



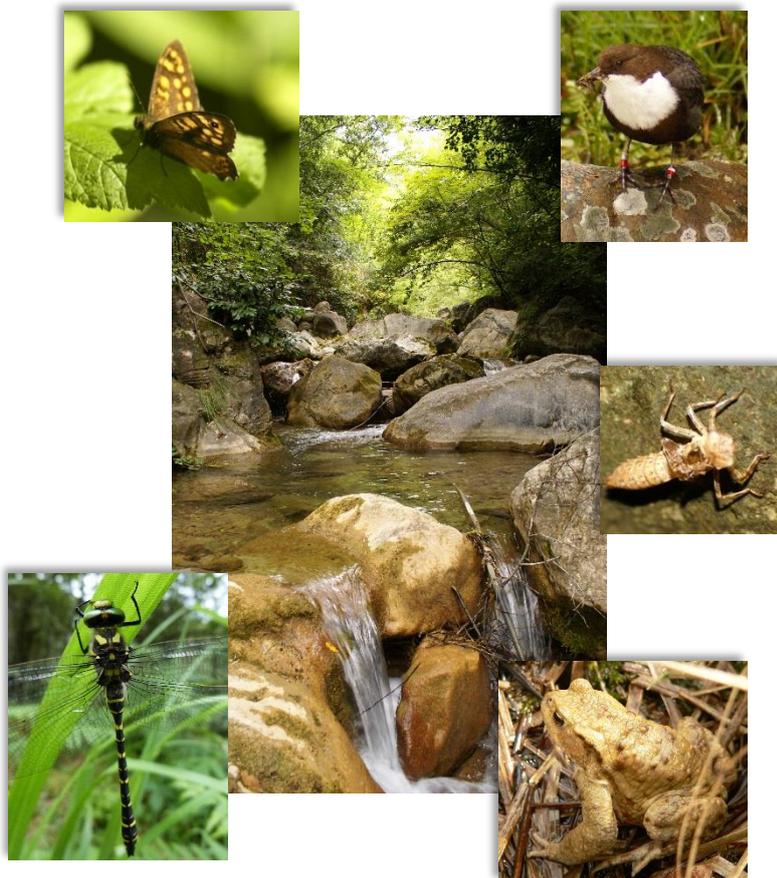
**MUSÉUM**  
NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

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

Benoît Legros, Jean Ichter, Pierre Cellier, Xavier Houard, Bastien Louboutin,  
Laurent Poncet, Renaud Puissauve & Julien Touroult



## Caractérisation des relations Espèce-Habitat naturel et gestion de l'information

Guide méthodologique

Version 1



## 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



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>

**Projet**

Caractérisation des relations Espèce-Habitat.

**Convention**

Convention MEDDE/DIT, actions « Conception d'une base de connaissance sur les relations Espèce-Habitat : contenu, méthode, gestion » et « Alimentation de la base de connaissance : issue de la bibliographie et des données déjà contenues dans l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) ».

Subvention pour charge de service publique du MEDDE : action « ONB »

**Chef de projet :**

Julien Touroult ([julien.touroult@mnhn.fr](mailto:julien.touroult@mnhn.fr))

Laurent Poncet ([laurent.poncet@mnhn.fr](mailto:laurent.poncet@mnhn.fr))

**Rédaction :**

Jean Ichter ([jichter@mnhn.fr](mailto:jichter@mnhn.fr)), Benoît Legros

**Experts mobilisés :**

Rhopalocères : Pascal Dupont ([pdupont@mnhn.fr](mailto:pdupont@mnhn.fr))

Oiseaux : Jean Roché ([jea.roche@wanadoo.fr](mailto:jea.roche@wanadoo.fr)), Jacques Comolet ([comolet@mnhn.fr](mailto:comolet@mnhn.fr))

Odonates : Bastien Louboutin ([bastien.louboutin@insectes.org](mailto:bastien.louboutin@insectes.org)), Xavier Houard ([xavier.houard@insectes.org](mailto:xavier.houard@insectes.org))

Mammifères : Audrey Savouré-Soubelet ([savoure@mnhn.fr](mailto:savoure@mnhn.fr)), Patrick Haffner ([haffner@mnhn.fr](mailto:haffner@mnhn.fr))

Herpétofaune : Jean-Christophe de Massary ([massary@mnhn.fr](mailto:massary@mnhn.fr))

**Contributions MNHN-SPN :**

Pierre Cellier, Mathieu Clair, Camille Gazay, Guillaume Gigot, Renaud Puissauve, Isabelle Witté

**Relecture :**

Vincent Gaudillat, Lise Maciejewski, Isabelle Witté

**Référence du rapport conseillé**

Legros B., Ichter J., Cellier P., Houard X., Louboutin B., Poncet L., Puissauve R. & Touroult J., 2016.

Caractérisation des relations Espèce-Habitat naturel et gestion de l'information. Guide méthodologique. Version 1.

Rapport SPN 2016-01, Service du patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 38 p.

**Crédits photographiques**

1<sup>ère</sup> de couverture :

La Maglia, Alpes Maritimes (Code EUNIS C2.2 Cours d'eau permanents à écoulement turbulent et rapide)

*Pararge aegeria*, *Cinclus cinclus*, *Boyeria irene*, *Bufo bufo*, *Cordulegaster bidentata* : © Jean Ichter

4<sup>ème</sup> de couverture :

Pâturage et moutons, Village Corse : © Jean E. Roché

*Podarcis muralis*, *Marmota marmota* : © Renaud Puissauve



Partie 3. Méthodologie et documentation des liens Espèce-Habitat pour chacun des groupes taxonomiques intégrés .....	24
1 Interprétation des termes généraux rencontrés dans la littérature .....	25
2 Les Oiseaux nicheurs .....	27
2.1 Démarche exploratoire à partir des données de distribution disponibles dans l'INPN ou de données habitats associées aux espèces disponibles dans certains inventaires. ....	27
2.2 Interprétation à dire d'experts des habitats des Oiseaux nicheurs.....	28
3 Les Lépidoptères Rhopalocères .....	30
3.1 La base de données des Rhopalocères .....	30
3.2 Les forces de relation entre les espèces et les habitats.....	31
4 Les Lépidoptères Hétérocères.....	32
5 Les Odonates.....	33
6 Les Orthoptères .....	35
CONCLUSION.....	37
Bibliographie .....	38
Sites internet de référence.....	42
Glossaire .....	42
Annexes.....	44
Annexe I - Clé dichotomique indiquant la force de relation d'une espèce avec son / ses habitat(s).....	44
Annexe 2 - Possibilités et limites d'utilisation de la base de connaissance espèce-habitat : cas d'étude pour une application pratique par les maitres d'ouvrage .....	47
1 Méthode .....	47
2 Résultats .....	47
3 Limites et améliorations .....	48
4 De bonnes perspectives .....	49
Annexe 3 - Comparaison de listes d'espèces forestières pour détecter et corriger les éventuelles incohérences. ....	50
1. Contexte et méthode .....	50
2. Résultats .....	54
Annexe 4 – Les principaux résultats de la caractérisation du lien Espèce-Habitat pour les Odonates.	

# Partie 1 - Cadrage du projet : les concepts et les outils pour caractériser la relation Espèce-Habitat

## 1 Introduction

Un des enjeux clés pour la conservation du patrimoine naturel est de comprendre les liens complexes qui existent entre les espèces et leur environnement. La notion d'habitat naturel est un concept particulièrement utile pour appréhender ces relations car elle intègre deux éléments centraux : l'espace géographique et les conditions de vie.

Lorsque l'on travaille à l'échelle du territoire national, il est nécessaire de disposer d'un langage commun. À ce titre les référentiels taxonomiques<sup>1</sup> et d'habitats<sup>2</sup> constituent des supports particulièrement adaptés car ils apportent une cohérence dans l'acquisition des connaissances et l'utilisation des données.

Dans le cadre de sa mission de collecte, de synthèse et de diffusion d'informations sur le patrimoine naturel, le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN) a été mandaté par la Direction de l'Eau et de la Biodiversité (MEDDE/DGALN/DEB) et la Direction des infrastructures de transport (MEDDE/DGTIM/DIT) du Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie pour cadrer et élaborer un cadrage méthodologique et première version d'outil de caractérisation des relations Espèce-Habitat.

## 2 Périmètre du projet

Le projet s'articule autour de la conception d'une base de connaissance sur la relation espèce-habitat, de la description de son contenu et de la mise en place d'une méthode pour identifier et renseigner ces relations. Le projet inclut également la gestion de cette base ainsi que son alimentation, en s'appuyant notamment sur des recherches bibliographiques, de l'analyse de données et la sollicitation d'experts. Suite au comité de pilotage du 8 septembre 2014, il a été décidé de commencer la synthèse et la saisie des liens Espèce-Habitat pour les groupes taxonomiques suivants :

- Les Papillons Rhopalocères : environ 250 espèces ;
- Les Odonates : environ 100 espèces ;
- Les Amphibiens : environ 30 espèces ;
- Les espèces de la directive Habitats-faune-flore : environ 250 espèces ;
- Les espèces de la loi sur l'eau menées dans le cadre de la convention avec l'ONEMA : environ 75 espèces.

Cette liste a ensuite été complétée par :

---

<sup>1</sup> <https://inpn.mnhn.fr/programme/referentiel-taxonomique-taxref>

<sup>2</sup> <https://inpn.mnhn.fr/programme/referentiel-habitats>

- Les Oiseaux nicheurs de France métropolitaine : environ 290 espèces
- Les Papillons Hétérocères de France métropolitaine : environ 1600 espèces
- Les Orthoptères de France : environ 220 espèces

Au total cette sélection comprend environ 2800 espèces pour la France métropolitaine.

### 3 Usages, limites et perspectives d'une base de connaissance Espèce-Habitat

#### 3.1 Les principaux usages

La base de données des relations entre les espèces et les types d'habitats a vocation à être rendue accessible librement et pourra faire l'objet de nombreux usages dans les domaines de la conservation des espaces et des espèces, de l'aménagement du territoire, de la recherche en écologie, de la vulgarisation et de la pédagogie... Sans chercher à énumérer de manière exhaustive les utilisations possibles d'une telle base de connaissance, on peut dire que l'intérêt principal de ce travail est de pouvoir **associer des données sur les espèces à des types d'habitats de la manière la plus constante et cohérente possible**. Naturellement, le nombre et le type d'usages dépendra de la qualité et de la précision des relations renseignées.

Par ailleurs, il est possible de distinguer deux types d'usages en fonction de l'information portée.

#### 1. Dans le sens de l'habitat vers l'espèce,

- cette base de connaissance permettra, par exemple, de **cibler les prospections** pour les inventaires de certaines espèces, en fonction de leurs habitats, en particulier les espèces patrimoniales et/ou protégées, ainsi que pour compléter les inventaires de distribution d'espèce ;
- cela permettra d'estimer la potentialité écologique de différents milieux ou de différents territoires (**indicateur de potentialité écologique**). Notamment, à l'échelle départementale ou d'une maille d'atlas (par exemple 10x10 km), ce type de base de données permettra à terme d'avoir une idée assez précise de la composition faunistique ou floristique potentielle. En effet, couplée à des cartographies d'habitats (à minima de « grands milieux ») et en prenant en compte la zone d'occurrence des espèces, il serait possible d'obtenir une liste d'espèces au moins potentiellement présentes au sein de ces mailles ainsi que leur répartition (voir annexe 2 et encadré ci-dessous) ;
- ces listes permettront de faciliter les évaluations d'impact de projets d'infrastructures (Études d'incidences environnementales) en permettant, à partir des grands milieux (et de la chorologie des espèces), d'établir une liste de taxon potentiels à rechercher ; ceci devrait notamment permettre aux services de l'État de mieux juger la qualité des études d'impact ;
- associée à une cartographie d'habitat, cette base de données ouvrira des perspectives nouvelles en conservation de la biodiversité, en rendant plus opérationnels des concepts qui restent encore difficilement applicables (dette d'extinction, crédit de colonisation, métapopulation...).

#### 2. Dans le sens de l'espèce vers l'habitat,

- à l'échelle départementale ou d'une maille d'atlas (par exemple 10x10 km), on pourra à partir de la distribution d'espèces sélectives ou spécialistes déduire des informations sur certains types d'habitats (présence potentielle, distribution, indicateur d'état de conservation...).
- guider les gestionnaires d'espaces dans de la restauration ou de la réaffectation d'espace. Par exemple, l'observation de telle espèce ou de tel cortège d'espèces peut conforter le gestionnaire dans ses efforts d'entretien ou de restauration ou encore révéler un nouvel enjeu de conversation à travers l'expression d'un habitat ou d'une fonctionnalité jusqu'alors ignorée

La spécialisation à l'habitat peut servir de proxy à la spécialisation globale, qui idéalement devrait être mesurée selon les différentes dimensions de la niche écologique (JULLIARD *et al.* 2016). C'est ainsi un facteur explicatif important pour l'interprétation écologique des patrons observés dans les communautés d'espèces et dans leurs tendances temporelles. Par exemple, on constate une ségrégation spatiale entre les espèces spécialistes et généralistes, ainsi qu'un déclin des spécialistes et la stabilité voir l'augmentation des généralistes (JULLIARD *et al.* 2006 ; CLAVEL *et al.* 2010). La relation à l'habitat permet ainsi d'établir des indicateurs fondés sur ces traits, et d'établir des synthèses « fonctionnelles » sur l'état et les tendances des communautés d'espèces.

Enfin, à terme, une meilleure compréhension des relations entre les habitats et les espèces pourrait permettre de développer plus des stratégies de conservation des espèces basées sur une approche habitat.

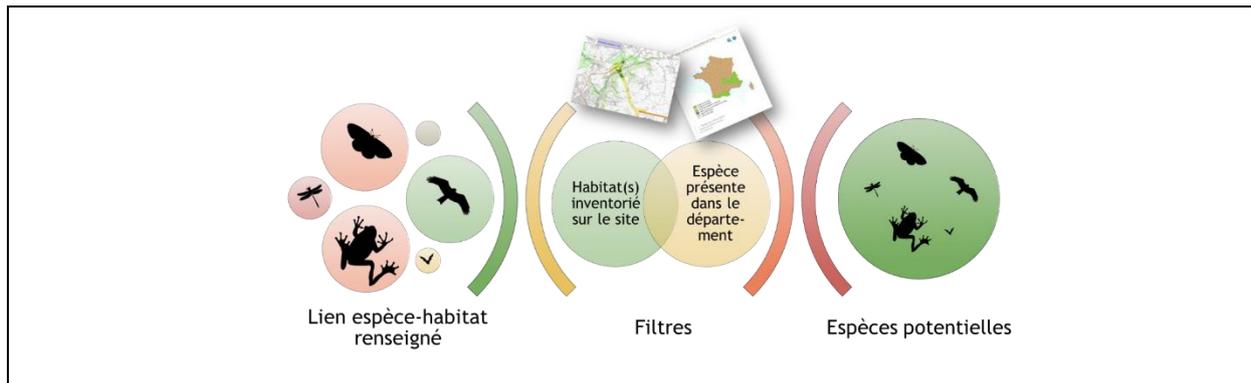
**Cas d'étude pour une application pratique par les maitres d'ouvrage : dossier contournement Est de Rouen (liaison A28-A13)**

À partir du dossier d'étude d'impact du contournement Est de Rouen, mis à disposition par la DIT, nous avons testé l'utilisation de la base de connaissance. L'objectif de ce travail est de comparer la liste des espèces inventoriées sur le site d'étude avec la liste des espèces potentiellement présentes.

Dans le cas de l'étude « Contournement Est de Rouen » sept groupes ont été étudiés (les liens espèce-habitat sont caractérisés et le groupe a été inventorié) : Amphibiens, Odonates, Coléoptères, Lépidoptères, Chauves-souris, Mammifères DHFF et Oiseaux. Les habitats inventoriés sur deux secteurs de l'étude ont été rattachés à la typologie EUNIS à partir des documents cartographiques. Le statut de présence départementale est fourni par l'Atlas de la biodiversité départementale et des secteurs marins ABDSDM : <https://inpn.mnhn.fr/programme/inventaire-abdsm>.

Sur les 48 espèces inventoriées dans l'étude d'impact, 42 (soit 88 %) étaient prédites par le lien espèce-habitat.

Les résultats de cette étude sont présenté en annexe 2.



### 3.2 Limites et perspectives

La mise en place d'une telle base de connaissance implique un certain nombre de difficultés qu'il convient d'identifier.

Dans un premier temps, il faut rappeler que les classifications d'habitats sont principalement basées sur les conditions du milieu et les communautés végétales (voir chapitre 4.2). En effet, la végétation est souvent considérée comme l'un des meilleurs indicateurs des conditions du milieu et de fonctionnement du système en raison son caractère intégrateur (RAMEAU 2001). Cependant, les espèces ne sont pas toujours sensibles aux mêmes facteurs que ceux qui conditionnent les habitats (BOULLET 2003 ; DEFAUT & MORICHON 2015 ; JEANMOUGIN *et al.* 2014). Ceci est vrai pour de nombreuses espèces animales mais également pour certaines espèces végétales non prises en compte dans les communautés qui définissent les habitats. À ce titre, la base de données Espèce-Habitat intègre différentes conditions nécessaires pour valider le lien, celles-ci concernant notamment la structure de l'habitat, le stade de développement des espèces et leur situation biogéographique (voir partie 2).

Par ailleurs, les sources d'informations permettant de lier les espèces aux habitats sont de natures très hétérogènes, et sont le plus souvent issues d'avis d'experts. Les difficultés liées à l'interprétation des avis d'expert portent 1) sur leur caractère subjectif, et 2) sur l'impossibilité de qualifier le niveau de subjectivité. De plus les méthodes statistiques, *a priori* moins subjectives, nécessitent des données de terrains en grand nombre, et associées directement à des informations précises sur les habitats ou pouvant y être associées (voir Partie 2). À ce jour, très peu de jeux de données répondent à ces critères.

Enfin, il n'est pas toujours possible de caractériser de manière homogène le lien espèce-habitat même au sein d'un groupe taxonomique. Cela dépend de l'existence ou non d'études approfondies, de synthèses ou de descriptions plus ou moins détaillées et d'interprétations par les experts de la bibliographie existante.

En résumé, la création d'une base de données Espèce-Habitat est **un exercice complexe mais que l'on peut juger nécessaire** étant donné que ces deux notions (espèce et habitat naturel) ont **une place centrale dans la conservation du patrimoine naturel**. À ce titre, ce travail est l'occasion de rappeler l'importance des méthodologies d'acquisition des données naturalistes (ICHTER *et al.* 2014 ; JEANMOUGIN *et al.* 2014).

## 4 Les référentiels nationaux pour les espèces et les habitats

Afin de bien cerner les possibilités qu'offre une base de données de liens entre espèces et habitats, il semble important de définir ces deux termes dans le cadre du projet, tout en gardant à l'esprit que l'espèce comme l'habitat sont des concepts.

### 4.1 Le référentiel taxonomique national TAXREF

La définition d'espèce peut recouper plusieurs facettes (lignée évolutive, fécondité, niche écologique, similitude des caractères morphologiques...). La niche d'une espèce se définit comme l'ensemble des paramètres qui caractérisent ses exigences écologiques propres (climatiques, alimentaires, reproductives...) (MAYR 1963 ; JOLLY 2014 ; MALET 1995). Le concept de niche se base sur l'adaptation évolutive des individus d'une espèce pour l'accès à des ressources du milieu. L'ensemble des localités où une espèce peut accéder à toutes ces ressources nécessaires correspond à l'habitat de cette espèce (JEANMOUGIN *et al.* 2014 ; BOULLET 2003). Autrement dit, l'habitat rassemble les lieux où vit potentiellement une espèce et est caractérisé par les composantes biotiques et abiotiques de ces lieux.

TAXREF est le référentiel taxonomique national pour la faune, la flore et la fonge de France métropolitaine et d'outre-mer, élaboré et diffusé dans le cadre de l'Inventaire national du Patrimoine Naturel ([inpn.mnhn.fr](http://inpn.mnhn.fr)) par le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN). Cet outil, unique pour la France, est le référentiel du Système d'information sur la nature et les paysages (SINP) coordonné par le ministère en charge de l'écologie.

Les objectifs du référentiel taxonomique (GARGOMINY *et al.*, 2015) sont de :

- donner un nom scientifique unique non ambigu pour chacune des espèces de France qui soit consensuel au niveau national et international ;
- permettre une interopérabilité entre les jeux et bases de données ;
- gérer les évolutions taxonomiques et nomenclaturales dans les données concernant ces espèces (suivi et gestion de la synonymie et de la hiérarchie taxonomique).

Dans le cadre de ce projet, nous travaillerons au niveau du taxon de référence, c'est-à-dire le nom d'espèce ou de sous-espèce valide retenu pour le référentiel national TAXREF. Pour faciliter la lecture de ce document, **nous employons le mot espèce au sens de taxon de référence TAXREF (espèce ou sous-espèce valide).**

### 4.2 La notion d'habitat et la typologie européenne EUNIS

#### 4.2.1 La notion d'habitat naturel et semi-naturel

Un habitat naturel et semi-naturel peut être défini comme un « espace homogène par ses conditions écologiques (compartiment stationnel avec ses conditions climatiques, son sol et matériau

parental et leurs propriétés physico-chimiques), par sa végétation, hébergeant une certaine faune, avec des espèces ayant tout ou partie de leurs diverses activités vitales sur cet espace » (RAMEAU 2001).

#### 4.2.2 Le choix de la typologie européenne EUNIS

EUNIS (*European Nature Information System*) est un système hiérarchisé de classification des habitats européens dont le but est de définir les types d'habitats d'une façon cohérente afin de pouvoir associer de manière constante des données à des habitats et ainsi permettre des comparaisons dans le temps et dans l'espace (MESH, 2008).

Construit pour les habitats terrestres à partir de la typologie CORINE Biotopes et de la classification paléarctique (ETC/BD-EEA, 2008), la classification EUNIS se caractérise par une restructuration des 3-4 premiers niveaux d'habitats et un important développement de la partie consacrée aux habitats marins. EUNIS comporte de nombreuses informations supplémentaires sur les habitats : espèces caractéristiques, correspondances avec d'autres typologies d'habitats, parfois caractéristiques stationnelles... On y trouve également des clés de détermination des habitats jusqu'au niveau 3 (ou 4). Dans la version de 2008, cette classification comporte 5 282 codes répartis en 11 grands types de milieux (habitats marins ; lande, fourré et toundra ; forêt...). Une traduction française est désormais disponible pour les habitats présents en France, (habitats terrestres et d'eau douce : LOUVEL *et al.*, 2013 ; habitats marins : BAJOUK *et al.*, 2015a, b). Au total, 2 545 habitats EUNIS sont considérés présents ou à rechercher en France (source INPN - état au 03/09/2015).

Le choix d'utiliser la typologie EUNIS comme pivot pour établir une base de données sur le lien Espèce-Habitat repose sur les arguments suivants :

- typologie de référence au niveau national et européen ;
- typologie considérée exhaustive sur le territoire national ;
- système hiérarchisé disposant d'une clé de détermination ;
- classification basée sur des attributs physiologiques et physiques, associés à quelques critères floristiques ;
- les niveaux supérieurs d'EUNIS (1, 2, 3 voire 4) correspondent généralement bien à la description des milieux et grands écosystèmes utilisés pour caractériser les habitats d'espèces de faune ;
- il existe des correspondances entre EUNIS et les autres typologies d'habitats (CORINE Biotopes, les Habitats d'intérêt communautaire) et de végétation (le Prodrome des végétations de France PVF2).

#### 4.2.3 Les niveaux de la typologie EUNIS

Dans les niveaux supérieurs (jusqu'au niveau 3 pour les habitats terrestres et 4 pour les habitats marins), le système de classification EUNIS est basé sur des attributs physiologiques et physiques, associés à quelques critères floristiques. Pour les niveaux les plus fins, les habitats terrestres sont

généralement repris de la classification paléarctique et s'appuient sur les unités de végétation définies par la phytosociologie.

Voici un exemple des niveaux d'un habitat forestier :

Niveau 1 : **G** - Boisements, Forêts et autres Habitats Boisés

Niveau 2 : **G1** - Forêts de feuillus caducifoliés

Niveau 3 : **G1.6** - Hêtraies

Niveau 4 : **G1.66** - Hêtraies calcicoles médio-européennes

Niveau 5 : **G1.661** - Hêtraies calcicoles centre-européennes des pentes sèches

#### 4.2.4 HabRef une base de données des référentiels d'habitats

HabRef (voir figures 1 et 2) est une base de données des référentiels d'habitats et de végétation (EUNIS, Natura 2000...) et de leurs correspondances. Il constitue un référentiel national unique réunissant toutes les versions officielles de toutes les typologies d'habitats et de végétations, terrestres et marins, concernant les territoires français de métropole et d'outre-mer.

Chaque typologie d'habitats est décrite avec sa méthodologie et ses objectifs propres. Pour chaque correspondance entre différents types d'habitats, le type de relation peut être précisé : équivalent, inclus, chevauchant... (CLAIR *et al.*, 2015). Un des enjeux est de faciliter l'accès aux typologies d'habitat et leur interopérabilité.

The screenshot shows the HabRef-Web application interface. At the top, there is a header with the title 'HabRef-Web' and a navigation menu with items like 'Accueil', 'Typologies', 'Correspondances', 'Taxons', 'Sources', 'Gestion des listes', 'Gestion des droits', 'Profil', and 'Déconnexion (Vincent)'. Below the header, there is a breadcrumb trail: 'Typologies > EUNIS > E2.1 - Pâturages permanents mésotrophes et prairies de post-pâturage'. The main content area is titled 'Détails de l'habitat' and shows the habitat 'E2.1 - Pâturages permanents mésotrophes et prairies de post-pâturage' with the ID '1747'. There are tabs for 'Description', 'Synonymes', 'Répartition', 'Bibliographie', 'Corresp. habitats', and 'Espèces'. The 'Espèces' tab is active, showing a table of associated species.

Groupe fonctionnel	Nom cité	CD_NOM	Nom Complet	Relation	Condition	Remarques	Validité	Diffusion Inpn	Sources associées	Notes
Angiospermes	Bellis perennis	85740	<i>Bellis perennis</i> L., 1753	Espèce caractéristique	Non renseigné	Non renseigné	Oui	Oui		0 note(s) disponible(s)
	Cardamine pratensis	87964	<i>Cardamine pratensis</i> L., 1753	Espèce caractéristique	Non renseigné	Non renseigné	Oui	Oui		0 note(s) disponible(s)
	Cynosurus cristatus	93860	<i>Cynosurus cristatus</i> L., 1753	Espèce caractéristique	Non renseigné	Non renseigné	Oui	Oui		0 note(s) disponible(s)
	Deschampsia cespitosa	94626	<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P.Beauv., 1812	Espèce caractéristique	Non renseigné	Non renseigné	Oui	Oui		0 note(s) disponible(s)
	Leontodon autumnalis	105480	<i>Leontodon autumnalis</i> L., 1753	Espèce caractéristique	Non renseigné	Non renseigné	Oui	Oui		0 note(s) disponible(s)
	Lolium	106499	<i>Lolium perenne</i>	Espèce	Non	Non	Oui	Oui		0 note(s) disponible(s)

Figure 1 Capture d'écran de l'application HabRef-web de gestion des référentiels habitats/végétation (consultation d'une fiche habitat)

Modifier l'habitat 1747

E2.1 - Pâturages permanents mésotrophes et prairies de post-pâturage

Description x    Synonymies x    Répartition x    Bibliographie x    Corresp. Habitats x    Espèces x

Historique x

Groupe fonctionnel	Nom cité	Nom Complet	Relation	Condition	Remarques	Validite	Diffusion Inpn	Sources Associées	Notes
Angiospermes	Bellis perennis	<i>Bellis perennis</i> L., 1753	Esp. caract. Sélectionner Esp. caract. : Espèce caractéristique Esp. diagn. : Espèce diagnostique Esp. dom. : Espèce dominante Esp. diff. : Espèce différentielle Comb. caract. : Combinaison caractéristique			Oui	Oui	Ajouter une source	Ajouter / Modifier une note
	Cardamine pratensis	<i>Cardamine pratensis</i> L., 1753	Esp. caract.			Oui	Oui	Ajouter une source	Ajouter / Modifier une note
	Cynosurus cristatus	<i>Cynosurus cristatus</i> L., 1753	Esp. caract.			Oui	Oui	Ajouter une source	Ajouter / Modifier une note
	Deschampsia cespitosa	<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P.Beauv., 1812	Esp. caract.			Oui	Oui	Ajouter une source	Ajouter / Modifier une note
	Leontodon autumnalis	<i>Leontodon autumnalis</i> L., 1753	Esp. caract.			Oui	Oui	Ajouter	Ajouter / Modifier

Figure 2 Capture d'écran de l'application HabRef-web de gestion des référentiels habitats/végétation (modification d'une fiche habitat)

## Partie 2. Guide méthodologique

La relation entre une espèce et un (ou plusieurs) habitat(s) naturel(s) correspond à la façon dont la niche écologique de l'espèce (c'est-à-dire son habitat d'espèce) se superpose avec les unités définies dans la typologie d'habitats.

Cette relation peut être décomposée en deux éléments, nécessaires pour l'utilisation du lien espèce-habitat :

- a) les habitats fréquentés par l'espèce ;
- b) la force de la relation entre l'espèce et chacun des habitats fréquentés (d'une présence opportuniste ou indifférente à ce qui constitue un préférendum écologique), force qui s'exprime dans le degré de sténocécie de l'espèce. Il s'agit d'une mesure de la spécialisation selon l'habitat, considéré comme une dimension intégrative de la niche écologique (DEVICTOR *et al.* 2010).

### 1 Identification des informations disponibles et choix de la méthode

Il existe plusieurs approches pour qualifier le lien entre une espèce et un (ou plusieurs) type(s) d'habitat. Nous avons identifié trois catégories de sources :

- modélisations et analyses statistiques ;
- synthèses bibliographiques ;
- expertises naturalistes.

Le choix d'une méthode est déterminé par les informations disponibles et elles ne sont pas mutuellement exclusives. Il est possible d'utiliser différentes méthodes complémentaires.

Dans tous les cas, il y a une étape d'interprétation entre le vocabulaire utilisé pour décrire l'écologie d'une espèce, et celui employé pour décrire les habitats. Cette interprétation étant plus ou moins subjective, une note méthodologique complémentaire accompagnera les données et précisera pour chaque source la manière dont l'expert a traité les formulations invitant à interprétation. Les groupes ayant d'ores et déjà été intégrés à la base de connaissance sont présentés en partie 3 de ce rapport.

#### 1.1 Analyses statistiques à partir des données

##### 1.1.1 Une démarche « idéale » : l'échantillonnage des communautés

Pour qualifier les habitats d'une espèce, il est possible de se baser sur un ensemble d'individus représentatifs de différentes populations. On parle alors d'échantillonnage. Cet échantillonnage des communautés peut être effectué sur un découpage précis des habitats avec un tirage d'échantillons indépendants dans chaque sous-groupe, il s'agit d'un échantillonnage stratifié.

JEANMOUGIN *et al.* (2014) proposent une méthode de caractérisation du lien entre espèce et habitat basée sur un échantillonnage des communautés d'espèces dans tous les habitats au niveau le plus fin de la typologie visée (en l'occurrence la typologie EUNIS). L'étape suivante consiste à remonter dans la hiérarchie à partir du niveau le plus fin de la typologie et donc de travailler sur toute la

stratification de la typologie. Suite à cet échantillonnage, il est recommandé d'utiliser la méthode statistique IndVal (DUFRENE & LEGENDRE 1997) pour rendre compte du lien (voir encart ci-dessous) et permettre de déterminer par espèce, le niveau typologique dans la hiérarchie où l'indice IndVal est maximisé. Cette méthode permet par ailleurs d'obtenir une valeur continue sur la spécialisation des espèces aux différents niveaux typologiques. Cependant, il n'existe pas à notre connaissance de jeux de données mobilisables permettant de mettre en œuvre dès à présent cette méthode. En effet, à l'échelle du territoire métropolitain, il manque encore des informations précises (typologiquement et géographiquement) sur les habitats ce qui limite l'exploitation des données sur les communautés d'espèces. Il existe toutefois pour certains groupes taxonomiques d'importants jeux de données (inventaires, atlas, et suivis) avec des informations sur l'occurrence ou l'abondance des espèces.

### L'indice IndVal

L'indice IndVal (DUFRENE & LEGENDRE 1997) a été développé pour identifier des espèces « indicatrices » d'habitats. Cet indice permet ainsi de mesurer la spécialisation des espèces vis-à-vis des habitats et est calculé comme suit :

$$\text{IndVal} = A_{ij} \times B_{ij} \times 100$$

Avec  $A_{ij}$  = Nombre d'individus de l'espèce  $i$  dans l'habitat  $j$  / Nombre total d'individus de l'espèce  $i$  dans tous les habitats

Et  $B_{ij}$  = Nombre de sites de l'habitat  $j$  où l'espèce  $i$  a été observée / Nombre de sites de l'habitat  $j$

L'indice IndVal peut être schématisé comme cela :

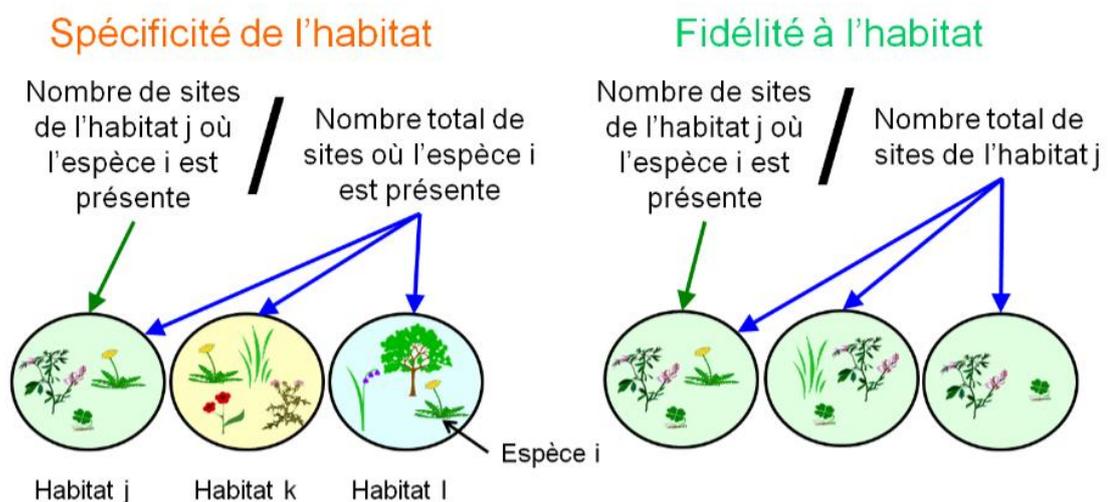


Figure 3 Principe du calcul de l'indice IndVal (Turcati 2011)

### 1.1.2 Approches basées sur des données d'occurrences ou d'abondance (inventaires, atlas, et suivis)

Pour certains groupes d'espèces, des jeux de données d'occurrence issues de protocoles ou de méthodes publiés sont disponibles sur des superficies suffisamment importantes pour permettre des interprétations statistiques des relations entre espèces et habitats.

Lorsque c'est possible, il est préférable d'utiliser des jeux de données où chaque observation est associée à un habitat. Différents protocoles d'inventaires et de suivis intègrent une typologie (ou à défaut une liste) d'habitats. On peut citer par exemple : les habitats INVOD/Cilif pour les Odonates *Syrph The Net* pour les Diptères Syrphidés... Ces typologies sont parfois peu conciliables ou assez éloignées du standard EUNIS, mais elles permettent des vérifications et généralement des rattachements sur les grandes catégories d'habitat.

La démarche consiste alors à comparer la fréquence des observations par habitat, en contrôlant par rapport à l'étendue de l'habitat et à son niveau de prospection.

Une autre approche consiste à croiser à posteriori des données d'occurrence (par ex. : données issues d'atlas voir des données opportunistes) avec des cartographies d'habitats. Ces dernières peuvent être issues de relevés de terrain (par ex. : cartographies phytosociologiques) ou issues de la télédétection (par ex. : CORINE Land Cover). La relation espèce-habitat peut alors être étudiée à l'aide de modèle de niche (MAXENT, GLM etc.), pour mettre en évidence les types d'habitats qui influent sur la probabilité de présence d'une espèce. À noter toutefois qu'il existe à ce jour peu de cartographies précises sur de vastes territoires qui soit mobilisables (ICHTER *et al.*, 2013 ; JEANMOUGIN *et al.* 2014).

Lorsque les protocoles intègrent des abondances relatives, il est possible d'avoir une démarche de comparaison des abondances relatives par habitat. C'est par exemple le cas pour la détermination des niveaux de spécialisation des espèces d'oiseaux communs dans le cadre du protocole STOC pour les oiseaux. Un SSI, Species Specialisation Index (JULLIARD *et al.* 2006) est calculé sous la forme du coefficient de variation de l'abondance par habitat (écart-type de l'abondance relative/ Moyenne de l'abondance relative entre habitats). Ceci donne une mesure continue de la force de la relation entre une espèce et les habitats qu'elle fréquente et peut ensuite être catégorisée (par exemple : oiseaux spécialiste forestiers, oiseaux générales etc.).

#### **Caractérisation statistique des habitats grâce aux données d'atlas : exemple des Odonates**

Dans le cadre de la Convention MEDDE/DIT, l'Office pour les insectes et leur environnement a contribué à l'alimentation de la base de connaissance sur les relations Espèce-Habitat pour les Odonates (LOUBOUTIN & HOUARD, 2015)

Ce travail a mobilisé la base de données de la SfO avec des relevés des habitats selon le référentiel des protocoles INVOD et Cilif (DOMMANGET, 2002). Les unités considérées pour l'analyse sont des mailles de 20 x 20 km avec plus de 10 données par maille.

La définition des habitats odonatologiques caractéristiques a été calculé grâce à l'Indice de valeur indicatrice IndVal (voir encadré ci-dessous) combinant spécificité et fidélité ainsi qu'une combinaison

optimale d'habitats (DE CACERES & LEGENDRE, 2009 ; DUFRENE & LEGENDRE, 1997). Parmi les résultats significatifs, la valeur IndVal maximale a été retenue. Les données pour lesquelles l'indice d'autochtonie de l'espèce a été considéré comme « certain » (reposant sur la détection de la larve ou de l'exuvie) n'étant pas assez nombreuses, tous les stades (dont les données d'imagos) ont été considérés pour l'analyse.

Voir Partie 3, chap. 5 Les Odonates

## 1.2 Analyses à partir d'informations issues de la bibliographie

Pour un certain nombre de groupes taxonomiques, il existe une ou plusieurs sources fiables et reconnues dans la littérature scientifique et naturaliste. Il s'agit notamment de :

- publications scientifiques (par ex : études « Espèces » centrées sur la niche écologique d'un taxon ou d'un groupe d'espèces) ;
- bases de données sur l'écologie des espèces (par ex : la banque de données botanique SOPHY) ;
- guides naturalistes et ouvrages de référence (par ex. : Faune de France, Biotopie éditions, Delachaux et Niestlé). Les données sur les habitats d'espèces dans ces ouvrages sont généralement issus d'avis d'experts ;
- littérature grise (par ex. : rapports d'expertise) ;
- autres publication (par ex. : Cahiers d'habitat N2000).

La méthode consiste à interpréter avec la plus grande homogénéité possible (au moins pour un même groupe taxonomique) les sources d'information, en privilégiant les sources les plus récentes et/ou les plus fiables, si possible couvrant un nombre important d'espèces. En cas d'information insuffisante ou de discordance entre les sources, le lien devra être validé par un expert.

## 1.3 Analyses issus d'expertises

En l'absence de jeux de données ou de sources bibliographiques fiables, disponibles et homogènes, on fera appel à un expert ou à un groupe d'experts. Ceux-ci feront une synthèse *ad hoc* à partir de la bibliographie existante, de données publiées et non publiés sur l'ensemble du territoire national associées à une connaissance fine de la biologie et de la chorologie du groupe traité. Dans certains cas, par exemple lorsque l'on dispose d'un panel d'expert, il est également possible de mettre en place un protocole systématique pour la réconciliation des avis d'experts.

La faible disponibilité de données espèces standardisées pouvant être associées à une information précise sur les habitats (au-delà de CORINE Land cover, trop grossier pour de nombreux usages) limite fortement les approches quantitatives. Dans la pratique, de l'expertise traduite dans des ouvrages naturalistes ou de l'expertise directe pour ce projet sont des sources particulièrement importantes.

## 2 Rattachement à un ou plusieurs habitats EUNIS

### 2.1 À quel niveau typologique établir le lien entre une espèce et un type d'habitat ?

Le niveau typologique de rattachement d'une espèce à un type d'habitat EUNIS doit être défini en prenant en compte deux critères :

- le niveau typologique retenu doit correspondre au degré maximal de spécialisation de l'espèce (voir chap. 3) ;
- on choisit le niveau typologique auquel la correspondance peut être établie avec la plus grande fiabilité possible.

La correspondance peut donc être établie à l'ensemble des niveaux de la typologie EUNIS.

À titre d'exemple :

- pour l'Isard (*Rupicapra pyrenaica*), le niveau pertinent correspond aux niveaux 1 (G- boisements, forêts et autres habitats boisés) et 2 (E4 pelouses alpines et subalpines) ;
- pour les Rhopalocères, la base de données développée par Pascal Dupont (voir Partie 3) établie tous les liens avec les habitats de la classification EUNIS au niveau 3, qui semble un compromis pertinent pour ce groupe d'espèces ;
- pour les Odonates, les 462 correspondances établies par l'Opie dans le cadre de cette étude (voir Partie 3) vont du niveau 1 au niveau 6, avec une grande majorité aux niveaux 3 et 4, par exemple les « mares des tourbières bombées » (C1.46) hébergent *Aeshna subarctica*, *Coenagrion hastulatum*, *Coenagrion lunulatum*, *Leucorrhinia dubia*, *Somatochlora alpestris*, *Somatochlora arctica*, *Sympetrum danae* ;
- pour les végétaux (trachéophytes et bryophytes) les niveaux les plus fins (les niveaux 5 et 6) sont souvent les plus pertinents. Par exemple *Micranthes stellaris* est une des espèces caractéristiques de l'habitat D2.2C12 Sources à *Philotonis* et à *Saxifraga stellaris*.

Cependant, sur les exemples traités, et notamment au regard des insectes, nous avons pu remarquer que le niveau 3 de la typologie EUNIS serait globalement le plus adapté. En effet, ce niveau se base sur des attributs physiologiques et physiques qui correspondent aux descriptions des habitats de nombreux guides naturalistes ou de certaines études sur l'écologie des espèces (DUFRENE & LEGENDRE, 1997). Les niveaux supérieurs sont souvent trop génériques et les niveaux inférieurs se différencient essentiellement sur des critères floristiques qui, le plus souvent, ne sont pas pertinents pour les espèces de faune.

#### **Relation entre le niveau typologique EUNIS et le niveau de spécialisation chez les Odonates**

L'analyse des résultats de la caractérisation statistique des habitats des Libellules indique une tendance à aller vers des niveaux plus précis dans la classification EUNIS à mesure qu'augmente la sténocécie, c'est-à-dire la spécialisation des espèces (fig. 4). Le niveau 2 ne convient qu'aux espèces

plutôt généralistes, alors que le niveau 4 est particulièrement adapté aux espèces plus spécialisées. De manière générale, les niveaux 3 et 4 sont les plus adaptés aux exigences des Odonates.

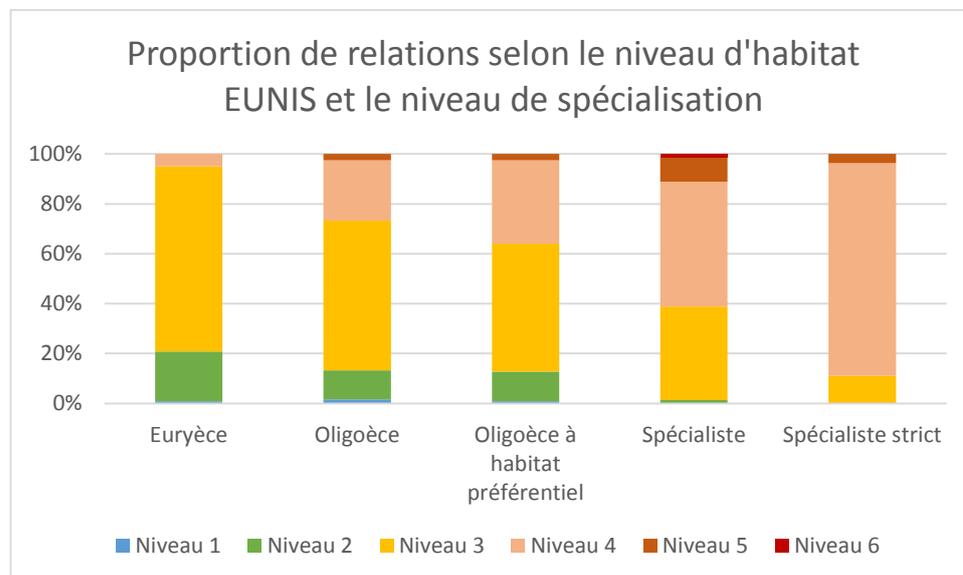


Figure 4 : Proportion de relations selon le niveau d'habitat EUNIS et le niveau de spécialisation des Odonates de France métropolitaine (LOUBOUTIN & HOUARD, 2015)

## 2.2 Rattachement d'une espèce aux niveaux supérieurs

Lorsque l'on renseigne une relation entre une espèce et un (ou plusieurs) habitats, il n'est pas nécessaire de renseigner systématiquement les niveaux supérieurs. Toutefois, dans certains cas, il pourra être pertinent de renseigner le (ou les) niveaux supérieurs. Par exemple, lorsque certaines conditions (stade de développement, structure, biogéographique) diffèrent selon le niveau typologique. Cela peut être également le cas lorsqu'il y a un intérêt à préciser le type de relation (certains orthoptères sont « spécialistes » des prairies sèches mais peut être « présents » dans d'autres types de prairies sous certaines conditions).

Par ailleurs, la classification EUNIS étant hiérarchique, il sera possible de déduire la présence d'une espèce dans les habitats des niveaux supérieurs. Par exemple, *Satyrium ilicis* qui se trouve dans les chênaies pubescentes (G1.7) sera par extension considérée comme présentes dans les « forêts de feuillus caducifoliés » (G1) et dans les « boisements, forêts et autres habitats boisés » (G). Toutefois, le niveau de sélectivité ne sera pas précisé (il sera considéré : « présente » par défaut) (voir chap. 3).

## 3 Définition du type de relation (degré de spécialisation)

Pour un traitement opérationnel dans une base de connaissance, on s'intéresse à la relation entre une espèce et un habitat. C'est-à-dire que si une espèce fréquente 3 habitats, on renseignera 3 relations.

### 3.1 Le degré de spécialisation (ou d'exclusivité)

La valence écologique, ou le degré de sténocécie, d'une espèce est la capacité que possède celle-ci de peupler des milieux différents (BLANDIN *et al.* 2015). Cette notion est étroitement liée à l'échelle à laquelle on se place (CHASE 2014). Il existe plusieurs approches pour évaluer le degré de fidélité (ou d'exclusivité) d'une espèce par rapport à un habitat (JEAMOUGIN *et al.* 2014). Celui-ci dépend de :

- la spécificité (exclusivité) à l'habitat ;
- la fréquence dans cet habitat ;
- l'abondance, en termes de densité dans cet habitat par rapport à d'autres.

#### Les types de relations utilisés en phytosociologie

En phytosociologie, une association végétale est définie par une combinaison répétitive originale d'espèces. On distingue trois types de relations entre une espèce et une association végétale : les espèces caractéristiques, les espèces différentielles et les espèces compagnes (GUINOCHET 1973)

Au sens strict une **espèce caractéristique** est une espèce absolument fidèle à une association végétale et une seule. Les phytosociologues considèrent cependant que cette notion est relative et que les espèces caractéristiques ne sont étroitement liées à une association qu'à l'intérieur d'un territoire limité (GUINOCHET 1973 ; OZENDA 1982). On préfère désormais parler de combinaison caractéristique du groupement.

Les **espèces différentielles** sont liés préférentiellement (et souvent localement) à une unité phytosociologique de rang inférieur (variante, sous-association, association) et permettent de séparer deux syntaxons (GEHU & RIVAS-MARTINEZ 1981).

Les **espèces compagnes** sont les espèces que l'on retrouve indifféremment dans la composition floristique de différents groupements.

BRAUN-BLANQUET a également proposé un classement des espèces en fonction de leur fidélité : exclusive, élective, préférante, indifférente et étrangère, (les trois premières peuvent être considérées comme des espèces caractéristiques ; REICHLING, 1949).

### 3.2 Liste des catégories de liens

Bien qu'une mesure continue du degré de spécialisation (ou d'exclusivité) d'une espèce par rapport à un habitat soit plus proche de la réalité et donc plus performante, il a été établi dans le cadre du présent travail une liste « discrète » pour un besoin codifier et standardiser ce degré. Il s'agit d'un dénominateur commun à différentes approches, plus ou moins précises.

Si une espèce est liée à plusieurs habitats, chacune des relations doit être évaluée indépendamment. Le tableau 1 résume les types de relation et les définitions associées. En annexe 1, un schéma d'attribution des relations espèces - habitats selon le niveau typologique EUNIS. Il est cependant possible d'utiliser d'autres approches pour caractériser le degré de spécialisation d'une espèce, en particulier si le jeu de données se prête à des analyses quantitatives. Voir par exemple encadré ci-dessous la méthode retenue pour le calcul d'un indice de spécialisation des Odonates, ou le chapitre 2 de la 3<sup>e</sup> partie pour les relations entre les milieux ouverts et les espèces de Rhopalocères.

Tableau 1. Liste des termes de définition de la relation d'une espèce vis à vis d'un habitat, pour un stade de développement donné.

Terme	Définition	Particularités de rattachement	Exemples
Euryèce	Espèce présente dans de nombreux types d'habitats sans préférence marquée. L'espèce est relativement <b>indifférente</b> vis-à-vis du type d'habitat ( <b>ubiquiste</b> ).	Espèce qui tolère d'importantes variations de facteurs écologiques. Elle est présente dans plusieurs grands types d'habitats (niveau 1 de la typologie EUNIS).	la Pipistrelle commune ( <i>Pipistrellus pipistrellus</i> ), la grande Sauterelle verte ( <i>Tettigonia viridissima</i> )
Présente ou Oligoèce non-sélective	Espèce dont la présence est documentée dans l'habitat sans information sur la force de la relation ; Espèce présente dans un nombre restreint de types d'habitats sans préférence marquée pour l'un d'entre eux.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Espèce dont la présence est documentée dans l'habitat sans information sur la force de la relation. Ce statut est défini par défaut en absence d'information ;</li> <li>- Espèce présente dans un seul grand type d'habitat (niveau 1 de la typologie EUNIS) sans préférence marquée aux niveaux inférieurs ;</li> <li>- Espèce présente dans plusieurs types d'habitats de niveau inférieurs (niveaux 2 ou 3) sans préférence marquée pour aucun d'entre eux.</li> </ul>	le Castor ( <i>Castor fiber</i> ), le Demi-Deuil ( <i>Melanargia galathea</i> ), le Triton alpestre ( <i>Ichthyosaura alpestris</i> ),
Sélective	Espèce oligoèce démontrant une préférence marquée pour un type d'habitat particulier	Habitat optimal de l'espèce, c'est-à-dire dont la part des effectifs ou le nombre de stations (la densité) est significativement plus important que dans les autres habitats. L'espèce sera notée « oligoèce non-sélective / présente » pour les autres types d'habitats non optimaux.	le Barbeau fluviatile ( <i>Barbus barbus</i> ) le Crapaud calamite ( <i>Bufo calamita</i> ), l'Escargot de Quimper ( <i>Elona quimperiana</i> )
Spécialiste	Espèce sténoèce à niche écologique étroite et présente dans un nombre très restreint de types d'habitats.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Espèce présente dans un seul type d'habitat de niveau 2 EUNIS (par exemple une espèce dont 90 % des effectifs ou des stations est dans cet habitat) ;</li> </ul>	l'agrion de Mercure ( <i>Coenagrion mercuriale</i> ), la Barbastelle d'Europe ( <i>Barbastella barbastellus</i> ),

		- Espèce présente dans un nombre très restreint de types d'habitats de niveau 3.	la Thécla du Prunier ( <i>Satyrium pruni</i> )
Spécialiste stricte	Espèce sténoèce inféodée à un seul type d'habitat précis et lié à des conditions particulières.	Espèce associée à des niveaux fins de la typologie d'habitat (4 EUNIS et plus précis) et liée à des conditions particulières.	le Criquet rhodanien ( <i>Prionotropis rhodanica</i> ), la Grande mulette ( <i>Margaritifera auricularia</i> )

#### Calcul d'un indice de spécialisation, exemple des Odonates

La méthode de MANTHEY & FRIDLEY (2009) et VIMAL & DEVICTOR (2015) a permis de classer les espèces d'Odonates sur un gradient linéaire de spécialisation selon la co-occurrence des espèces dans des sites. Cette méthode est basée sur le postulat qu'une espèce généraliste, qui vit dans des habitats variés, côtoie plus d'espèces qu'une espèce spécialiste restreinte à un seul type d'habitat. L'indice multi-sites de Simpson, qui met en évidence le changement de composition (BASELGA et al., 2007) a été retenu comme mesure de similarité. Les scores obtenus ont été discrétisés en cinq catégories selon la méthode de Jenks, permettant de classer les espèces en « Euryèces », « Oligoèce », « Oligoèce à habitat préférentiel », « Spécialistes » et « Spécialistes strictes ».

Voir Partie 3, chap. 5 Les Odonates

## 4 Types de restriction de la validité de la relation (conditions)

Les relations Espèce-Habitat peuvent être variables dans l'espace et dans le temps et, ainsi, soumises à un certain nombre de conditions.

### 4.1 Conditions liées au stade de développement de l'espèce

En fonction de la disponibilité et de la pertinence de l'information, il est possible de distinguer une relation pour différents stades (par exemple, une relation pour le stade larvaire et une relation pour le stade adulte). On peut également choisir de ne considérer que **le stade le plus critique** pour l'espèce, ce qui correspond au stade où le degré de spécialisation est maximal. Par exemple pour les Lépidoptères, l'habitat de la chenille est généralement plus spécialisé que celui du papillon. Les stades proposés dans la base sont : larve, juvénile, adulte.

À titre d'exemples :

- La **Grenouille agile** (*Rana dalmatina*) est, durant le stade larvaire, inféodée aux habitats aquatiques comme les mares et les étangs permanents (C1.1, C1.2), tandis que les adultes vont se rencontrer préférentiellement en forêts de feuillus (G1) ;
- Le **Saumon atlantique** (*Salmo salar*), effectue sa reproduction dans les rivières (C2.2, C2.3, C2.4) mais vit en milieu marin le reste du temps ;

- La **Cordulie à corps fin** (*Oxygastra curtisii*), dont la phase larvaire se déroule en rivière (C2.3) ou dans des pièces d'eau stagnantes (C1), alors qu'en période maturation elle fréquente également les milieux ouverts.

#### 4.2 Conditions liées au type d'activité de l'espèce

Il est possible de conditionner une relation espèce-habitat à un type d'activité : reproduction, alimentation, hivernage, estivage ou autre. Ce champs est notamment adapté pour :

- les espèces qui occupent des habitats différents selon la période de l'année (par ex. : les chiroptères ou les amphibiens) ;
- les **espèces migratrices**, qui ont généralement des préférences d'habitats plus marquées pendant les périodes sédentaires que durant la migration. On s'intéressera alors en priorité aux habitats des individus sédentaires (les plus spécialisés).

#### 4.3 Conditions liées à la zone biogéographique concernée

Le champ « Condition biogéographique » permet de renseigner les habitats utilisés dans une zone géographique particulière si ceux-ci sont différents du reste de l'aire de répartition.

En effet, différents écotypes d'une même espèce peuvent exister dans différentes **zones biogéographiques** et ainsi occuper des habitats naturels distincts. Par exemple, une espèce euryèce en zone méditerranéenne qui devient spécialiste des milieux ouverts thermophiles dans le reste de la France. Il est possible de renseigner dans la base de données la validité de la relation selon la zone biogéographique ou altitudinale : méditerranéen, montagnard, collinéen, planitiaire et autre.

#### 4.4 Conditions liées à la structure de l'habitat

Un champ de la base de connaissance permet de renseigner des composantes structurantes de l'habitat qui conditionnent la validité de la relation et qui ne sont pas décrites comme caractéristiques du type d'habitat EUNIS. Il s'agit donc d'autres caractéristiques de la niche écologique de l'espèce, non directement liées à la nature de l'habitat naturel.

On peut citer notamment :

- les espèces ayant besoin d'une aire minimale importante ou d'une grande connectivité entre les habitats ;
- les espèces ayant besoin de micro-habitats particuliers : cavité d'arbres, bois mort etc. ;
- les espèces inféodées à la présence d'une espèce végétale ou animale ;
- les espèces sensibles à certains types de pollution...

Ces qualités peuvent faire de ces espèces des indicateurs fonctionnels, ce champ est donc très important pour comprendre le lien espèce-habitat. On peut citer par exemple :

- la **Mulette perlière** (*Margaritifera margaritifera*), qui a absolument besoin d'un substrat siliceux meuble pour s'implanter et s'enfouir dans le lit de la rivière ;

- le **Crossope aquatique** (*Neomys fodiens*), qui est un mammifère très sensible à la pollution des milieux aquatiques (C1.1, C1.2, C2.1, C2.3) ;
- le **Grand rhinolophe** (*Rhinolophus ferrumequinum*), qui chasse au sein des clairières en milieu boisé. Il est indiqué fréquentant les forêts de feuillues caducifoliées (G1), avec la condition « forêt claire » et les prairies de fauche (E2.2) avec la condition « contexte forestier » ;
- le **Sonneur à ventre jaune** (*Bombina variegata*), qui fréquente les points d'eau comme les mares (C1) et les ornières en contexte forestier (G). Les habitats aquatiques sont renseignés avec la condition « contexte forestier », pour la période de reproduction.

### Partie 3. Méthodologie et documentation des liens Espèce-Habitat pour chacun des groupes taxonomiques intégrés

Les premiers groupes taxonomiques qui ont été intégrés à la base de données Espèce-Habitat ont été définis par la convention MEDDE-DIT/MNHN. Ce sont les Papillons Rhopalocères, les Odonates, les Amphibiens, les espèces d'intérêt communautaire (directive Habitats-faune-flore) et les espèces protégées étudiées dans le cadre d'une convention avec l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques (ONEMA).

Par la suite d'autres groupes jugés pertinents ont été intégré : les Oiseaux nicheurs de France métropolitaine, les Papillons Hétérocères et les Orthoptères de France métropolitaine.

Le tableau 2 présente les principales sources ayant permis de renseigner les relations Espèce-Habitat pour chacun de ces groupes.

Tableau 2. Nombre d'espèces traitées et sources utilisées

Groupes traités	Nombre d'espèces	Type de source	Interprétation (auteur)	Validation (expert)	Principales sources utilisées
Rhopalocères	Env. 300	Expertise, Bibliographie	B. Legros	P. Dupont	Base de données de Pascal Dupont SPN/MNHN ; MACIEJEWSKI <i>et al.</i> , 2015
Odonates	Env. 100	Analyse de données, expertise, bibliographie	B. Louboutin, X. Houard	B. Louboutin, X. Houard	Base de données SfO ; HEIDEMANN & SEIDENBUSH 2002 ; GRAND & BOUDOT 2006 ; TROCKUR <i>et al.</i> 2010 ; WILDERMUTH <i>et al.</i> 2005 ; GOFFART <i>et al.</i> 2006 ; BROCHARD <i>et al.</i> 2012

Amphibiens	Env. 30	Bibliographie	B. Legros	J.-C. De Massary	LESCURE & DE MASSARY 2012 ; DUGUET & MELKI (ed.), 2003
Espèces DHFF	Env. 250	Expertise, bibliographie	B. Legros	P. Haffner, A. Savouré-Soubelet (mammifères)	BENSETTITI F. & GAUDILLAT V. (coord.), 2002.
Espèces aquatiques protégées	Env. 75	Expertise, bibliographie	B. Legros, R. Puissauve		BENSETTITI F. & GAUDILLAT V. (coord.), 2002
Oiseaux	Env. 300	Expertise, bibliographie	J. Roché	J. Roché, J. Comolet	Cahiers d'habitats. Tome 8 Oiseaux
Hétérocères	Env. 1600	Bibliographie	P. Cellier		ROBINEAU <i>et al.</i> , 2007
Orthoptères	261 taxons	Bibliographie	J. Ichter		BELLMAN & LUQUET 2009 ; CHOPARD 1951 ; SARDET, ROESTI & BRAUD 2015.

## 1 Interprétation des termes généraux rencontrés dans la littérature

Au cours de l'analyse bibliographique pour renseigner les relations Espèce-Habitat, certains termes, n'ayant pas de réelle définition du point de vue de la typologie EUNIS, ont dû être interprétés afin de correspondre avec les définitions d'habitats présentes dans EUNIS. Une liste de ces termes a ainsi été créée avec l'interprétation EUNIS qui semblait la plus adéquate. La liste de ces termes et leurs définitions est présentée dans le tableau 3 :

Tableau 3. Interprétation des termes généraux rencontrés dans la littérature, tous groupes d'espèces confondus

Termes souvent rencontrés	Interprétation EUNIS	Code EUNIS possibles
Milieux aquatiques stagnants, plans d'eau, mares, lacs, étangs, etc...	Eaux dormantes de surface	C1
Milieux à courant lent, rivières, fleuves, etc...	Eaux courantes de surface	C2
Eboulis	Eboulis	H2
Rivières boisées	Forêts riveraines	G1.1, G1.2, G1.3
Prairies humides	Prairies humides et prairies humides saisonnières	E3

Marais, tourbières,...	Tourbières hautes et bas-marais	D
Milieu ouverts	Selon la zone d'occurrence de l'espèce : Prairies et pelouses, garrigues, certains bocages, habitats à végétation clairsemée, ...	E, F6, F5, X10, H5, ...
Fourrés, Landes, landes à genêts, à callune, formations buissonnantes, ...	Selon la zone d'occurrence de l'espèce : Fourrés alpins, fourrés tempérés, landes tempérées, maquis, garrigue, landes épineuses méditerranéennes	F2, F3, F4, F5, F6, F7
Milieu forestier	Selon la zone d'occurrence de l'espèce : Forêts caducifoliées, forêts mixtes, forêts de conifères	G
Parcs et jardins	Parcs et jardins domestiques ou non	X22, X23, X24, X25
Bâtiments, ruines, ...	Constructions	J1, J2
Bords de routes et chemins	Sites routier ou ferroviaires, zones piétinées	J4, H5.6
Fontaines, abreuvoirs, plans d'eau artificiels,...	Plans d'eau construits très artificiels et structures connexes	J5
Ourlets, clairières et lisières forestières	Ourlets forestiers, lisières	E5.2, E5.4
Bords de cours d'eau	Zone littorale des eaux de surface continentale	C3
Milieux dunaires	Dunes côtières et rivages sableux	B1
Friches	Selon la zone d'occurrence de l'espèce : Friches, jachères ou terres arables récemment abandonnées, fourrés, maquis, garrigue	I1.5, F
Grottes, cavernes, mines, souterrains, ...	Grottes, systèmes de grottes, passages et plans d'eau souterrains terrestres	H1, J3
Coteaux rocheux, falaises, ...	Falaises continentales, pavements rocheux et affleurements rocheux	H3
Zones urbaines, Toits, greniers, combles, Eglises, lotissements, bâtiments architecturaux, cimetières, ...	Bâtiments des villes et des villages, constructions à faible densité	J1, J2
Paysages agricoles, vignobles, ...	Terres arables à monocultures extensives, Cultures mixtes des jardins maraîchers et horticulture, monocultures intensives, vignobles	I1.1, I1.2, I1.3, FB.4

## 2 Les Oiseaux nicheurs

2.1 Démarche exploratoire à partir des données de distribution disponibles dans l'INPN ou de données habitats associées aux espèces disponibles dans certains inventaires.

**Phase 1. Croisement spatial des données** de l'atlas des oiseaux nicheurs (couche de synthèse utilisée pour le rapportage de la Directive Oiseaux en 2013, Comolet et al. 2015) avec les grands types d'écosystèmes (forestier, prairial, agricole, urbain) issus de CLC **présent dans les mailles d'atlas**.

Modélisation de la présence des espèces en fonction de la part des différents milieux dans le paysage de la maille (modèle de niche MAXENT) et détection des variables habitats significatives.

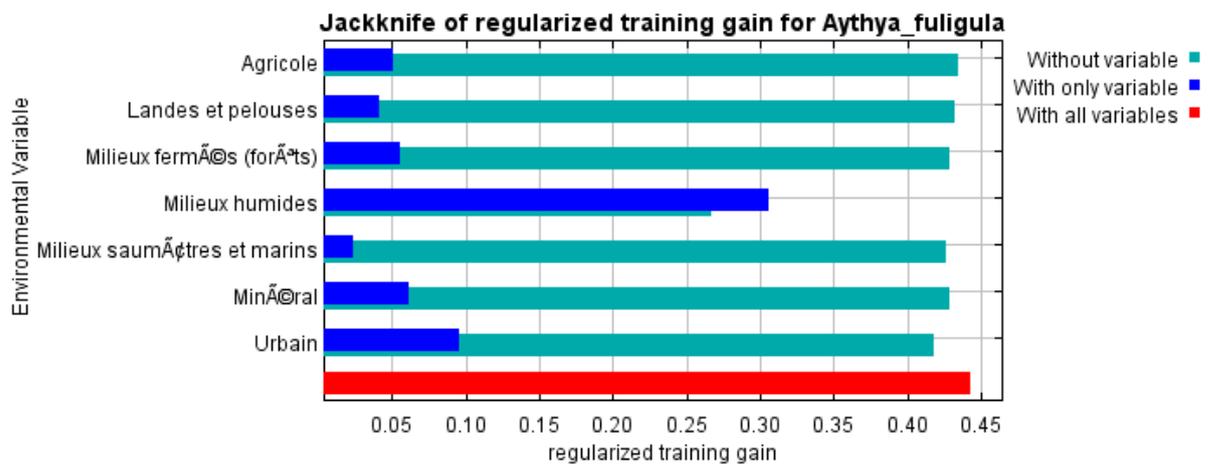


Figure 5 : Capacité prédictive du modèle Maxent pour le [Fuligule morillon](#) (*Aythya fuligula*) selon les habitats intégrés  
Légende : (en turquoise en supprimant l'habitat ; en bleu en utilisant que cet habitat comme prédicteur de la présence de l'espèce). La barre rouge représente la force prédictive du modèle complet.

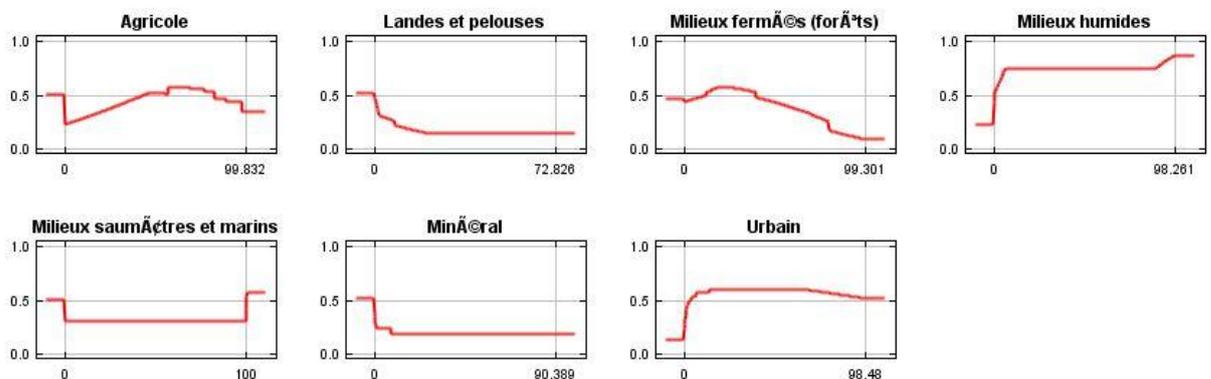


Figure 6 : Relations entre la probabilité de présence de l'espèce prédite par le modèle et la fréquence de chaque habitat (ratio de la surface de la maille couverte par l'habitat).

Le modèle montre que les « milieux humide » sont le type d'habitat qui permet de prédire au mieux la présence du [Fuligule morillon](#) (figure 5), par ailleurs, on observe que plus l'habitat « milieu

humide »est fréquent dans la maille, plus la probabilité que l'espèce soit présente est forte (figure 6). Par conséquent on peut déduire une forte affinité de l'espèce pour ces habitats.

### Phase 2. Expertise de la liste obtenue

- expertise de la liste obtenue dans l'étape précédente, en utilisant les informations bibliographiques ;

Finalement, après avoir été testé, ce travail n'a pas permis d'obtenir des données exploitables dans le cadre de l'établissement des relations entre les espèces et leurs habitats. En effet, pour une majorité d'espèces, il indiquait des relations assez évidentes et déjà connues mais présentait des résultats aberrants au regard de l'écologie de près d'un quart des espèces. Le manque de précision géographique des données espèces (synthèse par maille 10x10 km) et le manque de précision typologique des habitats (CORINE Land cover) sont les causes probables de ce manque de résultats probants. C'est pourquoi les relations oiseaux-habitats ont été décrites par avis d'experts appuyés par de la bibliographie naturaliste et issue de recherches.

## 2.2 Interprétation à dire d'experts des habitats des Oiseaux nicheurs

Pour les espèces d'Oiseaux nicheurs de France métropolitaine, les habitats ont essentiellement été renseignés par avis d'experts et par analyse des cahiers d'habitats Oiseaux, eux même synthèse de la bibliographie et d'un collège d'experts, dont l'interprétation est résumée dans le tableau 6 :

Tableau 3 : Interprétation des termes issus des Cahiers Oiseaux

Termes rencontrés dans les CAHIERS OISEAUX	Interprétation EUNIS	Code EUNIS possibles (inclus les sous-catégories)
Etangs, lacs, mares, canaux,...	Eaux dormantes de surface	C1
Vallées alluviales, ruisseaux rapides, rivières,...	Eaux courantes de surface	C2
Roselières, marais doux, bordures d'étangs, phragmitaies, Ripisylves	Zones littorales des eaux de surface continentales ; Forêts riveraines méditerranéennes	C3, G1.3
Marais à carex, marais à sphaignes, tourbières,...	Tourbières hautes et bas-marais	D
Plaines sèches, steppes, pelouses sèches/caillouteuses, coteaux sableux ou calcaires, prairies de	Pelouses sèches ; Pelouses xériques méditerranéennes ; steppes méditerranéennes ; Pelouses méditerranéo-montagnardes	E1, E1.3, E1.4, E1.5

fauches, zones steppiques de moyenne montagne		
Prairies mésophiles, prairies et jachères	Prairies mésiques	E2
Prairies et jachères, Prairies humides	Prairies humides et prairies humides saisonnières	E3
Alpages, prairies alpines	Pelouses alpines et subalpines	E4
Maquis, Garrigues	Maquis, matorrals arborescents et fourrés thermo-méditerranéens ; Garrigues	F5, F6
Landes, landes pauvres, landes à bruyères, landes à genêt, landes à rhododendrons, Landes subalpines, buissons denses, landes de moyenne montagne	Landes, Fourrés et toundras ; Fourrés arctiques, alpins et subalpins ; Fourrés tempérés ; Landes arbustives tempérées ; Landes sèches ; Landes épineuses méditerranéennes	F, F2, F3.1, F4, F4.2, F7
Aulnaies vertes, Saulaies alpines	Fourrés ripicoles et des bas-marais	F9
Haies, Jeunes reboisements, Plantations de conifères/arbustes/.., Vignobles, Pessières, Vergers	Haies ; Plantations d'arbustes ; Vignobles ; Vergers d'arbres fruitiers et d'arbres à noix ; Plantations très artificielles de conifères	FA, FB, FB.4, G1.D, G3.F
Bosquets, clairières forestières, coupes forestières	Alignements d'arbres, petits bois anthropiques, boisements récemment abattus, stades initiaux de boisements et taillis ; Coupes forestières récentes	G5, G5.8
Hêtraies, Chênaies, Massifs de feuillus et de pins, forêts de conifères	Forêts de feuillus caducifoliés ; Boisements mésotrophes à eutrophes ; Forêts de feuillus sempervirents ; Forêts de conifères ; Boisements mixtes thermophiles	G1, G1.A, G2, G3, G4.C
Zones bocagères, Boqueteaux	Bocages	X10
Mosaïques de polycultures, Plaines céréalières, Champs de blés ou de colza	Cultures et jardins maraîchers ; Cultures intensives parsemées de bandes de végétations naturelle et/ou semi-naturelle ; Pâturages boisés ; Cultures et jardins maraîchers ; Monocultures intensives	X07, X09, I1, I1.1
Habitats rupestres, côtes rocheuses, carrières, blocs/éboulis, falaises rocheuses, carrières de granulats	Falaises continentales, pavements rocheux et affleurements rocheux ; Falaises, corniches et rivages rocheux, incluant le supralittoral ; Sites industriels d'extraction ; Eboulis ; Zones de surface récemment abandonnées de sites industriels d'extraction	H3, B3, J3, H2, J3.3
Parcs, grands jardins, parcs urbains	Zones cultivées des jardins et des parcs ; Grands parcs	I2, X11

Autoroutes, Agglomérations, Fermes, Zones de décharges	Bâtiments des villes et des villages ; Réseaux de transport et autres zones de construction à surfaces dures ; Dépôts de déchets	J1, J4, J6
Points d'eau artificiels	Plans d'eau construits très artificiels et structures connexes	J5
Marais salés, Estuaires, Marais salants, Lagunes, Marais côtiers, Marais saumâtres, Sansouires méditerranéennes, Milieux humides salés	Estuaires ; Lagunes littorales salées ; Lagunes littorales saumâtres	X01, X02, X03
Dunes littorales	Dunes côtières et rivages sableux	B1
Iles rocheuses	Falaises, corniches et rivages rocheux, incluant le supralittoral	B3
Marge des rizières	Cultures inondées ou inondables, y compris les rizières	I1.4
Friches	Friches, jachères ou terres arables récemment abandonnées	I1.5

Certaines difficultés ont été rencontrées lors de l'interprétation et de la saisie des habitats pour les Oiseaux. En effet, seuls les habitats de reproduction ont été traités ainsi que de rares habitats d'alimentation et il semble difficile de se représenter correctement l'ensemble des habitats rassemblés sous un même niveau typologique.

Ainsi, dans le cas des espèces d'Oiseaux, il n'y a pas d'homogénéité du niveau typologique d'une espèce à l'autre, ni même au sein d'une même espèce. Certains habitats ont été renseignés au niveau 1, d'autre au niveau 2, ou encore au niveau 3.

### 3 Les Lépidoptères Rhopalocères.

#### 3.1 La base de données des Rhopalocères

La base de données produite par Pascal Dupont (MACIEJEWSKI *et al.*, 2015) renseigne sur deux habitats de niveau 3 de la typologie EUNIS pour chaque espèce de Rhopalocères.

Le premier habitat correspond à l'habitat optimal et est systématiquement renseigné, tandis que le deuxième habitat correspondant à l'habitat secondaire de l'espèce et est renseigné de façon facultative.

Cette base de données est issue de travaux de terrain, de la bibliographie et d'expertise liée notamment au lien entre plante-hôte et communauté végétale caractéristique des habitats. Les informations sont précisées par département. Cette base de données, disponible sur le site de l'INPN<sup>3</sup>,

<sup>3</sup>

[http://inpn.mnhn.fr/docs/N2000\\_EC/docs/Base\\_de\\_connaissance\\_sur\\_les\\_Lepidopteres\\_Rhopaloceres.zip](http://inpn.mnhn.fr/docs/N2000_EC/docs/Base_de_connaissance_sur_les_Lepidopteres_Rhopaloceres.zip)

est susceptible d'évoluer notamment en fonction de l'amélioration des connaissances sur la répartition départementale des espèces.

### 3.2 Les forces de relation entre les espèces et les habitats

Outre les habitats principaux et secondaires renseignés par département, cette base de données informe aussi sur la force de la relation entre les espèces et les habitats cités selon un cadre méthodologique (MACIEJEWSKI et *al.*, 2015) légèrement différent de celui proposé dans ce guide. Une adaptation de cette méthodologie a donc dû être mise en place, en tenant par ailleurs compte de la capacité de dispersion des espèces de Rhopalocères.

Les catégories de relations sont présentées ci-dessous :

**Liste 1** : espèces généralistes pouvant se rencontrer dans de nombreux types d'habitats.

**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 ; pour les milieux prairiaux, ces espèces sont très souvent observées dans des formations herbacées mésophiles à xérophiles.

**Liste 3** : pour les espèces de milieux ouverts, 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** : pour les espèces de milieux ouverts, 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.

Ces « listes » ont donc été aménagées en prenant en compte la dispersion des espèces afin de pouvoir attribuer à chaque relation Espèce-Habitat les qualificatifs définis dans le cadre méthodologique portant sur la caractérisation de ces relations. Il en résulte le tableau suivant :

Tableau 4. Adaptation des degrés de sténocécie issus de la base de données Rhopalocères

	DISPERSION		
	Forte	Moyenne	Faible
Liste 1	Euryèce	Présente / Oligoèce	Présente / Oligoèce
Liste 2	Présente / Oligoèce	Présente / Oligoèce	Sélective
Liste 3	Présente / Oligoèce	Présente / Oligoèce	Sélective
Liste 4	Sélective	Présente / Oligoèce	Spécialiste stricte

- Dans le cas des espèces ubiquistes (ici au sens de « indifférente » vis-à-vis du type d'habitat), l'espèce est renseignée comme étant Euryèce.

- Dans le cas d'espèces définies selon la méthodologie comme étant « présente » ou « sélective » pour l'habitat principal, ces mêmes espèces seront désignées « présente » dans l'habitat secondaire si les deux habitats sont renseignés.
- Si une espèce comprise en liste 3 ou liste 4 démontre une faible dispersion et possède deux habitats renseignés, l'espèce est alors qualifiée de « spécialiste » pour l'habitat optimal et « présente » pour l'habitat secondaire.

#### 4 Les Lépidoptères Hétérocères

Le guide des Papillons nocturnes de France (ROBINEAU *et al.*, 2007) est la principale source d'information utilisée pour renseigner le lien Espèce-Habitat des Hétérocères de France. Dans cet ouvrage naturaliste, plusieurs descriptions d'écologie ont dû être interprétées aux vues des différences d'utilisations de certains termes entre le guide des Papillons et la typologie EUNIS. En voici quelques exemples :

Tableau 5. Exemple d'interprétation d'une source bibliographique

<b>Termes du Guide des papillons nocturnes</b>	<b>Interprétation EUNIS (à affiner en fonction des autres éléments de la description de l'écologie)</b>	<b>Code EUNIS possible (inclus les sous catégories)</b>
Friche	Embroussaillage, zone de colonisation par la strate arbustive et arborée. Fourré.	F3, F5, F9, G2.1, I1.5
Chemin et laie forestière	Ourlet forestier, Site routier désaffecté,	E5.2, J4.1
Lisière forestière	Ourlet forestier, Lisière	E5.2, E5.4,
Milieu humide	Prairie humide, tourbière, bas marais, Fourré ripicole et de bas marais, Landes humides, berge de cours d'eau et d'eau stagnante	E3, D, F9, F4.1, C3
Forêt claire	Forêt de feuillus caducifoliés ou non Peut aussi se référer à une strate herbacée bien développée...	G1, G2
Coteau calcaire bien exposé	Milieu ouvert ou arbustif, fourré, Garrigue, matorral, maquis et pseudo maquis.	F5, F6, E1, F3
Maquis	Peut correspondre à la fois aux maquis, matorral, pseudo-maquis.	F5
Garrigue	Peut correspondre à la fois aux garrigues, maquis et matorrals	F5, F6
Sous-bois humide	Forêt de feuillus caducifoliés rivulaire et marécageux	G1.1, G1.2, G1.3, G1.4, G1.5, G1.9, G1.B
Milieux rocheux, Eboulis, Lapias,	Eboulis, pavement rocheux quasi nus, habitat sans végétation ou à végétation clairsemée sur substrats minéraux	H2, H3.5, H5.3
Marais	Roselière, Tourbière, Marais continental salé et saumâtre, lagune, forêt marécageuse, Fourré marécageux	C3.2, D1, D2, D5, D6, X02, X03, G1.4, G1.5, G1.9, G1.B, F9.2
Bord de cours d'eau	Zone littorale des eaux de surfaces continentales	C3
Clairière	Milieu temporairement ouvert dans une matrice forestière. Coupe forestière, Ourlet forestier	G5.8, E5.2, E5.4

## 5 Les Odonates

Les matériels et méthodes sont repris de LOUBOUTIN & HOUARD (2015), les résultats détaillés sont présentés en annexe 4.

### **Phase d'homogénéisation**

Cette première phase a consisté à réviser et trier, l'ensemble de la base de données d'occurrence odonatologique de la SfO qui avait été compilée pour l'évaluation de la Liste rouge des Odonates de France métropolitaine (631 000 données). Puis, les données ont été sélectionnées en fonction de la présence d'informations exploitables sur l'habitat odonatologique (238 000 données). Enfin, ces informations ont été homogénéisées selon le référentiel des habitats odonatologiques des protocoles INVOD et Cilif de la SfO (DOMMANGET, 2002).

### **Phase d'analyses statistiques**

Les analyses statistiques et géomatiques réalisés sont de trois types :

#### **a. Calcul d'un indice de spécialisation des espèces**

La méthode de MANTHEY & FRIDLEY (2009), testée sur des données d'occurrences de type Atlas par VIMAL & DEVICTOR (2015), nous a permis de classer les espèces sur un gradient linéaire de spécialisation selon la co-occurrence des espèces dans des sites. Cette méthode est basée sur le postulat qu'une espèce généraliste, qui vit dans des habitats variés, côtoie plus d'espèces qu'une espèce spécialiste restreinte a un seul type d'habitat. Les sites utilisés comme unités de co-occurrences sont des mailles de 20×20 kilomètres contenant plus de 10 données. L'indice multi-sites de Simpson (BASELGA *et al.*, 2007) a été retenu comme mesure de similarité. Les scores obtenus ont été discrétisés en cinq catégories selon la méthode de Jenks, permettant de classer les espèces en « Euryèces », « Oligoèce », « Oligoèce à habitat préférentiel », « Spécialistes » et « Spécialistes strictes ».

#### **b. Recherche des Habitats odonatologiques caractéristiques**

Les données renseignées avec une information sur l'habitat selon le référentiel INVOD nous ont permises de rechercher le(s) habitat(s) typique(s) pour chaque espèce. Pour cela, l'Indice de valeur indicatrice IndVal (combinant spécificité et fidélité) de DUFRENE & LEGENDRE (1997), avec combinaison optimale d'habitats (DE CACERES & LEGENDRE 2009), a été calculé. Parmi les résultats significatifs, la valeur IndVal maximale a été retenue. Les unités sont des mailles de 20×20 km avec plus de 10 données par habitat dans la maille. Les données d'autochtonie certaine étant insuffisante, tous les stades dont les données d'imagos ont été considérés pour l'analyse.

#### **c. Recherche des ensembles zoogéographiques**

Afin de comprendre la répartition des cortèges à l'échelle du territoire national, nous avons cherché à définir des ensembles zoogéographiques. Ceci dépasse le cadre strict de l'étude du lien Espèce-Habitat mais pourrait faciliter des analyses et interprétations au sein de sous-ensembles plus cohérents écologiquement. Ceci a été réalisé à partir des données d'occurrences par mailles (20×20 km) et en utilisant un indice de diversité bêta, permettant de quantifier le turnover des communautés entre mailles. Afin de définir des groupes aux peuplements similaires, les mailles ont été classées selon

un dendrogramme basé sur la matrice de distance  $\beta_{sim}$  (SIMPSON 1943) et la méthode de Ward (WARD 1963) comme règle d'agrégation des groupes. La classification obtenue est ensuite partitionnée en un nombre de groupes croissants (1 à 10) pour obtenir les ensembles zoogéographiques (WITTE & TOUROULT 2014). Les espèces caractéristiques de ces grands groupes ont été définies grâce à l'indice de valeur indicatrice IndVal (DUFRENE & LEGENDRE 1997).

### **Phase de recherches bibliographique**

Le référentiel des habitats odonatologiques de la SfO (DOMMANGET 2002) restant assez flou par rapport aux habitats EUNIS (LOUVEL *et al.* 2013) et assez général face aux exigences pointues de nombreuses espèces d'Odonates, nous avons également procédé à une phase de recherches bibliographiques. Les Odonates adultes fréquentant une multitude d'habitats terrestres, notamment lors de leur phase de dispersion et de maturation, nous nous sommes concentrés sur les habitats de reproduction et donc les exigences liées à la phase larvaire. Au-delà du milieu aquatique, le contexte paysager joue un rôle souvent déterminant, ce qui a été spécifié dans le champ « conditions liées à la structure de l'habitat ». L'ouvrage de référence principal correspond à *Larves et exuvies de France et d'Allemagne* (HEIDEMANN & SEIDENBUSH 2002), qui spécifie généralement les éventuelles plantes typiques des habitats larvaires et les facteurs physico-chimiques déterminants. Les autres références consultées à titre de confirmation ou de compléments sont : Les Libellules de France, Belgique et Luxembourg (GRAND & BOUDOT 2006), Atlas des libellules de la Grande Région (TROCKUR *et al.* 2010), Les Libellules de Suisse (WILDERMUTH *et al.* 2005), Les Libellules de Belgique : répartition, tendances et habitats (GOFFART *et al.* 2006) et *Fotogids Larvenhuidjes van Libellen* (BROCHARD *et al.* 2012).

### **Phase de correspondances entre habitats odonatologiques et EUNIS**

La correspondance entre les types d'habitats décrits et les habitats EUNIS a été réalisée au niveau aussi précis que possible. Il convient de noter que ce premier travail ne prétend pas à l'exhaustivité mais les habitats principalement utilisés en France ont été renseignés. Les distinctions entre grands types d'habitats aquatiques EUNIS (selon la charge en substance nutritive par exemple) n'étant pas toujours bien adaptées à certaines exigences des Odonates (facteurs clés : ensoleillement, profondeur, substrat du fond, structure de la végétation aquatique...), il sera important de consulter les informations renseignées dans le champ « conditions liées à la structure de l'habitat » pour savoir si les conditions sont vraiment réunies pour la présence potentielle de telle ou telle espèce dans l'habitat considéré.

## **6 Les Orthoptères**

Les Orthoptères représentent 261 taxons en France métropolitaine (SARDET *et al.* 2015). La connaissance sur l'écologie, la taxonomie et la chorologie de cet ordre d'insectes a beaucoup évolué ces dernières années (DEFAULT & MORICHON, 2015). Cette connaissance est devenue également beaucoup plus facilement accessible en langue française grâce au travail de l'Association pour la caractérisation et l'étude des entomocénoses (Ascète) et sa revue « Matériaux Orthoptériques & Entomocénotiques ».

La correspondance entre les habitats d'espèces et la typologie EUNIS a été établie sur la base des principales références bibliographiques couvrant l'ensemble du territoire métropolitain. Il s'agit des Faunes de France n° 56 (CHOPARD, 1951) et n°97 (DEFAUT & MORICHON, 2015), du cahier d'identification des Orthoptères de France, Belgique, Luxembourg et Suisse (SARDET *et. al.* 2015) et du guide des sauterelles, grillons et criquets d'Europe occidentale (BELLMAN & LUQUET, 2009). Des informations complémentaires ont été extraites d'articles scientifiques principalement publiés dans la revue « Matériaux Orthoptériques & Entomocénologiques ».

Ce groupe a la particularité d'avoir été étudié sous l'angle des entomocénoses. Les synusies, correspondants à des groupements faunistiques homogènes, sont caractérisées sur des bases plus ou moins statistiques et mettent en évidence différents facteurs comme le déterminisme écologique (identification des facteurs efficaces), les enchaînements dynamiques (reconstitution des séries climatiques), l'extension géographique et la mise en place historique (DEFAUT & MORICHON, 2015). Cependant, malgré une similitude forte avec les concepts et les outils de la phytosociologie, les synusies orthoptériques ne sont pas superposables aux associations végétales et des correspondances ne peuvent pas être directement établies.

En termes d'habitat, les Orthoptères sont surtout sensibles à des facteurs tels que la température, le degré d'humidité des milieux ou la structure de la végétation (e.g. encombrement végétal). D'autres facteurs influençant la composition floristique comme le niveau trophique du sol sont moins discriminant pour la plupart des espèces d'Orthoptères (BELLMAN & LUQUET, 2009 ; DEFAUT & MORICHON, 2015). On note cependant des exceptions comme le Criquet hérissé ([\*Prionotropis hystrix azami\*](#)) inféodé aux substrats calcaires ou la Decticelle sud-alpine ([\*Anonconotus apenninigenus\*](#)) qui privilégie les touffes d'*Astragalus sempervirens*.

Ainsi, les habitats naturels, semi-naturels et anthropiques définis par la typologie EUNIS intègrent, aux niveaux supérieurs (1 à 3) et dans un certain nombre de cas aux niveaux inférieurs (4), des facteurs liés à la structure et au climat correspondants aux besoins des Orthoptères. Les liens ont été établis à des niveaux de précision variant entre le niveau 1 et le niveau 4, et majoritairement aux niveaux 2 et 3. La connaissance de la chorologie et de la distribution altitudinales (SARDET *et. al.* 2015) des espèces d'Orthoptères a permis d'affiner l'établissement des liens.

Pour une grande majorité des taxons, des informations sur les conditions ont été saisies. Il s'agit par exemple de conditions comme l'altitude, la hauteur de végétation, la thermophilie, la présence de buissons, de bois clairs, de sols écorchés, de sable, les espèces lucifuges, troglodytes, synanthropes...

Parmi les espèces euryèces, on retrouve des espèces qui occupent indifféremment les milieux ouverts et boisés (par ex. le Caloptène occitan [\*Calliptamus wattenwylanus\*](#)). D'autres espèces euryèces se retrouvent en milieux ouverts mais dans une vaste gamme de conditions écologiques : prairies sèches à humides, jardins, friches (par ex. le Criquet mélodieux [\*Chorthippus biguttulus biguttulus\*](#)). Les espèces oligoèces sont souvent des espèces qui ont des exigences en termes de conditions climatiques (milieux secs ou humides) mais que l'on trouve dans des formations végétales différentes ; par exemple en prairies sèches et en garrigues pour l'Arcyptère languedocienne [\*Arcyptera brevipennis vicheti\*](#) ou dans les pelouses et les fourrés alpins et subalpins pour la Decticelle

montagnarde ([Anonconotus alpinus](#)). Les espèces sélectives sont également oligoèces mais elles ont un habitat optimal, comme le Criquet des Joncs ([Chorthippus jucundus](#)) qui colonise différents milieux mais qui affectionne plus particulièrement les scirpaies à *Scirpus Lacustris*. Les espèces dites spécialistes occupent des niches restreintes comme les milieux obscurs à hygrométrie élevée (passages souterrains, grottes, tunnels) pour les Dolichopodes, les plages de sables pour le Criquet des grèves ([Tetrix tuerki tuerki](#)), ou les rives sablonneuses pour le Tridactyle panaché ([Xya variegata](#)). Enfin les spécialistes strictes ne vivent que dans un seul type d'habitat de niveau fin, comme le Criquet de la Crau, [Prionotropis rhodanica](#), qui est inféodé aux Coussouls, les formations steppiques de la Crau.

## CONCLUSION

Bien qu'intuitif pour le naturaliste, caractériser les habitats des espèces n'est pas une tâche facile. Pour de nombreux groupes taxonomiques, il n'est pas évident d'identifier précisément, et dans tous les cas, les paramètres réellement responsables de la présence ou de l'absence des espèces. Pour autant, on dispose de plus en plus de connaissance à la fois sur la distribution des espèces mais également sur les facteurs environnementaux associés à leur présence. Un des objectifs de l'Inventaire national du patrimoine naturel est de consolider et rendre accessible cette information.

L'objet de cette base de connaissance Espèce-Habitat est de mobiliser les meilleures ressources disponibles afin de définir les liens entre deux référentiels nationaux Taxref et Habref (via la typologie EUNIS).

Ce rapport présente à travers de nombreux exemples, d'une part, les choix méthodologiques retenus et, d'autre part, les trois approches proposées pour définir le lien et qualifier la force de la relation. Il s'agit de la modélisation, des expertises et des synthèses bibliographiques (cette dernière étant le plus souvent issue de l'une ou l'autre des approches précédentes). Cependant, il n'existe pas (ou peu), à ce jour, de bases de données permettant de réaliser de manière systématique des modélisations robustes. C'est pourquoi dans la pratique, le rôle de l'expert est resté central lors de l'élaboration de la base de connaissance, et ce, même lorsque des jeux de données ont pu être mobilisés.

Cet outil à vocation à évoluer au gré des usages, de l'amélioration de la connaissance et de la disponibilité en données mais les premiers tests sur les usages mettent d'ores et déjà en évidence un potentiel important en terme de valorisations.

## Bibliographie

Bajjouk T., Guillaumont B., Michez N., Thouin B., Croguennec C., Populus J., Louvel-Glaser J., Gaudillat V., Chevalier C., Tourolle J., Hamon D. *et al.*, 2015a. *Classification EUNIS, Système d'information européen sur la nature : Traduction française des habitats benthiques des Régions Atlantique et Méditerranée. Vol. 1. Habitats Littoraux*. Réf. IFREMER/DYNECO/AG/15-02/TB1, pp. 231

Bajjouk T., Guillaumont B., Michez N., Thouin B., Croguennec C., Populus J., Louvel-Glaser J., Gaudillat V., Chevalier C., Tourolle J., Hamon D. *et al.*, 2015b. *Classification EUNIS, Système d'information européen sur la nature : Traduction française des habitats benthiques des Régions Atlantique et Méditerranée. Vol. 2. Habitats subtidaux & complexes d'habitats*. Réf. IFREMER/DYNECO/AG/15-02/TB2, pp. 337

Baselga, A., 2010. Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 19(1), 134-143.

Bellman H. & Luquet G., 2009. Guide des sauterelles, grillons et criquets d'Europe occidentale, Delachaux et Niestlé, Paris, pp. 383

Bensettiti F. & Gaudillat V. (coord.), 2002. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. *Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7 - Espèces animales*. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, pp. 353.

Blandin P., Couvet D., Lamotte M., Sacchi C. F. « ÉCOLOGIE », *Encyclopædia Universalis* [en ligne], consulté le 19 novembre 2015. URL : <http://www.universalis.fr/encyclopedie/ecologie/>

Brochard C., Groenendijk, D., Van Der Ploeg, E., & Termaat, T. 2012. Fotogids larvenhuidjes van libellen. KNNV Uitgeverij.

Boullet, V. (2003). *Réflexions sur la notion d'habitat d'espèce végétale*. Fédération des Conservatoires botaniques régionaux. pp 56.

Chase, J.M., 2014. Spatial scale resolves the niche versus neutral theory debate. *Journal of Vegetation Science* 25, 319–322.

Clair M., Gaudillat V., Louvel-Glaser J., Michez N. & Poncet L., 2015. *HABREF v1.0, référentiel des typologies d'habitats et de végétation pour la France. Guide méthodologique*. Rapport SPN 2015-59. Service du Patrimoine Naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, pp. 52

Chopard L. , 1951. *Orthoptéroïdes. Faune de France n° 56*. Fédération française des sociétés de sciences naturelles, Paris. pp. 359

Clavel, J., Julliard, R., Devictor, V., 2010. Worldwide decline of specialist species: toward a global functional homogenization? *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9, pp. 222–228.

De Cáceres, M., Legendre, P., 2009. Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. *Ecology*, 90, 3566–3574.

Defaut B., Morichon M., 2015. *Criquets de France (orthoptera, caelifera). volume 1*. Fédération française des sociétés de sciences naturelles, Montpellier. pp 361.

Devictor, V., Clavel, J., Julliard, R., Lavergne, S., Mouillot, D., Thuiller, W., Venail, P., Villéger, S., Mouquet, N., 2010. Defining and measuring ecological specialization. *Journal of Applied Ecology* 47, 15–25.

Dommanget J.-L., 2002. *Protocole de l'Inventaire cartographique des Odonates de France (Programme INVOD)*. Muséum National d'Histoire Naturelle, Société française d'odonatologie, 3e édition, pp. 64

Dommanget J.-L., Prioul B., Gajdos A., Boudot J.-P., 2008. Document préparatoire à une Liste Rouge des Odonates de France métropolitaine complétée par la liste des espèces à suivi prioritaire. Société française d'odonatologie (Sfonat). Rapport non publié, 47 pp.

Dufrêne M. & Legendre P., 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67, 345–366.

Duguet R. & Melki F. ed., 2003. *Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg*. Editions Biotope, ACEMAV coll., 2003 , 480 p.

ETC/BD-EEA. (2008). *European Nature Information System (EUNIS) Database. Habitat types and Habitat classifications*. Paris: European Topic Centre on Biological Diversity.

Gargominy, O., Tercerie, S., Régnier, C., Ramage, T., Schoelinck, C., Dupont, P., Vandiel, E., Daszkiewicz, P. & Poncet, L. 2014. *TAXREF v8.0, référentiel taxonomique pour la France : méthodologie, mise en oeuvre et diffusion*. Rapport SPN 2014 – 42. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. pp. 126

Gehu J.-M. & Rivas-Martinez S., 1981. Notions fondamentales de Phytosociologie. *Ber. Intern. Symp., Syntaxonomie*, 1-33.

Goffart, P., De Knijf, G., Anselin, A., & Tailly, M. 2006. Les Libellules (Odonata) de Belgique : répartition, tendances, et habitats. Gembloux, Groupe de Travail Libellules. Gomphus & CRNFB.

Grand, D., & Boudot, J. P., 2006. Les libellules de France, Belgique et Luxembourg. Ed. Biotope. 480 p.

Guinochet M., 1973. La phytosociologie. Collection d'écologie I. Masson éd., Paris, 227 p.

Heidemann, H. & Seidenbusch, R., 2002. Larves et exuvies des libellules de France et d'Allemagne (sauf de Corse). Bois-d'Arcy, Société française d'Odonatologie, 416 pp.

Ichter J., Savio L. & Poncet L., 2012. *Synthèse des expériences européennes de cartographie de la végétation (Programme CarHAB)*. Rapport SPN 2013-01. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, MEDDE, Paris, pp. 84

Ichter J., Poncet L., Touroult J., 2014. *Catalogues des méthodes et des protocoles. Phase 1 : Etude de définition et proposition d'une démarche*. Rapport MNHN-SPN 2014-52. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. pp.30

Jeanmougin M., Plattner G., Porcher E., Julliard R., Touroult J. & Poncet L., 2014. *Synthèse bibliographique des changements d'échelles cartographiques et des relations écologiques entre les espèces et leurs habitats*. Rapport SPN-CESCO-MNHN, MEDDE, Paris, pp 83.

Jolly, C.J., 2014. A darwinian species definition and its implications. *Evol. Anthropol.* 23, 36–38

Julliard, R., Clavel, J., Devictor, V., Jiguet, F., Couvet, D., 2006. Spatial segregation of specialists and generalists in bird communities. *Ecology Letters* 9, (11):1237-44.

Lescure J. & Massary de J.-C. (coords), 2012. Atlas des Amphibiens et Reptiles de France. . Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaires & biodiversité), pp 272

Louboutin B. & Houard X., 2015 *Qualification du lien Odonates-Habitats. Note méthodologique pour le MNHN*. Office pour les insectes et leur environnement. pp 6.

Louvel J., Gaudillat V. & Poncet L., 2013. *EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce*. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, pp. 289

Manthey M., & Fridley J. D., 2009. Beta diversity metrics and the estimation of niche width via species co-occurrence data: reply to Zeleny. *Journal of Ecology*, 97(1), 18-22.

Maciejewski L., Seytre L., Van Es J. & Dupont P., 2015. Etat de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire, Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Guide d'application. Version 3. Mai 2013. Rapport SPN 2015-43, Service du patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, pp. 179

Mallet, J., 1995. A species definition for the modern synthesis. *Trends in Ecology & Evolution* 10, 294–299.

Mayr, E., 1942. *Systematics and the origin of species, from the viewpoint of a zoologist*. Harvard University Press

MESH, 2008. *Guide de cartographie des habitats*. RST-DYNECO AG/07-20/JP .Ifremer centre de Brest, pp. 342

Ozenda P., 1982 *Les végétaux dans la biosphère*. Doin éd., Paris, 431 p.

Rameau, J.-C. (2001). *De la typologie CORINE Biotopes aux habitats visés par la directive européenne 92/43. Le réseau Natura 2000 en rance et dans les pays de l'Union européenne et ses objectifs (5-6 décembre 2000)*, Metz, pp. 57–63

Reichling L., 1949 Introduction à la phytosociologie. *Bull. Soc. Nat. Lux.*, N.S., 43, 219-241.

Robineau, R., Bachelard, P., Bérard, R., Colomb, C., Demerges, D., Doux, Y., Fournier, F., Gibeaux, C., Maechler, J., Schmit, P., & Tautel, C. 2007. *Guide des papillons nocturnes de France*. Delachaux et Niestlé SA, Paris. pp. 288

Sardet E., Roesti Ch. & Braud Y., 2015. *Cahier d'identification des Orthoptères (sauterelles, grillons et criquets) de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Ed. Biotope. pp. 304 + CD Audio.

Trockur B., Boudot J.-P., Fichet V., Goffart Ph., Ott J. & Proess R. 2010. *Atlas des Libellules (Insecta, Odonata). Faune et Flore dans la Grande Région*. Zentrum für Biodokumentation, Landsweiler-Reden. 201 pages.

Turcati L., 2011. *Mesurer la biodiversité pour comprendre l'effet des perturbations sur les communautés végétales : apport des caractéristiques écologiques et évolutives des espèces*. Thèse de doctorat.

Vimal R. & Devictor V. 2015. Building relevant ecological indicators with basic data: Species and community specialization indices derived from atlas data. *Ecological Indicators*, 50, 1–7.

Wildermuth H., Gonseth Y., Maibach A., 2005. Odonata – Les libellules de Suisse. *Fauna helvetica* 11, CSCF/SES, 398 pp.

Witté, I., & Touroult, J., 2014. Répartition de la biodiversité en France métropolitaine: une synthèse des Atlas faunistiques. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 14(1).

## Sites internet de référence

<http://inpn.mnhn.fr/>

<http://www.insectes.org>

<http://ascete.org>

## Glossaire

**Cilif** : Complément à l'inventaire des libellules de France

**Corine Land Cover** : CLC est une base de données permettant d'accéder à une cartographie de l'occupation du territoire pour l'Europe à l'échelle 1 : 100 000.

**Crédit de colonisation** : notion opposée à la dette d'extinction, le crédit de colonisation représente le potentiel de colonisation qu'offrent, à l'équilibre, de nouveaux habitats.

**Dette d'extinction** : concept écologique qui, dans notre contexte, prédit l'extinction future d'une métapopulation du fait du manque d'habitats potentiels colonisables et nécessaires à la stabilité dynamique de cette métapopulation.

**EUNIS** : European Nature Information System

**Espèce caractéristique** : espèce représentative d'un milieu donné, qui peut servir à définir l'habitat. En phytosociologie (sens strict), désigne une espèce qui ne se trouve que dans le groupement végétal qu'elle caractérise. Ce sens est de moins en moins utilisé au profit de la notion d'espèce différentielle et de la combinaison caractéristique du groupement.

**Habitat naturel et semi-naturel** : espace homogène par ses conditions écologiques (compartiment stationnel avec ses conditions climatiques, son sol et matériau parental et leurs propriétés physico-chimiques), par sa végétation, hébergeant une certaine faune, avec des espèces ayant tout ou partie de leurs diverses activités vitales sur cet espace (Rameau 2001).

**Habitat rudéral** : Correspond aux environnements fortement influencés et/ou perturbés par l'action de l'homme. Les friches ou les bords de chemins et de champs en sont des exemples.

**HabRef** : Base de données des référentiels d'habitats et de végétation

**INPN** : Inventaire National du Patrimoine Naturel

**INVOD** : Inventaire cartographique des Odonates de France

**IPE** : Indicateur de Potentialité Ecologique. Ce pré-diagnostic permet d'évaluer le potentiel écologique d'un site donné à partir d'une évaluation rapide des habitats présents.

**SINP** : Système d'information sur la nature et les paysages

**STOC** : Suivi Temporel des Oiseaux Communs. Programme participatif de suivi démographique des espèces d'Oiseaux communs en France existant depuis 1989.

**Valence écologique** : capacité que possède une espèce de peupler des milieux différents (Blandin et al, 2015).

**Zones biogéographiques** : Les zones biogéographiques permettent de délimiter de grands espaces, résultants de processus multiples et complexes (évolutif et écologique). Ces entités cohérentes nous permettent de distinguer des comportements écologiques différents pour une même espèce dans des contextes biogéographiques variant.

## Annexes

### Annexe I- Clé dichotomique indiquant la force de relation d'une espèce avec son / ses habitat(s)

1. Au niveau 1,

- L'espèce est présente dans une seule catégorie d'habitats N1 **2.**
- L'espèce est présente dans plusieurs catégories d'habitats N1 **9.**

2. Au niveau 2,

- L'espèce est présente dans la majorité ou tous les habitats N2 **SPECIALISTE N1.**
- L'espèce est présente dans un petit nombre d'habitats N2**3.**
- L'espèce est présente dans un seul habitat N2 **7.**

3. -L'espèce est présente dans la majorité ou tous les habitats des niveaux 3 correspondants

**4.**

-L'espèce est présente dans la majorité ou tous les habitats N3 d'une catégorie d'habitats N2 particulière (appelé  $\alpha$ ) et dans un ou peu d'habitats N3 dans les autres catégories N2 (appelés  $\beta$ )

**5.**

- L'espèce est présente dans un ou peu d'habitats des niveaux 3 correspondants **6.**

4. -L'espèce montre une préférence pour un habitat de niveau 2 particulier **SELECTIVE N2.**

- L'espèce ne montre pas de préférence pour un habitat de niveau 2 particulier **PRESENTE/OLIGOECE N2.**

5. -L'espèce montre une préférence pour l'habitat  $\alpha$  (de catégorie N2) **SELECTIVE N2 et PRESENTE/OLIGOECE autres catégories.**

- L'espèce montre une préférence pour l'un des habitats du niveau 3 des différentes catégories **SELECTIVE N3 et PRESENTE/OLIGOECE autres catégories.**

- L'espèce ne montre aucune préférence pour l'un des habitats de niveau 2 ou de niveau 3 **PRESENTE/OLIGOECE N2 et N3.**

6. Au niveau 3,

- L'espèce montre une préférence pour un habitat particulier **SELECTIVE N3.**
- L'espèce ne montre aucune préférence entre les différents habitats **PRESENTE/OLIGOECE**

**N3.**

7. -L'espèce est présente dans la majorité ou tous les habitats du niveau 3 correspondant **SPECIALISTE N2.**  
 -L'espèce est présente dans un ou peu d'habitats du niveau 3 correspondant **8.**
8. Au niveau 3,  
 -L'espèce est présente dans un seul habitat **SPECIALISTE N3** ou **SPECIALISTE STRICT.**  
 -L'espèce est présente dans un petit nombre d'habitats **PRESENTE/OLIGOECE N3** (ou si pertinent remonter d'un niveau).
9. Au niveau 2,  
 -L'espèce est présente dans la majorité ou tous les habitats N2 de plusieurs catégories N1 **10.**  
 -L'espèce est présente dans la majorité ou tous les habitats N2 d'une catégorie d'habitats N1 particulière (appelé  $\alpha$ ) et dans peu d'habitats N2 dans les autres catégories N1 (appelés  $\beta$ ) **11.**  
 -L'espèce est présente dans un ou peu d'habitats N2 de plusieurs catégories d'habitats de N1 **14.**
10. -L'espèce montre une préférence pour l'une des catégories d'habitats N1 **SELECTIVE N1** et **PRESENTE/OLIGOECE autres catégories.**  
 -L'espèce ne montre aucune préférence pour l'une des catégories d'habitats N1 **EURYECE** (pour tous les habitats N1 concernés).
11. -L'espèce est présente dans la majorité ou tous les habitats N3 des catégories N2 compris dans  $\beta$  correspondantes **12.**  
 -L'espèce est présente dans un ou peu d'habitats N3 des catégories N2 compris dans  $\beta$  correspondantes **13.**
12. -L'espèce montre une préférence pour l'habitat  $\alpha$  (de catégorie N1) **SELECTIVE N1** et **PRESENTE/OLIGOECE autres catégories.**  
 -L'espèce montre une préférence pour l'un des habitats du niveau 2 des différentes catégories **SELECTIVE N2** et **PRESENTE/OLIGOECE autres catégories.**  
 -L'espèce ne montre aucune préférence pour l'un des habitats **PRESENTE/OLIGOECE N1** et **N2.**
13. -L'espèce montre une préférence pour l'habitat  $\alpha$  (de catégorie N1) **SELECTIVE N1** et **PRESENTE/OLIGOECE autres catégories.**  
 -L'espèce montre une préférence pour l'un des habitats du niveau 2 compris dans  $\alpha$  **SELECTIVE N2** et **PRESENTE/OLIGOECE autres catégories.**  
 -L'espèce montre une préférence pour l'un des habitats du niveau 3 des différentes catégories **SELECTIVE N3** et **PRESENTE/OLIGOECE autres catégories.**

-L'espèce ne montre aucune préférence pour l'un des habitats de niveau 1 ou de niveau 3  
**PRESENTE/OLIGOECE N1 et N3.**

**14.** -L'espèce est présente dans la majorité ou tous les habitats des niveaux 3 correspondants  
**15.**

-L'espèce est présente dans la majorité ou tous les habitats N3 d'une catégorie d'habitats N2 particulière (appelé  $\alpha$ ) et dans peu d'habitats N3 dans les autres catégories N2 (appelés  $\beta$ ) **16.**

-L'espèce est présente dans un ou peu d'habitat des niveaux 3 correspondants **17.**

**15.** -L'espèce montre une préférence pour l'un des habitats de niveau 2 **SELECTIVE N2 et PRESENTE/OLIGOECE autres catégories.**

-L'espèce ne montre aucune préférence pour l'un des habitats de niveau 2 **PRESENTE/OLIGOECE N2.**

**16.** -L'espèce montre une préférence pour l'habitat  $\alpha$  (de catégorie N2) **SELECTIVE N2 et PRESENTE/OLIGOECE autres catégories.**

-L'espèce montre une préférence pour l'un des habitats du niveau 3 des différentes catégories **SELECTIVE N3 et PRESENTE/OLIGOECE autres catégories.**

-L'espèce ne montre aucune préférence pour l'un des habitats de niveau 2 ou de niveau 3  
**PRESENTE/OLIGOECE N2 et N3.**

**17.** Au niveau 3,

-L'espèce montre une préférence pour l'un des habitats **SELECTIVE N3 et PRESENTE/OLIGOECE autres catégories.**

-L'espèce ne montre aucune préférence pour l'un des habitats **PRESENTE/OLIGOECE N3.**

# Annexe 2- Possibilités et limites d'utilisation de la base de connaissance espèce-habitat : cas d'étude pour une application pratique par les maitres d'ouvrage

Dossier contournement Est de Rouen (liaison A28-A13)

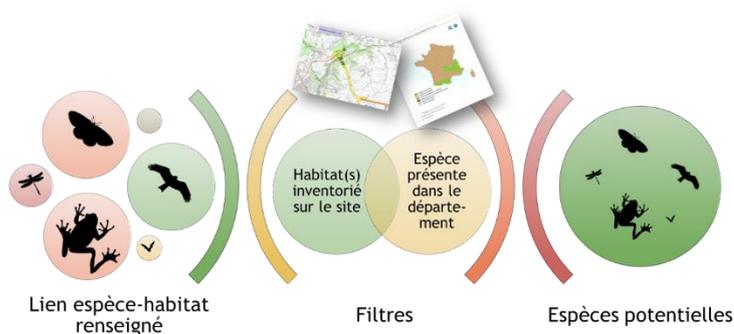
## 1 Méthode

À partir du dossier d'étude d'impact du contournement Est de Rouen, mis à disposition par la DIT, nous avons testé l'utilisation de la base de connaissance. L'objectif de ce travail est de comparer la liste des espèces inventoriées sur le site d'étude avec la liste des espèces potentiellement présentes. Trois éléments préalables sont indispensables pour obtenir une liste des espèces potentielles à partir de la base de connaissance :

- le lien espèce-habitat est renseigné pour les groupes taxonomiques étudiés ;
- les habitats présents sur le site d'étude sont connus (typologie EUNIS) ;
- pour les groupes étudiés, la liste des espèces présentes dans le département (ou autre résolution, ex : maille 10km<sup>2</sup>) est disponible.

Dans le cas de l'étude « Contournement Est de Rouen » sept groupes ont été étudiés (les liens espèce-habitat sont caractérisés et le groupe a été inventorié) : Amphibiens, Odonates, Coléoptères, Lépidoptères, Chauves-souris, Mammifères DHFF, Oiseaux. Les habitats inventoriés sur deux secteurs de l'étude ont été rattachés à la typologie EUNIS à partir des documents cartographiques. Le statut de présence départementale est donné par l'Atlas de la biodiversité départementale et des secteurs marins ABDSM : <https://inpn.mnhn.fr/programme/inventaire-abdsm>.

Pour qu'une espèce soit retenue sur la liste des espèces potentielles d'un secteur, il faut au moins qu'un de ses habitats soit présent et que l'espèce ne soit pas signalée comme absente ou disparue dans le département.



## 2 Résultats

Ainsi, sur les 1 132 espèces des groupes concernés, 435 sont liées à des habitats identifiés sur le premier secteur et 465 sur le second. Parmi elles, respectivement 279 et 293 espèces sont

potentiellement présente sur le site, quand on croise avec leur distribution générale (elles ne sont pas signalées comme absente du département de Seine-Maritime).

Alors que les inventaires sur le site d'étude ont ciblé uniquement les espèces « patrimoniales », la liste des espèces potentielles concernent toutes les espèces pour lesquelles on dispose des informations préalables.

48 espèces ont été inventoriées sur le terrain. Sur ces 48 espèces inventoriées dans l'étude d'impact, 42 (soit 88 %) étaient prédites par le lien espèce-habitat.

La liste des espèces potentielles s'élève à 346. Sur les 306 espèces non inventoriées, certaines ne sont probablement pas présentes, mais une bonne partie n'a simplement pas été inventoriée. Plusieurs raisons peuvent être avancées, par exemple le fait que l'espèce n'ait pas été recherché (espèce non patrimoniale), ou que l'espèce n'était pas présente (ou détectable) sur le site à la période où les inventaires ont été menés.

Par contre, seulement six espèces inventoriées ne figurent pas sur la liste des espèces potentielles. Pour cinq d'entre elle, les habitats associés dans la base de connaissances n'ont pas été identifiés sur les secteurs étudiés (pairies humides pour *Euphydryas aurinia* ; habitats aquatiques temporaires pour *Lestes barbarus* et *Bufo calamita* ; ourlets forestiers pour *Argynnis paphia*). Pour les habitats temporaires ou les écotones, ils n'ont pas été mis en évidence sur le rendu cartographique de l'étude, utilisée (et interprété). Enfin pour *Falco peregrinus*, les habitats caractéristiques sont absent des secteurs étudiés, mais c'est une espèce mobile (et qui n'était pas nicheuse sur le site) et pour *Athene noctua*, cette espèce est absente de la base de connaissance Espèce-Habitat.

Ce test empirique confirme un potentiel intéressant de l'outil comme aide à l'inventaire et à l'analyse critique des résultats d'un inventaire.



### 3 Limites et améliorations

En plus des limites identifiées pour la base de connaissance en elle-même (cf. partie 1 chap. 3), cet exercice a révélé quelques faiblesses. Notons tout d'abord que le nombre de groupes inventoriés dans l'étude d'impact était limité, ne permettant de tester l'outil de manière optimale. De plus, au sein de ces groupes, seules les espèces patrimoniales ont été recherchées et inventoriées. Le fait que la

cartographie des habitats n'utilise pas la typologie EUNIS a nécessité une interprétation de l'information pouvant être source d'erreur ou d'oubli. Enfin, l'échelle de la cartographie ne correspond pas toujours au niveau de précision requis pour définir l'habitat d'espèce.

#### 4 De bonnes perspectives

La liste des espèces potentielles est finalement assez simple à obtenir en amont, sous réserve de disposer d'une cartographie des habitats, ou à minima une cartographie des grands milieux. Elle ne se substitue évidemment pas aux inventaires d'espèce, mais permet de mieux les préparer. En effet, elle permet d'orienter les recherches vers les éléments patrimoniaux potentiels et de mieux anticiper les périodes les plus favorables.

Cette liste des espèces potentielles peut également être intéressante *a posteriori* pour l'instruction des dossiers. Selon la disponibilité des atlas pour les groupes étudiés, elle peut être construite à une résolution plus fine que celle du département.

Enfin, elle peut également être un indicateur des potentialités d'accueil d'un site pour les taxons difficiles à inventorier.

# Annexe 3- Comparaison de listes d'espèces forestières pour détecter et corriger les éventuelles incohérences.

## 1. Contexte et méthode

### Objectifs

Cette étude a pour objectif de comparer les relations espèce–habitat obtenues dans le cadre de deux travaux distincts au sein du SPN, afin de détecter les éventuelles incohérences, pour les analyser et les corriger le cas échéant.

- L'élaboration depuis 2010 d'une **liste d'espèces forestières**, classées conformément aux catégories de la liste rouge de l'UICN (y compris LC), afin d'alimenter les indicateurs de gestion durable (IGD) des forêts françaises assurés par l'IGN (inventaire forestier) = **liste IGD**.
- La base de connaissance **Espèce– Habitat**, objet de ce rapport, qui caractérise les liens entre plus de 2600 espèces et leur habitat naturel selon la classification EUNIS = **liste EUNIS**.

### **Mise en concordance : définitions**

Ces deux travaux diffèrent en partie par les méthodes employées et par les postulats établis. Un travail de mise en concordance a donc été réalisé afin de permettre la comparaison des deux listes. Après une comparaison des définitions utilisées pour désigner la « forêt » et le caractère « strict » d'une relation espèce-habitat, on constate rapidement qu'il n'est pas possible d'établir une équivalence exacte entre les travaux réalisés pour l'IGD et ceux avec les habitats EUNIS.

### **Forêt**

La définition de la forêt utilisée pour l'IGD correspond à peu de choses près aux habitats EUNIS de codes G (à l'exception de quelques habitats comme les alignements d'arbres). Afin de permettre une comparaison simple, l'équivalence suivante a été retenue :

« Forêt » IGD ↔ EUNIS « Habitats G »

### **Relation espèce – habitat**

La liste EUNIS caractérise les relations espèce– habitat de façon plus détaillée que la liste IGD. Les codes utilisés sont les suivants (tableaux 1 et 6) :

Liste des catégories de liens : Liste des termes de définition de la relation d'une espèce vis-à-vis d'un habitat EUNIS

Tableau 6 : Codes caractérisant le caractère forestier de l'espèce (liste IGD)

Code	Définition
1	espèce strictement forestière ou plus fréquemment présentes en milieu forestier

2	espèce au comportement mixte, se localisant de façon à peu près équilibrée en milieu forestier et dans des milieux ouverts
<b>vide</b>	pour les espèces non concernées

Pour permettre la comparaison, on considère les équivalences suivantes :

- Code IGD = 1 ↔ **Sélective/Specialiste (strict)** pour les habitats forestiers (G) dans EUNIS
- Code IGD = 2 ↔ **Euryèce/ Présente-Oligoèce non sélective /Plurivalente** pour les habitats forestiers (G) dans EUNIS

On considère par ailleurs que le code IGD = **vide** (« espèces non concernées ») signifie que l'espèce est strictement ou préférentiellement non forestière (présente uniquement dans des habitats non forestiers).

À noter cependant que pour identifier de véritables équivalences entre les codes IGD et les relations espèce-habitat EUNIS, le caractère des relations avec les habitats EUNIS non forestiers doit également être pris en compte (cf 1.3.). Par exemple, une espèce notée *Présente/Oligoèce non-sélective* dans des habitats G peut également être notée *Sélective* voire *Spécialiste* dans des habitats non-forestiers, auquel cas cela ne correspond pas à un code IGD 2 (localisation équilibrée entre habitats forestiers et non-forestiers).

## Méthode de comparaison

### Comparaison des listes

On applique la comparaison aux espèces présentes dans les deux listes. Pour les groupes comparables, on peut alors obtenir les bases de données sous la forme :

Code IGD

Habitat EUNIS et caractérisation de la relation

CD_REF	CD_NOM	Espèce FORESTIERE	CD_EUNIS2008	CD_TYPE_RELATION	
53651	Coenonympha hero (Linnaeus, 1761)	1	E3.5	Spécialiste strict	← 1
54472	Papilio alexanor Esper, 1800		H2.6	Sélective	← 2
53631	Coenonympha tullia (O. F. Müller, 1764)		D2.2	Spécialiste strict	← 2
53856	Euphydryas maturna (Linnaeus, 1758)	1	G1.A	Sélective	← 3
54496	Parnassius apollo (Linnaeus, 1758)		H3.6	Sélective	← 2
54496	Parnassius apollo (Linnaeus, 1758)		E1.1	Présent	
54496	Parnassius apollo (Linnaeus, 1758)		H3.6	Sélective	
54496	Parnassius apollo (Linnaeus, 1758)		E1.1	Présent	

La lecture de ces comparaisons permet de caractériser le degré de cohérence entre les deux listes pour chaque espèce considérée. Arbitrairement, on distingue trois possibilités : **cohérence**, **incohérence partielle** et **incohérence forte**.

Dans l'exemple de la figure 1, on peut interpréter :

1 – L'espèce est forestière « stricte/préférentielle » (code 1) d'après IGD alors qu'elle est spécialiste stricte d'un habitat autre que forestier (E3.5 – Prairies oligotrophes humides ou mouilleuses), et n'a aucune relation avec un habitat forestier d'après le lien espèce-habitat EUNIS → **Incohérence forte.**

2 – Ces espèces ne sont pas forestières d'après IGD (code vide), et elles sont présentes/oligoèce non-sélectives, voire sélectives ou spécialistes strictes dans des habitats EUNIS uniquement non-forestiers → **Cohérence.**

3 – L'espèce est forestière « stricte/préférentielle » (code 1) d'après IGD et sélective d'un habitat forestier (G1.A) d'après EUNIS → **Cohérence.**

La gradation des incohérences (partielles/fortes) permet de distinguer les cas d'opposition complète entre les deux listes (espèce forestière stricte dans une liste et absente en forêt dans l'autre, par exemple) des cas plus nuancés (espèce forestière stricte dans une liste et forestière non stricte dans l'autre, par exemple). Cette distinction est néanmoins subjective et pourrait être discutée.

### Clé de comparaison

Puisque l'information est présente sur plusieurs lignes pour chaque espèce dans le travail sur les habitats EUNIS, un code est attribué à chaque espèce afin de résumer cette information :

**Tableau 3 : Code attribué aux espèces selon le lien aux habitats EUNIS**

Habitat EUNIS	Relation	Code
Autre que G	Stricte = Sélective, spécialiste, spécialiste stricte	1
	Non stricte = Euryèce, Présente/Oligoèce non-sélective	2
G	Stricte = Sélective, spécialiste, spécialiste stricte	A
	Non stricte = Euryèce, Présente/Oligoèce non-sélective	B

Par exemple, une espèce spécialiste d'un habitat G et euryèce dans un habitat autre que G portera le code 2A.

La comparaison de ce code avec le caractère forestier selon l'IGD permet de caractériser la cohérence, selon la **clé de lecture** suivante :

Tableau 4 : Clé de lecture des comparaisons entre les listes IGD et EUNIS

FORESTIER	Statut de G		Statut de non G		Code	Commentaire
	Statut	Code	Statut	Code		
1	strict	A	strict	1	<b>1A, 12A, 1AB, 12AB</b>	toutes les possibilités avec A + 1
			non strict	2	<b>2A, 2AB</b>	autres possibilités avec A + 2 (sans 1)
			absent		<b>A, AB</b>	autres possibilités avec A (sans 1 ni 2)
	non strict	B	strict	1	<b>1B, 12B</b>	toutes les possibilités avec B + 1 (sans A sinon cf ci-dessus)
			non strict	2	<b>2B</b>	autres possibilités avec B + 2 (sans 1, sans A sinon cf ci-dessus)
			absent		<b>B</b>	autres possibilités avec B (sans 1 ni 2 ni A)
absent				<b>1, 2, 12</b>	toutes possibilités sans A ni B	
2	strict	A	strict	1	<b>1A, 12A, 1AB, 12AB</b>	toutes les possibilités avec A + 1
			non strict	2	<b>2A, 2AB</b>	autres possibilités avec A + 2 (sans 1)
			absent		<b>A, AB</b>	autres possibilités avec A (sans 1 ni 2)
	non strict	B	strict	1	<b>1B, 12B</b>	toutes les possibilités avec B + 1 (sans A sinon cf ci-dessus)
			non strict	2	<b>2B</b>	autres possibilités avec B + 2 (sans 1, sans A sinon cf ci-dessus)
			absent		<b>B</b>	autres possibilités avec B (sans 1 ni 2 ni A)
absent				<b>1, 2, 12</b>	toutes possibilités sans A ni B	
vide	strict	A			<b>A, 1A, 2A, AB, 12A, 1AB, 2AB, 12AB</b>	toutes possibilités avec A
	non strict	B			<b>B, 1B, 2B, 12B</b>	toutes possibilités avec B (sans A)
	absent				<b>1, 2, 12</b>	toutes possibilités sans A ni B

Légende
Incohérence forte
Incohérence partielle
Cohérence

## 2. Résultats

La comparaison est effectuée sur les espèces présentes dans les deux listes. Six groupes taxonomiques sont donc concernés, pour un nombre d'espèces variable : amphibiens, crustacés, mammifères, oiseaux, reptiles et rhopalocères.

Pour chaque espèce, on obtient donc : **cohérence (C)**, **incohérence partielle (IP)** ou **incohérence forte (IF)** entre les deux listes.

A noter que ces incohérences résultent des calculs et arbitrages qui ont été réalisés pour permettre leur identification (cf. élaboration de la clé de lecture). La méthode a volontairement été calibrée de manière à relever les incohérences au sens large afin de ne pas laisser passer un cas. Les « incohérences partielles » sont donc à discuter mais peuvent très probablement être levées sans difficulté. Les « incohérences fortes », moins nombreuses, sont à résoudre avec les experts de chaque groupe.

Les résultats obtenus sont présentés ci-après dans le tableau 5 :

**Tableau 5 : Résultats de la comparaison entre les listes IGD et EUNIS pour le lien espèces – habitats**

	IF	IP	C	Nb espèces
Amphibiens	0	18	15	33
Crustacés	0	2	0	2
<b>Mammifères</b>	<b>9</b>	<b>26</b>	<b>21</b>	<b>56</b>
<b>Oiseaux</b>	<b>6</b>	<b>67</b>	<b>195</b>	<b>268</b>
Reptiles	0	7	27	34
<b>Rhopalocères</b>	<b>10</b>	<b>35</b>	<b>199</b>	<b>244</b>
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>155</b>	<b>457</b>	<b>637</b>

La grande majorité des cas sont cohérents (72 %) ou en incohérence partielle (24%).

### Incohérences fortes

Le tableau 6 présente les 25 espèces pour lesquelles la comparaison des deux listes a donné lieu à une « incohérence forte ». Les colonnes 2 et 3 indiquent la classification de ces espèces dans chacune des deux listes et éclairent l'origine de la détection d'une incohérence.

Tableau 6 : Incohérences fortes résultant de la comparaison sur le lien espèces – habitats

Groupe	Code dans IGD	Lien esp-hab EUNIS	CDREF	Nom_valide
Mammifères	1 = espèce strictement ou préférentiellement forestière	Espèce sélective/spécialiste d'un habitat non forestier (non G)  Pas d'habitat forestier (G) mentionné pour cette espèce	60360	Eptesicus serotinus (Schreber, 1774)
			60400	Myotis emarginatus (E. Geoffroy, 1806)
			60527	Plecotus austriacus (J.B. Fischer, 1829)
			60383	Myotis mystacinus (Kuhl, 1817)
			60427	Myotis blythii (Tomes, 1857)
	vide = espèce non forestière	Espèce sélective/spécialiste d'un habitat forestier (G)	60411	Myotis escaleraei Cabrera, 1904
			60457	Nyctalus lasiopterus (Schreber, 1780)
			60490	Pipistrellus nathusii (Keyserling & Blasius, 1839)
			79299	Myotis alcathoe Helversen & Heller, 2001
Oiseaux	1 = espèce strictement ou préférentiellement forestière	Espèce sélective d'un habitat non forestier (non G)	3422	Columba oenas Linnaeus, 1758
			2440	Phalacrocorax carbo (Linnaeus, 1758)
	vide = espèce non forestière	Espèce sélective/spécialiste d'un habitat forestier (G)	2486	Ardeola ralloides (Scopoli, 1769)
			2636	Aquila pomarina C. L. Brehm, 1831
			2869	Aegyptus monachus (Linnaeus, 1766)
			3798	Remiz pendulinus (Linnaeus, 1758)
Rhopalocères	1 = espèce strictement ou préférentiellement forestière	Pas d'habitat forestier (G) mentionné pour cette espèce	53376	Hipparchia fagi (Scopoli, 1763)
			53379	Hipparchia alcyone (Denis & Schiffermüller, 1775)
			53615	Lopinga achine (Scopoli, 1763)
			53651	Coenonympha hero (Linnaeus, 1761)
			53767	Limenitis reducta Staudinger, 1901
			53770	Limenitis camilla (Linnaeus, 1764)
			53878	Argynnis paphia (Linnaeus, 1758)
			219807	Hipparchia genava (Fruhstorfer, 1908)
	vide = espèce non forestière	Espèce sélective d'un habitat non forestier (non G)	53851	Euphydryas intermedia (Ménétrières, 1859)
			716499	Laeosopis roboris (Esper, 1793)

Sur cette base et après expertise, les listes de relations ont été corrigées, soit dans la liste IGD, soit dans la base de relations Espèce-Habitat EUNIS. Quatorze espèces sont concernées (7 mammifères, 6 oiseaux et 1 rhopalocère). Deux espèces ne sont pas modifiées en raison d'un manque de données (*Myotis escaleraei* Cabrera, 1904) ou d'une incohérence due à l'habitat d'hivernage de l'espèce (*Myotis emarginatus* (E. Geoffroy, 1806)).

La détection d'incohérences « fortes » reste en effet soumise aux choix méthodologiques réalisés, en particulier dans le choix de ce qui est un habitat « forestier » dans EUNIS ou de la définition large de « forêt dans les IGD ». Ainsi, certaines espèces forestières d'après les IGD indiquent une incohérence en raison de l'absence d'habitat forestier EUNIS G mentionné pour l'espèce, même si des habitats tels que *E5.2 Ourlets forestiers thermophiles* sont indiqués. C'est le cas pour toutes les espèces de Rhopalocères (hormis *Laeosopis roboris* (Esper, 1793), pour lesquelles les bases de relations espèces-habitats ne sont donc pas modifiées (9 espèces concernées).

Ce travail de comparaison a permis d'améliorer la cohérence entre les bases de relations Espèce-Habitat, souvent grâce à l'actualisation des connaissances concernant l'écologie des espèces concernées

## Annexe 4 – Les principaux résultats de la caractérisation du lien Espèce-Habitat pour les Odonates.

Parmi les **93 espèces d'odonates évaluées**, cinq n'ont pas d'habitats EUNIS proposés par manque d'information sur le territoire national (\*) ou du fait qu'à notre connaissance elles ne s'y reproduisent pas actuellement (\*\*). Ces espèces sont : *Anax junius* \*\*, *Chalcolestes parvidens* \*, *Lindenia tetraphylla* \*\*, *Pantala flavescens* \*\*, *Paragomphus genei* \*\* et *Sympecma paedisca* \*\*.

Au total, **462 relations Espèce-Habitat** ont été renseignées pour **104 différents habitats EUNIS**, du niveau **1** (ex : « D ») au niveau **6** (ex : « C1.2411 »). Le nombre de relations va de **1** (*Somatochlora meridionalis*) à **10** (*Sympetrum fonscolombii*) pour une moyenne de **5,2** (ET : 1,9) relations.

Les habitats EUNIS les plus fréquemment renseignés (pour plus de 5 espèces) (fig. 5) sont : les milieux affiliés aux *eaux courantes de surfaces* (C2), les *eaux dormantes de surfaces* (C1), les *plans d'eaux construits très artificiels* (J5), les *tourbières hautes et bas-marais* (D), les *pannes dunaires humides* (B1.8) et les *zones littorales des eaux de surface continentales* (C3). Les deux habitats EUNIS les plus fréquemment renseignés pour les Odonates sont : *les cours d'eau permanents non soumis aux marées à débit régulier* (C2.3) et *les lacs, étangs et mares mésotrophes permanents* (C1.2).

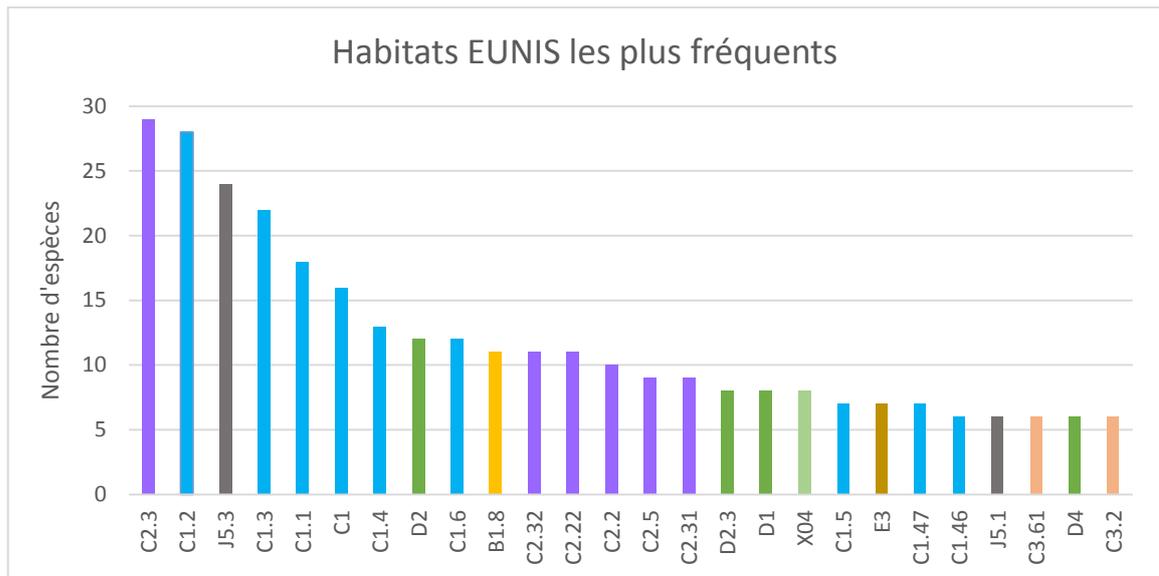


Figure 5. Fréquences des Habitats EUNIS pour les Odonates

La majorité des habitats EUNIS renseignés pour les Odonates (fig. 6) sont de niveau 3 (par ex. : C1.2), suivis du niveau 4. Il est difficile de rester au niveau 1 qui englobe trop d'habitats différents ou de qualifier au-delà du niveau 5 qui devient trop précis avec des considérations purement botaniques qui révèlent peu de sens pour la plupart des espèces d'Odonates.

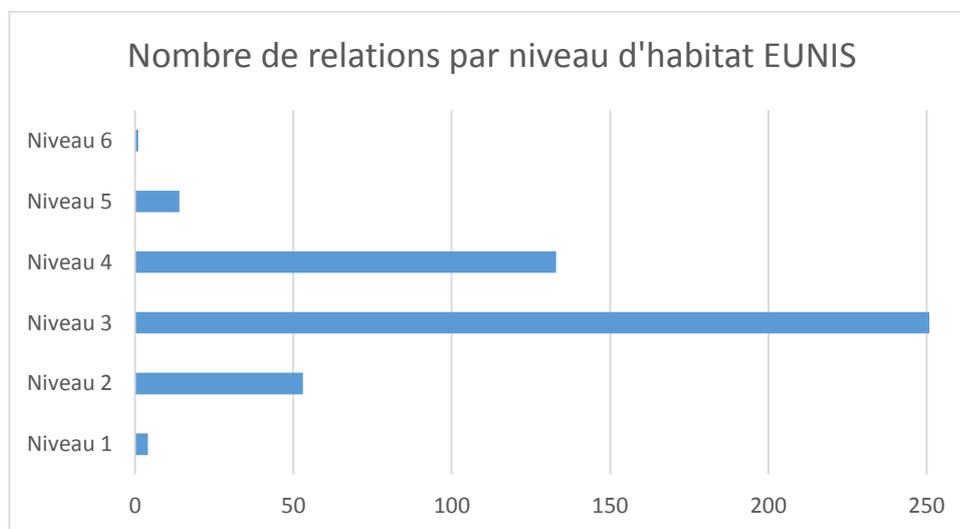


Figure 6. Nombre de relation par niveau d'habitat EUNIS

À l'issue du travail réalisé, en se basant à la fois sur les résultats statistiques et la diversité d'habitats cités dans la bibliographie, nous avons donc pu attribuer un niveau de spécialisation à chaque espèce. Il apparaît qu'environ  $\frac{1}{4}$  des espèces sont « euryèces » et 5% sont classées « spécialistes strictes ». La moitié des espèces sont plutôt « généralistes » (voir fig. 7). Avant ce travail, seul Dommanget *et al.* (2010) avait attribué un niveau de spécialisation aux espèces d'Odonates mais « à dire d'expert » basé sur la connaissance de la biologie des espèces et seulement en 2 niveaux (euryèce vs sténoèce).

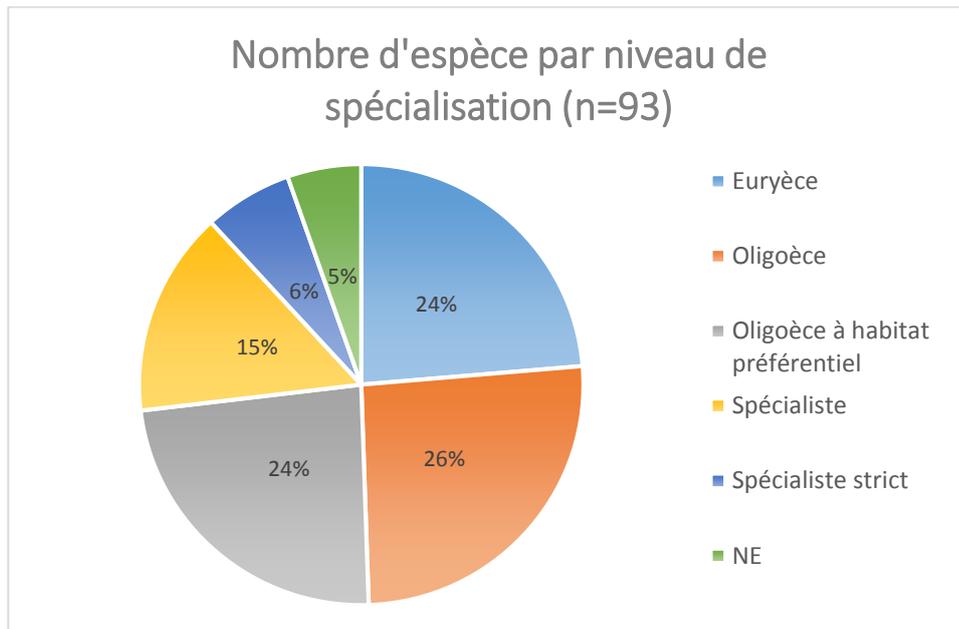


Figure 7. Nombre d'espèce par niveau de spécialisation

L'évolution du niveau d'habitat EUNIS avec le niveau de spécialisation attribué aux espèces montre une tendance à aller vers des niveaux plus précis avec une augmentation de la sténoécie (fig. 4). Le niveau 2 ne convient qu'aux espèces plutôt généralistes, alors que le niveau 4 est particulièrement adapté aux espèces plus spécialisées. De manière générale, les niveaux 3 et 4 sont les plus adaptés aux exigences des Odonates, ce qui rejoint la préconisation formulée à priori dans ce guide méthodologique

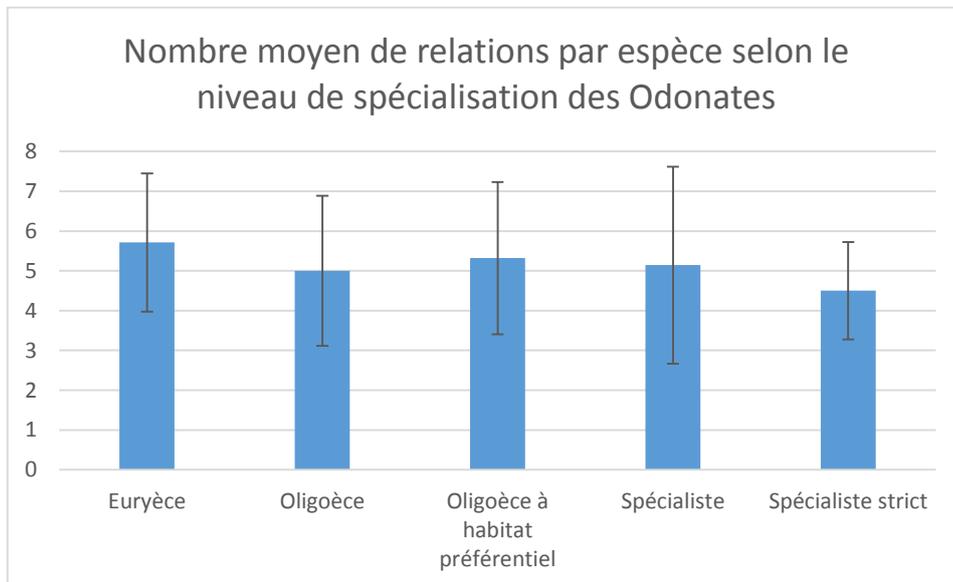


Figure 8 : Nombre moyen de relations (cas d'habitats renseignés) par espèce selon le niveau de spécialisation des Odonates

Il est également important de noter que **le nombre de relations renseignées en moyenne pour les Odonates varie peu en fonction du niveau de spécialisation des espèces** (fig. 5). Par exemple, une espèce euryèce peut être présente dans peu d'habitats, mais de faible niveau si tous les niveaux

inférieurs de cet habitat sont compatibles. Et à l'inverse, les déclinaisons peuvent être spécifiées si un ou plusieurs habitats déclinés sont incompatibles avec les exigences de l'espèce. Une espèce sténoèce (spécialiste ou spécialiste stricte) peut-être présente dans un grand nombre d'habitats qui présentent un facteur commun déterminant vis-à-vis des exigences écologiques de l'espèce (caractère temporaire par exemple) ou ses exigences peuvent correspondre à peu de déclinaisons EUNIS. Cette absence de relation franche vient du fait que les critères permettant de séparer et déclinier les habitats EUNIS ne correspondent pas toujours bien aux facteurs déterminants pour la niche écologique des Odonates.



Dans le cadre de sa mission de collecte, de synthèse et de diffusion d'informations sur le patrimoine naturel, le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN) a été mandaté par la Direction de l'Eau et de la Biodiversité et la Direction des infrastructures de transport du Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie (MEDDE/DIT) pour élaborer et implémenter une base de connaissance sur les relations Espèce-Habitat.

Ce rapport présente dans un premier temps les outils et les concepts retenus. Cette base, qui sera diffusé au travers de l'INPN, se structure autour de deux référentiels ; TAXREF le référentiel taxonomique national, et HABREF, le référentiel national des habitats à travers la typologie EUNIS.

Le guide méthodologique présente le contenu de la base de connaissance et les méthodes recommandées pour qualifier les relations entre une espèce et un type d'habitat. Ces relations peuvent être conditionnées par différents facteurs, phénologiques, biologiques, biogéographique ou écologiques qui sont également renseignés dans cette base.

La troisième partie propose une synthèse des groupes qui ont été traités à ce jour : les Lépidoptères, les Odonates, les Amphibiens, les Oiseaux nicheurs et les Orthoptères de France métropolitaine, ainsi que les espèces en annexes de la directive Habitats-Faune-Flore et les espèces protégées des milieux humides et aquatiques.