de réservoirs de biodiversité)

Cet indice est intégré dans le logiciel FRAGSTATS, couramment utilisé en écologie du paysage : l'indice y est nommé « MESH ».

Il ne prend pas en compte la perméabilité de la matrice (qui peut par exemple être importante en moyenne montagne ou encore dans l'arrière pays méditerranéen) puisque le modèle est binaire (obstacles/réservoirs), ni la répartition spatiale et la proximité des réservoirs de biodiversité. L'IRSTEA est actuellement en train de réfléchir à cette dernière question afin de l'intégrer dans un nouvel indicateur basé sur l'indice de taille effective de maille.

Évolution des « habitats » par interprétation visuelle

On interprète l'évolution de la répartition des réservoirs dans l'espace afin de vérifier que les réservoirs sont bien toujours complémentaire (ceci est notamment possible par photo-interprétation à partir d'images aériennes).

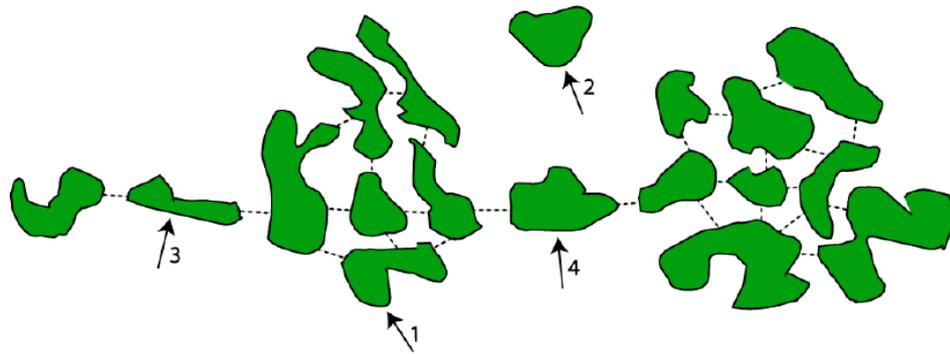
Évolution des « habitats » par le calcul de la distance moyenne entre deux « habitats »

Ceci s'effectue grâce à l'utilisation des outils d'analyse spatiale avec le SIG.

Évolution des « habitats » par la méthode de hiérarchisation des taches d'habitats

Cette technique a été développée par Santiago Saura et Lucia Pascual-Hortal (2007) à partir de la théorie des graphes (Pascual-Hortal et Saura, 2006 ; Saura et Pascual-Hortal, 2007) (Figure 4). Cette théorie repose sur le calcul de la probabilité que deux taches prises au hasard soient connectées. L'indice peut être calculé via l'outil Conefor Sensinode pour l'analyse de la connectivité des différents « habitats » : une dizaine de métriques ont été testées par Lucia

Pascual-Hortal et Santiago Saura (2006, 2007) afin de définir lesquelles étaient les plus robustes et les plus pertinentes¹.



Où la tache 1 n'est pas un élément majeur de la connectivité pour l'ensemble des taches, où la tache 2 est isolée, et où les taches 3 et 4 sont des éléments majeurs de la connectivité de l'ensemble des taches (avec la tache 4 ayant un rôle plus important que la 3)

Figure 4 : Analyse de l'importance relative des différentes taches dans un réseau écologique (Saura et Pascual-Hortal, 2007)

Évolution de la forme des « habitats »

La forme d'un « habitat » est liée à sa compacité qui « *influe sur la présence et l'importance d'un cœur d'habitat favorisant le bon fonctionnement écologique et donc la biodiversité (espèces caractéristiques du milieu correspondant)* » (Biotope-Greet, 2008) (Figure 5). **Figure 5 :** Schématisation de la notion de réservoir (Source : Biotope-Greet, 2008). Cet indicateur part de l'hypothèse que plus la forme de l'« habitat » se rapproche du disque, plus l'« habitat » est protégé des éléments extérieurs et donc plus il est fonctionnel (c'est-à-dire que les potentialités biologiques sont considérées comme fortes).

¹ Les deux métriques les plus robustes seraient (cf. Pascal-Hortal. et Saura, 2006 et 2007) le flux de surface pondérée (*area weighted flux, AWF*), et l'indice global de connectivité (*integral index of connectivity, IIC*) permettant de calculer la contribution de chaque « habitat » à la connectivité globale.

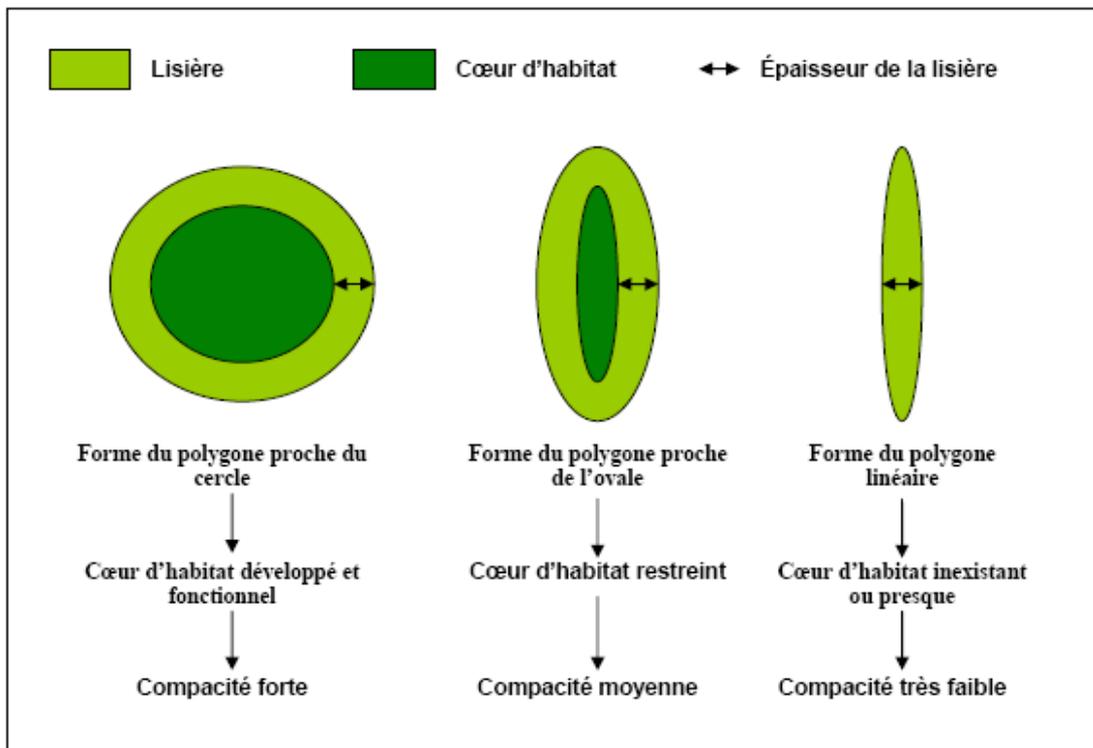


Figure 5 : Schématisation de la notion de réservoir (Source : Biotop-Greet, 2008).

L'indice proposé par Biotop-Greet (2008) combine les valeurs de compacité et de surface. En effet, considérant que « d'un point de vue biologique un espace naturel vaste et découpé vaut mieux qu'un espace naturel minuscule mais très compact » (Biotop-Greet, 2008), il est important, pour que l'indice soit plus correct, que la valeur de la surface (déjà considérée dans le calcul de la compacité) soit « dominante » à la valeur de compacité.

D'où :

Indice de compacité-surface = Valeur réelle de la compacité * valeur réelle de la surface

Avec : **Compacité** = $\frac{4 * \pi * \text{surface}}{(\text{périmètre})^2}$ (0 : très faible compacité, à 1 : compacité maximale=cercle)

Évolution du degré de connectivité des « habitats »

Cet indice regarde le nombre de connexions effectives entre les « habitats » par rapport au nombre de connexions potentielles entre ceux-ci. Par exemple, Elodie Salles (2001) propose l'indice **CONNEX** qui « estime le nombre de liaisons existant entre les marais par rapport à la potentialité maximale de liaisons au sein de l'habitat Marais. Plus la valeur de l'indice est élevée, plus l'habitat exploite ses « potentialités » de connexions « internes » »².

$$\text{CONNEX} = \left[100 * \left(L / (3 * (N-2)) \right) \right]$$

Avec L = nombre de connexions existantes entre deux marais

N = nombre total de taches de l'habitat Marais

3*(N-2) représente le nombre maximal de liaisons possibles entre les N taches

² Il est important de ne pas négliger les possibilités de connexions verticales (échanges souterrains) entre deux réservoirs de milieux humides. Cependant, afin de simplifier le suivi, il est proposé de se limiter aux corridors identifiables et quantifiables par un repérage aérien, c'est-à-dire ceux de surface (Salles, 2001).

3.2. Structure et fonctionnement

3.2.1. Couverture du sol

Colonisation ligneuse	< 10 %	Dynamique de l'habitat : Risque de réduction de surface, fragmentation, et réduction du réservoir de graines
	> 10 %	
UNITE ou POLYGONE ou SITE		

Les pratiques de fauche ont pour effet d'empêcher l'installation de ligneux, néanmoins par abandon progressif de l'activité, les ligneux peuvent à terme s'installer sur la parcelle.

La colonisation ligneuse a pour effet la réduction des surfaces de prairies et leur fragmentation, l'augmentation du risque d'incendie, et enfin une réduction du réservoir de graines contenus dans le sol ce qui entraîne parfois de grandes difficultés à la restauration d'une prairie colonisée, c'est pourquoi la dynamique de colonisation ligneuse doit être suivie pour évaluer l'état de conservation. Cependant, malgré le côté très intuitif de cet indicateur, nous n'avons pas pu trancher : si on choisit la placette comme unité d'échantillonnage, on peut relever cette information à ce niveau, mais également au niveau du polygone ; si le transect est l'unité d'échantillonnage choisie, l'information est à relever au niveau du polygone.

Enfin, on peut également choisir d'appréhender la colonisation ligneuse au niveau du site tout entier, en analysant des orthophotographies.

Dans le cas d'un relevé d'information au niveau local, on prend en compte les arbustes ligneux de plus de 30 cm, et on notera autant que possible les espèces rencontrées.

3.2.2. Composition floristique

3.2.2.1. Composition floristique

Pour la partie floristique de la méthode, notre choix méthodologique a été la mise en place de listes d'espèces floristiques dont la présence ou absence à relever est marqueur des facteurs de l'environnement (conditions écologiques ou pratiques de gestion).

Limiter le nombre d'espèces à reconnaître en élaborant au préalable une liste restreinte permet de limiter les compétences requises pour reconnaître ces espèces, mais également la durée du relevé. Enfin cela permet de bien identifier les informations mises en évidence par les différentes listes.

Présence d'espèces eutrophiles (au choix avec l'indicateur 'Prairies fleuries')

Le premier facteur agro-écologique responsable de la répartition des différentes communautés de pelouses calcicoles est le niveau trophique de la parcelle (Dutoit, 1996), il est également un des facteurs écologiques prépondérants pour tous les habitats agropastoraux. De plus, l'eutrophisation des milieux est une perturbation courante, qui plus est difficilement réversible.

Pour mettre en évidence la dynamique trophique des prairies de fauche, nous avons mis en place **deux indicateurs au choix**. L'un est utilisable sur tout le territoire métropolitain (indicateur 'présence d'espèces eutrophiles'), et l'autre n'a été calibré que pour la moitié sud de la France (indicateur 'prairies fleuries').

Présence d'espèces eutrophiles	0 - 20 %	Trajectoire dynamique concernant le niveau trophique
	20 - 40 %	
	> 40 %	
UNITÉ		

Pour mettre en place la liste d'espèces eutrophiles capables de mettre en évidence la dynamique trophique, nous avons voulu que la méthode soit reproductible le plus possible pour limiter le biais lors de sa mise en place. C'est pourquoi nous conseillons de l'éborer à partir des valeurs d'Ellenberg (Hill *et al.*, 1999) concernant la nitrophilie, complétées à partir des informations contenues dans la baseflor (Julve, 2007). A partir de la liste d'espèces potentiellement présentes dans l'habitat sur le site ou dans la région naturelle, élaborer une liste d'espèces eutrophiles en choisissant les espèces dont les valeurs de nitrophilie sont les plus fortes.

La limite de cette méthode réside dans le manque d'informations concernant certaines espèces. Elle demande également une connaissance de toutes les espèces potentiellement présentes sur chaque site. Néanmoins, les espèces eutrophiles sont en général assez bien connues des gestionnaires, et les listes d'espèces varient assez peu d'une région à l'autre.

Par relevé, on note le nombre d'espèces de la liste qui ont été observées puis on calcule le ratio :

$$\frac{\text{Nombre d'espèces observées}}{\text{Nombre d'espèces de la liste}} \times 100$$

Exemple de listes mises en place pour la phase de terrain 2011 par Jérémie Van Es (CBN Alpin et Laurent Seytre (CBN Massif Central) – Tableaux 4 et 5 - :

Tableau 4 : Liste d'espèces eutrophiles pour les prairies du site « Cézallier Nord et Sud et Artense »

CD_NOM	NOM_VALIDE_TAXREF	Indice de niveau trophique	FREQUENCE
90328	<i>Chaerophyllum aureum</i> L.	9	0,05
119550	<i>Rumex obtusifolius</i> L.	9	0,18
90697	<i>Chenopodium bonus-henricus</i> L.	9	0,08
101300	<i>Heracleum sphondylium</i> L.	8	0,72
141447	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill. subsp. <i>media</i>	8	0,13
128268	<i>Urtica dioica</i> L.	8	0,03
82952	<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	7	0,33
198226	<i>Taraxacum</i> F.H. Wiggers	7	0,92
96046	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Desv. ex Nevski	7	0,03
87849	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	7	0,10
106497	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	7	0,05
119473	<i>Rumex crispus</i> L.	6	0,05
106499	<i>Lolium perenne</i> L.	6	0,31

Tableau 5 : Liste d'espèces eutrophiles pour les prairies du site « Steppique durancien et Queyrassin »

CD_NOM	NOM_VALIDE_TAXREF	Indice de niveau trophique	FREQUENCE
90697	<i>Chenopodium bonus-henricus</i> L.	9	0,03
119550	<i>Rumex obtusifolius</i> L.	9	0,08
90328	<i>Chaerophyllum aureum</i> L.	9	0,06
131460	<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm. subsp. <i>sylvestris</i>	8	0,06
84061	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	8	0,03
135306	<i>Heracleum sphondylium</i> L. subsp. <i>sphondylium</i>	8	0,42
86732	<i>Bromus racemosus</i> L.	8	0,06
87849	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	7	0,11
125535	<i>Taraxacum campylodes</i> G.E.Haglund	7	0,89
96046	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Desv. ex Nevski	7	0,22
119473	<i>Rumex crispus</i> L.	6	0,19

Indicateur 'Prairies fleuries' (au choix avec la Présence d'espèces eutrophiles)

Indicateur 'Prairies Fleuries' - Liste nationale 2011	> 13 plantes observées (moyenne)	Trajectoire dynamique concernant le niveau trophique
]8;13] plantes observées (moyenne)	
]3;8] plantes observées (moyenne)	
	[0;3] plantes observées (moyenne)	
UNITÉ		

La méthode « prairies fleuries » est un outil déjà connu des agriculteurs et des gestionnaires, simple et facile, ce qui en fait un candidat idéal pour participer à l'évaluation de l'état de conservation des prairies. Un bon équilibre agri-écologique dans une prairie est mis en évidence entre autres par la présence de plantes issues d'une liste. Il existe des listes locales mises en place dans le cadre réglementaire de la MAE T Herbe_07, mais des recherches ont été faites sur une liste nationale qui a été testée en 2010 lors de la mise en place du concours national 'Prairies Fleuries' dans les Parcs naturels régionaux et nationaux. Une étude menée par l'INRA a montré que la richesse floristique d'une parcelle augmente avec le nombre d'espèces de la liste nationale qui sont présentes (Plantureux et de Sainte Marie, 2010). L'intérêt de la liste nationale est qu'elle couvre tout le territoire, alors que les listes locales, même si leur pertinence peut paraître plus forte à une échelle plus fine, n'existent que dans les endroits où elles ont été mises en place et sont valables sur le territoire d'agrément. Nous ne pouvons donc juger de leur pertinence pour évaluer l'état de conservation.

Nous avons montré que liste d'espèces mise en place pour le concours national 'Prairies Fleuries' 2011 (Tableau 6), utilisée avec sa méthode (Figure 6) est un bon indicateur de la dynamique trophique de l'habitat (Maciejewski, 2012a), mais le calibrage de cette indicateur n'est valable que dans la moitié Sud de la France.

Méthode

1. La parcelle est parcourue en diagonale, visuellement divisée en trois tronçons (Figure 6).
2. Pour chacun de ces trois tronçons, le domaine correspondant à l'étendue des bras écartés est à inspecter pour reconnaître les plantes indicatrices. Cette surface conseillée est donc une bande débordant à gauche et à droite de la ligne de marche et correspondant à environ 1,5 m de large. Si les parcelles font plus de 20 m de large, une bande de 3 m en bord de parcelle est exclue de l'observation.
3. On note le nombre de plantes de la liste observée sur chaque tiers, puis on fait une moyenne.

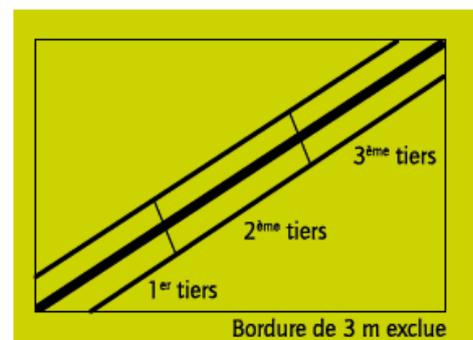


Figure 6 : Schéma pour la mise en place de la méthode 'Prairies Fleuries'

Liste pour le concours national 'Prairies Fleuries' 2011 (Tableau 6 et Figure 7)

Tableau 6 : Liste de plantes indicatrices pour le concours national 'Prairies Fleuries' 2011

Prairies Fleuries (2011)	
Achillées	<i>Achillea</i> sp.
Anthyllides ou vulnéraires	<i>Anthyllis vulneraria</i>
Arnica	<i>Arnica montana</i>
Astragales, hippocrépis et coronilles	<i>Astragalus</i> sp. <i>Hippocrepis</i> sp., <i>Coronilla</i> sp.
Campanules	<i>Campanula</i> sp.
Centaurées et serratules	<i>Centaurea</i> sp. et <i>Serratula</i> sp.
Chlores et petites centaurées	<i>Blackstonia</i> sp., <i>Centaureum</i> sp.
Fenouils	<i>Meum</i> sp. (dont <i>Meum athamanticum</i>)
Gaillet jaune ou vrai	<i>Galium verum</i>
Genêts gazonnants	<i>Genista tinctoria</i> , <i>Genista sagittalis</i> , <i>Cytisus decumbens</i>
Geranium des bois ou brun	<i>Geranium sylvaticum</i> ou <i>Geranium phaeum</i>
Gesses, vesces et luzernes	<i>Lathyrus</i> sp., <i>Vicia</i> sp., ou <i>Medicago</i> sp.
Grande marguerite	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.
Hélianthèmes et fumanas	<i>Helianthemum</i> sp., et <i>Fumana</i> sp.
Knauties, scabieuses et succises	<i>Knautia</i> sp., <i>Scabiosa</i> sp., <i>Succisa</i> sp.
Laïches, luzules, joncs et scirpes	<i>Carex</i> sp., <i>Luzula</i> sp., <i>Juncus</i> sp., ou <i>Scirpus</i> sp.
Limoniums ou saladelles	<i>Limonium</i> sp.
Lins	<i>Linum</i> sp.
Liondents, épervières et crépis	<i>Leontodon</i> sp., <i>Hieracium</i> sp. ou <i>Crepis</i> sp.
Lotiers	<i>Lotus</i> sp.
Narcisses, jonquilles	<i>Narcissus</i> sp.
Orchidées et oeillets	Orchidées ou <i>Dianthus</i> sp.
Oseille et petite oseille	<i>Rumex acetosa</i> L. et <i>Rumex acetosella</i>
Pimprenelles et sanguisorbes	<i>Sanguisorba</i> sp. (<i>S. minor</i> , <i>S. officinalis</i>)
Polygales	<i>Polygala</i> sp.
Populage des marais	<i>Caltha palustris</i>
Raiponces	<i>Phyteuma</i> sp.
Renouée bistorte	<i>Polygonum bistorta</i>
Rhinanthes	<i>Rhinanthus</i> sp.
Sainfoins	<i>Onobrychis</i> sp.
Salsifis et scorsonères	<i>Tragopogon</i> sp., et <i>Scorzonera</i> sp.
Sauges	<i>Salvia</i> sp.
Saxifrage granulée	<i>Saxifraga granulata</i>
Silènes	<i>Silene</i> sp.
Thyms, serpolets, sarriettes et lavandes	<i>Thymus</i> sp., <i>Satureja</i> sp., <i>Lavandula</i> sp.
Trèfles	<i>Trifolium</i> sp.

Prairies					
Tendances prairies humides ou fraîches			Tendances pelouses		
 Narcissus, jonquilles 1 2 3	 Silènes 1 2 3	 Campanules 1 2 3	 Centaurees et serratules 1 2 3	 Lins 1 2 3	 Thyms, serpolets, sarriettes et lavandes 1 2 3
 Laïches, luzules, juncs et scirpes 1 2 3	 Pimprenelles et sanguisorbes 1 2 3	 Trèfles 1 2 3	 Achillées 1 2 3	 Sainfoins 1 2 3	 Astragales, hippocrèpis et coronilles 1 2 3
 Populage des marais 1 2 3	 Liondents, épervières et crépis 1 2 3	 Lotiers 1 2 3	 Knauties, scabieuses et succises 1 2 3	 Sauges 1 2 3	 Orchidées et œillets 1 2 3
 Renouée bistorte 1 2 3	 Oseille et petite oseille 1 2 3	 Grande marguerite 1 2 3	 Salsifis et scorsonères 1 2 3	 Hélianthes et fumanas 1 2 3	 Arnica 1 2 3
 Saxifrage granulée 1 2 3	 Gesses, vesces et luzernes 1 2 3	 Geranium des bois ou brun 1 2 3	 Gaillet jaune ou vrai 1 2 3	 Anthyllides ou vulnéraires 1 2 3	 Polygales 1 2 3
 Raiponces 1 2 3	 Fenouils 1 2 3	 Genêts gazonnants 1 2 3	 Rhinanthes 1 2 3	 Limoniums ou saladelles 1 2 3	 Chlores et petites centaurees 1 2 3

 Plantes réputées pour leur valeur aromatique ou pour la santé du bétail
  Plantes réputées de bonne valeur pour l'apiculture (pollen ou nectar)

Figure 7 : Liste nationale 'Prairies Fleuries' (Mestelan et al., 2011)

Présence d'espèces indicatrices du régime de fauche

Présence d'espèces indicatrices du régime de fauche	> 40 %	Stabilité des conditions de maintien de l'habitat, équilibre avec les pratiques
	20 - 40 %	
	0 - 20 %	
UNITÉ		

Cette liste d'espèces indicatrices d'un régime de fauche (ou parfois d'un sous-pâturage à effet similaire) (tableau 7), permet de mettre en évidence une pression anthropique en adéquation avec la définition de l'habitat (structure et composition floristique données par les éléments descriptifs de la phytosociologie, qui correspond généralement à une fauche suffisamment tardive, avec absence de traitements sélectifs type anti-dicotylédones et impact subordonné/limité du pâturage - en « déprimage », en regain - lorsque ce dernier existe). Il est intéressant de voir que cet indicateur est corrélé positivement avec l'indice de diversité de Shannon-Weaver, même si l'information apportée par cet indice reste limitée.

A la suite d'analyses statistiques, il s'avère que cet indicateur permet également de mettre en évidence en partie la dynamique trophique de l'habitat, qui est liée également aux usages pratiqués. L'indicateur 'présence d'espèces eutrophiles' qui lui aussi met en évidence la dynamique trophique n'est pas significativement corrélé à ce nouvel indicateur, ce qui signifie qu'ils sont complémentaires.

Tableau 7 : Liste d'espèces indicatrices du régime de fauche

CD_REF	Nom valide TAXREF	REMARQUES
83912	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl, 1819	
87690	<i>Campanula patula</i> L., 1753	
93015	<i>Crepis biennis</i> L., 1753	
99473	<i>Galium mollugo</i> L., 1753	
101300	<i>Heracleum sphondylium</i> L., 1753	Espèce bonne indicatrice du régime de fauche mais dont l'abondance explose avec l'augmentation du niveau trophique de la parcelle, à ne pas faire figurer dans la liste d'espèces eutrophiles
104516	<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult., 1828	A remplacer par <i>Knautia arvernensis</i> en Auvergne
105247	<i>Lathyrus pratensis</i> L., 1753	
110139	<i>Onobrychis viciifolia</i> Scop., 1772	
113579	<i>Pimpinella major</i> (L.) Huds., 1762	
123683	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke, 1869	
127029	<i>Tragopogon pratensis</i> L., 1753	
127660	<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P.Beauv., 1812	
129147	<i>Vicia cracca</i> L., 1753	
129305	<i>Vicia sepium</i> L., 1753	

Par relevé, on note le nombre d'espèces de la liste qui ont été observées puis on calcule le ratio :

$$\frac{\text{Nombre d'espèces observées}}{\text{Nombre d'espèces de la liste}} \times 100$$

Espèces allochtones envahissantes

Présence d'espèces allochtones envahissantes	Absence totale	Fonctionnement général, capacité de résilience de l'habitat
	Présence, et recouvrement < 30%	
	Présence, et recouvrement > 30%	
UNITÉ		

Des recherches sont actuellement en cours, cependant il semble que les perturbations soient un facteur favorable aux invasions biologiques, en raison notamment de l'anthropisation des milieux et de leur eutrophisation, en particulier par des enrichissements en azote et du piétinement, mais également la création de sentiers. Cette artificialisation des milieux concourt très probablement à diminuer les capacités de résistance et de résilience des écosystèmes (Haury *et al.*, 2010).

Depuis 2009, deux correspondantes (en charge de la faune au sein du SPN et en charge de la flore au sein de la FCBN) ont été chargées par le ministère en charge de l'écologie de la mise en place de listes d'espèces exotiques envahissantes accompagnées d'une hiérarchisation de leur caractère invasif sur le territoire métropolitain (notamment grâce à un réseau d'expertise national), en vue de la mise en place de plans d'action, également afin d'alimenter la réglementation en la matière. Les conclusions des études en cours vont amener à la publication de rapports, ainsi qu'une proposition visant à la structuration d'un réseau de surveillance sur les espèces présentes sur le territoire métropolitain ainsi que les espèces non encore présentes. Ces études permettront à terme la mise en place d'indicateurs de risque liés à la dynamique de ces espèces (végétales uniquement pour le moment).

Au regard de cet indicateur, l'état favorable est l'absence totale d'espèces allochtones envahissantes. Nous avons décidé de commencer à pénaliser dès l'apparition d'une espèce. Enfin, en cohérence avec l'indicateur mis en place dans le cadre de l'évaluation de l'état de conservation des habitats aquatiques (Viry, 2013), nous avons choisi de pénaliser fortement lorsque le recouvrement des espèces dans la strate herbacée dépasse 30%.

3.2.3. Composition faunistique

3.2.3.1. Lépidoptères diurnes

Pourquoi les Rhopalocères ?

Les Lépidoptères Rhopalocères associés aux pelouses et prairies constituent l'un des 26 indicateurs retenus par l'Agence Européenne de l'Environnement dans le cadre du programme de « rationalisation des indicateurs européens de la biodiversité pour 2010 » (SEBI 2010 : Streamlining European 2010 Biodiversity Indicators) (EEA, 2007). Le suivi à l'échelle européenne montre un déclin des populations de presque 70 % depuis 1990 (Van Swaay *et al.*, 2012). Les principales menaces pesant sur ces espèces sont liées à :

- la fragmentation et à la diminution des surfaces des habitats favorables (Dover *et al.*, 2011 ; Rosin *et al.* 2012) ;
- la diminution des ressources florales pour les adultes à l'échelle du paysage (sens éco-complexe) (Aviron *et al.*, 2011 ; WallisDeVries *et al.*, 2012).

Les espèces généralistes sont les moins impactées à l'échelle du paysage (Dapporto & Dennis, 2013). Pour les autres espèces, l'impact est plus contrasté. Les espèces spécialistes ayant un faible pouvoir de dispersion semblent avoir été fortement impactées dans le passé (Wenzel *et al.*, 2006 ; Augenstein *et al.*, 2012). Ces dernières années, ces espèces semblent moins menacées vis-à-vis de ces facteurs que les espèces ayant un degré de spécialisation moindre (Habel & Schmitt, 2012 ; Dapporto & Dennis, 2013).

Dans l'état actuel des connaissances, il y a peu de différences de composition spécifique des Lépidoptères Rhopalocères entre les prairies de fauche et les pelouses calcaires, et les impacts sur cette composition sont semblables (Saarinen & Jantunen, 2005). Cependant ceci doit être confirmé à l'échelle du territoire national notamment en fonction de la variabilité biogéographique de la composition floristique des pelouses et des prairies. En attendant, nous aurons la même approche méthodologique pour les deux grands types d'habitats.

La fauche a la même conséquence sur la faune des Rhopalocères qu'une intensification du pâturage. On observe une chute importante de l'abondance et de la diversité spécifique (Cizek *et al.*, 2012 ; Kruess & Tschardtke, 2002). La date de fauche a un impact plus important sur la famille des Lycènes dont les mâles de beaucoup d'espèces sont de couleur bleue (Dover *et al.*, 2010). En effet, chez beaucoup de Lycènes, les chenilles se nourrissent de fleurs de Légumineuses et ont une activité diurne. L'intensification du pâturage a des effets similaires. Les études montrent un impact plus important sur les espèces liées aux dicotylédones (Dumont *et al.*, 2009) qui sont principalement des Lycènes et des Nymphalides (couleur orange ou brun). La fauche et le pâturage ont un impact moindre sur les Satyrides (couleur orange ou brun, blanc avec des points noirs), car les plantes-hôtes sont des graminées et l'activité des chenilles est principalement nocturne ; ces dernières restant cachées à la base des plantes au cours de la journée.

Pourquoi deux indicateurs ?

Comme cela a été rappelé dans la partie générale, l'aspect pragmatique de l'outil proposé pour l'évaluation est un facteur qui facilite sa prise en main et son utilisation. Dans ce cadre nous avons proposé deux indicateurs pour les Lépidoptères Rhopalocères :

- un indicateur basé sur les couleurs des papillons observés : indicateur 'couleur'. L'acquisition des données ne demande pas un niveau de compétence important ;
- un indicateur basé sur le relevé exhaustif des espèces : indicateur 'espèce'. L'acquisition des données demande l'intervention d'un spécialiste.

Dans le cadre de l'évaluation, l'un et/ou l'autre des indicateurs peuvent être utilisés ; sachant que l'indicateur 'espèce' est beaucoup plus informatif, notamment dans le cadre de la gestion conservatoire des habitats.

Que montrent les indicateurs lépidoptères diurnes ?

Les deux indicateurs sont centrés sur l'acquisition de données concernant les adultes. La diversité et l'abondance des espèces observées à l'échelle d'un polygone vont être dépendant :

- de la densité de la disponibilité florale au niveau du polygone ;
- de la surface du polygone ;
- de la diversité des habitats à l'échelle de l'écocomplexe.

En effet, on observe une immigration plus importante que l'émigration lorsque la densité de la disponibilité florale et/ou la surface de l'habitat favorable est plus grande (Moilanen & Hanski, 1998 ; Suttcliffe *et al.*, 1997). Les espèces étant toutes floricoles à l'état adulte et leur capacité de déplacement étant très variable, **les indicateurs donnent en premier, une information sur la diversité spécifique des Lépidoptères Rhopalocères à l'échelle d'un écocomplexe** dans lequel le polygone joue un rôle clé pour l'alimentation des adultes en lien avec la disponibilité florale (figure 8) :

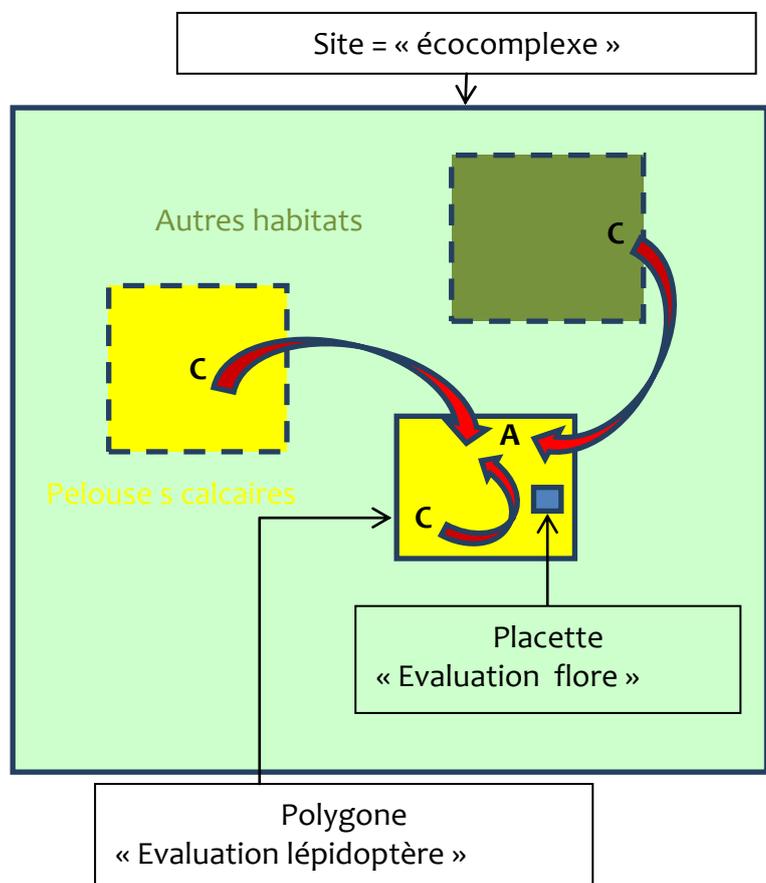


Figure 8 : origine à l'échelle de l'écocomplexe des adultes échantillonnés au sein d'un polygone. A : adulte ; C : chenille.

L'indicateur 'espèce' est basée principalement sur le degré de spécialisation des espèces vis-à-vis des prairies de fauche et des pelouses calcicoles mais aussi des formations associées à la dynamique végétale (pelouses ourlets et strates arbustives). **Cet indicateur permet donc d'avoir une information sur un état de conservation au niveau d'un polygone tout en intégrant une dynamique écosystémique plus ou moins bloquée par la fauche ou le pâturage à l'échelle de l'écocomplexe.** Les espèces spécialistes des pelouses ourlets et des strates arbustives sont intégrées dans l'évaluation. En effet, nous considérons que leur absence peut rendre compte d'une perte de biodiversité spécifique à l'échelle de la dynamique végétale et que cet état de fait ne correspond pas à un état de conservation optimal des habitats cibles. Il faut cependant préciser que dans certains cas, l'absence d'une strate arbustive peut avoir comme origine des conditions édaphiques particulières favorables à la formation d'une pelouse dont la dynamique est bloquée naturellement.

L'indicateur 'couleur' est moins sensible. L'état de conservation favorable est basé sur l'observation des Lycènes avec une couleur bleue et du Demi-deuil, papillon blanc à points noirs. Les Lycènes et le Demi-deuil vont plus réagir à la gestion extensive des habitats. Avec cet indicateur, on obtient moins d'information à l'échelle de l'écocomplexe. **L'absence d'une diversité de couleur rend compte essentiellement d'une eutrophisation importante. Une diversité des couleurs est à mettre en relation avec une diversité spécifique plus importante et la mise en place d'une gestion extensive au niveau du polygone.**

Indicateur 'couleur' (au choix avec l'indicateur 'espèces')

Lépidoptères diurnes – Indicateur 'couleur'	Groupe 4	Niveau trophique, équilibre avec les pratiques
	Groupe 3	
	Groupe 2	
	Groupe 1	
POLYGONE		

Méthode d'inventaire

L'opérateur se place au milieu du polygone d'habitat qu'il souhaite évaluer, il parcourt la surface pendant 10 minutes maximum. L'opérateur relève le nombre de papillon par couleur qu'il a pu observer en train de voler, sur la gamme de quatre couleurs : blanc, orange et/ou brun, bleu, blanc à point noir (cf. aide à l'évaluation). Si d'autres couleurs de Lépidoptères diurnes sont observées comme le jaune, elles peuvent être relevées, mais elles ne participent pas à l'évaluation de l'état de conservation.

Conditions de réalisation

Les conditions climatiques de réalisation sont les mêmes que dans le cadre d'un inventaire (Demerges, 2002). Les relevés doivent être effectués dans les conditions de températures suivantes :

- Supérieur à 14°C si le temps est ensoleillé ou faiblement nuageux (soleil ou quelques nuages),
- Supérieur à 17°C si le temps est nuageux (nuages occupant au maximum 50% du ciel) (Demerges, 2002).

Pas de sortie si le temps est très nuageux ou pluvieux.

Une prospection ne doit pas être validée si la vitesse moyenne du vent est supérieure à 30 km/h.

Période et périodicité

L'acquisition des données se fait en **deux fois** :

- une première fois dans la deuxième quinzaine de mai ;
- une deuxième fois avant la fauche pour les prairies et dans la deuxième quinzaine de juin en ce qui concerne les pelouses. Il est nécessaire d'avoir une bonne connaissance de la structure spatiotemporelle du pâturage menée au niveau du polygone. En effet, celui-ci peut être utilisé par un éleveur lors d'une période temporelle réduite au cours de l'année mais de manière intensive. Une programmation sur le terrain qui se situe après un passage de troupeaux ne permet pas l'acquisition de données pertinente.

Méthode d'évaluation par polygone

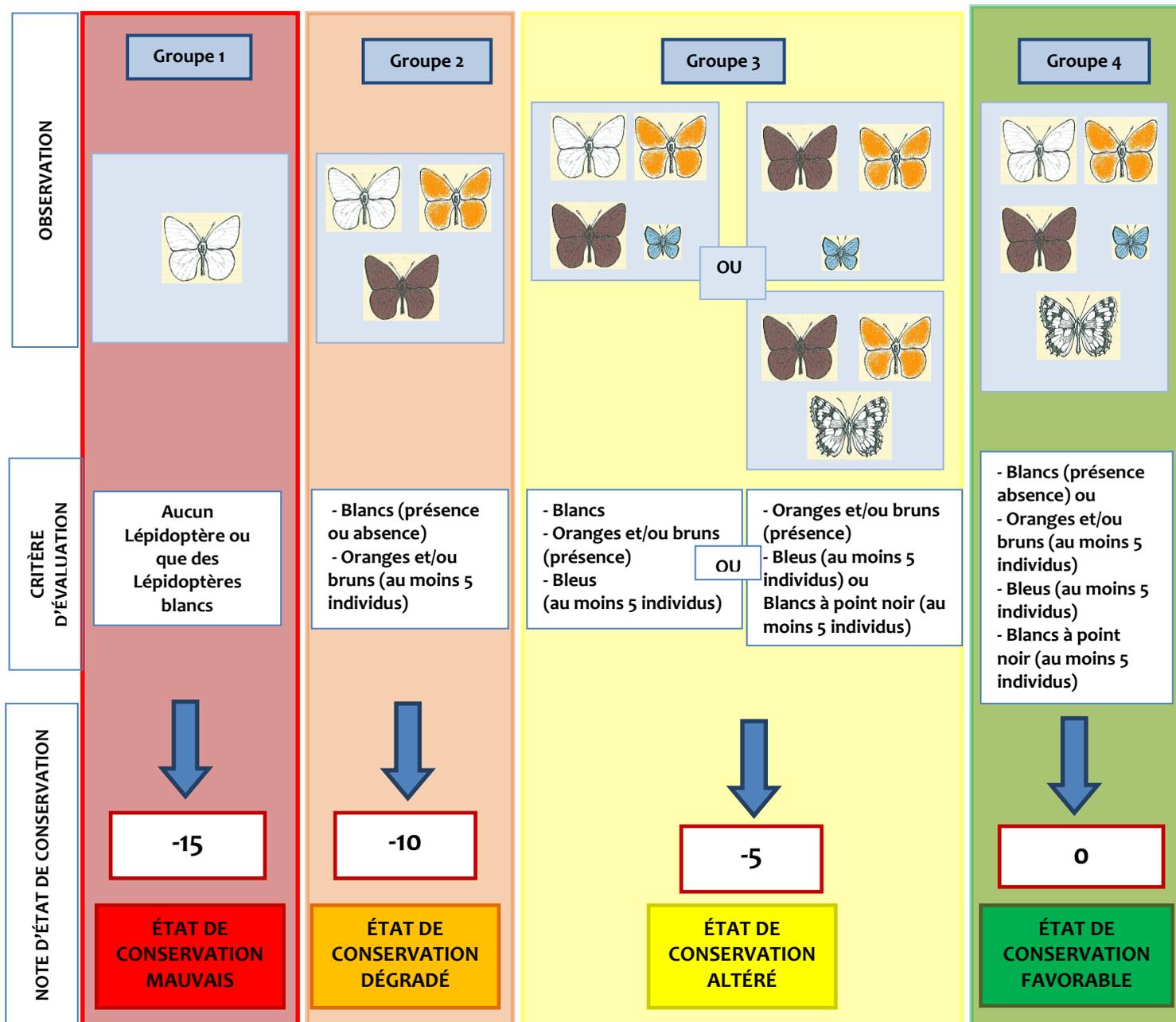


Figure 9 : Schéma d'interprétation des relevés des couleurs de Lépidoptères diurnes pour évaluer l'état de conservation des formations végétales

À partir des deux comptages, on retient pour chaque groupe de couleur (cf. Aide à l'évaluation) le nombre d'individus observés le plus important. Quatre catégories sont mises en place qui correspondent à quatre évaluations de l'état de conservation (Figure 9). Il faut que la totalité des couleurs du groupe ainsi que les nombres seuils associés, aient été observés pour obtenir la note d'évaluation (Figure 10).

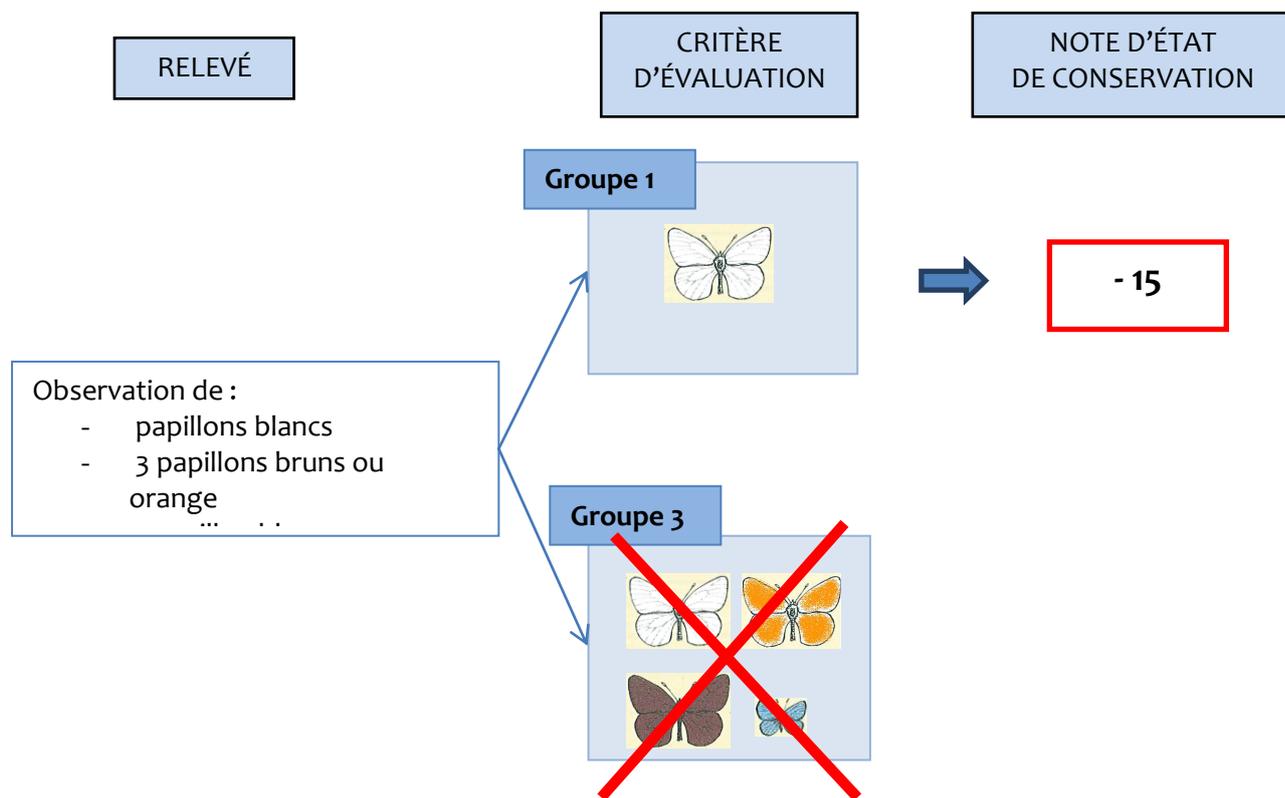
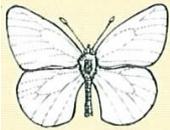


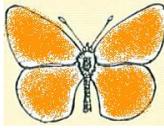
Figure 10 : Interprétation d'un relevé

Aide à l'évaluation

Dans cette aide à l'évaluation sont présentées uniquement les espèces qui ont structurées la mise en place de cet indicateur. Il existe d'autres papillons « blancs, oranges, bruns ou bleus » que ceux présentés ici, mais ils n'interviennent ni n'interfèrent dans l'évaluation.

<p>Lépidoptères diurnes blancs</p>  <p>Espèces ubiquistes appréciant particulièrement les Brassicacées, ou généralistes (genre <i>Pieris</i>).</p>	 <ul style="list-style-type: none">• <i>Pieris brassicae</i> L., la Piéride du Chou• Photo T. Lafranchis (lepinet.fr)	 <ul style="list-style-type: none">• <i>Pieris rapae</i> L., la Piéride de la Rave• Photo P. Mothiron (lepinet.fr)
	 <ul style="list-style-type: none">• <i>Pieris napi bryoniae</i> Hb., la Piéride de la Bryone, la Piéride de l'Arabette• Photo T. Lafranchis (lepinet.fr)	 <ul style="list-style-type: none">• <i>Aporia crataegi</i> L., le Gazé• Photo P. Mothiron (lepinet.fr)• Remarque : <i>Aporia crataegi</i> est une espèce exigeante qui ne sera présente qu'avec des espèces orange et bleue, elle appartient au groupe 3

Lépidoptères diurnes oranges avec des bandes noires

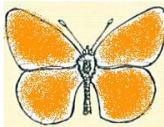


Sur pelouses, leur présence marque la présence d'espèces du genre *Plantago*, dans les lisières ils marquent la présence d'espèces du genre *Viola* (généralement des espèces du genre *Melitaea*). Ils sont présents dès que l'anthropisation devient moins forte (diminution des amendements par exemple).



- *Melitaea cinxia* L., la Mélitée du Plantain
- Photo P. Mothiron (lepinet.fr)

Lépidoptères diurnes oranges avec le dessous des ailes postérieures brunes plus ou moins tachées de blanc

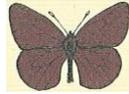


Ce sont les Fadets. Certaines espèces comme le Procris sont généralement très commune. Elle régresse cependant actuellement à l'échelle européenne (Van Swaay *et al.*, 2012)



- *Coenonympha pamphilus* L., le Procris
- Photo P. Mothiron (lepinet.fr)

Lépidoptères diurnes brun-clair

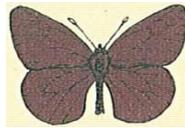


Il y a plusieurs espèces de Satyrides dont certains sont très communs comme le Myrtil. D'autres sont beaucoup plus localisées et typiques des pelouses calcaires xérophiles. Lorsque ces derniers sont présents, les Lycènes sont aussi présents.



- *Maniola jurtina* L., le Myrtil
- Photo P. Mothiron (lepinet.fr)

Lépidoptères diurnes brun-noir



Ce sont des espèces de montagne, du genre *Erebia*. Au-delà de 1800-2000 m d'altitude, ils sont généralement communs.



- *Erebia epiphron* Knoch, le Moiré de la Canche
- Photo T. Lafranchis (lepinet.fr)

Lépidoptères diurnes bleus



Ils sont présents principalement sur les Fabacées. *Polyommatus icarus* (L'Argus bleu) est une espèce commune présente partout mais avec généralement très peu d'effectif. Lorsque l'on observe de manière significative des Lépidoptères diurnes bleus (plus de cinq individus), ce sont les espèces *Polyommatus bellargus* et *Polyommatus coridon* qui sont présentes.

Remarque : les femelles du genre *Polyommatus* sont plutôt de couleur brune, mais elles ne participent pas à l'évaluation de l'état de conservation



- *Polyommatus bellargus* Rott., le Bel-Argus, l'Azuré bleu céleste
- Photo P. Mothiron (lepinet.fr)

Lépidoptères diurnes blancs à points noirs



Ce sont des espèces de Demi-deuil (genre *Melanargia*), elles se retrouvent sur des Graminées de milieux ouverts, sur des Mésos- et Xérobromion non amendés. L'effectif doit être significatif (plus de 10 individus) pour que l'état de conservation soit qualifié de favorable, car ils peuvent être présents en petit effectif dans les autres groupes.



- *Melanargia galathea* L., le Demi-Deuil
- Photo P. Mothiron (lepinet.fr)

Indicateur 'espèces' (au choix avec l'indicateur 'couleur')

Lépidoptères diurnes – Indicateur 'espèces'	Étape 5	Niveau trophique, équilibre avec les pratiques, fragmentation et fonctionnement de l'écocomplexe
	Étape 4	
	Étape 3	
	Étape 2	
	Étape 1	
POLYGONE		

Méthodes d'inventaires

L'objectif de l'inventaire est d'avoir la liste la plus exhaustive possible des espèces observées au niveau du polygone. Pour les sites où aucun inventaire n'est disponible, nous préconisons la méthodologie suivante :

Parcourir l'ensemble du polygone représentatif de l'habitat.

- Pour une pelouse calcicole, on s'attachera à parcourir aussi bien la zone ouverte que les zones écotonales en liaison avec une strate arbustive et/ou arborée.
- Pour une prairie de fauche, on s'attachera à parcourir la zone ouverte en évitant un piétinement trop important. Il est préférable de restreindre le parcours dans les zones les plus fleuries situées à l'abri du vent et à la périphérie de la parcelle. Les zones de lisière, en liaison avec une culture, une haie où un habitat boisé, sont aussi parcourues.

On note chaque nouvelle espèce que l'on rencontre. Pour les espèces difficiles à déterminer sur le terrain, un échantillon sera prélevé pour un examen plus précis des critères descriptifs en laboratoire (examen des pièces génitales notamment). L'acquisition de données s'arrête lorsque l'on n'a pas observé de nouvelle espèce pendant 20 mn.

Si un protocole de suivi des Rhopalocères basée notamment sur le « Pollard walk » (Pollard & Yeates, 1993) est engagé au niveau du polygone, on pourra se reporter à la liste des espèces observées lors de ce comptage. Il existe en France deux protocoles basées sur cette technique :

- Le STERF ou Suivi Temporel des Rhopalocères de France. Le protocole est disponible sur le site suivant : <http://vigienature.mnhn.fr/page/suivi-temporel-des-rhopaloceres-de-france>. L'objectif de ce suivi est principalement d'analyser à l'échelle nationale les variations spatiotemporelles des effectifs.
- Le suivi des milieux ouverts par les Rhopalocères dans le réseau de Réserves Naturelles de France (RNF) (Langlois & Gilg, 2007). Le protocole est disponible sur le site de RNF (<http://www.reserves-naturelles.org/>). L'objectif principal de ce suivi est d'analyser l'impact des actions conservatoires menées au niveau du site sur la dynamique des populations de Rhopalocères.

Pour ces deux protocoles, des regroupements d'espèces sont parfois réalisés en relation avec les difficultés de détermination. Dans le cadre de notre travail, ces regroupements ne peuvent être utilisés et une détermination des espèces présentes au sein de ces complexes est nécessaire.

Conditions de réalisation

Les conditions climatiques de réalisation sont les mêmes que dans le cadre d'un inventaire (Demerges, 2002). Les relevés doivent être effectués dans les conditions de températures suivantes :

- Supérieur à 14°C si le temps est ensoleillé ou faiblement nuageux (soleil ou quelques nuages),
- Supérieur à 17°C si le temps est nuageux (nuages occupant au maximum 50% du ciel) (Demerges, 2002).

Pas de sortie si le temps est très nuageux ou pluvieux.

Une prospection ne doit pas être validée si la vitesse moyenne du vent est supérieure à 30 km/h.

Période et périodicité

Un inventaire est considéré comme complet si le protocole est réalisé au moins 4 fois dans l'année avec un comptage au cours des mois suivant : mai, juin, juillet et août. Une répétition l'année suivante est fortement recommandée.

Domaine de validité

L'indicateur est particulièrement opérationnel pour les pelouses sèches semi-naturelles (UE 6210) et les prairies maigres de fauche de basse altitude (UE 6510). En ce qui concerne les prairies de fauche de montagne (UE 6520), cet indicateur doit être encore validé car il y a moins d'espèces spécialistes.

Méthode d'évaluation par polygone

Une base de données départementale concernant les espèces est en cours de finition. Elle sera téléchargeable en automne 2013 sur le site de l'INPN. En attendant, si vous souhaitez utiliser cet indicateur, vous pouvez nous contacter afin d'avoir les informations nécessaires (pdupont@mnhn.fr).

La base de données départementale est réalisée à dire d'experts. Pour chaque espèce quatre champs sont disponibles :

- L'étage optimal pour l'espèce (méditerranéen, collinéen ou supra-méditerranéen, montagnard, subalpin et alpin).
- L'habitat optimal (typologie EUNIS, Louvet *et al.*, 2013).
- Le degré de spécialisation des espèces.
- Le degré de dispersion des espèces à l'échelle d'un écosystème.

Pour l'évaluation des pelouses calcicoles et des prairies, on ne prendra que les espèces associées aux typologies suivantes :

- E1 : Pelouses sèches ;
- E2 : Prairies mésiques ;
- E5 : Ourlets, clairières forestières et peuplements de grandes herbacées non graminoides ;
- F3 : Fourrés tempérés et méditerranéo-montagnard.

Ce sont les principaux éléments qui structurent les écosystèmes associés aux prairies de fauche et aux pelouses calcicoles, mis à part les formations forestières. On ne prendra les espèces associées à plusieurs étages de végétation que si le polygone est localisé dans une zone de transition entre les étages collinéens et montagnards ou en limite d'aire avec les étages méditerranéens et subalpins.

Le degré de spécialisation des espèces

On utilise le degré de spécialisation des espèces pour faire l'évaluation. Quatre sous-listes d'espèces sont établies à partir de la liste d'espèces potentielles, qui constituent quatre étapes dans l'évaluation. Ensuite, l'opérateur compare son relevé à ces listes (Figure 11).

Liste 1 : Espèces généraliste pouvant se rencontrer dans de nombreuses typologies d'habitat.

Liste 2 : Espèces moyennement généralistes pouvant se maintenir au niveau de l'habitat même dans le cas où ce dernier subit une dégradation. Ces espèces sont généralement communes ou sont très souvent observées dans des formations herbacées mésophiles à xérophiles.

Liste 3 : Espèces dont l'habitat des chenilles est principalement lié à un écosystème sur substrat calcaire. Espèces généralement localisées dont la dynamique des populations est liée au bon état de conservation des prairies de fauche et pelouses mésoxérophiles à xérophiles.

Liste 4 : Espèces dont l'habitat est principalement lié à un écosystème sur substrat calcaire. Espèces extrêmement localisées (voire supposées disparues) dans le département concerné, dont la dynamique des populations est liée au bon état.

Attention, les valeur-seuils doivent être encore définies à partir d'un jeu de données de terrain suffisant ; ce que nous n'avons pas encore. Si l'inventaire est correctement réalisé, il nous semble, d'après les premiers retours de terrain que nous avons, que le seuil de 50 % d'espèces potentielles présentes pour passer entre les étapes 2 et 3 et entre les étapes 3 et 4, donne des résultats satisfaisants. En ce qui concerne l'étape 4, la présence d'au moins une espèce de la liste 4 dans l'inventaire permettrait d'apporter les points de bonus.

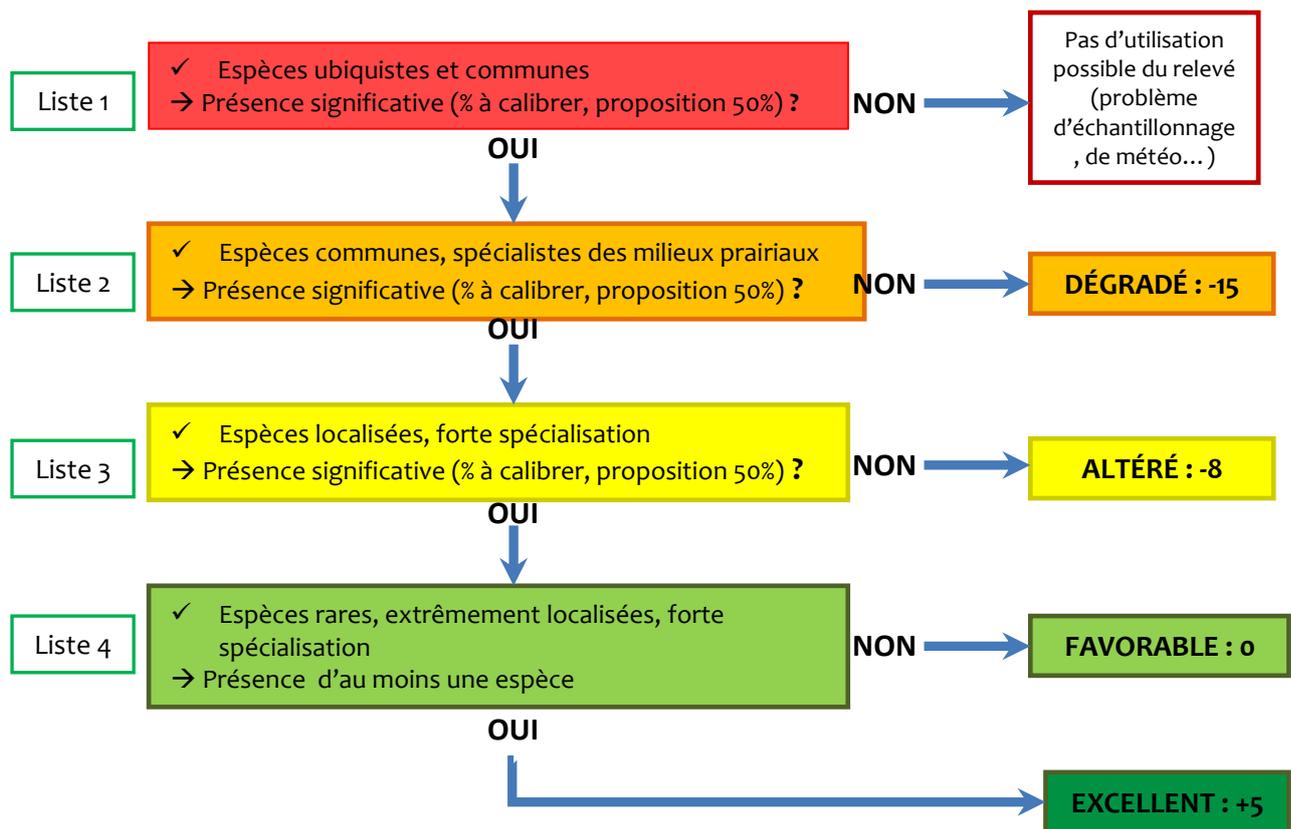


Figure 11 : Schéma d'interprétation des relevés de Rhopalocères pour évaluer l'état de conservation des habitats à partir du degré de spécialisation des espèces.

Le degré de dispersion des espèces à l'échelle d'un écosystème

Le degré de dispersion permet d'avoir une analyse plus fine de l'inventaire au niveau du polygone et de l'écosystème (Figure 12). Une faible représentativité des espèces spécialistes ayant une forte dispersion à l'échelle de l'écosystème montre une altération ou une dégradation à ce niveau pour les habitats associés aux pelouses calcicoles ou aux prairies. Une faible représentativité des espèces non ubiquistes à dispersion moyenne rend compte d'une fragmentation importante à l'échelle de l'écosystème. Une faible représentativité des espèces sédentaires rend compte d'une altération ou une dégradation au niveau du polygone.

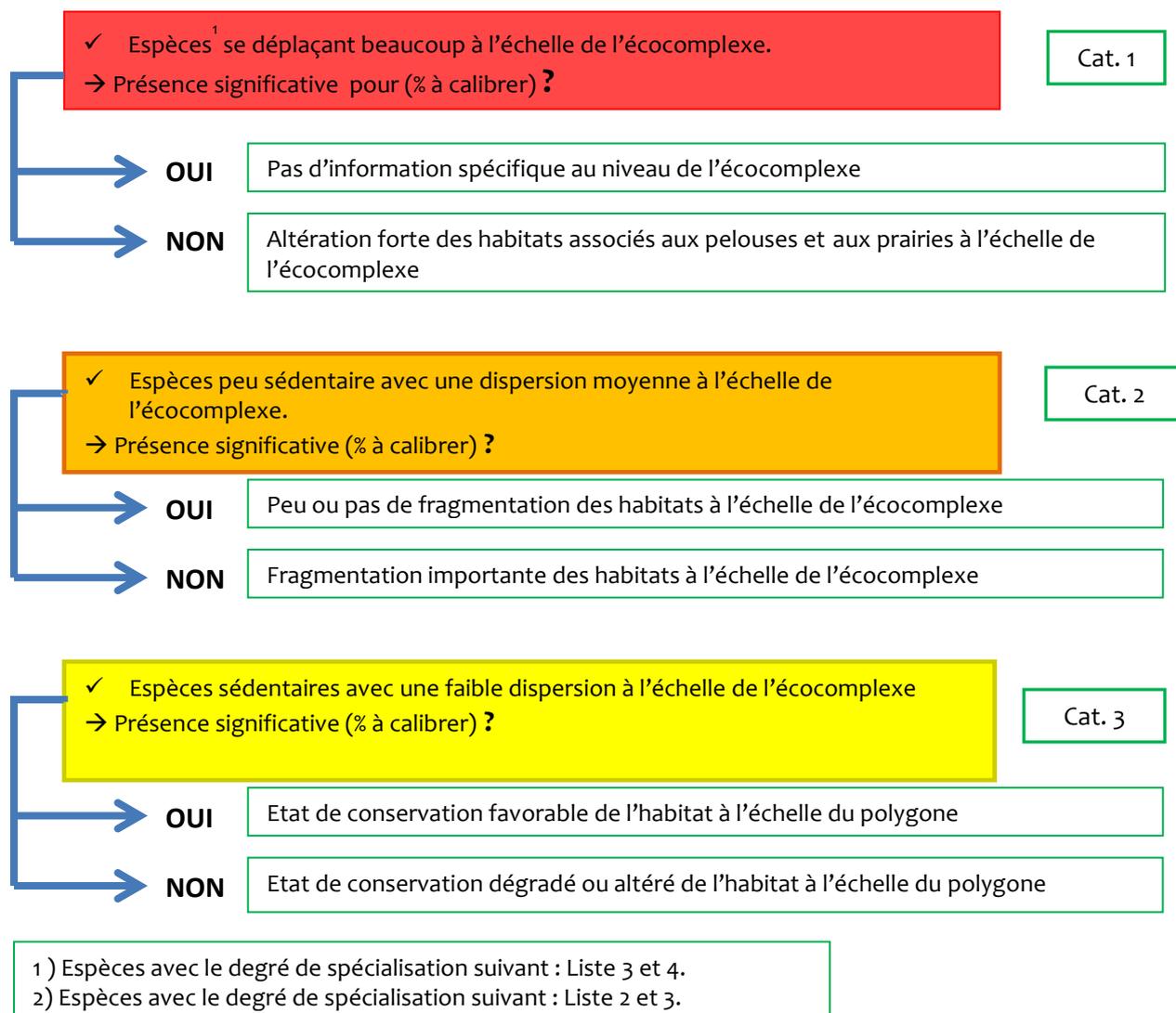


Figure 12 : Schéma d'interprétation des relevés de Rhopalocères pour évaluer l'état de conservation des habitats à partir du degré de dispersion des espèces à l'échelle de l'écocomplexe.

Dans l'état actuel des connaissances nous manquons de données pour pouvoir déterminer des seuils. Nous proposons ici des pistes d'analyses.

Perspectives

Pour l'indicateur 'espèces', l'état de nos connaissances et un constat sur l'avancée de l'étude pour mettre en place cet indicateur ont été présentés. Avec la finalisation de la base de données, ainsi que le retour de mise en application de l'indicateur, nous préciserons cet indicateur notamment à l'aide d'analyses statistiques dans la version prochaine du guide d'application.

En l'absence de plus d'informations, une aide à l'interprétation des relevés peut vous être apportée (pdupont@mnhn.fr, maciejewski@mnhn.fr)

3.2.3.2. Composition ou activité des coprophages

Dans les écosystèmes pâturés (pelouse ou prairie de fauche pâturée en regain), les apports au sol de la matière organique proviennent des débris produits par la végétation (chute des feuilles, lyse des racines, etc.) mais aussi des restitutions du bétail. Le pâturage accélère les processus de recyclage de la production primaire car les bouses sont en majeure partie constituées d'éléments organiques déjà transformés. Le fonctionnement de l'écosystème est amélioré lorsque les excréments sont rapidement dilacérés et enfouis par les coprophages (Lumaret, 1995 ; Lumaret et Kadiri, 1995 in Dupont et Lumaret, 1997).

Les coprophages (présence et activités) étant des espèces qui jouent un rôle important dans les mécanismes de circulation de la matière organique morte (nécromasse), sont apparus comme un bioindicateur particulièrement intéressant. Ce groupe taxonomique est aussi une ressource alimentaire pour beaucoup d'autres espèces.

Nous avons mis en place deux indicateurs avec les coprophages en collaboration avec l'Université de Montpellier 3 (Pierre Jay-Robert et Jean-Pierre Lumaret). Le premier est obligatoire, il concerne l'activité des coprophages dans les excréments. Le deuxième est optionnel, il fonctionne comme un bonus, il est basé sur la présence dans le site de gros coléoptères exigeants.

Observation de l'activité des coprophages (coléoptères et diptères) dans les excréments

Activité des coprophages	Activité	Fonctionnement et continuité spatio-temporelle du cycle de la matière (lien herbivore-sol)
	Aucune activité	
POLYGONE		

Méthode

Retourner les excréments et les fendre pour observer l'intérieur. Observation de l'excrément de l'extérieur, de l'intérieur, et sur la face inférieure. Observation de plusieurs excréments par unité (au minimum 4 conseillés, espacés de 10 mètre environ) jusqu'à ce que l'opérateur se soit fait une idée correcte de l'activité des coprophages sur la parcelle (à choisir entre bon et mauvais). Il est préférable de faire ces observations plusieurs fois dans l'année, et d'éviter les zones de repos et de piétinement.

Remarque

Cet indicateur peut s'utiliser sur du pâturage bovin ou ovin.

L'intérêt de cet indicateur vis-à-vis du piégeage est qu'elle est rapide et qu'elle permet d'avoir une information localisée. L'observation se fait plus facilement sur des déjections bovines que ovines, mais sur les habitats peu productifs, ce qui concernent une partie des habitats de la DHFF,

le pâturage est ovin, il est donc important de calibrer l'indicateur également sur ce type de milieu et de pâturage.

Cet indicateur peut s'appliquer aux parcelles où on observe du pâturage équin, mais cela demande encore de la réflexion.

Évaluation (Tableau 8)

Tableau 8 : Evaluation du critère 'activité des coprophages'

Évaluation / ancienneté de l'excrément	Entre 2 et 10 jours (pas encore d'activité dans un excrément trop frais)	Entre 1 et 6 mois
Bon	Observation directe d'insectes coprophages et de larves de diptères dans l'excrément et/ou excrément creusé par des galeries, activité importante. Observation éventuelle de trous dans le sol sous l'excrément.	Excrément aéré, léger, observation de beaucoup galeries.
Mauvais	Aucune observation d'insectes ni de larves. Pas (ou très peu) de galeries. Excrément intact.	Excrément compact, sans galeries

AIDE À L'ÉVALUATION

Évaluation / ancienneté de l'excrément	Entre 2 et 10 jours (pas encore d'activité dans un excrément trop frais)	Entre 1 et 6 mois
Bon		
Mauvais		

Présence dans le site de gros coléoptères exigeants (à stratégie K)

Observation de la présence d'insectes exigeants (gros coléoptères à stratégie K) avérée sur le **SITE**, élaboration des listes (de 2 à 6 espèces) selon le contexte biogéographique par le SPN (Julien Touroult, avec la participation d'Arnaud Horellou, Pascal Dupont) et Thierry Lecomte du PNR des Boucles de la Seine normande.

→ Système de bonus : leur absence ou non observation ne dégrade pas l'évaluation de l'état de conservation, mais leur présence améliore l'évaluation.

Méthode

Piégeage attractif sur le site ou utilisation d'études récentes (<3 ans) attestant de la présence de ces espèces.

- Deux pièges « au milieu du site », en milieu bien ouvert.
- Il est préférable de faire ces relevés plusieurs fois dans l'année, pour ne pas rater des espèces.

Liste de gros coléoptères exigeants (Tableau 9)

Tableau 9 : liste des gros coléoptères exigeants

CD_NOM	Espèces	Taille	Guilde	Répartition			Rareté	Période d'apparition dans l'année						Type d'excrément			Type de milieu			
				France ensemble	Méd.	rép. restreinte		Av	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Vache	Brebis	Omni	Ouverts	Dunai e	semi-ouvert
Zone méditerranéenne																				
10804	<i>Scarabaeus sacer</i> Linnaeus, 1758	25-40 mm	rouleurs		P		R		3	2	1				2			P		
10805	<i>Scarabaeus typhon</i> (Fischer, 1824)	20-30 mm	rouleurs		P		AR		3	1	2				1	2				
10808	<i>Scarabaeus semipunctatus</i> Fabricius, 1792	15-25 mm	rouleurs		P		AC	3	3	3	3	3	1				2		P	
10807	<i>Scarabaeus laticollis</i> Linnaeus, 1767	25-23 mm	rouleurs		P		C	2	3	2	2	1	2		1	3	1			
200456	<i>Gymnopleurus sturmii</i> MacLeay, 1821	7-15 mm	rouleurs	anciennement	P		R		2	3	3				1	2				
10797	<i>Gymnopleurus geoffroyi</i> (Fuessly, 1775)	10-15 mm	rouleurs	anciennement	P		RR		2	3	1	1	2		1	2	1			
10799	<i>Gymnopleurus mopsus</i> (Pallas, 1781)	7-15 mm	rouleurs	anciennement	P		RR		1	2	3	3								
10800	<i>Gymnopleurus flagellatus</i> (Fabricius, 1787)	8-11 mm	rouleurs	marginal	P		R	2	3	3	2				1	2	1			
10811	<i>Sisyphus schaefferi</i> (Linnaeus, 1758)	7-12 mm	rouleurs	P	P		AR	1	3	3	2	2	2		2	2	2	P	P	
10814	<i>Copris umbilicatus</i> Abeille de Perrin, 1901	15-20 mm	fouisseurs		P	supra-med.	AC		3		1				1	3	1	P		

10815	<i>Copris hispanus</i> (Linnaeus, 1764)	15-36 mm	fouisseur		P		AC	3	3	2	1		1	2	3	2	1	P		P
10824	<i>Bubas bison</i> (Linnaeus, 1767)	12-20 mm	fouisseur		P		AC	2	3	1	1			3	3	1	1			
10825	<i>Bubas bubalus</i> (Olivier, 1811)	13-22 mm	fouisseur		P		AC	3	2	2					3					
10829	<i>Cheironitis ungaricus irroratus</i> (Rossi, 1790)	13-20 mm	fouisseur			Corse	C			1	3	2	1	1	3			P		
10556	<i>Baraudia geminata</i> (Gené, 1839)	12-20 mm	fouisseur aptère			Corse	C	1	2	2	3	3	2	1	3	1	2			
10560	<i>ekelius albarracinus</i> (Wagner, 1928)	13-20 mm	fouisseur aptère			Pyr Or.	AR	3	1	1	1	1	2		2	2		P		P
							Total	0	0	0	20	37	31	29						

Zone Atlantique et continentale

10813	<i>Copris lunaris</i> (Linnaeus, 1758)	15-24 mm	fouisseur	P	marginal		C		3	3	2	2	2	2	3	1		P		P
10811	<i>Sisyphus schaefferi</i> (Linnaeus, 1758)	7-12 mm	rouleurs	P	P		AR	1	3	3	2	2	2		2	2	2	P		P
10544	<i>Geotrupes mutator</i> (Marsham, 1802)	14-24 mm	fouisseur	P	P		AC	3	2	1		1	3	3	3	1	1			P
10554	<i>Sericotrupes niger</i> (Marsham, 1802)	15-23 mm	fouisseur	P	P		C			1	2	3	3	2	1	1	3			P
200451	<i>Geotrupes puncticollis</i> Malinowsky, 1811	15-27 mm	fouisseur	P			C			1	2	3	3	3	3	1	1	P		
10558	<i>Jekelius sericeus</i> (Jekel, 1866)	13-15 mm	fouisseur aptère			Landes	R	3	2	2	2	2	2	2					P	
							Total	7	10	11	10	13	15	12						

Zone Alpine - Montagnes

10548	<i>Geotrupes stercorarius</i> (Linnaeus, 1758)	12-27 mm	fouisseur	P			C	1	2	2	3	3	3	1	3	1	1			
10813	<i>Copris lunaris</i> (Linnaeus, 1758)	15-24 mm	fouisseur	P	marginal		C		3	3	2	2	2	2	3	1		P		P
10567	<i>Trypocopris alpinus</i> (Sturm & Hagenbach, 1825)	10-12 mm	fouisseur			alpes	AR			2	3	2			3	2				
200629	<i>Trypocopris pyrenaeus</i> (Charpentier, 1825)	12-20 mm	fouisseur	localisé	peu présent	pas dans les alpes	C		2	3	3	2	2		2	2	2			
							<i>Total</i>		7	10	11	9	7							

Grosses espèces non retenues

10562	<i>Jekelius intermedius</i> (Costa, 1827)	11-20 mm	fouisseur aptère		P		R	1	2	3			2	2	3	2				P
10539	<i>Anoplotrupes stercorosus</i> (Scriba, 1791)	11-19 mm	fouisseur	P	peu présent		CC	2	3	3	3	3	3	3	2	1	2			
10569	<i>Trypocopris vernalis</i> (Linnaeus, 1758)	11-20 mm	fouisseur	localisé			AC		3	3	3	3	2		1	3	2			
200637	<i>Typhaeus typhoeus</i> (Linnaeus, 1758)	10-20 mm	fouisseur	P			AC	3	2	2	1	1	1	2						P

Évaluation (Tableau 10)

Tableau 10 : Evaluation du critère 'gros coléoptères exigeants'

Zone méditerranéenne	
•	Moins de deux espèces relevées sur le site, avec au moins deux individus par piège par semaine de mai à juin , plan d'échantillonnage significatif (à dire d'expert) → 0
•	Deux espèces relevées sur le site, avec au moins deux individus par piège par semaine de mai à juin , plan d'échantillonnage significatif (à dire d'expert) → +1
•	Plus de deux espèces relevées sur le site, avec au moins deux individus par piège par semaine de mai à juin , plan d'échantillonnage significatif (à dire d'expert) → +2
Zone atlantique et continentale	
•	Aucune espèce relevée sur le site de manière significative, c'est-à-dire au moins deux individus par piège par semaine d' août à septembre , plan d'échantillonnage significatif (à dire d'expert) → 0
•	Une espèce relevée sur le site, avec au moins deux individus par piège par semaine d' août à septembre , plan d'échantillonnage significatif (à dire d'expert) → +1
•	Plus d'une espèce relevée sur le site, avec au moins deux individus par piège par semaine d' août à septembre , plan d'échantillonnage significatif (à dire d'expert) → +2
Zone alpine montagnarde	
•	Aucune espèce relevée sur le site de manière significative, c'est-à-dire au moins deux individus par piège par semaine de juin à juillet , plan d'échantillonnage significatif (à dire d'expert) → 0
•	Une espèce relevée sur le site, avec au moins deux individus par piège par semaine de juin à juillet , plan d'échantillonnage significatif (à dire d'expert) → +1
•	Plus d'une espèce relevée sur le site, avec au moins deux individus par piège par semaine de juin à juillet , plan d'échantillonnage significatif (à dire d'expert) → +2

AIDE A LA MISE EN PLACE DE PIEGES

Matériel

Matériel piège, pose et dépose (Photo 3) :

- Bassine carré 30x30cm X2
- Grillage grosse maille X2
- Grillage petite maille X2
- Sardines de camping X4
- Fil de fer
- Pioche
- Bidon de 5L + 1 bouteille de 1,5L ; avec eau et liquide vaisselle
- Flacons pour récupérer insectes X2



Photo 3 : Piège à coprophages (© L. Maciejewski)

- Pince entomologique
- Passoire
- Entonnoir très large
- Alcool à 95°
- Etiquettes notées au crayon de papier X2

Matériel pour la récupération de bouses :

- Sceau
- Truelle
- Sacs congélation
- Gants latex

Protocole

Récupérer des bouses dans une ferme de production bovine et les conserver hermétiquement dans des sacs congélation pour éviter l'arrivée des insectes

Au niveau du site, identifier le polygone où on a l'activité agropastorale la plus intense, et y placer 2 ou 4 pièges espacés le plus possible. On peut n'en poser que deux et renouveler une fois (voire deux : tous les 5 jours).

Pose de pièges (Photo 4) :

- Creuser un trou
- Enterrer la bassine, bien calfeutrer pour que les insectes ne tombent pas à côté de la bassine (beaucoup arrivent à pied)
- Remplir de 1,5L d'eau avec du liquide vaisselle
- Bloquer la bassine avec les sardines
- Placer le grillage à grosse maille sur toute la bassine (agrandir encore les mailles sur le côté), et le petit grillage au milieu
- Positionner la bouse fraîche

Dépose :

- Ouvrir le flacon de récupération
- Enlever la grille avec la bouse
- La dépiauter rapidement pour récupérer les insectes avec la pince entomologique
- Passer l'eau de la bassine à la passoire
- Passer les insectes de la passoire dans le flacon à l'aide de l'entonnoir
- Récupérer les insectes qui restent accrocher dans la passoire à l'aide de la pince entomologique et les placer dans le flacon



Photo 4 : Piège à coprophages en situation
(© R. Puissauve)

- Remplir le flacon d'alcool à 95° pour que tous les insectes soient noyés
- Noter sur un bout de papier bien découpé et solide (ex : bristol) au crayon de papier le nom du relevé et le placer dans la bouteille

3.3. Altérations

3.3.1. Atteintes diffuses au niveau du site

En l'absence d'indicateur simple et opérationnel, l'impact de ces atteintes sera estimé à vue par l'opérateur. Toutefois, si des études sont menées sur ces impacts, les résultats pourront alimenter l'évaluation. Cet indicateur comprend toutes les atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface, comme par exemple l'impact des incendies, ou la surpopulation de faune sauvage telle que les lapins, ou encore les dégâts engendrés par la surfréquentation humaine.

3.3.2. Atteintes au niveau du polygone

Atteintes au niveau du polygone	Somme des points = 0	Reliquat des perturbations non prises en compte de manière indirecte dans le reste du protocole
	Somme des points = 1	
	Somme des points = 2	
	Somme des points = 3	
	Somme des points = 4	
POLYGONE		

L'habitat peut subir des dégradations qui altèrent son fonctionnement, sa structure, et sa capacité de résilience. Nous avons essayé de prendre en compte dans les indicateurs des paramètres 'Surface' et 'Structure et fonctionnement' le maximum de perturbations que l'habitat peut subir. Néanmoins, il reste une partie des dégradations susceptibles d'être subies par l'habitat qui ne peuvent être prises en compte dans les autres indicateurs, ce sont elles que l'on pointe et que l'on évalue ici. Il s'agit du **reliquat des perturbations non prises en compte de manière indirecte dans le reste du protocole**. Par exemple l'eutrophisation du milieu est prise en compte par les indicateurs 'Prairies Fleuries' et la liste d'espèces eutrophiles (Tableau 11). Il ne s'agit ici que les perturbations qui ont été rencontrées pendant la phase de terrain, la liste n'est pas exhaustive.

Tableau 11 : Listes des atteintes pour les prairies de fauche

Atteintes au niveau de l'unité	Points
rat taupier 0-10 % (ou nombre de trous) de la surface	1
rat taupier > 10 % (ou nombre de trous) de la surface	2
litière > 10 % de la surface	2
tassement dû à des engins 0-5 % de la surface	1
tassement dû à des engins > 5 % de la surface	2
Autres atteintes ponctuelles (place à fumier, dépôts d'ordures...)	1

Méthode

Sur l'ensemble du polygone, l'observateur relève les altérations qu'il peut observer et somme les points correspondant.

Ajout d'altérations à la liste

Il est possible d'ajouter des altérations à ces listes afin de prendre en compte certaines spécificités, mais il faut bien vérifier que la potentielle nouvelle altération n'est pas déjà prise en compte dans les autres indicateurs de la méthode, pour éviter les redondances.

ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS AGROPASTORAUX

Guide d'application pour l'évaluation des PRAIRIES À MOLINIE

UE 6410 - Prairies à *Molinia* sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-
limoneux

Cet habitat est divisé en deux sous-types : *Molinion caeruleae*,
et *Juncion acutiflori*

1. Définition des habitats concernés par ce guide

1.1. Les habitats agropastoraux

En France, la formation climacique qui couvre une grande majorité du territoire est la forêt. Le développement de l'agriculture et de l'élevage au cours des siècles a ouvert des espaces initialement forestiers aux habitats herbacés et sous-frutescents. Ces activités agricoles, en créant de nouveaux espaces ouverts au sein des forêts et de nouvelles niches écologiques par des perturbations artificielles, ont permis la migration, l'installation et le maintien de communautés herbacées et sous-frutescentes sous climax forestier. Au cours des siècles d'exploitation pastorale, de nouveaux génomes ont été sélectionnés, de nouveaux taxons et de nouveaux habitats adaptés aux pratiques pastorales agricoles se sont peu à peu différenciés (Bensettiti *et al.* (coord.), 2005).

Il est également notable que parallèlement à cette phase de diversification, les fluctuations et les évolutions des pratiques agropastorales ont considérablement modulé ces espaces pastoraux secondaires (Bensettiti *et al.* (coord.), 2005) :

- intensification et constitution d'habitats semi-naturels de faible diversité voire substitution par des habitats prairiaux totalement artificiels,
- inversement, l'abandon progressif de pratiques suite à la déprise agricole a permis à la colonisation ligneuse de reprendre son cours.

Finalement, ces processus dynamiques et les fluctuations de l'activité pastorale ont induit des paysages en mosaïque, à forte diversité structurale et dont l'évolution n'est pas toujours prévisible (Figure 1).

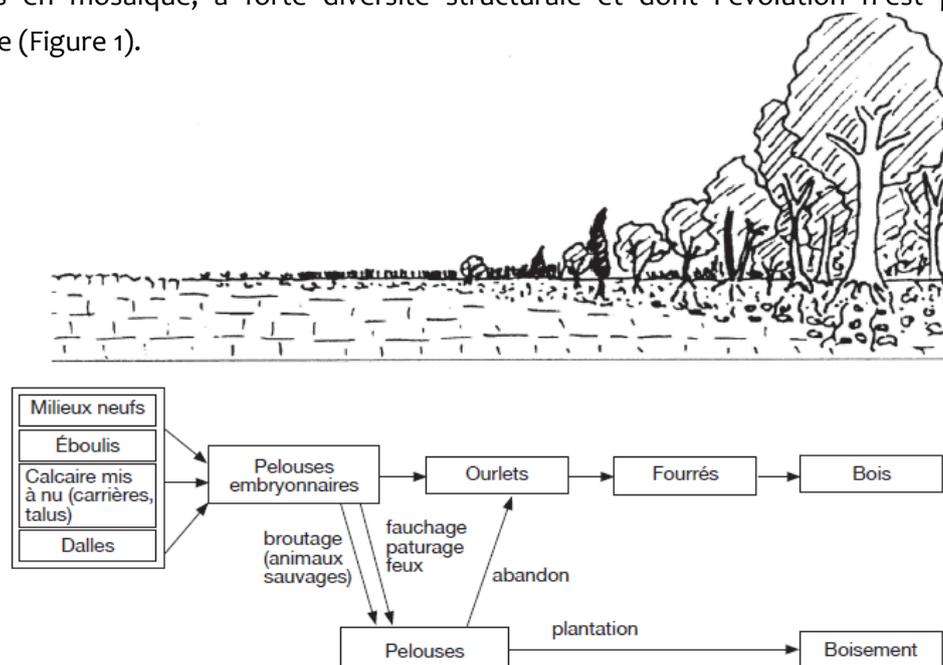
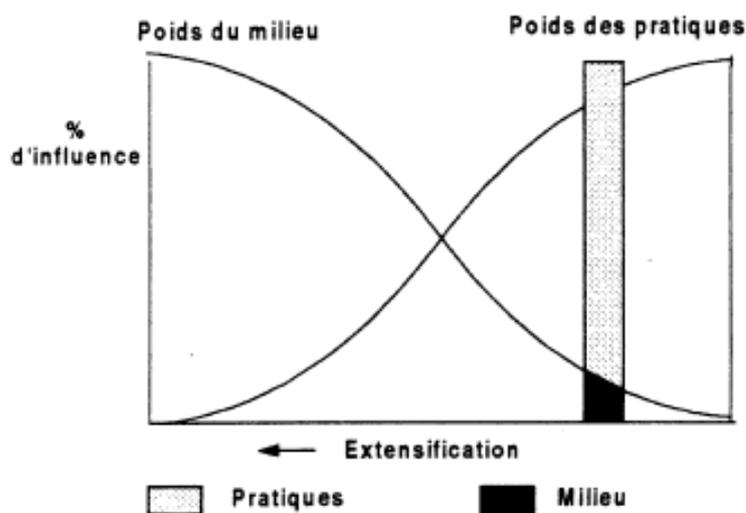


Figure 1 : Dynamique des végétations calcicoles d'Europe occidentale (modifié d'après Maubert *et al.*, 1995 in Piqueray et Mahy, 2010)

Les habitats agropastoraux en France sont pour la grande majorité des habitats secondaires, pour lesquels les activités agropastorales sont indispensables à leur maintien. Nous avons décidé de considérer **les pratiques de gestion** comme des **facteurs de l'environnement agissant sur le fonctionnement** de l'habitat (Rykiel, 1985 ; Blandin, 1986 ; Van



Andel et Van der Bergh, 1987 ; **Figure 2** : Influence respective du milieu et des pratiques sur la dynamique de la végétation (Balent et al., 1993)

Fresco et Kroonenberg, 1992 ; in Balent et al., 1993). Les facteurs de l'environnement sont donc composés des conditions écologiques et des pratiques de gestion (Figure 2).

Pour un habitat, il peut exister **diverses pratiques** (et historiques de pratiques) **ainsi que divers contextes qui peuvent amener au même état de conservation** ; l'intérêt de la mise en place d'une méthode d'évaluation de l'état de conservation destinée aux opérateurs de site Natura 2000 est également **d'élaborer un outil d'aide à la décision permettant une description du milieu**, qui devra ensuite être associée à des **préconisations de gestion** selon le contexte du site, et le contexte socio-économique de la région.

1.2. Habitats concernés par ce guide

La méthode a été calibrée pour évaluer l'habitat agropastoral suivant (Tableau 1) :

- **UE 6410** - Prairies à *Molinia* sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux (*Molinion-caeruleae*)

Tableau 1 : Correspondance entre les habitats génériques (EUR 27) étudiés, CORINE Biotopes et le synsystème phytosociologique

Code Natura 2000	Habitat générique	CORINE Biotopes	Ordre phytosociologique	Alliances phytosociologiques (les 2 principales)
6410	Prairies à <i>Molinia</i> sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux	37.311	<i>Molinietalia caeruleae</i> W.Koch 1926	<i>Molinion caeruleae</i> W.Koch 1926
		37.312		<i>Juncion acutiflori</i> Braun-Blanq. in Braun-Blanq. & Tüxen 1952

NB : des correspondances entre référentiels sont disponibles à cette adresse : <http://inpn.mnhn.fr/telechargement/referentiels/habitats/correspondances>

Cet habitat regroupe un vaste ensemble de prairies hygrophiles à mésohygrophiles, développé aux étages planitiaire, collinéen et montagnard des régions atlantiques et continentales, sur sols tourbeux à paratourbeux, oligotrophes à mésotrophes. En domaine méditerranéen, cet habitat est complété par l'habitat 6420 « Prairies humides méditerranéennes à grandes herbes du *Molinio-Holoschoenion* » (Bensettiti *et al.* (coord.), 2005).



Photo 1 : habitat Prairies à Molinie (UE 6410), sous-type *Molinion caeruleae* (© L. Maciejewski), Aln

Deux pôles majeurs de prés humides maigres peuvent être distingués en fonction des conditions édaphiques : d'une part, les prés humides sur sols basiques (alliance du *Molinion caeruleae*), d'autre part, les prés humides sur sols acides (alliance du *Juncion acutiflori*). Les différences marquées entre ces deux sous-types ont amenés la réalisation de deux grilles d'analyse séparées :

- une pour le ***Molinion caeruleae*** (Photo 1)
- une pour le ***Juncion acutiflori*** (Photo 2)

Ces deux pôles brossent une large palette de diversité physiologique et structurale selon les modes de gestion (fauche, pâturage) et les espèces dominantes. Parmi celles-ci, la Molinie bleuâtre (*Molinia caerulea*) occupe une place particulière. En raison de sa forte sociabilité et de son adaptation aux régimes extensifs de fauche et de pâturage souvent appliqués pour ces prairies, la Molinie imprime fortement



Photo 2 : habitat Prairies à Molinie (UE 6410), sous-type *Juncion acutiflori* (© L. Maciejewski), Auvergne

l'aspect de la végétation et beaucoup de prés humides de cet habitat sont de véritables « moliniaies » physiologiques. Dans un registre limité au pôle acidiphile, le Jonc à tépales aigus (*Juncus acutiflorus*) est aussi une plante très structurante, contribuant à façonner des jonchaies très caractéristiques. L'expression de ces deux espèces sociales, Molinie bleuâtre et Jonc

acutiflore, se fait généralement au détriment de la diversité des communautés prairiales et reflète fréquemment des modifications du régime hydrique ou du régime trophique annonçant la dégradation de l'habitat. Presque partout, cet habitat de prés humides maigres, jadis très répandu, est en très forte régression et est devenu dans de nombreuses régions extrêmement menacé. La gestion des moliniaies et le respect de leur diversité floristique passent avant tout par le maintien du niveau humide des sols, par des fauches tardives avec exportation et par un pâturage extensif d'été lorsque les sols sont ressuyés (Bensettiti *et al.* (coord.), 2005).

2. Tableau de synthèse des indicateurs

Les méthodes d'évaluation de l'état de conservation proposées constituent des **outils à l'intention des gestionnaires**, et non pas des méthodes à objectif unique. Le principal intérêt de ce travail est la **mise à disposition d'informations** permettant d'éclairer le gestionnaire sur l'écologie des habitats qui composent son site, et de lui proposer des indicateurs afin de le renseigner sur les facteurs les plus importants à prendre en compte dans l'état de conservation de ces milieux.

Le tableau 2 est une synthèse des indicateurs qui sont proposées pour évaluer l'état de conservation des prairies à Molinie, il présente également les informations mises en évidence par chaque indicateur. Ce tableau de synthèse constitue la clé de voûte de ce guide.

Tableau 2 : Synthèse des indicateurs proposés pour évaluer l'état de conservation des prairies à Molinie (synthèse pour les deux sous-types), et informations portées par chaque indicateur

PARAMÈTRE	CRITÈRE		INDICATEUR	Information(s) mise(s) en évidence
			Description des indicateurs	
Surface couverte	Surface de l'habitat		Tendance d'évolution de la surface (et causes)	Fonctionnement général et perspectives, réservoir de biodiversité et connectivité, dynamique de l'habitat
	Morcellement et fragmentation		Tendance d'évolution de la fragmentation	Connectivité des milieux
Structure et Fonctionnement	Couverture du sol		Recouvrement de ligneux	Dynamique de l'habitat : Risque de réduction de surface, fragmentation, et réduction du réservoir de graines
	Composition spécifique	Composition floristique	Présence d'espèces turficoles	Régime hydrique fonctionnel et niveau trophique correct
			Présence d'espèces de mégaphorbiaies	Augmentation du niveau trophique par accumulation de matière et diminution de la pression biotique
			Recouvrement du jonc diffus (<i>Juncus effusus</i>) pour le <i>Juncion</i> , ou de la molinie (<i>Molinia caerulea</i>) pour le <i>Molinion</i>	Perturbation du régime hydrique et diminution de la pression biotique
			Présence d'espèces prairiales	Augmentation du niveau trophique et augmentation de la pression biotique
			Présence d'espèces allochtones envahissantes	Fonctionnement général, capacité de résilience de l'habitat, conservation de l'habitat
Composition faunistique	Lépidoptères diurnes	Présence d'espèces de Lépidoptères diurnes remarquables	Fragmentation et fonctionnement de l'écosystème	
Altérations	Atteintes au niveau du polygone		Atteintes localisées (et recouvrement)	Reliquat des perturbations non prises en compte de manière indirecte par les autres indicateurs
	Atteintes "diffuses" au niveau du site		Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface	Atteintes à large échelle

Dans la partie générale de ce guide, la définition de l'état de conservation qui a été retenue, ainsi que les principes méthodologiques qui ont été choisis sont présentés en détails. La question des changements d'échelle est également abordée avec des propositions sur comment passer des évaluations stationnelles à une évaluation au niveau du site. Enfin des éléments permettant la mise en application concrète de la méthode, notamment concernant l'échantillonnage, sont apportés.

La partie générale de ce guide est indispensable à la compréhension et à la mise en application de cette méthode.

3. Description des indicateurs

Les tableaux 3 et 4 présentent les grilles d'analyse avec les critères et indicateurs retenus, ainsi que les notes et valeurs-seuils permettant d'évaluer l'état de conservation des deux sous-types de prairies à Molinie (UE 6410) d'intérêt communautaire : *Molinion caeruleae* et *Juncion acutiflori*.

Une grille d'analyse différente a été réalisée pour chaque sous-type, car les valeurs-seuils et les listes d'espèces floristiques associées aux indicateurs sont différentes, néanmoins les indicateurs sont les mêmes pour chaque sous-type, c'est pourquoi ils sont présentés ensemble.

Chaque indicateur est détaillé et présenté sous cette forme :

INDICATEUR	MODALITÉ 1	Information(s) mise(s) en évidence
	MODALITÉ 2	
	MODALITÉ 3	
Échelle de récolte de donnée(s)		

Tableau 3 : Grille d'analyse pour l'évaluation de l'état de conservation des prairies à Molinie, sous-type *Molinion caeruleae*

PARAMÈTRE	CRITÈRE		INDICATEUR	MODALITÉ	NOTE			
			Description des indicateurs					
Surface couverte	Surface de l'habitat		Evolution de la surface (indiquer les causes de l'évolution)	Stabilité ou progression	0			
				Régression	- 10			
	Connectivité		Plusieurs outils proposés	Connectivité stable	0			
				Diminution de la connectivité	- 10			
structure et fonctionnement	Couverture du sol		Recouvrement de ligneux > 80 cm (en %)	< 10%	0			
				> 10%	- 10			
	Composition spécifique	Composition floristique		Présence d'espèces turficoles	[0,3]	- 40		
					[4,7]	- 20		
					[8,37]	0		
				Présence d'espèces de mégaphorbiaies	[0,2]	0		
					[3,4]	- 10		
					[5,12]	- 20		
				Recouvrement de la molinie (<i>Molinia caerulea</i>)			< 75%	0
							> 75%	- 30
				Présence d'espèces prairiales			[0,8]	0
							[9,14]	- 10
							[15,38]	- 20
		Recouvrement des espèces allochtones envahissantes (recouvrement dans la strate herbacée)			Absence totale	0		
					Présence, et recouvrement < 30 %	- 5		
Présence, et recouvrement > 30 %	- 20							
Composition faunistique	Lépidoptères diurnes	Présence d'espèces de Lépidoptères diurnes remarquables	Aucune observation	0				
			Au moins 1 observation	+5				
Altérations	Atteintes au niveau du polygone		Atteintes et leur recouvrement (voir liste fournies et notes associées)	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 site		Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface	Atteintes négligeables ou nulles	0			
				Atteintes moyennes (ponctuelles, maîtrisées)	- 10			
			Atteinte(s) importante(s), dynamique de l'habitat remis en cause	- 20				

Tableau 4 : Grille d'analyse pour l'évaluation de l'état de conservation des prairies à Molinie, sous-type *Juncion acutiflori*

PARAMÈTRE	CRITÈRE		INDICATEUR	MODALITÉ	NOTE			
			Description des indicateurs					
Surface couverte	Surface de l'habitat		Evolution de la surface (indiquer les causes de l'évolution)	Stabilité ou progression	0			
				Régression	- 10			
	Connectivité		Plusieurs outils proposés	Connectivité stable	0			
				Diminution de la connectivité	- 10			
Structure et fonctionnement	Couverture du sol		Recouvrement de ligneux > 80 cm (en %)	< 10%	0			
				> 10%	- 10			
	Composition spécifique	Composition floristique		Présence d'espèces turficoles	[0,7]	- 40		
					[8,12]	- 20		
					[13,37]	0		
						Présence d'espèces de mégaphorbiaies	[0,2]	0
							[3,5]	- 10
							[6,14]	- 20
						Recouvrement du jonc diffus (<i>Juncus effusus</i>)	< 1/3 (33 %)	0
							> 1/3 (33 %)	- 30
						Présence d'espèces prairiales	[0,5]	0
							[6,10]	- 10
	[11,22]	- 20						
			Recouvrement des espèces allochtones envahissantes (recouvrement dans la strate herbacée)	Absence totale	0			
				Présence, et recouvrement < 30 %	- 5			
				Présence, et recouvrement > 30 %	- 20			
Composition faunistique	Lépidoptères diurnes	Présence d'espèces de Lépidoptères diurnes remarquables	Aucune observation	0				
			Au moins 1 observation	+5				
Altérations	Atteintes au niveau du polygone		Atteintes et leur recouvrement (voir liste fournies et notes associées)	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 site		Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface	Atteintes négligeables ou nulles	0			
				Atteintes moyennes (ponctuelles, maîtrisées)	- 10			
				Atteinte(s) importante(s), dynamique de l'habitat remis en cause	- 20			

3.1. Surface de l'habitat

La perte d'habitat constitue la plus importante menace à long terme pour la survie des espèces et découle de trois processus principaux : la destruction de l'habitat, l'augmentation de la fragmentation et l'altération de la qualité de l'habitat. La fragmentation de l'habitat, qui se traduit par la formation de plusieurs petits fragments d'habitat spatialement isolés à partir d'un seul fragment continu, a pour conséquence la diminution de l'abondance, de la densité et de la diversité spécifiques, l'augmentation des effets de lisière et de l'isolement des fragments d'habitat restants (Vandewoestijne *et al.*, 2005).

L'évolution de la surface est un critère qui n'a pas été retenu pour tous les grands types d'habitats - il reste optionnel pour les habitats forestiers (Carnino, 2009) -, mais il est important à évaluer pour les pelouses dont les surfaces recouvertes sont déjà assez faibles, et dont les changements de surface peuvent être rapides.

Il est particulièrement difficile de définir quelle est la surface à l'intérieur d'un site qui permettrait le bon fonctionnement d'un habitat (définition de la valeur-seuil), c'est pourquoi on privilégie une évaluation de la tendance (en augmentation, en stagnation, ou en régression).

La « surface couverte » et le « morcellement/fragmentation » sont deux critères qui apparaissent comme essentiels dans l'évaluation de l'état de conservation des habitats agropastoraux ; mais ces critères demandent beaucoup de temps, de données et de technicités pour être mis en place. De plus, l'estimation de l'évolution de la surface et de la fragmentation est rendue particulièrement difficile par le biais lié à la différence de qualité de la cartographie d'un même site entre deux dates (liée à l'amélioration des méthodes, ou à l'effet observateur, etc.). De plus, le réseau Natura 2000 étant très récent, il n'existe en général qu'une seule cartographie à une date donnée. C'est pourquoi on peut envisager dans un premier temps de les faire remplir à dire d'experts, mais d'encourager au maximum l'utilisation de l'outil SIG.

NB : D'anciennes cartes de végétation des Alpes (françaises, italiennes, autrichiennes) et d'autres montagnes (Massif Central, Népal, etc.) sont numérisées et disponibles en ligne :

<http://ecologie-alpine.ujf-grenoble.fr/cartes/1/>

3.1.1. Évolution de la surface couverte par l'habitat

Tendance d'évolution de la surface (et causes)	Stabilité ou progression	Fonctionnement général et perspectives, réservoir de biodiversité et connectivité, dynamique de l'habitat
	Régression	
SITE		

Il existe différentes façons d'estimer la tendance : comparaison de cartographies, étude d'orthophotographies, étude de photos « classiques », dire d'experts ou consultation des acteurs locaux. La métadonnée devra être renseignée.

Il est important de renseigner la cause de l'évolution de la surface lorsqu'elle est connue, car s'il y a une diminution de la surface, c'est qu'il y a eu évolution de l'habitat vers un autre (dynamique naturelle) ou destruction de l'habitat.

3.1.2. Morcellement/Fragmentation

Tendance d'évolution de la fragmentation	Bon	Connectivité des milieux
	Mauvais	
SITE		

Aucuns outils simples et accessibles facilement n'ont pour le moment été mis en place, il existe cependant des outils SIG permettant de faire une première analyse et un suivi dans le temps.

Les quelques indicateurs présentés ci-après sont extraits du mémoire de fin d'études de Julie Chaurand sur les « Modalités de suivi et d'évaluation des Schémas Régionaux de Cohérence Ecologiques » (2010) (téléchargeable à cette adresse : <http://www.trameverteetbleue.fr/documentation-outils/outils-methodes/suivi-evaluation>).

Évolution de l'indice de taille effective de maille (*effective mesh size, m_{eff}* , Jaeger, 2000)

Exprimée par une surface (km², par exemple), cet indice est proportionnel à la probabilité que deux points choisis au hasard dans un territoire soient connectés (c'est-à-dire qu'ils appartiennent au même fragment, ou qu'ils ne soient pas séparés par des barrières telles que des routes ou des cultures intensives par exemple).

Ainsi, plus la valeur de l'indice est élevée, plus l'espace est favorable aux espèces puisqu'il est moins fragmenté.

$$m_{eff}^{CBC} = \frac{1}{A_{total}} \sum_{i=1}^n A_i \cdot A_i^{compl}$$

Où m_{eff}^{CBC} : indice de taille effective de maille calculé selon la procédure CBC (Cross Boundary Connections)

A_{total} : surface totale de la zone de calcul (ici la région)

A_i : surface des taches i (réservoirs de biodiversité i) à l'intérieur des limites de la zone d'étude (limites administratives régionales)

A_i^{compl} : surface de la tache complète dont A_i est une partie (c'est-à-dire surface totale de la partie de la tache i à l'intérieur des limites de la zone d'étude, additionnée – si la tache est transfrontalière - de la surface de la partie de la tache en dehors de la région (cas des réservoirs à cheval sur deux régions)

n : nombre de taches (de réservoirs de biodiversité)

Cet indice est intégré dans le logiciel FRAGSTATS, couramment utilisé en écologie du paysage : l'indice y est nommé « MESH ».

Il ne prend pas en compte la perméabilité de la matrice (qui peut par exemple être importante en moyenne montagne ou encore dans l'arrière pays méditerranéen) puisque le modèle est binaire (obstacles/réservoirs), ni la répartition spatiale et la proximité des réservoirs de biodiversité. L'IRSTEA est actuellement en train de réfléchir à cette dernière question afin de l'intégrer dans un nouvel indicateur basé sur l'indice de taille effective de maille.

Évolution des « habitats » par interprétation visuelle

On interprète l'évolution de la répartition des réservoirs dans l'espace afin de vérifier que les réservoirs sont bien toujours complémentaire (ceci est notamment possible par photo-interprétation à partir d'images aériennes).

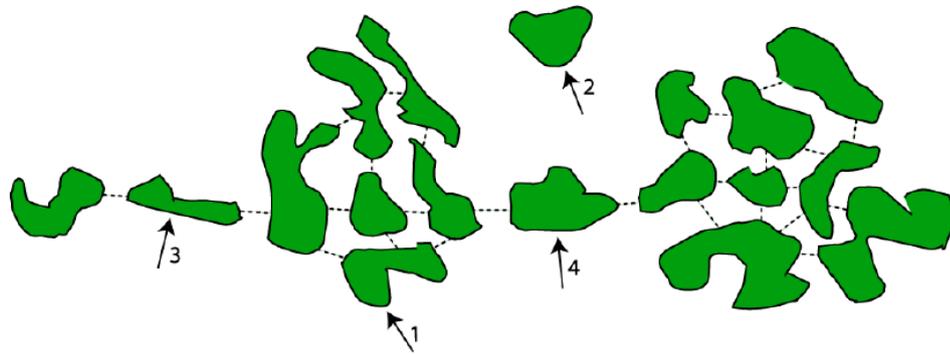
Évolution des « habitats » par le calcul de la distance moyenne entre deux « habitats »

Ceci s'effectue grâce à l'utilisation des outils d'analyse spatiale avec le SIG.

Évolution des « habitats » par la méthode de hiérarchisation des taches d'habitats

Cette technique a été développée par Santiago Saura et Lucia Pascual-Hortal (2007) à partir de la théorie des graphes (Pascual-Hortal et Saura, 2006 ; Saura et Pascual-Hortal, 2007) (Figure 3). Cette théorie repose sur le calcul de la probabilité que deux taches prises au hasard soient connectées. L'indice peut être calculé via l'outil Conefor Sensinode pour l'analyse de la connectivité des différents « habitats » : une dizaine de métriques ont été testées par Lucia

Pascual-Hortal et Santiago Saura (2006, 2007) afin de définir lesquelles étaient les plus robustes et les plus pertinentes¹.



Où la tache 1 n'est pas un élément majeur de la connectivité pour l'ensemble des taches, où la tache 2 est isolée, et où les taches 3 et 4 sont des éléments majeurs de la connectivité de l'ensemble des taches (avec la tache 4 ayant un rôle plus important que la 3)

Figure 3 : Analyse de l'importance relative des différentes taches dans un réseau écologique (Saura et Pascual-Hortal, 2007)

Évolution de la forme des « habitats »

La forme d'un « habitat » est liée à sa compacité qui « *influe sur la présence et l'importance d'un cœur d'habitat favorisant le bon fonctionnement écologique et donc la biodiversité (espèces caractéristiques du milieu correspondant)* » (Biotop-Greet, 2008) (Figure 4). **Figure 4 :** Schématisation de la notion de réservoir (Source : Biotop-Greet, 2008). Cet indicateur part de l'hypothèse que plus la forme de l'« habitat » se rapproche du disque, plus l'« habitat » est protégé des éléments extérieurs et donc plus il est fonctionnel (c'est-à-dire que les

¹ Les deux métriques les plus robustes seraient (cf. Pascal-Hortal. et Saura, 2006 et 2007) le flux de surface pondérée (*area weighted flux*, AWF), et l'indice global de connectivité (*integral index of connectivity*, IIC) permettant de calculer la contribution de chaque « habitat » à la connectivité globale.

potentialités biologiques sont considérées comme fortes).

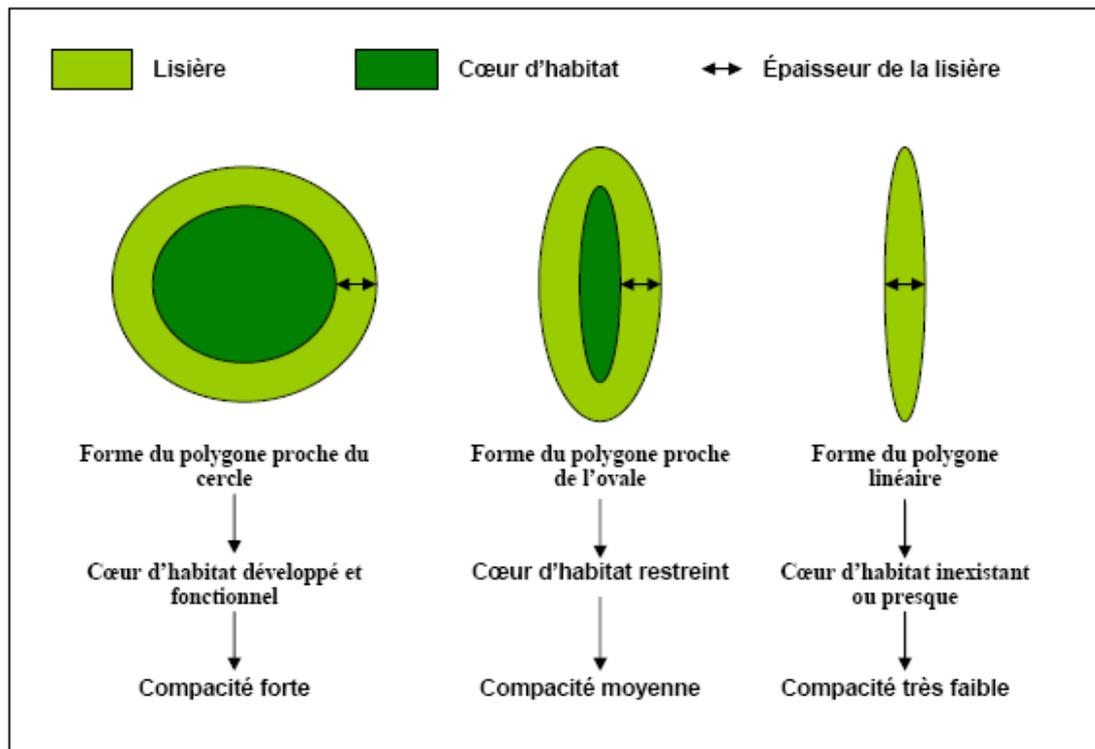


Figure 4 : Schématisation de la notion de réservoir (Source : Biotopie-Greet, 2008).

L'indice proposé par Biotopie-Greet (2008) combine les valeurs de compacité et de surface. En effet, considérant que « d'un point de vue biologique un espace naturel vaste et découpé vaut mieux qu'un espace naturel minuscule mais très compact » (Biotopie-Greet, 2008), il est important, pour que l'indice soit plus correct, que la valeur de la surface (déjà considérée dans le calcul de la compacité) soit « dominante » à la valeur de compacité.

D'où :

$$\text{Indice de compacité-surface} = \text{Valeur réelle de la compacité} * \text{valeur réelle de la surface}$$

Avec : **Compacité** = $\frac{4 * \pi * \text{surface}}{(\text{périmètre})^2}$ (0 : très faible compacité, à 1 : compacité maximale=cercle)

Évolution du degré de connectivité des « habitats »

Cet indice regarde le nombre de connexions effectives entre les « habitats » par rapport au nombre de connexions potentielles entre ceux-ci. Par exemple, Elodie Salles (2001) propose l'indice **CONNEX** qui « estime le nombre de liaisons existant entre les marais par rapport à la potentialité maximale de liaisons au sein de l'habitat Marais. Plus la valeur de l'indice est élevée, plus l'habitat exploite ses « potentialités » de connexions « internes » »².

$$\text{CONNEX} = \left[100 * \left(L / (3*(N-2)) \right) \right]$$

Avec L = nombre de connexions existantes entre deux marais

N = nombre total de taches de l'habitat Marais

$3*(N-2)$ représente le nombre maximal de liaisons possibles entre les N taches

² Il est important de ne pas négliger les possibilités de connexions verticales (échanges souterrains) entre deux réservoirs de milieux humides. Cependant, afin de simplifier le suivi, il est proposé de se limiter aux corridors identifiables et quantifiables par un repérage aérien, c'est-à-dire ceux de surface (Salles, 2001).

3.2. Structure et fonctionnement

3.2.1. Couverture du sol

Colonisation ligneuse	< 10 %	Dynamique de l'habitat : Risque de réduction de surface, fragmentation, et réduction du réservoir de graines
	> 10 %	
UNITE ou POLYGONE ou SITE		

La colonisation ligneuse a pour effet la réduction des surfaces de prairies et leur fragmentation, l'augmentation du risque d'incendie, et enfin une réduction du réservoir de graines contenus dans le sol ce qui entraîne parfois de grandes difficultés à la restauration d'une prairie colonisée, c'est pourquoi la dynamique de colonisation ligneuse doit être suivie pour évaluer l'état de conservation. Elle est négative du point de vue de la structure verticale, elle montre un ralentissement voire un arrêt de la pression anthropique, et une évolution vers un stade pré-forestier.

Cependant, malgré le côté très intuitif de cet indicateur, nous n'avons pas pu trancher : si on choisit la placette comme unité d'échantillonnage, on peut relever cette information à ce niveau, mais également au niveau du polygone ; si le transect est l'unité d'échantillonnage choisie, l'information est à relever au niveau du polygone.

Enfin, on peut également choisir d'appréhender la colonisation ligneuse au niveau du site tout entier, en analysant des orthophotographies.

Dans le cas d'un relevé d'information au niveau local, on prend en compte les arbustes ligneux de plus de 80 cm, et on notera autant que possible les espèces rencontrées.

3.2.2. Composition floristique

3.2.2.1. Composition floristique

Pour la composition floristique, notre choix méthodologique a été la mise en place de listes d'espèces floristiques dont la présence ou absence à relever est marqueur des facteurs de l'environnement (conditions écologiques ou pratiques de gestion).

Limiter le nombre d'espèces à reconnaître en élaborant au préalable une liste restreinte permet de limiter les compétences requises pour reconnaître ces espèces, mais également la durée du relevé. Enfin cela permet de bien identifier les informations mises en évidence par les différentes listes. Nous avons réalisé des analyses statistiques afin de préciser les informations réellement apportée par chacun des indicateurs.

Nous avons également voulu mettre en place des listes d'espèces floristiques au niveau national afin de limiter le travail d'expertise nécessaire au niveau local, néanmoins ces listes peuvent être amendées si besoin.

Au cours de cette étude, nous avons mis en place plus d'indicateurs et de listes d'espèces floristiques associées que nous n'en n'avons retenus. Les documents de travail retraçant l'historique de l'étude peuvent éventuellement être transmis sur demande.

Enfin, Il est important de noter que l'élaboration des tableaux synthétiques dans le cadre de la déclinaison du prodrome des végétations de France est en cours. Toutes les listes présentées pourront par la suite être affinées lors que ce travail sera publié.

Nous avons mis en place des listes et des valeurs-seuils différentes pour le *Molinion caeruleae* et le *Juncion acutiflori*. Nous présentons à chaque fois les deux dans le même paragraphe.

Présence d'espèces turficoles

Cette liste d'espèces est la liste d'espèces « positives », capable de mettre en évidence un régime hydrique fonctionnellement satisfaisant et un niveau trophique correct (Tableaux 5 et 6). Cette liste contient les espèces de bas-marais indicatrices d'un fonctionnement correct de l'habitat (les espèces turficoles exigent un bas niveau trophique).

Attention !! Si le nombre d'espèces turficoles rencontrées devient trop important, il est conseillé de vérifier la détermination de l'habitat, qui peut éventuellement être erronée (la station évaluée peut s'avérer être un bas-marais).

Les espèces sont notées en présence/absence par relevé sur l'unité fine d'échantillonnage choisie, et le nombre d'espèces observées est ensuite à comparer avec les valeurs-seuils mises en place.

MOLINION CAERULEAE

Présence d'espèces turfcioles	[8,37]	Régime hydrique fonctionnel et niveau trophique correct
	[4,7]	
	[0,3]	
UNITÉ		

Tableau 5 : Liste d'espèces turfcioles
pour le *Molinion caeruleae*

CD_REF	NOM_TAXREF
82286	<i>Anacamptis palustris</i> (Jacq.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase, 1997
88459	<i>Carex davalliana</i> Sm., 1800
88489	<i>Carex echinata</i> Murray, 1770
88578	<i>Carex hostiana</i> DC., 1813
88720	<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard, 1778
88752	<i>Carex panicea</i> L., 1753
88802	<i>Carex pulicaris</i> L., 1753
88916	<i>Carex tomentosa</i> L., 1767
132832	<i>Carex viridula</i> Michx. subsp. <i>viridula</i>
132826	<i>Carex viridula</i> subsp. <i>brachyrrhyncha</i> (Celak.) B.Schmid, 1983
91422	<i>Cirsium tuberosum</i> (L.) All., 1785
94267	<i>Dactylorhiza majalis</i> (Rchb.) P.F.Hunt & Summerh., 1965
133886	<i>Dianthus superbus</i> L. subsp. <i>superbus</i>
96226	<i>Epilobium palustre</i> L., 1753
96465	<i>Epipactis palustris</i> (L.) Crantz, 1769
96852	<i>Eriophorum latifolium</i> Hoppe, 1800
99390	<i>Galium boreale</i> L., 1753
99570	<i>Galium uliginosum</i> L., 1753
99828	<i>Genista tinctoria</i> L., 1753
99922	<i>Gentiana pneumonanthe</i> L., 1753
103648	<i>Inula salicina</i> L., 1753
104160	<i>Juncus conglomeratus</i> L., 1753
104340	<i>Juncus subnodulosus</i> Schrank, 1789
105086	<i>Laserpitium prutenicum</i> L., 1753
108718	<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench, 1794
109881	<i>Oenanthe lachenalii</i> C.C.Gmel., 1805
112426	<i>Parnassia palustris</i> L., 1753
114526	<i>Polygala amarella</i> Crantz, 1769
117262	<i>Ranunculus tuberosus</i> Lapeyr., 1813
121581	<i>Schoenus nigricans</i> L., 1753
121960	<i>Scorzonera humilis</i> L., 1753
122329	<i>Selinum carvifolia</i> (L.) L., 1762
122971	<i>Serratula tinctoria</i> L., 1753
123367	<i>Silaum silaus</i> (L.) Schinz & Thell., 1915
125295	<i>Succisa pratensis</i> Moench, 1794
125940	<i>Tetragonolobus maritimus</i> (L.) Roth, 1788
128394	<i>Valeriana dioica</i> L., 1753

JUNCION ACUTIFLORI

Présence d'espèces turfcioles	[13,37]	Régime hydrique fonctionnel et niveau trophique correct
	[8,12]	
	[0,7]	
UNITÉ		

Tableau 6 : Liste d'espèces turfcioles
pour le *Juncion acutiflori*

CD_REF	NOM_TAXREF
80590	<i>Agrostis canina</i> L., 1753
88449	<i>Carex curta</i> Gooden., 1794
88468	<i>Carex diandra</i> Schrank, 1781
88489	<i>Carex echinata</i> Murray, 1770
88608	<i>Carex laevigata</i> Sm., 1800
88720	<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard, 1778
88752	<i>Carex panicea</i> L., 1753
88802	<i>Carex pulicaris</i> L., 1753
132829	<i>Carex viridula</i> subsp. <i>oedocarpa</i> (Andersson) B.Schmid, 1983
89264	<i>Carum verticillatum</i> (L.) W.D.J.Koch, 1824
91322	<i>Cirsium dissectum</i> (L.) Hill, 1768
94266	<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Soó, 1962
94267	<i>Dactylorhiza majalis</i> (Rchb.) P.F.Hunt & Summerh., 1965
191524	<i>Dactylorhiza</i> Nevski, 1937 (genre)
95442	<i>Drosera rotundifolia</i> L., 1753
96119	<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf., 1840
96226	<i>Epilobium palustre</i> L., 1753
96844	<i>Eriophorum angustifolium</i> Honck., 1782
99570	<i>Galium uliginosum</i> L., 1753
103142	<i>Hydrocotyle vulgaris</i> L., 1753
104101	<i>Juncus acutiflorus</i> Ehrh. ex Hoffm., 1791
104160	<i>Juncus conglomeratus</i> L., 1753
104183	<i>Juncus filiformis</i> L., 1753
107085	<i>Lysimachia tenella</i> L., 1753
108345	<i>Menyanthes trifoliata</i> L., 1753
108718	<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench, 1794
112426	<i>Parnassia palustris</i> L., 1753
112590	<i>Pedicularis palustris</i> L., 1753
115587	<i>Potentilla palustris</i> (L.) Scop., 1771
117025	<i>Ranunculus flammula</i> L., 1753
120192	<i>Salix repens</i> L., 1753
121960	<i>Scorzonera humilis</i> L., 1753
122073	<i>Scutellaria minor</i> Huds., 1762
127482	<i>Trifolium spadiceum</i> L., 1755
128394	<i>Valeriana dioica</i> L., 1753
129639	<i>Viola palustris</i> L., 1753
130065	<i>Wahlenbergia hederacea</i> (L.) Rchb., 1827

Exception: pour le pôle thermophile (le Deschampsio-Molinienion, habitat 6410-4), intermédiaire entre les pelouses marneuses et les prairies à Molinie.

Il s'agit de milieux alternativement humides et secs pour lesquels l'absence d'espèces turficoles est naturelle et ne témoigne pas d'un mauvais état de conservation.

Présence d'espèces de mégaphorbiaies

L'objectif de cet indicateur et des listes d'espèces associées est de mettre en évidence une accumulation de la litière, celui-ci n'étant pas lié à un battement de la nappe d'eau, mais plutôt à un sous-pâturage ou à un abandon de l'entretien agropastoral (Tableaux 7 et 8).

Les espèces sont notées en présence/absence par relevé sur l'unité fine d'échantillonnage choisie, et le nombre d'espèces observées est ensuite à comparer avec les valeurs-seuils mises en place.

MOLINION CAERULEAE

JUNCION ACUTIFLORI

Présence d'espèces de mégaphorbiaies	[0,2]	Augmentation du niveau trophique par accumulation de matière organique et diminution de la pression biotique	Présence d'espèces de mégaphorbiaies	[0,2]	Augmentation du niveau trophique par accumulation de matière organique et diminution de la pression biotique
	[3,4]			[3,5]	
	[5,12]			[6,14]	
UNITÉ			UNITÉ		

Tableau 7 : Liste d'espèces de mégaphorbiaies pour le *Molinion caeruleae*

CD_REF	NOM_TAXREF
82738	<i>Angelica sylvestris</i> L., 1753
91823	<i>Cladium mariscus</i> (L.) Pohl, 1809
96180	<i>Epilobium hirsutum</i> L., 1753
97434	<i>Eupatorium cannabinum</i> L., 1753
98717	<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim., 1879
103329	<i>Hypericum tetrapterum</i> Fr., 1823
107090	<i>Lysimachia vulgaris</i> L., 1753
107117	<i>Lythrum salicaria</i> L., 1753
108103	<i>Mentha longifolia</i> (L.) Huds., 1762
113260	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud., 1840
120758	<i>Sanguisorba officinalis</i> L., 1753
127872	<i>Trollius europaeus</i> L., 1753

Tableau 8 : Liste d'espèces de mégaphorbiaies pour le *Juncion acutiflori*

CD_REF	NOM_TAXREF
82738	<i>Angelica sylvestris</i> L., 1753
91382	<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop., 1772
91398	<i>Cirsium rivulare</i> (Jacq.) All., 1789
94626	<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P.Beauv., 1812
96271	<i>Epilobium tetragonum</i> L., 1753
98717	<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim., 1879
100215	<i>Geum rivale</i> L., 1753
103329	<i>Hypericum tetrapterum</i> Fr., 1823
112731	<i>Persicaria bistorta</i> (L.) Samp., 1913
116902	<i>Ranunculus aconitifolius</i> L., 1753
120758	<i>Sanguisorba officinalis</i> L., 1753
121792	<i>Scirpus sylvaticus</i> L., 1753
122069	<i>Scutellaria galericulata</i> L., 1753
128520	<i>Veratrum album</i> L., 1753

Exception: pour le pôle thermophile (le Deschampsio-Molinienion, habitat 6410-4), intermédiaire entre les pelouses marneuses et les prairies à Molinie. Il s'agit de milieux alternativement humides et secs pour lesquels les espèces de mégaphorbiaies y sont naturellement absentes en raison de la relative sécheresse du substrat.

Recouvrement de la molinie pour le *Molinion caeruleae* et recouvrement du jonc diffus pour le *Juncion acutiflori*

L'augmentation de l'abondance du jonc diffus (*Juncus effusus*) dans le *Juncion acutiflori*, et de la molinie (*Molinia caerulea*) dans le *Molinion caeruleae*, montre une perturbation du régime hydrique, mais aussi une accumulation de la matière organique, donc un ralentissement voire un arrêt de la pression anthropique. A la suite de cet arrêt, on peut observer une évolution vers un aspect de lande avec arrivée de chaméphytes. L'évolution ensuite est la colonisation ligneuse (qui peut intervenir elle sans ourlification préalable).

Il a également été montré qu'un arrachage en partie de la molinie lorsque celle-ci devient trop recouvrante avait un impact positif sur la diversité spécifique (Lepš, 1999).

MOLINION CAERULEAE

JUNCION ACUTIFLORI

Recouvrement de la molinie (<i>Molinia caerulea</i>)	< 75 %	Perturbation du régime hydrique et diminution de la pression biotique
	> 75 %	
UNITÉ		

Recouvrement du jonc diffus (<i>Juncus effusus</i>)	< 1/3 (33%)	Perturbation du régime hydrique et diminution de la pression biotique
	> 1/3 (33%)	
UNITÉ		

On estime par relevé sur la surface de l'unité d'échantillonnage choisie le recouvrement en pourcentage de la surface (Figure 5).

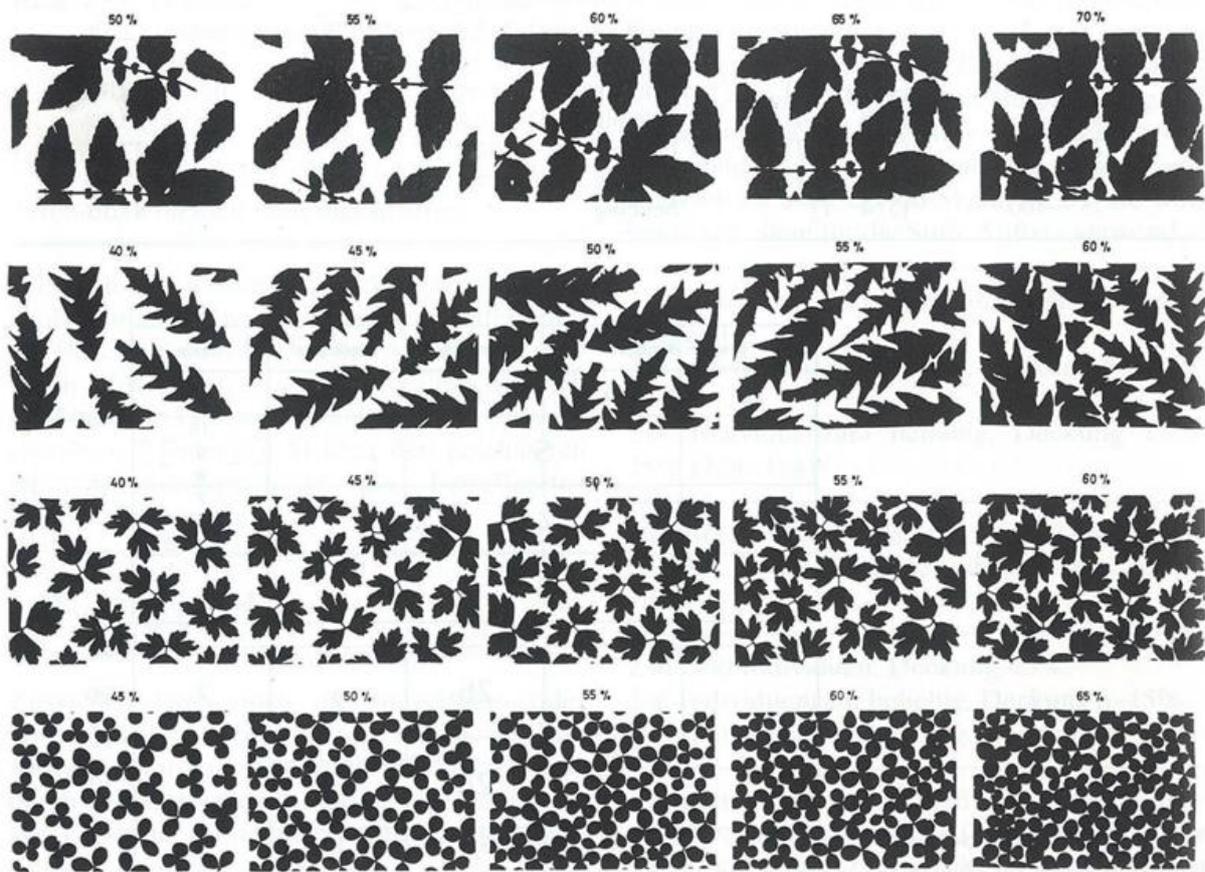


Figure 5 : Aide à l'estimation du recouvrement (Kluszczewski, 2011)

Présence d'espèces prairiales

L'objectif de cet indicateur et des listes associées (tableaux 9 et 10) est de montrer une eutrophisation (légère ou non), ainsi qu'une augmentation de la pression anthropique (les deux sont en général très liées). Cette augmentation de la pression anthropique peut consister en des opérations de fertilisation (accompagnée ou non d'une fauche réalisée un peu trop tôt), ou un pâturage un peu trop intensif qui entrainerait un piétinement ainsi qu'une restitution en excès par les animaux.

Attention !! Une exception à ce processus peut être qu'un piétinement important par les animaux peut parfois favoriser la dynamique de « turbification » donc d'oligotrophisation en créant des micro-zones de tassement, ce qui irait dans le sens favorable de l'état de conservation.

Les espèces sont notées en présence/absence par relevé sur l'unité fine d'échantillonnage choisie, et le nombre d'espèces observées est ensuite à comparer avec les valeurs-seuils mises en place.

MOLINION CAERULEAE

Présence d'espèces prairiales	[0,8]	Augmentation du niveau trophique et de la pression biotique
	[9,14]	
	[15,38]	
UNITÉ		

Tableau 9 : Liste d'espèces prairiales
pour le *Molinion caeruleae*

CD_REF	NOM_TAXREF
86601	<i>Bromus erectus</i> Huds., 1762
87720	<i>Campanula rotundifolia</i> L., 1753
88415	<i>Carex caryophylla</i> Latourr., 1785
88510	<i>Carex flacca</i> Schreb., 1771
88569	<i>Carex hirta</i> L., 1753
89619	<i>Centaurea jacea</i> L., 1753
133108	<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i> (Hartm.) Greuter & Burdet, 1982
91382	<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop., 1772
93860	<i>Cynosurus cristatus</i> L., 1753
94503	<i>Daucus carota</i> L., 1753
98078	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb., 1771
98512	<i>Festuca rubra</i> L., 1753
99582	<i>Galium verum</i> L., 1753
102883	<i>Holandra carvifolia</i> (Vill.) Reduron, Charpin & Pimenov, 1997
102900	<i>Holcus lanatus</i> L., 1753
103991	<i>Jacobaea erucifolia</i> (L.) P.Gaertn., B.Mey. & Scherb., 1801
104173	<i>Juncus effusus</i> L., 1753
104214	<i>Juncus inflexus</i> L., 1753
104516	<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult., 1828
105247	<i>Lathyrus pratensis</i> L., 1753
106370	<i>Listera ovata</i> (L.) R.Br., 1813
106653	<i>Lotus corniculatus</i> L., 1753
138211	<i>Ononis spinosa</i> subsp. <i>maritima</i> (Dumort. ex Piré) P.Fourn., 1937
113389	<i>Phyteuma orbiculare</i> L., 1753
113893	<i>Plantago lanceolata</i> L., 1753
114332	<i>Poa pratensis</i> L., 1753
115470	<i>Potentilla erecta</i> (L.) Rausch., 1797
116012	<i>Prunella vulgaris</i> L., 1753
116392	<i>Pulicaria dysenterica</i> (L.) Bernh., 1800
116903	<i>Ranunculus acris</i> L., 1753
117201	<i>Ranunculus repens</i> L., 1753
117616	<i>Rhinanthus minor</i> L., 1756
120753	<i>Sanguisorba minor</i> Scop., 1771
124797	<i>Stachys officinalis</i> (L.) Trévis., 1842
127395	<i>Trifolium montanum</i> L., 1753
127439	<i>Trifolium pratense</i> L., 1753
127454	<i>Trifolium repens</i> L., 1753
129147	<i>Vicia cracca</i> L., 1753

JUNCION ACUTIFLORI

Présence d'espèces prairiales	[0,5]	Augmentation du niveau trophique et de la pression biotique
	[6,10]	
	[11,22]	
UNITÉ		

Tableau 10 : Liste d'espèces prairiales
pour le *Juncion acutiflori*

CD_REF	NOM_TAXREF
88569	<i>Carex hirta</i> L., 1753
133108	<i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i> (Hartm.) Greuter & Burdet, 1982
93860	<i>Cynosurus cristatus</i> L., 1753
102900	<i>Holcus lanatus</i> L., 1753
105817	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam., 1779
106499	<i>Lolium perenne</i> L., 1753
113221	<i>Phleum pratense</i> L., 1753
113893	<i>Plantago lanceolata</i> L., 1753
113904	<i>Plantago major</i> L., 1753
114416	<i>Poa trivialis</i> L., 1753
116012	<i>Prunella vulgaris</i> L., 1753
116903	<i>Ranunculus acris</i> L., 1753
117201	<i>Ranunculus repens</i> L., 1753
117616	<i>Rhinanthus minor</i> L., 1756
119418	<i>Rumex acetosa</i> L., 1753
119473	<i>Rumex crispus</i> L., 1753
125000	<i>Stellaria graminea</i> L., 1753
127294	<i>Trifolium dubium</i> Sibth., 1794
127439	<i>Trifolium pratense</i> L., 1753
127454	<i>Trifolium repens</i> L., 1753
128832	<i>Veronica chamaedrys</i> L., 1753
129003	<i>Veronica serpyllifolia</i> L., 1753

Espèces allochtones envahissantes

L'indicateur est exactement le même pour le *Molinion caeruleae* et pour le *Juncion acutiflori*.

Présence d'espèces allochtones envahissantes	Absence totale	Fonctionnement général, capacité de résilience de l'habitat
	Présence, et recouvrement < 30%	
	Présence, et recouvrement > 30%	
UNITÉ		

Des recherches sont actuellement en cours, cependant il semble que les perturbations soient un facteur favorable aux invasions biologiques, en raison notamment de l'anthropisation des milieux et de leur eutrophisation, en particulier par des enrichissements en azote et du piétinement, mais également la création de sentiers. Cette artificialisation des milieux concourt très probablement à diminuer les capacités de résistance et de résilience des écosystèmes (Haury *et al.*, 2010).

Depuis 2009, deux correspondantes (en charge de la faune au sein du SPN et en charge de la flore au sein de la FCBN) ont été chargées par le ministère en charge de l'écologie de la mise en place de listes d'espèces exotiques envahissantes accompagnées d'une hiérarchisation de leur caractère invasif sur le territoire métropolitain (notamment grâce à un réseau d'expertise national), en vue de la mise en place de plans d'action, également afin d'alimenter la réglementation en la matière. Les conclusions des études en cours vont amener à la publication de rapports, ainsi qu'une proposition visant à la structuration d'un réseau de surveillance sur les espèces présentes sur le territoire métropolitain ainsi que les espèces non encore présentes. Ces études permettront à terme la mise en place d'indicateurs de risque liés à la dynamique de ces espèces (végétales uniquement pour le moment).

Au regard de cet indicateur, l'état favorable est l'absence totale d'espèces allochtones envahissantes. Nous avons décidé de commencer à pénaliser dès l'apparition d'une espèce. Enfin, en cohérence avec l'indicateur mis en place dans le cadre de l'évaluation de l'état de conservation des habitats aquatiques (Viry, 2013), nous avons choisi de pénaliser fortement lorsque le recouvrement des espèces dans la strate herbacée dépasse 30%.

3.2.3. Composition faunistique

3.2.3.1. Lépidoptères diurnes

Présence d'espèces de Lépidoptères diurnes remarquables	Au moins 1 observation	Fragmentation et fonctionnement de l'écocomplexe
	Aucune observation	
POLYGONE		

Pourquoi cet indicateur ?

Les prairies humides renferment peu d'espèce de Rhopalocères (Lépidoptères diurnes) mais ces dernières ont un fort degré de spécialisation et la plupart d'entre elles sont protégées en France. La plupart du temps les données d'inventaire sont disponibles pour ces espèces.

Que mesure cet indicateur ?

La présence de ces espèces rend compte d'une gestion extensive des prairies humides avec une fauche tardive à la fin de l'été. Certaines espèces peuvent disparaître très rapidement après un abaissement de la nappe phréatique. C'est le cas notamment de *Coenonympha oedippus*. *Maculinea nausithous* et *M. teleius* se maintiennent si le régime de fauche est poursuivi ; ce dernier favorisant la plante-hôte, *Sanguisorba officinalis* L. (Dupont, 2010).

Méthode d'évaluation par polygone

La liste des espèces est donnée ci-dessous (Tableau 11) :

Tableau 11 : Listes espèces de Lépidoptères diurnes remarquables sur les prairies à molinie

CD_REF	NOM_TAXREF
219817	<i>Boloria selene</i> ([Denis & Schiffermüller], 1775)
53651	<i>Coenonympha hero</i> (Linnaeus, 1761)
53621	<i>Coenonympha oedippus</i> (Fabricius, 1787)
53631	<i>Coenonympha tullia</i> (O. F. Müller, 1764)
53865	<i>Euphydryas aurinia</i> (Rottemburg, 1775)
54080	<i>Maculinea alcon</i> ([Denis & Schiffermüller], 1775)
54089	<i>Maculinea nausithous</i> (Bergsträsser, 1779)
54087	<i>Maculinea teleius</i> (Bergsträsser, 1779)
53821	<i>Melitaea diamina</i> (Lang, 1789)

La présence d'au moins une de ces espèces au niveau du polygone apporte un bonus de 5 points à l'évaluation.

Perspectives

Une base de données départementale concernant les espèces (et comprenant de nombreuses informations comme les périodes de vol, le degré de spécialisation, la capacité de dispersion, les plantes-hôtes, etc.) est en cours de finition. Elle sera téléchargeable en automne 2013 sur le site de l'INPN. Avec la finalisation de la base de données, ainsi que le retour de mise en application de l'indicateur, nous pourrions éventuellement apporter plus de précisions sur cet indicateur.

Une aide à l'interprétation des relevés peut vous être apportée (pdupont@mnhn.fr, maciejewski@mnhn.fr)

3.3. Altérations

3.3.1. Atteintes diffuses au niveau du site

En l'absence d'indicateur simple et opérationnel, l'impact de ces atteintes sera estimé à vue par l'opérateur. Toutefois, si des études sont menées sur ces impacts, les résultats pourront alimenter l'évaluation. Cet indicateur comprend toutes les atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface, comme par exemple l'impact des incendies, ou la surpopulation de faune sauvage telle que les lapins, ou encore les dégâts engendrés par la surfréquentation humaine.

3.3.2. Atteintes au niveau du polygone

Atteintes au niveau du polygone	Somme des points = 0	Reliquat des perturbations non prises en compte de manière indirecte dans le reste du protocole
	Somme des points = 1	
	Somme des points = 2	
	Somme des points = 3	
	Somme des points = 4	
POLYGONE		

L'habitat peut subir des dégradations qui altèrent son fonctionnement, sa structure, et sa capacité de résilience. Nous avons essayé de prendre en compte dans les indicateurs des paramètres 'Surface' et 'Structure et fonctionnement' le maximum de perturbations que l'habitat peut subir. Néanmoins, il reste une partie des dégradations susceptibles d'être subies par l'habitat qui ne peuvent être prises en compte dans les autres indicateurs, ce sont elles que l'on pointe et que l'on évalue ici. Il s'agit du **reliquat des perturbations non prises en compte de manière indirecte dans le reste du protocole** (Tableau 12). Il ne s'agit ici que les perturbations qui ont été rencontrées pendant la phase de terrain, la liste n'est pas exhaustive.

Tableau 12 : Listes des atteintes pour les prairies à molinie

Atteintes	Points
Sol nu ou perturbé <10 %	1
Sol nu ou perturbé >=10 %	2
Rat taupier <10 %	1
Rat taupier >=10 %	2
Plantation	3
Plantation à proximité	0
Recouvrement bouse >=5%	1
Recouvrement bouse <5%	0
Passage engin >=5%	2
Passage engin <5%	1
Rémanents importants	1
Drain	1
Blocs	1
Toutes atteintes confondues > 50%	4
Aménagement >=5%	2
Aménagement < 5%	1

Méthode

Sur l'ensemble du polygone, l'observateur relève les altérations qu'il peut observer et somme les points correspondant.

Ajout d'altérations à la liste

Il est possible d'ajouter des altérations à ces listes afin de prendre en compte certaines spécificités, mais il faut bien vérifier que la potentielle nouvelle altération n'est pas déjà prise en compte dans les autres indicateurs de la méthode, pour éviter les redondances.

Bibliographie

AUGENSTEIN, B., ULRICH, W. et HABEL, J. C. 2012. Directional temporal shifts in community structure of butterflies and ground beetles in fragmented oligotrophic grasslands of Central Europe. *Basic and Applied Ecology*, 13: 715-724.

ANONYME, 2008. Article R414-11 du Code de l'environnement, modifié par le décret n°2008-457 du 15 mai 2008, art. 18, [en ligne]. <http://www.legifrance.gouv.fr>

AVIRON S., HERZOG F., KLAUS I., SCHÜPBACH B. et JEANNERET, P. 2011. Effects of Wildflower Strip Quality, Quantity, and Connectivity on Butterfly Diversity in a Swiss Arable Landscape. *Restoration Ecology*, 19 (4) : 500-508.

BALENT G., DURU M., et MAGDA D., 1993. *Pratiques de gestion et dynamique de la végétation des prairies permanentes. Une méthode pour le diagnostic agro-écologique, une application aux prairies de l'Aubrac et de la vallée de l'Aveyron.* Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement, 27: pp. 283-302

BENSETTITI F., BOULLET V., CHAUAUDRET-LABORIE C. et DENIAUD J. (coord.), 2005. « *Cahiers d'habitats* » Natura 2000. *Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 4 - Habitats agropastoraux.* MATE/MAP/MNHN. La Documentation française, Paris, 2 volumes : 445 p. et 487 p. + cédérom.

BENSETTITI F., PUISSAUVE R., LEPAREUR F., TOUROULT J., et MACIEJEWSKI L., 2012. Evaluation de l'état de conservation des habitats et espèces d'intérêt communautaire (DHFF article 17), Guide méthodologique, Version 1 - Muséum national d'histoire naturelle, 77p. + annexes

BEN-MIMOUN K., 2012. Etat de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire, contribution au calibrage de la méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000. Rapport de stage. M2 Environnement, Sols Eaux, Biodiversit.(Université de Rouen). 56 p.

BESNARD A. et J.M. SALLES, 2010. Suivi scientifique d'espèces animales. Aspects méthodologiques essentiels pour l'élaboration de protocoles de suivis. Note méthodologique à l'usage des gestionnaires de sites Natura 2000. Rapport DREAL PACA, pôle Natura 2000. 62 pages

BIOTOPE-GREET Nord Pas de Calais (février 2008). « *Analyse des potentialités écologiques du territoire régional* », 65 p.

BLEY A., 2012. Evaluation de l'état de conservation de pelouses sèches et gestion conservatoire. Rapport de stage. M2 « Expertise Faune Flore, Inventaires et indicateurs de biodiversité » (Muséum national d'Histoire naturelle). 52 p.

BOILLET S., 2012. Etat de conservation des pelouses calcicoles du Parc naturel régional du Vexin français, Vallées de l'Aubette de Magny et l'Aubette de Meulan. Rapport de stage (Université de Picardie Jules Verne). 99p.

CARNINO N., 2009. État de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle du site - Guide d'application de la méthode d'évaluation des habitats forestiers - Muséum national d'histoire naturelle / Office national des forêts, 23 p. + annexes.

CHAURAND J., 2010. Modalités de suivi et d'évaluation des Schémas Régionaux de Cohérence Écologique. Rapport de stage, septembre 2010, UMR TETIS, Cemagref.

CIZEK O., ZAMECNIK J., TROPE, R., KOCAREK et KONVICKA M. 2012. Diversification of mowing regime increases arthropods diversity in species-poor cultural hay meadows. *Journal of Insect Conservation*, 16 : 215-226.

CONSEIL DE LA CEE, 1992. Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages. Dernière modification : directive 2006/105/CE du Conseil du 20 novembre 2006 publiée au JO UE du 20.12.2006.

DAPPORTO L. et DENNIS R. L. H. 2013. The generalist–specialist continuum: Testing predictions for distribution and trends in British butterflies. *Biological Conservation*, 157 : 229-236.

DEMERGES D., 2002. Proposition de mise en place d'une méthode de suivi des milieux ouverts par les *Rhopalocères* et *Zygaenidae* dans les Réserves Naturelles de France. Réserves Naturelles de France, Quétigny, 36p.

DOVER J. W., RESCIA A., FUNGARINO S., FAIRBURN J., CAREY P., LUNT P., DENNIS R. L. H. et DOVER C. J. 2010. Can hay harvesting detrimentally affect adult butterfly abundance? *Journal of Insect Conservation*, 14 : 413-418.

DOVER J. W., RESCIA A., FUNGARINO S., FAIRBURN, J., CAREY P., LUNT P., ARNOT C., DENNIS R. L. H. et DOVER C. J. 2011. Land-use, environment, and their impact on butterfly populations in a mountainous pastoral landscape: species richness and family-level abundance. *Journal of Insect Conservation*, 15 : 523-538.

DUMONT B., FARRUGIA A., GAREL J.-P., BACHELARD P. et FRAIN M. 2009. How does grazing intensity influence the diversity of plants and insects in a species-rich upland grassland on basalt soils? *Grass and Forage Science*, 64 : 92-105.

DUPONT P. 2010. *Plan National d'Action en faveur des Maculinea. 2011-2015*. OPIE/DREAL Nord-Pas-de-Calais: 130 pp.

DUPONT P. et LUMARET J.-P., 1997. Les invertébrés continentaux et la gestion des espaces naturels –Rapport de fin de contrat rédigé à la demande du ministère de l'Environnement – ATEN/RNF - 257p.

DUTOIT T., 1996. Dynamique et gestion des pelouses calcaires de Haute-Normandie. Ph.D thesis. p. 220, Seine-Maritime. Presse Universitaire de Rouen, Mont Saint Aignan, France.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. 2007. *Halting the loss of biodiversity by 2010: proposal for a first set of indicators to monitor progress in Europe*. EEA, Copenhagen, 182 p.

EUROPEAN COMMISSION, 2007 - *Interpretation manual of European Union habitats*. EUR 27. European Commission, DG Environment, 142 p.

FIERS V. et coll., 2003. Etudes scientifiques en espaces naturels. Cadre méthodologique pour le recueil et le traitement de données naturalistes. Cahier technique de l'ATEN n°72. : Réserves Naturelles de France, Montpellier : 96 p.

FRONTIER S., 1983. Stratégies d'échantillonnage en écologie. Masson, Paris. 494 pp.

GIRAUDOUX, 2004. Outils méthodologiques, Principes de l'échantillonnage. 7 pp. (téléchargeable : <http://guillaume.canar.free.fr/echantillonnage.pdf>)

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

HABEL J. C. et SCHMITT T. 2012. The burden of genetic diversity. *Biological Conservation*, 147 : 270-274.

HAURY J., HUDIN S., MATRAT R., ANRAS L. et al., 2010 – *Manuel de gestion des plantes exotiques envahissant les milieux aquatiques et les berges du bassin Loire-Bretagne*, Fédération des conservatoires d'espaces naturels, 136 p.

HENLE K., ALARD D., CLITHEROW J., COBB P., FIRBANK L., KULL T., MCCRACKEN D., MORITZ R. F.A., NIEMELÄ J., REBANE M., WASCHER D., WATT A., YOUNG J., 2008. Identifying and managing the conflicts between agriculture and biodiversity conservation in Europe—A review. *Agriculture, ecosystems and environment*, 124 : 60-71.

HILL M.O., MOUNTFORD J.O., ROY D.B. et BUNCE R.G.H. -1999- ECOFACT 2a: Technical Annex - Ellenberg's indicator values for British Plants, 46p.

http://circa.europa.eu/Public/irc/env/monnat/library?l=/habitats_reporting/reporting_2007-2012/reporting_guidelines/guidelines-finalpdf/_EN_1.0_eta=d

HURAUULT B., 2012. Analyse méthodologique dans le cadre du diagnostic écologique du site Natura 2000 du Val de Villé et du Ried et de la Schernetz (Bas-Rhin, FR4201803). Rapport de stage. M2 « Expertise Faune Flore, Inventaires et indicateurs de biodiversité » (Muséum national d'Histoire naturelle). 31 p.

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

JULVE P. -2007- Baseflor : Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France - <http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm>

KLESCZEWSKI M., 2011 – Guide méthodologique « Evaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire contractualisés en Lozère ». Conservatoire des Espaces Naturels du Languedoc-Roussillon, 148 p.

KRUESS A. et TSCHARNTKE T. 2002. Grazing Intensity and the Diversity of Grasshoppers, Butterflies, and Trap-Nesting Bees and Wasps. *Conservation Biology*, 16 (6) : 1570–1580.

LANGLOIS D. et GILG O. 2007. Méthode de suivi des milieux ouverts par les Rhopalocères dans les Réserves Naturelles de France. Révision de la proposition de protocole 2002 de David DEMERGES et de Philippe BACHELARD, Réserves Naturelles de France, Quetigny, 33 p.

LARRIEU L., et GONIN P., 2008. L'indice de diversité potentielle (IBP) : une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers. *Revue forestière française*, 2008-6 : 727-748.

LENAY (C.), 1994 - Organisation émergente dans les populations : biologie, éthologie, systèmes artificiels - *Intellectica* 1994/2, 19, pp. 9-17.

LEPAREUR F., 2011. Evaluation de l'état de conservation des habitats naturels marins à l'échelle d'un site Natura 2000 - Guide méthodologique - Version 1. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 55 p

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. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 107 p.

LEPŠ J., 1999. Nutrient status, disturbance and competition: an experimental test of relationships in a wet meadow. *Journal of Vegetation Science*, 10 : 219-230

LOUVEL J., GAUDILLAT V. et 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.* MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris: 289 p.

MACIEJEWSKI L., 2012a. État de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire, Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Rapport d'étude. Version 1. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 119 p.

MACIEJEWSKI L., 2012b. État de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire, Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Guide d'application. Version 1. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 64 p.

MAUBERT PH. et DUTOIT T., 1995 – Connaître et gérer les pelouses calcicoles. Montpellier, Ministère de l'environnement, cahier ATEN/CDPNE : 64 p.

MESTELAN P., AGREIL C., MAGDA D., PLANTUREUX S., AMIAUD B., DE SAINTE MARIE C., 2011 – Concours agricole national des prairies fleuries, Fiche de notation édition 2011 – Fédération des parcs naturels régionaux, téléchargeable sur le site www.prairiesfleuries.fr

MOILANEN, A. et HANSKI, I. 1998. Metapopulation dynamics: effect of habitat quality and landscape structure. *Ecology*, 79 (7) : 2503-2515.

OSTERMANN O. P., 1998. The need for management of nature conservation sites designated under Natura 2000. *Journal of applied ecology*, 35 : 968-973

PASCUAL-HORTAL L., SAURA S. – 2006 – Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices: towards the prioritization of habitat patches and corridors for conservation. *Landscape Ecology*, 21 : 959-967.

PASCUAL-HORTAL L., SAURA S. – 2007 - Impact of spatial scale on the identification of critical habitat patches for the maintenance of landscape connectivity. *Landscape and Urban Planning*, 83 : 176-186.

PIQUERAY J. et MAHY G., 2010 - Revue bibliographique sur la restauration des pelouses calcicoles en Europe : contraintes rencontrées et solutions proposées - *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2010 14(3), pp. 471-484

PLANTUREUX S. et DE SAINTE-MARIE C., 2010 - Conception et appropriation de MAE à obligation de résultat sur les surfaces herbagères : comment concilier pertinence écologique et agricole dans l'action publique en faveur de la biodiversité ? – Rapport scientifique programme DIVA2, rapport de fin de contrat, 50 p.

POLLARD E. et YATES T. J. 1993. *Monitoring butterflies for ecology and conservation*. Chapman et Hall, London. 274 p.

QUERE E., 2005. Guide méthodologique pour la mise en place de suivis de la végétation dans les sites NATURA 2000. Conservatoire Botanique National de Brest. 95p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008. R : A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>

ROSIN, Z. M., MYCZKO L., SKORKA P., LENDA M., MORON D., SPARKS T. H. et TRYJANOWSKI, P. 2012. Butterfly responses to environmental factors in fragmented calcareous grasslands. *Journal of Insect Conservation*, 16 (3) : 321-329.

ROYER J.-M., 2009. *Petit Précis de Phytosociologie Sigmatiste*, Jarnac, Société Botanique du Centre-Ouest et cie, 86 p.

SAARINEN K. et JANTUNEN J. 2005. Grassland butterfly fauna under traditional animal husbandry: contrasts in diversity in mown meadows and grazed pastures. *Biodiversity and Conservation*, 14 : 3201-3213.

SALLES E. - septembre 2001 – « Définition d'indicateurs spatiaux pour le suivi de l'état de conservation des habitats naturels. Application à la Grande Camargue », Mémoire de fin d'études, École Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg, 98 p.

SAURA S., PASCUAL-HORTAL L. – 2007 - A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning: comparison with existing indices and application to a case study. *Landscape and Urban Planning*, 83 : 176-186.

SCHERRER B., 1984. Biostatistique. Gaëtan Morin Editeur, Boucherville. 850 pp.

SUTCLIFFE O., THOMAS C. D. et PEGGIE D. 1997. Area dependant migration by ringlet butterflies generates a mixture of patchy population and metapopulation attributes. *Oecologia*, 109: 229-234.

VANDEWOESTIJNE S., POLUS E., BAGUETTE M., 2005 - Fragmentation and insects: theory and application to calcareous grasslands - *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2005 9 (2), 139–142

VAN SWAAY C. A. M., VAN STRIEN A. J., HARPKE A., FONTAINE B., STEFANESCU C., ROY D., MAES D., KÜHN E., ŐUNAP E., REGAN E., ŠVITRA G., HELIÖLÄ J., SETTELE J., PETTERSON L. B., BOTHAM M., MUSCHE M., TITEUX N., CORNISH N., LEOPOLD P., JULLIARD R., VEROVNICK R., ÖBERG S., COLLINS S., GOLOSHCHAPOVA S., ROTH T., BRERETON T. et WARREN M. S. 2012. The European Butterfly Indicator for Grassland species 1990-2011. Report VS2012.019, De Vlinderstichting, Wageningen: 31 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. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 83 p.

WALLISDEVRIES M. F., VAN SWAAY C. A. M. et PLATE C. L. 2012. Changes in nectar supply: A possible cause of widespread butterfly decline. *Current Zoology*, 58 (3): 384-391.

WENZEL M., SCHMITT T., WEITZEL M. et SEITZ A. 2006. The severe decline of butterflies on western German calcareous grasslands during the last 30 years: A conservation problem. *Biological Conservation*, 128 : 542-552.

Autres ouvrages consultés

AGREIL C. et GREFF N., 2008 - Des troupeaux et des hommes en espaces naturels, une approche dynamique de la gestion pastorale. Guide technique Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels, Vourles. 87 p. + annexes.

BECU D., 2008 - Essai d'évaluation de l'état de conservation des pelouses calcicoles : application au site Natura 2000 "pelouses submontagnardes du plateau de Langres " (Haute-Marne) – CPN Champagne-Ardenne, 16 p.

BECU D. et PARISE C., 2009 - Site Natura 2000 n°50 « Prairies de la Voire et l'Héronne », *Etudes et suivis scientifiques - années 2007/2009* - Conservatoire du patrimoine naturel de Champagne-Ardenne, 11p.

BENSETTITI (F.), COMBROUX (I.), DASZKIEWICZ (P.), 2006 - Évaluation de l'état de conservation des habitats et espèces d'intérêt communautaire 2006-2007 - Guide méthodologique. Paris, MNHN-DEGB-SPN. Document 2, version 4, 149 p.

BÜNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ - Beschlüsse der Arbeitsgemeinschaft „Naturschutz“ der Landes-Umweltministerien (LANA) [en ligne]. http://www.bfn.de/0316_ak_gruen.html (consulté le 27/01/2011) (Traduction : M. Scheider (MNHN-SPN))

CARNINO (N.) et TOUROULT (J.), 2010 - Évaluation de l'état de conservation des habitats forestiers à l'échelle d'un site Natura 2000 : du concept vers un outil pour le gestionnaire - *Revue Forestière Française*, LXII, 2-2010, pp. 127-140.

CHABRERIE O., 2002 - Analyse intégrée de la diversité des communautés végétales dans les pelouses calcicoles de la basse vallée de la Seine – Thèse de l'université de Paris XI, UFR Scientifique d'Orsay, soutenue le 17/12/2002, Orsay, 232 p.

CHAROLLAIS M., PEARSON S., KUCHEN S., SCHIESS C., 1997 – Appréciation de la qualité écologique, clé d'appréciation 'Herbages' – SRVA, LBL., 1^{ère} édition juin 1997

CONFEDERATION SUISSE, blk 6 mai 2009 - Instructions relatives à l'art. 20 de l'ordonnance sur la promotion régionale de la qualité et de la mise en réseau des surfaces de compensation écologique dans l'agriculture (Ordonnance sur la qualité écologique, OQE) du 4 avril 2001 RS 910.14 pâturages extensifs; <http://www.blw.admin.ch>

CONFEDERATION SUISSE, spa 10 juin 2009 - Instructions relatives à l'art. 20 de l'ordonnance sur la promotion régionale de la qualité et de la mise en réseau des surfaces de compensation écologique dans l'agriculture (Ordonnance sur la qualité écologique, OQE) du 4 avril 2001 RS 910.14 Prairies extensives, prairies peu intensives, surfaces à litière; <http://www.blw.admin.ch>

CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL de BREST, 2002 - Inventaire et cartographie des habitats terrestres et des habitats d'espèces végétales dans les sites Natura 2000 de Bretagne, éléments pour la rédaction d'un cahier des charges. Conservatoire Botanique de Brest, DIREN de Bretagne, version février 2002, 49 p.

CONSERVATOIRE DES SITES ALSACIENS et OFFICE NATIONAL DES FORETS (coord.), 2004 - Référentiel des habitats reconnus d'intérêt communautaire de la bande rhénane : Description, états

de conservation et mesures de gestion. Programme LIFE Nature de conservation et restauration des habitats de la bande rhénane, 158 p.

CORRIOL, G. 2005. Les mycocénoses des pelouses comme bioindicateur. Enseignements des travaux en Europe du nord et applications possibles en Midi-Pyrénées. Actes du 1er colloque naturaliste de Midi-Pyrénées, Cahors. Ed. Nature Midi-Pyrénées, p. 95-99.

DARINOT F. et PERRAIS T., 2009 - Protocoles "Evaluation de l'état de conservation des habitats prairiaux hygrophiles ", essai d'une méthode - Réserve Naturelle des marais de Lavours, 10 p.

DIREN BOURGOGNE, 2006 - Document d'Objectifs (état des lieux) et cartographie des habitats des quatre sites natura 2000 au titre des directives oiseaux et habitats intitulé " vallée de la Loire entre Iguerande et Decize, dans les départements de Saône et Loire, Nièvre et Allier" (<http://natura-loire.caei.fr>), CAEI et ENESAD. 379 p.

DIREN HAUTE-NORMANDIE et CONSERVATOIRE DES SITES NATRURELS DE HAUTE-NORMANDIE, 2003 - Inventaire et cartographie des habitats naturels, des espèces et des habitats d'espèces dans les sites d'intérêt communautaire de la région Haute-Normandie, 49 p.

DIREN PACA, 2007. Inventaire et cartographie des habitats naturels et des espèces végétales et animales dans les sites Natura 2000 de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, cahier des charges. DIREN Provence-Alpes-Côte d'Azur, document final, version du 3 juillet 2007, 89 p.

DUFRENE M. et DELESCAILLE L.M., 2006 (eds.) - Guide méthodologique pour l'inventaire et la cartographie des habitats et des habitats d'espèces dans le cadre de la réalisation des arrêtés de désignation en Région wallonne. Version 6c. Rapport interne. MRW/DGRNE/CRNFB., Gembloux, 103 p.

ERROUSSI F., JAY-ROBERT P., LUMARET J-P. et PIAU O., 2004 - Composition and structure of dung beetle (Coleoptera: Aphodiidae, Geotrupidae, Scarabaeidae) assemblages in mountain grasslands of the southern Alps – *Ecology and population biology*, vol. 97 n°4, pp.701-709

ELLMAUER T. (Hrsg.), 2005 - Entwicklung von Kriterien, Indikatoren und Schwellenwerten zur Beurteilung des Erhaltungszustandes der Natura 2000-Schutzgüter. Band 3: Lebensraumtypen des Anhangs I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie. Im Auftrag der neun österreichischen Bundesländer, des Bundesministerium f. Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und der Umweltbundesamt GmbH, 616 p. (*Traduction M. Schneider (MNH-SPN)*)

EUROPEAN COMMISSION, 2005 - *Note to the Habitats committee. Assessment, monitoring and reporting of conservation status – Preparing the 2001-2007 report under Article 17 of the Habitats*

Directive (DocHab-04-03/03 rev.3). Brussels, European Commission, DG Environment, 10 p. + annexes.

EVANS D. et ARVELA M., 2011. Assessment and reporting under Article 17 of the habitats Directive - Explanatory note and guidelines for the period 2007-2012. Final Draft. CTE/BD, 123 p.

FOUCAULT B. (de), 1984. Systématique, structuralisme et synsystématique des prairies hygrophiles des plaines atlantiques françaises. Thèse, Rouen, 675 p.

FOUCAULT B. (de), 1986. Contribution à une étude systématique des prairies de l'Aubrac (Massif central français). *Doc. Phytosoc. NS*, X (1) : 1-150

GAULTIER E., BOTINEAU M., RONDELAUD D., et GHESTEM A., 1993. Les relations des jonchaies prairiales avec les mollusques à propos de quelques données phytosociologiques sur la végétation dans le sud de l'Indre et le nord de la Creuse. *Annales Scientifiques du Limousin*, 9 : 33-44.

GOMEZ S., FOREST C. 2006 - Méthodologie de l'évaluation de l'état de conservation des habitats de l'annexe I de la directive Habitats par des grilles d'évaluation, Conservatoire des sites naturels Bourguignons, 7 p.

GUYONNEAU J., 2004 - Inventaire et cartographie des habitats naturels et semi-naturels en Franche-Comté, définition d'un cahier des charges. Conservatoire Botanique de Franche-Comté, DIREN de Franche-Comté, version octobre 2004. 23 p.

HANSKI I., et CAMBEFORT Y., 1991 - Dung beetle ecology - Princeton University Press, Princeton, NJ, 481 p.

JNCC, 2004. Common Standards Monitoring Guidance for Lowland Grassland Habitats. Version February 2004, 50 p., [en ligne]. <http://www.jncc.gov.uk/default.aspx?page=2233>

JNCC, 2009. Common Standards Monitoring Guidance for Upland Habitats. Version July 2009. 106p., [en ligne]. <http://www.jncc.gov.uk/default.aspx?page=2237>

LUMARET J-P. et STIERNET N., 1994 – Adaptation and evolutive strategies of dung beetles in high mountains (Coleoptera, Scarabeoidea) – *Ecologie*, 25(2), pp. 79-86

MAES D. et VAN DYCK H., 2001 – Butterfly diversity loss in Flanders (north Belgium): Europe's worst case scenario? – *Biological conservation*, vol.99, pp.263-276

MAGGURAN A.E., 2004 - Measuring biological diversity - Blackwell publishing, Oxford, England, 256 p.

MARION B., 2010 - Impact du pâturage sur la structure de la végétation : interactions biotiques, traits et conséquences fonctionnelles - Doctorat de l'Université, mention biologie, Rennes I – 235p.

MESTELAN P., DE SAINTE-MARIE C., et VANSTEELANT J-Y, 2007- Guide pour la mise en œuvre de l'engagement unitaire agro-environnemental « maintien de la richesse floristique d'une prairie naturelle » (HERBE_07) – Fédération des parcs naturels régionaux de France, Paris, 34 p.

MIKOLAJCZAK A., 2007 - Site Natura 2000 FR8201777 « Les Adrets de Tarentaise » typologie et cartographie des habitats étude de la végétation et de la flore – CBN Alpin, CPN Savoie, 69 p.

MORTIMER S.R., HOLLIER J.A., BROWN V.K., 1998 - Interactions between plant and insect diversity in the restoration of lowland calcareous grasslands in southern Britain - *Applied Vegetation Science*, vol.1, n°1, pp.101-114

NAGELEISEN L.M. et BOUGET C. (coord.), 2009 - L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Synthèse des réflexions menées par le groupe de travail « Inventaires Entomologiques en Forêt » (Inv.Ent.For.) - Les Dossiers Forestiers n°19, Office National des Forêts, 144 p.

POLAK P. et SAXA A., (eds.), 2005. Priaznivý stav biotopov a druhov európskeho významu. ŠOP SR, Banská Bystrica, 200p.

POLUS E., VANDEWOESTIJNE S., CHOUTT J., BAGUETTE M., 2007 - Tracking the effects of one century of habitat loss and fragmentation on calcareous grassland butterfly communities – *Biodiversity and Conservation*, vol.16, pp. 3423-3436

TEILLAC-DESCHAMPS P. et BOUVRON. M., 2010 - Projet d'évaluation des fonctions écologiques des milieux en France. Collection « Études et synthèses » de la Direction des Études Économiques et de l'Évaluation Environnementale (D4E). 79p.

THOMAS J. A., BOURN N. A. D., CLARKE R. T., STEWART K. E., SIMCOX D. J., PEARMAN G. S., CURTIS R. et GOODGER B., 2001 - The quality and isolation of habitat patches both determine where butterflies persist in fragmented landscapes – *The Royal Society*, vol.268, pp.1791-1796

THOMPSON K., HILLIER S.H., GRIME J.P., BOSSARD C.C. et BAND S.R., 1996 – A functional analysis of a limestone grassland community – *Journal of Vegetation Science* 7 : 371-380

Annexe

Questionnaire de retour d'expérience



**Questionnaire : Retour d'expérience de la mise en application de la
méthode d'évaluation de l'état de conservation des habitats
agropastoraux, Version 2 (MNHN/SPN, 2013)**

Mai 2013

Le Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie a chargé le Service du patrimoine naturel du Muséum national d'histoire naturelle de mettre en place des méthodes standardisées à l'échelle nationale pour répondre à l'évaluation de l'état de conservation des habitats et espèces d'intérêt communautaire qui ont été l'objet de la désignation de chaque site Natura 2000 (article R.414-11). Les méthodes que nous mettons en place ont besoin d'être testées et éprouvées par les utilisateurs qu'elles visent à terme : les opérateurs des sites Natura 2000, mais plus largement les gestionnaires d'espaces protégés. Nous souhaitons savoir si elles sont opérationnelle et pertinentes dans différents contextes et sur différents aspects, afin d'améliorer la qualité de ces méthodes et les faire évoluer à partir des retours d'expérience.

Vous avez utilisé cette méthode pour évaluer l'état de conservation d'un ou plusieurs habitats, nous aimerions connaître votre opinion sur cette méthode et sa mise en place, le questionnaire suivant est à votre disposition afin de nous permettre de recueillir votre avis. N'hésitez pas à ajouter des informations ou à ajuster vos réponses si les questions ne vous semblent pas pertinentes par rapport au projet que vous avez mené. Nous serions également très intéressés par la lecture de vos résultats.

Pour toute question et pour l'envoi du questionnaire rempli (accompagné si possible des résultats de l'étude), vous pouvez contacter Lise Maciejewski (maciejewski@mnhn.fr, tel : 01 71 21 46 06).

I. CONTEXTE

- **Structure** porteuse du projet :
- **Contact(s)** (*coordonnées complètes de la personne en charge du projet, adresse(s) mail et téléphone(s)*) :
- Projet d'évaluation couplé à un autre **projet en cours** (suivi de placette permanente, cartographie des habitats, révision d'aménagement forestier, etc.) ?
- Comment avez-vous **eu connaissance** de l'existence de la méthode ?

II. SITE D'ETUDE

- **Territoire** et **périmètre** de l'évaluation :

Nom du site (Site Natura 2000, ou Réserve, etc.) :

Surface :

- Quels sont les **documents de gestion** en vigueur sur le site ? Et ce document est-il **en exercice** ou **en révision** ? :

- **Habitat(s) :**

Habitat (intitulé Corine Biotope ou Natura 2000)	Surface	Habitat évalué (Oui/Non) ?

- **Objectif** de la réalisation de l'évaluation de l'état de conservation d'un ou de plusieurs habitats (cocher et développer si nécessaire) :

- réalisation du DOCOB,
- révision du DOCOB,
- priorisation des mesures de gestion,
- stratégie de suivi de l'état de conservation,
- autre (préciser) :

- **Période** de réalisation du projet d'évaluation de l'état de conservation :

III. PHASE DE TERRAIN, RECOLTE DE DONNÉES

- **Période** de récolte des données utilisées :

- **Origine** (ou source) des données :

- **terrain** (cocher et développer si nécessaire) :

- période de terrain spécialement réalisée pour le projet d'évaluation de l'état de conservation :
- couplée à la réalisation d'un autre protocole :

- **bibliographie** : source(s) des données (DOCOB, plan de gestion de réserve, inventaire naturaliste etc.) :

ECHANTILLONNAGE

- Une **cartographie des habitats préexistait-elle** (cocher et développer si nécessaire) ?
 - Non
 - Oui :
 - Année de réalisation :
 - Référentiel utilisé : prodrome des végétations de France / Eur27 / CORINE/cahiers d'habitats / autre :
 - Structure ayant réalisé la cartographie :
- **Unité d'échantillonnage** choisie (*placette, transect, etc.*) :
- **L'échantillonnage des habitats** :
 - **Habitats échantillonnés avec méthode ponctuelle (placette)** :

Code	Surface	Nombre de points	Type d'échantillonnage (choix du positionnement des placettes ¹)

- **Type de données récoltées** (*Quel est le type de relevés qui a été réalisé? Et avec quelle méthode? Exemple : relevés phytosociologiques*) :

¹ Échantillonnage aléatoire/stratifié/ positionnement sur une grille / points choisis sur le terrain pour leur représentativité / imposé par un autre projet / autre (à préciser)

- **Difficultés** rencontrées lors de la mise en place et la réalisation de l'échantillonnage (faisabilité de l'échantillonnage aléatoire ou systématique, problème de sous-échantillonnage...):

IV. INDICATEURS

- A . Discussion sur la pertinence des indicateurs et des valeurs-seuils

Indiquez les indicateurs que vous avez utilisés selon les habitats évalués, ainsi que votre opinion sur la pertinence des valeurs-seuils :

Tableau des indicateurs pour les prairies de fauche (UE 6510 et UE 6520)

PARAMÈTRE	CRITÈRE		INDICATEUR		Indicateurs utilisés (cocher les cases)	Mise en place : difficultés rencontrées, changement du protocole ou de l'unité d'échantillonnage, etc.	Pertinence de l'indicateur et des valeurs-seuils ?
			Options	Description des indicateurs			
Surface couverte	Surface de l'habitat		Tendance d'évolution de la surface (et causes)				
	Morcellement et fragmentation		Tendance d'évolution de la fragmentation				
Structure et fonctionnement	Couverture du sol		recouvrement de ligneux (en %)				
	Composition spécifique	Composition floristique	A	Liste d'espèces floristiques (nationale 2011) "prairies fleuries"			
			B	Présence d'espèces eutrophiles			
			Présence d'espèces indicatrices du régime de fauche				
			Présence d'espèces allochtones envahissantes				
	Composition faunistique	Lépidoptères diurnes	A	indicateur 'couleur'			
			B	indicateur 'détermination d'espèces'			
		Coprophages	A	indicateur 'observation activité des coprophages'			
			B	indicateur 'gros coléoptères exigeants'			
	Altérations	Atteintes "diffuses" au niveau du site		Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface			
Atteintes au niveau du polygone		Atteintes et leur recouvrement (voir liste fournies et notes associées)					

Tableau des indicateurs pour les pelouses calcicoles (UE 6210)

PARAMÈTRE	CRITÈRE		INDICATEUR		Indicateurs utilisés (cocher les cases)	Mise en place : difficultés rencontrées, changement du protocole ou de l'unité d'échantillonnage, etc.	Pertinence de l'indicateur et des valeurs-seuils ?	
			Options	Description des indicateurs				
Surface couverte	Surface de l'habitat		Tendance d'évolution de la surface (indiquer les causes de l'évolution)					
	Morcellement et fragmentation		Tendance d'évolution de la fragmentation					
Structure et Fonctionnement	Couverture du sol		recouvrement de ligneux(en %)					
	Composition spécifique	Composition floristique		Présence d'espèces eutrophiles				
				Présence d'espèces indicatrices du régime agropastoral				
				Recouvrement du Brachypode				
				Recouvrement des espèces d'ourlet				
				Présence d'espèces allochtones envahissantes				
	Composition faunistique	Lépidoptères diurnes	A	indicateur 'couleur'				
			B	indicateur 'détermination d'espèces' (seuils à adapter)				
		Coprophages	A	indicateur 'observation activité des coprophages'				
			B	indicateur 'gros coléoptères exigeants'				
Altérations	Atteintes "diffuses" au niveau du site		Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface					
	Atteintes au niveau du polygone		Atteintes et leur recouvrement					

Tableau des indicateurs pour les prairies à molinie (UE 6410)

PARAMÈTRE	CRITÈRE		INDICATEUR	Indicateurs utilisés (cocher les cases)	Mise en place : difficultés rencontrées, changement du protocole ou de l'unité d'échantillonnage, etc.	Pertinence de l'indicateur et des valeurs-seuils ?	
			Description des indicateurs				
Surface couverte	Surface de l'habitat		Tendance d'évolution de la surface (et causes)				
	Morcellement et fragmentation		Tendance d'évolution de la fragmentation				
Structure et Fonctionnement	Couverture du sol		Recouvrement de ligneux				
	Composition spécifique	Composition floristique		Présence d'espèces turficoles			
				Présence d'espèces de mégaphorbiaies			
				Recouvrement du jonc diffus (<i>Juncus effusus</i>) pour le <i>Juncion</i> , ou de la molinie (<i>Molinia caeruleae</i>) pour le <i>Molinion</i>			
				Présence d'espèces prairiales			
				Présence d'espèces allochtones envahissantes			
	Composition faunistique	Lépidoptères diurnes	Présence d'espèces de Lépidoptères diurnes remarquables				
Altérations	Atteintes au niveau du polygone		Atteintes localisées (et recouvrement)				
	Atteintes "diffuses" au niveau du site		Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface				

Nota : pour chaque indicateur, n'hésitez pas à faire part de toute remarque, critique, proposition d'amélioration de la méthode de récolte ou de traitement de la donnée...

- Avez-vous utilisé d'autres indicateurs que ceux précisés dans la méthode ?

V. ANALYSES DES DONNEES

- Outils d'analyse (cocher et développer si nécessaire) :
 - Tableur + graphiques associés
 - Logiciel de statistique
 - Système d'Information Géographique (SIG)
 - Autre :
- Degré d'analyse (cocher et développer si nécessaire) :
 - Croisement et comparaison avec d'autres données
 - Acquis récemment :
 - Inventaires naturalistes :
 - Autres :
 - Avez-vous pu établir une comparaison temporelle avec des données acquises dans le passé ?
- Avez-vous eu la possibilité de confronter les résultats de cette méthode à un avis d'expert (cocher et développer si nécessaire) ?
 - Non
 - Oui :
 - L'expert a travaillé *a posteriori* et donné son avis sur les résultats issus des analyses (l'utilisateur de la méthode peut alors se poser comme expert).
 - L'expert a travaillé en parallèle et les conclusions ont été confrontées *a posteriori*.
 - Les conclusions furent : convergentes/divergentes ?

- **Type de représentation** choisie pour rendre compte de l'état de conservation à l'échelle du site (cocher et développer si nécessaire) :
 - Tableau récapitulatif des divers critères, basé sur la moyenne des notes
 - Graphiques de distribution des diverses variables associées aux critères
 - Cartographie des variables-critères
 - autres :

- Type de rendu (rapport indépendant/intégré au DOCOB...), disponibilité (en ligne, ci-joint...) :

- **Difficultés** rencontrées lors de l'analyse des données :

VI. TEMPS DE TRAVAIL ET COMPETENCES MOBILISEES

Phase	Personnes mobilisées et compétences	Nombre de jours par personne (nb de ETP utilisé)
Préparation de la phase terrain		
Récolte de données		
Analyses et synthèse des résultats		

VII. FINANCEMENT

Nous souhaiterions avoir une estimation du coût de la mise en place d'une méthode d'évaluation de l'état de conservation. Indiquer avec le plus de précisions possibles les coûts et la façon dont ils ont été calculés.

- Coût global de l'application de la méthode :

- Source de financements :

VIII. ANALYSE CRITIQUE DE LA METHODE

- Le gestionnaire a-t-il retenu et pris en compte des informations issues de l'application de la méthode ?
- La méthode a-t-elle présenté une plus-value notable dans la prise en compte des enjeux de conservation relatifs à ce site ?
- Comparaison et pertinence des résultats vis-à-vis d'autres méthodes d'évaluation de l'état de conservation :

- Suite à cette première application de la méthode d'évaluation de l'état de conservation, envisagez-vous un suivi de cet état de conservation (cocher et développer si nécessaire) ?
 - Non
 - Oui :
 - Basé sur l'ensemble des critères
 - Basé sur les critères qui furent limitants
 - Basé sur les critères choisis pour leur adéquation aux enjeux de conservation propres au site

- Propositions d'amélioration de la méthode (dont vous n'auriez pas pu faire part plus tôt dans le questionnaire) :

- Quelles sont les autres méthodes d'évaluation de l'état de conservation des habitats dont vous avez connaissance (*tous types de milieux confondus*) ? Quelles sont les autres méthodes que vous avez-déjà utilisé et pourquoi avez-vous choisie celle-ci plutôt qu'une autre?

- Quelles sont les autres informations qui vous seront utiles mais qui n'apparaissent pas dans la méthode (*exemple : lien gestion/état de conservation*) ?

- Autres commentaires sur la méthode :

MERCI DE VOTRE PARTICIPATION À CE PROJET !!!



Le réseau Natura 2000 a pour objectif le maintien ou la restauration dans un état de conservation favorable des espèces et des habitats naturels listés dans les annexes de la Directive Habitats-Faune-Flore (DHFF). Le ministère en charge de l'écologie a chargé le MNHN de mettre en place des méthodes pour évaluer l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire dans les sites Natura 2000. Depuis 2008 des travaux sont engagés afin de mettre en place des méthodes d'évaluation de l'état de conservation par grand type d'habitat.

Dans le contexte de la DHFF, le bon état de conservation n'est pas considéré comme une référence scientifique absolue mais comme une co-construction entre des principes écologiques et des exigences socio-économiques compatibles avec une préservation de la nature. Les habitats agropastoraux sont le parfait exemple de cet équilibre, où les activités humaines jouent un rôle clé dans le maintien et la conservation de ces milieux.

Cette version 2 du guide d'application présente des grilles d'analyse pour évaluer l'état de conservation des pelouses calcicoles, des prairies de fauche et des prairies à molinie dans les sites Natura 2000. Les études ayant abouties à ces méthodes se basent sur un ensemble de données récoltées sur le terrain. Des analyses statistiques ont permis le choix des indicateurs à partir de l'étude de leur pertinence, de leur redondance entre eux, et de leur place dans l'évaluation. Ces méthodes se veulent faciles à mettre en œuvre, afin d'être reproductibles et accessibles au plus grand nombre, notamment grâce à la simplicité de la récolte des données et de leurs applications.