Evaluation de l'état de conservation de 13 zones humides du site Natura 2000 « Petite Montagne du Jura »

Mise en place d'une méthode adaptée au territoire

Source des photographies de couverture : Laura Grandadam

Mémoire de dominante Gestion des Milieux Naturels

Présenté par : Laura GRANDADAM

Stage effectué du 05/03/18 au 05/09/18

Au sein de la Communauté de Communes « Petite Montagne »
15 rue des Tilleuls – 39240 ARINTHOD

Maître de stage : Tristan NOYERE, Chargé de mission Natura 2000
Enseignant référent : Philippe DURAND, Enseignant-chercheur AgroParisTech Nancy

Soutenu le 09/10/18

Année universitaire 2017-2018

FICHE SIGNALÉTIQUE D'UN TRAVAIL D'ÉLÈVE AgroParisTech

Formation des ingénieurs forestiers d'AgroParisTech-	**TRAVAUX D'ÉLÈVES**
TITRE : Evaluation de l'état de conservation de 13 zones humides du site Natura 2000 « Petite Montagne du Jura ». Mise en place d'une méthode adaptée au territoire.	**Mots clés : Amélioration des connaissances, Etat de conservation, Gestion, Indicateurs, Inventaires, Milieu humide, Natura 2000, RhoMéO.**
AUTEUR(S) : Laura GRANDADAM	**Promotion : 25**
Caractéristiques : 1 volume ; 328 pages ; 10 figures ; 6 annexes ; 0 cartes ; bibliographie.	

CADRE DU TRAVAIL

ORGANISME PILOTE OU CONTRACTANT : Communauté de Communes Petite Montagne

Nom du responsable : Tristan NOYERE
Fonction : Chargé de mission Natura 2000

Nom du correspondant AgroParisTech : Philippe DURAND

Option ☐ **D. d'approfondissement ☐** **CEI ☐**	**Stage 2A ☐** **Stage fin d'études ■** **Date de remise : 01/11/2018**	**Autre ☐**

SUITE À DONNER (réservé à la Direction des études)

■ Consultable et diffusable
☐ Confidentiel de façon permanente
☐ Confidentiel jusqu'au / / , puis diffusable

Montpellier SupAgro

AgroParisTech

Communauté de Communes « Petite Montagne »

Evaluation de l'état de conservation de 13 zones humides du site Natura 2000 « Petite Montagne du Jura »

-

Mise en place d'une méthode adaptée au territoire

Mémoire de dominante Gestion des Milieux Naturels

Laura GRANDADAM

Stage effectué du 05/03/18 au 05/09/18

Au sein de la Communauté de Communes « Petite Montagne » 15 rue des Tilleuls – 39240 ARINTHOD

Maître de stage : Tristan NOYERE, Chargé de mission Natura 2000
Enseignant référent : Philippe DURAND, Enseignant-chercheur AgroParisTech Nancy

Soutenu le 09/10/18

Année universitaire 2017-2018

Résumé/abstract

Les zones humides sont des écosystèmes complexes où plusieurs processus (biologiques, hydrologiques, géologiques, climatologiques, physiques) sont étroitement imbriqués. Il existe plusieurs approches pour appréhender leur fonctionnement et l'évaluation de l'état de conservation en est une.

Une sélection préalable de 13 zones est effectuée sur la base de critères comme les espèces et habitats d'intérêt communautaire, la présence d'un réseau de zones humides, les menaces connues et les connaissances du gestionnaire. La méthodologie de l'évaluation de l'état de conservation repose sur un état de référence hypothétique : il s'agit d'un exercice de projection de la zone humide étudiée dans un contexte où l'intégralité de ses fonctions et caractéristiques sont en parfait état de conservation. Par la suite, les différents paramètres étudiés seront comparés avec leur état idéal hypothétique. Ces paramètres sont issus de plusieurs sources bibliographiques ayant déjà abordé la question. Ainsi, 5 indicateurs de la Boîte à outils RhoMéO (Collectif RhoMéO, 2014) sont utilisés (indices floristique d'engorgement, floristique de fertilité du sol, de qualité floristique et indices d'intégrités des peuplements d'odonates et d'amphibiens), avec parfois des modifications pour les adapter au territoire. L'étude de la zone contributive et de l'évolution spatiale sont inspirées de la méthode du Muséum (Gayet et al., 2016). D'autres informations sur les usages actuels, l'historique et les menaces sont également collectées.

Les indicateurs basés sur la flore semblent apporter le plus d'informations et être les plus fiables du fait du lien étroit entre les paramètres étudiés et les végétaux ainsi que de leur indépendance vis-à-vis des aléas climatiques ponctuels. Les indicateurs amphibiens et odonates sont souvent inutilisables directement car sujets à de nombreux biais d'observations et de conditions météorologiques. L'ensemble des informations collectées permet toutefois d'approcher le fonctionnement de chaque zone dans sa globalité et de proposer des mesures de gestion adaptées à chacune.

Wetlands are complex ecosystems in which different processes (biological, hydrological, geological, climatological, physical) are closely interconnected. That is why there are many different methods used to study their functionning. The evaluation of the state of conservation is one of them.

A preliminary selection of 13 zones is done based on criteria like interesting species and habitats, the presence of a wetlands network, the known threats, and the manager's proficiency. The conservation state evaluation method is based on a hypothetical state: this is an exercise of comparing the studied wetland to one where all the functions and features are in a perfectly conserved condition. After that, the different studied parameters are compared to the ideal situation. These parameters come from several bibliographical sources which have already studied the questions. Five indicators from the "Boîte à outils RhoMéO" (Collectif RhoMéO, 2014) are used (soil saturation and soil fertility floristic indicators, floristic quality, and odonate and amphibian population indexes), with some modifications when necessary to adapt them to the territory. The contributory area and the spatial evolution are studied based on the Museum's method (Gayet et al., 2016). Other information about actual utilizations, the history of the area,and potential threats is also gathered.

The study of floristic indicators seem to provide the most information which is the most reliable because of the close relationship between the studied parameters and the vegetation and because of the plants' independence despite temporary climatic episodes. Indicators based on odonate and amphibian populations are often unusable because of numerous observation biases and meteorological conditions. However, all the gathered information contributes to learning about the working of each zone in its' entirety and helps in proposing adapted management methods for each of them.

Remerciements

Ce stage vient finaliser un long cursus d'ingénieur en Gestion des Milieux Naturels et je n'aurai pas pu espérer un meilleur cadre que celui dans lequel j'ai évolué ces 6 derniers mois. J'ai eu la chance d'être intégrée dans une équipe de personnes chaleureuses et accueillantes qui m'ont permis de rapidement prendre mes marques.

Je tiens tout particulièrement à remercier Tristan, mon maître de stage, pour m'avoir fait confiance pour la réalisation de cette étude. J'ai ainsi pu évoluer en autonomie, dans des conditions proches d'une chargée de mission. Je le remercie également pour ses conseils et sa bonne humeur qui ont grandement participé au bon déroulement de mon stage.

Je souhaite également remercier Céline Roux et Charly Moureau pour m'avoir accueillie au sein des bureaux et de l'équipe Natura 2000 et de m'avoir intégrée si rapidement. Merci pour vos conseils et pour le temps que vous m'accordiez lorsque j'avais des questions !

Merci à toute l'équipe de la Communauté de Communes de la Petite Montagne ! Merci à Josiane pour sa gentillesse, merci à Aurélie pour son sourire et son aide pour me trouver un logement, merci à Carole, Marylène, Cécile, Emilie, Eloïse et Eliane pour les discussions de la pause-café, merci à Olivier pour les trésors des boîtiers électriques et merci à Chrystelle pour son aide précieuse à la résolution des mystères de la chimie de l'eau !

Un grand merci à Philippe Durand, mon tuteur de stage, qui répondait toujours présent même à 1h du matin ! Merci de m'avoir conseillée et éclairée quand j'avais les idées floues.

Merci à Margaux Mistarz pour son aide précieuse et son recul qui m'ont permis d'avancer avec l'esprit clair. Merci à Emmanuel Vilquin pour avoir répondu à mes questions sur l'hydrologie et sur le territoire de la Petite Montagne. Enfin, merci à Delphine Danancher et Cédric Foutel, membres des Conservatoires d'Espaces Naturels Rhône Alpes et Bourgogne, pour avoir répondu à mes interrogations sur RhoMéO.

Merci à Jacques Calland et à Jean-Paul et Martine Campan pour m'avoir accueillie au sein de la communauté de la Petite Montagne. Merci pour votre gentillesse et vos jus de pomme et petits plats mémorables ! Merci à Olivier pour m'avoir aidée à me lancer dans la Botanique ! Encore désolée de t'avoir dégouté des Poacées !...

Merci à Raphaël Triboulet de m'avoir accueillie chez lui, dans un petit coin perdu et isolé du Jura (tout ce que j'aime !) et de m'avoir fait confiance pendant ces 6 mois.

Merci à tous les membres du club d'escalade d'Arinthod et plus particulièrement à Frede, Laure, Jean-Luc et Johann de m'avoir fait découvrir le Jura sous un autre angle et de m'avoir changé les idées quand j'en avais besoin.

Merci à ma famille et mes amis d'avoir été là pour m'encourager quand la motivation allait voir ailleurs ! Merci à mes parents et grands-parents pour leur soutien (qui a pris toutes les formes possibles !) tout au long de mon parcours et qui assistent aujourd'hui à sa finalisation. J'espère trouver encore de quoi vous rendre fiers !

Enfin, merci à mon petit bout !

Avertissement :

Le terme "zone humide" est utilisé ici dans son sens large. Cette appellation désigne des milieux considérés comme humide de par leur végétation hygrophile. Seul le caractère humide de la végétation est considéré (le caractère pédologique n'est pas étudié) et les "zones humides" présentées ci-après ne sont donc pas toutes concernées par la législation de la Loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006.

Table des matières

Remerciements 1
Avertissement : 3
Table des matières 4
Table des figures 5
Table des tableaux 6
Index des sigles 6
Introduction 7
Matériels et méthodes 8
1. La sélection des zones 8
1.1. Sélection des zones "intéressantes" : 9
1.2. Hiérarchisation : 10
1.3. Sélection à dires d'expert : 11
1.4. Rectifications pendant les sessions d'inventaires : 11
2. Le choix de la méthode d'évaluation de l'état de conservation 12
2.1. Bibliographie : 12
2.2. Mise en place de la méthode : 12
2.2.1. Définition de l'état de référence et des composantes de l'état de conservation 12
2.2.2. Le choix des indicateurs 13
2.2.3. Les protocoles 14
2.2.3.1. Les repérages* : 14
2.2.3.2. La flore : 14
2.2.3.3. Les odonates : 14
2.2.3.4. Les amphibiens : 15
2.2.4. Gestion des données 15
2.2.5. Calculs des indicateurs 15
2.2.5.1. Les indices floristiques : 16
- Indice floristique d'engorgement (He) : 16
- Indice floristique de fertilité (N) : 16
- Indice de qualité floristique (IQF) : 16
2.2.5.2. L'intégrité du peuplement d'odonates : 17
2.2.5.3. L'intégrité du peuplement d'amphibiens : 18
2.2.6. Evaluation des composantes de l'état de conservation 18

2.2.6.1. L'hydrologie 19
2.2.6.2. La biodiversité 19
2.2.6.3. L'évolution spatiale 20
2.2.6.4. La connectivité 20
2.2.6.5. Les menaces 20
2.2.7. Rédaction des fiches synthétiques 21
Résultats et discussions 22
1. Le choix des sites 22
2. Les indicateurs RhoMéO 24
2.1. L'indice floristique d'engorgement 24
2.2. L'indice floristique de fertilité 24
2.3. L'indice de qualité floristique 25
2.4. L'intégrité du peuplement d'odonates 26
2.5. L'intégrité du peuplement d'amphibiens 27
3. Evaluation de l'état de conservation 29
4. Les préconisations de gestion 30
Conclusion 32
Références bibliographiques 33
Contacts 37

Table des figures

Figure 1. Localisation du site Natura 2000 « Petite Montagne du Jura ». 7
Figure 2. Distribution des surfaces occupées par les grands types d'habitats sur le site « Petite Montagne du Jura ». 7
Figure 3. Calibration de la note du critère "Diversité" en fonction du résultat brut. 10
Figure 4. Schéma explicatif du procédé de sélection des zones humides étudiées. 11
Figure 5. Organisation des différents protocoles d'inventaires sur les 6 mois de stage. 15
Figure 6. Représentation en diagramme en étoile des composantes de l'état de conservation. 18
Figure 7. Localisation des 13 zones finales sur le site Natura 2000 Petite Montagne du Jura. Fond de carte : IGN © BD Ortho 2017 22
Figure 8. Cartographie des habitats (données 2012) et localisation des placettes botaniques du site « Marais de Mercantile ». Fond de carte : IGN © BD Ortho 201 23
Figure 9. Résultats des indices floristiques d'engorgement (He), de fertilité (N) et de qualité floristique (IQF) des placettes de la zone « Marais de Mercantile ». Fond de carte : IGN © BD Ortho 201 25
Figure 10. Diagramme en étoile de l'évaluation des composantes de l'état de conservation de la zone « Marais de Mercantile ». 30

Table des tableaux

Tableau 1. Surface occupée et nombre de sites concernés par chaque grand type de zone humide. 9
Tableau 2. Méthode de calcul du critère "Menace" effectué sur Quantum GIS. 10
Tableau 3. Critères d'attribution des coefficients de conservatisme : stratégie GRIME, hydrophilie et typicité vis-à-vis des zones humides. 17
Tableau 4. Les 13 zones sélectionnées et leurs grands types de végétation 22
Tableau 5. Indices floristique d'engorgement pour les placettes de la zone « Marais de Mercantile ». 24
Tableau 6. Indices floristiques de fertilité pour les placettes de la zone « Marais de Mercantile ». 24
Tableau 7. Indices de qualité floristique pour les placettes de la zone « Marais de Mercantile ». 25
Tableau 8. Récapitulatif des résultats des indicateurs pour l'ensemble des 13 zones 29

Index des sigles

COPIL : COmité de PILotage

DOCOB : DOCument d'Objectifs

MNHN : Muséum National d'Histoire Naturelle

SDAGE : Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SIG : Système d'Information Géographique

Introduction

Elles sont le berceau de la biodiversité et font partie des terres les plus productives au monde : les zones humides. Milieux de transition entre la terre et l'eau, elles sont vitales pour un grand nombre d'espèces, dont les Hommes. Pourtant, les services qu'elles nous rendent n'ont pas toujours été reconnus. Ces zones ont été massivement détruites, accusées d'être insalubres et sources de maladies. Des campagnes d'assainissement de ces zones humides ont été organisées dans le passé et on estime que plus de 67 % des zones humides de France ont disparu depuis le début du 20e siècle (d'après le site de France Nature Environnement, 2016). C'est dans les années 1970 que leur rôle essentiel a été reconnu. Depuis, de nombreux programmes de préservation des zones humides ont été mis en place (Ramsar, SDAGE…) et luttent pour conserver ce patrimoine naturel vital et les espèces (souvent rares et patrimoniales) qui y vivent. Le réseau Natura 2000 s'inscrit également dans cette logique de préservation. La Loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006 apporte un cadre juridique avec notamment l'article 38 qui programme les orientations prioritaires des agences de l'eau. L'une de ces orientations est de « Mener et favoriser des actions de préservation, de restauration, d'entretien et d'amélioration de la gestion des milieux aquatiques et des zones humides ». Cette loi définit également le terme « zone humide » : il s'agit de tous les « terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ». On y retrouve le critère pédologique (gorgés d'eau) et le critère floristique (plantes hygrophiles). Dans cette étude, seul le caractère floristique est étudié (cf. Avertissement).

Faire cohabiter activités humaines et préservation des milieux naturels et de la biodiversité est le principal objectif du réseau Natura 2000. Cet outil européen repose sur le volontariat des acteurs locaux qui souhaitent participer à la préservation d'habitats et d'espèces patrimoniaux à travers des contrats cofinancés par l'Europe. Il existe 1 766 sites Natura 2000 en France (site du centre de ressources Natura 2000), ils visent généralement des habitats et/ou des espèces d'intérêt patrimonial et les grandes lignes de leur gestion sont établies par un document d'objectif (DOCOB) validé par un comité de pilotage (COPIL).

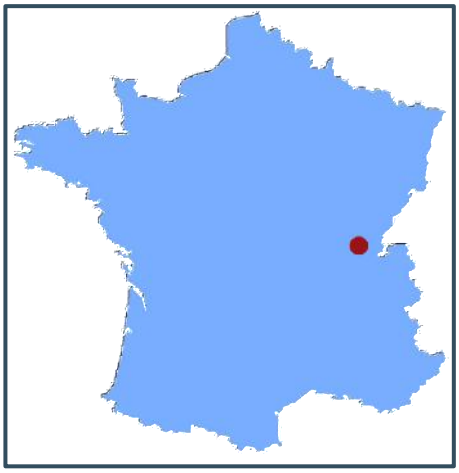


Figure 1. Localisation du site Natura 2000 « Petite Montagne du Jura ».

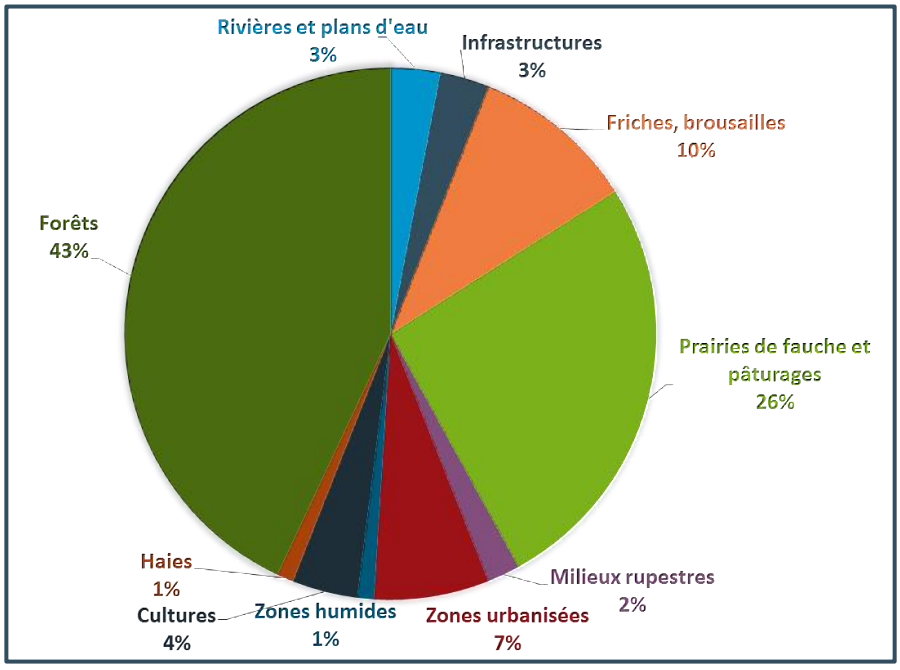


Figure 2. Distribution des surfaces occupées par les grands types d'habitats sur le site « Petite Montagne du Jura ».

La zone Natura 2000 « Petite Montagne du Jura » a été créée au titre de la Directive Habitat-Faune-Flore en 1999 (site internet de Natura 2000 « Petite Montagne du Jura », 2018), à laquelle s'est ajoutée la Directive Oiseaux en 2004. Il s'agit d'un site particulier de par sa taille et son agencement en mosaïque de milieux qui lui confère une connectivité remarquable. La géographie du site est organisée en 3 vallées (les vallées du Suran, de la Valouse et l'ancienne vallée de l'Ain remplacée aujourd'hui par le Lac de Vouglans) séparées par des moyennes montagnes majoritairement couvertes de forêts.

Visant, à l'origine, les habitats de pelouses sèches, la gestion du site s'est aujourd'hui élargie à l'ensemble des milieux présents sur le secteur de la Petite Montagne. La cartographie des habitats du territoire a permis de mieux connaître ces différents milieux et a fait apparaître un nombre d'habitats humides conséquents. : 549 entités couvrant 535 ha au total. Bien que cela ne représente que 1,4 % du territoire, les enjeux liés aux milieux humides ont poussé le gestionnaire à se pencher sur la question de leur préservation. Les zones les plus remarquables (tourbières, marais) font aujourd'hui l'objet d'une gestion pointue et efficace. Mais la majorité des zones identifiées comme habitats humides sont très réduites et avoisinent une surface de 1 ha. L'importance de ces micros zones n'est toutefois pas négligeable (Gibbs J.P. 1993, Raymond D., Semlitsh J. & Russel Bodie J., 1998) et le gestionnaire souhaite améliorer les connaissances sur ces habitats.

⇨ Les zones humides représentent 1,4 % du territoire (535 ha) répartis en 549 sites. **Quelles zones étudier et comment les choisir ?**

L'état de conservation d'un habitat est définit dans le premier article de la Directive Européenne Habitats-Faune-Flore comme étant «l'effet de l'ensemble des influences agissant sur un habitat naturel ainsi que sur les espèces typiques qu'il abrite, qui peuvent affecter à long terme sa répartition naturelle, sa structure et ses fonctions ainsi que la survie à long terme de ses espèces typiques sur le territoire visé à l'article 2 [Etats membres de la Communauté Européenne]».

L'objectif est ici d'évaluer l'état de conservation d'une zone humide. En effet, déterminer cet état de conservation pour un échantillon des zones humides du site Natura 2000 permettrait de mieux connaître le fonctionnement et les enjeux de chaque zone afin de proposer des mesures de gestion si nécessaire et d'envisager, par exemple, des contrats avec les propriétaires. Déterminer si le site est en « bon état » implique de définir préalablement ce « bon état de conservation ».

⇨ **Comment évaluer l'état de conservation des zones humides sélectionnées dans un but d'intervention future et avec du temps et des moyens limités ?**

Matériels et méthodes

1. La sélection des zones

Le site Natura 2000 « Petite Montagne du Jura » est une mosaïque de milieux, y compris pour les zones humides. En effet, 36 habitats phytosociologiques différents ont été cartographiés. Regroupés dans 6 grandes catégories, on remarque que les surfaces couvertes sont très variables. Ainsi, les prairies humides sont les types de milieux les plus fréquents (autant en surface qu'en nombre de zones) au contraire des tourbières par exemple. Certaines des zones identifiées sont très hétérogènes avec plusieurs types d'habitats côte à côte voire parfois même mélangés.

Tableau 1. Surface occupée et nombre de sites concernés par chaque grand type de zone humide.

Type d'habitat	Surface (ha)	Nombre de zones humides
Prairie humide	367,9	385
Mégaphorbiaie	98,1	154
Ripisylve	36,2	43
Bas-marais	28,7	50
Tourbière	4,5	4
Forêt humide	2,3	7

Une sélection est indispensable mais selon quels critères ?

Natura 2000 dispose d'informations cartographiques très détaillées sur l'ensemble du territoire de la Petite Montagne et notamment les différents habitats naturels présents. Ces informations se présentent sous la forme d'une couche SIG contenant un polygone par habitat avec les informations suivantes :

- le nom de l'habitat (ou des habitats s'il s'agit d'une mosaïque) ;
- le code Corine (et le code Natura 2000 s'il s'agit d'un habitat d'intérêt communautaire) ;
- la surface couverte (et les proportions de chaque habitat s'il s'agit d'une mosaïque) ;
- les menaces potentielles pesant dessus ;
- la gestion actuelle ;
- le sylvofaciès ;
- les auteurs et la date de la donnée ;
- les potentielles remarques.

Une première sélection se basant sur le caractère hygrophile des habitats a été réalisée afin d'obtenir une cartographie de l'ensemble des milieux humides du territoire. Les habitats se touchant ou étant très proches (moins de 15 m) ont été regroupés comme étant une seule entité humide car une telle proximité garantie des interactions et des similitudes fortes autant au niveau écologique qu'hydrologique. On obtient ainsi 549 polygones d'habitats humides.

Ces 549 polygones ne peuvent évidemment pas être tous étudiés convenablement et un choix est nécessaire. Ce dernier est réalisé en plusieurs étapes : une extraction des zones les plus pertinentes, une hiérarchisation de ces zones et enfin une sélection finale à dires d'expert.

L'ensemble des traitements de données cartographiques est réalisé avec le logiciel Quantum GIS 2.18.7.

1.1. Sélection des zones "intéressantes" :

Les zones les plus "intéressantes" sont extraites de l'ensemble des milieux humides. Le terme "intéressante" englobe les zones ayant un potentiel écologique conséquent. Une approximation de ce potentiel est faite de deux façons : d'une part toutes les zones en réseau (c'est-à-dire localisées à moins de 200 m l'une de l'autre) sont sélectionnées d'office car cette proximité peut permettre de nombreux échanges (de populations, d'individus, de gènes mais aussi de matériaux) garants d'une dynamique écologique importante. D'autre part, le reste des zones est filtré selon deux critères : la présence d'habitats ou d'espèces d'intérêt communautaire ou patrimoniales ainsi que l'existence d'une mosaïque d'habitats

au sein de la zone. Si au moins l'une de ces deux conditions est remplie, la zone est sélectionnée pour l'étape suivante.

1.2. Hiérarchisation :

Le niveau de menace et la diversité des espèces et des habitats sont évalués pour chaque zone et traduits sous la forme d'une note.

- Le niveau de menace est basé sur l'évaluation faite sur le terrain par les bureaux d'études (information renseignée pour chaque habitat dans les colonnes "Atteinte" de la couche de base), la proximité avec les habitations et la proximité avec les routes. La note finale est sur 5.

Tableau 2. Méthode de calcul du critère "Menace" effectué sur Quantum GIS.

	Atteintes	Habitation	Route
Note de menace	**+1 ou +2** selon le nombre d'atteintes renseignées (respectivement 1 ou au moins 2)	**+1 ou + 2** selon la distance des bâtiments les plus proches (respectivement 150 ou 75 m).	**+1** si la route la plus proche est à moins de 50 m.

- La diversité est basée sur le nombre d'espèces d'intérêt communautaire et patrimoniales différentes déjà contactées sur la zone ainsi que le nombre d'habitats d'intérêt communautaire différents composants la zone. La note attribuée pour ce critère pourrait se résumer par la formule suivante :

$$Diversité = Nb\ sp \neq\ + Nb\ habitats \neq$$

avec **Nb sp** ≠ le nombre d'espèces floristiques et faunistiques différentes contactées sur la zone et **Nb habitats** ≠ le nombre d'habitats d'intérêt communautaire différents composants la zone. Cette note oscille entre 1 et 19 et est ramenée à 5 de façon non proportionnelle. Cela permet de ne pas favoriser trop intensément les zones plus connues où le nombre d'espèces inventoriées dépasse facilement 10.

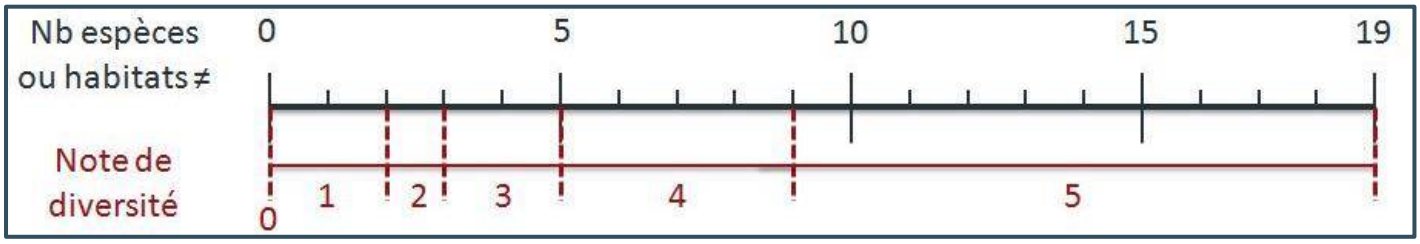


Figure 3. Calibration de la note du critère "Diversité" en fonction du résultat brut.

Pour finir, la somme des deux notes est effectuée pour obtenir une note finale de hiérarchisation sur 10. L'ensemble des zones dont la note est supérieure ou égale à 5 sont sélectionnées, ce qui fait un total de 61 zones.

1.3. Sélection à dires d'expert :

Enfin, la dernière étape se fait à dire d'experts : les connaissances du gestionnaire du site Natura 2000 permettent d'éliminer des zones très connues ou faisant déjà l'objet de contrats ou autres mesures de protection. D'autres zones n'étant pas ressorties à travers notre hiérarchisation sont ajoutées lorsqu'elles sont connues pour être très menacées ou potentiellement très intéressantes malgré le manque de données qui induit forcément une note de diversité pénalisante. Or, l'objectif étant d'améliorer la connaissance du territoire, il est logique que certaines zones méconnues mais soupçonnées très intéressantes par le gestionnaire soient ajoutées manuellement. On obtient ainsi 49 zones à étudier.

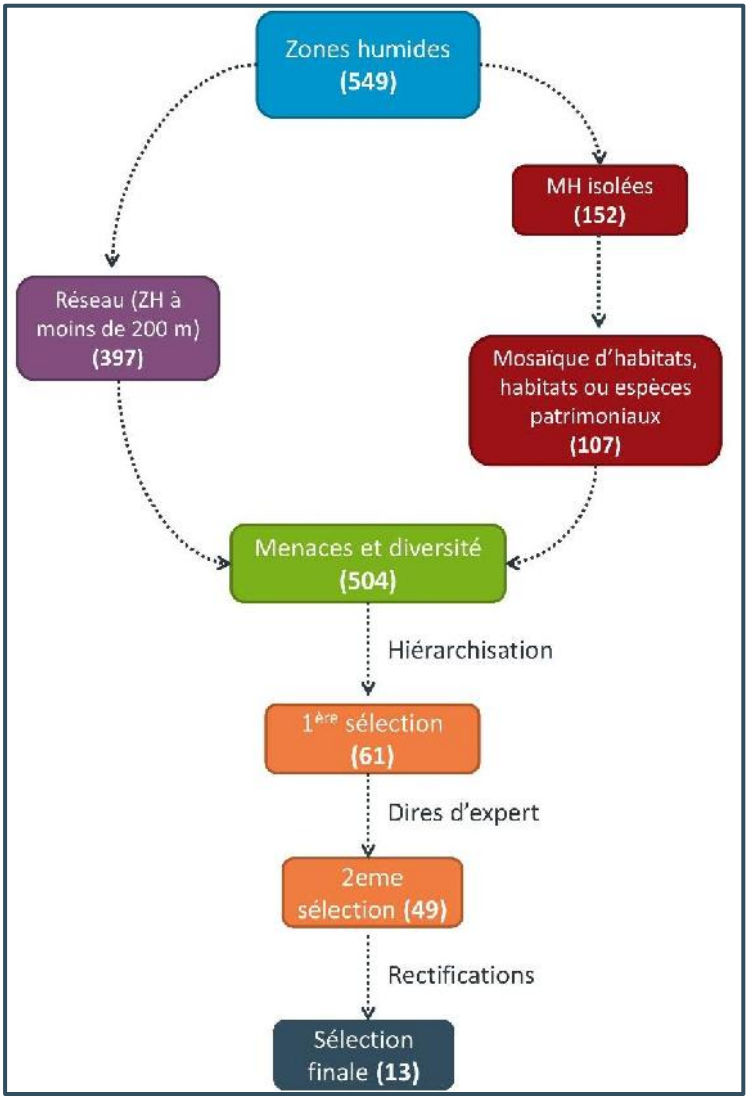


Figure 4. Schéma explicatif du procédé de sélection des zones humides étudiées.

1.4. Rectifications pendant les sessions d'inventaires :

Des rectifications ont également eu lieu à mi-chemin du projet (après les sessions de terrain en avril) compte tenu des contraintes de temps : il était en effet impossible de traiter l'ensemble des zones dans le temps imparti. Une dernière sélection a alors été effectuée. Elle s'est basée sur l'avis du gestionnaire et les connaissances acquises sur les zones après le terrain de reconnaissance et le premier passage amphibien. Ont été gardées les zones présentant un intérêt certain et une possibilité d'intervention future. Les milieux rares et insolites ont également été conservés. Des imprévus (comme une fauche complète de la zone avant l'inventaire botanique) sont également venus réduire le nombre de zones qui s'élève finalement à 13.

2. Le choix de la méthode d'évaluation de l'état de conservation

2.1. Bibliographie :

Des recherches bibliographiques ont mis en avant plusieurs méthodes d'évaluation de l'état de conservation. La majorité était utilisée sur un unique habitat (voire quelques-uns très similaires) comme par exemple les travaux de Margaux MISTARZ (2016) sur les eaux dormantes d'intérêt communautaire (4 habitats sont concernés) ou les travaux de Marion CHARLES et Déborah VIRY (2015) sur les mares méditerranéennes temporaires d'intérêt communautaire (un seul habitat). Ces restrictions s'expliquent par une impossibilité de comparer toutes les zones humides entre elles : l'engorgement du sol sera bien plus important pour une tourbière que pour une prairie humide, sans que celle-ci soit dans un moins bon état de conservation que la première. Les différents indicateurs utilisés ne peuvent être échelonnés sur le même gradient pour l'ensemble des zones humides car celles-ci sont trop diversifiées. La restriction à un seul habitat (ou plusieurs très similaires), permet de comparer les résultats entre eux et même de classer les zones selon leur état de conservation.

Il existe néanmoins des méthodes plus générales pour évaluer l'état de conservation des zones humides. Deux principales méthodes ont été trouvées : la méthode du MNHN et la Boîte à outils de RhoMéO. Toutes deux mesurent différents indicateurs de l'état de conservation à l'instant t puis à l'instant t+1. L'objectif n'est pas la comparaison entre zones humides, mais bien l'évaluation de l'évolution d'une même zone entre deux instants déterminés. La méthode du MNHN (Gayet G. 2016) est orientée pour une utilisation dans des études d'impact afin d'évaluer les répercussions de travaux (qu'il s'agisse d'impacts négatifs ou positifs) sur les fonctions des zones humides tandis que la Boîte à outils de RhoMéO (Collectif RhoMéO, 2014) a plutôt un but d'aide à la gestion (pour évaluer l'efficacité d'une mesure de gestion dans le temps par exemple) en évaluant l'état de conservation de la zone.

2.2. Mise en place de la méthode :

L'objectif du gestionnaire de Natura 2000 est d'utiliser l'évaluation de l'état de conservation des différentes zones humides sélectionnées pour prioriser puis orienter leur gestion. Cette priorisation nécessiterait donc une notation des différentes zones pour ensuite les hiérarchiser, chose impossible étant donné la diversité des zones humides à étudier. Il a donc été décidé de construire une méthode d'évaluation de l'état de conservation de chaque zone humide, de façon indépendante. La priorisation sera réalisée ensuite, à dires d'expert basés sur les connaissances approfondies acquises sur chaque zone.

2.2.1. Définition de l'état de référence et des composantes de l'état de conservation

La première étape consiste à définir l'état de référence d'une zone humide, c'est-à-dire, l'état de conservation optimal que l'on imagine pour cette zone dans le futur. C'est un état hypothétique, parfois difficilement atteignable, mais qui permet d'échelonner les différentes composantes de l'état de conservation.

La deuxième étape est justement la définition de ces composantes. Elles sont ici au nombre de 5.

- La biodiversité : elle rend compte de la typicité des populations inventoriées (flore, odonate et amphibien) compte tenu de la zone en question, ainsi que de la présence d'espèces patrimoniales.

- L'hydrologie : elle rend compte du bon fonctionnement hydrologique de la zone (zone tampon, zone de stockage d'eau…).
- La connectivité : la présence de trames vertes et bleues effectives entre la zone étudiée et son environnement. Une attention toute particulière sera portée aux connexions entre zones humides étant donné la rareté de ce type de milieux sur le territoire de la Petite Montagne.
- L'évolution : les altérations subies par la zone dans le passé, principalement en ce qui concerne sa surface.
- Les menaces : les différentes atteintes (et leur gravité) que pourrait subir la zone dans le futur.

Ces différentes composantes sont évaluées sur 5. Il ne s'agit pas de comparer ces « notes » entre deux zones différentes, mais bien de les comparer à l'état de référence propre à chaque site étudié (où chaque composante est à son maximum, c'est-à-dire 5). L'évaluation des composantes de l'état de conservation se fait à partir d'indicateurs (inspirés ou tirés de la Boîte à outils de RhoMéO) et de dires d'experts.

La méthode construite pour cette étude s'inspirera directement d'indicateurs créés par la Boîte à outils RhoMéO (Collectif RhoMéO, 2014) et, en moindre mesure, par le MNHN (Gayet et al. 2016). Ces indicateurs sont ajustés au territoire restreint de l'étude et adaptés aux contraintes de temps et de moyens du gestionnaire.

2.2.2. Le choix des indicateurs

La méthode MNHN (Gayet et al. 2016) a été écartée car elle est construite dans un contexte d'études d'impacts et évalue les fonctions d'une zone humide. Néanmoins, certaines techniques (comme la méthode de construction des zones contributives, cf. Annexe 6) ont été retenues. La Boîte à outils RhoMéO (Collectif RhoMéO, 2014) présente un intérêt certain pour qui souhaite évaluer l'état de conservation d'une zone humide car il s'agit d'un ensemble d'indicateurs indépendants à choisir selon le contexte de l'étude. Sur les 13 indicateurs disponibles, 5 ont été sélectionnés :

- l'indice floristique d'engorgement ;
- l'indice floristique de fertilité du sol ;
- l'indice de qualité floristique ;
- l'intégrité du peuplement d'odonates ;
- l'intégrité du peuplement d'amphibiens.

Ce choix s'accorde aux connaissances naturalistes de la personne chargée des inventaires (moi-même) et au temps disponible. Certains indicateurs inadaptés ont également été écartés. C'est le cas par exemple de l'indice des pressions agricoles qui prend en compte toutes les activités agricoles réalisées aux alentours du site sauf les prairies permanentes qui ne sont pas considérées comme ayant un impact significatif sur les zones humides. Cette exclusion n'est pas valable sur le territoire de la Petite Montagne où les prairies permanentes constituent la grande majorité des parcelles agricoles. Ces pratiques peuvent avoir un impact conséquent sur les milieux selon les itinéraires techniques : date de fauche, pression de pâturage, épandage d'engrais… et ces impacts sont évalués directement sur le terrain.

Les protocoles conseillés par RhoMéO sont respectés au maximum mais certains inventaires semblent avoir été mis en place pour des zones bien plus étendues que celles étudiées. De plus, il s'agit d'une méthode générale devant être applicable à une échelle géographique large, cette contrainte est écartée dans notre cas où l'intégralité des zones se situe dans la même région (au niveau climatique et

altitudinal). Des modifications ont ainsi été apportées aux indicateurs d'intégrité des peuplements d'odonates et d'amphibiens, notamment au niveau de la pression d'inventaire. Trois passages étaient recommandés pour chaque taxon afin d'être sûrs de ne pas manquer une espèce trop tardive ou trop précoce. Les connaissances accrues concernant ces deux groupes taxonomiques sur le site Natura 2000 ont permis de réduire le nombre de passage à deux, programmés de façon à chevaucher les périodes d'activités de l'intégralité des espèces présentes sur le territoire.

2.2.3. Les protocoles

Les protocoles d'inventaires détaillés de RhoMéO sont présentés en annexe (cf. annexe 2). Voici néanmoins une brève description tenant compte des potentielles modifications opérées (symbolisées par le figuré *). Une visite préalable à l'ensemble des inventaires a permis de repérer le terrain (classifier les habitats odonatologiques et herpétologiques entre autres). Les indicateurs floristiques d'engorgement, de fertilité du sol et de qualité floristique sont tous trois basés sur un unique inventaire floristique.

2.2.3.1. Les repérages* :

Une visite préalable aux autres protocoles est effectuée afin de repérer plusieurs choses :

- l'agencement général de la zone (pour une facilité d'orientation lors des protocoles amphibiens réalisés de nuit) ;
- la cartographie et la description des entités hydrologiques (classification selon le type d'habitats odonatologiques et herpétologiques présents) ;
- la concordance avec les données habitats des précédentes études ;
- l'identification des premières menaces ;
- l'identification des usages.

2.2.3.2. La flore :

Le nombre de placettes à réaliser sur chaque zone est évalué selon la taille et la diversité des habitats présents sur cette dernière. Chaque placette est dimensionnée selon le type de végétation et se présente sous la forme d'un carré ou autre lorsque le terrain le nécessite (ripisylve étroite par exemple). Les placettes sont placées selon le gradient hydrique lorsque celui-ci est évident et de façon à échantillonner l'intégralité des habitats cartographiés*.

Une fois la placette délimitée, l'ensemble du cortège floristique est identifié ainsi que le recouvrement de chaque espèce selon les indices d'abondance de Braun-Blanquet (Braun-Blanquet, 1921). D'autres informations comme la date, le(s) observateur(s), le recouvrement des strates, etc. sont collectées (cf. la fiche de relevé terrain présente en annexe 1).

2.2.3.3. Les odonates :

Deux passages ont été programmés* de façon à couvrir les périodes de vol de l'ensemble des espèces de la Petite Montagne (cf. annexe 3). Chaque sortie devait respecter des paramètres météorologiques stricts pour garantir de bonnes conditions d'observation de ce taxon sensible à la température et au vent. Les différents habitats odonatologiques présents sur la zone sont listés et chacun doit être inventorié 3 fois dans l'idéal, ce qui n'est pas toujours possible (c'est le cas pour des habitats représentés par une unique entité de faible surface). Chaque habitat doit être prospecté soit sur un transect linéaire de 25 m soit sur un point d'observation de 6 min minimum avec ajout de 2 min pour

chaque nouvelle espèce contactée dans les 2 dernières minutes. Chaque espèce est identifiée et son comportement est noté (pour estimer l'autochtonie des individus observés à travers leur comportement reproducteur).

Les exuvies sont également ramassées puis identifiées lorsqu'elles sont découvertes.

2.2.3.4. Les amphibiens :

Deux passages ont été programmés de façon à couvrir les périodes de reproduction (moments privilégiés pour l'observation des amphibiens) de l'ensemble des espèces. L'ensemble des sorties se fait de nuit* afin de décupler les probabilités d'observation et chaque habitat herpétologique est prospecté. Des conditions météorologiques sont également requises (pas de vent ni de pluie violents). Plusieurs méthodes sont utilisées :

- les points d'écoutes où les amphibiens sont identifiés à leur chant. Chaque point dure 10 min.
- la recherche à la torche dans les différents habitats herpétologiques où les berges sont balayées sur 50 m (ou moins quand l'entité hydrologique est plus réduite) afin d'identifier les amphibiens, quelle que soit leur forme (ponte, larve ou adulte).

Le protocole à l'épuisette n'est pas appliqué pour éviter au maximum de déranger les espèces.*

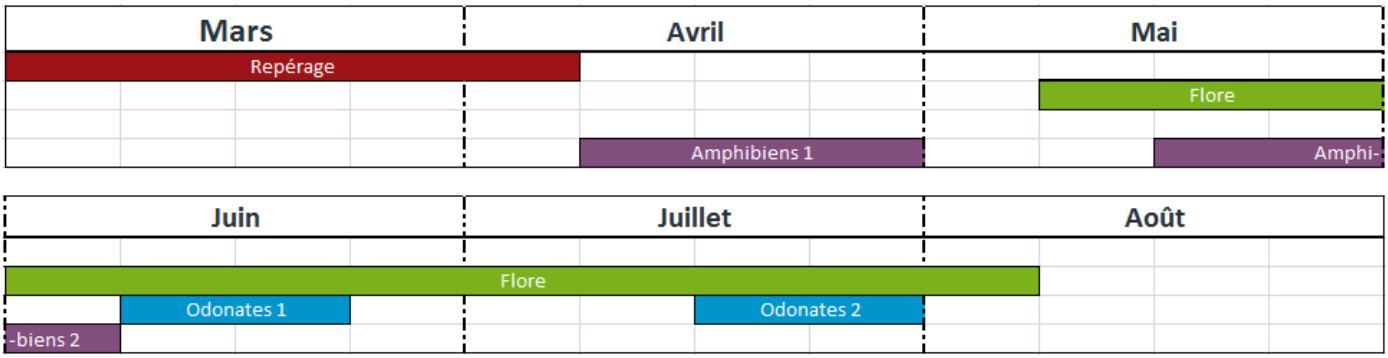


Figure 5. Organisation des différents protocoles d'inventaires sur les 6 mois de stage.

2.2.4. Gestion des données

Les données sont stockées sous la forme de tableurs Excel, un pour chaque taxon et un pour le protocole de repérage. Les données cartographiques (localisation des entités hydrologiques, de certaines menaces, des espèces observées et des placettes botaniques) sont stockées sous la forme de fichiers vectoriels SIG.

2.2.5. Calculs des indicateurs

Plusieurs éléments sont étudiés pour chaque zone : l'hydrologie, le peuplement d'odonates, le peuplement d'amphibiens, la flore, les habitats, les menaces, les fonctions des zones humides et, enfin, l'état de conservation. Ces éléments sont basés sur des dires d'experts mais également sur les résultats des indicateurs. Les cinq indicateurs adaptés de RhoMéO sont calculés selon les méthodes décrites par la Boîte à outils (les fiches détaillées sont disponibles en annexe 2).

2.2.5.1. Les indices floristiques :

La méthode de calcul des trois indices floristiques est similaire. Chaque espèce végétale possède 3 indices qui reflètent les conditions environnementales optimales au développement de cette espèce (pour les indices de fertilité et d'engorgement du sol) ou bien la typicité vis-à-vis des zones humides et la stratégie choisie par la plante (indice de qualité floristique). Pour obtenir les tendances globales de ces indices pour la zone étudiée, on calcule la médiane des valeurs diagnostiques des placettes. Ces indices n'ont pas d'unité physique.

- Indice floristique d'engorgement (He) :

Cet indice rend compte de l'engorgement des sols. Il s'agit de la moyenne des valeurs indicatrices d'engorgement associées aux espèces inventoriées sur la placette, pondérée par le recouvrement de cette dernière (en considérant que ce recouvrement reflète sa vitalité). Chaque espèce est adaptée différemment à l'engorgement des sols et il existe un optimum de niveau de nappe pour lequel la plante est dans les meilleures conditions pour se développer. Cet optimum est symbolisé par la valeur indicatrice d'engorgement. Elle a été échelonnée de 1 (espèces des milieux les plus secs) à 10 (espèces des milieux les plus humides). Le calcul de l'indice floristique d'engorgement d'une placette se fait selon la formule suivante :

$$He = \frac{\sum(ri * He(i))}{\sum(ri)}$$

Avec **He** l'indice floristique d'engorgement de la placette étudiée, **ri** le recouvrement de l'espèce i en pourcentage et **He(i)** la valeur indicatrice de l'espèce i.

- Indice floristique de fertilité (N) :

Cet indice fonctionne sur le même schéma que l'indice floristique d'engorgement mais en considérant un autre paramètre du milieu : la fertilité du sol. Cette fertilité se traduit par la disponibilité en nutriments utilisables par la plante dans le sol. Il s'agit de la moyenne des valeurs indicatrices associées aux espèces inventoriées sur la placette, pondérée par le recouvrement de cette dernière (en considérant que ce recouvrement reflète sa vitalité). Cette valeur indicatrice attribuée à chaque espèce correspond à nouveau à l'optimum de croissance de l'espèce considérée en fonction de la disponibilité en nutriments. Elle s'échelonne de 1 (espèces des milieux très pauvres en nutriments) à 5 (espèces des milieux très riches en nutriments). Le calcul de l'indice floristique de fertilité d'une placette se fait selon la formule suivante :

$$N = \frac{\sum(ri * N(i))}{\sum(ri)}$$

Avec **N** l'indice floristique de fertilité de la placette étudiée, **ri** le recouvrement de l'espèce i en pourcentage et **N(i)** la valeur indicatrice de l'espèce i.

- Indice de qualité floristique (IQF) :

Cet indice fonctionne sur le même schéma que les deux précédents à la différence près que le coefficient de conservatisme (CC) associé à chaque espèce n'est pas basé sur un paramètre abiotique du

Tableau 3. Critères d'attribution des coefficients de conservatisme : stratégie GRIME, hydrophilie et typicité vis-à-vis des zones humides.

Coefficient de conservatisme	Indigénat	Stratégie GRIME	Valeur indicatrice d'engorgement	Fréquence en zones humides
0	Non	-	-	-
1	Oui	RRR, CRR ou CCR	<=4	Faible
2 ou 3*	Oui	CRS, CCS ou CCC	2 à 5	Moyenne
3 ou 4*	Oui	RRR ou RRS	4 à 7	Faible à moyenne
4 ou 5*	Oui	CCS, CRS ou CRR	5 à 8	Faible à moyenne
6 ou 7*	Oui	CSS, CRS ou CCS	>=6	Moyenne à forte
8	Oui	CCS	>=7	Forte
9	Oui	SSS, CSS ou CRS	>=7	Forte

*Selon habitats et nitrophilie

milieu mais sur la stratégie et la typicité de l'espèce vis-à-vis des zones humides. Cet indice est échelonné de 1 (pour les espèces de milieux très secs présentant des stratégies plutôt rudérales, RRR à CCR au sens de GRIME) à 9 (espèces strictement inféodées aux milieux humides et ne supportant pas les perturbations physiques de leur milieu, stratégie SSS au sens de GRIME). Le détail des stratégies selon GRIME est disponible en annexe 4. Les espèces non autochtones ont un coefficient de conservatisme de 0. Le tableau ci-dessous résume les critères utilisés pour le classement des espèces végétales.

Le calcul de l'indice de qualité floristique d'une placette se fait selon la formule suivante :

$$IQF = CCmoy * \sqrt{S}$$

$$CCmoy = \frac{\sum(ri * CC(i))}{\sum(ri)}$$

Avec **IQF** l'indice de qualité floristique, **CCmoy** le coefficient de conservatisme moyen de la placette, **S** le nombre d'espèces échantillonnées sur la placette, **ri** le recouvrement de l'espèce i en pourcentage et **CC(i)** le coefficient de conservatisme de l'espèce i.

2.2.5.2. L'intégrité du peuplement d'odonates :

La classification de l'ensemble des entités hydrologiques en habitats odonatologiques permet de dresser une liste des espèces attendues sur la zone. En effet, un document produit par RhoMéO recense l'ensemble des habitats utilisés par chaque espèce d'odonate pour sa reproduction (cf. fiche RhoMéO I10 en annexe 2). Ils sont classés en 5 catégories : "habitat principal", "affinité forte", "affinité moyenne", "habitat significativement visité mais sans preuve de reproduction" et "habitat non visité". Seuls les habitats catégorisés comme "habitat principal" et "affinité forte" sont retenus pour dresser la liste des espèces attendues. Le rapport entre les espèces réellement observées et celles attendues permet d'obtenir un pourcentage d'intégrité du peuplement d'odonates. Le peuplement est considéré comme intègre si ce rapport est supérieur à 65 %.

Auparavant, la qualité de l'échantillon aura été testée grâce à une comparaison entre la richesse spécifique observée et la richesse réelle estimée. Elle peut être calculée grâce à l'estimateur Jackknife-1 (Burnham K. P. & Overton W. S. 1979), un estimateur non-paramétrique qui se base sur la richesse

taxonomique observée, et qui est largement utilisé pour compenser le biais inhérent à un échantillonnage non exhaustif. Le nombre d'espèces observées doit être au moins égal à 75 % de la richesse spécifique réelle du site.

2.2.5.3. L'intégrité du peuplement d'amphibiens :

Cet Indice d'Intégrité du Peuplement Amphibien (I2PA) se base sur la somme de trois indices : l'indice de diversité de Simpson (D), la sténoècie brute (SB) et la sténoècie relative (SR).

$$I2PA = (1 - D) + SB + SR$$

L'indice de diversité de Simpson (1-D) : l'indice de diversité de Simpson mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce.

$$D = \frac{\sum Ni * (Ni - 1)}{N * (N - 1)}$$

Avec **D** l'indice de Simpson, **Ni** le nombre d'individus de l'espèce donnée et **N** le nombre total d'individus toutes espèces confondues. Le maximum de diversité correspond à 0 tandis que le minimum correspond à 1. Pour rendre cet indice cohérent avec le calcul de l'I2PA, on utilise l'indice de diversité de Simpson qui correspond simplement à 1 – D.

La sténoècie brute (SB) : il s'agit d'un comparatif entre les espèces inventoriées sur la zone humide et la liste de référence des espèces présentes sur le département (cf. fiche RhoMéO I11 en annexe 2). Seules les espèces dont les exigences de milieux de reproduction sont importantes sont considérées, elles sont désignées par le terme sténoèce qui exclut toutes les espèces ubiquistes (comme le Triton palmé par exemple).

$$SB = \frac{Nb\ sp\ inventoriées}{Nb\ sp\ liste\ de\ référence}$$

La sténoècie relative (SR) : il s'agit d'un comparatif entre les espèces inventoriées sur la zone humide et la liste des espèces attendues. Cette liste est établie grâce aux données de répartition spatiale des espèces (maille de 10 km²) disponible sur le site internet de l'INPN. Ici aussi, seules les espèces sténoèces sont étudiées.

$$SR = \frac{Nb\ sp\ inventoriées}{Nb\ sp\ attendues}$$

2.2.6. Evaluation des composantes de l'état de conservation

Tous ces éléments permettent de mieux comprendre le fonctionnement de l'écosystème étudié et d'en évaluer l'état de conservation. Ce dernier se présente sous la forme finale d'un diagramme en étoile permettant de lui donner un aspect visuel plus intuitif.

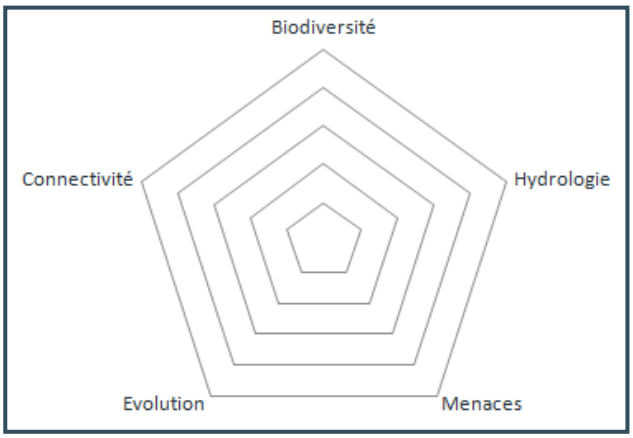


Figure 6. Représentation en diagramme en étoile des composantes de l'état de conservation.

2.2.6.1. L'hydrologie

L'évaluation de l'état de l'hydrologie de la zone est elle-même effectuée sur plusieurs paramètres. Dans un premier temps, les entités hydrologiques sont décrites et cartographiées. Les potentielles atteintes à ces eaux surfaciques (rectification de cours d'eau, surcreusement, piétinement des berges, barrage…) sont identifiées et leurs influences sur le bon fonctionnement hydrique sont évaluées.

Dans un second temps, ce sont les eaux souterraines qui sont étudiées, notamment les ruissellements avec la zone contributive. Cette dernière est tracée selon les méthodes décrites par le MNHN dans sa méthode nationale de l'évaluation de l'état de conservation des zones humides (Gayet et al. 2016). De potentielles atteintes sont également identifiées comme la présence d'obstacles anthropiques au ruissellement (routes par exemple) ou de pollutions (zone contributive englobant des habitations ou des cultures par exemple).

Enfin, l'évaluation de l'intégrité des fonctions hydrologiques de la zone est effectuée grâce aux différentes observations précédentes. Ces fonctions hydrologiques sont au nombre de trois :

- l'effet tampon qui désigne les mécanismes qui permettent à la zone de diminuer les variations hydrologiques en aval. Lors des fortes crues, la zone est capable d'emmagasiner une grande partie du surplus d'eau et de diminuer ainsi des inondations en aval. Au contraire, lors des périodes de sécheresse, la zone va restituer une partie de ce surplus et va permettre ainsi un soutien à l'étiage des cours d'eau en aval.
- le rechargement des nappes phréatiques qui consiste en un échange entre les eaux de surface de la zone et la nappe phréatique en profondeur. Cette fonction est assez difficile à évaluer car la connectivité entre les deux nécessiterait la mise en place de procédés particuliers comme des piézomètres. Ce dispositif permettrait d'évaluer la profondeur de la nappe et donc leur connexion. Ces outils n'ayant pas été mis en place, cette fonction n'est pas véritablement connue mais les intégrités de l'ensemble des fonctions hydrologiques sont étroitement liées et le mauvais état de l'une des deux autres implique nécessairement une mauvaise connexion et inversement.
- le stockage de l'eau rejoint les deux fonctions précédentes en y ajoutant une dimension de potentiel de stockage. Une zone peut avoir un très bon potentiel de stockage mais très peu d'effet tampon si ses cours d'eau sont rectifiés ou si les apports en eau sont limités par exemple.

Un exercice de projection de la zone vers le meilleur état de conservation hypothétique des fonctions hydrologiques permet de fixer cet état de référence auquel tous ces paramètres seront comparés afin de donner une « note » finale à l'hydrologie.

2.2.6.2. La biodiversité

Plusieurs indicateurs sont utilisés pour cette composante : les intégrités des peuplements d'odonates et d'amphibiens ainsi que l'indice de qualité floristique. Par ailleurs, les différents inventaires ont fourni quantité d'informations sur la biodiversité, notamment avec la présence d'espèces patrimoniales détectées lors des phases terrain (pendant les protocoles des indicateurs mais également hors protocoles) ou dans la banque de données de Natura 2000.

La diversité spécifique est l'un des témoins de la biodiversité mais certaines zones sont naturellement pauvres : une faible diversité spécifique n'est pas nécessairement signe d'un mauvais état de conservation. Les espèces patrimoniales et typiques des zones humides sont des indicateurs plus

intéressants. C'est justement la typicité des peuplements végétaux qui est évaluée par l'indice de qualité floristique.

Les intégrités des peuplements d'odonates et d'amphibiens ne sont pas des indicateurs à prendre à la lettre. En effet, leur construction pourrait être grandement améliorée pour se rapprocher de la réalité cf. partie « Résultats et discussions ». Les résultats sont donc à prendre avec précaution en gardant un esprit critique afin d'en tirer le maximum d'informations.

L'existence de corridors écologiques est évaluée par une composante spécifique et n'entre donc pas en ligne de compte pour la composante « Biodiversité ».

La connaissance des caractéristiques abiotiques (altitude, topographie, hydrographie, climat), des habitats et micro habitats et des populations d'espèces alentour permet de projeter un état de référence de la zone humide étudiée. La « note » de biodiversité est ainsi accordée en comparant l'état actuel à cet état de référence hypothétique.

Les fonctions biologiques de la zone découlent directement de ces interprétations.

2.2.6.3. L'évolution spatiale

Cette composante permet de rendre compte de la surface que pourrait occuper la zone en question. Il est difficile de se projeter un état de référence en connaissant uniquement la situation actuelle. C'est pourquoi ce paramètre est évalué en s'inspirant du passé de la zone. Des photographies aériennes et des cartes anciennes de l'Etat-major (19e siècle) et de Cassini (18e siècle) ont été consultées afin de voir l'évolution spatiale de la zone. Dans plusieurs cas, les sites étaient clairement plus étendus qu'actuellement et cet état passé constitue l'état de référence à retrouver dans le futur.

Un autre critère concerne l'embroussaillement lorsque les zones humides sont des milieux ouverts (ce qui est le cas pour la majorité des zones étudiées). Un pourcentage de recouvrement des différentes strates de végétation (herbacée, arbustive et arborée) a été déterminé pour chaque placette botanique. Ces données couplées aux connaissances générales de la zone permettent d'évaluer à quel point la zone a reculé face aux ligneux et quelle surface elle pourrait potentiellement regagner.

2.2.6.4. La connectivité

Une zone humide totalement isolée est parfois très menacée car les échanges avec les autres écosystèmes sont primordiaux. Cela concerne les échanges biotiques de populations, d'individus et de génétiques mais également abiotiques avec des échanges hydrologiques ou de sédiments. La connectivité entre zones humides est évidemment très importante mais le territoire de la Petite Montagne n'est pas un secteur avec une forte densité de zones humides et il arrive que certaines soient très isolées. C'est pourquoi les corridors écologiques sont considérés par cette composante.

Les trames vertes et bleues sont évaluées en utilisant les connaissances acquises sur le terrain mais également les cartes IGN au 25:000 : y a-t-il des obstacles menaçant les corridors écologiques ? La présence de barrages et autres structures limitant les échanges aquatiques sont des exemples d'obstacles interrompant la trame bleue. Pour ce qui est de la trame verte, la présence de haies et de bosquets dans des zones urbanisées ou très exploitées par l'agriculture sert de témoin pour les corridors écologiques terrestres.

2.2.6.5. Les menaces

Enfin, le futur de la zone est évalué. Toutes les menaces qui sont ressorties à travers l'étude globale du site sont identifiées et leur niveau est évalué selon le risque et la sensibilité du milieu.

$$Niveau\ menace = Risque \times Sensiblité$$

Le **risque** représente la probabilité que la menace en question se réalise. La **sensibilité** du milieu représente à quel point la zone sera impactée si la menace se réalise.

La « note » donnée est inversée par rapport à la logique pour qu'elle soit cohérente avec les autres composantes : 5 représente une absence de menaces (ce qui s'apparente à l'état de référence où toutes les menaces ont été écartées) tandis que 0 sera donné à une zone où les menaces sont extrêmement importantes et/ou nombreuses.

De nombreux indicateurs peuvent être utilisés pour cette composante, cela diffère en fonction des zones. Ainsi, l'indice floristique de fertilité permet de mettre en évidence une eutrophisation du site par exemple. Les indices d'intégrité des peuplements d'odonates et d'amphibiens permettent de mettre en évidence une pollution de l'eau, une fermeture du milieu, une pression agricole trop importante… selon les espèces présentes (ou manquantes) dont il est question. L'indice de qualité floristique peut indiquer une fermeture du site, une évolution vers des habitats moins typiques des zones humides… L'indice floristique d'engorgement peut venir appuyer cette évolution, mettre en évidence un drainage… Les exemples sont très nombreux et les informations apportées par les indicateurs sont à voir au cas par cas car elles peuvent varier considérablement selon les sites (cf. fiches synthétiques de chaque zone en annexe 5).

2.2.7. Rédaction des fiches synthétiques

Les observations réalisées sur le terrain, les résultats des différents indicateurs et l'évaluation de l'état de conservation permettent d'avoir une compréhension globale du site. Plusieurs aspects de la zone, abordés dans 4 grandes parties, sont alors développés en se basant sur les informations évoquées précédemment pour la rédaction des fiches synthétiques :

- le contexte et histoire de la zone
- l'hydrologie et faune inféodée aux milieux aquatiques
- les habitats terrestres et la flore
- les menaces, les fonctions des zones humides et l'évaluation de l'état de conservation.

Ces fiches synthétiques sont disponibles en annexe 5.

Résultats et discussions

1. Le choix des sites

Au final, 13 sites ont été sélectionnés. Leur répartition sur le territoire de la Petite Montagne est assez inégale avec une absence totale de l'ouest du site. Cela s'explique par un manque quasi total de zone humide dans la moitié ouest du site. La géologie peut l'expliquer avec un territoire massivement calcaire, roche poreuse où l'eau s'infiltre facilement. Mais certains secteurs présentent une géologie différente qui rend la présence de zones humides possible (moraines glaciaires notamment). Il s'avère que l'ouest du site en est pratiquement dépourvu au contraire de la moitié est, d'où une sur représentation de ce secteur.

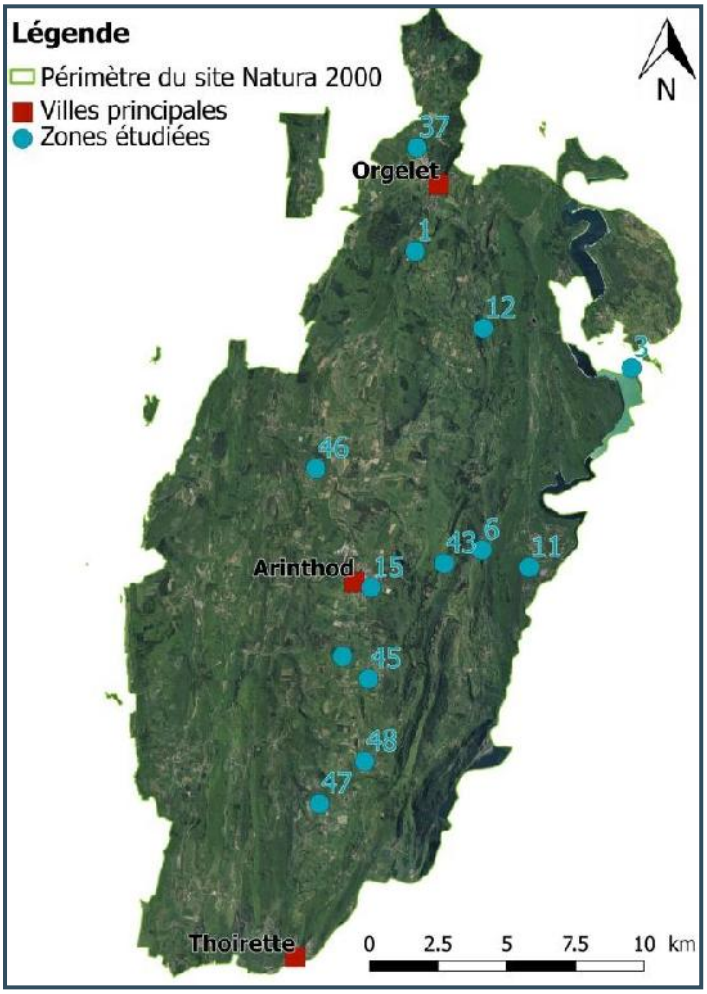


Figure 7. Localisation des 13 zones finales sur le site Natura 2000 Petite Montagne du Jura. Fond de carte : IGN © BD Ortho 2017

Tableau 4. Les 13 zones sélectionnées et leurs grands types de végétation

ID	Nom de la zone	Habitats
01	La Foule	
03	Marais de Mercantile	
06	Grosse ferme de Saint Colomb	
11	Rocher de Ste Barbe	
12	Ruisseau de Barésia	
15	Smoby	
37	Zone industrielle d'Orgelet	
40	Motocross	
43	Etang de Lissia	
45	Station de pompage	
46	Forêt de Chatonnay	
47	Desse	
48	Anchay	

Cariçaie
Bas-marais
Eau libre
Prairie humide
Forêt, fourrés humides
Mégaphorbiaie

Ces zones représentent 6 % de la surface totale des zones humides du site Natura 2000. On y trouve une diversité de grands types de végétations (bas-marais, prairies humides, mégaphorbiaies, ripisylves et cariçaies) et de topographie (zones alluviales, de fond de vallée, de tête de bassin versant, de plaine et de bas de versant).

Ces sites sont plutôt diversifiés mais ne constituent pas un échantillon représentatif des zones de la Petite Montagne. En effet, le choix s'est basé sur l'intérêt porté à ces zones (intérêt écologique, possibilités d'action) et non pas sur leur représentativité du territoire.

Le nombre de 13 zones inventoriées aurait pu être augmenté si une connaissance préalable du temps nécessaire pour les inventaires avait été connue. En effet, cet aspect du projet a été très chronophage et a grandement limité le nombre de zones étudiées. Les 49 zones choisies initialement ont été visitées pour le protocole de repérage ainsi que les premières sessions de terrain amphibien. Le temps (considérable) accordé à ces protocoles aurait pu être utilisé pour étudier entièrement entre une et quatre zones supplémentaires (selon leur taille).

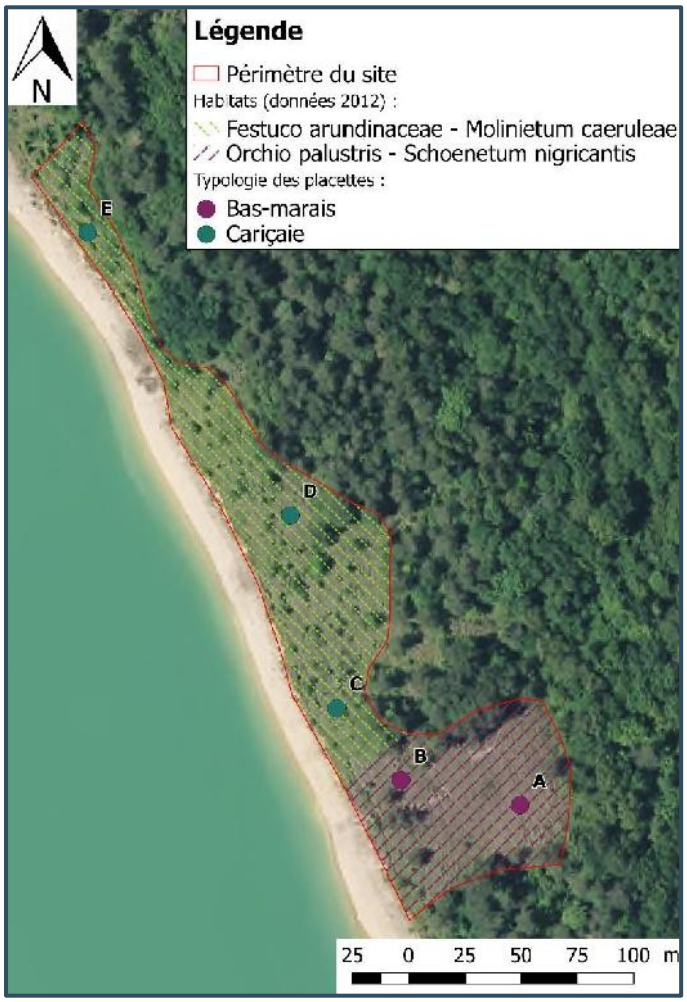


Figure 8. Cartographie des habitats (données 2012) et localisation des placettes botaniques du site « Marais de Mercantile ». Fond de carte : IGN © BD Ortho 201

Une zone parmi les 13, le « Marais de Mercantile » (ID 03) va être utilisée tout au long de la partie « Résultats et discussions » afin de l'illustrer.

Il s'agit d'une zone située sur les rives du Lac de Vouglans, composée de deux habitats d'après les données de 2012 : un bas marais Orchio palustris – Schoenetum nigricantis et une prairie humide Festuco arundinaceae – Molinietum caeruleae. C'est une zone humide de pente avec un ruisseau tufeux diffus qui s'écoule dans le bas-marais jusqu'au lac. Elle était bien plus étendue auparavant mais la création du lac et la fermeture forestière en ont englouti les 9/10eme.

2. Les indicateurs RhoMéO

2.1. L'indice floristique d'engorgement

Sur les 13 zones étudiées, cet indice varie entre 3,23 et 7,3 (cf. Tableau 8). Il semble assez cohérent avec les observations faites sur le terrain.

Sur la zone du « Marais de Mercantile » (cf. Figure 9), 6 placettes ont été réalisées. On observe des valeurs assez proches pour toutes les placettes sauf une : la placette D qui a une valeur beaucoup plus basse. Les placettes A et B sont localisées sur un habitat de bas-marais alimenté toute l'année par une source diffuse qui s'écoule sur l'ensemble du secteur. L'engorgement du sol est visible sur le terrain et concorde bien avec les valeurs calculées. Les placettes C, D et E sont situées sur un habitat de prairie humide plus ou moins dégradé par l'enfrichement. C'est d'autant plus fort pour la placette D qui est colonisée par de nombreuses espèces pionnières comme *Viburnum lantana* (arbuste) ou *Rubus fruticosus*. Ces espèces rudérales ne sont pas typiques des zones humides et leur indice d'engorgement est faible : le niveau de la nappe est donc assez bas à cet endroit. La raison ne semble pas être liée aux écoulements et les informations récoltées ne permettent pas d'expliquer le faible engorgement de cette placette.

Tableau 5. Indices floristique d'engorgement pour les placettes de la zone « Marais de Mercantile ».

	He
03_A	6,53723404
03_B	6,13714286
03_C	5,83396226
03_D	3,6325
03_E	6,65873016

La nature même de cet indice ne permet pas de comparer les zones entre elles mais il est très utile pour comparer les placettes d'une même zone. Il permet de faire ressortir les placettes extrêmes de chaque site : on peut localiser les secteurs les plus humides et ceux, au contraire, les plus secs. Ces observations aident à comprendre en partie le fonctionnement hydrologique, y compris souterrain, des sites étudiés. Il permet parfois de mettre en évidence des fonctionnements hydrologiques particuliers comme le drainage. Même si cet indicateur n'est pas toujours explicable, il permet d'avoir des informations sur l'engorgement général du sol. En effet, l'observation directe est parfois biaisée par la saison (périodes de sécheresse par exemple), et le peuplement végétal rend compte de l'engorgement moyen du sol.

Le calcul de cet indice est basé sur le recouvrement de chaque espèce en supposant que la surface de la placette occupée par une espèce reflète sa vitalité. Ce n'est pas toujours le cas : certaines familles, comme les orchidées par exemple, n'occuperont jamais une surface très importante quelle que soit leur « vitalité ». Néanmoins, cet indicateur fonctionne tout de même relativement bien dans l'ensemble car une bonne partie des plantes suivent cet état de fait.

2.2. L'indice floristique de fertilité

Sur les 13 zones étudiées, cet indice varie entre 1,79 et 3,95 (cf. Tableau 8).

En ce qui concerne le « Marais de Mercantile » (cf. Figure 9), l'indice floristique de fertilité de la zone vaut 2,20. Il s'agit d'une valeur très faible qui est cohérente avec les habitats très engorgés de la zone : cet engorgement est responsable de la faible disponibilité en nutriments (comme expliqué plus haut). Les variations sont très faibles entre les placettes : il peut s'agir d'un biais dû à l'échantillonnage.

Tableau 6. Indices floristiques de fertilité pour les placettes de la zone « Marais de Mercantile ».

	N
03_A	2,20212766
03_B	2,33333333
03_C	1,99622642
03_D	1,825
03_E	2,37037037

Pas toujours évident à interpréter, cet indice permet d'obtenir une indication sur la richesse du sol. Les zones humides sont, par nature, des zones ayant assez peu de nutriments disponibles pour les végétaux. Cela est dû à l'engorgement du sol plus ou moins important qui prive ce dernier d'oxygène. Les processus de dégradations de la matière en nutriments utilisables pour les plantes sont donc ralentis voire stoppés d'où une disponibilité restreinte en nutriments. Deux autres paramètres rentrent en jeu : la nature du sol (certains sont naturellement plus riches que d'autres) et les apports extérieurs. La nature du sol pouvant varier considérablement d'une zone à l'autre, il est impossible de les comparer entre elles. Toutefois, on peut supposer que ce paramètre varie peu (voire pas du tout) sur une même zone : les placettes sont donc comparables entre elles. La majorité des zones étudiées se trouvent, au moins en partie, sur une parcelle exploitée pour l'agriculture. Prairies de fauche ou de pâturage, les agriculteurs y apportent parfois de l'engrais, qu'il soit biologique ou chimique, pour augmenter la productivité. On peut notamment approcher cet aspect-là avec cet indice floristique de fertilité.

L'eutrophisation d'une zone ne permet toutefois pas toujours d'expliquer certaines valeurs obtenues. L'historique des zones n'étant pas toujours parfaitement retracé, il se peut que l'explication s'y trouve.

2.3. L'indice de qualité floristique

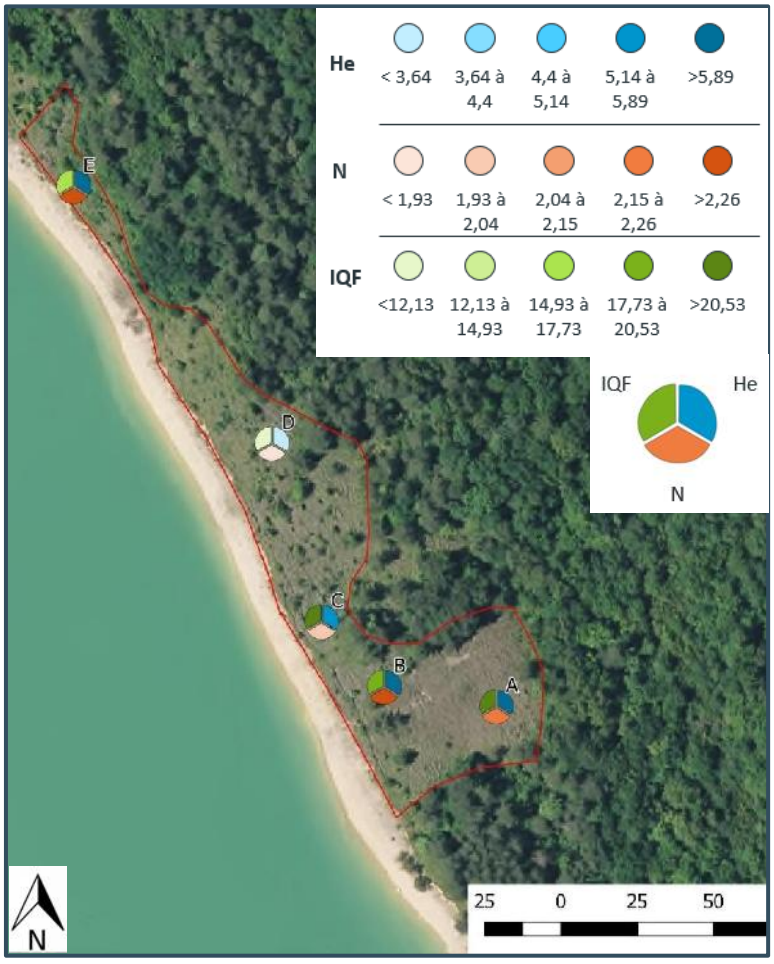


Figure 9. Résultats des indices floristiques d'engorgement (He), de fertilité (N) et de qualité floristique (IQF) des placettes de la zone « Marais de Mercantile ». Fond de carte : IGN © BD Ortho 201

Cet indice varie de 12,69 à 24,92 (cf. Tableau 8) sur l'ensemble des zones étudiées. Il dépend à la fois de la typicité des plantes aux zones humides et à l'orientation de leur stratégie de développement (compétitrice, résistance au stress ou résistance aux perturbations).

Sur la zone « Marais de Mercantile » (cf. Figure 9), l'indice de qualité floristique vaut 19,53. Cette valeur traduit une population végétale générale typique des zones très humides. Une valeur sort néanmoins du lot : la placette D avec 9,33. Cela traduit bien l'évolution de la placette vers un habitat de friche avec l'apparition de plantes rudérales et la disparition de *Schoenus nigricans*, carex héliophile dont le coefficient de conservatisme vaut 8 et qui est présente sur toutes les autres placettes (cette plante est d'ailleurs en grande partie responsable des IQF élevés de ces placettes).

Tableau 7. Indices de qualité floristique pour les placettes de la zone « Marais de Mercantile ».

	IQF
03_A	21,9523835
03_B	19,5278881
03_C	23,328181
03_D	9,33
03_E	17,7104281

Bien que cet indicateur soit moins évident à se représenter, son interprétation peut s'avérer assez simple lorsque l'on se trouve dans les extrêmes. Le cortège floristique est alors souvent dominé par des espèces soit très rudérales soit, au contraire, très tolérantes au stress des sols engorgés. La typicité et la stratégie sont alors liées. Il devient plus difficile de les distinguer lorsque l'indice a des valeurs moyennes.

Cet indice peut s'interpréter comme un gradient de perturbation : plus il est élevé, moins la zone a été perturbée physiquement et/ou hydrologiquement. Une placette ayant un indice élevé a, soit des espèces tolérantes au stress hydrique car le sol est très engorgé (et donc typiques d'une zone humide), soit des espèces au développement lent et ne supportant pas de perturbations physiques (cf. Tableau 3).

Les trois indicateurs floristiques sont très intéressants du fait de leur fiabilité. En effet, les inventaires des peuplements végétaux ne sont que peu tributaires des conditions météorologiques, au contraire de la majorité des inventaires faunistiques. Ils permettent d'obtenir des informations variées, complémentaires et surtout globales : les informations récoltées sont des moyennes. Par exemple, l'indice floristique d'engorgement ne rend pas compte du niveau de la nappe à une date t mais plutôt un niveau moyen, ce qui est bien plus représentatif de la zone.

2.4. L'intégrité du peuplement d'odonates

Un préalable à l'application de cet indice est le calcul du rapport entre la richesse spécifique observée et la richesse réelle estimée selon l'indice de Jackknife-1. Elle est souvent supérieure ou aux alentours de 75% dans les zones étudiées (un quart des zones sont largement en dessous de ce seuil). Cet indice compare le peuplement observé sur la zone avec celui attendu compte tenu des habitats odonatologiques préalablement identifiés. La proportion du peuplement observé sur celui attendu est pratiquement toujours inférieur aux 60 %, seuil à partir duquel le peuplement est considéré comme intègre (seul un site a un peuplement intègre : le « Ruisseau de Barésia »).

Concernant le « Marais de Mercantile », l'intégrité du peuplement d'amphibien s'élève à 23,53 % : sur les 17 espèces attendues, seules 4 ont été contactées : *Calopteryx splendens*, *Cordulegaster boltonii*, *Orthetrum brunneum* et *Somatochlora flavomaculata*. Mais seulement 63 % de la richesse estimée par l'estimateur Jackknife-1 a été observée. Les observations ne sont donc pas considérées comme assez fiables pour être interprétées.

Les conditions météorologiques de cette année ont parfois été extrêmes, notamment avec une forte et longue sécheresse. La plupart des eaux surfaciques se sont trouvées asséchées pendant la deuxième session de terrain : même si les larves de certaines espèces peuvent résister à l'assèchement du point d'eau, il est très peu probable d'y observer un adulte s'il n'y a plus d'eau libre. C'est aussi ce qui peut expliquer la proportion parfois faible d'espèces observées par rapport à la population réelle estimée par l'indice de Jackknife et des peuplements odonatologiques rarement intègres.

Une autre explication réside dans les difficultés liées à certains terrains. Les bordures de cours d'eau à végétation dense empêchent bien souvent une prospection efficace. En effet, seules les espèces se posant sur la végétation des rives peuvent être échantillonnées (souvent des Zygoptères). Des Anisoptères sont parfois brièvement observés mais leur passage rapide et souvent unique permet rarement leur identification. Un biais d'inventaire doit être gardé à l'esprit pour les zones ayant ce type de configuration (Forêt de Chatonnay, Desse, La Foule).

Par ailleurs, les données fournies par RhoMéO permettant de dresser la liste des espèces attendues présentent quelques failles. En effet, certaines classifications d'habitats semblent trop vagues pour être valables dans tous les cas. C'est par exemple le cas des habitats dits « temporaires » qui désignent l'ensemble des entités hydrologiques s'asséchant l'été (excepté les ruisseaux). Il n'y a aucune distinction de faite entre des grandes mares et des drains peu profonds par exemple. Or, les espèces d'odonates fréquentant ces deux milieux peuvent être très différentes et l'assèchement estival est parfois supporté par les larves, du moment qu'il n'est pas excessivement long. Une classification modifiée pourrait apporter plus de précision à cet indicateur. Par exemple, l'ensemble des classes pourraient être gardé (excepté la classe « habitas temporaires ») avec un double choix pour chacune : temporaire ou permanente. Dans le cas où l'habitat est temporaire, la liste des espèces fidèles à ce type d'habitat serait réarrangée pour exclure celles dont les larves ne supportent pas l'assèchement.

Enfin, la fidélité de chaque espèce à chaque habitat n'est pas toujours complète. C'est par exemple le cas de *Libellula depressa* qui n'est pas une espèce attendue sur des mares forestières selon RhoMéO, affirmation démentie par d'autres sources (Boudot et al. 2017).

C'est toutefois un indice pertinent car il tient compte de la réalité des habitats disponibles pour ces insectes mais qui se trouve limité par la sensibilité de ce taxon aux conditions météorologiques, aux difficultés de certains terrains et à un manque d'informations sur certaines espèces.

2.5. L'intégrité du peuplement d'amphibiens

Cet indice n'a jamais dépassé 1,62 (sur 3) sur l'ensemble des sites étudiés. L'I2PA du « Marais de Mercantile » vaut 0,64. Cette faible valeur traduit les capacités d'accueil limitées du site envers les amphibiens. Cet indice est une combinaison de 3 éléments qui sont assez peu représentatifs de la situation réelle.

L'indice de diversité de Simpson (1-D) se base sur les effectifs des espèces contactées. Or, ces effectifs tiennent aussi bien compte des pontes que des larves ou des adultes. C'est là que réside le problème majeur de ce calcul. En effet, la mortalité très importante sur les pontes et larves d'anoures n'est pas prise en compte : sur 100 larves observées de *Rana temporaria*, moins de 6 individus atteindront le stade adulte (Vigne J-C. 2016). Il n'est pas non plus possible de ne considérer que les adultes car certaines espèces, comme la Salamandre tachetée, sont beaucoup plus facilement observables au stade larvaire qu'adulte. La mise en place d'un coefficient de mortalité larvaire pour chaque espèce permettrait de rééquilibrer les effectifs et d'obtenir un indice de diversité de Simpson plus correct.

Pour le « Marais de Mercantile », cet indice vaut 0,39 étant donné la faible diversité des espèces rencontrées sur le site : seules deux espèces (*Lissotriton helveticus* et *Salamandra salamandra*) ont été contactées. Dans ce cas de figure, l'indice de diversité de Simpson est cohérent car il rend compte uniquement de la faible diversité spécifique (les effectifs étant globalement équilibrés).

La sténoècie brute n'apporte que peu d'intérêt à l'I2PA. En effet, cette composante est basée sur des données régionales, beaucoup trop larges pour être utiles. Elle a toutefois l'avantage de prendre en compte les espèces observées qui ne sont pas dans les espèces attendues de la sténoècie relative. Mais cela pourra être apporté par un « bonus » et éviter d'ajouter une valeur très basse à l'I2PA.

Pour le « Marais de Mercantile », cette sténoècie brute vaut 0,125 car sur les 8 espèces sténoèces présentes dans le Jura, seule la Salamandre tachetée a été contactée.

La sténoècie relative est basée sur la réalisation d'une liste d'espèces attendues selon leur répartition géographique consultable sur le site internet de l'INPN. Ces données sont datées entre 1843 et 2011 et peuvent donc être obsolètes aujourd'hui. Il s'agit de mailles de présence/absence de 10 km², distance difficilement franchissable pour certaines espèces. On obtient une liste d'espèces souvent beaucoup plus importante que les potentialités d'accueil réelles de la zone. Cela peut s'expliquer par des données obsolètes et trop peu précises mais également par l'absence de considération des habitats présents. En effet, toutes les espèces ne fréquentent pas les mêmes habitats pour leur reproduction. Le Crapaud commun et le Sonneur à ventre jaune ont ainsi des habitats préférentiels très différents : l'un préfèrera des mares assez profondes avec de la végétation aquatique tandis que l'autre ne s'établira que dans des milieux pionniers et dépourvus de végétation. Par ailleurs, les habitats herpétologiques ont été identifiés lors de la phase de repérages et ne sont malheureusement pas utilisés alors qu'ils apporteraient des précisions très importantes.

Sur la zone « Marais de Mercantile », cette sténoècie relative vaut 0,125 car l'ensemble des 8 espèces sont présentes sur la maille de 10 km² englobant le site. Notons que le site ne possède aucune véritable mare pouvant convenir à des amphibiens comme *Rana temporaria* ou *Triturus cristatus*. Les seuls habitats disponibles sont un ruisseau tufeux diffus, un immense lac peuplé de poissons et des gouilles de faibles profondeurs. *Alytes obstetricans*, *Bombina variegata* et *Salamandra salamandra* sont les seules espèces sténoèces susceptibles de fréquenter cette zone. La sténoècie relative vaudrait alors 0,33.

Lorsque l'on applique certaines modifications (comme considérer la répartition des espèces à une échelle plus fine ainsi que la nature des habitats disponibles), on obtient des résultats beaucoup plus intéressants et représentatifs de la réalité.

De plus, les observations réalisées à travers le protocole de cet indicateur sont mitigées pour certaines espèces. On peut imputer cela aux conditions météorologiques particulières : en effet, le pic d'activité des Grenouilles rousses et des Crapauds communs (deux des espèces visées pendant la première session de terrain) s'est trouvé particulièrement avancé cette année. Il a eu lieu en janvier/février au lieu de mars d'où des contacts réduits avec les adultes de ces espèces. Heureusement les preuves de la reproduction de *Rana temporaria* (pontes et têtards) sont assez faciles à observer, ce qui est plus délicat pour d'autres espèces dont les pontes sont plus diffuses et discrètes comme *Bufo bufo*.

L'indice d'intégrité du peuplement d'amphibiens pourrait donc facilement être amélioré par quelques modifications :

- l'ajout de coefficients de mortalité larvaire pour chaque espèce à l'indice de diversité de Simpson ;
- le remplacement de la sténoècie brute par des « points bonus » pour les espèces non attendues et pourtant présentes (ce qui traduit un manque de données dans la base de donnée de répartition de l'INPN) ;

- l'utilisation de bases de données plus précises et plus récentes sur la répartition des espèces que celles consultables sur le site de l'INPN (quand c'est rendu possible par des inventaires accessibles au gestionnaire comme c'est le cas ici) ;
- la prise en compte des habitats disponibles pour filtrer les espèces potentiellement intéressées par la zone (sur le même principe que ce qui est réalisé avec les odonates). La prise en compte des habitats terrestres à proximité, nécessaires à l'accomplissement du cycle de vie des amphibiens serait également intéressante (beaucoup d'amphibiens ont, par exemple, besoin d'habitats forestiers pour leur phase terrestre).

Tableau 8. Récapitulatif des résultats des indicateurs pour l'ensemble des 13 zones

ID	Nom	He	N	IQF	I2PA	Odo	Jackknife
1	La Foule	6,345714	3,954286	13,33929	0,6132	18,75	100
3	Marais de Mercantile	6,137143	2,202128	19,52789	0,638889	23,52941	63
6	Grosse ferme de St Colomb	7,306099	3,620852	24,91769	0,763838	11,76471	79
11	Rocher Ste Barbe	3,225599	1,79267	11,80781	-	-	-
12	Ruisseau de Barésia	6,801973	2,830657	18,24781	0,975615	62,5	73
15	Smoby	6,231197	3,935722	14,33984	0	0	-
37	Zone industrielle d'Orgelet	5,037234	2,827038	12,69	0,740789	37,5	65
40	Motocross	5,617021	3,45509	15,40136	1,435913	40	87
43	Etang de Lissia	7,233465	3,567853	17,54099	0,775286	38,88889	74
45	Station de pompage Cézia	6,220395	3,817337	14,86104	0	0	67
46	Forêt de Chatonnay	6,162281	3,466374	19,24456	0	0	100
47	Anchay	6,775378	3,604752	19,65309	1,605556	33,33333	83
48	Desse	6,061393	3,727292	12,9984	1,591667	28,57143	74

3. Evaluation de l'état de conservation

L'évaluation de l'état de conservation de chaque zone découle de 5 composantes : l'hydrologie, la biodiversité, l'évolution spatiale, la connectivité et les menaces.

Cette évaluation est différente pour chaque zone et permet de centraliser les connaissances acquises au travers des indicateurs et des observations sur le terrain.

La représentation en diagramme permet de synthétiser les résultats de façon très visuelle. On remarque, par exemple, que les points forts de la zone « Marais de Mercantile » sont la biodiversité et l'hydrologie. En effet, des espèces très intéressantes ont été contactées sur cette zone que ce soit pour la flore (*Schoenus nigricans*, *Gymnadenia odoratissima*, *Epipactis palustris*), pour les odonates (*Cordulegaster bidentata*, *Somatochlora flavomaculata*) ou même pour les amphibiens (*Salamandra salamandra*). Ces espèces sont liées aux habitats patrimoniaux et rares présents sur la zone (notamment le bas-marais). Concernant l'hydrologie, on peut considérer que le ruisseau tufeux est la seule entité hydrologique du site étant donné le comportement artificiel du lac (marnage très important entre l'été et l'hiver). Le ruisseau possède un fonctionnement naturel sans qu'aucun obstacle ne vienne perturber son cours. La formation de gouilles et de petits ruissellements grâce à ce denier sont autant de point forts

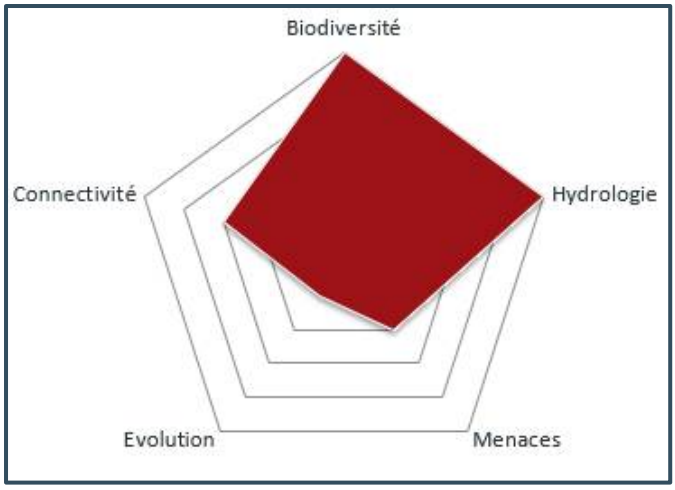


Figure 10. Diagramme en étoile de l'évaluation des composantes de l'état de conservation de la zone « Marais de Mercantile ».

pour la faune et la flore (présence de *Pinguicula vulgaris*, plante carnivore patrimoniale vivant dans ces gouilles). De plus, la zone contributive couvre uniquement des forêts et rien ne vient entraver l'écoulement naturel de l'eau.

Au contraire, l'évolution est le gros point noir de cette zone : sa surface a été réduite de 10 fois en l'espace de 50 ans. Les menaces de fermeture imminente, de piétinement du marais et d'acidification de l'eau par l'enrésinement des forêts viennent influencer négativement l'état de conservation. Enfin, la connectivité (corridors aquatiques et terrestres) avec l'amont est plutôt en bon état, au contraire de l'aval où les berges très hautes et abruptes ainsi que l'artificialisation de l'hydrologie du lac empêchent la connexion entre la zone et cette étendue d'eau.

L'étude d'autres paramètres auraient été intéressante afin de peaufiner cette évaluation. La pose de piézomètres aurait ainsi apporté des informations sur les variations du niveau de la nappe phréatique et donc sur le fonctionnement hydrologique de la zone, les recherches auprès des locaux sur le passé historique des zones auraient également pu apporter des explications sur l'état actuel des sites,… autant d'outils supplémentaires qui auraient été intéressants pour notre étude. Mais les 6 mois de stage impliquent de faire des choix.

Cette évaluation de l'état de conservation tente de comparer au mieux la zone actuelle avec une zone théorique en parfait état. La définition de cette zone n'est pas toujours aisée. La question de privilégier tel habitat au détriment d'un autre n'est pas toujours évidente : on peut se baser sur les intérêts patrimoniaux de chaque habitat, de leur rareté à une échelle locale ou encore de la diversité du cortège d'espèces qui l'accompagne mais la hiérarchisation aux dépends des habitats « banals » peut poser question.

4. Les préconisations de gestion

Une fois le profil et l'état de conservation de chaque site dressé, des préconisations de gestion sont proposées. Elles sont précises et adaptées au contexte : une cartographie avec la localisation des différentes mesures (quand celles-ci concernent un secteur en particulier) est disponible pour chaque site.

Certaines mesures restent vagues car les informations récoltées ne suffisent pas pour apporter de la précision : des études complémentaires seront parfois nécessaires. C'est notamment le cas de gros travaux comme la rectification de cours d'eau dont les éléments hydrographiques nécessaires sont trop pointus et hors de mon domaine de compétences.

Enfin, d'autres mesures sont générales à l'ensemble des zones étudiées et les dépassent même. C'est par exemple le cas de l'organisation d'une journée technique sur les zones humides à l'intention

des agriculteurs de la Petite Montagne. Le fonctionnement de ces écosystèmes et les services qu'ils nous rendent seront abordés afin de sensibiliser ces acteurs majeurs du territoire à la fragilité et l'importance de ces milieux. Puis une partie technique axée sur les façons de les exploiter et de les préserver sera abordée. Les répercussions de ce genre d'évènements dépassent largement les 13 zones humides étudiées : cette journée permettrait d'agir pour la protection de l'ensemble des zones humides de la Petite Montagne et pour la préservation de l'environnement en général.

Conclusion

L'évaluation de l'état de conservation sur plusieurs zones dont certaines sont assez réduites n'est pas évidente à réaliser pour des gestionnaires de sites Natura 2000, à moins que le site en question soit centré sur ces zones. Le temps et les moyens demandés pour mettre en place ce type de suivis sont considérables. La modification des protocoles lorsque les différents sites étudiés sont situés sur un même territoire est un moyen de réduire le temps qui leur est assigné.

Les indicateurs utilisés les plus pertinents concernent la flore. En effet, ce taxon n'est que peu soumis aux aléas du terrain (excepté les prairies où la fauche peut venir fortement compliquer l'inventaire) contrairement aux odonates et aux amphibiens où les conditions météorologiques peuvent grandement réduire la qualité des inventaires (exemple de la sécheresse pour la deuxième session des odonates). De plus, un seul protocole aboutit à trois indicateurs différents très intéressants, ce qui constitue un rendement de résultats vis-à-vis du temps nécessaire plus important que pour les autres indicateurs (où un protocole ne permet de calculer qu'un seul indicateur).

Néanmoins, les indicateurs basés sur la faune permettent d'obtenir des informations très intéressantes sur l'utilisation des habitats constitués par la flore et les paramètres abiotiques. Ces deux indicateurs pourraient être facilement améliorés en plus d'être adaptés au territoire.

Enfin, la réitération de cette méthode dans 4 ou 5 ans apporterait un suivi temporel de ces zones qui compléterait l'amélioration des connaissances sur l'évolution de l'état de conservation des zones humides. L'efficacité et l'impact des potentielles mesures de gestion pourraient ainsi être évalués et permettrait de les rectifier ou, au contraire, de les appliquer à d'autres sites.

Références bibliographiques

ACEMAV, Melki, F., Duguet, R., 2005. Les amphibiens de France, Belgique et Luxembourg, Biotope. ed, Parthénope.

Adam, P., Debiais, N., Malavoi, J.-R., 2007. Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau.

ADAPEMONT, n.d. Regards sur la Petite Montagne, ADAPEMONT. ed.

AVENIR, Conservatoire des espaces naturels de l'Isère, 2010. Le pâturage en zone humide, 15 ans de gestion conservatoire.

Bekhtari, M.C., 2015. Les méthodes multi-critères pour analyser les aptitudes des terres agricoles : le cas du blé tendre en Languedoc-Rousillon analysé avec la méthode AHP. (Mémoire Master 2 "Gestion Agricole et Territoires"). Université Paul Valéry de Montpellier, Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellie.

Bissardon, M., Guibal, L., 2002. CORINE Biotopes, version originale. Types d'habitats français.

Boucard, E., Voirin, M., 2014. Etude et cartographie de la végétation Milieux forestiers Site Natura 2000 FR 4301334-FR4312013 "Petite Montagne du Jura" (No. Rapport final). Communauté de communes Petite Montagne, Communauté de communes Petite Montagne.

Boudot, J.-P., Grand, D., Wildermuth, H., Monnerat, C., 2017. Les libellules de France, Belgique, Luxembourg et Suisse - 2ème édition, Biotope. ed.

Braun-Blanquet, J., 1921. Prinzipien einer Systematik des Pflanzengesellschaften auf floristischer Grundlage. Jb. St. Gall. Naturw. Ges.

Burnham, K.P., Overton, W.S., 1979. Robust Estimation of Population Size When Capture Porbabilities Vary Among Animal. Ecology 60, 927–936.

Charles, M., Viry, D., 2015. Etat de conservation des mares temporaires méditerranéennes (UE3170*), habitat d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle du site. (Rapport SPN 2015-56 No. Version 1). Service du patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle / Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques, Paris.

Collectif RhoMéO, 2014. Boîte à outils RhoMéO (No. Version 1). Conservatoire d'espaces naturels de Savoie.

Communauté de Communes Petite Montagne, 2015. Document d'objectifs Petite Montagne du Jura Site Natura 2000 "FR4301334" et "FR4312013."

Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien, 2015. Végétation des mégaphorbiaies et des prairies humides.

Conservatoire des Espaces Naturels Franche-Comté, 2013. Marais tufeux des "Monteilliers" (Plaisia et Ecrille, 39).

Contrat territorial Serène, 2015. Aménager des points d'abreuvement et mettre en défens les berges.

Cotrel, N., 2010. Observatoire du patrimoine naturel du Marais poitevin : Suivi des Lépidoptères Thopalocères du Marais poitevin.

Cournil, D., 2017. Clé illustrée des graminées présentes en Dordogna.

CPIE Val de Gartempe, 2012. L'abreuvement à la rivière. Gazette Rivière.

Crassous, C., Karas, F., 2007. Guide de gestion des tourbières et marais alcalins des vallées alluviales de France septentrionale, Fédération des Conservatoires d'Espaces Naturels. ed, Pôle-relais tourbières.

DIRECTIVE 92/43/CEE DU CONSEIL du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, 1992.

Djikstra, K.-D.B., Lewington, R., 2009. Guide des libellules de France et d'Europe, Guide Delachaux.

Douget, G., 2017. Maintien de la biodiversité des prairies dans le val de Saône Côte d'orien. 5e année de suivi de la composition et de la structure de la végétation. Conservatoire d'espaces naturels de Bourgogne.

Douzet, R., 2007. Petit Lexique de Botanique à l'usage du débutant.

Duboc, P., 2018a. Clef des Ptéridophytes et alliés.

Duboc, P., 2018b. Clefs des plantes à fleurs terrestres.

Duboc, P., 2018c. Clefs des résineux et feuillus d'Auvergne / Limousin.

Ecosphère, BURGEAP, Armani, G., 2015. Retours d'expérience des plans de gestion de zones humides sur les bassins Rhône Méditerranée et Corse. Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse.

Etat de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire (Rapport SPN 2015 No. Version 3), 2015. . Service du patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris.

Faune Flore Fonge Massif Central [WWW Document], n.d. URL http://fauneflore-massifcentral.fr/ (accessed 9.9.18).

Forum des Marais Atlantiques, 2015. Mallette d'indicateurs de travaux et de suivis en zones humides.

France Nature Environnement, 2016. Touche pas à ma zone humide [WWW Document]. France Nature Environnement. URL https://www.fne.asso.fr/dossiers/touche-pas-%C3%A0-ma-zone-humide

France Nature Environnement, 2010. La morphologie des cours d'eau.

Gayet, G., Baptist, F., Baraille, L., Caessteker, P., Clément, J.-C., Gaillard, J., Gaucherand, S., Isselin-Nondedeu, F., Poinsot, C., Quétier, F., Touroult, J., Barnaud, G., 2016a. Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides. ONEMA, MNHN.

Gayet, G., Baptist, F., Baraille, L., Caessteker, P., Clément, J.-C., Gaillard, J., Gaucherand, S., Isselin-Nondedeu, F., Poinsot, C., Quétier, F., Touroult, J., Barnaud, G., 2016b. Méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides (Rapport SPN 2016-91 No. Version 1.0). ONEMA, MNHN.

Gibbs, J.P., 1993. Importance of small wetlands for the persistence of local populations of wetland-associated animal. Wetlands 13, 25–31.

Grand, D., Boudot, J.-P., Doucet, G., 2014. Cahier d'identification des libellules de France, Belgique, Luxembourg et Suisse, Biotope. ed, Cahier d'identification.

Grime, J., 1974. Vegetation classification by reference to strategies. Nature 26–31.

Guy, P., 2011. Réhabilitation du Lac de Viremont (39) et de son marais.

Klaus, G., 2007. Etat et évolution des marais en Suisse. Résultats du suivi de la protection des marais. (Etat de l'environnement No. 0730). Office fédéral de l'environnement, Berne.

Lahondère, C., 1997. Initiation à la phytosociologie sigmatiste. Société Botanique du Centre Ouest 46.

Lauber, K., 2007. Flora Helvetica, Belin. ed, Botanique.

Maciejewski, L., Seytre, L., Van es, J., Dupont, P., 2015. Etat de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire (Rapport SPN 2015 - 43 No. Version 3). Muséum national d'histoire naturelle-Service du Patrimoine Naturel.

Marciau, R., 2017. Forêts et fourrés humides à marécageux. Conservatoire d'espaces Naturels Rhône-Alpes.

Maridet, L., Piégay, H., Gilard, O., Thévenet, A., 1996. L'embâcle de bois en rivière : un bienfait écologique ? Un facteur de risques naturels ? La Houille blanche.

Mechin, A., Pioch, S., 2016. Une méthode expérimentale pour évaluer rapidement la compensation en zone humide (No. Rapport final). ONEMA.

Miraud, C., 2005. Méthodes d'inventaire et d'identification des Amphibiens.

Mistarz, M., 2016. Etat de conservation des habitats des eaux dormantes d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. (Rapport SPN 2016-104 No. Rapport préliminaire). Service du patrimoine naturel / Muséum national d'Histoire naturelle / Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques, Paris.

Moureau, C., 2013. Etat de conservation des pelouses sèches en Petite Montagne du Jura avec l'indicateur Rhopalocères.

Muséum national d'Histoire naturelle, 2018. Données espèces [WWW Document]. INPN Inventaire National du Patrimoine Naturel. URL https://inpn.mnhn.fr/accueil/index

Natura 2000, 2015. Chiffres clés de Natura 2000 [WWW Document]. Site web du Centre de ressources Natura 2000. URL http://www.natura2000.fr/chiffres-cles

Natura 2000 PMJ, 2018. Présentation du site Natura 2000 Petite Montagne du Jura [WWW Document]. Natura 2000 Petite Montagne du Jura. URL http://petitemontagnedujura-n2000.fr/?page_id=312

ONEMA, 2015. Espèces exotiques envahissantes des milieux aquatiques et associés en France métropolitaine.

ONEMA, 2014. Pratiques agricoles et nitrates dans les milieux aquatiques. Eau France, service public d'information sur l'eau 16.

Parc Naturel Régional du Morvan, 2016. Les systèmes d'abreuvement du bétail et de traversée de cours d'eau. Guide technique.

Parc Naturel Régional du Morvan, Office National des Forêts, Petite Montagne du Jura, Parc Naturel Régional du Haut-Jura, 2009. Eléments techniques pour la préservation des ruisseaux.

Parc Naturel Régional Scarpe-Escaut, 2013. Marais & Tourbières.

PNR Vosges du Nord, PNR Ballons des Vosges, Conservatoire botanique national de Franche-Comté, Conservatoire botanique d'Alsace, Pôle Lorrain du Futur Conservatoire botanique national Nord-Est, 2016. Guide phytosociologique des prairies du massif des Vosges et du Jura alsacien.

Raymond, D., Semlitsh, J., Russel Bodie, J., 1998. Are Smal, Isolated Wetlands Expendable ? Conservation Biology 12, 1129–1133.

Société nationale de protection de la nature, 2017. Pâturage traditionnel ou original en zone humide. Zones humides Infos 28.

Stefan Eggenberg, Adrian Möhl, 2008. Flora Vegetativa, Rossolis. ed.

Vignes, J.-C., 2016. Reproduction de la Grenouille rousse au Pays Basque.

Vuillemenot, M., Ferrez, Y., André, M., Gillet, F., Hendoux, F., Mouly, A., Thiery, F., Tison, J.-M., Vadam, J.-C., 2016. Liste hiérarchisée des espèces végétales exotiques envahissantes et potentiellement envahissantes en Franche-Comté et préconisations d'actions.

Contacts

Territoire de la Petite Montagne :

Céline ROUX : Chargée de mission - Coordinatrice Site Natura 2000 « Petite Montagne du Jura »
Tel : 03 84 25 39 78
Mail : celine.roux@petitemontagne.fr
Adresse : Communauté de Communes Petite Montagne
15, rue des Tilleuls, 39240 Arinthod

Charly MOUREAU : Chargé de mission Natura 2000 « Petite Montagne du Jura
Tel : 03 84 48 85 14
Mail : charly.moureau@petitemontagne.fr
Adresse : Communauté de Communes Petite Montagne
15, rue des Tilleuls, 39240 Arinthod

Emmanuel VILQUIN : Agent technique de l'Agence Française pour la Biodiversité
Tel : 06 07 85 35 40
Mail : emmanuel.vilquin@afbiodiversite.fr
Adresse : 395 Ambercaille
39000 Lons le Saunier

Jacques CALLAND : Ancien maire de Chisseria – Retraité
Tel : 03 84 48 05 97
Mail : jacques.calland@wanadoo.fr
Adresse :

Leonel LAUBESPIN : Propriétaire de la Grosse ferme de St Colomb
Tel : 07 67 88 38 00
Mail : leoneldelaubespin@gmail.com
Adresse : Grosse ferme de St Colomb
39240 Arinthod

Pascal CLAUDET : Agriculteur
Tel : 06 99 82 04 38
Mail :
Adresse : Hameau de Rupt
39240 Vescles

Tristan NOYERE : Chargé de mission Site Natura 2000 « Petite Montagne du Jura »
Tél : 03 84 48 85 15
Mail : tristan.noyere@petitemontagne.fr
Adresse : Communauté de communes Petite Montagne
15, rue des Tilleuls, 39240 Arinthod

Boîte à outils RhoMéO :

Cédric FOUTEL : Chargé de projets CEN de Bourgogne
Tel : 03 86 46 03 80
Mail : cedric.foutel@cen-bourgogne.fr
Adresse : 9 bis rue de l'Hôpital
89200 Avallon

Delphine DANANCHER : Responsable scientifique CEN Rhône Alpes
Tel : 04 72 31 84 54
Mail : delphine.danancher@cen-rhonealpes.fr
Adresse : La maison forte - 2, rue des Vallières
69390 Vourles

Evaluation de l'état de conservation :

Margaux MISTARZ : Chargée de mission « Suivi et évaluation des habitats d'intérêt communautaire » - Muséum national d'Histoire naturelle
Tel : 01 60 47 96 20
Mail : margaux.mistarz@mnhn.fr
Adresse : 4 avenue du petit château
91 800 Brunoy

Connaissances naturalistes :

Arnaud RHODDE : Ingénieur écologue – Bureau d'étude environnemental EXEN
Tel : 05 81 63 05 96
Mail : arhodde.exen@gmail.com
Adresse : Route de Buzeins
12310 Vimenet

Marceau MINOT : Doctorant – Laboratoire Ecodiv
Tel : 06 86 16 26 62
Mail : marceau.minot1@univ-rouen.fr
Adresse : UFR Sciences et Techniques, Université de Rouen
76821 Mont Saint Aignan

Olivier FERRY : Créateur de tisanes – Esprit Tisanes
Tel : 06 87 15 26 66
Mail : contact@esprit-tisanes.fr
Adresse : 234 Rue de la République, Hameau de Thoregna
39240 Cornod

Zones humides :

Chrystelle CHAPRON : Assainissement collectif et non collectif
Tel : 03 84 48 53 63
Mail : chrystelle.tachon@petitemontagne.fr
Adresse : Communauté de Communes Petite Montagne
15, rue des Tilleuls, 39240 Arinthod

Emmanuel VILQUIN : Agent technique de l'Agence Française pour la Biodiversité
Tel : 06 07 85 35 40
Mail : emmanuel.vilquin@afbiodiversite.fr
Adresse :

Philippe DURAND : Enseignant-chercheur Agroparistech Nancy
Tel : 03 83 39 68 05
Mail : philippe.durand@agroparistech.fr
Adresse : 14 rue Girardet
54000 Nancy

Annexes

Annexe 1 Fiches terrain des différents protocoles 41
Annexe 2 Fiches protocoles des indicateurs RhoMéO 51
Annexe 3 Périodes de vol des odonates du territoire de la Petite Montagne 210
Annexe 4 Stratégies de GRIME 213
Annexe 5 Les fiches synthétiques 214
Annexe 6 Construction de la zone contributive (méthode du MNHN) 318

Annexe 1 Fiches terrain des différents protocoles

Sont présentés ci-après les fiches terrain des différents protocoles utilisés pour cette étude. Ils sont au nombre de 4 :

- Le protocole de repérage préalable de la zone
- Le protocole amphibiens
- Le protocole floristique
- Le protocole odonates

Les fiches terrain sont toutes accompagnées des fiches de consignes correspondantes permettant d'appliquer correctement les protocoles.

Guide du protocole Observations

Matériel :

- Porte document
- Fiche de relevé "Observations"
- Cartographie de la zone
- Crayon et stylos de 3 couleurs (vert, bleu et rouge)
- Appareil photo
- Jumelles
- Téléphone (Iphigénie)

Démarche :

Cette fiche est à compléter au fur et à mesure des visites sur le site (pour les différents protocoles), notamment pour les menaces.
Différents éléments de la cartographie peuvent être modifiés :

- Les limites de la zone d'étude (en rouge)
- Les limites des habitats (en vert)
- La localisation des principales menaces (en rouge)
- La localisation des mares, cours d'eau et drains (en bleu et numérotés)

Fiche relevé "Observation" :

Bordereau d'identification :
ID : Numéro unique attribué à chaque zone humide (cf. QGIS).
Nom : Lieu dit ou autre associé à la zone humide.
Coordonnées GPS : coordonnées GPS en Lambert 93 du centre approximatif de la ZH.
Dates : Dates au format jj/mm/aaaa correspondant aux jours de terrain où des informations ont été rajoutées à la fiche relevé.
Observateur(s) : Initiales de la/les personne/s ayant effectué le repérage.
Type de milieu : préciser s'il y a présence de milieux forestiers, ouverts ou aquatiques

Description de la zone :
Décrire en quelques lignes la zone d'étude et le contexte dans lequel elle s'inscrit : l'agencement des habitats, la structure de la végétation, les utilisations passées ou actuelles ou tout autre information utile.

Menaces :
Type : préciser le type de menace dont il s'agit.
Niveau : évaluation du niveau de menace ("Faible", "Moyen" ou "Fort").
Remarques : toute précision utile sur la configuration de la menace, sa nature, les interactions entre elles…
Cartographier les menaces, si c'est possible (en rouge).

Milieux aquatiques :
Milieu : dénomination donné au milieu concerné (M* pour la mare numéro *, D* pour le drain numéro * ou R* pour le cours d'eau numéro *). *Ils seront à localiser sur la carte (en bleu avec leur numérotation respective).*
Eutrophisation : signaler s'il y a (ou non) des signes d'eutrophisation du milieu (cocher simplement).
Continuité : préciser s'il y a présence d'embâcles par la lettre "A" pour un embâcle d'origine artificielle ou "N" pour un d'origine naturelle. *Ils seront à signaler sur la carte par une croix bleue.*
Habitats : utiliser la liste des habitats odonatologiques et herpétologiques disponible en annexe pour les identifier.
Erosion : cocher s'il y a des signes d'érosion anormaux.

Remarques : toute indication pouvant s'avérer utile.

Milieux ouverts :
Remplir le pourcentage de recouvrement pour chaque strate sur la totalité de la zone.

Milieux forestiers :
Sylviculture : indiquer le type de sylviculture "Futaie régulière", "Futaie irrégulière", "TSF", "Résineux", "Feuillus", "Mixtes" etc.
Cocher ensuite les affirmations vraies.

Remarques :
Tout ce qui concerne l'observation de faune et/ou de flore peut y être inscrit ainsi que d'autres informations complémentaires.

Fiche de relevé - Protocole Observations

ID :		Dates :
Nom :		Observateur(s) :
Coordonnées GPS	X :	Type(s) de milieu :
	Y :	Remplir les tableaux correspondants

Description de la zone : (structure, contexte, utilisation…)

Menaces :

Type	Niveau	Remarques

Milieux aquatiques

Milieu	Eutrophisation		Continuité	Habitats		Erosion	Remarques
	Tapis végétal	Vase noire	Embâcles (N) ou (A)	Odonato	Herpéto		

Milieux ouverts

Recouvrements (%) :

Herbacés	Arbustes	Arbres

Milieux forestiers

Sylviculture :

Diversité : □ des strates
□ des essences

□ Bois mort

□ Micro habitats (arbres creux, cavités etc.)

□ Vieux arbres

Remarques :

Guide du protocole Amphibien

Matériel :

- **Porte document**
- **Fiche de relevé "Amphibiens"**
- **Cartographie de la zone (et fiche "Observations")**
- **Crayon et stylos de 3 couleurs**
- **Appareil photo**
- **Flacon transparent**
- **Jumelles**
- **Téléphone (Iphigénie, chants)**
- **Troubleau**
- **Bottes/cuissardes/waders**
- **Guide amphibien**
- **Lampe torche**

Démarche :

Le plan d'échantillonnage aura été établi au préalable et les points à prospecter figurent sur la cartographie. Pour chaque point, une fiche relevé sera à compléter. La prospection peut commencer au coucher du soleil lorsque la température nocturne n'est pas inférieure à 4°c et, de préférence, après de la pluie.

Protocole d'écoute : Une fois arrivé sur le site, on laisse le calme se réinstaller (5 min) avant de commencer le point d'écoute qui durera 10 min.

Protocole torching : On parcourt 50 m de berges (maximum) lentement en éclairant jusqu'à 2 m dans le point d'eau. Une pause de 5 min pourra être effectuée à mi-parcours pour laisser le temps aux tritons de remonter à la surface.

Protocole épuisette : A n'utiliser qu'en dernier recours. Le temps de pêche est proportionnel à la taille du point d'eau.

Surface (m²)	0 à 30	30 à 90	90 à 150	150 à 250	Plus de 250
Temps (min)	3	5	10	15	20

Fiche relevé Amphibiens

Description de la station :

Profondeur (m) : estimation de la profondeur maximale du point d'eau en mètres

Couleur de l'eau : description de la couleur de l'eau.

Origine de l'eau : identification de la source d'eau "Ruissellement", "Eau de drainage", "Apport de la nappe", "Source", "Débordement d'une rivière", "Autres" ou "Indéterminé".

Fuite de l'eau : idem concernant l'exutoire "Evaporation", "Fuite dans le point d'eau", "Ruissellement de surface", "Fuite par un fossé" ou "Evacuation de surface".

Relevé :

Espèces : mentionner le nom de l'espèce contactée.

Nb (adultes, larves, pontes, chanteurs) : nombre d'individus de ce type de cette espèce observés selon chaque protocole. En dessous de 10, indiquer le nombre exact. Au dessus, indiquer la classe (classe II entre 11 et 50, classe III entre 51 et 500, classe IV > 500).

T (min) : indiquer le temps passé pour le protocole d'écoute en minutes.

Nb de coups : indiquer le nombre de coups de troubleau donné pour ce protocole.

Remarques :

Case réservée aux remarques concernant les observations (d'amphibiens ou d'autres espèces) et autres.

Fiche de relevé - Protocole Amphibien

T°C :

ID :	Nom :	Observateur(s) :
Dates :	Heures :	Nbr de pts de suivi :

Description de la station et des alentours

X: Y :

Profondeur (m) : Couleur de l'eau :

Substrat : Habitat herpéto :

☐ Artificiel ☐ Vaseux/argileux ☐ Sableux ☐ Rocheux ☐ Organique

Origine de l'eau : Fuite de l'eau :

Présence de : Tranparence : ☐ Claire ☐ Trouble ☐ Opaque

☐ Végétation aquatique ☐ Ecrevisses ☐ Poissons Ombrage : ☐ Non ☐ Faible ☐ Important

Relevé	Visuel Chiffre exact en dessous de 10, II (11 à 50), III (51 à 500 et IV (>500)			Auditif	Remarques
Espèces	Adultes	Larves	Pontes	Chanteurs	

Description de la station et des alentours

X: Y :

Profondeur (m) : Couleur de l'eau :

Substrat : Habitat herpéto :

☐ Artificiel ☐ Vaseux/argileux ☐ Sableux ☐ Rocheux ☐ Organique

Origine de l'eau : Fuite de l'eau :

Présence de : Tranparence : ☐ Claire ☐ Trouble ☐ Opaque

☐ Végétation aquatique ☐ Ecrevisses ☐ Poissons Ombrage : ☐ Non ☐ Faible ☐ Important

Relevé	Visuel Chiffre exact en dessous de 10, II (11 à 50), III (51 à 500 et IV (>500)			Auditif	Remarques
Espèces	Adultes	Larves	Pontes	Chanteurs	

Guide du protocole Odonate

Matériel :

- **Guide de terrain Odonates**
- **Filet**
- **Bottes**
- **Sachets/boîtes pour les exuvies**
- **Appareil photo**
- **Jumelles**
- **Porte document et documents**
- **Crayon**

Sur chaque habitat odonatologique référencé, il faudrait effectuer 3 prospections. Elles peuvent être sous deux formes :

- Les transects de 25 m de long et de 5 m de larges qui sont parcourus dans les deux sens (pour les exuvies et pour les imagos).
- Les points de 5 à 10 m si la limite eau-terre n'est pas praticable ou bien définie.

Dans les deux cas, le protocole ne pourra être appliqué qu'en cas de bonnes conditions météo.

		Températures		
		< 17 °c	17 °c - 22°c	> 22°c
Nébulosité	> 3/4	Non	Oui	Oui
	< 3/4	Oui	Oui	Oui
Pluie		Non	Non	Non
Vent	< 4	Non	Oui	Oui
	4	Non	Exceptionnellement	
	> 4	Non	Non	Non

Conditions météo :

Température (°c) : température en degrés Celsius
Nébulosité : "Nulle" (aucun nuage), "Faible" (- de ¼ de couverture nuageuse), "Moyenne" (entre ¼ et ½ de couverture nuageuse), "Forte" (entre ½ et ¾ de couverture nuageuse) et "Très forte" (+ de ¾).
Force du vent : évaluée sur l'échelle de Beaufort.
1 : vent perceptible sur une fumée mais pas sur une girouette (1 à 5 km/h)
2 : vent perceptible sur le visage et sur une girouette (à 11 km/h)
3 : feuilles et brindilles constamment en mouvement (12 à 19 km/h)
4 : petites branches en mouvement et poussières tourbillonnantes (20 à 28 km/h)
5 : vagues clairement visibles à la surface de l'eau, les sommets de tous les arbres sont agités (29 à 38 km/h).

Relevé :

N° T : numéro du transect
Espèces : mentionner le nom de l'espèce
Nb : nombre d'individus de cette espèce observés
Sexe présents : cocher la ou les cases concernées
Comportement : cocher le comportement reproducteur le plus significatif observé (plus on se déplace sur la droite, plus le comportement est significatif vis-à-vis de la reproduction).
Exuvies : indiquer l'espèce (ou le groupe d'espèces) et le nombre d'exuvies collectées. Cette partie du protocole ne peut être remplie qu'après identification des exuvies au bureau).

Fiche de relevé - Protocole Odonate

ID :
Date 1 : Heure 1 :
Date 2 : Heure 2 :
Observateur(s) :

Conditions climatiques :
Température (°c) :
Nébulosité :
Force du vent :

Relevé				Sexe présents		Comportement				
Hab	N°	Espèces	Nb	Mâle	Femelle	Défense territoire	Tandem Accouplement	Ponte	Néonate	Emergence

Exuvies	Espèce/Groupe d'espèces	Nb		Espèce/Groupe d'espèces	Nb

Guide du protocole Flore

Dans le cas de très petites zones humides où la mise en place de transects ayant des placettes séparées de plus de 20 m est impossible, la méthode du transect sera remplacée par une disposition homogène des placettes (3 au minimum par habitat).

Matériel :

- Fiches relevé
- Mètre
- Ficelles signalétiques
- Loupe
- Flore(s)
- Guide des habitats
- Fiche structure de végétation
- Appareil photo
- Fiche "Observation"
- Téléphone (Iphigénie et boussole)
- Crayon et stylos de couleur

Bordereau d'identification :

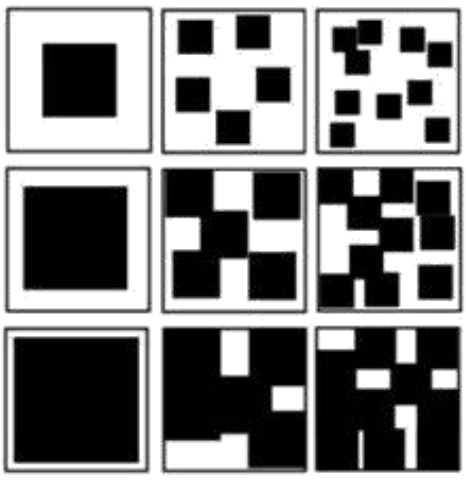
ID : numéro unique attribué à chaque zone humide (cf. QGIS).
Nom : lieu dit ou autre associé à la zone humide.
N° de placette : numéro attribué préalablement à la placette, une fiche relevé par placette.
Coordonnées GPS : coordonnées GPS en Lambert 93 du centre de la placette (d'abord théorique, avant le terrain, puis après).
Habitat : préciser le code corine de l'habitat à l'intérieur duquel se trouve la placette et l'intitulé.
Date : date au format jj/mm/aaaa du jour du relevé.
Heure : heure au format hh:mm du début du relevé.
Observateur(s) : initiales de la/les personne/s ayant effectué le repérage.
Pente : préciser la pente de la placette "Aucune", "Faible", "Moyenne" et "Forte".
Exposition : s'il y a une pente, préciser l'exposition de cette dernière "N", "NE", "E", "SE", "S", "SW", "W" ou "NW".
Physionomie : abréviation de la physionomie des formations végétales de la placette (cf fiche structure de la végétation).
Surface du relevé (m²) : surface dépendant de la physionomie renseignée au préalable.

Relevé :

Espèces et sous-espèces : mentionner le nom de l'espèce voire de la sous espèce si possible.
Strate : spécifier l'abréviation de la strate "A" pour arborée (plus de 7m), "a" pour arbustif (entre 2 m et 7 m) et "H" pour herbacée (moins de 2 m).
Abondance : notation selon Braun Blanquet (i, +, 1, 2, 3, 4 et 5).

Strate :

Recouvrement (%) : évaluation du recouvrement de chaque strate (le total peut dépasser largement 100).
Hauteur : hauteur maximale atteinte par la strate en question.



coefficient	taux de recouvrement
r	espèce très rare et recouvrement très faible
+	espèce rare et recouvrement < 1%
1	1 - 5%
2	5 - 25%
3	25 - 50%
4	50 - 75%
5	> 75%

Fiche de relevé - Protocole Flore

Id :	Nom :		Habitat :	
N° de placette :				
Coordonnées GPS	X :	Alt :	Pente :	Exposition :
	Y :		**Strates :**	
Date :			Recouvrement (%)	Hauteur max
Observateur(s) :			Arborée (A) :	H (m) :
Surface du relevé (m²) :			Arbustive (a) :	H (m) :
Physionomie :			Herbacée (h) :	H (m) :

Relevé		Strate	Abondance
N°	Espèces et sous-espèces		
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			

Relevé (suite)		Strate	Abondance
N°	Espèces et sous-espèces		
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			

Remarques :

Annexe 2 Fiches protocoles des indicateurs RhoMéO

Les 5 indicateurs RhoMéO utilisés sont :

- L'indice floristique d'engorgement du sol (I02)
- L'indice floristique de fertilité du sol (I06)
- L'indice de qualité floristique (I08)
- L'intégrité du peuplement d'odonates (I10)
- L'intégrité du peuplement d'amphibiens (I11)

Ces indicateurs sont présentés en trois parties : une partie théorique expliquant les fondements scientifiques, une partie détaillant le protocole et une partie sur l'exploitation des résultats et l'analyse.

Indice floristique d'engorgement

I02

Extrait de

la boîte à outils de suivi des zones humides

RhoMeO

Définir l'univers d'échantillonnage

Dans le cadre du programme RhoMéO, le contour des zones humides suivies correspondait aux contours délimités dans le cadre des inventaires départementaux des zones humides réalisés entre 1996 et 2012 dans le bassin Rhône-Méditerranée. Il est important de noter que l'inventaire et la cartographie des zones humides ont été réalisés avec des méthodes légèrement différentes d'un département à l'autre, parfois même au sein d'un même département. Les principaux écarts observés portent sur :

- L'intégration ou non des marges peu profondes des masses d'eau associées aux zones humides (lac, cours d'eau).

- Le traitement cartographique des réseaux de petites zones humides, soit intégrées dans un seul polygone, soit faisant l'objet de polygones distincts. En lien avec ce second point, l'intégration ou non de parties de la zone humide déjà dégradées au moment des inventaires selon que des critères pédologiques ou uniquement floristiques ont été utilisés.

Les choix qu'un opérateur fera au moment de la délimitation de l'univers d'échantillonnage auront des conséquences importantes au moment de l'analyse des données et de l'interprétation des indicateurs de la boîte à outils :

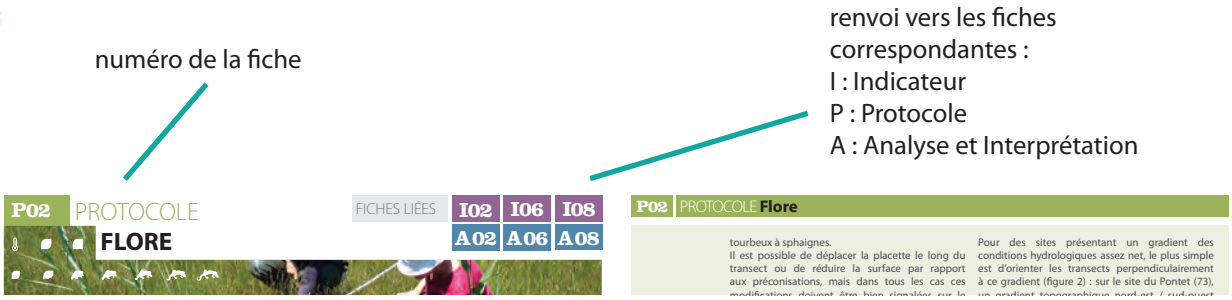
- Pour des zones humides attenantes à une masse d'eau, la prise en compte ou non de l'interface entre la masse d'eau et la zone humide modifiera logiquement la liste des espèces observées. Cette liste inclura ou non certaines espèces parmi les plus hydrophiles (ex : flore) et ainsi influera sur la valeur de l'indicateur alors calculée (en lien notamment avec la fonction hydrologique du site). Pour les groupes faunistiques les plus mobiles, cette prise en compte de l'interface zone humide/masse d'eau permettra d'interpréter la présence d'éventuelles espèces «surprenantes» par rapport aux habitats recensés sur le site (espèces d'odonates caractéristiques des cours d'eau pouvant être observées sur une zone humide). L'interprétation des résultats obtenus devra donc faire référence aux contours de l'objet suivi.

- Dans le cas de constellations de petites zones humides (marais, mares,…), souvent héritées d'une zone humide antérieure plus vaste réduite et fragmentée par drainage ou mise en culture, l'inclusion ou non de ces parties dégradées déterminera la capacité de l'opérateur à suivre par exemple les effets d'une éventuelle restauration de la zone humide dans leur intégralité.

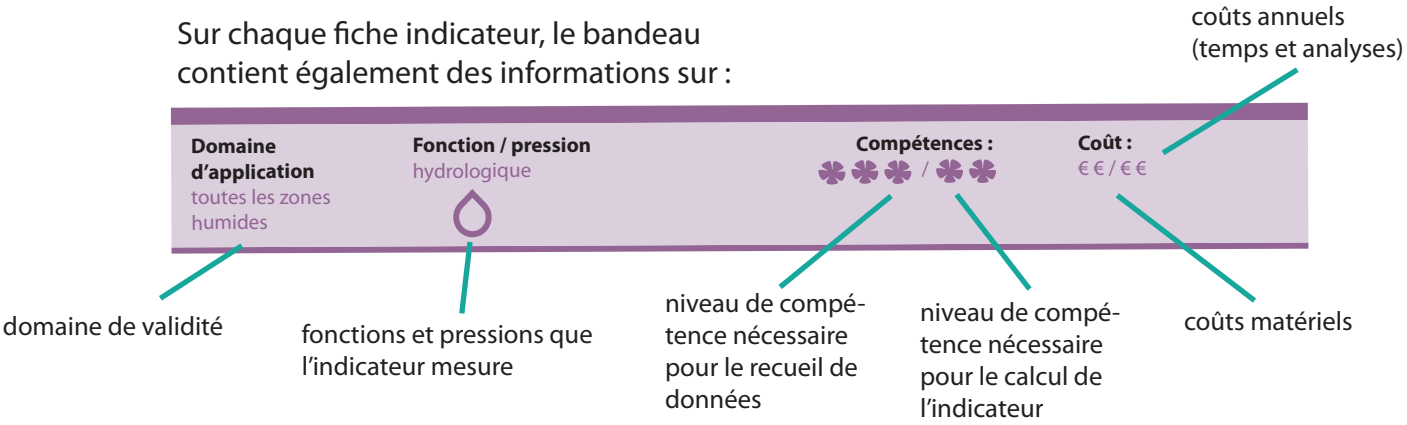
Il convient donc, avant d'engager la définition de l'échantillonnage, d'avoir une lecture critique des données d'inventaire des zones humides et, selon les besoins de l'utilisateur, de procéder à des regroupements ou plus généralement de redéfinir les contours de la zone humide suivie de manière à conduire l'évaluation à la bonne échelle.

PRÉALABLE À L'UTILISATION DES FICHES

En haut de chaque fiche un bandeau permet d'identifier le type de fiche et le renvoi aux fiches liées.



Sur chaque fiche indicateur, le bandeau contient également des informations sur :



Plusieurs indicateurs peuvent être calculés avec un seul protocole, le schéma ci-dessous montre les liens entre les fiches protocoles et les indicateurs correspondants.

Numéro de page Indicateur		Numéro de page Protocole		Numéro de page Analyse / Interprétation	
I01	20	P01 pédologie	46	A01	88
I02	22			A02	92
I06	24	P02 flore	50	A06	108
I08	26			A08	116
I03	28	P03 piézometrie	54	A03	96
I04	30	P04 chimie	58	A04	100
I07	32			A07	112
I05	34	P05 orthoptères	62	A05	104
I09	36			A09	120
I10	38	P06 odonates	66	A10	124
I11	40	P07 amphibiens	72	A11	128
I12	42	P08 pression artificialisation	76	A12	132
I13	44	P09 pression agricole	82	A13	136

INDICE FLORISTIQUE D'ENGORGEMENT

Domaine d'application
toutes les zones humides

Fonction / pression
hydrologique

Compétences : ✿✿✿ / ✿✿

Coût : € € / € €

Description et principes de l'indicateur

La présence d'une nappe d'eau dans le sol constitue une contrainte pour les végétaux, contrainte à laquelle les espèces sont plus ou moins tolérantes ou adaptées. Il est donc possible d'évaluer de manière simplifiée, sur une échelle ordinale, l'optimum de chaque espèce vis-à-vis du niveau moyen de la nappe : c'est sa valeur indicatrice. Les végétaux peuvent donc être utilisés pour évaluer le niveau de la nappe à travers un indice, que nous appellerons indice de niveau d'engorgement. Celui-ci est calculé comme la moyenne des valeurs indicatrices des espèces présentes à l'échelle d'une placette, puis comme la médiane des valeurs des placettes à l'échelle de la zone humide.

FONDEMENTS SCIENTIFIQUES DE L'INDICATEUR

Beaucoup d'espèces végétales présentent une courbe de croissance en fonction du niveau moyen (annuel ou estival) de la nappe de type symétrique, unimodale ou, plus rarement, monotonique, compatible avec la définition d'une valeur optimale de développement (***OKLAND, 1990 ; ELLENBERG, 1974***). On appelle cet optimum : valeur indicatrice de l'espèce pour le niveau de nappe.

Des valeurs indicatrices sont disponibles pour certains pays ou ensembles biogéographiques : ***ELLENBERG et al. (1992)*** pour l'Europe centrale, ***LANDOLT et al. (2010)*** pour la Suisse, ***HILL et al. (2000)*** pour la Grande-Bretagne. Pour le bassin Rhône-Méditerranée, les valeurs établies pour la Suisse par ***LANDOLT et al. (2010)*** sont dans l'ensemble adaptées. Elles ont toutefois été amendées (il y manque les espèces méditerranéennes), modifiées à la marge et re-échelonnées sur **une gamme allant de 1 à 10 (espèces des milieux les plus secs vers les milieux les plus humides)** pour les adapter à l'échelle du bassin.

Pour une placette donnée, on calcule l'indice floristique d'engorgement *He* comme la moyenne des valeurs indicatrices présentes, pondérées par le recouvrement des espèces sur la placette, considérant que le recouvrement d'une espèce témoigne de sa vitalité.

$$He = \Sigma (rij * xi) / \Sigma (rij)$$

rij est l'abondance (ou recouvrement) de l'espèce i dans le relevé j
xi est la valeur indicatrice de l'espèce i
Il varie pour les habitats de zones humides, de 25 (habitats mésophiles) à 9 (habitats subaquatiques).

Cet indice peut également être calculé sans utiliser le recouvrement des espèces ; les valeurs obtenues sont alors plus ou moins différentes mais utilisables comme indicateurs de suivi (cf. fiches analyses et interprétations).

La bibliographie montre que l'ensemble des espèces présentes sur une placette (si les conditions écologiques sont à peu près homogènes) donne des indications plus précises qu'une ou quelques espèces (***BRAUN-BLANQUET & JENNY, 1926, DIEKMANN, 2003***).

La corrélation entre ces **valeurs indicatrices moyennes et le niveau moyen de la nappe est très bien démontrée** (***PAUTOU, 1970 ; SHAFFERS & SIKORA, 2000 ; WITTE & VON ASMUTH, 2003 ; DIEKMANN, 2003***). Les effets du drainage (***TER BRAAK & WIERTZ, 1994***) ou de la ré-hydratation (***OOMES et al., 1996***) ont ainsi été suivis avec ce type d'indicateur.

DOMAINE D'APPLICATION DE L'INDICATEUR

L'indicateur est applicable à quasiment tous les types de zones humides, hormis certains milieux où l'engorgement des sols est trop fugace (mares temporaires), ou vraiment trop profond (milieux alluviaux fortement perturbés du point de vue des hauteurs de nappe). Dans ces cas, l'indicateur peut être calculé, mais en complément d'autres plus spécifiques.

Périodicité

Une périodicité des suivis de 5 ans semble raisonnable au vu des pratiques des réseaux d'observations plus ou moins semblables et déjà existants et de la vitesse d'évolution des milieux, notamment ouverts.

Bibliographie

BRAUN-BLANQUET J. & JENNY H., 1926. Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der alpine Stufe der Zentralpen (Klimaxgebiet des Caricion curvulae). Denkschr. d. Schweiz Naturf. Ges.,LWIII, Abt. 2

DIEKMANN M., 2003. Species indicator values as an important tool in applied plant ecology - a review. Basic and Applied Ecology 4 : 493-506.

ELLENBERG H., 1974. Zeigerwerte des Gefässpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobotanica 9 : 1-97.

ELLENBERG H., WEBER H., DULL R., WIRTH H., WERNER W. & PAULISSEN D., 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Ed 3.Scripta Geobotanica 18 : 1-258.

HILL M. O., MOUNTFORD J.O., ROY D.B., BUNCE R.G.H 1999. Ellenberg's indicator values for British plants. ECOFACT Vol.2, 46p.

LANDOLT E. et al., 2010. Flora indicativa. CJB Genève, Haupt, Berne, 376p.

OKLAND R. H., 1990. Vegetation ecology : theory, methods and application with reference to Fennoscandia. Sommerfeltia Suppl. 1 : 1-233.

OOMES M.J.M, OLFF H. & ALTENA H. J., 1996. Effect of vegetation management and raising the water table on nutrient dynamic and vegetation change in a wet grassland. Journal of Applied Ecology 33 : 576-588.

PAUTOU G., 1970. Ecologie des formations riveraines de la Basse Isère. Application à l'étude d'une nappe phréatique et de ses risques de pollution. Documents pour la Carte de la Végétation des Alpes VIII : 73-114.

SCHAFFERS A. P. & SYKORA K. V., 2000. Reliability of Ellenberg indicator values for moisture, nitrogen and soil reaction : a comparison with field measurements. Journal of Vegetation Science 11 : 225-244.

TER BRAAK C.J.F, & WIERTZ J., 1994. On the statistical analysis of vegetation change : a wetland affected by water extraction and soil acidification. Journal of Vegetation Science 5 : 361-372.

WITTE J. P. M., & VON ASMUTH J. R., 2003. Do we really need phytosociological classes to calibrate Ellenberg indicator values ? Journal of Vegetation Science 14 : 615-618.

Description et principes du protocole

Principes généraux
La flore d'un site est évaluée par la réalisation d'inventaires (les relevés) sur un ensemble de placettes réparties de manière à échantillonner le plus d'habitats naturels possibles.

Type de données collectées
Sur chaque placette, on note l'ensemble des espèces présentes à l'intérieur de celle-ci et on en estime le recouvrement. On note également la taille de la placette, la physionomie de la végétation (annexe 2), le recouvrement et la hauteur des différentes strates de la végétation. La position des placettes est mesurée avec un GPS, de même que la distance au point d'origine du transect.

Type d'échantillonnage
Les points de relevés sont réalisés à intervalles réguliers le long de transects préalablement positionnés pour être les plus représentatifs de la diversité des milieux présents sur le site.

Méthode de mise en place

Selon la taille des sites et la diversité des habitats (une visite rapide préalable du site peut être utile), l'ordre de grandeur du nombre de placettes varie (Annexe 2). Celles-ci sont ventilées sur 1 à 3 transects par site (cas général), de manière régulière et définie au préalable, et les relevés sont effectués systématiquement du même côté du transect. Typiquement, entre 5 et 20 placettes seront positionnées par transect, sur des longueurs oscillant entre 100 et 800 mètres, soit des espacements compris entre 20 et 50 mètres le plus souvent. Les points de départ et d'arrivée des transects peuvent être matérialisés de manière pérenne (bornes) ou a minima repérés sur le terrain par des points remarquables, des photographies et bien sûr le positionnement par GPS. L'orientation du transect peut être notée à la boussole ou, notamment en milieu ouvert, en suivant des points de repère lointains (photo ci-contre). Tous ces éléments sont reportés sur la fiche terrain (Annexe1).

Les relevés sont effectués sur les placettes dont la taille usuelle dépend de la structure de la végétation (Annexe 2), d'après ***CHYTRY & OPTIKOVA (2003)***, quelle que soit l'homogénéité apparente de la placette, sauf si celle-ci est à cheval sur :

- deux physionomies très différentes (par exemple à l'interface entre forêt / prairie humide ou milieu naturel / milieu artificiel (piste...) ;
- une rupture topographique majeure (fossé, butte de plus d'1m...)

Axe de la visée du transect

Exemple de visée lointaine

Dans certains cas, la taille normale doit être réduite (1 m^2, voire 0.25 m^2) et leur espacement également réduit (5 m), comme les grèves d'étangs ou les berges des cours d'eau, les bas-marais artico-alpins ou certains complexes tourbeux à sphaignes.

Méthode de mise en place *(Suite)*

Il est possible de déplacer la placette le long du transect ou de réduire la surface par rapport aux préconisations, mais dans tous les cas ces modifications doivent être bien signalées sur le bordereau de terrain.

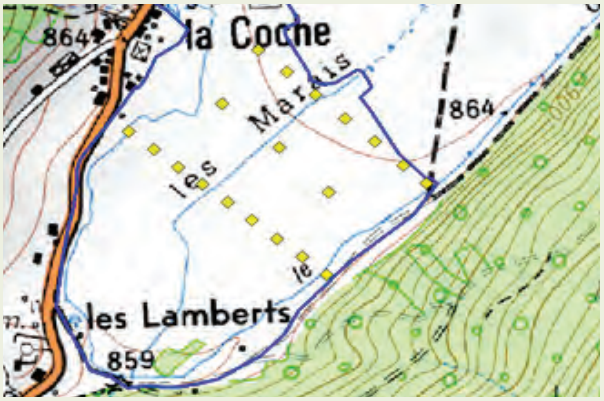
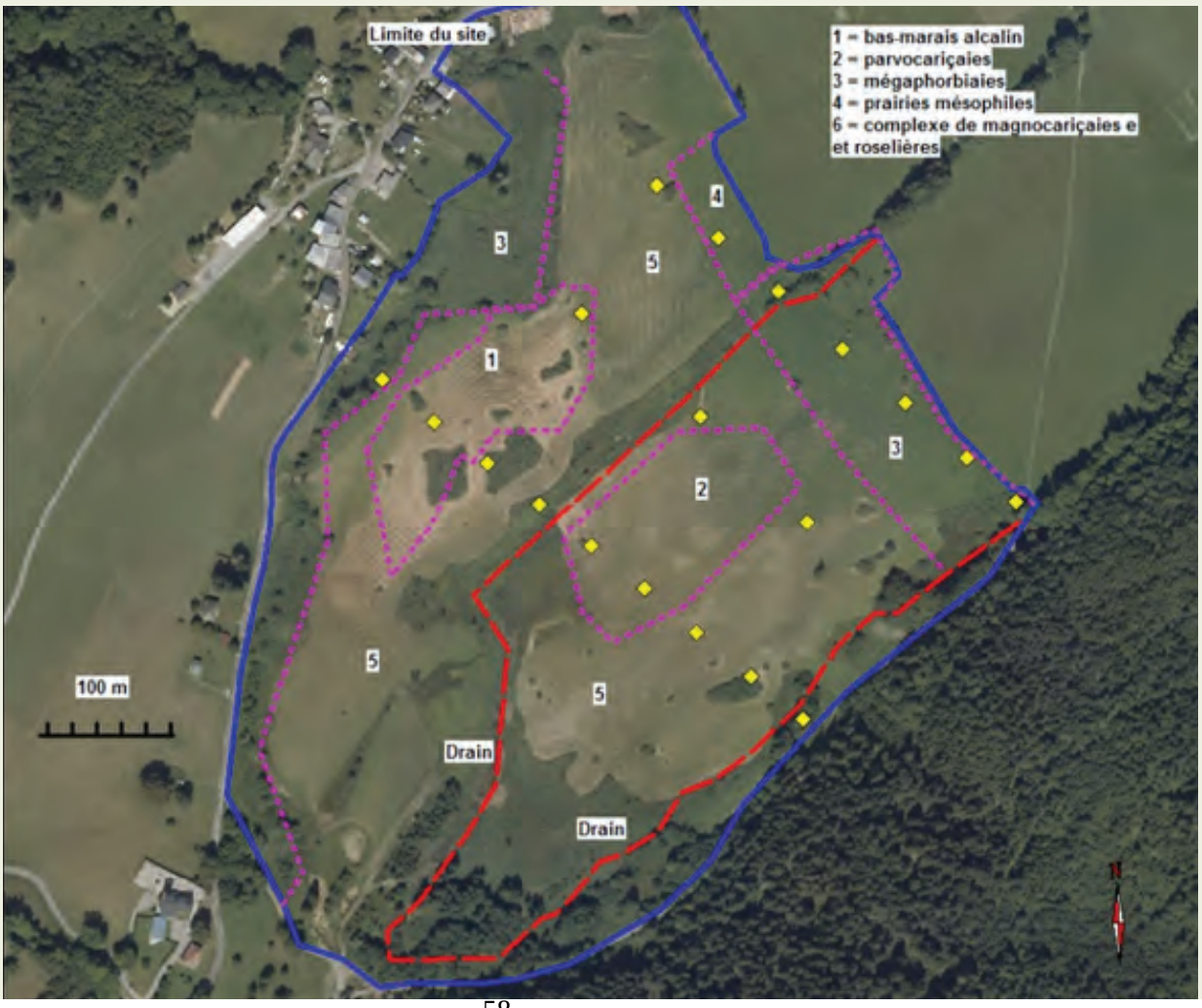


Figure 1 : alignement des transects au gradient

Etant donnée l'extrême variabilité de la forme des zones humides, il est difficile de définir des règles systématiques de positionnement des transects.
Les cartes d'habitats (quand elles existent), les cartes topographiques et bien sûr les photographies aériennes (couleur ou infrarouge) doivent être étudiées au préalable afin de croiser le plus possible d'habitats et de niveaux topographiques / hydrologiques.
Pour des sites présentant un gradient des conditions hydrologiques assez net, le plus simple est d'orienter les transects perpendiculairement à ce gradient (figure 1) : sur le site du Pontet (73), un gradient topographique nord-est / sud-ouest existe (points cotés 864 et 859 respectivement). On note également la présence d'un drain central et du cours du Gelon en grande partie rectifié et surcreusé et agissant également comme drain. L'analyse de la carte de végétation et un premier repérage sur le terrain (figure 2) ont fait apparaître que la zone centrale est la plus diversifiée, les zones nord-ouest, nord-est et sud-est étant constituées de complexes de roselières et magnocariçaies. Trois transects (les relevés sont matérialisés par des carrés jaunes) ont donc été établis, selon le gradient topographique, perpendiculairement au drain principal et permettant de traverser tous les habitats identifiés.
Pour une périodicité des suivis de 5 à 10 ans, privilégier les milieux ouverts (dont la végétation réagit plus vite aux perturbations) semble raisonnable. Comme règle empirique, on peut proposer qu'au moins la moitié des placettes concerne ces milieux ouverts, hors sites alluviaux boisés notamment.

Figure 2 : carte de végétation



Représentativité des données

Précision de l'information

La variabilité spatiale, testée sur quelques sites, est faible à l'échelle de la placette (variation type absolue de 0,2 pour la valeur d'engorgement du sol par exemple) et très faible à nulle à l'échelle du site.
La variabilité générale (incluant erreurs de re-localisation et passages à des dates différentes par des observateurs différents) a été testée sur 266 placettes. Elle représente des écarts de l'ordre de 0,5 en présence / absence et 0,7 en recouvrement pour le niveau d'engorgement à l'échelle de la placette, ceux-ci étant plus faibles pour la fertilité (respectivement 0,2 et 0,24). A l'échelle du site, les écarts sur les estimations de la médiane ont été calculés sur 20 sites. Pour la fertilité, les données calculées respectivement par la présence/absence et en tenant compte du recouvrement des espèces sont de 0,16 et 0,14. Pour l'indice d'engorgement, l'écart moyen de la médiane est de 0,27 et de 0,38 respectivement pour les données en présence / absence et en recouvrement.

Représentativité de l'information collectée

Le protocole flore permet de capturer au moins 50 % du total des espèces d'un site (incluant les espèces découvertes lors du programme) pour près de 80 % des sites, le pourcentage moyen étant d'environ 65 %. La représentation des espèces mésohygrophiles à hygrophiles est encore meilleure. Ce pourcentage diminue avec la taille des sites surtout, et l'augmentation du nombre de placettes ne permet pas, avec un volume de travail restant raisonnable, de compenser cette diminution.

Opérationnalité de la collecte

Compétences requises

De solides compétences botaniques sont requises, au moins concernant la flore des zones humides. Sur le bassin Rhône-Méditerrannée, bassin le plus diversifié en France en termes de types de zones humides, environ 1500 espèces ont été contactées, dont près de la moitié sont rares ou très rares. La maîtrise d'environ 800 à 900 espèces semble donc raisonnable sur l'ensemble du bassin étant donné l'impact modéré des omissions. Pour un opérateur local, ce nombre d'espèces est de l'ordre de 200 à 400.

Impact du niveau de compétences

L'effet des erreurs de détermination ou des omissions d'espèces peut être évalué par quelques données bibliographiques. ***EWALD (2003)*** a montré que l'omission de 80% des espèces les moins abondantes des placettes affecte très peu les valeurs diagnostiques ; en corollaire, les erreurs de détermination sur les espèces abondantes peuvent avoir un impact assez fort.

Temps moyen de collecte

En moyenne, le temps de collecte est de 1,5 jours par site (en un seul passage).

Temps de validation et de saisie des données

Pour une structure possédant une chaîne de saisie, le temps de saisie est de l'ordre de 1 jour par site, celui de validation des données de l'ordre de 1 heure.

Coût matériel/données / prestation/analyse

- GPS : entre 200 et 300 euros ;
- "décamètre" : environ 10 euros ;
- bornes de géomètre : environ 40 euros par borne.

En annexe :
- La fiche de relevé de terrain (Annexe 1) ;
- Les référentiels construits ou disponibles dans le cadre du programme et nécessaires à la mise en œuvre du protocole (Annexe 2).

Opérationnalité de la collecte *(Suite)*

Le référentiel flore utilisé est TAXREF 6. Des ajouts (peu nombreux) ont été effectués pour des espèces ou des taxons infra-spécifiques non inclus dans cette version.
Une table d'équivalences entre différents référentiels flore utilisés par les structures gestionnaires a été construite, afin de permettre l'importation des données saisies dans les outils métiers des structures.
Un certain nombre de taxons, qui gardent leur identité dans la base, sont regroupés pour les traitements postérieurs, essentiellement à cause de difficultés de détermination (ex. *Carex flava* et *C. lepidocarpa*).
À chaque taxon est associé un certain nombre de valeurs indicatrices (valeur d'engorgement, valeur de fertilité, coefficient de conservatisme, statuts divers...) qui servent pour le calcul des indicateurs. Pour l'essentiel, ces valeurs, établies pour la Suisse, sont tirées de ***LANDOLT et al. (2010)***.
L'application à Rhône-Alpes ne pose pas de difficultés particulières, hormis pour l'humidité. Une centaine de valeurs a été modifiée car ***LANDOLT et al. (2010)*** attribuent une valeur indicatrice d'humidité globale et non strictement édaphique : certaines espèces des milieux forestiers des climats frais et humides (ex. *Saxifraga rotundifolia*) ont ainsi des valeurs élevées alors qu'elles ne sont pas liées à des sols hydromorphes.
D'autre part, pour les espèces des zones humides méditerranéennes (absentes de Suisse), les valeurs indicatrices de ***JULVE (2012)*** ont été utilisées. Toutefois, ces dernières étaient basées sur une échelle de 1 à 12 (contre une échelle de 1 à 5 mais avec des demi-niveaux pour ***LANDOLT et al., 2010***). Il a donc fallu harmoniser les deux systèmes sur une échelle commune de 1 à 10. La comparaison des valeurs indicatrices des espèces en commun entre les deux systèmes a montré la meilleure cohérence globale (malgré des divergences assez nombreuses mais de faible ampleur) avec les équivalences suivantes du tableau 1 :

Référentiel flore et valeurs indicatrices de références

Référentiel Landolt	Référentiel Julve	Référentiel commun RhoMéo
1	1	1
1.5	2	2
2	3	3
2.5	4	4
3	5	5
3.5	6	6
4	7	7
4.5	8	8
5	9	9
5u	10	10
5v	11	10
-	12	10

Bibliographie

CHYTRY M. & OPTYKOVA Z., 2003. Plot sizes used for phytosociological sampling of European vegetation. Journal of Vegetation Science 14 : 563-570.

EWALD J., 2003. The sensivity of Ellenberg indicator values tp the completness of vegetation relevés. Basic and Applied Ecology 4 : 507-513.

JULVE Ph. 2012. CATMINAT. Document téléchargeable à l'adresse suivante : http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm

LANDOLT E. et al., 2010. Flora indicativa. CJB Genève, Haupt, Berne, 376 p.

INDICE FLORISTIQUE D'ENGORGEMENT

Description et principes

L'indice de niveau d'engorgement du site est traduit par plusieurs valeurs et graphiques complémentaires permettant de résumer l'information et de conserver l'expression de la variabilité du site :

- la note moyenne de l'indice par placette à partir desquelles on établit la valeur médiane du site ;
- l'histogramme des valeurs des placettes ;
- l'histogramme du nombre d'occurrences d'espèces par valeurs indicatrices.

Méthode de calcul

Pour le suivi d'un site dans le temps, il faut au préalable s'assurer que les calculs sont effectués sur les mêmes couples de placettes.

Pour les sites présentant des compartiments aquatiques, il est préconisé d'évaluer séparément ceux-ci des compartiments terrestres ou amphibies.

A l'échelle de la placette, la valeur diagnostique est calculée selon la procédure expliquée dans l'annexe 2.

A l'échelle du site, deux paramètres sont évalués :

- La tendance globale calculée par la médiane des valeurs diagnostiques des placettes ;
- La variabilité, sous la forme d'un histogramme des valeurs diagnostiques des placettes (figure 1) ; on compte le nombre de placettes ayant une valeur diagnostique comprise entre la borne inférieure et supérieure d'une classe (par exemple, 10 placettes ont une valeur d'humidité comprise entre 7,00 et 7,49). L'autre mode de description de cette variabilité est un histogramme des occurrences d'espèces ayant une valeur indicatrice d'humidité donnée (figure 2). Il s'agit simplement de compter, à l'échelle du site, le nombre de fois où des espèces ayant une valeur indicatrice de niveau d'engorgement donnée ont été contactées (quelle que soit l'identité taxonomique).

Un examen préalable de l'histogramme des valeurs diagnostiques, permet de déterminer si ces distributions sont symétriques ou au moins unimodales aux deux dates à comparer. Si tel est le cas, un test statistique d'évolution de la tendance centrale (médiane) peut être mis en oeuvre. Dans le cas contraire (notamment répartition bimodale à une des deux dates), l'évaluation sera basée sur le calcul d'un indice semi-statistique d'évolution et sur la comparaison de l'écart observé entre les deux dates (cf. annexe 2).

Figure 1 : valeur diagnostique de niveau d'engorgement des placettes

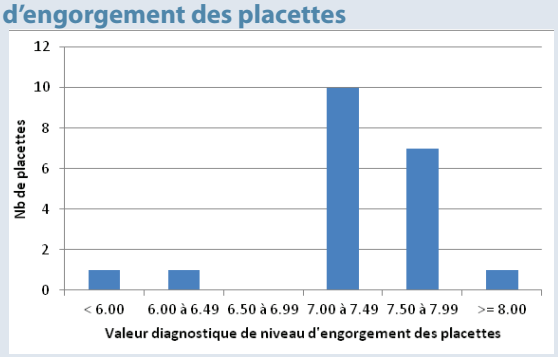
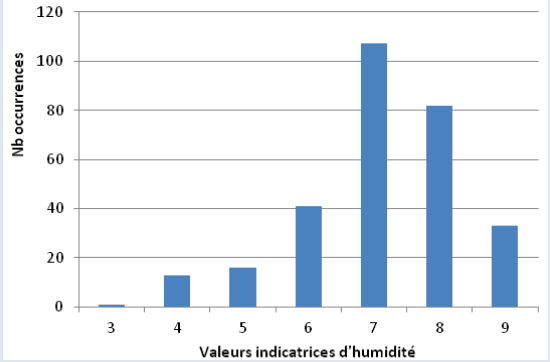


Figure 2 : valeurs indicatrices d'humidité



Clés d'interprétation de la note indicatrice

La valeur de l'indice est corrélée positivement avec le niveau moyen annuel ou estival de la nappe : plus sa valeur est élevée, plus le niveau moyen de la nappe est proche de la surface. La gamme de valeur va de 1 à 10 en théorie. Les valeurs médianes pour les zones humides varient de 3,77 (marais de plaine drainés, marais de pente) à 8,25 ou plus (pour les tourbières à sphaignes non altérées) sans tenir compte du recouvrement des espèces, et entre 3,46 et 8,90 si on prend en compte le recouvrement. Les valeurs minimales, moyennes et maximales observées par type de zone humide sont données (graphique ci-dessous).

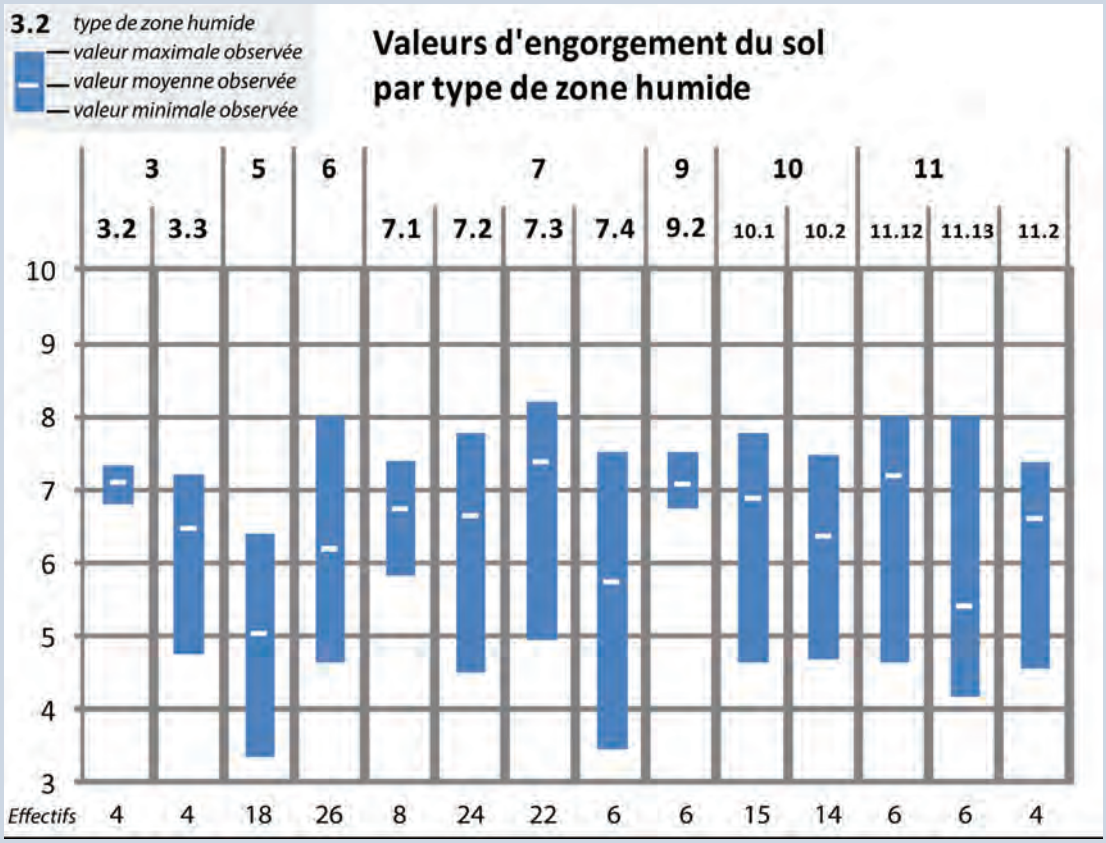
La significativité de l'écart observé entre deux dates peut être analysée de trois manières (voir exemple de l'encadré 1) :

- En comparant l'écart observé avec l'erreur moyenne à l'échelle d'un site (due à de mauvaises re-localisations des placettes, des décalages sphénologiques, des erreurs de déterminations...). L'erreur moyenne pour le niveau d'engorgement a été estimée à 0,3 en présence/absence et 0,4 ou avec prise en compte du recouvrement des espèces. Ces valeurs sont applicables pour tous les types de zones humides. Pour être significatif, l'écart observé doit être supérieur à l'erreur moyenne, donc supérieur à 0,3 ou 0,4 selon le mode de calcul choisi ;
- En calculant l'écart global entre les occurrences observées et attendues comme si ces occurrences étaient indépendantes des années. Il s'agit d'une mesure semi-statistique, le coefficient V de Cramer (Annexe 2 pour un exemple détaillé des calculs) ; pour être "significatif", ce coefficient (qui varie de 0 à 1) doit être au moins supérieur à 0,1 ;
- En comparant statistiquement les valeurs des placettes avec le test non paramétrique des rangs signés de Wilcoxon. Pour être significatif, la statistique du test doit être inférieure à des valeurs seuils données dans des tables spéciales mais facilement disponibles (Annexe 2 pour le détail des calculs et l'obtention des tables).

La mécanique des calculs est expliquée dans des manuels statistiques comme ***DAGNELIE (2011), SOKAL & ROHLF (2012), SPRENT (1993) ou TOMASSONE et al. (1993),*** ou enfin dans les cours de statistiques de l'Université de Lyon de ***RAKOTOMALALA (2008, 2011)***.

Pour chaque site, l'évolution à deux dates peut donc être évaluée de trois manières. L'évolution d'un site, que ce soit positivement ou négativement, est considérée probante si au moins deux de ces trois procédures débouchent sur des résultats significatifs.

Exemples d'amplitude des valeurs observées



FICHES LIÉES P02 I02

Exemple d'application

Sur le site des Mièges (Haute-Savoie), appartenant au type SDAGE 7, 20 placettes ont été échantillonnées en 2010, pour un total de 293 observations. La valeur de l'indice floristique de niveau d'engorgement de ce site est de 7,03 (avec prise en compte du recouvrement), soit une valeur usuelle pour ce type de zone humide. Les histogrammes des valeurs par placettes et des occurrences d'espèces par valeurs indicatrices sont ceux des figures 1 et 2.

Nous avons simulé des données pour l'année 2015 (Annexes 2), en basant cette simulation sur une baisse des valeurs indicatrices de l'ordre de 10 %.

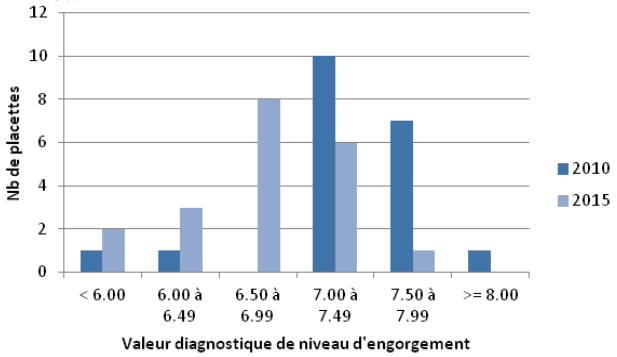


Figure 3 : Valeur diagnostique de niveau d'engorgement

La médiane des valeurs des placettes vaut 6,59 en 2015, soit un écart de 0,44 entre les deux dates. L'écart observé est légèrement supérieur à l'erreur estimée pour l'indice d'engorgement avec recouvrement (0,4) et peut donc être considéré significatif de ce point de vue.

Le coefficient de Cramer vaut 0,159 (Annexe 2) et est donc faiblement significatif (car > 0,1 mais < 0,3).

L'histogramme des valeurs par placettes pour les deux années est donné figure 3. On constate que la distribution est unimodale aux deux dates : on peut donc appliquer le test statistique de Wilcoxon.

Le test conclut à une différence de distribution des valeurs d'engorgement entre les deux années hautement significative (voir le détail des calculs annexe 2).

Les trois méthodes d'évaluation indiquent que les différences observées entre 2010 et 2015 sont significatives : on peut conclure qu'il y a une évolution du niveau d'engorgement (c'est-à-dire un assèchement dans ce cas) pour ce site entre les deux dates.

Bibliographie

DAGNELIE P., 2011. Statistique théorique et appliquée. Tome 2. Inférence statistique à une et à deux dimensions. De Boeck (ed.), Bruxelles, 736 p.

RAKOTOMALALA R., 2008. Comparaisons de populations. Test, non paramétriques. Version 1, téléchargeable à l'adresse suivante : http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/cours/cours/Comp_Pop_Tests_Nonparametriques.pdf

RAKOTOMALALA R., 2011. Etude des dépendances - Variables qualitatives. Tableau de contingence et mesures d'association. Version 2, téléchargeable à l'adresse suivante : http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/cours/cours/Dependance_Variables_Qualitatives.pdf

SOKAL, R.R. & ROHLF F.J., 2012. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. 4th edition, W. H. Freeman and Co. (eds.), New York. 937 p.

SPRENT P., 1993. Statistiques non paramétriques. INRA (ed.), Paris, 294 p.

TOMASSONE R., DERVIN C, MASSON J P..1993. Biométrie. Modélisation de phénomènes biologiques.

SITE

Id. ____ Nom _____

Date __/__/____ Observateur _____

Remarques diverses

POINT D'OBSERVATION

Altitude ____ m

Coordonnées X= _____

Y= _____

1 - Situation ☐ terrain plat en pente ☐ faible ☐ moyenne ☐ forte

2 - Exposition ☐ N ☐ NW ☐ W ☐ SW ☐ S ☐ SE ☐ NE ☐ E

RELEVE FLORISTIQUE

N° de relevé _____

Surface du relevé (m²) _____

❑ Relevé emboîté

N° du relevé de taille supérieure _____

Durée d'observation _____

Structure de la végétation

	Recouvrement (%)	Hauteur (m)
Strate arborée (A)		
arbustive (a)		
sous-arbustive (sa)		
herbacée (h)		
muscinale (m)		

Physionomie (cocher)

	❑ AL	❑ BM	❑ LA	❑ BFH
	❑ AQ	❑ HM	❑ FU	❑ BCH
	❑ EC	❑ GH		
	❑ EX	❑ MC		
	❑ FO	❑ PH		
	❑ RB	❑ MG		
		❑ CN		
placette	(2 x 2)	(4 x 4)	(7 x 7)	(15 x 15)
surface	4	16	49	225

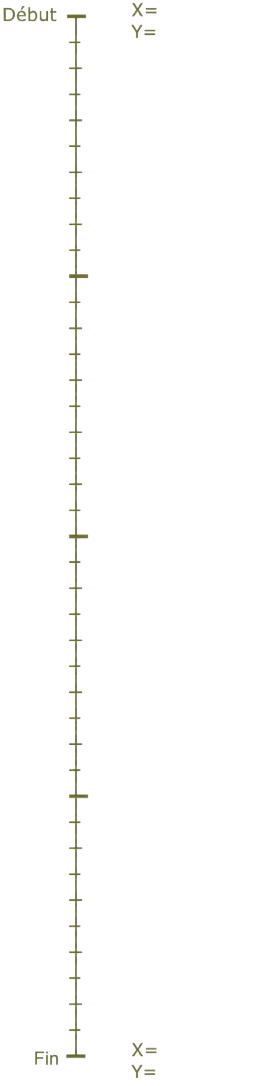
Description du milieu (en français)

Espèce et sous-espèce	*Cocher si récolte*	Strate (A, a, sa, h, m)	Abond. (de + à 5)
01	❑		
02	❑		
03	❑		
04	❑		
05	❑		
06	❑		
07	❑		
08	❑		
09	❑		
10	❑		
11	❑		
12	❑		
13	❑		
14	❑		
15	❑		
16	❑		
17	❑		
18	❑		
19	❑		
20	❑		
21	❑		
22	❑		
23	❑		
24	❑		
25	❑		

Espèce et sous-espèce	*Cocher si récolte*	Strate (A, a, sa, h, m)	Abond. (de + à 5)
26	❑		
27	❑		
28	❑		
29	❑		
30	❑		
31	❑		
32	❑		
33	❑		
34	❑		
35	❑		
36	❑		
37	❑		
38	❑		
39	❑		
40	❑		
41	❑		
42	❑		
43	❑		
44	❑		
45	❑		
46	❑		
47	❑		
48	❑		
49	❑		
50	❑		

N° de transect :

localiser les relevés et sondages pédologiques
noter la distance entre les
différents habitats et les codes CB



échelle : _____

Physionomie des formations végétales

Quatre types de physionomie dite simplifiée (ou formation végétale = physionomie au sens strict) sont définies comme étant, chacune, une formation végétale dominée par une seule strate de végétation. Nous avons retenu ici les quatre strates de végétation d'usage courant dans les travaux phytosociologiques : herbacée, sous-arbustive, arbustive et arborescente, sans pour autant avoir rassemblé des éléments de définition clairs. A défaut de documentation sur les critères utilisés, on peut considérer que chaque strate correspond à un ou plusieurs types biologiques dominants :

- Herbacée : thérophytes, geophytes, hémicryptophytes, nano-chaméphytes
- Sous-arbustive : autres chaméphytes, nano-phanérophytes
- Arbustive : mésophanérophytes
- arborescente : méga-phanérophytes

Ces physionomies simplifiées sont déclinées en physionomies détaillées dans les tableaux ci-dessous.

Dans les tableaux principaux, nous avons surligné en couleur claire les formations typiques des zones humides et en couleur foncée celles pour lesquelles une partie des habitats concernés se rencontre en zone humide.

Caractérisation des physionomies détaillées

	Physionomie simplifiée ARBUSTIVE (FA)	
FS	**Fourré sempervirent**	Formation dominée par des espèces à feuillage persistant, épineuses ou non (Buxaie, Juniperaie, …)
FM	**Fourré mésophile à sec**	Formation dominée des espèces caducifoliées des autres situations (Coryllaie, coudraie, accru à …, fourré à Amelanchier, …).
FU	**Fourré humide**	Formation dominée des des espèces caducifoliées des sols engorgés, des bordures d'eaux calmes et courantes (saulaie arbustive, fourré à bourdaine, …). Les aulnaies vertes sont traitées sous FM
FR	**Fourré artificiel**	ex. : haie bocagère
	Physionomie simplifiée ARBORESCENTE (FT)	
BFM	**Boisement feuillu** *(mésophile à sec)*	Formation dominée par des espèces feuillues (>75 % de recouvrement) caducifoliées des autres situations, sèches ou mésophiles
BFH	**Boisement feuillu humide**	Formation dominée par des espèces feuillues (>75 % de recouvrement) caducifoliées des sols engorgés (nappe affleurante ou peu profonde) et des situations alluviales et riveraines (nappe circulante à niveau variable et crues). Les boisements à sous bois de mégaphorbiaie non riverain ou alluviaux sont traités sous BFM.
BCM	**Boisement de conifère** *(mésophile à sec)*	Formation dominée par les conifères (>75 % recouvrement) des situations sèches ou mésophiles. Les pré-bois de Mélèze, Arolle, Pin à crochet et de Thurifère sont considérés comme des formations arborescentes dès 15 % de recouvrement (au lieu de 30 % pour les autres essences).
BCH	**Boisement de conifères humide**	Formation dominée par les conifères (>75 % recouvrement) des sols humides ou engorgés. Les pré-bois de Pin à crochet sur tourbe sont considérés comme des formations arborescentes dès 15 % de recouvrement (au lieu de 30 % pour les autres essences).
BMI	**Boisement mixte**	Formation mixte conifères/feuillus ou feuillus sempervirents/feuillus caducifolié dans laquelle aucune des essences atteint individuellement 75 % de la surface. Les combinaisons mixtes d'essences sont retenues dans la liste de peuplements.
BFS	**Boisement feuillu sempervirent**	Formation dominée par des espèces feuillues (>75 % de recouvrement) sempervirentes
BA	**Boisement artificiel**	

Physionomie des formations végétales *(Suite)*

Physionomie simplifiée HERBACEE (FH)		
AL	**Alluvions** (*Végétation herbacée pionnière des*)	Formation très ouverte pionnière des alluvions actifs, régulièrement perturbés et alimentés, des torrents, des rivières et des fleuves à régime nival (bilan hydrique largement déficient sur un substrat très drainant), riches en galets mêlés ou non de terre fine.
CN	**Combe à neige** (*Végétation des*)	Formation à degré d'ouverture variable des zones longuement enneigées de l'étage alpin (rare au subalpin) souvent dominée par des nanophanérophytes du genre Salix. Substrat variable, formes minérales caractérisées le tassement des éléments du substrat (fins à moyens)
DA	**Dalles rocheuses** (*Végétation pionnière des*)	Formation herbacée ouverte pionnière des affleurements rocheux (souvent tabulaires avec pente peu marqué), riche en plantes grasses et à composition mixte vivaces et annuelles. Elle comprend la végétation pionnière des lapiaz vifs
RO	**Parois et façades rocheuses** (*Végétation des*)	Formation clairsemée des anfractuosités rocheuses, végétation saxicole au sens strict, incluant la végétation des rochers frais méridionaux mais pas les suintements quasi permanents
EB	**Éboulis** (*Végétation des)*	Formation très ouverte pionnière des éboulis et chaos rocheux, actifs ou stabilisés, comprenant la végétation colonisant les moraines. Formation caractérisée par la (quasi) absence de sol. Ne comprend pas les formations pionnières à saules nains des chaos rocheux longuement enneigés qui sont à coder sous CN (combes à neige)
GH	**Grands hélophytes** (Communauté de)	Formation souvent dense de grands hélophytes graminoïdes (roselières au sens large à Phragmites, Phalaris, Typha, Schoenoplectus, Cladium...) comprenant à la fois les communautés franchement aquatique et les communautés terrestres (atterries).
RB	**Petits hélophytes** (*Communauté de*)	Formation souvent clairsemée de petits hélophytes non graminoïdes des eaux stagnantes peu profondes à niveau variable (Sparganium sppl., Alisma sppl., Equisetum fluviatile, Oenanthe aquatica, Rorippa amphibia, Butomus umbellatus, Sagitaria sagitifolia), également appelé roselière basse.
MC	**Magnocariçaie**	Formation haute dominée par des hélophytes de la famille des cypéracées comprenant à la fois les communautés franchement aquatiques et des communautés terrestres à sol mouillé une partie de l'année.
HM	**Haut-marais**	Formation mixte bryophytique (sphaignes), herbacée (cypéracée) et sous-arbustive (éricacées) formant un paysage lâchement moutonné de buttes de sphaignes et de creux plus ou moins inondés
BM	**Bas-marais et marais de transition**	Formation basse dominée par des cypéracées de petites et moyennes taille à nappe d'eau proche ou juste au dessus de la surface. Comprend aussi les formations amphibies franchement aquatiques (ceinture à Eriophorum scheuchzeri) des étages subalpin et alpin.
MG	**Mégaphorbiaie**	Formation dense et haute dominée par des dicotylédones à feuillage très recouvrant des milieux frais à humides, riches en éléments minéraux. Comprend aussi les formations montagnardes à subalpines mésophiles composition mixte entre graminées et dicotylédones (Calamagrostis sp. souvent), d'origine naturelle (praires de couloirs d'avalanche). Plaine, montagnard et subalpin. Urtica, Anthriscus, Convolvulus, lisière nitrophiles ?
AQ	**Végétation aquatique**	Ensemble vaste de formations végétales strictement aquatiques (non hélophytiques), des eaux stagnantes et courantes, enracinées ou libres, immergées ou submergées. Comprend les herbiers à Sparganium angustifolium des étages subalpin et alpin.
FO	**Végétation fontinale**	Formation en majorité dominée par les bryophytes, avec végétation vasculaire peu diversifiée mais parfois assez recouvrante (Epilobium alsinifolium, Saxifraga aizoides, Carex frigida), colonisant les sources, les bords de ruisselets et les rochers suintants, milieux imbibé en permanence
EC	**Bordure d'eaux courantes** (*Végétation amphibie des*)	Formation amphibie vivace dense (petits hélophytes souvent) et entremêlée occupant les petits cours d'eau et leurs berges ainsi que les lones et bras-mort à courant faible (comprend les herbiers à Glyceria, Berula, Apium, Nasturtium et Leersia).
EX	**Grèves exondées** (*Végétation pionnière des*)	Formation pionnière annuelle et vivace de petite taille (Eleocharis acicularis, Littorella uniflora, Ludwigia palustris, Juncus bulbosus...) ou plus haute (Polygonum lapathifolium, Bidens pl.sp. etc.). des zones périodiquement exondées des eaux stagnantes et courantes, végétation à caractère amphibie souvent marqué.
PS	**Pelouse** (*de basse et moyenne altitude*)	Formation basse diversifiée, de hauteur moyenne inférieure à 50 cm à dominante graminéenne, des sols maigres des étages planitiaire, collinéen et montagnard. Recouvrement minéral variable, comprend aussi les pelouses rocailleuses de colonisation d'éboulis et des roches altérées. La hauteur de certaines formations (ex. formation dense à Brome érigé) doit examinées attentivement pour distinguer la pelouse de la prairie.

Physionomie des formations végétales *(Suite)*

	Physionomie simplifiée HERBACEE (FH)	
PA	**Pelouse alpine et pâturage d'altitude**	étages supérieurs (subalpin et alpin). Recouvrement minéral souvent important, comprend aussi les pelouses rocailleuses de colonisation d'éboulis et des roches altérées. L'altitude est le critère déterminant.
TH	**Pelouse pionnière annuelle**	Formation très ouverte primaire dominée par espèces annuelles de petite taille à cycle court, fréquemment sur substrats fins et mobiles
PH	**Prairie humide** (*et pelouse humide*)	Formation herbacée d'origine anthropique diversifiée, dense et haute à dominante graminéenne, fauchée et/ou pâturée, humide à mouillée (nappe affleurante) une partie de l'année, périodiquement inondée. Les prairies alluviales à *Arrhenatherum elatius* à tendance mésohygrophile des niveaux topo supérieurs sont traitées sous PM. Les formations basses méditerranéennes à *Deschampsia media* sont comprises dans PH.
PM	**Prairie** (*mésophile et méso-xérophile*)	Formation diversifiée d'origine anthropique, dense et haute à dominante graminéenne de hauteur supérieure à 50 cm, fauchée et/ou pâturée, temporairement humide, exceptionnellement inondée et mouillée. Les formations semi hautes pâturées d'altitude ne sont pas comprises. La hauteur de certaines formations (ex. formation dense à Brome érigé) doit examinées attentivement pour distinguer la pelouse de la prairie. Les formations naturelles montagnardes à hautes herbes mixtes (graminées et dicotylédones) sont à coder sous MG Mégaphorbiaie.
OU	**Ourlet herbacé maigre**	Formation mésophile à méso-xérophile, peu élevée, développées sur des terrains maigres en bordure externe de végétations arbustives et forestières (conditions héliophiles à hémi-héliophiles) ou colonisant d'ancien espaces agro-pastoraux, dominée par des espèces à développement tardif, parmi lesquels les graminées sont (co-)dominantes. Les formations à Rubus sont codés OU ou OF en fonction de leur situation. Les manteaux arbustifs sont traités dans les fourré quand le recouvrement arbustif > 25 %, < 25 %, ils sont traités ici
OF	**Coupes et ourlets forestiers**	Formation intraforestière, constituée de grandes dicotylédones vivaces colonisant les coupes forestières récentes et les clairières à sol riches, ou de dicotylédones moins grande en situation de lisière et de clairière (Aegopodium, …). Comprend également les formations de lisière intraforestièresd dominées par des graminées (Festuca gigantea, Bromus ramosus / benekenii, Calamagrostis varia, Elytrigia / Roegneria ou encore à Hordelymus europaeus). A préciser JCV. Comprend les ronciers forestiers. Les formations riveraines à Petasites albus (souvent intraforestières) sont codées sous MG – Mégaphorbiaie. Les formations de lisère humides à Petasites albus sont quant à elles traités ici.
RU	**Friche herbacée et végétation rudérale**	Formation dominée par des espèces annuelles et/ou bisannuelles des terrains agricoles, urbains, industriels irrégulièrement perturbé, souvent nitrophile. Comprend aussi la végétation rudérale vivace des reposoirs à bestiaux et des friches à graminées (chiendent) sur anciens terrains agricoles. Comprend également les formations vivaces de substitution de xénopytes (Reynoutria japonica/ bohemica ou Impatiens glandulifera.
CU	**Cultures** (*Végétation des*)	Formation basse et très ouverte dominée par des plantes annuelles (à bisannuelles) des terrains agricoles exploités et les cultures arboricoles à terre retournée.
HY	**Végétation rase hyperpiétinée**	Formation dominée par des plantes annuelles prostrées supportant le piétinement régulier de toute nature
MU	**Murs** (*Végétation anthropique des)*	Formation colonisant les murs
AR	**Autre formation herbacée artificielle**	
	Physionomie simplifiée SOUS-ARBUSTIVE (FSA)	
LA	**Lande et landine**	Formation végétale dominée par des petits chaméphytes (landines) ou des grands chaméphytes (landes). Les seuils de recouvrement de la strate sous-arbustive sont donnés dans « Physionomies complexes ».
GA	**Garrigue** (incluant les *et ourlets herbacés méditerranéens*)	Formation végétale dominée par des chaméphytes des secteurs supra- et oro-méditerranéens

Physionomie des formations végétales *(Suite)*

Une mise en correspondance entre cette typologie et d'autres largement utilisées a été faite. En ce qui concerne la phytosociologie au niveau de l'alliance, chaque unité de la typologie physionomique correspond à plusieurs alliances. Ceci n'a rien d'étonnant. Dans l'autre sens, c'est l'inverse qui est la règle, c'est-à-dire qu'une alliance n'est comprise que dans une seule unité physionomique. Il existe quelques exceptions cependant où une alliance peut être traitées suivant les cas dans deux physionomies distinctes. Ces alliances « problématiques » sont listées dans le tableau suivant

Liste des alliances rattachables à deux physionomies

Alliance	*CodeProdrome*	*PhysioDet1*	*PhysioDet2*
Convolvulion sepium	28.0.1.0.1	MG - Mégaphorbiaie	RU - Friche herbacée et végétation rudérale
Aegopodion podagrariae	29.0.1.0.1	OF - Coupes et ourlets forestiers	RU - Friche herbacée et végétation rudérale
Corynephorion canescentis	36.0.1.0.1	PS - Pelouse	TH - Pelouse pionnière annuelle
Littorellion uniflorae	38.0.1.0.1	EX - Grèves exondées	AQ - Végétation aquatique
Molinio caeruleae-Quercion roboris	57.0.2.0.3	BFM - Boisement feuillu	BFH - Boisement feuillu humide
Fraxino excelsioris-Quercion roboris	57.0.3.1.1	BFM - Boisement feuillu	BFH - Boisement feuillu humide
Salicion helveticae	10.0.1.0.2	FM – Fourré mésophile	FU - Fourré humide
Salicion lapponi-glaucosericeae	10.0.1.0.3	FM – Fourré mésophile	FU - Fourré humide
Berberidion vulgaris	20.0.2.0.7	FM – Fourré mésophile	FS - Fourré sempervirent
Salici cinereae-Rhamnion catharticae	20.0.2.0.10	FM – Fourré mésophile	FU - Fourré humide
Cephalanthero rubrae-Pinion sylvestris	24.0.2.0.1	BCM - Boisement de conifère	BMI - Boisement mixte
Piceion excelsae	74.0.3.0.1	BCM - Boisement de conifère	BCH - Boisement de conifères humide
Cephalanthero rubrae-Fagion sylvaticae	57.0.3.2.1	BFM - Boisement feuillu	BMI - Boisement mixte
Fagion sylvaticae	57.0.3.3.1	BFM - Boisement feuillu	BMI - Boisement mixte
Luzulo luzuloidis-Fagion sylvaticae	57.0.3.3.3	BFM - Boisement feuillu	BMI - Boisement mixte
Salicion triandrae	62.0.1.0.1	FU – Fourré humide	FM - Fourré mésophile
Salicion incanae	62.0.1.0.2	FM – Fourré mésophile	FU - Fourré humide
Alysso alyssoidis-Sedion albi	65.0.2.0.1	DA – Dalles rocheuses	TH - Pelouse pionnière annuelle
Sedo albi-Veronicion dillenii	65.0.2.0.2	DA – Dalles rocheuses	TH - Pelouse pionnière annuelle
Sedion micrantho-sediformis	65.0.2.0.3	DA – Dalles rocheuses	TH - Pelouse pionnière annuelle
Knaution gracilis	72.0.1.0.3	OU – Ourlet maigre	OF - Coupes et ourlets forestiers
Betulion pubescentis	74.0.2.0.1	BFH - Boisement feuillu humide	BCM - Boisement de conifère

Pages suivantes
Correspondances entre physionomies et alliances phytosociologiques (la nomenclature est celle du Prodrome des végétations de France)

Physionomie des formations végétales *(Suite)*

Code Libellé	Alliance *(en italique les alliances problématiques)*
AL Alluvions	Epilobion fleischeri
	Glaucion flavi
AQ Végétation aquatique	Batrachion fluitantis
	Hydrocharition morsus-ranae
	Lemnion minoris
	Lemnion trisulcae
	Littorellion uniflorae
	Nymphaeion albae
	Potamion pectinati
	Potamion polygonifolii
	Ranunculion aquatilis
	Scorpidio scorpidioidis-Utricularion minoris
	Sphagno cuspidati-Utricularion minoris
BCH Bois. conifères humide	*Piceion excelsae*
BCM Boisement de conifère	*Betulion pubescentis*
	Cephalanthero rubrae-Pinion sylvestris
	Deschampsio flexuosae-Pinion sylvestris
	Erico carneae-Pinion sylvestris
	Juniperion thuriferae
	Ononido rotundifolii-Pinion sylvestris
	Piceion excelsae
BFH Boisement feuillu humide	Alnion glutinosae
	Alnion incanae
	Betulion pubescentis
	Fraxino excelsioris-Quercion roboris
	Molinio caeruleae-Quercion roboris
	Osmundo regalis-Alnion glutinosae
	Populion albae
	Salicion albae
	Sphagno-Alnion glutinosae
BFM Boisement feuillu	Acerion pseudoplatani
	Carpinion betuli
	Cephalanthero rubrae-Fagion sylvaticae
	Fagion sylvaticae
	Fraxino excelsioris-Quercion roboris
	Luzulo luzuloidis-Fagion sylvaticae
	Molinio caeruleae-Quercion roboris
	Polysticho setiferi-Fraxinion excelsioris
	Quercion pubescenti-sessiliflorae

Code Libellé	Alliance *(en italique les alliances problématiques)*
BFM Boisement feuillu	Quercion roboris
	Rubo caesii-Populion nigrae
	Tilio platyphylli-Acerion pseudoplatani
	Tilion platyphylli
BFS Bois. feuillu sempervirent	Quercion ilicis
BM Bas-marais et marais de transition	Caricion davallianae
	Caricion fuscae
	Caricion incurvae
	Caricion lasiocarpae
	Eriophorion scheuchzeri
	Rhynchosporion albae
BMI Boisement mixte	*Cephalanthero rubrae-Fagion sylvaticae*
	Cephalanthero rubrae-Pinion sylvestris
	Fagion sylvaticae
	Luzulo luzuloidis-Fagion sylvaticae
CN Combe à neige	Arabidion caeruleae
	Salicion herbaceae
CU Cultures	Caucalidion lappulae
	Diplotaxion erucoidis
	Panico crus-galli-Setarion viridis
	Roemerion hybridae
	Scleranthion annui
	Veronico agrestis-Euphorbion peplus
DA Dalles rocheuses	*Alysso alyssoidis-Sedion albi*
	Sedion micrantho-sediformis
	Sedo albi-Scleranthion biennis
EB Éboulis	Allosuro crispi-Athyrion alpestris
	Androsacion alpinae
	Arabidion alpinae
	Drabion hoppeanae
	Dryopteridion abbreviatae
	Dryopteridion submontanae
	Galeopsion segetum
	Petasition paradoxi
	Scrophularion juratensis
	Senecionion leucophylli
	Stipion calamagrostis
	Thlaspion rotundifolii

Physionomie des formations végétales *(Suite)*

Code	Libellé	Alliance *(en italique les alliances problématiques)*
EC	Bordure d'eaux courantes	Apion nodiflori
		Glycerio fluitantis-Sparganion neglecti
EX	Grèves exondées	Bidention tripartitae
		Chenopodion rubri
		Cicendion filiformis
		Elatino triandrae-Eleocharition ovatae
		Eleocharition acicularis
		Elodo palustris-Sparganion
		Helochloion schoenoidis
		Littorellion uniflorae
		Nanocyperion flavescentis
		Radiolion linoidis
FM	Fourré mésophile	Alnion viridis
		Berberidion vulgaris
		Carpino betuli-Prunion spinosae
		Corylo avellanae-Populion tremulae
		Cytision oromediterraneo-scoparii
		Lonicerion periclymeni
		Pruno spinosae-Rubion radulae
		Pruno spinosae-Rubion ulmifolii
		Salici cinereae-Rhamnion catharticae
		Salicion helveticae
		Salicion incanae
FO	Végétation fontinale	Cardamino amarae-Montion fontanae
		Caricion remotae
		Cratoneurion commutati
		Dermatocarpion rivulorum
		Epilobio nutantis-Montion fontanae
		Pellion endiviifoliae
		Riccardio pinguis-Eucladion verticillati
FS	Fourré sempervirent	*Berberidion vulgaris*
FU	Fourré humide	*Salici cinereae-Rhamnion catharticae*
		Salicion cinereae
		Salicion helveticae
		Salicion incanae
		Salicion lapponi-glaucosericeae
		Salicion triandrae
GA	Garrigue	Brachypodion phoenicoidis
		Dactylo hispanici-Helichrysion staechadis
GA	Garrigue	Helianthemo italici-Aphyllanthion monspeliensis
		Lavandulo angustifoliae-Genistion cinereae
		Phlomido lychnitidis-Brachypodion retusi
		Rosmarinion officinalis
GH	Grands hélophytes	Phalaridion arundinaceae
		Phragmition communis
HM	Haut-marais	Sphagnion medii
HY	Végétation rase hyperpiétinée	Lolio perennis-Plantaginion majoris
		Poion supinae
		Polygono arenastri-Coronopodion squamati
		Saginion procumbentis
LA	Lande	Arctostaphylo-Cetrarion nivalis
		Calluno vulgaris-Arctostaphylion uvae-ursi
		Ericion carneae
		Genistion tinctorio-germanicae
		Genisto pilosae-Vaccinion uliginosi
		Juniperion nanae
		Loiseleurio procumbentis-Vaccinion microphylli
		Rhododendro ferruginei-Vaccinion myrtilli
MC	Magnocariçaie	Carici pseudocyperi-Rumicion hydrolapathi
		Caricion gracilis
		Magnocaricion elatae
MG	Mégaphorbiaie	Adenostylion alliariae
		Arunco dioici-Petasition albi
		Calamagrostion arundinaceae
		Calamagrostion villosae
		Convolvulion sepium
		Dorycnion recti
		Filipendulo ulmariae-Petasition
		Petasition officinalis
		Thalictro flavi-Filipendulion ulmariae
MU	Murs	Cymbalario muralis-Asplenion rutae-murariae
		Parietario judaicae-Galion muralis
OF	Coupes et ourlets forestiers	*Aegopodion podagrariae*
		Atropion belladonnae
		Epilobion angustifolii
		Geo urbani-Alliarion petiolatae
		Impatienti noli-tangere-Stachyion sylvaticae
		Knaution gracilis

Physionomie des formations végétales *(Suite)*

Code	Libellé	Alliance *(en italique les alliances problématiques)*
OU	Ourlet maigre	Conopodio majoris-Teucrion scorodoniae
		Geranion sanguinei
		Holco mollis-Pteridion aquilini
		Knaution gracilis
		Melampyrion pratensis
		Melampyro sylvatici-Poion chaixii
		Potentillo erectae-Holcion mollis
		Trifolion medii
PA	Pelouse alpine et pâturage d'altitude	Avenion sempervirentis
		Caricion curvulae
		Caricion ferrugineae
		Festucion variae
		Nardion strictae
		Oxytropido-Elynion myosuroidis
		Poion alpinae
PH	Prairie humide	Alopecurion pratensis
		Alopecurion utriculati
		Bromion racemosi
		Deschampsio mediae-Molinion arundinaceae
		Deschampsion mediae
		Juncion acutiflori
		Mentho longifoliae-Juncion inflexi
		Molinion caeruleae
		Oenanthion fistulosae
		Paspalo distichi-Agrostion semiverticillatae
		Potentillion anserinae
PM	Prairie mésophile	Arrhenatherion elatioris
		Brachypodio rupestris-Centaureion nemoralis
		Cynosurion cristati
		Triseto flavescentis-Polygonion bistortae
PS	Pelouse	Carici arenariae-Festucion filiformis
		Corynephorion canescentis
		Diantho gratianopolitani-Melicion ciliatae
		Galio saxatilis-Festucion filiformis
		Genistion lobelii
		Koelerio macranthae-Phleion phleoidis
		Mesobromion erecti
		Ononidion cenisiae
		Ononidion striatae

Code	Libellé	Alliance *(en italique les alliances problématiques)*
PS	Pelouse	Ononidion striatae
		Seslerion elegantissimae
		Stipo capillatae-Poion carniolicae
		Violion caninae
		Xerobromion erecti
RB	Petits hélophytes	Oenanthion aquaticae
RO	Parois et façades rocheuses	Adiantion capilli-veneris
		Androsacion vandellii
		Asplenion glandulosi
		Asplenion septentrionalis
		Dianthion gratianopolitani
		Phagnalo saxatilis-Cheilanthion maderensis
RU	Friche herbacée et végétation rudérale	*Aegopodion podagrariae*
		Arabidopsion thalianae
		Arction lappae
		Artemisio absinthii-Agropyrion intermedii
		Bromo-Oryzopsion miliaceae
		Chenopodion muralis
		Convolvulion sepium
		Convolvulo arvensis-Agropyrion repentis
		Dauco carotae-Melilotion albi
		Drabo muralis-Cardaminion hirsutae
		Falcario vulgaris-Poion angustifoliae
		Geranio pusilli-Anthriscion caucalidis
		Hordeion murini
		Malvion neglectae
		Onopordion acanthii
		Onopordion nervosi
		Rumicion pseudalpini
		Silybo mariani-Urticion piluliferae
		Sisymbrion officinalis
		Valantio muralis-Galion muralis
TH	Pelouse pionnière annuelle	*Alysso alyssoidis-Sedion albi*
		Corynephorion canescentis
		Helianthemion guttati
		Sedion micrantho-sediformis
		Sedo albi-Veronicion dillenii
		Sileno conicae-Cerastion semidecandri
		Thero-Airion Tüxen
		Trachynion distachyae

Pression d'échantillonage

Taille du site en hectare	Nb habitats	Nb minimum de relevés	Densité minimale de relevé à l'hectare
1 ha		3	3
Entre 1 et 10 ha	<5	5	0.5
	>=5	10	1
Entre 10 et 50 ha	<5	10	0.2
	>=5	20	0.4
Entre 50 et 200 ha	<10	20	0.1
	>=10	40	0.2
Plus de 200 ha[1]	<10	50	~ 0.06
	>=10	60	~ 0.07

Structure de la végétation et taille des placettes

Type de structure	Physionomie détaillée	Placette Taille *en m2* (dimensions) *en m*	Remarque
Végétation herbacée aquatique et terrestre rase	**AL** : Végétation herbacée pionnière des alluvions	**4 (2 x 2)**	Comprend en partie les formes pionnières des bas-marais alpins à Carex bicolor.
	AQ : Végétation aquatique	**4 (2 x 2)**	Comprend aussi les gouilles à Utriculaires des tourbières des hauts-marais. Observation visuelle et par grapinage
	EC : végétation amphibie de bordure des eaux courantes	**4 (2 x 2)**	La végétation des bords de torrents ou sources de l'alpin est traitée sous **FO**
	EX : Végétation pionnière des grèves exondées, à annuelles ou vivaces	**4 (2 x 2)**	Taille maximale le plus souvent ; des placettes rectangulaires, avec le moins de déclivité possible, sont préférables
	FO : Végétation fontinale	**4 (2 x 2)**	Sources, suintements, tuffières
	RB : communautés de petits hélophytes non graminoïdes	**4 (2 x 2)**	Des placettes rectangulaires, avec le moins de déclivité possible, sont préférables
Végétation herbacée moyenne et haute	**BM** : bas-marais et marais de transtiion	**16 (4 x 4)**	Comprend les bas-marais alcalins, et ceux à tendance acide (à *Carex nigra, Eriophorum scheuchzeri*) et ceux de transition (*Carex lasiocarpa, C. limosa*)
	HM : formation à Sphaignes et cypéracées de petite taille	**16 (4 x 4)**	
	GH : communautés des grands Hélophytes (Phragmites, Phalaris, Typha, …)	**16 (4 x 4)**	Comprend les roselières aquatiques ou sèches
Végétation herbacée moyenne et haute	**MC** : communautés dominées par des Cypéracées de grande taille	**16 (4 x 4)**	Caricaies à *C. acuta, C. riparia, C. acutiformis, C. elata, C. vesicaria, C. pseudocyperus* , et Cladiaies
	PH : prairie humide à dominante de graminées	**16 (4 x 4)**	Moliniaies et prairies inondables des grandes vallées alluviales à *Hordeum seccalinum* ou *Oenanthe fistulosa*
	MG : formation denses et hautes dominées par des Dicotylédones à feuilles larges (mégaphorbiaie) ou co-dominée par des graminées	**16 (4 x 4)**	
	CN : combes à neige de l'étage alpin (rarement plus bas)	**16 (4 x 4)**	
Végétation de landes ou de fourrés	**LA** : landes à Ericacées de colonisation des tourbières	**49 (7 x 7)**	
	FU : formation arbustive des sols engorgés ou de bordure des eaux courantes	**49 (7 x 7)**	Aulnaies vertes les plus humides, fourrés de Saules (*S. cinerea, S. purpurea, S. daphnoides, S. breviserrata, S. myrsinifolia* , ….)
Boisements	**BFH, BCH** : tous les types de boisements humides	**225 (15 x 15)**	Aulnaies glutineuses ou blanches, Saulaies blanches, peupleraies blanches, boulaies à sphaignes, pessières à sphaignes, pinèdes à Molinie les plus humides, chênaies à Molinie

Calcul du coefficient V de Cramer

La question posée: les occurrences des valeurs d'indice suivent-elles une distribution identique entre l'année 1 et l'année n du suivi ? Autrement dit, y a-t-il un lien (ou dépendance) entre les valeurs des indices et les années ?

Pour cela, on doit comparer nos données à un jeu de données simple à calculer et qui représente le nombre d'occurrences d'espèces ayant une valeur indicatrice en cas de distribution identique entre les deux années : c'est le jeu de données attendu s'il n'y avait aucune différence de distribution. Dans le cas attendu, les occurrences ne dépendent que de la fréquence relative de la valeur indicatrice et du nombre d'observations de l'année concernée (pour la méthode précise de calcul, voir les exemples ci-dessous).

On calcule ensuite l'écart global (appelé Khi deux) entre les occurrences observées et les occurrences attendues comme :

$$\text{Khi deux} = \left(\sum (\text{occurrences observées})^2 / \text{occurrences attendues}\right) - \text{effectif total}$$

Plus la valeur est élevée, plus l'écart entre valeurs attendues et observées est fort, et donc, plus les occurrences des valeurs indicatrices sont différentes entre les années. En théorie, cette valeur suit une loi du Khi deux et on peut tester statistiquement si la valeur observée est compatible avec l'hypothèse d'indépendance entre les valeurs et les années. Mais, comme les placettes sont appariées et que les individus statistiques ne sont pas clairement définis, le test statistique n'est pas applicable. Un coefficient normalisé (qui ne dépend pas du nombre de catégories ni de l'effectif total) dérivé de la valeur du Khi deux, appelé coefficient V de Cramer, est donc calculé pour évaluer le niveau d'association entre les occurrences des valeurs indicatrices et les années. Il vaut 0 si les effectifs sont égaux (ou proportionnels) et tend d'autant vers 1 que les occurrences sont dissemblables entre les années. Empiriquement, on qualifie le niveau d'association entre années et occurrences de :

association forte	si V > 0.5
association modérée	si V compris entre 0.3 et 0.5
association faible	si V compris entre 0.1 et 0.3
pas d'association	si V < 0.1

Attention, les valeurs fortes indiquent une association, c'est-à-dire une dépendance, entre années et valeurs indicatrices, et non pas entre années. Autrement dit, plus l'association est forte, moins la « corrélation » entre années est bonne, c'est-à-dire que la répartition relative des occurrences de valeurs indicatrices est très différente et l'évolution du site significative.

Calcul du coefficient V de Cramer

Application au niveau d'engorgement

Exemple : site des Mièges (74).

Les données disponibles pour 2010 sont les données réelles, celles pour 2015 ont été obtenues en simulant une diminution globale de 10%. Pour calculer le nombre d'occurrences attendues en 2010 pour la valeur indicatrice 5, on procède ainsi :

- ✓ on a 41 occurrences de la valeur 5 toutes années confondues et 293 observations en 2010, pour un effectif total cumulé sur les deux années de 564 observations ;
- ✓ le nombre d'occurrences attendu en cas d'indépendance est donc de 41*293/564 = 21.3

Lorsque les effectifs attendus d'une valeur indicatrice sont inférieurs à 5, il est préférable de regrouper des valeurs indicatrices en sommant les effectifs.

Valeur indicatrice	Occurrences 2010 observées	Occurrences 2015 observées	Totaux occurrences observées	Occurrences 2010 attendues	Occurrences 2015 attendues
3 et 4	14	20	34	17.66	16.34
5	16	25	41	21.30	19.70
6	41	55	96	49.87	46.13
7	107	85	192	99.74	92.26
8	82	71	153	79.48	73.52
9	33	15	48	24.94	23.06
Totaux	293	271	564	293	271

Khi deux = ($((14^2)/17.66) + ((16^2)/21.3) + ... + ((33^2)/24.94) + ((20^2)/16.34) + ... + ((15^2)/23.06)$) – 564 = 14.30

On calcule le V de Cramer comme :

$$V = \sqrt{[\text{(Khi deux)} / (\text{(effectif total)} * (\text{minimum (ligne-1 ; colonnes-1)}))]}$$

Soit avec 6 lignes et 2 colonnes (minimum = 2 donc, minimum-1 = 1)

$$V = \sqrt{(14.3 / 564)} = 0.159$$

Il existe une liaison entre les occurrences des valeurs indicatrices et les années, c'est-à-dire que les occurrences ne sont pas réparties de manière identique entre les deux années, mais cette liaison est faible.

Mise en œuvre du test des rangs signés de Wilcoxon

La question posée : existe-t-il une différence de distribution des valeurs de fertilité entre les deux dates de suivi ? Autrement dit, observe-t-on des valeurs inférieures ou supérieures de fertilité (on parle de test bilatéral car il ne préjuge ni de l'un ni de l'autre) à une date donnée par rapport à l'autre ou, au contraire, ces valeurs sont-elles homogènes ? Il sagit donc surtout d'un test de tendance centrale.

Pour cela, on utilise le test des rangs signés de WILCOXON. Il est fondé non sur les valeurs mais sur leurs rangs, ce qui permet de s'affranchir des problèmes de non normalité et de non symétrie et est surtout peu sensible aux données extrêmes, tout en étant suffisamment puissant (efficacité d'environ 95 % par rapport au test t de Student et supérieure à 100% pour des distributions non normales, assymétriques ou assez fortement étalées). Ce test suppose que les placettes sont suffisamment bien re-localisées pour pouvoir considérer les couples de placettes comme **appariées** (non indépendantes).

Soit n le nombre de placettes pour lesquelles on a des relevés pour les deux années. On calcule l'écart observé entre la première date et la seconde, puis on classe ces écarts de la plus petite valeur vers la plus grande, sans tenir compte du signe, et on leur attribue le rang correspondant. Si deux placettes ont la même valeur, elles sont exclues du calcul et on réduit l'effectif de 1.

Pour les écarts, si on a des ex-aequo, on leur attribue le rang moyen.

On calcule ensuite la somme des rangs des écarts positifs d'une part, et celle de la somme des rangs des écarts négatifs d'autre part. Si les deux distributions sont identiques ou voisines, ces sommes sont proches de n(n+1)/4, soit 105 dans les exemples ci-dessous (où n =20), et plus l'une ou l'autre des sommes est différente de cette valeur attendue, plus l'écart observé sera significatif. Des valeurs critiques sont disponibles sur :

http://www.cons-dev.org/elearning/stat/Tables/Tab5.html.,

Lorsque les effectifs sont suffisants (au moins 25 placettes par date), une approximation normale est applicable.

Mise en œuvre du test des rangs signés de Wilcoxon

Application à l'indice de niveau d'engorgement

Exemple : site des Mièges (74) ; les données disponibles pour 2010 sont les données réelles, celles pour 2015 ont été obtenues en simulant une diminution globale de 10%.

Placette	Valeur 2010	Valeur 2015	Ecart	Ecart absolu	Rang «+»	Rang «-»
1	7.038	6.622	0.416	0.416	7	
2	7.179	6.530	0.649	0.649	11	
3	7.038	7.131	-0.093	0.093		4
4	7.125	6.444	0.681	0.681	12	
5	7.154	6.541	0.613	0.613	9	
6	8.333	7.279	1.054	1.054	16	
7	5.821	5.331	0.490	0.490	8	
8	7.273	6.235	1.038	1.038	15	
9	7.750	7.456	0.295	0.295	5	
10	7.333	7.355	-0.022	0.022		1.5
11	7.348	7.350	-0.002	0.002		1.5
12	7.550	7.521	0.029	0.029	3	
13	7.154	6.540	0.614	0.614	10	
14	7.125	6.333	0.792	0.792	14	
15	7.750	7.022	0.728	0.728	13	
16	7.778	6.555	1.223	1.223	19	
17	7.800	6.702	1.098	1.098	17	
18	7.857	6.666	1.191	1.191	18	
19	7.867	6.542	1.325	1.325	20	
20	6.258	5.855	0.403	0.403	6	

Dans notre cas, les sommes des rangs positifs et négatifs sont égales à 203.0 et 7.0 respectivement. Pour un test bilatéral et avec un effectif de 20, les valeurs limites sont de 52 et 37 pour un risque de 5% et 1% respectivement. Comme la plus petite des sommes (7 pour les rangs négatifs) est inférieure aux valeurs critiques, on rejette l'hypothèse d'égalité des distributions tant au niveau de 5% qu'à celui de 1%.

RÉALISATION
Conservatoire d'espaces naturels de Savoie

COORDINATION ÉDITORIALE
Xavier GAYTE, Delphine DANANCHER, Jérôme PORTERET

MISE EN PAGE DES FICHES
Frédéric BIAMINO, Jérôme PORTERET

COMITÉ DE RELECTURE
François CHAMBAUD, Régis DICK, Samuel GOMEZ, Thérèse PERRIN, Émilie DUHERON, Nathalie FABRE, Rémy CLEMENT

CRÉDITS PHOTOS
Stéphane BENCE, Frédéric BIAMINO, Manuel BOURON, François CHAMBAUD, Philippe FREYDIER, Gilles PARIGOT, GIlles PACHE, Jérôme PORTERET, Agence de l'eau Rhône-Mediterranée

REDACTEURS DES FICHES

INDICATEUR	REDACTEURS	PRINCIPAUX CONTRIBUTEURS
I01	Jérôme PORTERET (CEN Savoie)	Antoni ARDOUIN, Delphine DANANCHER
I02	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT , Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I03	Jérôme PORTERET (CEN Savoie)	Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I04	Célia RODRIGUEZ (LEHNA, UMR CNRS 5023)	Gudrun BORNETTE, Charlotte GRASSET
I05	Stéphane BENCE (CEN PACA)	Audrey PICHARD, Yoan BRAUD,
I06	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT , Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I07	Célia RODRIGUEZ (LEHNA, UMR CNRS 5023)	Gudrun BORNETTE, Hélène BAILLET, Félix VALLIER
I08	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT, Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I09	Stéphane BENCE (CEN PACA)	Audrey PICHARD, Yoan BRAUD,
I10	Bernard PONT (RNN Platière)	Cyrille DELIRY, Beat OERTLI, Pascal DUPONT, Cedric VANAPELGHEM, Delphine DANANCHER
I11	Jean-Luc GROSSI (CEN Isère)	Delphine DANANCHER, Claude MIAUD
I12	Jerôme PORTERET CEN Savoie)	Rémy CLEMENT, Nicolas MIGNOT, Samuel ALLEAUME, Alexandre LESCONNEC, Marc ISENMANN
I13	Christian PERENNOU (TDV) Jerôme PORTERET (CEN Savoie) Marc ISENMANN (CBNA)	Anis GUELMANI, Samuel ALLEAUME, Rémy CLEMENT

ONT PARTICIPE A LA COLLECTE DE DONNÉES

Antoni ARDOUIN
Emeline AUPY
Sophie AUVERT
Bastien AGRON
Emmanuel AMOR
Yann BAILLET
Bernard BAL
Cécile BARBIER
Sébastien BARTHEL
Thérèse BEAUFILS
Stéphane BENCE
William BERNARD
Luc BETTINELLI
Olivier BILLANT
Fabien BILLAUD
Nicolas BIRON
Véronique BONNET
Virginie BOURGOIN
Manuel BOURON
Romain BOUTELOUP
Yoan BRAUD
Lionel BUNGE
Chrystelle CATON
Kristell CLARY
Remi COLLAUD
Bertrand COTTE
Aurélien CULAT
Kelly DEBUF
Guillaume DELCOURT
Marion DEMESSE
C. DEQUEVAUVILLER
Lucile DESCHAMP
Nathalie DEWYNTER
Guillaume DOUCET
Gregoire DURANEL
Sylvie DURET
Elisabeth FAVRE
Noémie FORT
Cedric FOUTEL
Philippe FREYDIER
Géraldine GARNIER
Maxime GAYMARD
Catherine GENIN
Marianne GEORGET
Samia GHARET
Sebastien GIRARDIN
Nicolas GORIUS
Daniel GRAND
Jean-Luc GROSSI
Nicolas GUILLERME
Julien GUYONNEAU
Céline HERVE
Perrine JACQUOT
Laura JAMEAU
Philippe JANSSEN
Stéphane JAULIN
Remi JULLIAN
Mathieu JUTON
Francis KESSLER
Mario KLESCZEWSKI
Clément LECLERC
Thomas LEGLAND
Fabien LEPINE
Natacha LEURION PANSIOT
Dominique LOPEZ-PINOT
Laurence MARCHIONINI
Roger MARCIAU
Vincent MARQUANT
Basile MARTIN
Marilyn MATHIEU
Céline MAZUEZ
Magalie MAZUY
Alexis MIKOLAJCZAK
André MIQUET
Nathalie MOLNAR
Frédéric MORA
Claire MOREAU
Gilles PACHE
Mélanie PARIS
Marion PARROT
Benoit PASCAULT
Rémy PERRIN
Audrey PICHARD
Virginie PIERRON
Rémy PONCET
Bernard PONT
Jérôme PORTERET
Alexis RONDEAU
Yves ROZIER
Déborah RUHLAND
Nicolas SIMMLER
Bruno TISSOT
Corine TRENTIN
Héloise VANDERPERT
Anne WOLFF

LE PROGRAMME RhoMéO

STRUCTURES PARTICIPANTES ET PARTENAIRES FINANCIERS

Avec le soutien de :

COORDINATION DE BASSIN

Xavier GAYTE

AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANÉE

Référents
Eric PARENT
Jean-Louis SIMONNOT
Francois CHAMBAUD
Nadine BOSC

Experts
Claude AMOROS
Bernard BACHASSON
Aurélien BESNARD
Bernard ETLICHER
Daniel GERDEAUX
Patrick GRILLAS
Yves SOUCHON

CONCEPTION DES OUTILS DE GESTION DES DONNÉES

Rémy CLEMENT
Laurent POULIN
Mathieu BOSSAERT
Nicolas MIGNOT

GESTION DES DONNÉES

Rémy CLEMENT
Laurent POULIN
Mathieu BOSSAERT
Nicolas MIGNOT
Paul HONORE
Marc ISENMANN
Alexandre LESCONNEC

MEMBRES DU COMITE TECHNIQUE

Responsables d'axes ou de groupes
Stéphane BENCE
Rémi CLÉMENT
Delphine DANANCHER
Philippe FREYDIER
Sébastien GIRARDIN
Samuel GOMEZ
Jean-Luc GROSSI
Marc ISENMANN
Mario KLESCZEWSKI
Laetitia LERAY
Samuel MAAS
Nathalie MOLNAR
Gilles PACHE
Christian PERENNOU
Bernard PONT
Jérôme PORTERET
Lionel QUELIN
Célia RODRIGUEZ
Héloïse VANDERPERT

Autres membres
Samuel ALLEAUME
Antoni ARDOUIN
Luc BETINELLI
Thérèse BEAUFILS
Jaoua CELLE
Émilie DUHERON
Manon GISBERT
Anis GUELMAMI

Ce document est une des productions du programme RhoMéO. Il présente, sous forme de fiches, les méthodes nécessaires à la mise en place de 13 indicateurs de suivi des zones humides testés et validés à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée.

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

l'Europe s'engage avec le FEDER

Indice floristique de fertilité du sol

I06

Extrait de

la boîte à outils de suivi des zones humides

RhoMeO

Version 1 - Février 2014

www.rhomeo-bao.fr

Définir l'univers d'échantillonnage

Dans le cadre du programme RhoMéO, le contour des zones humides suivies correspondait aux contours délimités dans le cadre des inventaires départementaux des zones humides réalisés entre 1996 et 2012 dans le bassin Rhône-Méditerranée. Il est important de noter que l'inventaire et la cartographie des zones humides ont été réalisés avec des méthodes légèrement différentes d'un département à l'autre, parfois même au sein d'un même département. Les principaux écarts observés portent sur :

- L'intégration ou non des marges peu profondes des masses d'eau associées aux zones humides (lac, cours d'eau).

- Le traitement cartographique des réseaux de petites zones humides, soit intégrées dans un seul polygone, soit faisant l'objet de polygones distincts. En lien avec ce second point, l'intégration ou non de parties de la zone humide déjà dégradées au moment des inventaires selon que des critères pédologiques ou uniquement floristiques ont été utilisés.

Les choix qu'un opérateur fera au moment de la délimitation de l'univers d'échantillonnage auront des conséquences importantes au moment de l'analyse des données et de l'interprétation des indicateurs de la boîte à outils :

- Pour des zones humides attenantes à une masse d'eau, la prise en compte ou non de l'interface entre la masse d'eau et la zone humide modifiera logiquement la liste des espèces observées. Cette liste inclura ou non certaines espèces parmi les plus hydrophiles (ex : flore) et ainsi influera sur la valeur de l'indicateur alors calculée (en lien notamment avec la fonction hydrologique du site). Pour les groupes faunistiques les plus mobiles, cette prise en compte de l'interface zone humide/masse d'eau permettra d'interpréter la présence d'éventuelles espèces «surprenantes» par rapport aux habitats recensés sur le site (espèces d'odonates caractéristiques des cours d'eau pouvant être observées sur une zone humide). L'interprétation des résultats obtenus devra donc faire référence aux contours de l'objet suivi.

- Dans le cas de constellations de petites zones humides (marais, mares,…), souvent héritées d'une zone humide antérieure plus vaste réduite et fragmentée par drainage ou mise en culture, l'inclusion ou non de ces parties dégradées déterminera la capacité de l'opérateur à suivre par exemple les effets d'une éventuelle restauration de la zone humide dans leur intégralité.

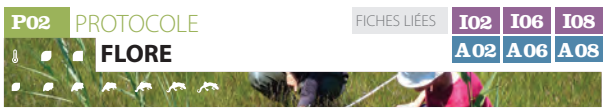
Il convient donc, avant d'engager la définition de l'échantillonnage, d'avoir une lecture critique des données d'inventaire des zones humides et, selon les besoins de l'utilisateur, de procéder à des regroupements ou plus généralement de redéfinir les contours de la zone humide suivie de manière à conduire l'évaluation à la bonne échelle.

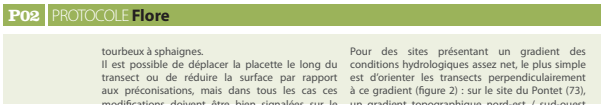
PRÉALABLE À L'UTILISATION DES FICHES

En haut de chaque fiche un bandeau permet d'identifier le type de fiche et le renvoi aux fiches liées.

numéro de la fiche

renvoi vers les fiches correspondantes :
I : Indicateur
P : Protocole
A : Analyse et Interprétation





Sur chaque fiche indicateur, le bandeau contient également des informations sur :

coûts annuels (temps et analyses)

domaine de validité

fonctions et pressions que l'indicateur mesure

niveau de compétence nécessaire pour le recueil de données

niveau de compétence nécessaire pour le calcul de l'indicateur

coûts matériels

Plusieurs indicateurs peuvent être calculés avec un seul protocole, le schéma ci-dessous montre les liens entre les fiches protocoles et les indicateurs correspondants.

Numéro de page Indicateur		Numéro de page Protocole		Numéro de page Analyse / Interprétation	
I01	20	P01 pédologie	46	A01	88
I02	22			A02	92
I06	24	P02 flore	50	A06	108
I08	26			A08	116
I03	28	P03 piézometrie	54	A03	96
I04	30	P04 chimie	58	A04	100
I07	32			A07	112
I05	34	P05 orthoptères	62	A05	104
I09	36			A09	120
I10	38	P06 odonates	66	A10	124
I11	40	P07 amphibiens	72	A11	128
I12	42	P08 pression artificialisation	76	A12	132
I13	44	P09 pression agricole	82	A13	136

INDICE FLORISTIQUE DE FERTILITÉ DU SOL

Domaine d'application
toutes les zones humides

Fonction / pression
biogéochimique

Compétences :
❀❀❀ / ❀❀

Coût :
€ € / € €

Description et principes de l'indicateur

La quantité des nutriments (principalement azote et phosphore) disponibles dans le sol est un facteur important auquel les espèces sont plus ou moins tolérantes ou adaptées. Il est donc possible d'évaluer de manière simplifiée, sur une échelle ordinale, l'optimum de chaque espèce en fonction de la disponibilité des nutriments : c'est sa valeur indicatrice. La richesse "moyenne" en nutriments d'une zone humide, que nous appellerons indice floristique de fertilité du sol, peut être calculée à l'échelle de la placette comme la moyenne des valeurs indicatrices des espèces présentes, puis à l'échelle d'une zone humide comme la médiane des valeurs des placettes.

FONDEMENTS SCIENTIFIQUES DE L'INDICATEUR

Beaucoup d'espèces végétales présentent, en fonction de l'importance de la disponibilité des nutriments dans le sol, une courbe de croissance présentant un optimum (***OKLAND, 1990 ; ELLENBERG, 1974***).

La bibliographie montre que l'ensemble des espèces présentes sur une placette (si les conditions écologiques sont à peu près homogènes) donne des indications plus précises qu'une seule ou quelques espèces (***BRAUN-BLANQUET & JENNY, 1926***).

Des valeurs indicatrices sont disponibles pour certains pays ou ensembles biogéographiques (***ELLENBERG et al. , 1992*** pour l'Europe centrale ***; LANDOLT et al. 2010*** pour la Suisse ; ***HILL et al. 1999 pour la Grande-Bretagne...***). A l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée, les valeurs établies pour la Suisse, sur une échelle allant de 1 à 5 (1 pour les espèces des milieux très pauvres en nutriments et 5 pour celles des milieux très riches) par ***LANDOLT et al. (2010)*** sont dans l'ensemble adaptées.

Pour une placette donnée, on calcule l'indice floristique de fertilité du sol Ht comme la moyenne des valeurs indicatrices présentes, pondérées par le recouvrement des espèces sur la placette, considérant que le recouvrement d'une espèce témoigne de sa vitalité.

$$Ht = \Sigma (rij * xi) / \Sigma (rij)$$

Il varie de 1,5 (tourbières à sphaignes) à 4,5 (mégaphorbiaies eutrophes) pour les habitats de zones humides

rij est l'abondance (ou recouvrement) de l'espèce i dans le relevé j
xi est la valeur indicatrice de l'espèce i

L'indice floristique de fertilité peut également être calculé sans utiliser le recouvrement des espèces ; les valeurs obtenues sont alors plus ou moins différentes mais utilisables comme indicateurs de suivi (cf. fiche analyse et interprétation.

L'indicateur a été utilisé notamment pour le suivi de l'eutrophisation des zones humides (***RUTHSATZ, 1998***).

La corrélation entre ces valeurs diagnostiques et le fonctionnement du cycle de l'azote ou du phosphore a été étudié notamment par ***DIEKMANN & FALKENGREN-GRERUP (1998), ERTSEN et al. (1998), SCHAFFERS & SIKORA (2000)*** ou encore ***FALKENGREN-GRERUP & SCHOTTELNDREIR (2004)***. Il apparaît ainsi que les valeurs diagnostiques reflètent plus un facteur de productivité globale liée à la disponibilité en nutriments qu'un aspect précis du cycle des deux principaux nutriments.

DOMAINE D'APPLICATION DE L'INDICATEUR

L'indicateur est applicable à tous les types de zones humides. En revanche, comme il existe une corrélation avec le pH des sols, l'interprétation des résultats doit tenir compte du type de zone humide et du type de substrat. Les comparaisons des valeurs indicatrices entre sites sont donc à éviter à moins de s'assurer qu'elles sont effectuées au sein d'un même type de zone humide.

Périodicité
Au vu des pratiques des réseaux d'observations plus ou moins semblables et déjà existants et de la vitesse d'évolution des milieux ouverts notamment, une périodicité des suivis de 5 ans semble raisonnable.

Bibliographie

BRAUN-BLANQUET J. & JENNY H., 1926. Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der alpine Stufe der Zentralpen (Klimaxgebiet des Caricion curvulae). Denkschr. d. Schweiz Naturf. Ges.,LWIII, Abt. 2

DIEKMANN M. & FALKENGREN-GRERUP U., 1998. A new species index for forest vascular plants : development of functional indices based on mineralization rates of various forms of soil nitrogen. Journal of Ecology 86 : 269-283.

ELLENBERG H., 1974. Zeigerwerte des Gefässpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobotanica 9 : 1-97.

ELLENBERG H., WEBER H., DULL R., WIRTH H., WERNER W. & PAULISSEN D.; 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Ed 3. Scripta Geobotanica 18 : 1-258.

ERTSEN A. C. D., ALKEMADE J. R. M., & WASSEN M J., 1998. Calibrating Ellenberg indicator values for moisture, acidity, nutrient availability and salinity in the Netherlands. Plant Ecology 135 : 113-124.

FALKENGREN-GRERUP U. & SCHOTTELNDREIR M., 2004. Vascular plants as indicators of nitrogen enrichment in soils. Plant Ecology 172 : 51-62.

HILL M. O., et al., 1999. Ellenberg's indicator values for British plants. ECOFACT Vol.2, 46 p.

LANDOLT E. et al., 2010. Flora indicativa. CJB Genève, Haupt, Berne, 376 p.

OKLAND R. H., 1990. Vegetation ecology : theory, methods and application with reference to Fennoscandia. Sommerfeltia Suppl. 1 : 1-233.

RUTHSATZ B., 1998. Sukzessionsveränderungen in Seggen-riedgürtel um ein vermoortes Maar des Vulkaneifel (NSG Mürmes) und ihre möglichen Ursachen. Tuxenia 18 : 237-259.

SCHAFFERS A. P. & SYKORA K. V., 2000. Reliability of Ellenberg indicator values for moisture, nitrogen and soil reaction : a comparison with field measurements. Journal of Vegetation Science 11 : 225-244.

Description et principes du protocole

Principes généraux
La flore d'un site est évaluée par la réalisation d'inventaires (les relevés) sur un ensemble de placettes réparties de manière à échantillonner le plus d'habitats naturels possibles.

Type de données collectées
Sur chaque placette, on note l'ensemble des espèces présentes à l'intérieur de celle-ci et on en estime le recouvrement. On note également la taille de la placette, la physionomie de la végétation (annexe 2), le recouvrement et la hauteur des différentes strates de la végétation. La position des placettes est mesurée avec un GPS, de même que la distance au point d'origine du transect.

Type d'échantillonnage
Les points de relevés sont réalisés à intervalles réguliers le long de transects préalablement positionnés pour être les plus représentatifs de la diversité des milieux présents sur le site.

Méthode de mise en place

Selon la taille des sites et la diversité des habitats (une visite rapide préalable du site peut être utile), l'ordre de grandeur du nombre de placettes varie (Annexe 2). Celles-ci sont ventilées sur 1 à 3 transects par site (cas général), de manière régulière et définie au préalable, et les relevés sont effectués systématiquement du même côté du transect. Typiquement, entre 5 et 20 placettes seront positionnées par transect, sur des longueurs oscillant entre 100 et 800 mètres, soit des espacements compris entre 20 et 50 mètres le plus souvent. Les points de départ et d'arrivée des transects peuvent être matérialisés de manière pérenne (bornes) ou a minima repérés sur le terrain par des points remarquables, des photographies et bien sûr le positionnement par GPS. L'orientation du transect peut être notée à la boussole ou, notamment en milieu ouvert, en suivant des points de repère lointains (photo ci-contre). Tous ces éléments sont reportés sur la fiche terrain (Annexe1).
Les relevés sont effectués sur les placettes dont la taille usuelle dépend de la structure de la végétation (Annexe 2), d'après ***CHYTRY & OPTIKOVA (2003)***, quelle que soit l'homogénéité apparente de la placette, sauf si celle-ci est à cheval sur :

- deux physionomies très différentes (par exemple à l'interface entre forêt / prairie humide ou milieu naturel / milieu artificiel (piste...) ;
- une rupture topographique majeure (fossé, butte de plus d'1m...)

Axe de la visée du transect

Exemple de visée lointaine

Dans certains cas, la taille normale doit être réduite (1 m^2, voire 0.25 m^2) et leur espacement également réduit (5 m), comme les grèves d'étangs ou les berges des cours d'eau, les bas-marais artico-alpins ou certains complexes tourbeux à sphaignes.

Méthode de mise en place *(Suite)*

Il est possible de déplacer la placette le long du transect ou de réduire la surface par rapport aux préconisations, mais dans tous les cas ces modifications doivent être bien signalées sur le bordereau de terrain.

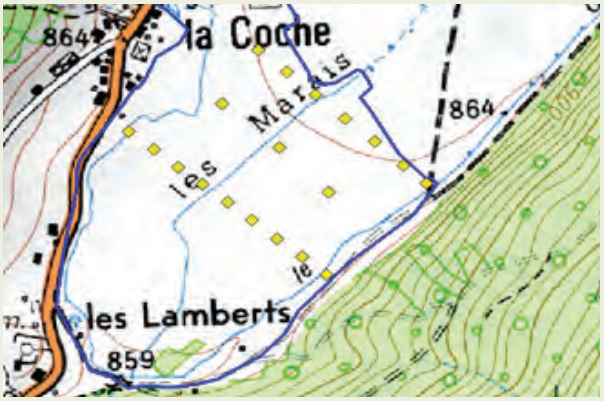
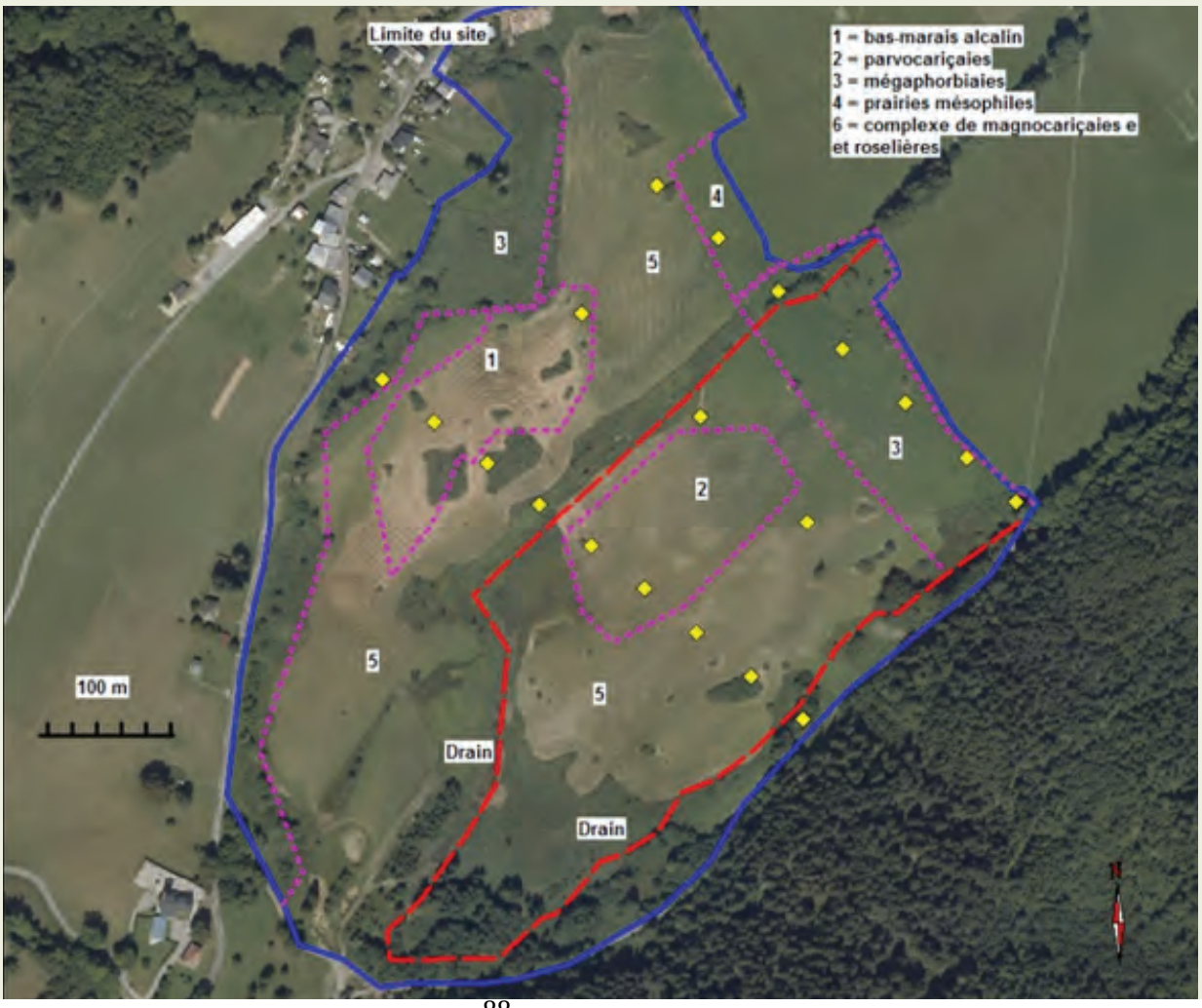


Figure 1 : alignement des transects au gradient

Etant donnée l'extrême variabilité de la forme des zones humides, il est difficile de définir des règles systématiques de positionnement des transects.
Les cartes d'habitats (quand elles existent), les cartes topographiques et bien sûr les photographies aériennes (couleur ou infrarouge) doivent être étudiées au préalable afin de croiser le plus possible d'habitats et de niveaux topographiques / hydrologiques.
Pour des sites présentant un gradient des conditions hydrologiques assez net, le plus simple est d'orienter les transects perpendiculairement à ce gradient (figure 1) : sur le site du Pontet (73), un gradient topographique nord-est / sud-ouest existe (points cotés 864 et 859 respectivement). On note également la présence d'un drain central et du cours du Gelon en grande partie rectifié et surcreusé et agissant également comme drain. L'analyse de la carte de végétation et un premier repérage sur le terrain (figure 2) ont fait apparaître que la zone centrale est la plus diversifiée, les zones nord-ouest, nord-est et sud-est étant constituées de complexes de roselières et magnocariçaies. Trois transects (les relevés sont matérialisés par des carrés jaunes) ont donc été établis, selon le gradient topographique, perpendiculairement au drain principal et permettant de traverser tous les habitats identifiés.
Pour une périodicité des suivis de 5 à 10 ans, privilégier les milieux ouverts (dont la végétation réagit plus vite aux perturbations) semble raisonnable. Comme règle empirique, on peut proposer qu'au moins la moitié des placettes concerne ces milieux ouverts, hors sites alluviaux boisés notamment.

Figure 2 : carte de végétation



Représentativité des données

Précision de l'information

La variabilité spatiale, testée sur quelques sites, est faible à l'échelle de la placette (variation type absolue de 0,2 pour la valeur d'engorgement du sol par exemple) et très faible à nulle à l'échelle du site.
La variabilité générale (incluant erreurs de re-localisation et passages à des dates différentes par des observateurs différents) a été testée sur 266 placettes. Elle représente des écarts de l'ordre de 0,5 en présence / absence et 0,7 en recouvrement pour le niveau d'engorgement à l'échelle de la placette, ceux-ci étant plus faibles pour la fertilité (respectivement 0,2 et 0,24). A l'échelle du site, les écarts sur les estimations de la médiane ont été calculés sur 20 sites. Pour la fertilité, les données calculées respectivement par la présence/absence et en tenant compte du recouvrement des espèces sont de 0,16 et 0,14. Pour l'indice d'engorgement, l'écart moyen de la médiane est de 0,27 et de 0,38 respectivement pour les données en présence / absence et en recouvrement.

Représentativité de l'information collectée

Le protocole flore permet de capturer au moins 50 % du total des espèces d'un site (incluant les espèces découvertes lors du programme) pour près de 80 % des sites, le pourcentage moyen étant d'environ 65 %. La représentation des espèces mésohygrophiles à hygrophiles est encore meilleure. Ce pourcentage diminue avec la taille des sites surtout, et l'augmentation du nombre de placettes ne permet pas, avec un volume de travail restant raisonnable, de compenser cette diminution.

Opérationnalité de la collecte

Compétences requises

De solides compétences botaniques sont requises, au moins concernant la flore des zones humides. Sur le bassin Rhône-Méditerrannée, bassin le plus diversifié en France en termes de types de zones humides, environ 1500 espèces ont été contactées, dont près de la moitié sont rares ou très rares. La maîtrise d'environ 800 à 900 espèces semble donc raisonnable sur l'ensemble du bassin étant donné l'impact modéré des omissions. Pour un opérateur local, ce nombre d'espèces est de l'ordre de 200 à 400.

Impact du niveau de compétences

L'effet des erreurs de détermination ou des omissions d'espèces peut être évalué par quelques données bibliographiques. ***EWALD (2003)*** a montré que l'omission de 80% des espèces les moins abondantes des placettes affecte très peu les valeurs diagnostiques ; en corollaire, les erreurs de détermination sur les espèces abondantes peuvent avoir un impact assez fort.

Temps moyen de collecte

En moyenne, le temps de collecte est de 1,5 jours par site (en un seul passage).

Temps de validation et de saisie des données

Pour une structure possédant une chaîne de saisie, le temps de saisie est de l'ordre de 1 jour par site, celui de validation des données de l'ordre de 1 heure.

Coût matériel/données / prestation/analyse

- GPS : entre 200 et 300 euros ;
- "décamètre" : environ 10 euros ;
- bornes de géomètre : environ 40 euros par borne.

En annexe :
- La fiche de relevé de terrain (Annexe 1) ;
- Les référentiels construits ou disponibles dans le cadre du programme et nécessaires à la mise en œuvre du protocole (Annexe 2).

Opérationnalité de la collecte *(Suite)*

Le référentiel flore utilisé est TAXREF 6. Des ajouts (peu nombreux) ont été effectués pour des espèces ou des taxons infra-spécifiques non inclus dans cette version.
Une table d'équivalences entre différents référentiels flore utilisés par les structures gestionnaires a été construite, afin de permettre l'importation des données saisies dans les outils métiers des structures.
Un certain nombre de taxons, qui gardent leur identité dans la base, sont regroupés pour les traitements postérieurs, essentiellement à cause de difficultés de détermination (ex. *Carex flava* et *C. lepidocarpa*).
À chaque taxon est associé un certain nombre de valeurs indicatrices (valeur d'engorgement, valeur de fertilité, coefficient de conservatisme, statuts divers...) qui servent pour le calcul des indicateurs. Pour l'essentiel, ces valeurs, établies pour la Suisse, sont tirées de ***LANDOLT et al. (2010)***.
L'application à Rhône-Alpes ne pose pas de difficultés particulières, hormis pour l'humidité. Une centaine de valeurs a été modifiée car ***LANDOLT et al. (2010)*** attribuent une valeur indicatrice d'humidité globale et non strictement édaphique : certaines espèces des milieux forestiers des climats frais et humides (ex. *Saxifraga rotundifolia*) ont ainsi des valeurs élevées alors qu'elles ne sont pas liées à des sols hydromorphes.
D'autre part, pour les espèces des zones humides méditerranéennes (absentes de Suisse), les valeurs indicatrices de ***JULVE (2012)*** ont été utilisées. Toutefois, ces dernières étaient basées sur une échelle de 1 à 12 (contre une échelle de 1 à 5 mais avec des demi-niveaux pour ***LANDOLT et al., 2010***). Il a donc fallu harmoniser les deux systèmes sur une échelle commune de 1 à 10. La comparaison des valeurs indicatrices des espèces en commun entre les deux systèmes a montré la meilleure cohérence globale (malgré des divergences assez nombreuses mais de faible ampleur) avec les équivalences suivantes du tableau 1 :

Référentiel flore et valeurs indicatrices de références

Référentiel Landolt	Référentiel Julve	Référentiel commun RhoMéo
1	1	1
1.5	2	2
2	3	3
2.5	4	4
3	5	5
3.5	6	6
4	7	7
4.5	8	8
5	9	9
5u	10	10
5v	11	10
-	12	10

Bibliographie

CHYTRY M. & OPTYKOVA Z., 2003. Plot sizes used for phytosociological sampling of European vegetation. Journal of Vegetation Science 14 : 563-570.

EWALD J., 2003. The sensivity of Ellenberg indicator values tp the completness of vegetation relevés. Basic and Applied Ecology 4 : 507-513.

JULVE Ph. 2012. CATMINAT. Document téléchargeable à l'adresse suivante : http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm

LANDOLT E. et al., 2010. Flora indicativa. CJB Genève, Haupt, Berne, 376 p.

INDICE FLORISTIQUE DE FERTILITÉ DU SOL

Description et principes

L'indice de fertilité du site est traduit par plusieurs valeurs et graphiques complémentaires permettant de résumer l'information et de conserver l'expression de la variabilité du site :

- les valeurs des indices par placettes, à partir desquelles on établit la valeur médiane des placettes du site et l'histogramme des valeurs des placettes ;
- l'histogramme des occurrences d'espèces par valeurs indicatrices.

Méthode de calcul

Pour le suivi d'un site dans le temps, il faut au préalable s'assurer que les calculs sont effectués sur les mêmes couples de placettes.

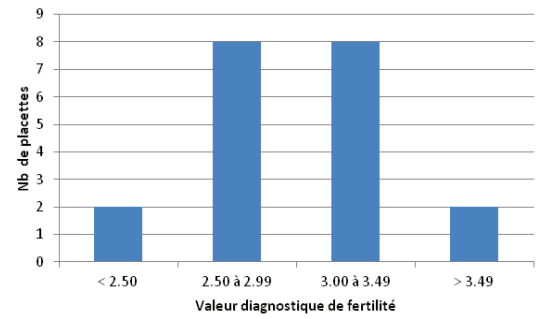
Pour les sites présentant des compartiments aquatiques, il est préconisé d'évaluer séparément ceux-ci des compartiments terrestres ou amphibies.

A l'échelle de la placette, la valeur diagnostique est calculée selon la procédure expliquée dans la fiche "indicateur" I06.

A l'échelle du site, deux paramètres sont évalués :

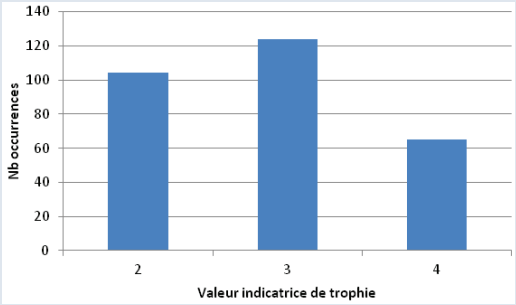
- la tendance globale calculée par la médiane des valeurs diagnostiques des placettes ;
- la variabilité, sous la forme d'un histogramme des valeurs diagnostiques des placettes (figure 1).

Figure 1 : histogramme des valeurs diagnostiques des placettes



On compte le nombre de placettes ayant une valeur diagnostique comprise entre la borne inférieure et supérieure d'une classe (par exemple, 8 placettes ont une valeur de fertilité comprise entre 2,50 et 2,99) ; l'autre mode de description de cette variabilité est un histogramme des occurrences d'espèces ayant une valeur indicatrice de fertilité donnée (figure 2).

Figure 2 : valeur indicatrice de fertilité



I I s'agit simplement de compter, à l'échelle du site, le nombre de fois où des espèces (quelque soit l'identité taxonomique) ayant une valeur indicatrice de fertilité particulière ont été contactées.

Si la distribution des valeurs diagnostiques des placettes est symétrique ou au moins unimodale **aux deux dates à comparer,** un test d'évolution de position (médiane) peut être mis en oeuvre. Dans le cas contraire (notamment répartition bimodale à une des deux dates), une évaluation basée sur l'inspection des histogrammes et le calcul d'un indice d'évolution est préférable.

Clés d'interprétation de la note indicatrice

La valeur diagnostique de fertilité est corrélée positivement avec la disponibilité en nutriments (azote et phosphore). La gamme de variation va de 1 (sites très pauvres en nutriments) à 5 (sites très riches). Les valeurs minimales, médianes et maximales observées par type de zones humides sont données sur l'exemple d'amplitude de valeurs observées (ci-dessous). En pratique, les valeurs sont échelonnées dans une gamme allant de 1,4 (tourbières à sphaignes - type 7,2) à 4,0 (marais et lagunes côtiers - type 3) en présence/absence et entre 1,7 et 4,0 avec prise en compte du recouvrement (pour les mêmes types respectivement).

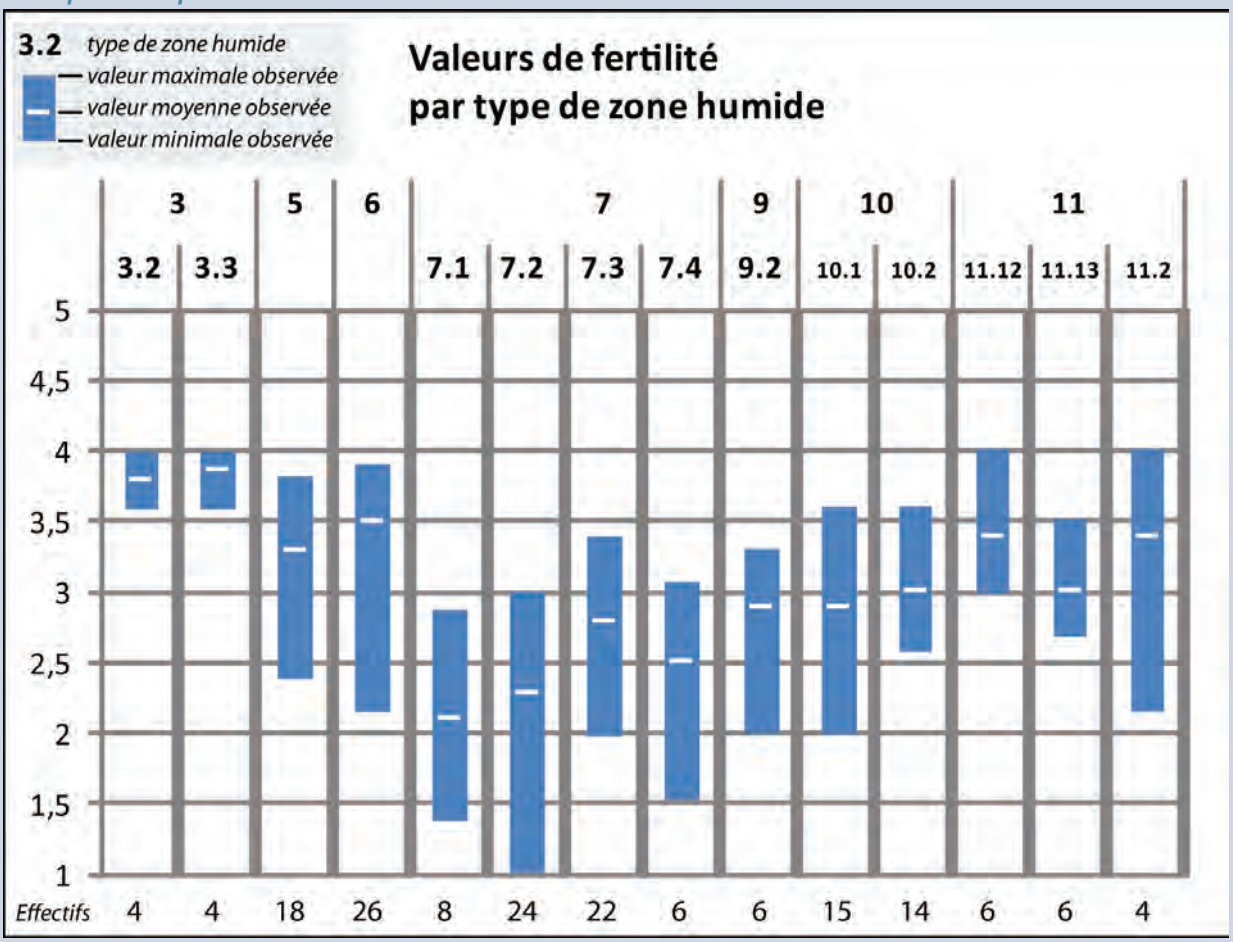
La significativité de l'écart observé entre deux dates peut être analysée de trois manières (voir exemple) :

- En comparant l'écart observé avec l'erreur moyenne à l'échelle d'un site (due à de mauvaises re-localisations des placettes, des décalage phénologiques, des erreurs de déterminations...) **que l'on a estimée approximativement pour la fertilité à 0,2** (chiffre applicable pour tous les types de zones humides, que l'on calcule la valeur en présence/absence ou en prenant en compte le recouvrement des espèces) ; pour être significatif, l'écart observé doit être supérieur à l'erreur moyenne, donc supérieur à 0,2 ;
- En calculant l'écart global entre les occurrences observées et attendues comme si ces occurrences étaient indépendantes des années. Il s'agit d'une mesure semi-statistique, **le coefficient V de Cramer** (Annexe 2 pour un exemple détaillé des calculs) ; pour être significatif, ce coefficient (qui varie de 0 à 1) doit être au moins supérieur à 0,1 ;
- En comparant statistiquement les valeurs des placettes avec **le test non paramétrique des rangs signés de Wilcoxon** ; pour être significatif, la statistique du test doit être inférieure à des valeurs seuils données dans des tables spéciales mais facilement disponibles (Annexe 2 pour le détail des calculs et l'obtention des tables).

La mécanique des calculs est expliquée dans des manuels statistiques comme ***DAGNELIE (2011), SOKAL & ROHLF (2012), SPRENT (1993) ou TOMASSONE et al. (1993)***, ou enfin dans les cours de statistiques de l'Université de Lyon de *RAKOTOMALALA (2008, 2011).*

Pour chaque site, l'évolution à deux dates peut donc être évaluée de trois manières. **L'évolution d'un site est considérée significative si au moins deux de ces trois méthodes répondent positivement (ou négativement).**

Exemples d'amplitude des valeurs observées



FICHES LIÉES P02 I06

Exemple d'application

Sur le site des Mièges (Haute-Savoie), appartenant au type SDAGE 7, 20 placettes ont été échantillonnées en 2010, pour un total de 293 observations. La valeur de l'indice floristique de fertilité de ce site est de 2,96, soit une valeur usuelle pour ce type de zones humides. Les histogrammes des valeurs par placettes et des occurrences d'espèces par valeurs indicatrices sont ceux des figures 1 et 2.

Nous avons simulé des données pour l'année 2015 (annexe 2), en basant cette simulation sur une augmentation des valeurs indicatrices de l'ordre de 2%.

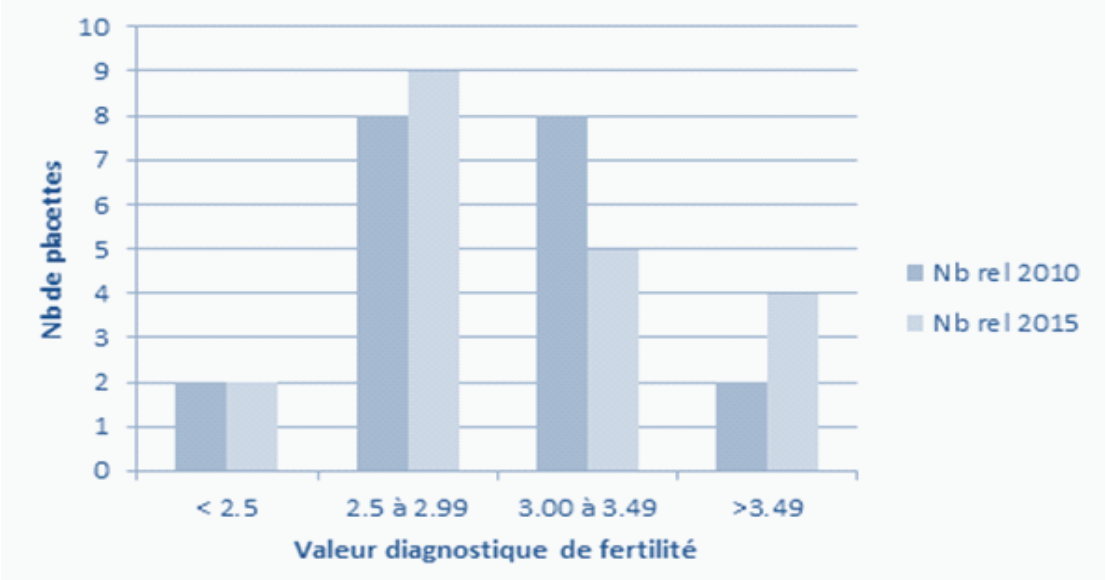
La médiane des valeurs des placettes vaut 2,98 en 2015, soit un écart de 0,02 entre les deux dates.

L'écart observé est bien inférieur à l'erreur estimée pour ce type de zone humide (0,2) et n'est donc pas significatif.

Le coefficient de Cramer vaut 0,006 (annexe 2) et n'est donc pas significatif (car << 0,1).

L'histogramme des valeurs par placettes pour les deux années est donné figure 3. On constate que la distribution est unimodale aux deux dates : on peut donc appliquer le test statistique de Wilcoxon. Le test conclut à l'absence de différence de distribution des valeurs de fertilité entre les deux années (voir le détail des calculs annexe 2).

Figure 3 : histogramme des valeurs par placettes



Les trois méthodes d'évaluation indiquent que les différences observées entre 2010 et 2015 ne sont pas significatives : on peut conclure qu'il n'y a pas d'évolution du niveau de fertilité pour ce site entre les deux dates.

Bibliographie

DAGNELIE P., 2011. Statistique théorique et appliquée. Tome 2. Inférence statistique à une et à deux dimensions. De Boeck (ed.), Bruxelles, 736 p.

RAKOTOMALALA R., 2008. Comparaisons de populations. test non paramétriques. Version 1, téléchargeable à l'adresse suivante : http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/cours/cours/Comp_Pop_Tests_Nonparametriques.pdf

RAKOTOMALALA R., 2011. Etude des dépendances - Variables qualitatives. Tableau de contingence et mesures d'association. Version 2, téléchargeable à l'adresse suivante : http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/cours/cours/Dependance_Variables_Qualitatives.pdf

SOKALI, R.R. & ROHLF F.J., 2012. Biometry : the principles and practice of statistics in biological research. 4th edition, W. H. Freeman and Co. (eds.), New York. 937 p.

SPRENT P., 1993. Statistiques non paramétriques. INRA (ed.), Paris, 294 p.

TOMASSONE R., DERVIN C, MASSON J P.1993. Biométrie. Modélisation de phénomènes biologiques. Masson (ed.), Paris, 553 p.

SITE

Id. ____ Nom _____

Date __/__/____ Observateur _____

Remarques diverses

POINT D'OBSERVATION

Altitude ____ m

Coordonnées X= _____

Y= _____

1 - Situation ☐ terrain plat en pente ☐ faible ☐ moyenne ☐ forte

2 - Exposition ☐ N ☐ NW ☐ W ☐ SW ☐ S ☐ SE ☐ NE ☐ E

RELEVE FLORISTIQUE

N° de relevé _____

Surface du relevé (m²) _____

❑ Relevé emboîté

N° du relevé de taille supérieure _____

Durée d'observation _____

Structure de la végétation

	Recouvrement (%)	Hauteur (m)
Strate arborée (A)		
arbustive (a)		
sous-arbustive (sa)		
herbacée (h)		
muscinale (m)		

Physionomie (cocher)

	❑ AL	❑ BM	❑ LA	❑ BFH
	❑ AQ	❑ HM	❑ FU	❑ BCH
	❑ EC	❑ GH		
	❑ EX	❑ MC		
	❑ FO	❑ PH		
	❑ RB	❑ MG		
		❑ CN		
placette	(2 x 2)	(4 x 4)	(7 x 7)	(15 x 15)
surface	4	16	49	225

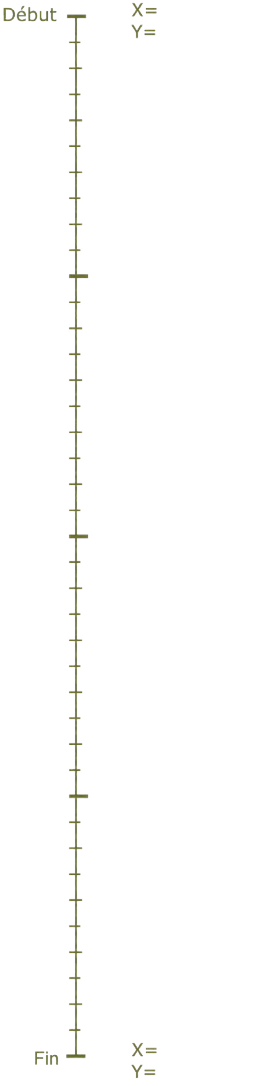
Description du milieu (en français)

Espèce et sous-espèce	*Cocher si récolte*	Strate (A, a, sa, h, m)	Abond. (de + à 5)
01	❑		
02	❑		
03	❑		
04	❑		
05	❑		
06	❑		
07	❑		
08	❑		
09	❑		
10	❑		
11	❑		
12	❑		
13	❑		
14	❑		
15	❑		
16	❑		
17	❑		
18	❑		
19	❑		
20	❑		
21	❑		
22	❑		
23	❑		
24	❑		
25	❑		

Espèce et sous-espèce	*Cocher si récolte*	Strate (A, a, sa, h, m)	Abond. (de + à 5)
26	❑		
27	❑		
28	❑		
29	❑		
30	❑		
31	❑		
32	❑		
33	❑		
34	❑		
35	❑		
36	❑		
37	❑		
38	❑		
39	❑		
40	❑		
41	❑		
42	❑		
43	❑		
44	❑		
45	❑		
46	❑		
47	❑		
48	❑		
49	❑		
50	❑		

N° de transect :

localiser les relevés et sondages pédologiques
noter la distance entre les
différents habitats et les codes CB



échelle : _____

Physionomie des formations végétales

Quatre types de physionomie dite simplifiée (ou formation végétale = physionomie au sens strict) sont définies comme étant, chacune, une formation végétale dominée par une seule strate de végétation. Nous avons retenu ici les quatre strates de végétation d'usage courant dans les travaux phytosociologiques : herbacée, sous-arbustive, arbustive et arborescente, sans pour autant avoir rassemblé des éléments de définition clairs. A défaut de documentation sur les critères utilisés, on peut considérer que chaque strate correspond à un ou plusieurs types biologiques dominants :

- Herbacée : thérophytes, geophytes, hémicryptophytes, nano-chaméphytes
- Sous-arbustive : autres chaméphytes, nano-phanérophytes
- Arbustive : mésophanérophytes
- arborescente : méga-phanérophytes

Ces physionomies simplifiées sont déclinées en physionomies détaillées dans les tableaux ci-dessous.

Dans les tableaux principaux, nous avons surligné en couleur claire les formations typiques des zones humides et en couleur foncée celles pour lesquelles une partie des habitats concernés se rencontre en zone humide.

Caractérisation des physionomies détaillées

	Physionomie simplifiée ARBUSTIVE (FA)	
FS	**Fourré sempervirent**	Formation dominée par des espèces à feuillage persistant, épineuses ou non (Buxaie, Juniperaie, …)
FM	**Fourré mésophile à sec**	Formation dominée des espèces caducifoliées des autres situations (Coryllaie, coudraie, accru à …, fourré à Amelanchier, …).
FU	**Fourré humide**	Formation dominée des des espèces caducifoliées des sols engorgés, des bordures d'eaux calmes et courantes (saulaie arbustive, fourré à bourdaine, …). Les aulnaies vertes sont traitées sous FM
FR	**Fourré artificiel**	ex. : haie bocagère
	Physionomie simplifiée ARBORESCENTE (FT)	
BFM	**Boisement feuillu** *(mésophile à sec)*	Formation dominée par des espèces feuillues (>75 % de recouvrement) caducifoliées des autres situations, sèches ou mésophiles
BFH	**Boisement feuillu humide**	Formation dominée par des espèces feuillues (>75 % de recouvrement) caducifoliées des sols engorgés (nappe affleurante ou peu profonde) et des situations alluviales et riveraines (nappe circulante à niveau variable et crues). Les boisements à sous bois de mégaphorbiaie non riverain ou alluviaux sont traités sous BFM.
BCM	**Boisement de conifère** *(mésophile à sec)*	Formation dominée par les conifères (>75 % recouvrement) des situations sèches ou mésophiles. Les pré-bois de Mélèze, Arolle, Pin à crochet et de Thurifère sont considérés comme des formations arborescentes dès 15 % de recouvrement (au lieu de 30 % pour les autres essences).
BCH	**Boisement de conifères humide**	Formation dominée par les conifères (>75 % recouvrement) des sols humides ou engorgés. Les pré-bois de Pin à crochet sur tourbe sont considérés comme des formations arborescentes dès 15 % de recouvrement (au lieu de 30 % pour les autres essences).
BMI	**Boisement mixte**	Formation mixte conifères/feuillus ou feuillus sempervirents/feuillus caducifolié dans laquelle aucune des essences atteint individuellement 75 % de la surface. Les combinaisons mixtes d'essences sont retenues dans la liste de peuplements.
BFS	**Boisement feuillu sempervirent**	Formation dominée par des espèces feuillues (>75 % de recouvrement) sempervirentes
BA	**Boisement artificiel**	

Physionomie des formations végétales *(Suite)*

Physionomie simplifiée HERBACEE (FH)		
AL	**Alluvions** (*Végétation herbacée pionnière des*)	Formation très ouverte pionnière des alluvions actifs, régulièrement perturbés et alimentés, des torrents, des rivières et des fleuves à régime nival (bilan hydrique largement déficient sur un substrat très drainant), riches en galets mêlés ou non de terre fine.
CN	**Combe à neige** (*Végétation des*)	Formation à degré d'ouverture variable des zones longuement enneigées de l'étage alpin (rare au subalpin) souvent dominée par des nanophanérophytes du genre Salix. Substrat variable, formes minérales caractérisées le tassement des éléments du substrat (fins à moyens)
DA	**Dalles rocheuses** (*Végétation pionnière des*)	Formation herbacée ouverte pionnière des affleurements rocheux (souvent tabulaires avec pente peu marqué), riche en plantes grasses et à composition mixte vivaces et annuelles. Elle comprend la végétation pionnière des lapiaz vifs
RO	**Parois et façades rocheuses** (*Végétation des*)	Formation clairsemée des anfractuosités rocheuses, végétation saxicole au sens strict, incluant la végétation des rochers frais méridionaux mais pas les suintements quasi permanents
EB	**Éboulis** (*Végétation des)*	Formation très ouverte pionnière des éboulis et chaos rocheux, actifs ou stabilisés, comprenant la végétation colonisant les moraines. Formation caractérisée par la (quasi) absence de sol. Ne comprend pas les formations pionnières à saules nains des chaos rocheux longuement enneigés qui sont à coder sous CN (combes à neige)
GH	**Grands hélophytes** (Communauté de)	Formation souvent dense de grands hélophytes graminoïdes (roselières au sens large à Phragmites, Phalaris, Typha, Schoenoplectus, Cladium...) comprenant à la fois les communautés franchement aquatique et les communautés terrestres (atterries).
RB	**Petits hélophytes** (*Communauté de*)	Formation souvent clairsemée de petits hélophytes non graminoïdes des eaux stagnantes peu profondes à niveau variable (Sparganium sppl., Alisma sppl., Equisetum fluviatile, Oenanthe aquatica, Rorippa amphibia, Butomus umbellatus, Sagitaria sagitifolia), également appelé roselière basse.
MC	**Magnocariçaie**	Formation haute dominée par des hélophytes de la famille des cypéracées comprenant à la fois les communautés franchement aquatiques et des communautés terrestres à sol mouillé une partie de l'année.
HM	**Haut-marais**	Formation mixte bryophytique (sphaignes), herbacée (cypéracée) et sous-arbustive (éricacées) formant un paysage lâchement moutonné de buttes de sphaignes et de creux plus ou moins inondés
BM	**Bas-marais et marais de transition**	Formation basse dominée par des cypéracées de petites et moyennes taille à nappe d'eau proche ou juste au dessus de la surface. Comprend aussi les formations amphibies franchement aquatiques (ceinture à Eriophorum scheuchzeri) des étages subalpin et alpin.
MG	**Mégaphorbiaie**	Formation dense et haute dominée par des dicotylédones à feuillage très recouvrant des milieux frais à humides, riches en éléments minéraux. Comprend aussi les formations montagnardes à subalpines mésophiles composition mixte entre graminées et dicotylédones (Calamagrostis sp. souvent), d'origine naturelle (praires de couloirs d'avalanche). Plaine, montagnard et subalpin. Urtica, Anthriscus, Convolvulus, lisière nitrophiles ?
AQ	**Végétation aquatique**	Ensemble vaste de formations végétales strictement aquatiques (non hélophytiques), des eaux stagnantes et courantes, enracinées ou libres, immergées ou submergées. Comprend les herbiers à Sparganium angustifolium des étages subalpin et alpin.
FO	**Végétation fontinale**	Formation en majorité dominée par les bryophytes, avec végétation vasculaire peu diversifiée mais parfois assez recouvrante (Epilobium alsinifolium, Saxifraga aizoides, Carex frigida), colonisant les sources, les bords de ruisselets et les rochers suintants, milieux imbibé en permanence
EC	**Bordure d'eaux courantes** (*Végétation amphibie des*)	Formation amphibie vivace dense (petits hélophytes souvent) et entremêlée occupant les petits cours d'eau et leurs berges ainsi que les lones et bras-mort à courant faible (comprend les herbiers à Glyceria, Berula, Apium, Nasturtium et Leersia).
EX	**Grèves exondées** (*Végétation pionnière des*)	Formation pionnière annuelle et vivace de petite taille (Eleocharis acicularis, Littorella uniflora, Ludwigia palustris, Juncus bulbosus...) ou plus haute (Polygonum lapathifolium, Bidens pl.sp. etc.). des zones périodiquement exondées des eaux stagnantes et courantes, végétation à caractère amphibie souvent marqué.
PS	**Pelouse** (*de basse et moyenne altitude*)	Formation basse diversifiée, de hauteur moyenne inférieure à 50 cm à dominante graminéenne, des sols maigres des étages planitiaire, collinéen et montagnard. Recouvrement minéral variable, comprend aussi les pelouses rocailleuses de colonisation d'éboulis et des roches altérées. La hauteur de certaines formations (ex. formation dense à Brome érigé) doit examinées attentivement pour distinguer la pelouse de la prairie.

Physionomie des formations végétales *(Suite)*

	Physionomie simplifiée HERBACEE (FH)	
PA	**Pelouse alpine et pâturage d'altitude**	étages supérieurs (subalpin et alpin). Recouvrement minéral souvent important, comprend aussi les pelouses rocailleuses de colonisation d'éboulis et des roches altérées. L'altitude est le critère déterminant.
TH	**Pelouse pionnière annuelle**	Formation très ouverte primaire dominée par espèces annuelles de petite taille à cycle court, fréquemment sur substrats fins et mobiles
PH	**Prairie humide** (*et pelouse humide*)	Formation herbacée d'origine anthropique diversifiée, dense et haute à dominante graminéenne, fauchée et/ou pâturée, humide à mouillée (nappe affleurante) une partie de l'année, périodiquement inondée. Les prairies alluviales à *Arrhenatherum elatius* à tendance mésohygrophile des niveaux topo supérieurs sont traitées sous PM. Les formations basses méditerranéennes à *Deschampsia media* sont comprises dans PH.
PM	**Prairie** (*mésophile et méso-xérophile*)	Formation diversifiée d'origine anthropique, dense et haute à dominante graminéenne de hauteur supérieure à 50 cm, fauchée et/ou pâturée, temporairement humide, exceptionnellement inondée et mouillée. Les formations semi hautes pâturées d'altitude ne sont pas comprises. La hauteur de certaines formations (ex. formation dense à Brome érigé) doit examinées attentivement pour distinguer la pelouse de la prairie. Les formations naturelles montagnardes à hautes herbes mixtes (graminées et dicotylédones) sont à coder sous MG Mégaphorbiaie.
OU	**Ourlet herbacé maigre**	Formation mésophile à méso-xérophile, peu élevée, développées sur des terrains maigres en bordure externe de végétations arbustives et forestières (conditions héliophiles à hémi-héliophiles) ou colonisant d'ancien espaces agro-pastoraux, dominée par des espèces à développement tardif, parmi lesquels les graminées sont (co-)dominantes. Les formations à Rubus sont codés OU ou OF en fonction de leur situation. Les manteaux arbustifs sont traités dans les fourré quand le recouvrement arbustif > 25 %, < 25 %, ils sont traités ici
OF	**Coupes et ourlets forestiers**	Formation intraforestière, constituée de grandes dicotylédones vivaces colonisant les coupes forestières récentes et les clairières à sol riches, ou de dicotylédones moins grande en situation de lisière et de clairière (Aegopodium, …). Comprend également les formations de lisière intraforestièresd dominées par des graminées (Festuca gigantea, Bromus ramosus / benekenii, Calamagrostis varia, Elytrigia / Roegneria ou encore à Hordelymus europaeus). A préciser JCV. Comprend les ronciers forestiers. Les formations riveraines à Petasites albus (souvent intraforestières) sont codées sous MG – Mégaphorbiaie. Les formations de lisère humides à Petasites albus sont quant à elles traités ici.
RU	**Friche herbacée et végétation rudérale**	Formation dominée par des espèces annuelles et/ou bisannuelles des terrains agricoles, urbains, industriels irrégulièrement perturbé, souvent nitrophile. Comprend aussi la végétation rudérale vivace des reposoirs à bestiaux et des friches à graminées (chiendent) sur anciens terrains agricoles. Comprend également les formations vivaces de substitution de xénopytes (Reynoutria japonica/ bohemica ou Impatiens glandulifera.
CU	**Cultures** (*Végétation des*)	Formation basse et très ouverte dominée par des plantes annuelles (à bisannuelles) des terrains agricoles exploités et les cultures arboricoles à terre retournée.
HY	**Végétation rase hyperpiétinée**	Formation dominée par des plantes annuelles prostrées supportant le piétinement régulier de toute nature
MU	**Murs** (*Végétation anthropique des)*	Formation colonisant les murs
AR	**Autre formation herbacée artificielle**	
	Physionomie simplifiée SOUS-ARBUSTIVE (FSA)	
LA	**Lande et landine**	Formation végétale dominée par des petits chaméphytes (landines) ou des grands chaméphytes (landes). Les seuils de recouvrement de la strate sous-arbustive sont donnés dans « Physionomies complexes ».
GA	**Garrigue** (incluant les *et ourlets herbacés méditerranéens*)	Formation végétale dominée par des chaméphytes des secteurs supra- et oro-méditerranéens

Physionomie des formations végétales *(Suite)*

Une mise en correspondance entre cette typologie et d'autres largement utilisées a été faite. En ce qui concerne la phytosociologie au niveau de l'alliance, chaque unité de la typologie physionomique correspond à plusieurs alliances. Ceci n'a rien d'étonnant. Dans l'autre sens, c'est l'inverse qui est la règle, c'est-à-dire qu'une alliance n'est comprise que dans une seule unité physionomique. Il existe quelques exceptions cependant où une alliance peut être traitées suivant les cas dans deux physionomies distinctes. Ces alliances « problématiques » sont listées dans le tableau suivant

Liste des alliances rattachables à deux physionomies

Alliance	*CodeProdrome*	*PhysioDet1*	*PhysioDet2*
Convolvulion sepium	28.0.1.0.1	MG - Mégaphorbiaie	RU - Friche herbacée et végétation rudérale
Aegopodion podagrariae	29.0.1.0.1	OF - Coupes et ourlets forestiers	RU - Friche herbacée et végétation rudérale
Corynephorion canescentis	36.0.1.0.1	PS - Pelouse	TH - Pelouse pionnière annuelle
Littorellion uniflorae	38.0.1.0.1	EX - Grèves exondées	AQ - Végétation aquatique
Molinio caeruleae-Quercion roboris	57.0.2.0.3	BFM - Boisement feuillu	BFH - Boisement feuillu humide
Fraxino excelsioris-Quercion roboris	57.0.3.1.1	BFM - Boisement feuillu	BFH - Boisement feuillu humide
Salicion helveticae	10.0.1.0.2	FM – Fourré mésophile	FU - Fourré humide
Salicion lapponi-glaucosericeae	10.0.1.0.3	FM – Fourré mésophile	FU - Fourré humide
Berberidion vulgaris	20.0.2.0.7	FM – Fourré mésophile	FS - Fourré sempervirent
Salici cinereae-Rhamnion catharticae	20.0.2.0.10	FM – Fourré mésophile	FU - Fourré humide
Cephalanthero rubrae-Pinion sylvestris	24.0.2.0.1	BCM - Boisement de conifère	BMI - Boisement mixte
Piceion excelsae	74.0.3.0.1	BCM - Boisement de conifère	BCH - Boisement de conifères humide
Cephalanthero rubrae-Fagion sylvaticae	57.0.3.2.1	BFM - Boisement feuillu	BMI - Boisement mixte
Fagion sylvaticae	57.0.3.3.1	BFM - Boisement feuillu	BMI - Boisement mixte
Luzulo luzuloidis-Fagion sylvaticae	57.0.3.3.3	BFM - Boisement feuillu	BMI - Boisement mixte
Salicion triandrae	62.0.1.0.1	FU – Fourré humide	FM - Fourré mésophile
Salicion incanae	62.0.1.0.2	FM – Fourré mésophile	FU - Fourré humide
Alysso alyssoidis-Sedion albi	65.0.2.0.1	DA – Dalles rocheuses	TH - Pelouse pionnière annuelle
Sedo albi-Veronicion dillenii	65.0.2.0.2	DA – Dalles rocheuses	TH - Pelouse pionnière annuelle
Sedion micrantho-sediformis	65.0.2.0.3	DA – Dalles rocheuses	TH - Pelouse pionnière annuelle
Knaution gracilis	72.0.1.0.3	OU – Ourlet maigre	OF - Coupes et ourlets forestiers
Betulion pubescentis	74.0.2.0.1	BFH - Boisement feuillu humide	BCM - Boisement de conifère

Pages suivantes
Correspondances entre physionomies et alliances phytosociologiques (la nomenclature est celle du Prodrome des végétations de France)

Physionomie des formations végétales *(Suite)*

Code Libellé	Alliance *(en italique les alliances problématiques)*
AL Alluvions	Epilobion fleischeri
	Glaucion flavi
AQ Végétation aquatique	Batrachion fluitantis
	Hydrocharition morsus-ranae
	Lemnion minoris
	Lemnion trisulcae
	Littorellion uniflorae
	Nymphaeion albae
	Potamion pectinati
	Potamion polygonifolii
	Ranunculion aquatilis
	Scorpidio scorpidioidis-Utricularion minoris
	Sphagno cuspidati-Utricularion minoris
BCH Bois. conifères humide	*Piceion excelsae*
BCM Boisement de conifère	*Betulion pubescentis*
	Cephalanthero rubrae-Pinion sylvestris
	Deschampsio flexuosae-Pinion sylvestris
	Erico carneae-Pinion sylvestris
	Juniperion thuriferae
	Ononido rotundifolii-Pinion sylvestris
	Piceion excelsae
BFH Boisement feuillu humide	Alnion glutinosae
	Alnion incanae
	Betulion pubescentis
	Fraxino excelsioris-Quercion roboris
	Molinio caeruleae-Quercion roboris
	Osmundo regalis-Alnion glutinosae
	Populion albae
	Salicion albae
	Sphagno-Alnion glutinosae
BFM Boisement feuillu	Acerion pseudoplatani
	Carpinion betuli
	Cephalanthero rubrae-Fagion sylvaticae
	Fagion sylvaticae
	Fraxino excelsioris-Quercion roboris
	Luzulo luzuloidis-Fagion sylvaticae
	Molinio caeruleae-Quercion roboris
	Polysticho setiferi-Fraxinion excelsioris
	Quercion pubescenti-sessiliflorae

Code Libellé	Alliance *(en italique les alliances problématiques)*
BFM Boisement feuillu	Quercion roboris
	Rubo caesii-Populion nigrae
	Tilio platyphylli-Acerion pseudoplatani
	Tilion platyphylli
BFS Bois. feuillu sempervirent	Quercion ilicis
BM Bas-marais et marais de transition	Caricion davallianae
	Caricion fuscae
	Caricion incurvae
	Caricion lasiocarpae
	Eriophorion scheuchzeri
	Rhynchosporion albae
BMI Boisement mixte	*Cephalanthero rubrae-Fagion sylvaticae*
	Cephalanthero rubrae-Pinion sylvestris
	Fagion sylvaticae
	Luzulo luzuloidis-Fagion sylvaticae
CN Combe à neige	Arabidion caeruleae
	Salicion herbaceae
CU Cultures	Caucalidion lappulae
	Diplotaxion erucoidis
	Panico crus-galli-Setarion viridis
	Roemerion hybridae
	Scleranthion annui
	Veronico agrestis-Euphorbion peplus
DA Dalles rocheuses	*Alysso alyssoidis-Sedion albi*
	Sedion micrantho-sediformis
	Sedo albi-Scleranthion biennis
EB Éboulis	Allosuro crispi-Athyrion alpestris
	Androsacion alpinae
	Arabidion alpinae
	Drabion hoppeanae
	Dryopteridion abbreviatae
	Dryopteridion submontanae
	Galeopsion segetum
	Petasition paradoxi
	Scrophularion juratensis
	Senecionion leucophylli
	Stipion calamagrostis
	Thlaspion rotundifolii

Physionomie des formations végétales *(Suite)*

Code	Libellé	Alliance *(en italique les alliances problématiques)*
EC	Bordure d'eaux courantes	Apion nodiflori
		Glycerio fluitantis-Sparganion neglecti
EX	Grèves exondées	Bidention tripartitae
		Chenopodion rubri
		Cicendion filiformis
		Elatino triandrae-Eleocharition ovatae
		Eleocharition acicularis
		Elodo palustris-Sparganion
		Helochloion schoenoidis
		Littorellion uniflorae
		Nanocyperion flavescentis
		Radiolion linoidis
FM	Fourré mésophile	Alnion viridis
		Berberidion vulgaris
		Carpino betuli-Prunion spinosae
		Corylo avellanae-Populion tremulae
		Cytision oromediterraneo-scoparii
		Lonicerion periclymeni
		Pruno spinosae-Rubion radulae
		Pruno spinosae-Rubion ulmifolii
		Salici cinereae-Rhamnion catharticae
		Salicion helveticae
		Salicion incanae
FO	Végétation fontinale	Cardamino amarae-Montion fontanae
		Caricion remotae
		Cratoneurion commutati
		Dermatocarpion rivulorum
		Epilobio nutantis-Montion fontanae
		Pellion endiviifoliae
		Riccardio pinguis-Eucladion verticillati
FS	Fourré sempervirent	*Berberidion vulgaris*
FU	Fourré humide	*Salici cinereae-Rhamnion catharticae*
		Salicion cinereae
		Salicion helveticae
		Salicion incanae
		Salicion lapponi-glaucosericeae
		Salicion triandrae
GA	Garrigue	Brachypodion phoenicoidis
		Dactylo hispanici-Helichrysion staechadis

Code	Libellé	Alliance *(en italique les alliances problématiques)*
GA	Garrigue	Helianthemo italici-Aphyllanthion monspeliensis
		Lavandulo angustifoliae-Genistion cinereae
		Phlomido lychnitidis-Brachypodion retusi
		Rosmarinion officinalis
GH	Grands hélophytes	Phalaridion arundinaceae
		Phragmition communis
HM	Haut-marais	Sphagnion medii
HY	Végétation rase hyperpiétinée	Lolio perennis-Plantaginion majoris
		Poion supinae
		Polygono arenastri-Coronopodion squamati
		Saginion procumbentis
LA	Lande	Arctostaphylo-Cetrarion nivalis
		Calluno vulgaris-Arctostaphylion uvae-ursi
		Ericion carneae
		Genistion tinctorio-germanicae
		Genisto pilosae-Vaccinion uliginosi
		Juniperion nanae
		Loiseleurio procumbentis-Vaccinion microphylli
		Rhododendro ferruginei-Vaccinion myrtilli
MC	Magnocariçaie	Carici pseudocyperi-Rumicion hydrolapathi
		Caricion gracilis
		Magnocaricion elatae
MG	Mégaphorbiaie	Adenostylion alliariae
		Arunco dioici-Petasition albi
		Calamagrostion arundinaceae
		Calamagrostion villosae
		Convolvulion sepium
		Dorycnion recti
		Filipendulo ulmariae-Petasition
		Petasition officinalis
		Thalictro flavi-Filipendulion ulmariae
MU	Murs	Cymbalario muralis-Asplenion rutae-murariae
		Parietario judaicae-Galion muralis
OF	Coupes et ourlets forestiers	*Aegopodion podagrariae*
		Atropion belladonnae
		Epilobion angustifolii
		Geo urbani-Alliarion petiolatae
		Impatienti noli-tangere-Stachyion sylvaticae
		Knaution gracilis

Physionomie des formations végétales *(Suite)*

Code	Libellé	Alliance *(en italique les alliances problématiques)*
OU	Ourlet maigre	Conopodio majoris-Teucrion scorodoniae
		Geranion sanguinei
		Holco mollis-Pteridion aquilini
		Knaution gracilis
		Melampyrion pratensis
		Melampyro sylvatici-Poion chaixii
		Potentillo erectae-Holcion mollis
		Trifolion medii
PA	Pelouse alpine et pâturage d'altitude	Avenion sempervirentis
		Caricion curvulae
		Caricion ferrugineae
		Festucion variae
		Nardion strictae
		Oxytropido-Elynion myosuroidis
		Poion alpinae
PH	Prairie humide	Alopecurion pratensis
		Alopecurion utriculati
		Bromion racemosi
		Deschampsio mediae-Molinion arundinaceae
		Deschampsion mediae
		Juncion acutiflori
		Mentho longifoliae-Juncion inflexi
		Molinion caeruleae
		Oenanthion fistulosae
		Paspalo distichi-Agrostion semiverticillatae
		Potentillion anserinae
PM	Prairie mésophile	Arrhenatherion elatioris
		Brachypodio rupestris-Centaureion nemoralis
		Cynosurion cristati
		Triseto flavescentis-Polygonion bistortae
PS	Pelouse	Carici arenariae-Festucion filiformis
		Corynephorion canescentis
		Diantho gratianopolitani-Melicion ciliatae
		Galio saxatilis-Festucion filiformis
		Genistion lobelii
		Koelerio macranthae-Phleion phleoidis
		Mesobromion erecti
		Ononidion cenisiae
		Ononidion striatae

Code	Libellé	Alliance *(en italique les alliances problématiques)*
PS	Pelouse	Ononidion striatae
		Seslerion elegantissimae
		Stipo capillatae-Poion carniolicae
		Violion caninae
		Xerobromion erecti
RB	Petits hélophytes	Oenanthion aquaticae
RO	Parois et façades rocheuses	Adiantion capilli-veneris
		Androsacion vandellii
		Asplenion glandulosi
		Asplenion septentrionalis
		Dianthion gratianopolitani
		Phagnalo saxatilis-Cheilanthion maderensis
RU	Friche herbacée et végétation rudérale	*Aegopodion podagrariae*
		Arabidopsion thalianae
		Arction lappae
		Artemisio absinthii-Agropyrion intermedii
		Bromo-Oryzopsion miliaceae
		Chenopodion muralis
		Convolvulion sepium
		Convolvulo arvensis-Agropyrion repentis
		Dauco carotae-Melilotion albi
		Drabo muralis-Cardaminion hirsutae
		Falcario vulgaris-Poion angustifoliae
		Geranio pusilli-Anthriscion caucalidis
		Hordeion murini
		Malvion neglectae
		Onopordion acanthii
		Onopordion nervosi
		Rumicion pseudalpini
		Silybo mariani-Urticion piluliferae
		Sisymbrion officinalis
		Valantio muralis-Galion muralis
TH	Pelouse pionnière annuelle	*Alysso alyssoidis-Sedion albi*
		Corynephorion canescentis
		Helianthemion guttati
		Sedion micrantho-sediformis
		Sedo albi-Veronicion dillenii
		Sileno conicae-Cerastion semidecandri
		Thero-Airion Tüxen
		Trachynion distachyae

Pression d'échantillonage

Taille du site en hectare	Nb habitats	Nb minimum de relevés	Densité minimale de relevé à l'hectare
1 ha		3	3
Entre 1 et 10 ha	<5	5	0.5
	>=5	10	1
Entre 10 et 50 ha	<5	10	0.2
	>=5	20	0.4
Entre 50 et 200 ha	<10	20	0.1
	>=10	40	0.2
Plus de 200 ha[1]	<10	50	~ 0.06
	>=10	60	~ 0.07

Structure de la végétation et taille des placettes

Type de structure	Physionomie détaillée	Placette Taille *en m2* (dimensions) *en m*	Remarque
Végétation herbacée aquatique et terrestre rase	**AL** : Végétation herbacée pionnière des alluvions	**4 (2 x 2)**	Comprend en partie les formes pionnières des bas-marais alpins à Carex bicolor.
	AQ : Végétation aquatique	**4 (2 x 2)**	Comprend aussi les gouilles à Utriculaires des tourbières des hauts-marais. Observation visuelle et par grapinage
	EC : végétation amphibie de bordure des eaux courantes	**4 (2 x 2)**	La végétation des bords de torrents ou sources de l'alpin est traitée sous **FO**
	EX : Végétation pionnière des grèves exondées, à annuelles ou vivaces	**4 (2 x 2)**	Taille maximale le plus souvent ; des placettes rectangulaires, avec le moins de déclivité possible, sont préférables
	FO : Végétation fontinale	**4 (2 x 2)**	Sources, suintements, tuffières
	RB : communautés de petits hélophytes non graminoïdes	**4 (2 x 2)**	Des placettes rectangulaires, avec le moins de déclivité possible, sont préférables
Végétation herbacée moyenne et haute	**BM** : bas-marais et marais de transtiion	**16 (4 x 4)**	Comprend les bas-marais alcalins, et ceux à tendance acide (à *Carex nigra, Eriophorum scheuchzeri*) et ceux de transition (*Carex lasiocarpa, C. limosa*)
	HM : formation à Sphaignes et cypéracées de petite taille	**16 (4 x 4)**	
	GH : communautés des grands Hélophytes (Phragmites, Phalaris, Typha, …)	**16 (4 x 4)**	Comprend les roselières aquatiques ou sèches
Végétation herbacée moyenne et haute	**MC** : communautés dominées par des Cypéracées de grande taille	**16 (4 x 4)**	Caricaies à *C. acuta, C. riparia, C. acutiformis, C. elata, C. vesicaria, C. pseudocyperus* , et Cladiaies
	PH : prairie humide à dominante de graminées	**16 (4 x 4)**	Moliniaies et prairies inondables des grandes vallées alluviales à *Hordeum seccalinum* ou *Oenanthe fistulosa*
	MG : formation denses et hautes dominées par des Dicotylédones à feuilles larges (mégaphorbiaie) ou co-dominée par des graminées	**16 (4 x 4)**	
	CN : combes à neige de l'étage alpin (rarement plus bas)	**16 (4 x 4)**	
Végétation de landes ou de fourrés	**LA** : landes à Ericacées de colonisation des tourbières	**49 (7 x 7)**	
	FU : formation arbustive des sols engorgés ou de bordure des eaux courantes	**49 (7 x 7)**	Aulnaies vertes les plus humides, fourrés de Saules (*S. cinerea, S. purpurea, S. daphnoides, S. breviserrata, S. myrsinifolia* , ….)
Boisements	**BFH, BCH** : tous les types de boisements humides	**225 (15 x 15)**	Aulnaies glutineuses ou blanches, Saulaies blanches, peupleraies blanches, boulaies à sphaignes, pessières à sphaignes, pinèdes à Molinie les plus humides, chênaies à Molinie

Calcul du coefficient V de Cramer

La question posée: les occurrences des valeurs d'indice suivent-elles une distribution identique entre l'année 1 et l'année n du suivi ? Autrement dit, y a-t-il un lien (ou dépendance) entre les valeurs des indices et les années ?

Pour cela, on doit comparer nos données à un jeu de données simple à calculer et qui représente le nombre d'occurrences d'espèces ayant une valeur indicatrice en cas de distribution identique entre les deux années : c'est le jeu de données attendu s'il n'y avait aucune différence de distribution. Dans le cas attendu, les occurrences ne dépendent que de la fréquence relative de la valeur indicatrice et du nombre d'observations de l'année concernée (pour la méthode précise de calcul, voir les exemples ci-dessous).

On calcule ensuite l'écart global (appelé Khi deux) entre les occurrences observées et les occurrences attendues comme :

$$\text{Khi deux} = \left(\sum (\text{occurrences observées})^2 / \text{occurrences attendues}\right) - \text{effectif total}$$

Plus la valeur est élevée, plus l'écart entre valeurs attendues et observées est fort, et donc, plus les occurrences des valeurs indicatrices sont différentes entre les années. En théorie, cette valeur suit une loi du Khi deux et on peut tester statistiquement si la valeur observée est compatible avec l'hypothèse d'indépendance entre les valeurs et les années. Mais, comme les placettes sont appariées et que les individus statistiques ne sont pas clairement définis, le test statistique n'est pas applicable. Un coefficient normalisé (qui ne dépend pas du nombre de catégories ni de l'effectif total) dérivé de la valeur du Khi deux, appelé coefficient V de Cramer, est donc calculé pour évaluer le niveau d'association entre les occurrences des valeurs indicatrices et les années. Il vaut 0 si les effectifs sont égaux (ou proportionnels) et tend d'autant vers 1 que les occurrences sont dissemblables entre les années. Empiriquement, on qualifie le niveau d'association entre années et occurrences de :

association forte	si V > 0.5
association modérée	si V compris entre 0.3 et 0.5
association faible	si V compris entre 0.1 et 0.3
pas d'association	si V < 0.1

Attention, les valeurs fortes indiquent une association, c'est-à-dire une dépendance, entre années et valeurs indicatrices, et non pas entre années. Autrement dit, plus l'association est forte, moins la « corrélation » entre années est bonne, c'est-à-dire que la répartition relative des occurrences de valeurs indicatrices est très différente et l'évolution du site significative.

Calcul du coefficient V de Cramer

Application au niveau de fertilité

Exemple : site des Mièges (74) ; les données disponibles pour 2010 sont les données réelles, celles pour 2015 ont été obtenues en simulant une augmentation globale de 1%. Pour calculer le nombre d'occurrences attendues en 2010 pour la valeur indicatrice 2, on procède ainsi :

- ✓ on a 194 occurrences de la valeur 2 toutes années confondues et 293 observations en 2010, pour un effectif total cumulé sur les deux années de 581 observations ;
- ✓ le nombre d'occurrences attendu en cas d'indépendance est donc de 194*293/581 = 97.8

Lorsque les effectifs attendus d'une valeur indicatrice sont inférieurs à 5, il est préférable de regrouper des valeurs indicatrices en sommant les effectifs.

Fertilité	Occurrences 2010 observées	Occurrences 2015 observées	Totaux observés	Occurrences 2010 attendues	Occurrences 2015 attendues
2	104	90	194	97.8	96.2
3	124	115	239	120.5	118.5
4	65	83	148	74.6	73.4
Total	293	288	581	293	288

On calcule ensuite l'écart global (appelé Khi deux) entre les occurrences observées et les occurrences attendues comme :

Khi deux = ($((104^2)/97.8)$ + $((124^2)/120.5)$ + …. + $((90^2)/96.2)$ + ….. + $((83^2)/ 73.4)$) – 581= 3.49

On calcule le V de Cramer comme :

$V = \sqrt{}$ [(Khi deux) / ((effectif total) * (minimum (ligne-1 ; colonnes-1)))]

Soit avec 3 lignes et 2 colonnes (minimum = 2 donc, minimum-1 = 1)

$V = \sqrt{}$ (3.49 / 581) = 0.006

Il existe une liaison entre les occurrences des valeurs indicatrices et les années, c'est-à-dire que les occurrences ne sont pas réparties de manière identique entre les deux années, mais cette liaison est faible.

Mise en œuvre du test des rangs signés de Wilcoxon

La question posée : existe-t-il une différence de distribution des valeurs de fertilité entre les deux dates de suivi ? Autrement dit, observe-t-on des valeurs inférieures ou supérieures de fertilité (on parle de test bilatéral car il ne préjuge ni de l'un ni de l'autre) à une date donnée par rapport à l'autre ou, au contraire, ces valeurs sont-elles homogènes ? Il sagit donc surtout d'un test de tendance centrale.

Pour cela, on utilise le test des rangs signés de WILCOXON. Il est fondé non sur les valeurs mais sur leurs rangs, ce qui permet de s'affranchir des problèmes de non normalité et de non symétrie et est surtout peu sensible aux données extrêmes, tout en étant suffisamment puissant (efficacité d'environ 95 % par rapport au test t de Student et supérieure à 100% pour des distributions non normales, assymétriques ou assez fortement étalées). Ce test suppose que les placettes sont suffisamment bien re-localisées pour pouvoir considérer les couples de placettes comme **appariées** (non indépendantes).

Soit n le nombre de placettes pour lesquelles on a des relevés pour les deux années. On calcule l'écart observé entre la première date et la seconde, puis on classe ces écarts de la plus petite valeur vers la plus grande, sans tenir compte du signe, et on leur attribue le rang correspondant. Si deux placettes ont la même valeur, elles sont exclues du calcul et on réduit l'effectif de 1.

Pour les écarts, si on a des ex-aequo, on leur attribue le rang moyen.

On calcule ensuite la somme des rangs des écarts positifs d'une part, et celle de la somme des rangs des écarts négatifs d'autre part. Si les deux distributions sont identiques ou voisines, ces sommes sont proches de n(n+1)/4, soit 105 dans les exemples ci-dessous (où n =20), et plus l'une ou l'autre des sommes est différente de cette valeur attendue, plus l'écart observé sera significatif. Des valeurs critiques sont disponibles sur :

http://www.cons-dev.org/elearning/stat/Tables/Tab5.html.,

Lorsque les effectifs sont suffisants (au moins 25 placettes par date), une approximation normale est applicable.

Mise en œuvre du test des rangs signés de Wilcoxon

Application au niveau de fertilité

Exemple : site des Mièges (74) ; les données disponibles pour 2010 sont les données réelles, celles pour 2015 ont été obtenues en simulant une augmentation globale de 1%.

Placette	Valeur 2010	Valeur 2015	Ecart	Ecart absolu	Rang «+»	Rang «-»
1	3.625	3.658	-0.033	0.033		5.5
2	3.143	3.356	-0.213	0.213		17.0
3	2.577	2.601	-0.024	0.024		3.0
4	3.000	2.981	0.019	0.019	1.0	
5	2.643	2.401	0.242	0.242	19.0	
6	2.750	2.980	-0.230	0.23		18.0
7	2.500	2.780	-0.280	0.28		20.0
8	2.727	2.760	-0.033	0.033		5.5
9	2.923	3.020	-0.097	0.097		12.0
10	3.129	3.150	-0.021	0.021		2.0
11	3.750	3.780	-0.030	0.03		4.0
12	3.001	3.050	-0.051	0.051		8.0
13	3.333	3.500	-0.167	0.167		16.0
14	3.455	3.561	-0.106	0.106		14.0
15	2.913	2.801	0.112	0.112	15.0	
16	2.429	2.351	0.078	0.078	11.0	
17	3.000	2.950	0.050	0.05	7.0	
18	3.143	3.080	0.063	0.063	10.0	
19	2.800	2.700	0.100	0.1	13.0	
20	2.667	2.605	0.062	0.062	9.0	

Dans notre cas, les sommes des rangs positifs et négatifs sont égales à 85.0 et 86.0 respectivement. Pour un test bilatéral et avec un effectif de 20, les valeurs limites sont de 52 et 37 pour un risque de 5% et 1% respectivement. Comme la plus petite des sommes (85 pour les rangs négatifs) est supérieure aux valeurs critiques, on accepte l'hypothèse d'égalité des distributions tant au niveau de 5% qu'à celui de 1%.

RÉALISATION
Conservatoire d'espaces naturels de Savoie

COORDINATION ÉDITORIALE
Xavier GAYTE, Delphine DANANCHER, Jérôme PORTERET

MISE EN PAGE DES FICHES
Frédéric BIAMINO, Jérôme PORTERET

COMITÉ DE RELECTURE
François CHAMBAUD, Régis DICK, Samuel GOMEZ, Thérèse PERRIN, Émilie DUHERON, Nathalie FABRE, Rémy CLEMENT

CRÉDITS PHOTOS
Stéphane BENCE, Frédéric BIAMINO, Manuel BOURON, François CHAMBAUD, Philippe FREYDIER, Gilles PARIGOT, GIlles PACHE, Jérôme PORTERET, Agence de l'eau Rhône-Mediterranée

REDACTEURS DES FICHES

INDICATEUR	REDACTEURS	PRINCIPAUX CONTRIBUTEURS
I01	Jérôme PORTERET (CEN Savoie)	Antoni ARDOUIN, Delphine DANANCHER
I02	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT , Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I03	Jérôme PORTERET (CEN Savoie)	Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I04	Célia RODRIGUEZ (LEHNA, UMR CNRS 5023)	Gudrun BORNETTE, Charlotte GRASSET
I05	Stéphane BENCE (CEN PACA)	Audrey PICHARD, Yoan BRAUD,
I06	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT , Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I07	Célia RODRIGUEZ (LEHNA, UMR CNRS 5023)	Gudrun BORNETTE, Hélène BAILLET, Félix VALLIER
I08	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT, Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I09	Stéphane BENCE (CEN PACA)	Audrey PICHARD, Yoan BRAUD,
I10	Bernard PONT (RNN Platière)	Cyrille DELIRY, Beat OERTLI, Pascal DUPONT, Cedric VANAPELGHEM, Delphine DANANCHER
I11	Jean-Luc GROSSI (CEN Isère)	Delphine DANANCHER, Claude MIAUD
I12	Jerôme PORTERET CEN Savoie)	Rémy CLEMENT, Nicolas MIGNOT, Samuel ALLEAUME, Alexandre LESCONNEC, Marc ISENMANN
I13	Christian PERENNOU (TDV) Jerôme PORTERET (CEN Savoie) Marc ISENMANN (CBNA)	Anis GUELMANI, Samuel ALLEAUME, Rémy CLEMENT

ONT PARTICIPE A LA COLLECTE DE DONNÉES

Antoni ARDOUIN
Emeline AUPY
Sophie AUVERT
Bastien AGRON
Emmanuel AMOR
Yann BAILLET
Bernard BAL
Cécile BARBIER
Sébastien BARTHEL
Thérèse BEAUFILS
Stéphane BENCE
William BERNARD
Luc BETTINELLI
Olivier BILLANT
Fabien BILLAUD
Nicolas BIRON
Véronique BONNET
Virginie BOURGOIN
Manuel BOURON
Romain BOUTELOUP
Yoan BRAUD
Lionel BUNGE
Chrystelle CATON
Kristell CLARY
Remi COLLAUD
Bertrand COTTE
Aurélien CULAT
Kelly DEBUF
Guillaume DELCOURT
Marion DEMESSE
C. DEQUEVAUVILLER
Lucile DESCHAMP
Nathalie DEWYNTER
Guillaume DOUCET
Gregoire DURANEL
Sylvie DURET
Elisabeth FAVRE
Noémie FORT
Cedric FOUTEL
Philippe FREYDIER
Géraldine GARNIER
Maxime GAYMARD
Catherine GENIN
Marianne GEORGET
Samia GHARET
Sebastien GIRARDIN
Nicolas GORIUS
Daniel GRAND
Jean-Luc GROSSI
Nicolas GUILLERME
Julien GUYONNEAU
Céline HERVE
Perrine JACQUOT
Laura JAMEAU
Philippe JANSSEN
Stéphane JAULIN
Remi JULLIAN
Mathieu JUTON
Francis KESSLER
Mario KLESCZEWSKI
Clément LECLERC
Thomas LEGLAND
Fabien LEPINE
Natacha LEURION PANSIOT
Dominique LOPEZ-PINOT
Laurence MARCHIONINI
Roger MARCIAU
Vincent MARQUANT
Basile MARTIN
Marilyn MATHIEU
Céline MAZUEZ
Magalie MAZUY
Alexis MIKOLAJCZAK
André MIQUET
Nathalie MOLNAR
Frédéric MORA
Claire MOREAU
Gilles PACHE
Mélanie PARIS
Marion PARROT
Benoit PASCAULT
Rémy PERRIN
Audrey PICHARD
Virginie PIERRON
Rémy PONCET
Bernard PONT
Jérôme PORTERET
Alexis RONDEAU
Yves ROZIER
Déborah RUHLAND
Nicolas SIMMLER
Bruno TISSOT
Corine TRENTIN
Héloise VANDERPERT
Anne WOLFF

LE PROGRAMME RhoMéO

STRUCTURES PARTICIPANTES ET PARTENAIRES FINANCIERS

Avec le soutien de :

COORDINATION DE BASSIN

Xavier GAYTE

AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANÉE

Référents
Eric PARENT
Jean-Louis SIMONNOT
Francois CHAMBAUD
Nadine BOSC

Experts
Claude AMOROS
Bernard BACHASSON
Aurélien BESNARD
Bernard ETLICHER
Daniel GERDEAUX
Patrick GRILLAS
Yves SOUCHON

CONCEPTION DES OUTILS DE GESTION DES DONNÉES

Rémy CLEMENT
Laurent POULIN
Mathieu BOSSAERT
Nicolas MIGNOT

GESTION DES DONNÉES

Rémy CLEMENT
Laurent POULIN
Mathieu BOSSAERT
Nicolas MIGNOT
Paul HONORE
Marc ISENMANN
Alexandre LESCONNEC

MEMBRES DU COMITE TECHNIQUE

Responsables d'axes ou de groupes
Stéphane BENCE
Rémi CLÉMENT
Delphine DANANCHER
Philippe FREYDIER
Sébastien GIRARDIN
Samuel GOMEZ
Jean-Luc GROSSI
Marc ISENMANN
Mario KLESCZEWSKI
Laetitia LERAY
Samuel MAAS
Nathalie MOLNAR
Gilles PACHE
Christian PERENNOU
Bernard PONT
Jérôme PORTERET
Lionel QUELIN
Célia RODRIGUEZ
Héloïse VANDERPERT

Autres membres
Samuel ALLEAUME
Antoni ARDOUIN
Luc BETINELLI
Thérèse BEAUFILS
Jaoua CELLE
Émilie DUHERON
Manon GISBERT
Anis GUELMAMI

Ce document est une des productions du programme RhoMéO. Il présente, sous forme de fiches, les méthodes nécessaires à la mise en place de 13 indicateurs de suivi des zones humides testés et validés à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée.

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

l'Europe s'engage
avec le FEDER

Indice de qualité floristique

I08

Extrait de

la boîte à outils de suivi des zones humides

RhoMeO

Version 1 - Février 2014

www.rhomeo-bao.fr

Définir l'univers d'échantillonnage

Dans le cadre du programme RhoMéO, le contour des zones humides suivies correspondait aux contours délimités dans le cadre des inventaires départementaux des zones humides réalisés entre 1996 et 2012 dans le bassin Rhône-Méditerranée. Il est important de noter que l'inventaire et la cartographie des zones humides ont été réalisés avec des méthodes légèrement différentes d'un département à l'autre, parfois même au sein d'un même département. Les principaux écarts observés portent sur :

- L'intégration ou non des marges peu profondes des masses d'eau associées aux zones humides (lac, cours d'eau).

- Le traitement cartographique des réseaux de petites zones humides, soit intégrées dans un seul polygone, soit faisant l'objet de polygones distincts. En lien avec ce second point, l'intégration ou non de parties de la zone humide déjà dégradées au moment des inventaires selon que des critères pédologiques ou uniquement floristiques ont été utilisés.

Les choix qu'un opérateur fera au moment de la délimitation de l'univers d'échantillonnage auront des conséquences importantes au moment de l'analyse des données et de l'interprétation des indicateurs de la boîte à outils :

- Pour des zones humides attenantes à une masse d'eau, la prise en compte ou non de l'interface entre la masse d'eau et la zone humide modifiera logiquement la liste des espèces observées. Cette liste inclura ou non certaines espèces parmi les plus hydrophiles (ex : flore) et ainsi influera sur la valeur de l'indicateur alors calculée (en lien notamment avec la fonction hydrologique du site). Pour les groupes faunistiques les plus mobiles, cette prise en compte de l'interface zone humide/masse d'eau permettra d'interpréter la présence d'éventuelles espèces «surprenantes» par rapport aux habitats recensés sur le site (espèces d'odonates caractéristiques des cours d'eau pouvant être observées sur une zone humide). L'interprétation des résultats obtenus devra donc faire référence aux contours de l'objet suivi.

- Dans le cas de constellations de petites zones humides (marais, mares,…), souvent héritées d'une zone humide antérieure plus vaste réduite et fragmentée par drainage ou mise en culture, l'inclusion ou non de ces parties dégradées déterminera la capacité de l'opérateur à suivre par exemple les effets d'une éventuelle restauration de la zone humide dans leur intégralité.

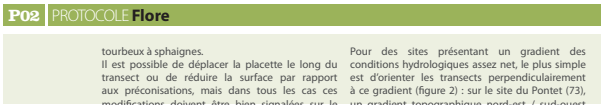
Il convient donc, avant d'engager la définition de l'échantillonnage, d'avoir une lecture critique des données d'inventaire des zones humides et, selon les besoins de l'utilisateur, de procéder à des regroupements ou plus généralement de redéfinir les contours de la zone humide suivie de manière à conduire l'évaluation à la bonne échelle.

PRÉALABLE À L'UTILISATION DES FICHES

En haut de chaque fiche un bandeau permet d'identifier le type de fiche et le renvoi aux fiches liées.

numéro de la fiche

renvoi vers les fiches correspondantes :
I : Indicateur
P : Protocole
A : Analyse et Interprétation



Sur chaque fiche indicateur, le bandeau contient également des informations sur :

coûts annuels (temps et analyses)

domaine de validité

fonctions et pressions que l'indicateur mesure

niveau de compétence nécessaire pour le recueil de données

niveau de compétence nécessaire pour le calcul de l'indicateur

coûts matériels

Plusieurs indicateurs peuvent être calculés avec un seul protocole, le schéma ci-dessous montre les liens entre les fiches protocoles et les indicateurs correspondants.

Indicateur	Numéro de page	Protocole	Numéro de page	Analyse / Interprétation	Numéro de page
I01	20	P01 pédologie	46	A01	88
I02	22			A02	92
I06	24	P02 flore	50	A06	108
I08	26			A08	116
I03	28	P03 piézometrie	54	A03	96
I04	30	P04 chimie	58	A04	100
I07	32			A07	112
I05	34	P05 orthoptères	62	A05	104
I09	36			A09	120
I10	38	P06 odonates	66	A10	124
I11	40	P07 amphibiens	72	A11	128
I12	42	P08 pression artificialisation	76	A12	132
I13	44	P09 pression agricole	82	A13	136

INDICE DE QUALITÉ FLORISTIQUE

Domaine d'application
toutes les zones humides

Fonction / pression
biologique

Compétences : ❀❀❀ / ❀❀

Coût : € € / € €

Description et principes de l'indicateur

Chaque espèce végétale développe, par une allocation particulière de ses ressources (racines, parties aériennes, graines), des stratégies lui permettant de faire face à certaines caractéristiques du milieu : perturbations diverses, facteur limitant la croissance, aptitude à la compétition avec les autres espèces. *GRIME (1974, 1979)* a formalisé ceci pour un panel d'espèces européennes. On peut évaluer la plus ou moins grande aptitude d'une espèce à supporter des perturbations d'une zone humide sur une échelle ordinale par un coefficient, nommé coefficient de conservatisme (noté CC).

L'indice de qualité floristique est un indice complexe, dérivé du coefficient de conservatisme, rendant compte à la fois du niveau global d'altération du régime naturel des perturbations (hydrologique, trophique, …) auquel un site est soumis (par le coefficient de conservatisme moyen) et de la richesse de ce site en espèces typiques des zones humides.

FONDEMENTS SCIENTIFIQUES DE L'INDICATEUR

Cette approche a été développée aux Etats-Unis (***WILHEM, 1977 ; TAFT et al., 1997***) pour évaluer l'état des zones humides à l'aide de la flore, puis largement mise en oeuvre dans de nombreux Etats. A chaque espèce est attribué un coefficient de conservatisme, sur une échelle allant de 0 à 9 (0 à 10 pour l'échelle américaine), basé sur les stratégies des espèces et leur affinités pour les zones humides :

- 0 pour les espèces des milieux secs, sporadiques en zone humide, présentant des stratégies plutôt rudérales (stratégies RRR à CCR au sens de ***GRIME***) ou non autochtones (à comportement envahissant ou non) ;
- 5 pour des espèces plutôt inféodées aux zones humides mais supportant un niveau de nappe moyen et/ou l'eutrophisation des sols ou présentant une bonne aptitude à la compétition ou un comportement rudéral (stratégies CRS, CRR ou CCS au sens de ***GRIME***) ;
- 9 pour les espèces strictement inféodées aux zones humides et ne supportant pas les perturbations du milieu, avec une très faible vitesse de croissance (stratégie SSS au sens de ***GRIME***).

Le tableau 1 résume les critères et valeurs utilisées pour la ventilation des espèces dans les différents niveaux de coefficient.

Pour une placette donnée, on calcule le coefficient de conservatisme moyen comme la moyenne des coefficients des espèces présentes, pondérée par le recouvrement, considérant que le recouvrement d'une espèce témoigne de sa vitalité :

$$Cmoy = \Sigma (rij * xi) / \Sigma (rij)$$

rij est l'abondance (ou recouvrement) de l'espèce i dans le relevé j

xi est la valeur du coefficient de conservatisme de l'espèce i

Σ est le symbole mathématique de la sommation.

Les coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet sont notés sur le terrain et transformés en valeurs de recouvrement (rij de la formule) ;

FONDEMENTS SCIENTIFIQUES DE L'INDICATEUR *(Suite)*

Tableau 1 : critères et valeurs utilisées pour la ventilation des espèces

Coef. de Conservatisme	Indigénat	Stratégie GRIME	Valeur d'humidité	Fréquence en zone humide
0	Non	-	-	-
1	Oui	RRR*, CRR* ou CCR* ou CCR*	<=4	Faible
2 ou 3 selon habitats et nitrophilie	Oui	CRS* ou CCC* ou CCS*	2 à 5	Moyenne
3 ou 4 selon habitats et nitrophilie	Oui	RRR* ou RRS*	4 à 7	Faible à moyenne
4 ou 5 selon habitats et nitrophilie	Oui	CCS ou CRS ou CRR	5 à 8	Faible à moyenne
6 ou 7 selon habitats et nitrophilie	Oui	CSS ou CRS ou CCS	>=6	Moyenne à forte
8	Oui	CCS	>=7	Forte
9	Oui	SSS* ou CSS ou CRS	>=7	Forte

* cf : glossaire

Le coefficient de conservatisme moyen peut également être calculé sans utiliser le recouvrement des espèces, les valeurs obtenues sont alors plus ou moins différentes mais utilisables comme indicateurs de suivi (cf. fiche analyse et interprétation). Puis un indice de qualité floristique (IQF) par placette est calculé comme :

IQF = Cmoy x (√S)

où S est le nombre d'espèces de la placette

Enfin, l'indice global de qualité floristique d'un site est calculé comme la valeur médiane des valeurs des placettes.

Les mérites respectifs du Cmoy et de l'IQF, de même que différentes variantes du calcul, ont été discutés par ***ANDREAS et al. (2004), BOWLES & JONES (2005)*** ou encore ***BOURDAGHS et al. (2006)*** et c'est de leurs propositions que le mode de calcul ci-dessus est issu. La pondération par la racine carrée du nombre d'espèces permet d'attribuer aux placettes les plus riches (à "Cmoy" constant ou proche) un IQF plus élevé. Initialement, ce mode de calcul était appliqué à l'ensemble du site (Cmoy étant donc la valeur moyenne du coefficient de l'ensemble des observations et S le nombre total d'espèces échantillonnées), mais ce mode de calcul tend à mieux noter les grands sites (car souvent plus riches) ou les sites avec une densité d'échantillonnage plus forte (car le nombre d'espèces échantillonnées tend à augmenter avec le nombre de placettes) de manière exagérée.

DOMAINE D'APPLICATION DE L'INDICATEUR

L'indicateur est applicable à toutes les zones humides. La seule limite est l'attribution des coefficients de conservatisme aux espèces. Dans l'idéal, ces valeurs sont établies par un groupe de travail d'experts connaissant bien la flore régionale et avec les éléments méthodologiques de cadrage fournis par la littérature. L'autre limite se situe dans les comparaisons entre sites qui doivent être sinon proscrites du moins effectuées avec beaucoup de prudence et ne concerner que des zones humides appartenant à un même type.

Périodicité

Une périodicité des suivis de 5 ans semble raisonnable au vu des pratiques des réseaux d'observations plus ou moins semblables et déjà existants et de la vitesse d'évolution des milieux, notamment ouverts.

Bibliographie

ANDREAS B.K., MACK J.J. & McCORMAC J.S., 2004. Floristic Quality Assessment Index (FQAI) for vascular plants and mosses for the State of Ohio. Ohio Environmental Protection Agency, Division of Surface Water, Wetland Ecology Group, Columbus, Ohio. 219 p.

BOURDAGHS M., JOHNSTON C.A. & REGAL R.R., 2006. Properties and performance of the floristic quality index in Great Lakes coastal wetlands. Wetlands 26 : 718-735.

BOWLES M. & JONES M.,2006. Testing the Efficacy of Species Richness and Floristic Quality Assessment of Quality, Temporal Change, and Fire Effects in Tallgrass Prairie Natural Areas. Natural Areas Journal 26 : 17-30.

GRIME J. P., 1974. Vegetation classification by reference to strategies. Nature 250 : 26-31.

GRIME J. P., 1979. Plant strategies and vegetation processes.John Whiley (eds.), Chichester 220 p.

TAFT J. B., WIHLEM G.S., LADD D.M. & MASTERS L.A., 1997. Floristic quality assessment for vegetation in Illinois . A method for assessing vegetation integrity. Erigenia 15 : 3-95.

WILHEM G.S., 1977. Ecological assessment of open land areas in Kane County, Illinois. Kane County Urban Development DivisionGeneva, Illinois.

Description et principes du protocole

Principes généraux
La flore d'un site est évaluée par la réalisation d'inventaires (les relevés) sur un ensemble de placettes réparties de manière à échantillonner le plus d'habitats naturels possibles.

Type de données collectées
Sur chaque placette, on note l'ensemble des espèces présentes à l'intérieur de celle-ci et on en estime le recouvrement. On note également la taille de la placette, la physionomie de la végétation (annexe 2), le recouvrement et la hauteur des différentes strates de la végétation. La position des placettes est mesurée avec un GPS, de même que la distance au point d'origine du transect.

Type d'échantillonnage
Les points de relevés sont réalisés à intervalles réguliers le long de transects préalablement positionnés pour être les plus représentatifs de la diversité des milieux présents sur le site.

Méthode de mise en place

Selon la taille des sites et la diversité des habitats (une visite rapide préalable du site peut être utile), l'ordre de grandeur du nombre de placettes varie (Annexe 2). Celles-ci sont ventilées sur 1 à 3 transects par site (cas général), de manière régulière et définie au préalable, et les relevés sont effectués systématiquement du même côté du transect. Typiquement, entre 5 et 20 placettes seront positionnées par transect, sur des longueurs oscillant entre 100 et 800 mètres, soit des espacements compris entre 20 et 50 mètres le plus souvent. Les points de départ et d'arrivée des transects peuvent être matérialisés de manière pérenne (bornes) ou a minima repérés sur le terrain par des points remarquables, des photographies et bien sûr le positionnement par GPS. L'orientation du transect peut être notée à la boussole ou, notamment en milieu ouvert, en suivant des points de repère lointains (photo ci-contre). Tous ces éléments sont reportés sur la fiche terrain (Annexe1).

Les relevés sont effectués sur les placettes dont la taille usuelle dépend de la structure de la végétation (Annexe 2), d'après ***CHYTRY & OPTIKOVA (2003)***, quelle que soit l'homogénéité apparente de la placette, sauf si celle-ci est à cheval sur :

- deux physionomies très différentes (par exemple à l'interface entre forêt / prairie humide ou milieu naturel / milieu artificiel (piste...) ;
- une rupture topographique majeure (fossé, butte de plus d'1m...)

Axe de la visée du transect

Exemple de visée lointaine

Dans certains cas, la taille normale doit être réduite (1 m^2, voire 0.25 m^2) et leur espacement également réduit (5 m), comme les grèves d'étangs ou les berges des cours d'eau, les bas-marais artico-alpins ou certains complexes tourbeux à sphaignes.

Méthode de mise en place *(Suite)*

Il est possible de déplacer la placette le long du transect ou de réduire la surface par rapport aux préconisations, mais dans tous les cas ces modifications doivent être bien signalées sur le bordereau de terrain.

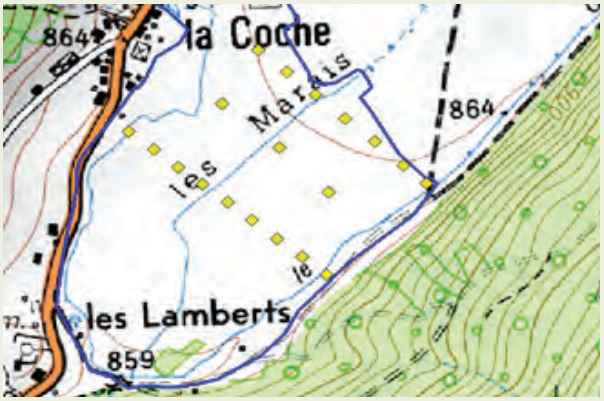
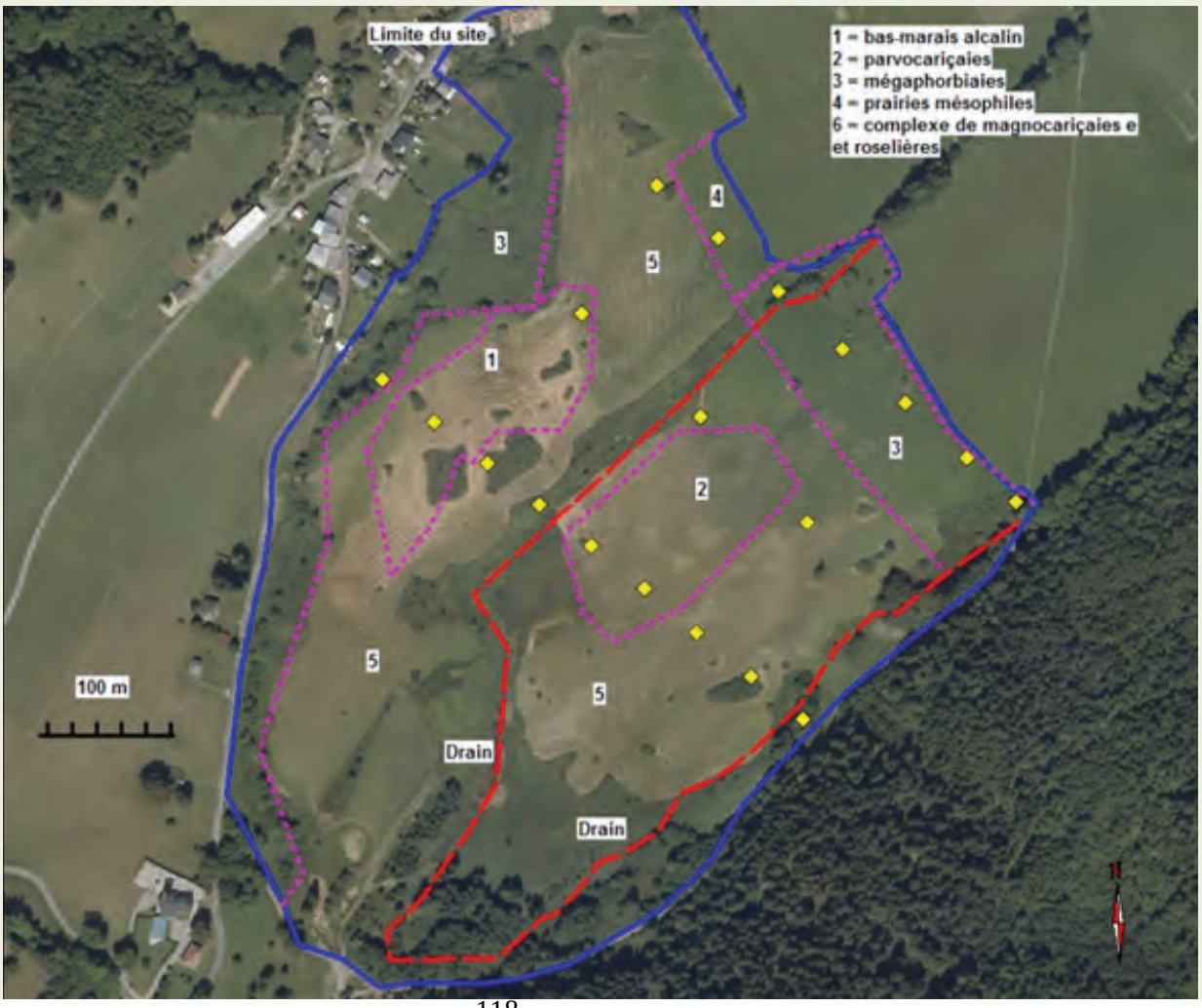


Figure 1 : alignement des transects au gradient

Etant donnée l'extrême variabilité de la forme des zones humides, il est difficile de définir des règles systématiques de positionnement des transects.
Les cartes d'habitats (quand elles existent), les cartes topographiques et bien sûr les photographies aériennes (couleur ou infrarouge) doivent être étudiées au préalable afin de croiser le plus possible d'habitats et de niveaux topographiques / hydrologiques.
Pour des sites présentant un gradient des conditions hydrologiques assez net, le plus simple est d'orienter les transects perpendiculairement à ce gradient (figure 1) : sur le site du Pontet (73), un gradient topographique nord-est / sud-ouest existe (points cotés 864 et 859 respectivement). On note également la présence d'un drain central et du cours du Gelon en grande partie rectifié et surcreusé et agissant également comme drain. L'analyse de la carte de végétation et un premier repérage sur le terrain (figure 2) ont fait apparaître que la zone centrale est la plus diversifiée, les zones nord-ouest, nord-est et sud-est étant constituées de complexes de roselières et magnocariçaies. Trois transects (les relevés sont matérialisés par des carrés jaunes) ont donc été établis, selon le gradient topographique, perpendiculairement au drain principal et permettant de traverser tous les habitats identifiés.
Pour une périodicité des suivis de 5 à 10 ans, privilégier les milieux ouverts (dont la végétation réagit plus vite aux perturbations) semble raisonnable. Comme règle empirique, on peut proposer qu'au moins la moitié des placettes concerne ces milieux ouverts, hors sites alluviaux boisés notamment.

Figure 2 : carte de végétation



Représentativité des données

Précision de l'information

La variabilité spatiale, testée sur quelques sites, est faible à l'échelle de la placette (variation type absolue de 0,2 pour la valeur d'engorgement du sol par exemple) et très faible à nulle à l'échelle du site.
La variabilité générale (incluant erreurs de re-localisation et passages à des dates différentes par des observateurs différents) a été testée sur 266 placettes. Elle représente des écarts de l'ordre de 0,5 en présence / absence et 0,7 en recouvrement pour le niveau d'engorgement à l'échelle de la placette, ceux-ci étant plus faibles pour la fertilité (respectivement 0,2 et 0,24). A l'échelle du site, les écarts sur les estimations de la médiane ont été calculés sur 20 sites. Pour la fertilité, les données calculées respectivement par la présence/absence et en tenant compte du recouvrement des espèces sont de 0,16 et 0,14. Pour l'indice d'engorgement, l'écart moyen de la médiane est de 0,27 et de 0,38 respectivement pour les données en présence / absence et en recouvrement.

Représentativité de l'information collectée

Le protocole flore permet de capturer au moins 50 % du total des espèces d'un site (incluant les espèces découvertes lors du programme) pour près de 80 % des sites, le pourcentage moyen étant d'environ 65 %. La représentation des espèces mésohygrophiles à hygrophiles est encore meilleure. Ce pourcentage diminue avec la taille des sites surtout, et l'augmentation du nombre de placettes ne permet pas, avec un volume de travail restant raisonnable, de compenser cette diminution.

Opérationnalité de la collecte

Compétences requises

De solides compétences botaniques sont requises, au moins concernant la flore des zones humides. Sur le bassin Rhône-Méditerrannée, bassin le plus diversifié en France en termes de types de zones humides, environ 1500 espèces ont été contactées, dont près de la moitié sont rares ou très rares. La maîtrise d'environ 800 à 900 espèces semble donc raisonnable sur l'ensemble du bassin étant donné l'impact modéré des omissions. Pour un opérateur local, ce nombre d'espèces est de l'ordre de 200 à 400.

Impact du niveau de compétences

L'effet des erreurs de détermination ou des omissions d'espèces peut être évalué par quelques données bibliographiques. ***EWALD (2003)*** a montré que l'omission de 80% des espèces les moins abondantes des placettes affecte très peu les valeurs diagnostiques ; en corollaire, les erreurs de détermination sur les espèces abondantes peuvent avoir un impact assez fort.

Temps moyen de collecte

En moyenne, le temps de collecte est de 1,5 jours par site (en un seul passage).

Temps de validation et de saisie des données

Pour une structure possédant une chaîne de saisie, le temps de saisie est de l'ordre de 1 jour par site, celui de validation des données de l'ordre de 1 heure.

Coût matériel/données / prestation/analyse

- GPS : entre 200 et 300 euros ;
- "décamètre" : environ 10 euros ;
- bornes de géomètre : environ 40 euros par borne.

En annexe :
- La fiche de relevé de terrain (Annexe 1) ;
- Les référentiels construits ou disponibles dans le cadre du programme et nécessaires à la mise en œuvre du protocole (Annexe 2).

Opérationnalité de la collecte *(Suite)*

Le référentiel flore utilisé est TAXREF 6. Des ajouts (peu nombreux) ont été effectués pour des espèces ou des taxons infra-spécifiques non inclus dans cette version.
Une table d'équivalences entre différents référentiels flore utilisés par les structures gestionnaires a été construite, afin de permettre l'importation des données saisies dans les outils métiers des structures.
Un certain nombre de taxons, qui gardent leur identité dans la base, sont regroupés pour les traitements postérieurs, essentiellement à cause de difficultés de détermination (ex. *Carex flava* et *C. lepidocarpa*).
À chaque taxon est associé un certain nombre de valeurs indicatrices (valeur d'engorgement, valeur de fertilité, coefficient de conservatisme, statuts divers...) qui servent pour le calcul des indicateurs. Pour l'essentiel, ces valeurs, établies pour la Suisse, sont tirées de ***LANDOLT et al. (2010)***.
L'application à Rhône-Alpes ne pose pas de difficultés particulières, hormis pour l'humidité. Une centaine de valeurs a été modifiée car ***LANDOLT et al. (2010)*** attribuent une valeur indicatrice d'humidité globale et non strictement édaphique : certaines espèces des milieux forestiers des climats frais et humides (ex. *Saxifraga rotundifolia*) ont ainsi des valeurs élevées alors qu'elles ne sont pas liées à des sols hydromorphes.
D'autre part, pour les espèces des zones humides méditerranéennes (absentes de Suisse), les valeurs indicatrices de ***JULVE (2012)*** ont été utilisées. Toutefois, ces dernières étaient basées sur une échelle de 1 à 12 (contre une échelle de 1 à 5 mais avec des demi-niveaux pour ***LANDOLT et al., 2010***). Il a donc fallu harmoniser les deux systèmes sur une échelle commune de 1 à 10. La comparaison des valeurs indicatrices des espèces en commun entre les deux systèmes a montré la meilleure cohérence globale (malgré des divergences assez nombreuses mais de faible ampleur) avec les équivalences suivantes du tableau 1 :

Référentiel flore et valeurs indicatrices de références

Référentiel Landolt	Référentiel Julve	Référentiel commun RhoMéo
1	1	1
1.5	2	2
2	3	3
2.5	4	4
3	5	5
3.5	6	6
4	7	7
4.5	8	8
5	9	9
5u	10	10
5v	11	10
-	12	10

Bibliographie

CHYTRY M. & OPTYKOVA Z., 2003. Plot sizes used for phytosociological sampling of European vegetation. Journal of Vegetation Science 14 : 563-570.

EWALD J., 2003. The sensivity of Ellenberg indicator values tp the completness of vegetation relevés. Basic and Applied Ecology 4 : 507-513.

JULVE Ph. 2012. CATMINAT. Document téléchargeable à l'adresse suivante : http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm

LANDOLT E. et al., 2010. Flora indicativa. CJB Genève, Haupt, Berne, 376 p.

INDICE DE QUALITÉ FLORISTIQUE

Description et principes

L'indice de qualité floristique du site est traduit par plusieurs valeurs et graphiques complémentaires permettant de résumer l'information et de conserver l'expression de la variabilité du site :

- La note moyenne de l'indice par placette à partir de laquelle on établit la valeur médiane des placettes du site ;
- L'histogramme des valeurs des placettes ;
- L'histogramme du nombre d'occurrences d'espèces par valeurs du coefficient de conservatisme.

Méthode de calcul

Pour le suivi d'un site dans le temps, il faut au préalable s'assurer que les calculs sont effectués sur les mêmes couples de placettes.

Pour les sites présentant des compartiments aquatiques, il est préconisé d'évaluer séparément ceux-ci des compartiments terrestres ou amphibies.

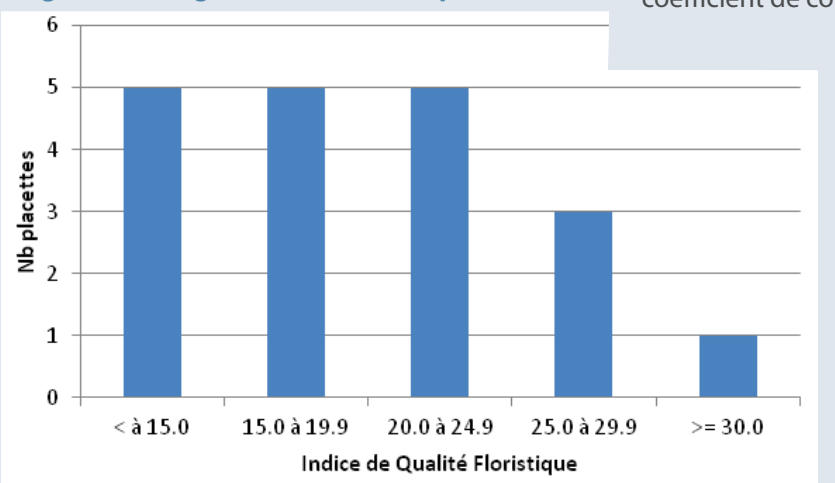
A l'échelle de la placette, la valeur de l'indice est calculée selon la procédure expliquée dans la fiche I08.

La procédure de calcul usuelle prévoit de calculer un coefficient moyen de conservatisme (CCmoy) par site, puis de multiplier cette valeur par la racine carrée du nombre d'espèces du site. Ce faisant, l'indice ne peut qu'augmenter avec le nombre de placettes ou la taille des sites (car le nombre d'espèces augmente). Nous préférons calculer un IQF par placette puis la note médiane des placettes afin d'éviter cet écueil.

A l'échelle du site, deux paramètres sont évalués :

- la tendance globale calculée par la médiane des valeurs des placettes,
- la variabilité, sous la forme d'un histogramme des IQF des placettes (figure 1) ; on compte le nombre de placettes ayant une valeur diagnostique comprise entre la borne inférieure et supérieure d'une classe (par exemple, 5 placettes ont une valeur d'humidité comprise entre 15,0 et 19,9). L'autre mode de description de cette variabilité est un histogramme des occurrences d'espèces ayant une valeur de coefficient de conservatisme donné (figure 2). Il s'agit simplement de compter, à l'échelle du site, le nombre de fois où des espèces (quelle que soit l'identité taxonomique) ayant un coefficient de conservatisme particulier ont été contactées (par exemple, on a contacté 82 des espèces ayant un coefficient de conservatisme de 6).

Figure 1 : histogramme des IQF des placettes



Clés d'interprétation de la note indicatrice

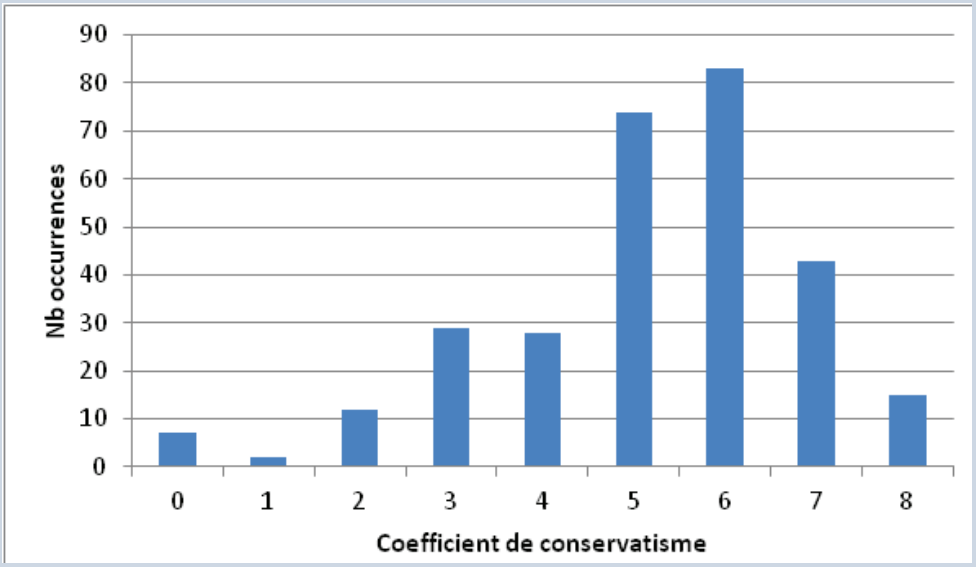
Un examen préalable de l'histogramme des valeurs diagnostiques aux dates considérées permet de déterminer si ces distributions sont symétriques ou au moins unimodales **aux deux dates à comparer**. Si tel est le cas, un test statistique d'évolution de la tendance centrale (médiane) peut être mis en oeuvre. Dans le cas contraire (notamment répartition bimodale à une des deux dates), l'évaluation sera basée sur le calcul d'un indice semi-statistique d'évolution correspondant à l'écart observé entre les deux dates (avec l'erreur imputable au protocole).
L'indice est corrélé positivement avec le niveau de perturbation global du site et avec le degré de colonisation par les espèces exotiques. La gamme de variation va de 0 (sites pour lesquels on n'aurait contacté que des espèces exotiques) à environ 35 (tourbières non perturbées), la plupart étant situées entre 10 et 25.
Les valeurs minimales, moyennes et maximales observées par type de zones humides sont données dans le graphique d'amplitude des valeurs observées.

La significativité de l'écart observé entre deux dates peut être analysée de trois manières :

- En comparant l'écart observé avec l'erreur moyenne à l'échelle d'un site (due à de mauvaises re-localisations des placettes, des décalage phénologiques, des erreurs de déterminations...) **que l'on a estimée approximativement pour l'indice de qualité floristique à 1,5** tant en présence/absence qu'avec prise en compte du recouvrement. Ces chiffres sont applicables pour tous les types de zones humides ; pour être significatif, l'écart observé doit être supérieur à l'erreur moyenne, donc supérieur à 1,5 (en valeur absolue) ;
- En calculant l'écart global entre les occurrences observées et attendues comme si ces occurrences étaient indépendantes des années. Il s'agit d'une mesure semi-statistique, le **coefficient V de Cramer** (Annexe 2 - pour un exemple détaillé des calculs) ; pour être "significatif", ce coefficient (qui varie de 0 à 1) doit être au moins supérieur à 0,1 ;
- En comparant statistiquement les valeurs des placettes avec **le test non paramétrique des rangs signés de Wilcoxon** ; pour être significatif, la statistique du test doit être inférieure à des valeurs seuils données dans des tables spéciales mais facilement disponibles (voir annexe 2 - pour le détail des calculs et l'obtention des tables).

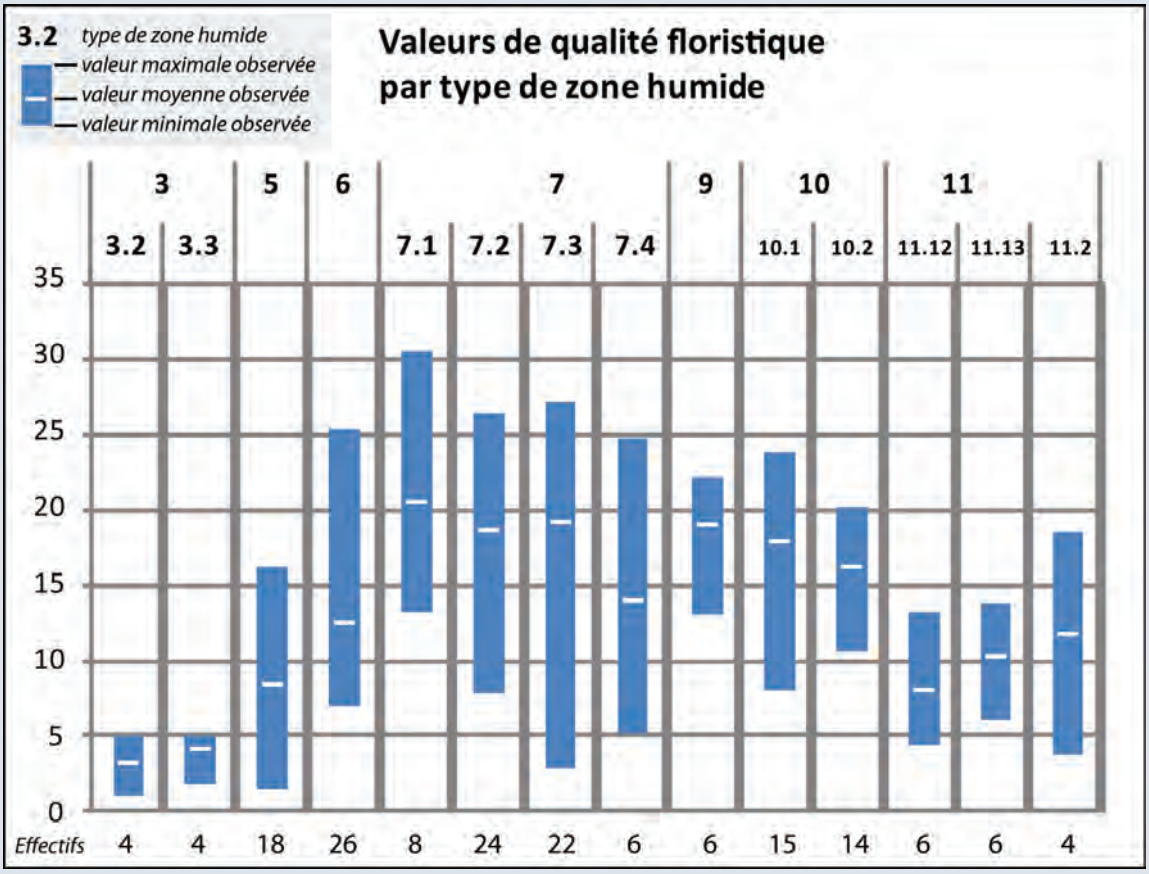
Les modes de calcul sont expliqués dans des manuels statistiques comme ***DAGNELIE (2011), SOKAL & ROHLF (2012), SPRENT (1993) ou TOMASSONE et al. (1993)***, ou enfin dans les cours de statistiques de l'Université de Lyon de *RAKOTOMALALA (2008, 2011)*.
Pour chaque site, l'évolution à deux dates peut donc être évaluée de trois manières. **L'évolution d'un site, que ce soit positivement ou négativement, est considérée probante si au moins deux de ces trois manières débouchent sur des résultats significatifs.**

Figure 2 : histogramme des IQF des placettes



Clés d'interprétation de la note indicatrice (*Suite*)

Exemples d'amplitude des valeurs observées



Exemple d'application

Sur le site des Mièges (Haute-Savoie), appartenant au type SDAGE 7, 20 placettes ont été échantillonnées en 2010, pour un total de 293 observations. La valeur de l'indice de qualité floristique de ce site est de 17,2, soit une valeur usuelle pour ce type de zones humides. Les histogrammes des valeurs par placettes et des occurrences d'espèces par valeurs indicatrices sont ceux des figures 1 et 2.

Nous avons simulé des données pour l'année 2015 (Annexe2), en basant cette simulation sur une diminution des valeurs de l'indice de l'ordre de 5%, en concentrant cette baisse sur une partie du site seulement (placettes 10 à 20).

La médiane des valeurs des placettes vaut 16,6 en 2015, soit un écart de 0,6 entre les deux dates. L'écart observé est inférieur à celui que l'on peut imputer aux diverses sources d'erreurs possibles et n'est donc pas significatif de ce point de vue.

Le coefficient de Cramer vaut 0,19 (Annexe 2) et est donc "significatif" quoique faiblement (car > 0.1 mais < 0.3).

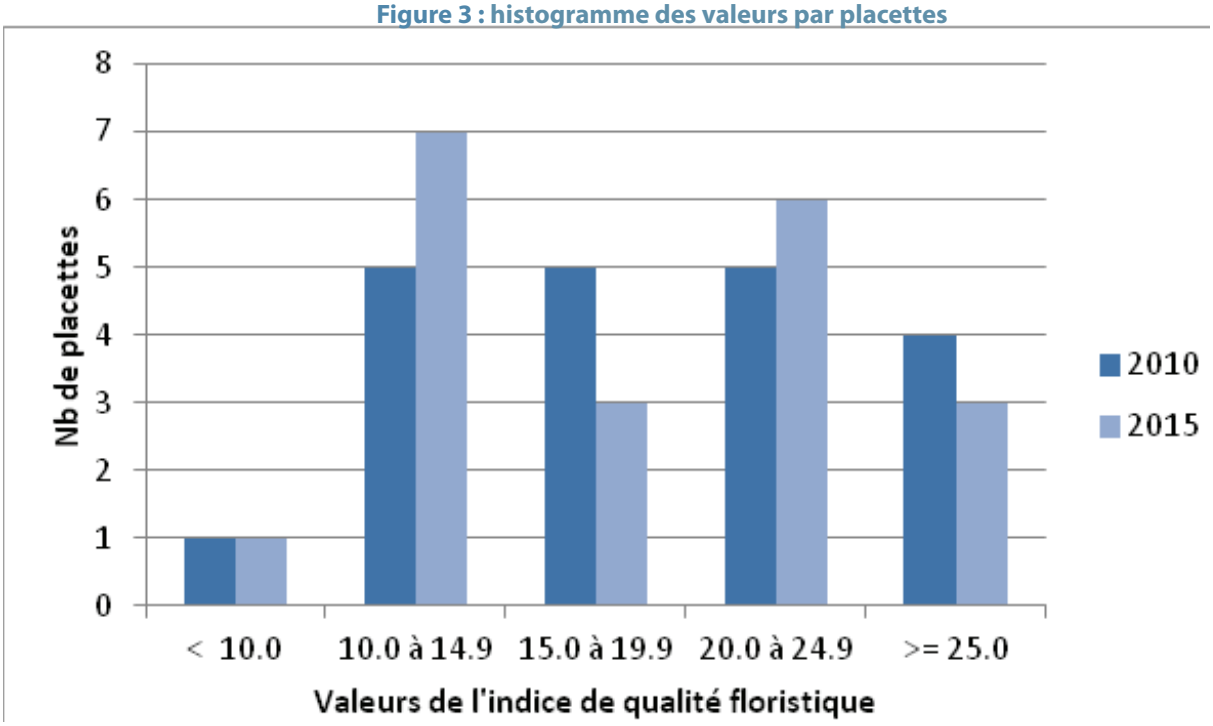
L'histogramme des valeurs par placettes pour les deux années est donné figure 3. On constate que la distribution est à peu près unimodale en 2010 (bien qu'il y ait plusieurs valeurs modales), mais plutôt bimodale (un pic entre 10,0 et 14,9 et un autre entre 20,0 et 24,9) : on ne peut donc pas appliquer le test statistique de Wilcoxon.

Une seule méthode d'évaluation indique que les différences observées entre 2010 et 2015

Exemple d'application *(Suite)*

sont significatives : on peut conclure qu'il n'y a pas d'évolution de l'indice de qualité floristique pour ce site entre les deux dates.
Toutefois, une des méthodes donne un résultat positif d'une part et une évolution différente entre les placettes semble se dessiner d'autre part. Il conviendrait de regarder si ces placettes ne concernent pas un seul transect, une partie du site seulement pouvant être affectée par exemple.

Figure 3 : histogramme des valeurs par placettes



Bibliographie

DAGNELIE P., 2011. Statistique théorique et appliquée. Tome 2. Inférence statistique à une et à deux dimensions. De Boeck (ed.), Bruxelles, 736 p.

RAKOTOMALALA R., 2008. Comparaisons de populations. test non paramétriques. Version 1, téléchargeable à l'adresse suivante : http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/cours/cours/Comp_Pop_Tests_Nonparametriques.pdf

RAKOTOMALALA R., 2011. Etude des dépendances - Variables qualitatives. Tableau de contingence et mesures d'association. Version 2, téléchargeable à l'adresse suivante : http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/cours/cours/Dependance_Variables_Qualitatives.pdf

SOKALI R.R. & ROHLF F.J., 2012. Biometry : the principles and practice of statistics in biological research. 4th edition, W. H. Freeman and Co. (eds.), New York. 937 p.

SPRENTP., 1993. Statistiques non paramétriques. INRA (ed.), Paris, 294 p.

TOMASSONE R., DERVIN C, MASSON J-P.1993. Biométrie. Modélisation de phénomènes biologiques. Masson (ed.), Paris, 553 p.

SITE

Id. ____ Nom _____

Date __/__/____ Observateur _____

Remarques diverses

POINT D'OBSERVATION

Altitude ____ m

Coordonnées X= _____

Y= _____

1 - Situation ☐ terrain plat ☐ en pente ☐ faible ☐ moyenne ☐ forte

2 - Exposition ☐ N ☐ NW ☐ W ☐ SW ☐ S ☐ SE ☐ NE ☐ E

RELEVE FLORISTIQUE

N° de relevé _____

Surface du relevé (m²) _____

❑ Relevé emboîté

N° du relevé de taille supérieure _____

Durée d'observation _____

Structure de la végétation

	Recouvrement (%)	Hauteur (m)
Strate arborée (A)		
arbustive (a)		
sous-arbustive (sa)		
herbacée (h)		
muscinale (m)		

Physionomie (cocher)

	❑ AL	❑ BM	❑ LA	❑ BFH
	❑ AQ	❑ HM	❑ FU	❑ BCH
	❑ EC	❑ GH		
	❑ EX	❑ MC		
	❑ FO	❑ PH		
	❑ RB	❑ MG		
		❑ CN		
placette	(2 x 2)	(4 x 4)	(7 x 7)	(15 x 15)
surface	4	16	49	225

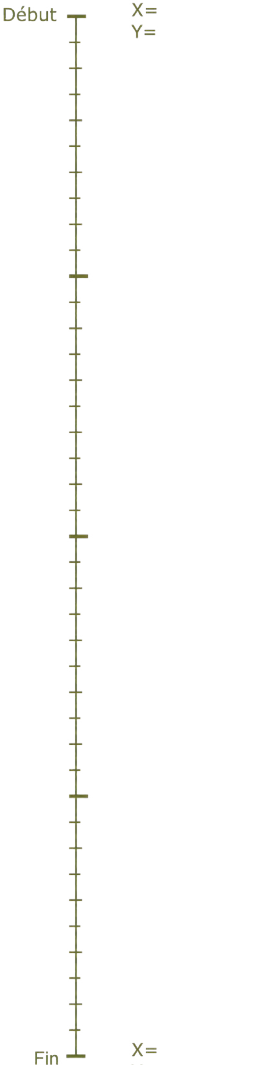
Description du milieu (en français)

Espèce et sous-espèce	*Cocher si récolte*	Strate (A, a, sa, h, m)	Abond. (de + à 5)
01	❑		
02	❑		
03	❑		
04	❑		
05	❑		
06	❑		
07	❑		
08	❑		
09	❑		
10	❑		
11	❑		
12	❑		
13	❑		
14	❑		
15	❑		
16	❑		
17	❑		
18	❑		
19	❑		
20	❑		
21	❑		
22	❑		
23	❑		
24	❑		
25	❑		

Espèce et sous-espèce	*Cocher si récolte*	Strate (A, a, sa, h, m)	Abond. (de + à 5)
26	❑		
27	❑		
28	❑		
29	❑		
30	❑		
31	❑		
32	❑		
33	❑		
34	❑		
35	❑		
36	❑		
37	❑		
38	❑		
39	❑		
40	❑		
41	❑		
42	❑		
43	❑		
44	❑		
45	❑		
46	❑		
47	❑		
48	❑		
49	❑		
50	❑		

N° de transect :

localiser les relevés et sondages pédologiques
noter la distance entre les
différents habitats et les codes CB



échelle : _____

Physionomie des formations végétales

Quatre types de physionomie dite simplifiée (ou formation végétale = physionomie au sens strict) sont définies comme étant, chacune, une formation végétale dominée par une seule strate de végétation. Nous avons retenu ici les quatre strates de végétation d'usage courant dans les travaux phytosociologiques : herbacée, sous-arbustive, arbustive et arborescente, sans pour autant avoir rassemblé des éléments de définition clairs. A défaut de documentation sur les critères utilisés, on peut considérer que chaque strate correspond à un ou plusieurs types biologiques dominants :

- Herbacée : thérophytes, geophytes, hémicryptophytes, nano-chaméphytes
- Sous-arbustive : autres chaméphytes, nano-phanérophytes
- Arbustive : mésophanérophytes
- arborescente : méga-phanérophytes

Ces physionomies simplifiées sont déclinées en physionomies détaillées dans les tableaux ci-dessous.

Dans les tableaux principaux, nous avons surligné en couleur claire les formations typiques des zones humides et en couleur foncée celles pour lesquelles une partie des habitats concernés se rencontre en zone humide.

Caractérisation des physionomies détaillées

	Physionomie simplifiée ARBUSTIVE (FA)	
FS	**Fourré sempervirent**	Formation dominée par des espèces à feuillage persistant, épineuses ou non (Buxaie, Juniperaie, …)
FM	**Fourré mésophile à sec**	Formation dominée des espèces caducifoliées des autres situations (Coryllaie, coudraie, accru à …, fourré à Amelanchier, …).
FU	**Fourré humide**	Formation dominée des des espèces caducifoliées des sols engorgés, des bordures d'eaux calmes et courantes (saulaie arbustive, fourré à bourdaine, …). Les aulnaies vertes sont traitées sous FM
FR	**Fourré artificiel**	ex. : haie bocagère
	Physionomie simplifiée ARBORESCENTE (FT)	
BFM	**Boisement feuillu** *(mésophile à sec)*	Formation dominée par des espèces feuillues (>75 % de recouvrement) caducifoliées des autres situations, sèches ou mésophiles
BFH	**Boisement feuillu humide**	Formation dominée par des espèces feuillues (>75 % de recouvrement) caducifoliées des sols engorgés (nappe affleurante ou peu profonde) et des situations alluviales et riveraines (nappe circulante à niveau variable et crues). Les boisements à sous bois de mégaphorbiaie non riverain ou alluviaux sont traités sous BFM.
BCM	**Boisement de conifère** *(mésophile à sec)*	Formation dominée par les conifères (>75 % recouvrement) des situations sèches ou mésophiles. Les pré-bois de Mélèze, Arolle, Pin à crochet et de Thurifère sont considérés comme des formations arborescentes dès 15 % de recouvrement (au lieu de 30 % pour les autres essences).
BCH	**Boisement de conifères humide**	Formation dominée par les conifères (>75 % recouvrement) des sols humides ou engorgés. Les pré-bois de Pin à crochet sur tourbe sont considérés comme des formations arborescentes dès 15 % de recouvrement (au lieu de 30 % pour les autres essences).
BMI	**Boisement mixte**	Formation mixte conifères/feuillus ou feuillus sempervirents/feuillus caducifolié dans laquelle aucune des essences atteint individuellement 75 % de la surface. Les combinaisons mixtes d'essences sont retenues dans la liste de peuplements.
BFS	**Boisement feuillu sempervirent**	Formation dominée par des espèces feuillues (>75 % de recouvrement) sempervirentes
BA	**Boisement artificiel**	

Physionomie des formations végétales *(Suite)*

Physionomie simplifiée HERBACEE (FH)		
AL	**Alluvions** (*Végétation herbacée pionnière des*)	Formation très ouverte pionnière des alluvions actifs, régulièrement perturbés et alimentés, des torrents, des rivières et des fleuves à régime nival (bilan hydrique largement déficient sur un substrat très drainant), riches en galets mêlés ou non de terre fine.
CN	**Combe à neige** (*Végétation des*)	Formation à degré d'ouverture variable des zones longuement enneigées de l'étage alpin (rare au subalpin) souvent dominée par des nanophanérophytes du genre Salix. Substrat variable, formes minérales caractérisées le tassement des éléments du substrat (fins à moyens)
DA	**Dalles rocheuses** (*Végétation pionnière des*)	Formation herbacée ouverte pionnière des affleurements rocheux (souvent tabulaires avec pente peu marqué), riche en plantes grasses et à composition mixte vivaces et annuelles. Elle comprend la végétation pionnière des lapiaz vifs
RO	**Parois et façades rocheuses** (*Végétation des*)	Formation clairsemée des anfractuosités rocheuses, végétation saxicole au sens strict, incluant la végétation des rochers frais méridionaux mais pas les suintements quasi permanents
EB	**Éboulis** (*Végétation des)*	Formation très ouverte pionnière des éboulis et chaos rocheux, actifs ou stabilisés, comprenant la végétation colonisant les moraines. Formation caractérisée par la (quasi) absence de sol. Ne comprend pas les formations pionnières à saules nains des chaos rocheux longuement enneigés qui sont à coder sous CN (combes à neige)
GH	**Grands hélophytes** (Communauté de)	Formation souvent dense de grands hélophytes graminoïdes (roselières au sens large à Phragmites, Phalaris, Typha, Schoenoplectus, Cladium...) comprenant à la fois les communautés franchement aquatique et les communautés terrestres (atterries).
RB	**Petits hélophytes** (*Communauté de*)	Formation souvent clairsemée de petits hélophytes non graminoïdes des eaux stagnantes peu profondes à niveau variable (Sparganium sppl., Alisma sppl., Equisetum fluviatile, Oenanthe aquatica, Rorippa amphibia, Butomus umbellatus, Sagitaria sagitifolia), également appelé roselière basse.
MC	**Magnocariçaie**	Formation haute dominée par des hélophytes de la famille des cypéracées comprenant à la fois les communautés franchement aquatiques et des communautés terrestres à sol mouillé une partie de l'année.
HM	**Haut-marais**	Formation mixte bryophytique (sphaignes), herbacée (cypéracée) et sous-arbustive (éricacées) formant un paysage lâchement moutonné de buttes de sphaignes et de creux plus ou moins inondés
BM	**Bas-marais et marais de transition**	Formation basse dominée par des cypéracées de petites et moyennes taille à nappe d'eau proche ou juste au dessus de la surface. Comprend aussi les formations amphibies franchement aquatiques (ceinture à Eriophorum scheuchzeri) des étages subalpin et alpin.
MG	**Mégaphorbiaie**	Formation dense et haute dominée par des dicotylédones à feuillage très recouvrant des milieux frais à humides, riches en éléments minéraux. Comprend aussi les formations montagnardes à subalpines mésophiles composition mixte entre graminées et dicotylédones (Calamagrostis sp. souvent), d'origine naturelle (praires de couloirs d'avalanche). Plaine, montagnard et subalpin. Urtica, Anthriscus, Convolvulus, lisière nitrophiles ?
AQ	**Végétation aquatique**	Ensemble vaste de formations végétales strictement aquatiques (non hélophytiques), des eaux stagnantes et courantes, enracinées ou libres, immergées ou submergées. Comprend les herbiers à Sparganium angustifolium des étages subalpin et alpin.
FO	**Végétation fontinale**	Formation en majorité dominée par les bryophytes, avec végétation vasculaire peu diversifiée mais parfois assez recouvrante (Epilobium alsinifolium, Saxifraga aizoides, Carex frigida), colonisant les sources, les bords de ruisselets et les rochers suintants, milieux imbibé en permanence
EC	**Bordure d'eaux courantes** (*Végétation amphibie des*)	Formation amphibie vivace dense (petits hélophytes souvent) et entremêlée occupant les petits cours d'eau et leurs berges ainsi que les lones et bras-mort à courant faible (comprend les herbiers à Glyceria, Berula, Apium, Nasturtium et Leersia).
EX	**Grèves exondées** (*Végétation pionnière des*)	Formation pionnière annuelle et vivace de petite taille (Eleocharis acicularis, Littorella uniflora, Ludwigia palustris, Juncus bulbosus...) ou plus haute (Polygonum lapathifolium, Bidens pl.sp. etc.). des zones périodiquement exondées des eaux stagnantes et courantes, végétation à caractère amphibie souvent marqué.
PS	**Pelouse** (*de basse et moyenne altitude*)	Formation basse diversifiée, de hauteur moyenne inférieure à 50 cm à dominante graminéenne, des sols maigres des étages planitiaire, collinéen et montagnard. Recouvrement minéral variable, comprend aussi les pelouses rocailleuses de colonisation d'éboulis et des roches altérées. La hauteur de certaines formations (ex. formation dense à Brome érigé) doit examinées attentivement pour distinguer la pelouse de la prairie.

Physionomie des formations végétales *(Suite)*

	Physionomie simplifiée HERBACEE (FH)	
PA	**Pelouse alpine et pâturage d'altitude**	étages supérieurs (subalpin et alpin). Recouvrement minéral souvent important, comprend aussi les pelouses rocailleuses de colonisation d'éboulis et des roches altérées. L'altitude est le critère déterminant.
TH	**Pelouse pionnière annuelle**	Formation très ouverte primaire dominée par espèces annuelles de petite taille à cycle court, fréquemment sur substrats fins et mobiles
PH	**Prairie humide** (*et pelouse humide*)	Formation herbacée d'origine anthropique diversifiée, dense et haute à dominante graminéenne, fauchée et/ou pâturée, humide à mouillée (nappe affleurante) une partie de l'année, périodiquement inondée. Les prairies alluviales à *Arrhenatherum elatius* à tendance mésohygrophile des niveaux topo supérieurs sont traitées sous PM. Les formations basses méditerranéennes à *Deschampsia media* sont comprises dans PH.
PM	**Prairie** (*mésophile et méso-xérophile*)	Formation diversifiée d'origine anthropique, dense et haute à dominante graminéenne de hauteur supérieure à 50 cm, fauchée et/ou pâturée, temporairement humide, exceptionnellement inondée et mouillée. Les formations semi hautes pâturées d'altitude ne sont pas comprises. La hauteur de certaines formations (ex. formation dense à Brome érigé) doit examinées attentivement pour distinguer la pelouse de la prairie. Les formations naturelles montagnardes à hautes herbes mixtes (graminées et dicotylédones) sont à coder sous MG Mégaphorbiaie.
OU	**Ourlet herbacé maigre**	Formation mésophile à méso-xérophile, peu élevée, développées sur des terrains maigres en bordure externe de végétations arbustives et forestières (conditions héliophiles à hémi-héliophiles) ou colonisant d'ancien espaces agro-pastoraux, dominée par des espèces à développement tardif, parmi lesquels les graminées sont (co-)dominantes. Les formations à Rubus sont codés OU ou OF en fonction de leur situation. Les manteaux arbustifs sont traités dans les fourré quand le recouvrement arbustif > 25 %, < 25 %, ils sont traités ici
OF	**Coupes et ourlets forestiers**	Formation intraforestière, constituée de grandes dicotylédones vivaces colonisant les coupes forestières récentes et les clairières à sol riches, ou de dicotylédones moins grande en situation de lisière et de clairière (Aegopodium, …). Comprend également les formations de lisière intraforestièresd dominées par des graminées (Festuca gigantea, Bromus ramosus / benekenii, Calamagrostis varia, Elytrigia / Roegneria ou encore à Hordelymus europaeus). A préciser JCV. Comprend les ronciers forestiers. Les formations riveraines à Petasites albus (souvent intraforestières) sont codées sous MG – Mégaphorbiaie. Les formations de lisère humides à Petasites albus sont quant à elles traités ici.
RU	**Friche herbacée et végétation rudérale**	Formation dominée par des espèces annuelles et/ou bisannuelles des terrains agricoles, urbains, industriels irrégulièrement perturbé, souvent nitrophile. Comprend aussi la végétation rudérale vivace des reposoirs à bestiaux et des friches à graminées (chiendent) sur anciens terrains agricoles. Comprend également les formations vivaces de substitution de xénopytes (Reynoutria japonica/ bohemica ou Impatiens glandulifera.
CU	**Cultures** (*Végétation des*)	Formation basse et très ouverte dominée par des plantes annuelles (à bisannuelles) des terrains agricoles exploités et les cultures arboricoles à terre retournée.
HY	**Végétation rase hyperpiétinée**	Formation dominée par des plantes annuelles prostrées supportant le piétinement régulier de toute nature
MU	**Murs** (*Végétation anthropique des)*	Formation colonisant les murs
AR	**Autre formation herbacée artificielle**	
	Physionomie simplifiée SOUS-ARBUSTIVE (FSA)	
LA	**Lande et landine**	Formation végétale dominée par des petits chaméphytes (landines) ou des grands chaméphytes (landes). Les seuils de recouvrement de la strate sous-arbustive sont donnés dans « Physionomies complexes ».
GA	**Garrigue** (incluant les *et ourlets herbacés méditerranéens*)	Formation végétale dominée par des chaméphytes des secteurs supra- et oro-méditerranéens

Physionomie des formations végétales *(Suite)*

Une mise en correspondance entre cette typologie et d'autres largement utilisées a été faite. En ce qui concerne la phytosociologie au niveau de l'alliance, chaque unité de la typologie physionomique correspond à plusieurs alliances. Ceci n'a rien d'étonnant. Dans l'autre sens, c'est l'inverse qui est la règle, c'est-à-dire qu'une alliance n'est comprise que dans une seule unité physionomique. Il existe quelques exceptions cependant où une alliance peut être traitées suivant les cas dans deux physionomies distinctes. Ces alliances « problématiques » sont listées dans le tableau suivant

Liste des alliances rattachables à deux physionomies

Alliance	*CodeProdrome*	*PhysioDet1*	*PhysioDet2*
Convolvulion sepium	28.0.1.0.1	MG - Mégaphorbiaie	RU - Friche herbacée et végétation rudérale
Aegopodion podagrariae	29.0.1.0.1	OF - Coupes et ourlets forestiers	RU - Friche herbacée et végétation rudérale
Corynephorion canescentis	36.0.1.0.1	PS - Pelouse	TH - Pelouse pionnière annuelle
Littorellion uniflorae	38.0.1.0.1	EX - Grèves exondées	AQ - Végétation aquatique
Molinio caeruleae-Quercion roboris	57.0.2.0.3	BFM - Boisement feuillu	BFH - Boisement feuillu humide
Fraxino excelsioris-Quercion roboris	57.0.3.1.1	BFM - Boisement feuillu	BFH - Boisement feuillu humide
Salicion helveticae	10.0.1.0.2	FM – Fourré mésophile	FU - Fourré humide
Salicion lapponi-glaucosericeae	10.0.1.0.3	FM – Fourré mésophile	FU - Fourré humide
Berberidion vulgaris	20.0.2.0.7	FM – Fourré mésophile	FS - Fourré sempervirent
Salici cinereae-Rhamnion catharticae	20.0.2.0.10	FM – Fourré mésophile	FU - Fourré humide
Cephalanthero rubrae-Pinion sylvestris	24.0.2.0.1	BCM - Boisement de conifère	BMI - Boisement mixte
Piceion excelsae	74.0.3.0.1	BCM - Boisement de conifère	BCH - Boisement de conifères humide
Cephalanthero rubrae-Fagion sylvaticae	57.0.3.2.1	BFM - Boisement feuillu	BMI - Boisement mixte
Fagion sylvaticae	57.0.3.3.1	BFM - Boisement feuillu	BMI - Boisement mixte
Luzulo luzuloidis-Fagion sylvaticae	57.0.3.3.3	BFM - Boisement feuillu	BMI - Boisement mixte
Salicion triandrae	62.0.1.0.1	FU – Fourré humide	FM - Fourré mésophile
Salicion incanae	62.0.1.0.2	FM – Fourré mésophile	FU - Fourré humide
Alysso alyssoidis-Sedion albi	65.0.2.0.1	DA – Dalles rocheuses	TH - Pelouse pionnière annuelle
Sedo albi-Veronicion dillenii	65.0.2.0.2	DA – Dalles rocheuses	TH - Pelouse pionnière annuelle
Sedion micrantho-sediformis	65.0.2.0.3	DA – Dalles rocheuses	TH - Pelouse pionnière annuelle
Knaution gracilis	72.0.1.0.3	OU – Ourlet maigre	OF - Coupes et ourlets forestiers
Betulion pubescentis	74.0.2.0.1	BFH - Boisement feuillu humide	BCM - Boisement de conifère

Pages suivantes
Correspondances entre physionomies et alliances phytosociologiques (la nomenclature est celle du Prodrome des végétations de France)

Physionomie des formations végétales *(Suite)*

Code Libellé	Alliance *(en italique les alliances problématiques)*
AL Alluvions	Epilobion fleischeri
	Glaucion flavi
AQ Végétation aquatique	Batrachion fluitantis
	Hydrocharition morsus-ranae
	Lemnion minoris
	Lemnion trisulcae
	Littorellion uniflorae
	Nymphaeion albae
	Potamion pectinati
	Potamion polygonifolii
	Ranunculion aquatilis
	Scorpidio scorpidioidis-Utricularion minoris
	Sphagno cuspidati-Utricularion minoris
BCH Bois. conifères humide	*Piceion excelsae*
BCM Boisement de conifère	*Betulion pubescentis*
	Cephalanthero rubrae-Pinion sylvestris
	Deschampsio flexuosae-Pinion sylvestris
	Erico carneae-Pinion sylvestris
	Juniperion thuriferae
	Ononido rotundifolii-Pinion sylvestris
	Piceion excelsae
BFH Boisement feuillu humide	Alnion glutinosae
	Alnion incanae
	Betulion pubescentis
	Fraxino excelsioris-Quercion roboris
	Molinio caeruleae-Quercion roboris
	Osmundo regalis-Alnion glutinosae
	Populion albae
	Salicion albae
	Sphagno-Alnion glutinosae
BFM Boisement feuillu	Acerion pseudoplatani
	Carpinion betuli
	Cephalanthero rubrae-Fagion sylvaticae
	Fagion sylvaticae
	Fraxino excelsioris-Quercion roboris
	Luzulo luzuloidis-Fagion sylvaticae
	Molinio caeruleae-Quercion roboris
	Polysticho setiferi-Fraxinion excelsioris
	Quercion pubescenti-sessiliflorae

Code Libellé	Alliance *(en italique les alliances problématiques)*
BFM Boisement feuillu	Quercion roboris
	Rubo caesii-Populion nigrae
	Tilio platyphylli-Acerion pseudoplatani
	Tilion platyphylli
BFS Bois. feuillu sempervirent	Quercion ilicis
BM Bas-marais et marais de transition	Caricion davallianae
	Caricion fuscae
	Caricion incurvae
	Caricion lasiocarpae
	Eriophorion scheuchzeri
	Rhynchosporion albae
BMI Boisement mixte	*Cephalanthero rubrae-Fagion sylvaticae*
	Cephalanthero rubrae-Pinion sylvestris
	Fagion sylvaticae
	Luzulo luzuloidis-Fagion sylvaticae
CN Combe à neige	Arabidion caeruleae
	Salicion herbaceae
CU Cultures	Caucalidion lappulae
	Diplotaxion erucoidis
	Panico crus-galli-Setarion viridis
	Roemerion hybridae
	Scleranthion annui
	Veronico agrestis-Euphorbion peplus
DA Dalles rocheuses	*Alysso alyssoidis-Sedion albi*
	Sedion micrantho-sediformis
	Sedo albi-Scleranthion biennis
EB Éboulis	Allosuro crispi-Athyrion alpestris
	Androsacion alpinae
	Arabidion alpinae
	Drabion hoppeanae
	Dryopteridion abbreviatae
	Dryopteridion submontanae
	Galeopsion segetum
	Petasition paradoxi
	Scrophularion juratensis
	Senecionion leucophylli
	Stipion calamagrostis
	Thlaspion rotundifolii

Physionomie des formations végétales *(Suite)*

Code	Libellé	Alliance *(en italique les alliances problématiques)*
EC	Bordure d'eaux courantes	Apion nodiflori
		Glycerio fluitantis-Sparganion neglecti
EX	Grèves exondées	Bidention tripartitae
		Chenopodion rubri
		Cicendion filiformis
		Elatino triandrae-Eleocharition ovatae
		Eleocharition acicularis
		Elodo palustris-Sparganion
		Helochloion schoenoidis
		Littorellion uniflorae
		Nanocyperion flavescentis
		Radiolion linoidis
FM	Fourré mésophile	Alnion viridis
		Berberidion vulgaris
		Carpino betuli-Prunion spinosae
		Corylo avellanae-Populion tremulae
		Cytision oromediterraneo-scoparii
		Lonicerion periclymeni
		Pruno spinosae-Rubion radulae
		Pruno spinosae-Rubion ulmifolii
		Salici cinereae-Rhamnion catharticae
		Salicion helveticae
		Salicion incanae
FO	Végétation fontinale	Cardamino amarae-Montion fontanae
		Caricion remotae
		Cratoneurion commutati
		Dermatocarpion rivulorum
		Epilobio nutantis-Montion fontanae
		Pellion endiviifoliae
		Riccardio pinguis-Eucladion verticillati
FS	Fourré sempervirent	*Berberidion vulgaris*
FU	Fourré humide	*Salici cinereae-Rhamnion catharticae*
		Salicion cinereae
		Salicion helveticae
		Salicion incanae
		Salicion lapponi-glaucosericeae
		Salicion triandrae
GA	Garrigue	Brachypodion phoenicoidis
		Dactylo hispanici-Helichrysion staechadis

Code	Libellé	Alliance *(en italique les alliances problématiques)*
GA	Garrigue	Helianthemo italici-Aphyllanthion monspeliensis
		Lavandulo angustifoliae-Genistion cinereae
		Phlomido lychnitidis-Brachypodion retusi
		Rosmarinion officinalis
GH	Grands hélophytes	Phalaridion arundinaceae
		Phragmition communis
HM	Haut-marais	Sphagnion medii
HY	Végétation rase hyperpiétinée	Lolio perennis-Plantaginion majoris
		Poion supinae
		Polygono arenastri-Coronopodion squamati
		Saginion procumbentis
LA	Lande	Arctostaphylo-Cetrarion nivalis
		Calluno vulgaris-Arctostaphylion uvae-ursi
		Ericion carneae
		Genistion tinctorio-germanicae
		Genisto pilosae-Vaccinion uliginosi
		Juniperion nanae
		Loiseleurio procumbentis-Vaccinion microphylli
		Rhododendro ferruginei-Vaccinion myrtilli
MC	Magnocariçaie	Carici pseudocyperi-Rumicion hydrolapathi
		Caricion gracilis
		Magnocaricion elatae
MG	Mégaphorbiaie	Adenostylion alliariae
		Arunco dioici-Petasition albi
		Calamagrostion arundinaceae
		Calamagrostion villosae
		Convolvulion sepium
		Dorycnion recti
		Filipendulo ulmariae-Petasition
		Petasition officinalis
		Thalictro flavi-Filipendulion ulmariae
MU	Murs	Cymbalario muralis-Asplenion rutae-murariae
		Parietario judaicae-Galion muralis
OF	Coupes et ourlets forestiers	*Aegopodion podagrariae*
		Atropion belladonnae
		Epilobion angustifolii
		Geo urbani-Alliarion petiolatae
		Impatienti noli-tangere-Stachyion sylvaticae
		Knaution gracilis

Physionomie des formations végétales *(Suite)*

Code	Libellé	Alliance *(en italique les alliances problématiques)*
OU	Ourlet maigre	Conopodio majoris-Teucrion scorodoniae
		Geranion sanguinei
		Holco mollis-Pteridion aquilini
		Knaution gracilis
		Melampyrion pratensis
		Melampyro sylvatici-Poion chaixii
		Potentillo erectae-Holcion mollis
		Trifolion medii
PA	Pelouse alpine et pâturage d'altitude	Avenion sempervirentis
		Caricion curvulae
		Caricion ferrugineae
		Festucion variae
		Nardion strictae
		Oxytropido-Elynion myosuroidis
		Poion alpinae
PH	Prairie humide	Alopecurion pratensis
		Alopecurion utriculati
		Bromion racemosi
		Deschampsio mediae-Molinion arundinaceae
		Deschampsion mediae
		Juncion acutiflori
		Mentho longifoliae-Juncion inflexi
		Molinion caeruleae
		Oenanthion fistulosae
		Paspalo distichi-Agrostion semiverticillatae
		Potentillion anserinae
PM	Prairie mésophile	Arrhenatherion elatioris
		Brachypodio rupestris-Centaureion nemoralis
		Cynosurion cristati
		Triseto flavescentis-Polygonion bistortae
PS	Pelouse	Carici arenariae-Festucion filiformis
		Corynephorion canescentis
		Diantho gratianopolitani-Melicion ciliatae
		Galio saxatilis-Festucion filiformis
		Genistion lobelii
		Koelerio macranthae-Phleion phleoidis
		Mesobromion erecti
		Ononidion cenisiae
		Ononidion striatae

Code	Libellé	Alliance *(en italique les alliances problématiques)*
PS	Pelouse	Ononidion striatae
		Seslerion elegantissimae
		Stipo capillatae-Poion carniolicae
		Violion caninae
		Xerobromion erecti
RB	Petits hélophytes	Oenanthion aquaticae
RO	Parois et façades rocheuses	Adiantion capilli-veneris
		Androsacion vandellii
		Asplenion glandulosi
		Asplenion septentrionalis
		Dianthion gratianopolitani
		Phagnalo saxatilis-Cheilanthion maderensis
RU	Friche herbacée et végétation rudérale	*Aegopodion podagrariae*
		Arabidopsion thalianae
		Arction lappae
		Artemisio absinthii-Agropyrion intermedii
		Bromo-Oryzopsion miliaceae
		Chenopodion muralis
		Convolvulion sepium
		Convolvulo arvensis-Agropyrion repentis
		Dauco carotae-Melilotion albi
		Drabo muralis-Cardaminion hirsutae
		Falcario vulgaris-Poion angustifoliae
		Geranio pusilli-Anthriscion caucalidis
		Hordeion murini
		Malvion neglectae
		Onopordion acanthii
		Onopordion nervosi
		Rumicion pseudalpini
		Silybo mariani-Urticion piluliferae
		Sisymbrion officinalis
		Valantio muralis-Galion muralis
TH	Pelouse pionnière annuelle	*Alysso alyssoidis-Sedion albi*
		Corynephorion canescentis
		Helianthemion guttati
		Sedion micrantho-sediformis
		Sedo albi-Veronicion dillenii
		Sileno conicae-Cerastion semidecandri
		Thero-Airion Tüxen
		Trachynion distachyae

Pression d'échantillonage

Taille du site en hectare	Nb habitats	Nb minimum de relevés	Densité minimale de relevé à l'hectare
1 ha		3	3
Entre 1 et 10 ha	<5	5	0.5
	>=5	10	1
Entre 10 et 50 ha	<5	10	0.2
	>=5	20	0.4
Entre 50 et 200 ha	<10	20	0.1
	>=10	40	0.2
Plus de 200 ha[1]	<10	50	~ 0.06
	>=10	60	~ 0.07

Structure de la végétation et taille des placettes

Type de structure	Physionomie détaillée	Placette Taille *en m2* (dimensions) *en m*	Remarque
Végétation herbacée aquatique et terrestre rase	**AL** : Végétation herbacée pionnière des alluvions	**4 (2 x 2)**	Comprend en partie les formes pionnières des bas-marais alpins à Carex bicolor.
	AQ : Végétation aquatique	**4 (2 x 2)**	Comprend aussi les gouilles à Utriculaires des tourbières des hauts-marais. Observation visuelle et par grapinage
	EC : végétation amphibie de bordure des eaux courantes	**4 (2 x 2)**	La végétation des bords de torrents ou sources de l'alpin est traitée sous **FO**
	EX : Végétation pionnière des grèves exondées, à annuelles ou vivaces	**4 (2 x 2)**	Taille maximale le plus souvent ; des placettes rectangulaires, avec le moins de déclivité possible, sont préférables
	FO : Végétation fontinale	**4 (2 x 2)**	Sources, suintements, tuffières
	RB : communautés de petits hélophytes non graminoïdes	**4 (2 x 2)**	Des placettes rectangulaires, avec le moins de déclivité possible, sont préférables
Végétation herbacée moyenne et haute	**BM** : bas-marais et marais de transtiion	**16 (4 x 4)**	Comprend les bas-marais alcalins, et ceux à tendance acide (à *Carex nigra, Eriophorum scheuchzeri*) et ceux de transition (*Carex lasiocarpa, C. limosa*)
	HM : formation à Sphaignes et cypéracées de petite taille	**16 (4 x 4)**	
	GH : communautés des grands Hélophytes (Phragmites, Phalaris, Typha, …)	**16 (4 x 4)**	Comprend les roselières aquatiques ou sèches
Végétation herbacée moyenne et haute	**MC** : communautés dominées par des Cypéracées de grande taille	**16 (4 x 4)**	Caricaies à *C. acuta, C. riparia, C. acutiformis, C. elata, C. vesicaria, C. pseudocyperus* , et Cladiaies
	PH : prairie humide à dominante de graminées	**16 (4 x 4)**	Moliniaies et prairies inondables des grandes vallées alluviales à *Hordeum seccalinum* ou *Oenanthe fistulosa*
	MG : formation denses et hautes dominées par des Dicotylédones à feuilles larges (mégaphorbiaie) ou co-dominée par des graminées	**16 (4 x 4)**	
	CN : combes à neige de l'étage alpin (rarement plus bas)	**16 (4 x 4)**	
Végétation de landes ou de fourrés	**LA** : landes à Ericacées de colonisation des tourbières	**49 (7 x 7)**	
	FU : formation arbustive des sols engorgés ou de bordure des eaux courantes	**49 (7 x 7)**	Aulnaies vertes les plus humides, fourrés de Saules (*S. cinerea, S. purpurea, S. daphnoides, S. breviserrata, S. myrsinifolia* , ….)
Boisements	**BFH, BCH** : tous les types de boisements humides	**225 (15 x 15)**	Aulnaies glutineuses ou blanches, Saulaies blanches, peupleraies blanches, boulaies à sphaignes, pessières à sphaignes, pinèdes à Molinie les plus humides, chênaies à Molinie

Calcul du coefficient V de Cramer

La question posée: les occurrences des valeurs d'indice suivent-elles une distribution identique entre l'année 1 et l'année n du suivi ? Autrement dit, y a-t-il un lien (ou dépendance) entre les valeurs des indices et les années ?

Pour cela, on doit comparer nos données à un jeu de données simple à calculer et qui représente le nombre d'occurrences d'espèces ayant une valeur indicatrice en cas de distribution identique entre les deux années : c'est le jeu de données attendu s'il n'y avait aucune différence de distribution. Dans le cas attendu, les occurrences ne dépendent que de la fréquence relative de la valeur indicatrice et du nombre d'observations de l'année concernée (pour la méthode précise de calcul, voir les exemples ci-dessous).

On calcule ensuite l'écart global (appelé Khi deux) entre les occurrences observées et les occurrences attendues comme :

$$\text{Khi deux} = \left(\sum (\text{occurrences observées})^2 / \text{occurrences attendues}\right) - \text{effectif total}$$

Plus la valeur est élevée, plus l'écart entre valeurs attendues et observées est fort, et donc, plus les occurrences des valeurs indicatrices sont différentes entre les années. En théorie, cette valeur suit une loi du Khi deux et on peut tester statistiquement si la valeur observée est compatible avec l'hypothèse d'indépendance entre les valeurs et les années. Mais, comme les placettes sont appariées et que les individus statistiques ne sont pas clairement définis, le test statistique n'est pas applicable. Un coefficient normalisé (qui ne dépend pas du nombre de catégories ni de l'effectif total) dérivé de la valeur du Khi deux, appelé coefficient V de Cramer, est donc calculé pour évaluer le niveau d'association entre les occurrences des valeurs indicatrices et les années. Il vaut 0 si les effectifs sont égaux (ou proportionnels) et tend d'autant vers 1 que les occurrences sont dissemblables entre les années. Empiriquement, on qualifie le niveau d'association entre années et occurrences de :

association forte	si V > 0.5
association modérée	si V compris entre 0.3 et 0.5
association faible	si V compris entre 0.1 et 0.3
pas d'association	si V < 0.1

Attention, les valeurs fortes indiquent une association, c'est-à-dire une dépendance, entre années et valeurs indicatrices, et non pas entre années. Autrement dit, plus l'association est forte, moins la « corrélation » entre années est bonne, c'est-à-dire que la répartition relative des occurrences de valeurs indicatrices est très différente et l'évolution du site significative.

Calcul du coefficient V de Cramer

Application à l'indice de qualité floristique

Exemple : site des Mièges (74) ; les données disponibles pour 2010 sont les données réelles, celles pour 2015 ont été obtenues en simulant une diminution globale de 5%. Pour calculer le nombre d'occurrences attendues en 2010 pour le coefficient de conservatisme 2, on procède ainsi :

- ✓ on a 44 occurrences de la valeur 2 toutes années confondues et 293 observations en 2010, pour un effectif total cumulé sur les deux années de 607 observations ;
- ✓ le nombre d'occurrences attendu en cas d'indépendance est donc de 44*293/607 = 18.8

Lorsque les effectifs attendus d'une valeur indicatrice sont inférieurs à 5, il est préférable de regrouper des valeurs indicatrices en sommant les effectifs.

Coefficent de conservatisme	Effectifs 2010 observés	Effectifs 2015 observés	Totaux	Effectifs 2010 attendus	Effectifs 2015 attendus
0 et 1	9	30	39	18.8	20.2
2	12	32	44	21.2	22.8
3	29	29	58	28.0	30.0
4	28	33	61	29.4	31.6
5	74	65	139	67.1	71.9
6	83	70	153	73.9	79.1
7	43	40	83	40.1	42.9
8	15	15	30	14.5	15.5
Totaux	293	314	607	293	308

On calcule ensuite l'écart global (appelé Khi deux) entre les occurrences observées et les occurrences attendues comme :

Khi deux = ($((9^2)/18.8)$ + $((12^2)/21.2)$ + …. + $((30^2)/20.2)$ + ….. + $((15^2)/ 15.5)$) – 607 = 21.9

On calcule le V de Cramer comme :

$$V = \sqrt{[\text{(Khi deux)} / (\text{(effectif total)} * (\text{minimum (ligne-1 ; colonnes-1)}))]}$$

Soit avec 8 lignes et 2 colonnes (minimum = 2 donc, minimum-1 = 1)

$$V = \sqrt{(21.9 / 607)} = 0.19$$

Il existe une liaison entre les occurrences des valeurs indicatrices et les années, c'est-à-dire que les occurrences ne sont pas réparties de manière identique entre les deux années, mais cette liaison est faible.

Mise en œuvre du test des rangs signés de Wilcoxon

La question posée : existe-t-il une différence de distribution des valeurs de fertilité entre les deux dates de suivi ? Autrement dit, observe-t-on des valeurs inférieures ou supérieures de fertilité (on parle de test bilatéral car il ne préjuge ni de l'un ni de l'autre) à une date donnée par rapport à l'autre ou, au contraire, ces valeurs sont-elles homogènes ? Il sagit donc surtout d'un test de tendance centrale.

Pour cela, on utilise le test des rangs signés de WILCOXON. Il est fondé non sur les valeurs mais sur leurs rangs, ce qui permet de s'affranchir des problèmes de non normalité et de non symétrie et est surtout peu sensible aux données extrêmes, tout en étant suffisamment puissant (efficacité d'environ 95 % par rapport au test t de Student et supérieure à 100% pour des distributions non normales, assymétriques ou assez fortement étalées). Ce test suppose que les placettes sont suffisamment bien re-localisées pour pouvoir considérer les couples de placettes comme **appariées** (non indépendantes).

Soit n le nombre de placettes pour lesquelles on a des relevés pour les deux années. On calcule l'écart observé entre la première date et la seconde, puis on classe ces écarts de la plus petite valeur vers la plus grande, sans tenir compte du signe, et on leur attribue le rang correspondant. Si deux placettes ont la même valeur, elles sont exclues du calcul et on réduit l'effectif de 1.

Pour les écarts, si on a des ex-aequo, on leur attribue le rang moyen.

On calcule ensuite la somme des rangs des écarts positifs d'une part, et celle de la somme des rangs des écarts négatifs d'autre part. Si les deux distributions sont identiques ou voisines, ces sommes sont proches de n(n+1)/4, soit 105 dans les exemples ci-dessous (où n =20), et plus l'une ou l'autre des sommes est différente de cette valeur attendue, plus l'écart observé sera significatif. Des valeurs critiques sont disponibles sur :

http://www.cons-dev.org/elearning/stat/Tables/Tab5.html.,

Lorsque les effectifs sont suffisants (au moins 25 placettes par date), une approximation normale est applicable.

Mise en œuvre du test des rangs signés de Wilcoxon

Application à l'indice de qualité floristique

Exemple : site des Mièges (74) ; les données disponibles pour 2010 sont les données réelles, celles pour 2015 ont été obtenues en simulant une diminution globale de 5%.

Placette	Valeur 2010	Valeur 2015	Ecart	Ecart absolu	Rang «+»	Rang «-»
1	14.849	13.560	1.289	1.289	8	
2	24.004	24.000	0.004	0.004	1	
3	26.672	23.878	2.794	2.794	13	
4	16.252	14.523	1.729	1.729	11	
5	22.867	20.211	2.656	2.656	12	
6	25.938	21.695	4.243	4.243	18	
7	21.915	21.020	0.895	0.895	5	
8	16.583	11.520	5.063	5.063	19	
9	17.750	16.457	1.293	1.293	9	
10	20.295	23.651	-3.356	3.356		16
11	8.000	9.404	-1.404	1.404		10
12	16.667	16.654	0.013	0.013	3	
13	10.970	12.078	-1.108	1.108		7
14	14.774	14.979	-0.205	0.205		4
15	28.149	33.215	-5.066	5.066		20
16	30.237	34.236	-3.999	3.999		17
17	15.667	14.665	1.002	1.002	6	
18	13.229	13.220	0.009	0.009	2	
19	12.522	15.633	-3.111	3.111		14
20	24.012	27.231	-3.219	3.219		15

Dans ce cas précis, les données de 2015 présentant un caractère bimodal, le test de devrait pas être appliqué : dans ces conditions, il devient en effet moins puissant, c'est-à-dire qu'il deviendra peu efficace pour rejeter l'hypothèse nulle d'absence d'évolution alors qu'il y en a une. Les données sont malgré tout présentées afin d'illustrer le principe du calcul.

Dans notre cas, les sommes des rangs positifs et négatifs sont égales à 107.0 et 103.0 respectivement. Pour un test bilatéral et avec un effectif de 20, les valeurs limites sont de 52 et 37 pour un risque de 5% et 1% respectivement. Comme la plus petite des sommes (103 pour les rangs négatifs) est supérieure aux valeurs critiques, on accepterait l'hypothèse d'égalité des distributions tant au niveau de 5% qu'à celui de 1% si les conditions d'application du test étaient valides.

RÉALISATION
Conservatoire d'espaces naturels de Savoie

COORDINATION ÉDITORIALE
Xavier GAYTE, Delphine DANANCHER, Jérôme PORTERET

MISE EN PAGE DES FICHES
Frédéric BIAMINO, Jérôme PORTERET

COMITÉ DE RELECTURE
François CHAMBAUD, Régis DICK, Samuel GOMEZ, Thérèse PERRIN, Émilie DUHERON, Nathalie FABRE, Rémy CLEMENT

CRÉDITS PHOTOS
Stéphane BENCE, Frédéric BIAMINO, Manuel BOURON, François CHAMBAUD, Philippe FREYDIER, Gilles PARIGOT, GIlles PACHE, Jérôme PORTERET, Agence de l'eau Rhône-Mediterranée

REDACTEURS DES FICHES

INDICATEUR	REDACTEURS	PRINCIPAUX CONTRIBUTEURS
I01	Jérôme PORTERET (CEN Savoie)	Antoni ARDOUIN, Delphine DANANCHER
I02	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT , Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I03	Jérôme PORTERET (CEN Savoie)	Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I04	Célia RODRIGUEZ (LEHNA, UMR CNRS 5023)	Gudrun BORNETTE, Charlotte GRASSET
I05	Stéphane BENCE (CEN PACA)	Audrey PICHARD, Yoan BRAUD,
I06	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT , Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I07	Célia RODRIGUEZ (LEHNA, UMR CNRS 5023)	Gudrun BORNETTE, Hélène BAILLET, Félix VALLIER
I08	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT, Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I09	Stéphane BENCE (CEN PACA)	Audrey PICHARD, Yoan BRAUD,
I10	Bernard PONT (RNN Platière)	Cyrille DELIRY, Beat OERTLI, Pascal DUPONT, Cedric VANAPELGHEM, Delphine DANANCHER
I11	Jean-Luc GROSSI (CEN Isère)	Delphine DANANCHER, Claude MIAUD
I12	Jerôme PORTERET CEN Savoie)	Rémy CLEMENT, Nicolas MIGNOT, Samuel ALLEAUME, Alexandre LESCONNEC, Marc ISENMANN
I13	Christian PERENNOU (TDV) Jerôme PORTERET (CEN Savoie) Marc ISENMANN (CBNA)	Anis GUELMANI, Samuel ALLEAUME, Rémy CLEMENT

ONT PARTICIPE A LA COLLECTE DE DONNÉES

Antoni ARDOUIN
Emeline AUPY
Sophie AUVERT
Bastien AGRON
Emmanuel AMOR
Yann BAILLET
Bernard BAL
Cécile BARBIER
Sébastien BARTHEL
Thérèse BEAUFILS
Stéphane BENCE
William BERNARD
Luc BETTINELLI
Olivier BILLANT
Fabien BILLAUD
Nicolas BIRON
Véronique BONNET
Virginie BOURGOIN
Manuel BOURON
Romain BOUTELOUP
Yoan BRAUD
Lionel BUNGE
Chrystelle CATON
Kristell CLARY
Remi COLLAUD
Bertrand COTTE
Aurélien CULAT
Kelly DEBUF
Guillaume DELCOURT
Marion DEMESSE
C. DEQUEVAUVILLER
Lucile DESCHAMP
Nathalie DEWYNTER
Guillaume DOUCET
Gregoire DURANEL
Sylvie DURET
Elisabeth FAVRE
Noémie FORT
Cedric FOUTEL
Philippe FREYDIER
Géraldine GARNIER
Maxime GAYMARD
Catherine GENIN
Marianne GEORGET
Samia GHARET
Sebastien GIRARDIN
Nicolas GORIUS
Daniel GRAND
Jean-Luc GROSSI
Nicolas GUILLERME
Julien GUYONNEAU
Céline HERVE
Perrine JACQUOT
Laura JAMEAU
Philippe JANSSEN
Stéphane JAULIN
Remi JULLIAN
Mathieu JUTON
Francis KESSLER
Mario KLESCZEWSKI
Clément LECLERC
Thomas LEGLAND
Fabien LEPINE
Natacha LEURION PANSIOT
Dominique LOPEZ-PINOT
Laurence MARCHIONINI
Roger MARCIAU
Vincent MARQUANT
Basile MARTIN
Marilyn MATHIEU
Céline MAZUEZ
Magalie MAZUY
Alexis MIKOLAJCZAK
André MIQUET
Nathalie MOLNAR
Frédéric MORA
Claire MOREAU
Gilles PACHE
Mélanie PARIS
Marion PARROT
Benoit PASCAULT
Rémy PERRIN
Audrey PICHARD
Virginie PIERRON
Rémy PONCET
Bernard PONT
Jérôme PORTERET
Alexis RONDEAU
Yves ROZIER
Déborah RUHLAND
Nicolas SIMMLER
Bruno TISSOT
Corine TRENTIN
Héloise VANDERPERT
Anne WOLFF

LE PROGRAMME RhoMéO

STRUCTURES PARTICIPANTES ET PARTENAIRES FINANCIERS

Avec le soutien de :

COORDINATION DE BASSIN

Xavier GAYTE

AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANÉE

Référents
Eric PARENT
Jean-Louis SIMONNOT
Francois CHAMBAUD
Nadine BOSC

Experts
Claude AMOROS
Bernard BACHASSON
Aurélien BESNARD
Bernard ETLICHER
Daniel GERDEAUX
Patrick GRILLAS
Yves SOUCHON

CONCEPTION DES OUTILS DE GESTION DES DONNÉES

Rémy CLEMENT
Laurent POULIN
Mathieu BOSSAERT
Nicolas MIGNOT

GESTION DES DONNÉES

Rémy CLEMENT
Laurent POULIN
Mathieu BOSSAERT
Nicolas MIGNOT
Paul HONORE
Marc ISENMANN
Alexandre LESCONNEC

MEMBRES DU COMITE TECHNIQUE

Responsables d'axes ou de groupes
Stéphane BENCE
Rémi CLÉMENT
Delphine DANANCHER
Philippe FREYDIER
Sébastien GIRARDIN
Samuel GOMEZ
Jean-Luc GROSSI
Marc ISENMANN
Mario KLESCZEWSKI
Laetitia LERAY
Samuel MAAS
Nathalie MOLNAR
Gilles PACHE
Christian PERENNOU
Bernard PONT
Jérôme PORTERET
Lionel QUELIN
Célia RODRIGUEZ
Héloïse VANDERPERT

Autres membres
Samuel ALLEAUME
Antoni ARDOUIN
Luc BETINELLI
Thérèse BEAUFILS
Jaoua CELLE
Émilie DUHERON
Manon GISBERT
Anis GUELMAMI

Ce document est une des productions du programme RhoMéO. Il présente, sous forme de fiches, les méthodes nécessaires à la mise en place de 13 indicateurs de suivi des zones humides testés et validés à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée.

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

l'Europe s'engage
avec le FEDER

Intégrité du peuplement d'odonates

I10

Extrait de

la boîte à outils de suivi des zones humides

RhoMeO

Version 1 - Février 2014

www.rhomeo-bao.fr

Définir l'univers d'échantillonnage

Dans le cadre du programme RhoMéO, le contour des zones humides suivies correspondait aux contours délimités dans le cadre des inventaires départementaux des zones humides réalisés entre 1996 et 2012 dans le bassin Rhône-Méditerranée. Il est important de noter que l'inventaire et la cartographie des zones humides ont été réalisés avec des méthodes légèrement différentes d'un département à l'autre, parfois même au sein d'un même département. Les principaux écarts observés portent sur :

- L'intégration ou non des marges peu profondes des masses d'eau associées aux zones humides (lac, cours d'eau).

- Le traitement cartographique des réseaux de petites zones humides, soit intégrées dans un seul polygone, soit faisant l'objet de polygones distincts. En lien avec ce second point, l'intégration ou non de parties de la zone humide déjà dégradées au moment des inventaires selon que des critères pédologiques ou uniquement floristiques ont été utilisés.

Les choix qu'un opérateur fera au moment de la délimitation de l'univers d'échantillonnage auront des conséquences importantes au moment de l'analyse des données et de l'interprétation des indicateurs de la boîte à outils :

- Pour des zones humides attenantes à une masse d'eau, la prise en compte ou non de l'interface entre la masse d'eau et la zone humide modifiera logiquement la liste des espèces observées. Cette liste inclura ou non certaines espèces parmi les plus hydrophiles (ex : flore) et ainsi influera sur la valeur de l'indicateur alors calculée (en lien notamment avec la fonction hydrologique du site). Pour les groupes faunistiques les plus mobiles, cette prise en compte de l'interface zone humide/masse d'eau permettra d'interpréter la présence d'éventuelles espèces «surprenantes» par rapport aux habitats recensés sur le site (espèces d'odonates caractéristiques des cours d'eau pouvant être observées sur une zone humide). L'interprétation des résultats obtenus devra donc faire référence aux contours de l'objet suivi.

- Dans le cas de constellations de petites zones humides (marais, mares,…), souvent héritées d'une zone humide antérieure plus vaste réduite et fragmentée par drainage ou mise en culture, l'inclusion ou non de ces parties dégradées déterminera la capacité de l'opérateur à suivre par exemple les effets d'une éventuelle restauration de la zone humide dans leur intégralité.

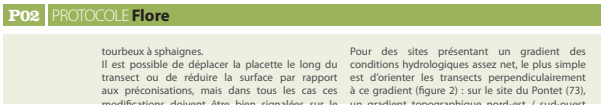
Il convient donc, avant d'engager la définition de l'échantillonnage, d'avoir une lecture critique des données d'inventaire des zones humides et, selon les besoins de l'utilisateur, de procéder à des regroupements ou plus généralement de redéfinir les contours de la zone humide suivie de manière à conduire l'évaluation à la bonne échelle.

PRÉALABLE À L'UTILISATION DES FICHES

En haut de chaque fiche un bandeau permet d'identifier le type de fiche et le renvoi aux fiches liées.

numéro de la fiche

renvoi vers les fiches correspondantes :
I : Indicateur
P : Protocole
A : Analyse et Interprétation



Sur chaque fiche indicateur, le bandeau contient également des informations sur :

coûts annuels (temps et analyses)

domaine de validité

fonctions et pressions que l'indicateur mesure

niveau de compétence nécessaire pour le recueil de données

niveau de compétence nécessaire pour le calcul de l'indicateur

coûts matériels

Plusieurs indicateurs peuvent être calculés avec un seul protocole, le schéma ci-dessous montre les liens entre les fiches protocoles et les indicateurs correspondants.

Numéro de page Indicateur		Numéro de page Protocole		Numéro de page Analyse / Interprétation	
I01	20	P01 pédologie	46	A01	88
I02	22			A02	92
I06	24	P02 flore	50	A06	108
I08	26			A08	116
I03	28	P03 piézometrie	54	A03	96
I04	30	P04 chimie	58	A04	100
I07	32			A07	112
I05	34	P05 orthoptères	62	A05	104
I09	36			A09	120
I10	38	P06 odonates	66	A10	124
I11	40	P07 amphibiens	72	A11	128
I12	42	P08 pression artificialisation	76	A12	132
I13	44	P09 pression agricole	82	A13	136

INTEGRITÉ DU PEUPLEMENT D'ODONATES

Domaine d'application
3 ; 4 ; 5 ; 6 ; 7.2 ; 7.3 ; 7.4 ; 7.5 ; 8 ; 9 ; 10 ; 11 ; 12 ; 13

Fonction / pression
toutes les fonctions

Compétences :
★★ / ★★★

Coût :
€ / € € €

Description et principes de l'indicateur

L'évaluation proposée s'appuie sur la comparaison, à l'échelle d'une zone humide, du peuplement d'odonates observé avec le peuplement attendu. Seules les espèces présentant une exigence écologique forte avec les habitats aquatiques présents (dites sténoèces) sont intégrées dans la construction de l'indicateur. L'écart entre les états observés et attendus constitue une estimation du degré d'intégrité du peuplement.
L'analyse de l'écologie des taxons manquants ou inattendus permet de formuler des hypothèses quant aux facteurs expliquant cette altération.

FONDEMENTS SCIENTIFIQUES DE L'INDICATEUR

L'intérêt des odonates en tant qu'indicateur suscite des débats dans la communauté scientifique. Ainsi, ***MASSELOT et NEL (2003)*** contestent le caractère bio-indicateur des espèces prises individuellement. A l'inverse, d'autres auteurs mettent en avant l'intérêt de la prise en compte du peuplement de ce groupe taxonomique dans l'évaluation des zones humides (***CHOVANNEC et al 2001, 2004 et 2005 ; SCHMIDT 1985 ; OERTLI et al. 2005 ; INDERMUHELE et al. 2008***).
La synthèse proposée par ***OERTLI (2008)*** met en avant les points suivants :

- Les odonates constituent un groupe parapluie et porte-étendard,
- Ils sont représentatifs des zones humides,
- Ils sont raisonnablement diversifiés et sont généralement le groupe d'invertébrés le mieux connu (taxonomie, écologie…),
- Bien qu'utilisant des habitats variés en fonction de leur stade de développement, ils sont fonctionnellement peu diversifiés car tous sont prédateurs,
- Plusieurs espèces sont sténoèces et nécessitent des conditions d'habitat spécialisées,
- Ils sont largement répandus, mais manquent aux altitudes élevées;
- Ils constituent un matériel aisément accessible pour un échantillonnage quantitatif.

La question de l'autochtonie des individus imagos observés sur un site est également régulièrement posée. Ainsi certains auteurs choisissent de travailler sur le stade larvaire (prélèvement dans le milieu aquatique ou récolte d'exuvies) pour s'en affranchir. Toutefois ce matériel présente des inconvénients : difficulté de détermination des zygoptères au stade larvaire ou exuvie et de tous les taxons dans les premiers stades larvaires (***DOUCET, 2010***), temps de détermination au laboratoire important.
L'expérience des observateurs montre que l'on peut observer occasionnellement la plupart des espèces n'importe où, du fait de l'erratisme de certains individus ou dans la période de maturation succédant à l'émergence , lorsque les individus s'éloignent de l'habitat aquatique. Toutefois, la fréquence d'observation de ces individus erratiques sur les habitats de reproduction est très faible.
Les relevés réalisés sur des habitats de reproduction différents très proches géographiquement (quelques centaines de mètres) montrent que cette

FONDEMENTS SCIENTIFIQUES DE L'INDICATEUR *(Suite)*

«contamination » intersites est très peu fréquente et concerne principalement des individus mâles isolés (expérience du réseau RNF et du programme RhoMéO). Le recours à des temps d'observation calibrés et courts permet de limiter le risque de détection d'espèces non autochtones et la collecte d'informations qualitatives permet de préciser le degré d'autochtonie de chaque taxon.

En conclusion, on retiendra que les odonates correspondent au groupe d'invertébrés aquatiques le plus facilement accessible en terme de détermination et de méthodes d'échantillonnage Il conviendra cependant d'accorder une attention particulière a l'autochtonie des individus lorsque l'on travaille sur les imagos.

DOMAINE D'APPLICATION DE L'INDICATEUR

Des odonates se reproduisent dans la plupart des milieux aquatiques : doux ou saumâtres, permanents ou temporaires, stagnants ou courants, végétalisés ou non. Ainsi, seules les zones humides suivantes ne permettent pas l'utilisation de cet indicateur :

- Lagune salée alimentée uniquement par de l'eau de mer ;
- Prairie et boisement humide à inondation de courte durée (moins d'un mois) sans aucune trace d'eau de surface semi-permanente. La présence de mares, fossés ou suintement à mise en eau de quelques mois suffit par contre à permettre l'utilisation de l'indicateur (reproduction possible).
- Tourbière haute en phase ultime ne présentant plus aucune gouille ;
- Zone humide de très haute altitude (étage alpin et nival).

Périodicité

Le pas de temps recommandé entre deux campagnes dans le cadre d'un programme de suivi de zones humides sur de grands territoires est quinquennal à décennal, en fonction des objectifs du programme associé. Il peut être annuel dans le cas de zones humides à statut particulier, bénéficiant de moyens de gestion suffisants. Dans ce dernier cas, la détection de modifications significatives sera facilitée.

Bibliographie

CHOVANEC A & WARINGER J., 2001. Ecological integrity of river-floodplains systems- assesment by dragonfly survey. Regul. Riv. Res. Mgmt.17:493-507.

CHOVANEC A., WARINGER J., RAAB R. & LAISTER G., 2004. Lateral connectivity of a fragmented large river system: assessment on a macroscale by dragonfy surveys (Insecta: Odonata). Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst. 14, 163- 178.

CHOVANEC A, WARINGER J, STRAIF,M., GRAF W., RECKENDORFER W., WARINGER-LÖSCHENKOHL A., WAIDBACHER H., & SCHULTZ H., 2005. The Floodplain Index - a new approach for assessing the ecological status of river/floodplain-systems according to the EU Water Framework Directive. Large Rivers 15, 169-185.

DOUCET G., 2010. Clé de détermination des exuvies des odonates de France - Société française d'odonatologie.

INDERMUEHLE N., ANGÉLIBERT S. & OERTLI B., 2008. IBEM: Indice de Biodiversité des Etangs et Mares. Manuel d'utilisation. Ecole d'Ingénieurs HES de Lullier, Genève. 33 p.

MASSELOT G., NEL A., 2003. Les odonates sont-ils des taxons bio-indicateurs ? . Martinia 19(1):5-38.

OERTLI B., AUDERSET JOYE D. A., CASTELLA E., JUGE R., LEHMANN A. & LACHAVANNE J.-B., 2005. PLOCH : A Standardized Method for Sampling and Assessing the Biodiversity in Ponds. In: Conservation and monitoring of pond biodiversity. Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosystems. Special issue Vol 15 (6): 665-680.

SCHMIDT E., 1985. Habitat inventarization, characterization and bioindication by a «representative spectrum of Odonata Species (RSO)». Odonatologica 14, 127-133.

OERTLI B., 2008. The use of dragonflies in the assessment and monitoring of aquatic habitats, In Dragonflies and Damselflies : Model Organisms for Ecological and Evolutionary Research. ed. A. Córdoba-Aguilar, Oxford University Press, Oxford, New York. pp. 79-95.

ODONATES

Description et principes du protocole

L'objectif du protocole est de réaliser un inventaire du peuplement d'odonates de la zone humide le plus complet possible dans un minimum de temps en appliquant une pression d'observation calibrée et reproductible.
Les données collectées sont des informations de présence/absence des espèces, complétées d'informations semi-quantitatives et qualitatives sur un réseau de points d'observation.
L'échantillonnage est stratifié pour répartir la pression d'observation sur les différents habitats odonatologiques.

Méthode de mise en place

Définir l'univers d'échantillonnage
Il convient, avant d'engager la définition de l'échantillonnage, d'avoir une lecture critique des données d'inventaire des zones humides et le cas échéant de procéder à des regroupements de manière à conduire l'évaluation à la bonne échelle. Les cas suivants ont été rencontrés sur les sites tests :

- Zone humide attenante à une masse d'eau de type lac : vérifier que l'interface entre la masse d'eau et la zone humide (partie du lac de profondeur inférieure à 3 m abritant des formations d'hélophytes et d'hydrophytes) est bien intégrée dans la zone humide. Dans le cas où plusieurs zones humides attenantes au lac ont été définies séparément, les réunir dans un seul polygone assemblant toutes les zones humides riveraines et la frange peu profonde du lac pour définir l'univers d'échantillonnage ;
- Zone humide alluviale : souvent la masse d'eau (= le cours d'eau) est exclue de l'enveloppe zone humide. Il convient, comme pour les lacs, d'intégrer toutes les zones d'interface des berges et parties peu profonde dans l'univers d'échantillonnage. Afin de simplifier le travail de délimitation, il est préconisé d'intégrer l'ensemble du chenal du cours d'eau. Ces zones humides alluviales posent également d'autres questions :
  D'une part celle permettant de délimiter les limites d'échantillonnage dans le cas de système peu anthropisé. On conseillera dans ce cas de recourir à la méthode de définition des secteurs fonctionnels sur un cours d'eau (***AMOROS et PETTS, 1993***).
  A l'inverse, dans le cas de plaines alluviales très anthropisées, chaque petite zone humide vestigiale est le plus souvent cartographiée séparément, alors que fonctionnellement chacune fait partie d'un système beaucoup plus vaste orchestré par le cours d'eau au travers de sa nappe phréatique d'accompagnement et éventuellement de l'inondation périodique. Ici encore, la définition de l'univers d'échantillonnage par la réunion des différentes petites zones humides résiduelles et du chenal du cours d'eau du secteur fonctionnel est recommandée.
- Enfin, le cas des constellations de petites zones humides (marais, mares…), souvent héritées d'une zone humide antérieure plus vaste, réduite ou fragmentée par drainage ou mise en culture, peut être traitée de la même manière en construisant un univers d'échantillonnage unique réunissant l'ensemble du réseau. Dans ces deux derniers cas de zones humides fragmentées, cette méthode facilite la mise en place d'un nombre de points d'observation suffisant pour atteindre une validité correcte de l'échantillonnage.

Méthode de mise en place *(Suite)*

Plan d'échantillonnage

Pour décrire la richesse totale de la zone humide, il est nécessaire d'échantillonner tous les types d'habitats disponibles pour les odonates . Il convient donc d'avoir au préalable une connaissance suffisante de la zone humide et des habitats odonatologiques présents (***SFO, 2001 ; GRAND et BOUDOT, 2006 ; DELIRY 2008***). Il est important de souligner que cette notion d'habitat odonatologique ne se superpose pas à la notion d'habitat au sens de la végétation ou de la phytosociologie. Des nuances ont été apportées à la typologie SFO (Annexe 2).

de manière à optimiser la qualité de l'échantillonnage, notamment pour :

- les milieux alluviaux : le degré de connexion au chenal des annexes ;
- l'altitude : notion d'étages bioclimatiques.

Une cartographie des surfaces en eau est réalisée à l'aide de cartes topographiques, de photographies aériennes et d'une visite préalable du site. Dans l'idéal, les différents habitats odonatologiques identifiés lors de la reconnaissance terrain servent de typologie à cette cartographie.

Une fois ce travail d'identification des habitats odonatologiques effectué et avant de se lancer dans la mise en place effective du plan d'échantillonnage et des relevés de terrain, il est recommandé de vérifier que la liste d'espèces attendues sur cette zone comporte bien des espèces à fort lien avec les habitats de la zone humide. (cf fiche A10, calcul de l'indicateur, «paragraphe» construction de la liste d'espèces attendues). En effet, dans quelques cas de zones humides situées dans des départements à la faune odonatologique assez pauvre et ne présentant qu'un seul habitat odonatologique, cette liste ne comporte aucune espèce de ce type et l'indicateur ne peut alors être calculé. Dans ce cas, il est inutile de lancer la collecte des données.

Le plan d'échantillonnage s'appuie sur la liste des habitats odonatologiques identifiés sur la zone humide. Au sein de chaque habitat, au moins 3 points d'observation seront mis en place et idéalement 6. Dans le cas d'habitats odonatologiques présentant des nuances significatives (cas des cours d'eau et annexes hydrauliques fluviales courantes), notamment avec les différents faciès du chenal, «radier» et «mouille», on s'attachera à répartir les points de suivi de manière à échantillonner ces différentes nuances. Pour les habitats fragmentés, on veillera à échantillonner les différents « patchs » présents. Certains habitats faiblement représentés dans la zone humide ne permettent pas l'installation de 3 points d'observation. Ils seront néanmoins échantillonnés au mieux afin de décrire le plus complètement possible le peuplement de la zone humide.

Surfaces d'observation

L'observateur choisit la surface d'observation, en fonction de la configuration du site et des conditions de déplacement. Il peut s'agir :

- de transects de 25 m de long et 5 m de large (2,5 m de part et d'autre de l'interface terre/eau). Cette option est à retenir dans tous les cas où l'interface terre/eau est bien marquée et où le déplacement à pied le long du transect est aisé (sol portant, eau peu profonde). Deux transects peuvent être contigus ou proche de quelques dizaines de mètres de manière à optimiser le travail de terrain (par exemple 2 transects proches pour échantillonner un radier et une mouille adjacente sur un cours d'eau) ;
- de points d'un rayon de 5-10 mètres, permettant la détermination à vue (éventuellement à l'aide de jumelles) des libellules (anisoptères principalement, les zygoptères moins farouches étant le plus souvent déterminables sans jumelle ou facilement capturables). Les points doivent être distants de 25 m au moins, pour éviter le chevauchement.

Il est important que l'habitat soit homogène au sein de chaque point de suivi.

Les points de suivis seront localisés géographiquement avec précision (coordonnées du barycentre) afin de réaliser les relevés au même endroit au cours d'une saison ainsi que les années suivantes (si le milieu est stable).

Conditions de réalisation d'un relevé

Pour les transects, les relevés s'effectueront à marche lente. Au cours de la première visite, une durée de référence sera mesurée et restera constante pour les visites ultérieures afin de conserver la même pression d'observation.

Pour les points, le relevé dure au moins 6 minutes et l'inventaire des espèces nouvelles se fait par tranche de 2 minutes. Si la dernière tranche de 2 minutes a permis de détecter au moins une espèce nouvelle, une tranche supplémentaire de 2 minutes d'observation est ajoutée et ainsi de suite. Si cette période n'apporte aucune espèce nouvelle, le relevé est stoppé. Le temps total d'observation est noté.

Le temps passé à la capture et à la détermination d'individus est décompté du temps d'observation. Afin de limiter ces interruptions durant le relevé, il est recommandé de faire une reconnaissance préalable de la zone humide dès l'arrivée, avec capture et identification permettant de faire le point sur les espèces abondantes présentes (notamment les zygoptères) avant de réaliser les relevés définitifs sur les points de suivi.

Les relevés se réaliseront entre 10h et 16h (possibilité de décaler plus tard en juin-juillet par temps chaud

FICHES LIÉES I10 A10

Méthode de mise en place *(Suite)*

et lorsque les jours sont les plus longs), période optimale d'activité des imagos. Les conditions météorologiques devront être « bonnes » le jour du relevé ainsi que, dans la mesure du possible, la veille de celui-ci :

		Température		
		< 17°C	17°C - 22°C	> 22°C
Nébulosité	> 3/4	non	oui	oui
	< 3/4	oui	oui	oui
Pluie		non	non	non
Force du vent	< 4 Beaufort	non	oui	oui
	4 Beaufort	non	oui exceptionnellement	
	> 4 Beaufort	non	non	non

Conditions météorologiques permettant la réalisation de relevés odonates

Température : prise sur le site météofrance et exprimée en degré Celsius ;
Nébulosité : estimée et exprimée en quart :
(0 – ¼ - ½ - ¾ - 1) ;
Force du vent : estimée et exprimée en Beaufort. Les indices suivants peuvent être utilisés afin d'estimer cette force :
1 : vent perceptible sur une fumée mais pas sur une girouette (1 à 5 km/h) ;
2 : girouette en mouvement et vent perceptible sur le visage (6 à 11 km/h) ;
3 : les feuilles et brindilles sont constamment en mouvement (12 à 19 km/h) ;
4 : les petites branches sont en mouvement. Les poussières et les papiers tourbillonnent (20 à 28 km/h) ;
5 : des vagues sont clairement visibles à la surface de l'eau. Les petits arbres balancent. Les sommets de tous les arbres sont agités (29 à 38 km/h).

Calendrier d'intervention

- pour les sites de plaine : 3 campagnes dates indicatives : début mai – juin/juillet – septembre, à caler sur la phénologie des espèces. Le premier relevé doit comprendre la période de vol de *Brachytron pratense* pour les eaux stagnantes et de *Gomphus vulgatissimus* pour les eaux courantes. Le dernier correspond au vol des espèces tardives (*Lestes, Aeshna mixta/affinis,…*) ;
- pour les sites de l'étage montagnard : 3 campagnes / juin - juillet – août ;
- pour les sites de l'étage subalpin : 2 campagnes début juillet - fin juillet.

Les dates de prospection devront être identiques (du point de vue de la phénologie des odonates) d'une année sur l'autre.

Choix des paramètres à collecter

Pour les imagos, le relevé consistera à noter :
· l'espèce observée ;
· la présence d'un ou plusieurs individus ;
· la présence de mâles et de femelles ;
· le comportement reproducteur le plus significatif : défense territoriale, tandem, accouplement, ponte, émergence, exuvie.

Exuvie de libellule

La recherche des exuvies d'anisoptères est recommandée (à minima, les exuvies repérées aisément à l'occasion du relevé sont collectées). Elle est obligatoire pour deux types de zones humides où les exuvies sont indispensables pour repérer des espèces discrètes au stade imago : grands cours d'eau (*Gomphidés, Cordulidés*, *Boyeria*) et tourbières d'altitude (*Somatochlora*). Les exuvies d'anisoptères sont alors recherchées attentivement et récoltées, au retour pour les transects en berge sur une largeur de 1 m à partir de l'eau et par prospection des gouilles en tourbière d'altitude.
Pour les exuvies, récoltées puis déterminées en laboratoire, seront notés :

- l'espèce à l'exception de certains *Sympetrum* : *Sympetrum sanguineum, S. meridionale et S. striolatum* ne peuvent être déterminés au niveau spécifique avec certitude, ils seront donc notés dans un groupe réunissant ces 3 taxons,

Méthode de mise en place *(Suite)*

- le nombre d'individus.

Ces observations seront consignées sur une fiche de terrain (Annexe 1).
Les exuvies seront stockées dans des boîtes (une par point de suivi et date) en attendant d'être déterminées au laboratoire. Ces boîtes seront référencées avec le code du point de suivi, la date du relevé et le nom de l'observateur.

Construction du tableau de résultat

A l'issue de la phase de terrain et de la détermination des exuvies au laboratoire, les données sont saisies dans un outil de type base de données ou tableur selon le modèle joint en annexe 2.

Le tableau de résultats pour une zone humide et une année donnée prend la forme d'un tableau à double entrée espèces x points de suivi (cumulant données d'imagos et d'exuvies). Un tel tableau se construit aisément par un tableau croisé dynamique à partir d'une base de données ou un tableur Excel. Dans le cas où certaines observations concernent des taxons qui n'ont pu être déterminés au niveau spécifique (observation furtive d'un anisoptères, exuvies de *Sympetrum*…), il convient de toiletter le tableau de manière à éviter des redondances taxonomiques. Plusieurs cas se présentent (cf. tableau ci-dessous).

Cas	Règle de gestion
Un seul taxon observé dans le genre, même non déterminé au niveau spécifique Ex : *Sympetrum sp*	Le taxon est conservé *Ex : Sympetrum sp*
Deux taxons observés dans le genre dont un non déterminé au niveau spécifique Ex : *Aeshna affinis* et *Aeshna sp* ou Aeshna affinis et Aeshna mixta/affinis	Toutes les données sont affectées au taxon déterminé au niveau spécifique *Ex : Aeshna affinis*
Plus de deux taxons observés dans le genre dont au moins un non déterminé au niveau spécifique Ex : *Sympetrum striolatum, Sympetrum sanguineum et Sympetrum sp.*	Les occurrences de taxons non déterminés au niveau spécifique sont attribuées aux taxons déterminés au prorata de la fréquence de contact des taxons déterminés (*) *Ex : Si S. striolatum est contacté 4 fois et S sanguineum une fois on affectera 4/5 des occurrences de Sympetrum sp au premier et 1/5 au second. Si le nombre d'occurrence de Sympetrum sp. est inférieur à 5, toutes les données sont affectées à S. striolatum*

Régle de gestion à appliquer en fonction des différents cas d'observation

(*) Ce raisonnement est à conduire si possible au niveau de chaque point de suivi (données des différentes campagnes) ou à défaut à partir des différents points d'un même habitat odonatologique. En dernier recours, la totalité des données disponibles sur la zone humide une année donnée sera prise en compte pour attribuer les observations.

Évaluer la qualité de l'information collectée

Afin de pouvoir estimer la qualité de l'information collectée, deux analyses sont à effectuer :

- D'une part <u>l'estimation de la richesse totale</u> de la zone humide en fonction de la richesse observée à partir de l'estimateur Jacknife. On peut par exemple utiliser la macro Excel produite dans le cadre du Programme IBEM, téléchargeable à l'adresse suivante : ***http://campus.hesge.ch/ibem/calcul.asp*** (utiliser indifféremment l'onglet invertébrés ou végétation, la seule différence étant le nombre de lignes et de colonnes disponibles).

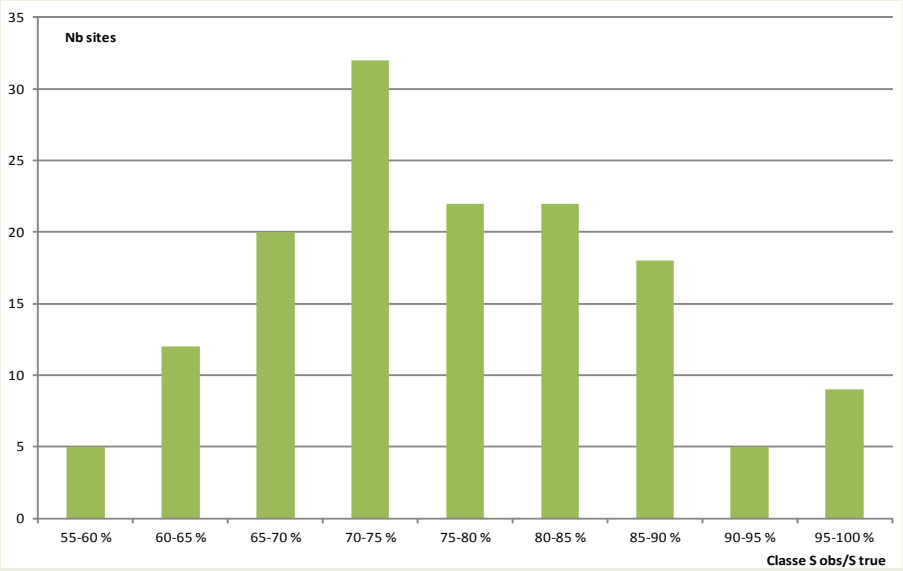
  La copie du tableau présenté en exemple (cf. tableau annexe 2) dans la macro, indique que la richesse du peuplement d'odonates estimée sur cette zone humide est de 33,7 pour une richesse observée de 27. L'écart entre richesse observée et estimée est dans ce cas de 6,7 taxons et 80% de la richesse estimée a été détectée. Ce site, par ailleurs bien connu, présente une richesse réelle de 32 espèces reproductrices d'où une détection de 84% de la richesse réelle.

Sur les sites tests, malgré un échantillonnage plus restreint que celui préconisé dans le protocole sur une partie importante des sites, la richesse détectée est supérieure à 70% de la richesse estimée sur les ¾ des sites.(cf. graphique « efficacité échantillonage », ci-après). L'échantillonnage préconisé par ce protocole Rhomeo permet de détecter au moins 75% de la richesse connue ou estimée. On retiendra ce seuil de 75% pour qualifier un échantillonnage

FICHES LIÉES I10 A10

Méthode de mise en place *(Suite)*

Efficacité de l'échantillonage sur les sites tests RhoMéO



pertinent. Dans le cas où la richesse détectée est inférieure à 75% de la richesse estimée, l'indicateur produit sera peu fiable. Dans la mesure où cette information conditionnera largement la mise en évidence d'éventuels changements intervenus entre deux campagnes, il est recommandé de renouveler le travail l'année suivante en revoyant le plan d'échantillonnage.

- D'autre part le degré d'autochtonie du peuplement, établi à partir des comportements reproducteurs observés. 4 classes d'autochtonie sont définies. Il s'agit pour chaque espèce contactée sur la zone humide de lui affecter un des quatre codes d'autochtonie en retenant parmi les informations collectées le niveau d'autochtonie le plus fort identifié. On calculera ensuite le degré d'autochtonie du peuplement décrit en calculant la proportion d'espèces attribuée à chaque code.

Critère de définition du niveau d'autochtoni

Autochtonie	Critères
Certaine	*Émergence ; Exuvie ; Néonate (individu récemment émergé, encore peu coloré, aux ailes encore brillantes et volant avec maladresse).*
Probable	*Présence de larves ; Femelle en activité de ponte ; Présence d'individus mâles et femelles dans un habitat aquatique sur plusieurs point d'observation dans la même zone humide.*
Possible	*Présence d'individus mâles et femelles dans un habitat aquatique sur un seul point d'observation dans la même zone humide ; Comportement territoriaux / poursuite de femelles / accouplements / tandems.*
Douteuse	*Individu isolé, sans comportement d'activité de reproduction ; Comportements territoriaux de mâles sans femelle observée.*

Méthode de mise en place *(Suite)*

Exemple

- *18 espèces recensées sur la zone humide ;*
- *10 (soit 56 %) avec autochtoni certaine ;*
- *5 (soit 28 %) avec autochtoni probable ;*
- *2 (soit 11 %) avec autochtoni possible ;*
- *1 (soit 5 %) avec autochtoni douteuse ;*

Si plus de 50% des espèces se trouvent dans les codes «certain» et «probable», la qualité de l'échantillonnage sera validée.

Représentativité des données

La méthode proposée est peu sensible à la variabilité temporelle ou spatiale si le plan d'échantillonnage est bien construit et le calendrier phénologique respecté. L'attention des opérateurs doit être attirée sur l'importance de la première campagne qui permet de détecter des espèces à phénologie précoce.
Sur des sites bien connus au préalable, la richesse observée est proche, tout en étant toujours inférieure, à la richesse réelle.

Opérationnalité de la collecte

Compétences requises
Le protocole nécessite une assez bonne connaissance des odonates puisque la détermination à l'espèce est requise. Une personne débutante passera à côté de certaines espèces (confusion entre espèces voisines, moins bonne détection) et passera beaucoup de temps à se former à l'identification, ce qui diminuera l'efficacité du travail sur le terrain. Ainsi, la richesse observée risque d'être inférieure au seuil requis pour valider l'indicateur. Par contre un observateur déjà familiarisé avec ce groupe taxonomique, sans pour autant être spécialiste, pourra rapidement être opérationnel. La disponibilité d'outils de détermination efficaces et robustes, tant pour les imagos que les exuvies, facilite une progression rapide. Deux documents constituent les outils essentiels de détermination (***A. WENDLER et J.H. NÜSS, 1997 ; G. DOUCET, 2010***). ils sont disponibles auprès de la Société Française d'Odonatologie (***http://www.libellules.org***)

Durée /coût nécessaire aux prospections
Un observateur opérationnel réalise une dizaine de points d'observation en une journée si le temps de déplacement (accès à la zone humide, déplacement entre points) reste peu important. Ainsi une petite zone humide présentant 2 à 3 habitats odonatologiques peut être couverte en 4,5 jours (1 journée de reconnaissance et élaboration du plan d'échantillonnage – qui peut être commune avec d'autres protocoles faune, notamment amphibiens -, 3 journées de collecte des données sur le terrain auxquellles il faut ajouter au maximum une demi-journée pour la détermination des exuvies). Des zones humides plus étendues et plus diversifiées nécessitent la mise en place d'une quarantaine de points de suivi et chaque campagne prend alors 3 ou 4 jours.

Durée / coût de la gestion des données
Le nombre de données collectées est assez peu important (de l'ordre d'une dizaine de taxons par point d'observation et date) ce qui représente au total environ 200 données/an pour une petite zone humide et peut atteindre de l'ordre d'un millier de données/an pour les grandes zones humides diversifiées. Le temps de gestion des données est donc relativement peu important si un outil efficace est à disposition et si la saisie se fait au fur et à mesure de l'acquisition (saisie dès retour au bureau).

Coût du matériel
Le matériel spécifique nécessaire à la phase terrain est peu onéreux : waders (ou cuissardes), filet, loupe à main, jumelles, outils de détermination, petite boîtes en plastique pour stocker les exuvies. La détermination des exuvies nécessite une loupe binoculaire. La conception d'échantillonnage et la mise en place des points de suivi nécessitent des outils généralement disponibles dans les structures : SIG, GPS, topofil…

Bibliographie

AMOROS C., PETTS G.E., 1993. Hydrosystèmes fluviaux. Masson 295 pages.

GRAND D., BOUDOT J.-P., 2006. Les Libellules de France, Belgique et Luxembourg Collection Parthénope, Éditions Biotope, 480 pages.

DELIRY C. (coord), 2008. Atlas illustré des libellules de la région Rhône-Alpes Dir du Groupe Sympetrum et Muséum d'Histoire Naturelle de Grenoble. Collection Parthénope, Éditions Biotope, 408 pages.

SFO, 2001. Liste des habitats odonatologiques. mise à jour octobre 2001. www.libellules.org, 1 page.

DOUCET G., 2010. Clé de détermination des exuvies des Odonates de France. SFO, 64 p.

WENDLER A., NUSS J.H., 1997. Guide de détermination des libellules de France, d'Europe septentrionale et centrale. SFP, 129 p.

INTEGRITÉ DU PEUPLEMENT D'ODONATES

Description et principes du protocole

Un inventaire des odonates selon une pression d'échantillonnage calibrée, évaluée et reproductible a été conduit durant la phase terrain. L'indicateur est construit en comparant cet inventaire à une liste d'espèces attendues sur la zone humide en fonction des habitats odonatologiques qu'elle contient et de sa situation biogéographique. La proportion d'espèces au rendez-vous constitue l'expression numérique de l'intégrité du peuplement d'odonates.

Méthode de calcul

La construction de la note indicatrice passe par les deux étapes suivantes :

- **Construction de la liste d'espèces attendues sur la zone humide**

Il s'agit de sélectionner dans le tableau d'affinités des espèces avec les habitats odonatologiques (Annexe 2), les habitats identifiés sur la zone humide et le domaine biogéographique concerné. Quatre domaines biogéographiques sont identifiés pour les odonates dans le bassin Rhône Méditerranée :

1. Continental ;
2. Alpin ;
3. Méditerranéen oriental ;
4. Méditerranéen occidental.

Les limites de ces domaines sont celles retenues dans le cadre de Natura 2000. Le domaine méditerranéen au sens de Natura 2000 est partagé en deux parties pour tenir compte des différences importantes de peuplement de part et d'autre du couloir rhodanien. La vallée du Rhône constitue cette limite, la plaine alluviale et le delta du Rhône étant entièrement rattachés au domaine méditerranéen oriental. La limite occidentale de la plaine alluviale et du delta sont bien matérialisées topographiquement sur le terrain, sauf à l'approche de la mer. A partir de Saint Gilles (30), on retiendra une ligne joignant Saint Gilles, Galician, Aigues Mortes et le Grau du Roi.

On obtient un tableau listant les habitats en colonne et les espèces attendues en ligne. (Annexe 2) Dans chaque cellule, le degré d'affinité à l'habitat est indiqué par une valeur de 1 à 4.

code	intitulé
1	Habitats principaux *
2	Affinité forte*
3	Affinité moyenne*
4	Habitats significativement visités sans qu'aucune certitude de reproduction ne soit acquise*

**DELIRY 2010*

Méthode de calcul *(Suite)*

Dans une seconde étape, cette liste est réduite aux espèces présentant une forte affinité avec au moins un des habitats (dites sténoèces) en ne retenant que les espèces ayant des notes d'affinité de 1 et 2.
Dans une troisième étape, l'application sur ce tableau du filtre de répartition départementale des odonates du bassin Rhône Méditerrannée (Annexes 2) permet de ne conserver que les espèces dont la présence est connue, au moins anciennement, dans ce département (code 2 à 5). On obtient ainsi la **liste des espèces "sténoèces" attendues sur cette zone humide,** avec le détail pour chaque habitat.

- **Identification des espèces au rendez-vous et calcul de l'indicateur**

Le rapprochement entre la liste d'espèces attendues obtenue précédemment et la liste des espèces observées sur la zone humide construite à l'issue de la campagne de terrain (cf. fiche P06) permet d'identifier les espèces au rendez-vous.

Clés d'interprétation de la note indicatrice

L'indicateur peut varier de 0 % (aucune espèce au rendez-vous) à 100 % (toutes les espèces attendues au rendez-vous). Plus la valeur de l'indicateur se rapproche de 100 %, plus le peuplement d'odonates de la zone humide est intègre. Toutefois, la valeur de 100 % n'est atteinte qu'exceptionnellement, essentiellement dans le cas de zones humides de petite taille, ne comportant qu'un seul habitat odonatologique avec une liste d'espèces attendues réduite à quelques espèces. Dans la plupart des cas, cette valeur ne peut être atteinte pour deux raisons :

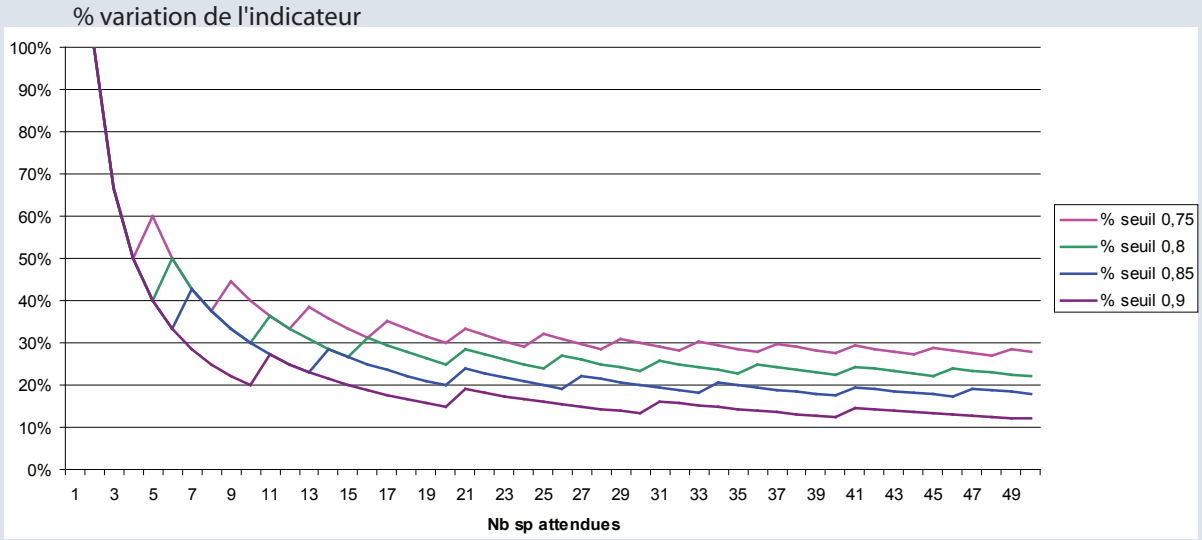
- d'une part les aléas de la biogéographie qui font que toutes les espèces n'occupent pas systématiquement tous les habitats favorables ;
- d'autre part la sous-estimation de la richesse vraie due à l'échantillonnage mis en place (cf. fiche P06). Rappelons que la qualité de l'échantillonnage a été établie seulement si le ratio richesse observée / richesse estimée par Jacknife (S obs / S true) est au moins de 75 %.

Si l' on admet que toutes les espèces ont les mêmes probabilités de détection, la définition de la valeur seuil d'intégrité du peuplement devrait dépendre de ce ratio S obs/ S true. En vue de simplifier la démarche, ce seuil d'intégrité du peuplement est arbitrairement fixé à la valeur seuil de validité de l'échantillonnage (75 %) minorée de 10 % pour tenir compte des aléas biogéographiques. **Le peuplement odonatologique sera donc considéré comme intègre si au moins 65 % des espèces attendues sont au rendez-vous.**

Sur les 83 sites tests du programme Rhomeo avec des données exploitables, seulement 20% d'entre eux présentent un peuplement intègre. Le seuil de variation significatif de l'indicateur entre deux campagnes ne peut être défini de manière simple et unique : du fait de la méthode de calcul de l'indicateur, ce seuil de signification dépend à la fois du nombre d'espèces attendues et de la qualité de l'échantillonnage. On trouvera en annexe 2 un tableau qui indique les seuils de variation significatifs de l'indicateur en fonction de ces deux paramètres. La traduction graphique de ce tableau est présentée ci-après.
L'indicateur brut peut être complété à dire d'expert, par une analyse plus fine des informations liées aux espèces absentes : la prise en compte de la fréquence de ces espèces dans le département (cf tableau de répartition départementale) permet de relativiser la signification de cette absence et les informations sur l'écologie des espèces absentes permet de formuler des hypothèses sur les facteurs d'altération de la zone humide

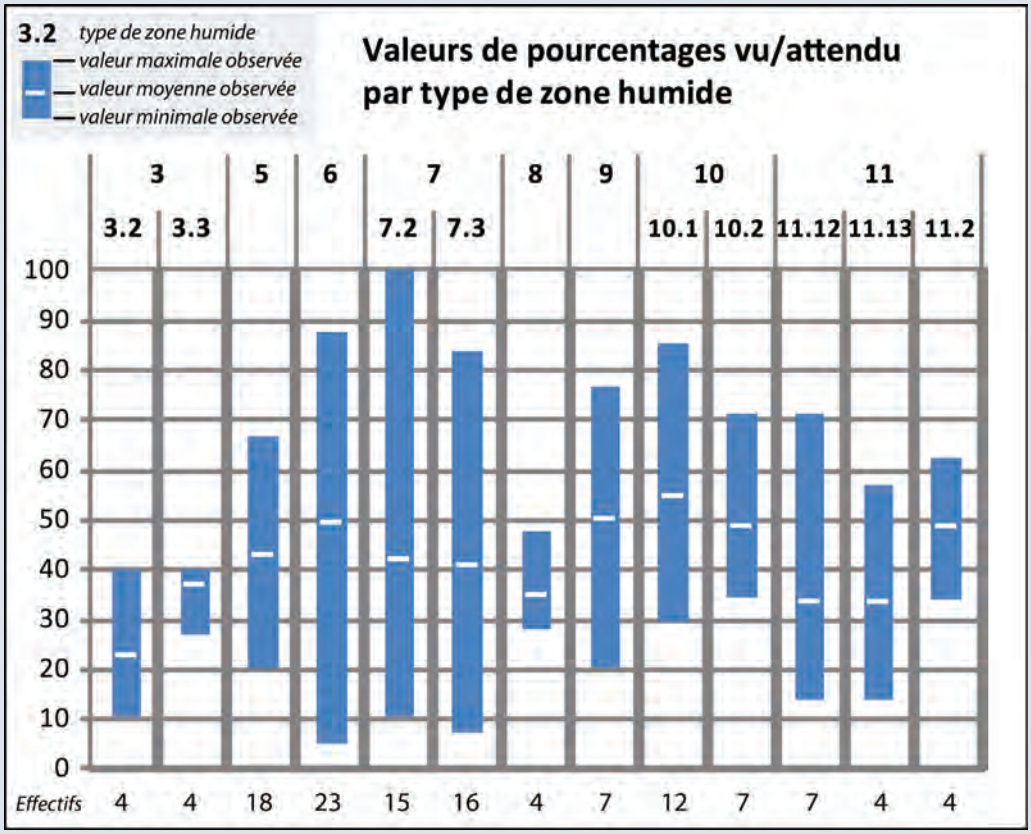
FICHES LIÉES P06 I10

Clés d'interprétation de la note indicatrice *(Suite)*



Évolution du seuil de variation significatif de l'indicateur entre deux campagnes en fonction du nombre d'espèces attendues, pour quatre valeurs de qualité d'échantillonnage (S obs/ S true)

Exemples d'amplitude des valeurs observées



Exemple d'application

L'exemple suivant permet d'illustrer cette question :

Sur le site de l'île de la Platière, des données sont disponibles depuis le début des années 1980 et sont suffisamment nombreuses et représentatives pour reconstituer une évolution du peuplement depuis le début des années 1990. Les résultats obtenus dans le cadre du programme Rhomeo en 2009 et 2010 sont rappelés et deux états antérieurs sont simulés à partir des données disponibles (1990 et 2000). La liste d'espèces attendues est identique pour les quatre dates. Le ratio S obs/ S true est de 80% en 2009 et 84 % en 2010. Au vu des données disponibles, cette valeur de 80 % est également retenue par hypothèse pour 1990 et 2000.

Exemple tableau annexe 2

Le peuplement d'odonates est intègre en 2000 et 2010 et non intègre en 1990 et 2009.
Le seuil de significativité d'une variation entre deux campagnes pour 28 espèces attendues et pour un S obs/S true de 80% est de 25 %. La variation est supérieure à 25% entre 1990, et 2000 ou 2010, et est donc significative alors que les variations enregistrées entre 1990, 2009 et 2010 ne le sont pas.

Bibliographie

OERTLI B., 2008. The use of dragonflies in the assessment and monitoring of aquatic habitats, In Dragonflies and Damselflies : Model Organisms for Ecological and Evolutionary Research. ed. A. Córdoba-Aguilar, pp. 79-95. Oxford University Press, Oxford, New York.

Fiche de relevé

SITE

Id. _____ Nom _____ N° pt de suivi : _____

CONTEXTE

Observateur : _____

Date : _____ heure : _____

Durée d'observation : _____

Taille du suivi : _____

Présence d'exuvies : ☐ oui ☐ non

Conditions météo

Station météo proche (ex: météofrance)

Température : _____°C

Nébulosité

0☐ 1/4☐ 1/2☐ 3/4☐

Vent

Force du vent (échelle de Beaufort)

1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐

1 : vent perceptible sur une fumée mais pas sur une girouette (1 à 5 km)
2 : girouette en mouvement et vent perceptible sur le visage (6 à 11 km/h)
3 : feuilles et brindilles constamment en mouvement (12 à 19 km/h)
4 : petites branches en mouvement et poussières tourbillonnantes (20 à 28 km/h)
5 : vagues clairement visibles à la surface de l'eau. Les petits arbres balancent. Les sommets de tous les arbres sont agités (29 à 38 km/h)

DESCRIPTIF DU POINT DE SUIVI

Type de point d'observation : ☐ transect ☐ point

Habitats (codes SFO): _____

Durée du suivi : _____

Nom de l'ensemble fonctionnel (facultatif) : _____

Coordonnées GPS : _____

N° point de suivi : composé de l'identifiant de la zone humide et d'un numéro

Transect : 25 m de long sur 5 de large à l'interface végétation terrestre ou hélophytes/eau; Point rayon prospectée 5 à 6 m

Coordonnées géographiques du barycentre

Nom de l'ensemble fonctionnel pour les grands sites : nom de l'étang, de la mare, du ruisseau... prospecté

Remarques :

Photo : ..... orientation : .....

RELEVE

N° tranche 2 minutes	Espèce	Nb Adultes "1" si individu isolé X si individus multiples	Sexe présents (cocher la ou les cases correspondantes)		Comportement reproducteur le plus significatif (cocher la case la plus à droite correspondante)				
			Mâle	Femelle	Défense territoriale	Tandem Accouplement	Ponte	Neonate	Emergence

Pour les exuvies, après détermination au laboratoire:

Espèce / Groupe d'espèces	Nb

Informations, remarques, autres espèces contactées :

Liste des habitats odonatologiques

Code	Types	Code	Types	Précisions et synthétiques
1	Zones des sources		*Préciser 01a et 01b*	*Petits bassins et écoulements (permanents) des sources ; parfois présence de sphaignes ; souvent ombragés.*
		01a	Sources de plaine	
		01b	Sources d'altitude	*Etages montagnards et subalpins.*
2	Ruisselets / ruisseaux fermés			*Eaux vives et fraîches de 0,5 à 4 à 5 m de large situées en milieux fermés (sous-bois, forêts, taillis, etc.). Parfois coulant sur des pentes abruptes. Assèchement estival possible (mais présence de vasques, flaques et micro-mares).*
23	Ruisselets / ruisseaux ouverts			*Eaux vives et fraîches de 0,5 à 4 à 5 m de large situées en milieux ouverts (champs, prairies, etc.). Présence d'Hélophytes et parfois d'Hydrophytes.*
3	Rivières à eaux vives			*Milieux de 5 à 25 m de large. Secteurs à courant vif (rapides). Bien ensoleillées avec les rives plus ou moins ombragées.*
24	Rivières à eaux calmes			*Milieux de 5 à 25 m de large. Secteurs calmes du cours d'eau (moulins, barrages naturels, etc.). Bien ensoleillées avec les rives plus ou moins ombragées.*
21	Rivières d'altitude			*Eaux courantes vives en général, des étages montagnard et sub-alpin.*
4	Grands cours d'eau vifs	04a	Cours principal des grands cours d'eau vifs	*Parties vives des fleuves et des grandes rivières, de plus de 25 m de large. (Radier – vitesse d'écoulement > 0,5 m/s)*
		04b	Annexes fluviales vives perturbées avec flux entrant par l'amont	*Parties vives des annexes hydrauliques courantes connectées de manière temporaire au chenal par l'amont (entre le module et la crue annuelle d'où un régime de perturbation important) et de manière permanente par l'aval.*
		04c	Annexes fluviales vives perturbées avec flux rétrograde par l'aval	*Parties vives des annexes hydrauliques avec alimentation par la nappe phréatique, en conséquence courantes, connectées de manière permanente au chenal uniquement par l'aval avec un régime de perturbation moyen lié aux crues de fréquence annuelle.*
		04d	Annexes fluviales vives peu perturbées avec flux rétrograde par l'aval	*Parties vives des annexes hydrauliques courantes connectées de manière permanente au chenal uniquement par l'aval avec un régime de perturbation faible lié aux crues élevées (> crue annuelle), avec alimentation par la nappe phréatique. Situation généralement liée à des aménagements.*

Liste des habitats odonatologiques *(Suite)*

Code	Types	Code	Types	Précisions et commentaires
5	Grands cours d'eau calmes	05a	Cours principal des grands cours d'eau calmes	*Parties calmes des fleuves et des grandes rivières (de plus de 25 m de large). Les bras morts, lônes ou boires (en communication périodique avec le cours d'eau) sont précisées ci-dessous (05b-05c).*
		05b	Annexes lentes ou stagnantes, connectées, fortement perturbées	*Parties calmes des annexes hydrauliques courantes avec alimentation par la nappe phréatique, connectées de manière permanente au chenal par l'aval avec un régime de perturbation fort dès les crues annuelles par entrée amont.*
		05c	Annexes lentes ou stagnantes, connectées, moyennement perturbées	*Parties calmes des annexes hydrauliques courantes avec alimentation par la nappe phréatique connectées de manière permanente au chenal par l'aval avec un régime de perturbation moyen dès les crues annuelles par reflux aval.*
		05d	Annexes stagnantes non connectées fortement perturbées	*Annexes hydrauliques stagnantes connectées de manière temporaire au chenal avec un régime de perturbation fort par les crues annuelles par entrée amont.*
		05e	Annexes stagnantes non connectées moyennement perturbées	*Annexes hydrauliques stagnantes connectées de manière temporaire au chenal avec un régime de perturbation moyen par les crues annuelles par reflux aval.*
		05f	Annexes stagnantes non connectées peu perturbées	*Annexes hydrauliques stagnantes connectées de manière temporaire au chenal avec un régime de perturbation faible par les crues fortes (>quinquennales).*
22	Rivières méditerranéennes			*Eaux courantes à débit intermittent en période estivale (vasques, mares).*
6	Canaux navigables			*Milieux artificiels entretenus pour la navigation fluviale.*
7	Fossés alimentés			*Canaux d'irrigation (débit moyen), puits artésiens, etc.*
8	Suintements			*Résurgences de débit insignifiant mais permanent ; Suintements de digues d'étangs, etc. Généralement bien ensoleillés.*
9	Milieux temporaires		*Préciser 09a et 09b*	*Stagnants en général, assèchement estival : petits étangs, mares, fossés, annexes hydrauliques stagnantes connectées de manière exceptionnelle au chenal avec un régime de perturbation faible, etc.*
		09a	Milieux temporaires de plaine	*Ces habitats peuvent être de dimension assez importante dans quelques cas.*
		09b	Milieux temporaires d'altitude	*Etages montagnards et subalpins. En général de faible dimension (mares).*
29	Prairies humides			*Milieux humides, mouillères, etc. (à proximité ou non de milieux aquatiques). Absence d'odonates reproducteurs dans cet habitat. Si présence de mares temporaires ou permanentes, fossés, suintement,... voir habitats 10, 09, 08*
10	Mares ouvertes		*Préciser 10a et 10b*	*Bien ensoleillées et permanentes : mares, abreuvoirs, lavoirs, lavognes anciennes (non entretenues), etc.*
		10a	Mares pauvres en végétation aquatique	*On y retrouve les lavognes entretenues*
		10b	Mares avec présence de végétation aquatique	
11	Mares fermées			*Milieux forestiers très ombragés (et généralement permanents).*

Liste des habitats odonatologiques *(Suite)*

Code	Typo	Code	Typo	Précisions et commentaires
12	Milieux saumâtres			*Marais littoraux et continentaux saumâtres de plus de 0,5 mg/l de NaCl, bien ensoleillés, eaux permanentes ou assèchement estival : lagunes, marais salants, prés salés, bassins piscicoles, marais à salicornes, pannes dunaires, etc.*
13	Milieux artificiels			*Récents en général et peu colonisés par la végétation aquatique : gravières, sablières, ballastières, étangs collinaires, etc.*
27	Bassins lagunaires			*Bassins d'effluents routiers, de décantation (stations d'épuration, etc.), souvent riches en métaux ou autres polluants*
25	Milieux aquatiques cultivés			*Rizières, cressonnières en exploitation, etc.*
14	Etangs «naturels» ouverts (annexes comprises)			*Milieux bien ensoleillés (peu de végétation arbustive littorale). Végétation aquatique et sub-aquatique typique. Situés à l'étage collinéen et parfois plus haut dans le sud. Secteurs d'alimentation, d'évacuation et annexes (mares et fossés) compris si nécessaire, mais à distinguer comme habitats particuliers quand ils sont nombreux et significatifs.*
15	Etangs «naturels» fermés (annexes comprises)	15a	Ceinture d'hélophyte haute. Absence de queues tourbeuses	*Milieux fortement boisés (forestiers), rives ombragées. Situés à l'étage collinéen et parfois plus haut dans le sud. Secteurs d'alimentation, d'évacuation et annexes (mares et fossés) compris si nécessaire, mais à distinguer comme habitats particuliers quand ils sont nombreux et significatifs.*
		15b	Ceinture d'hélophyte basse. Absence de queues tourbeuses	*La ceinture d'hélophyte est inférieure généralement à la magnocariçaie : Carex ou Juncus, voire gazons des rives temporairement inondées*
		15c	Présence de queues tourbeuses	*La ceinture d'hélophyte est généralement basse, les eaux acides permettent le développement de queues ou anses tourbeuses à sphaignes*
16	Marais de plaine			*Etangs marécageux (- de 50% d'eau libre), marais (biotopes diversifiés), canaux stagnants, effluents, fossés, tourbières plates alcalines de l'étage collinéen, étendues importantes de roselières ou de Carex*
17	Tourbières acides de plaine			*Tourbières à sphaignes (bombées) avec gouilles, fosses d'exploitation, effluents, fossés, etc. de l'étage collinéen, exceptionnellement en dessous*
18	Tourbières acides d'altitude		*Préciser 18a et 18b*	*Tourbières à sphaignes (bombées) avec gouilles, fosses d'exploitation, effluents, fossés, etc. des étages montagnard et sub-alpin.*
		18a	Tourbières acides avec présence de surfaces significatives d'eau libre	*Ces surfaces peuvent être localisées par rapport à l'ensemble, mais sont propices à modifier la liste des espèces présentes*
		18b	Tourbières acides avec gouilles seulement	*Dans quelques cas les gouilles peuvent être temporaires et suffire au développement des Odonates*
19	Milieux stagnants d'altitude			*Etangs, marais, petits lacs situés des étages montagnard et sub-alpin. Parfois avec des secteurs (queues) présentant des formations particulières (radeaux tourbeux, ...)*
20	Lacs et grands réservoirs			*Grande surface d'eau libre de basse ou moyenne altitude (jusqu'à 1000 m en général),*

Structuration des informations (Base de données)

NOM DU CHAMP	Nature de l'information
TABLE POINT DE SUIVI	
ID_POINT_DE_SUIVI	*à définir par utilsateur*
ID_ZONE_HUMIDE	*identifiant de la zone humide*
TYPE	*transect/point*
DUREE OBSERVATION	*temps de parcours transect en minutes*
SYSTEME GEOREFERENCEMENT	*selon choix utilisateur*
LONGITUDE	*selon choix utilisateur*
LATITUDE	*selon choix utilisateur*
NOM ENSEMBLE FONCTIONNEL	*facultatif, souvent un nom de lieu plus facile à mémoriser qu'un ID*
TABLE RELEVE	
ID_RELEVE	*à définir par utilsateur*
ID_POINT_DE_SUIVI	*liste de choix à partir table point de suivi*
DATE	*date en format numérique*
OBSERVATEUR	*nom observateur*
TEMPERATURE	*en degré celsius au moment du relevé*
VENT	*direction suivi de la vitesse en baufort*
NEBULOSITE	*en 1/4 : 0, 1/4, 2/4, 3/4, 4/4*
DUREE OBSERVATION	*temps observation sur points en minutes : 6, 8, 10*
TABLE OBSERVATION	
ID_OBSERVATION	*à définir par utilsateur*
ID_RELEVE	*liste de choix à partir table releve*
TAXON	*liste de choix à partir d'un referentiel taxonomique*
NOMBRE	*liste fermée : 1 (individu isolé) ou X (individu multiple)*
SEXE	*liste fermée : M (mâle uniquement), F (femelle uniquement) ou MF (les 2 sexes observés)*
COMPORTEMENT REPRODUCTEUR	*liste fermée :defense ou tandem ou ponte ou neonate ou exuvie*
NB_EXUVIES	*nombre*

Calcul de l'estimateur de richesse vrai Jacknife

Exemple de tableau de résultats en présence / absence

Taxon / point de suivi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Calopteryx splendens	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1
Ischnura elegans	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Chalcolestes viridis	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cercion lindenii	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Platycnemis pennipes	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1
Coenagrion puella	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
Erythromma viridulum	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
Orthetrum cancellatum	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
Sympetrum striolatum	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1
Anax imperator	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1
Crocothemis erythraea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
Libellula depressa	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
Libellula fulva	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Orthetrum albistylum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1
Gomphus vulgatissimus	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Onychogomphus forcipatus	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Aeshna mixta	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Orthetrum coerulescens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
Sympetrum sanguineum	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Libellula quadrimaculata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Coenagrion pulchellum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Pyrrhosoma nymphula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aeshna cyanea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aeshna isoceles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Boyeria irene	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Oxygastra curtisii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Sympetrum fonscolombii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Abaque de changement significatif

Nb espèces attendues	S obs/S true=75%	S obs/S true=80%	S obs/S true=85%	S obs/S true=90%
1	200%	200%	200%	200%
2	100%	100%	100%	100%
3	67%	67%	67%	67%
4	50%	50%	50%	50%
5	60%	40%	40%	40%
6	50%	50%	33%	33%
7	43%	43%	43%	29%
8	38%	38%	38%	25%
9	44%	33%	33%	22%
10	40%	30%	30%	20%
11	36%	36%	27%	27%
12	33%	33%	25%	25%
13	38%	31%	23%	23%
14	36%	29%	29%	21%
15	33%	27%	27%	20%
16	31%	31%	25%	19%
17	35%	29%	24%	18%
18	33%	28%	22%	17%
19	32%	26%	21%	16%
20	30%	25%	20%	15%
21	33%	29%	24%	19%
22	32%	27%	23%	18%
23	30%	26%	22%	17%
24	29%	25%	21%	17%
25	32%	24%	20%	16%
26	31%	27%	19%	15%
27	30%	26%	22%	15%
28	29%	25%	21%	14%
29	31%	24%	21%	14%
30	30%	23%	20%	13%
31	29%	26%	19%	16%
32	28%	25%	19%	16%
33	30%	24%	18%	15%
34	29%	24%	21%	15%
35	29%	23%	20%	14%
36	28%	25%	19%	14%
37	30%	24%	19%	14%
38	29%	24%	18%	13%
39	28%	23%	18%	13%
40	28%	23%	18%	13%
41	29%	24%	20%	15%
42	29%	24%	19%	14%
43	28%	23%	19%	14%
44	27%	23%	18%	14%
45	29%	22%	18%	13%
46	28%	24%	17%	13%
47	28%	23%	19%	13%
48	27%	23%	19%	13%
49	29%	22%	18%	12%
50	28%	22%	18%	12%

Exemple de calcul : Marais de Charvas (38)

1 - Tableau complet des espèces attendues par filtrage sur les habitats odonatologiques présents sur la zone humide

Habitats odonatologiques	Ruisselets et ruisseaux fermés	Ruisselets et ruisseaux ouverts	Milieux temporaires de	Mares avec hydrophytes	Mares forestières	Etangs "naturels" ouverts	Marais de plaine, tourbières
Code Habitats	2	23	09a	10b	11	14	16
Aeshna affinis			2	3	4	3	3
Aeshna cyanea			4	3	2	2	2
Aeshna grandis				3	3	3	3
Aeshna isoceles				3		3	3
Aeshna mixta			4	3		3	3
Anax imperator		4	4	2		2	2
Anax parthenope				3		3	4
Boyeria irene	4	4					
Brachytron pratense		4		3	4	2	2
Calopteryx splendens	4	2				4	4
Calopteryx virgo	2	3				4	4
Ceriagrion tenellum		4		3	3	3	2
Chalcolestes viridis	3	3	4	3	3	3	3
Coenagrion hastulatum							4
Coenagrion mercuriale		1					
Coenagrion ornatum		1					
Coenagrion puella		4		2	3	2	3
Coenagrion pulchellum		4		2	3	2	2
Coenagrion scitulum				2		3	4
Cordulegaster bidentata	4	4					
Cordulegaster boltonii	1	2				4	
Cordulia aenea				3	3	1	3
Crocothemis erythraea		4	3	3	4	3	4
Enallagma cyathigerum		4		2	3	2	2
Epitheca bimaculata	4					3	
Erythromma lindenii		4				4	
Erythromma najas				3		1	3
Erythromma viridulum				4		3	4
Gomphus pulchellus				3		2	
Gomphus vulgatissimus	4	4					
Ischnura elegans		4	3	2	3	1	2
Ischnura pumilio		4	2	3		3	3

Habitats odonatologiques	Ruisselets et ruisseaux fermés	Ruisselets et ruisseaux ouverts	Milieux temporaires de	Mares avec hydrophytes	Mares forestières	Etangs "naturels" ouverts	Marais de plaine, tourbières
Code Habitats	2	23	09a	10b	11	14	16
Ischnura pumilio			2	3		3	3
Lestes barbarus			3				
Lestes dryas							3
Lestes sponsa			3	3		2	3
Lestes virens			3	3		3	3
Leucorrhinia albifrons							
Leucorrhinia caudalis				3		1	
Leucorrhinia pectoralis						2	
Leucorrhinia rubicunda							3
Libellula depressa		3	4	2	3	2	3
Libellula fulva		4		3	4	3	4
Libellula quadrimaculata				2	3	2	2
Nehalennia speciosa							2
Onychogomphus forcipatus		3					
Orthetrum albistylum				3		3	4
Orthetrum brunneum		3		3		3	3
Orthetrum cancellatum			4	3	4	2	3
Orthetrum coerulescens		2	4	3		3	2
Oxygastra curtisii	4	4				4	
Platycnemis acutipennis		4					
Platycnemis latipes		4					
Platycnemis pennipes		4		2	3	2	3
Pyrrhosoma nymphula	2	2		2	2	2	2
Somatochlora flavomaculata				3	4	3	1
Somatochlora metallica	4			4	3	4	4
Sympecma fusca		4	4	2	2	3	3
Sympetrum danae			4	4	4	4	4
Sympetrum depressiusculum		4	3	4	4	4	4
Sympetrum flaveolum		4		4	4	4	4
Sympetrum fonscolombii			3	3		3	4
Sympetrum meridionale			3	3		2	3
Sympetrum pedemontanum		4		4	4	4	4
Sympetrum sanguineum		4	2	2	3	2	3
Sympetrum striolatum			3	2	3	2	2
Sympetrum vulgatum			3	2	4	2	3

Exemple de calcul *(Suite)*

2 – Tableau des espèces dites «sténoèces» attendues sur la zone humide par application des filtres «liens aux habitats» et «répartition départementale»

Dans cet exemple, l'application de ces deux filtres réduit le tableau de 65 à 33 lignes (30 espèces à faible affinité et 2 espèces absentes du département). La richesse attendue est donc de 33 espèces.

Habitats	Ruisselets et ruisseaux fermés	Ruisselets et ruisseaux ouverts	Milieux temporaires de plaine	Mares avec hydrophytes	Mares forestières	Etangs "naturels" ouverts	Marais de plaine, tourbières alcalines	Liste sp attendues ZH
Code Habitats	2	23	09a	10b	11	14	16	
Coenagrion mercuriale		1						1
Cordulegaster boltonii	1	2						1
Cordulia aenea						1		1
Erythromma najas						1		1
Ischnura elegans				2		1	2	1
Leucorrhinia caudalis						1		1
Somatochlora flavomaculata							1	1
Aeshna affinis			2					2
Aeshna cyanea					2	2	2	2
Anax imperator				2		2	2	2
Brachytron pratense						2	2	2
Calopteryx splendens		2						2
Calopteryx virgo	2							2
Ceriagrion tenellum							2	2
Coenagrion puella				2		2		2
Coenagrion pulchellum				2		2	2	2
Coenagrion scitulum				2				2
Enallagma cyathigerum				2		2	2	2
Gomphus pulchellus						2		2
Ischnura pumilio			2					2
Lestes sponsa						2		2
Leucorrhinia pectoralis						2		2
Libellula depressa				2		2		2
Libellula quadrimaculata				2		2	2	2
Orthetrum cancellatum						2		2
Orthetrum coerulescens		2					2	2
Platycnemis pennipes				2		2		2
Pyrrhosoma nymphula	2	2		2	2	2	2	2
Sympecma fusca				2	2			2
Sympetrum meridionale						2		2
Sympetrum sanguineum			2	2		2		2
Sympetrum striolatum				2		2	2	2
Sympetrum vulgatum				2		2		2

Exemple de calcul *(Suite)*

3 – Comparaison espèces attendues/ espèces observées

Dans le cas du Marais de Charvas, les informations ont été collectées en 2010 et 2011. Le nombre d'espèces au rendez-vous est respectivement de 22 et 19. Le ratio nombre d'espèces au rendez vous / nombre d'espèces attendues constitue l'indicateur d'intégrité du peuplement d'odonates (respectivement 67 et 58 %).

Ce résultat conduit à un diagnostic de peuplement intègre en 2010 (taux d'intégrité > 65%). En 2011, le peuplement est en dessous du seuil d'intégrité, tout en étant proche, mais la qualité de l'échantillonnage est moins bonne (S obs / S true de 71%) ne permettant pas de valider ce résultat.

Espèces au rendez-vous			
liste espèces attendues	niveau lien aux habitats	2010	2011
Aeshna affinis	2	1	
Aeshna cyanea	2		
Anax imperator	2	1	1
Brachytron pratense	2	1	1
Calopteryx splendens	2	1	1
Calopteryx virgo	2	1	1
Ceriagrion tenellum	2		
Coenagrion mercuriale	1	1	
Coenagrion puella	2	1	1
Coenagrion pulchellum	2		
Coenagrion scitulum	2	1	1
Cordulegaster boltonii	1		1
Cordulia aenea	1	1	1
Enallagma cyathigerum	2	1	
Erythromma najas	1		
Gomphus pulchellus	2		
Ischnura elegans	1	1	1
Ischnura pumilio	2	1	1
Lestes sponsa	2	1	1
Leucorrhinia caudalis	1		
Leucorrhinia pectoralis	2	1	
Libellula depressa	2	1	1
Libellula quadrimaculata	2	1	1
Orthetrum cancellatum	2	1	1
Orthetrum coerulescens	2	1	1
Platycnemis pennipes	2		
Pyrrhosoma nymphula	2	1	1
Somatochlora flavomaculata	1		
Sympecma fusca	2		1
Sympetrum meridionale	2	1	
Sympetrum sanguineum	2	1	1
Sympetrum striolatum	2	1	1
Sympetrum vulgatum	2		

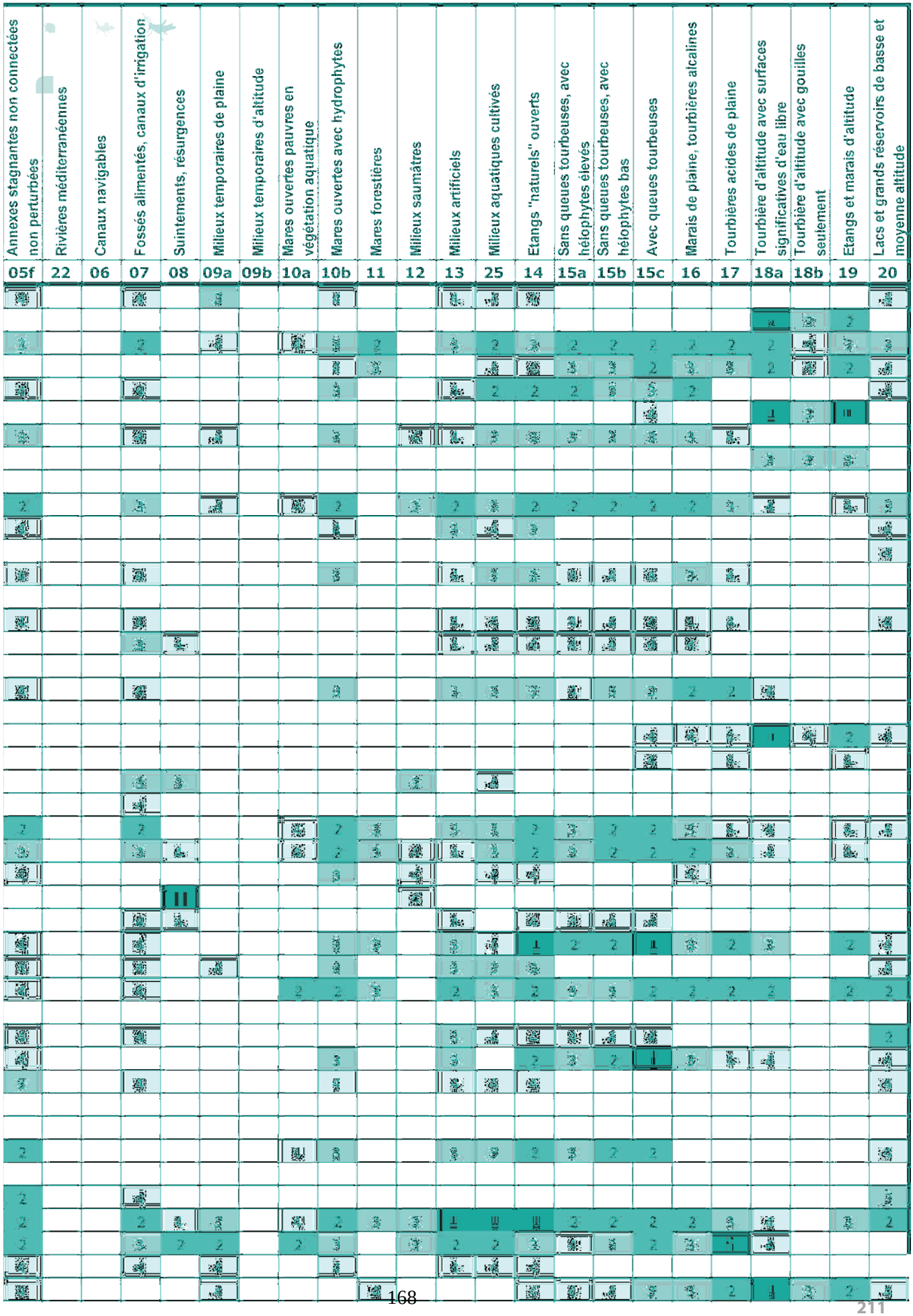
Nb espèces	33	22	19
% sp au		67%	58%

Affinités des espèces pour les habitats - odonates

Domaine alpin

Habitat odonatologique	Zones des sources	Sources de plaine	Sources d'altitude	Ruisselets et ruisseaux fermés	Ruisselets et ruisseaux ouverts	Rivières eaux vives	Rivières à eaux calmes	Rivières d'altitude	Cours principal Gds cours d'eau vifs	Annexes perturbées avec flux entrant amont	Annexes perturbées avec flux rétrograde aval	Annexes peu perturbées	Cours principal Gds cours d'eau calmes	Annexes lentes Connexions fortement perturbées	Annexes lentes Connexions moyennement perturbées	Annexes stagnantes non connectée très perturbées	Annexes stagnantes non connectée perturbées
Code Habitat	**01**	**01a**	**01b**	**02**	**23**	**03**	**24**	**21**	**04a**	**04b**	**04c**	**04d**	**05a**	**05b**	**05c**	**05d**	**05e**
Aeshna affinis																	
Aeshna caerulea																	
Aeshna cyanea												4					4
Aeshna grandis																	
Aeshna isoceles												4					
Aeshna juncea																	
Aeshna mixta					4							4				4	
Aeshna subarctica																	
Anax ephippiger																	
Anax imperator							4				4	3				4	3
Anax parthenope																	
Boyeria irene																	
Brachytron pratense					4		4					4					4
Calopteryx haemorrhoidalis																	
Calopteryx splendens	4	4		4	2	3	2	4	3	1	3	4				3	2
Calopteryx virgo	3	3		2	3	2	3	2	4	3	4					4	4
Calopteryx xanthostoma																	
Ceriagrion tenellum												4					
Coenagrion caerulescens																	
Coenagrion hastulatum																	
Coenagrion lunulatum																	
Coenagrion mercuriale	2	2			1	3	4			4	4						4
Coenagrion ornatum	4	4			4	4	4										4
Coenagrion puella					4		4				4	2				3	3
Coenagrion pulchellum					4							4				4	4
Coenagrion scitulum																	
Cordulegaster bidentata	1	3	4	1	2	4		2									
Cordulegaster boltonii	2	2		1	2	1	4	2		3	4						4
Cordulia aenea												4					
Crocothemis erythraea												4					
Enallagma cyathigerum												4					
Epitheca bimaculata																	
Erythromma lindenii					4	4	4			3	4	4				3	3
Erythromma najas							4					4					
Erythromma viridulum						4	4			4	4	4				4	3
Gomphus flavipes																	
Gomphus graslinii																	
Gomphus pulchellus						4	3				4	3				3	3
Gomphus simillimus																	
Gomphus vulgatissimus				4	4	2	1		2	2	1	4				4	1
Ischnura elegans	4	4			4		4				4	2				4	4
Ischnura pumilio	4	4			4	4		4				4					
Lestes barbarus																	
Lestes dryas					4			4									

Affinités des espèces pour les habitats - odonates *(Suite)*

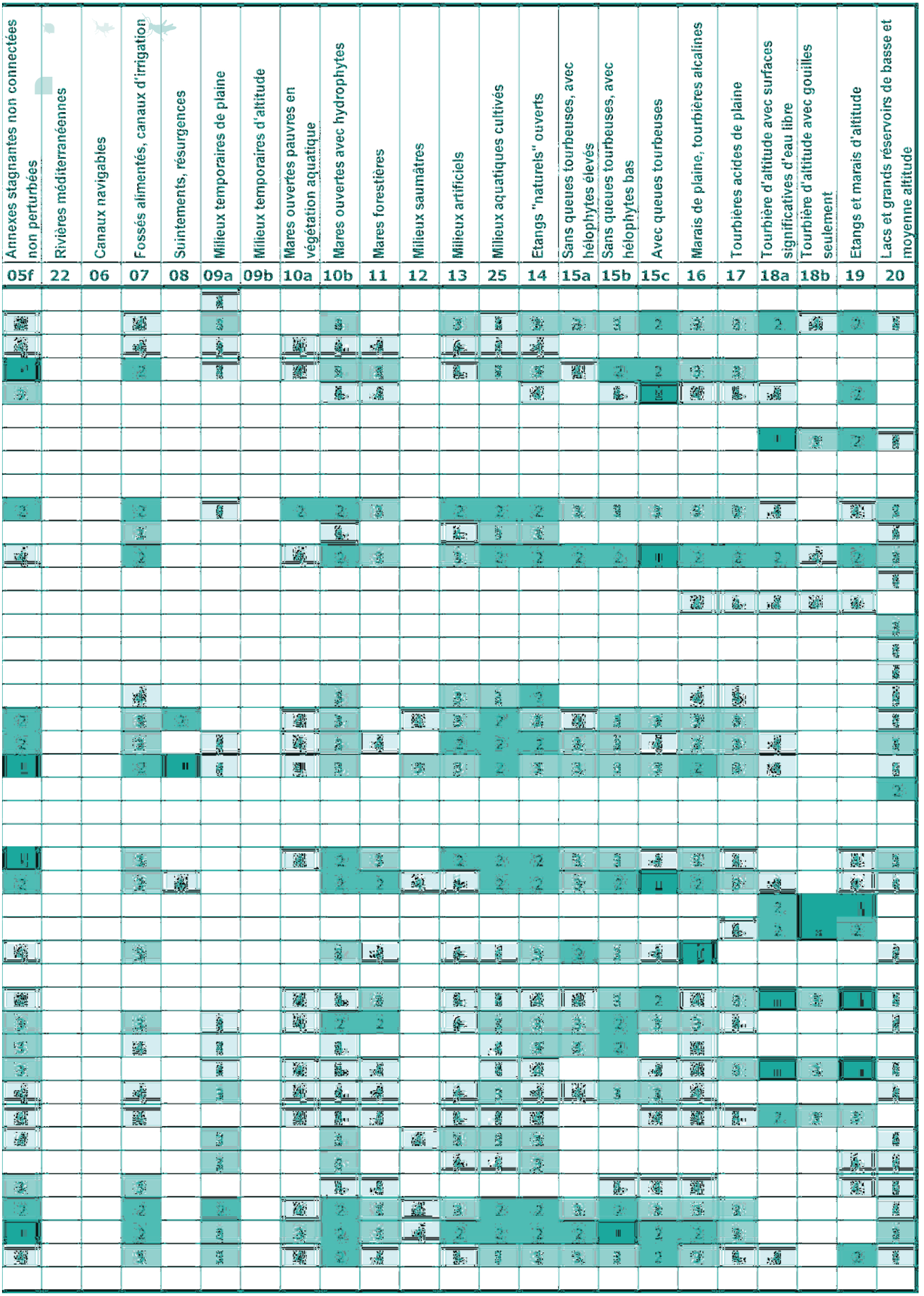


Affinités des espèces pour les habitats - odonates *(Suite)*

Domaine alpin

Habitat odonatologique	Zones des sources	Sources de plaine	Sources d'altitude	Ruisselets et ruisseaux fermés	Ruisselets et ruisseaux ouverts	Rivières eaux vives	Rivières à eaux calmes	Rivières d'altitude	Cours principal Gds cours d'eau vifs	Annexes perturbées avec flux entrant amont	Annexes perturbées avec flux rétrograde aval	Annexes peu perturbées	Cours principal Gds cours d'eau calmes	Annexes lentes Connexions fortement perturbées	Annexes lentes Connexions moyennement perturbées	Annexes stagnantes non connectée très perturbées	Annexes stagnantes non connectée perturbées
Code Habitat	**01**	**01a**	**01b**	**02**	**23**	**03**	**24**	**21**	**04a**	**04b**	**04c**	**04d**	**05a**	**05b**	**05c**	**05d**	**05e**
Lestes macrostigma																	
Lestes sponsa												4					
Lestes virens					4							4					
Lestes viridis	4	4		3	3	3	3	3		4	3	1				4	3
Leucorrhinia albifrons												2					
Leucorrhinia caudalis																	
Leucorrhinia dubia																	
Leucorrhinia pectoralis																	
Leucorrhinia rubicunda																	
Libellula depressa	4	4			3		4	4			4	2				4	3
Libellula fulva																	
Libellula quadrimaculata												4					
Macromia splendens																	
Nehalennia speciosa																	
Onychogomphus forcipatus						3	4		3	2	4						
Onychogomphus uncatus																	
Ophiogomphus cecilia																	
Orthetrum albistylum																	
Orthetrum brunneum	2	2			3		4	4		4	3	2				4	3
Orthetrum cancellatum											4	3				4	4
Orthetrum coerulescens	2	2			2		4	4		4	2	1				3	2
Oxygastra curtisii																	
Platycnemis acutipennis																	
Platycnemis latipes																	
Platycnemis pennipes	4	4			4		3				4	2				3	2
Pyrrhosoma nymphula	2	2		2	2	4	3	2		4	3	2				4	4
Somatochlora alpestris					4												
Somatochlora arctica	4				4												
Somatochlora flavomaculata												4					
Somatochlora meridionalis																	
Somatochlora metallica				4			3	4		4	3	3				3	3
Sympecma fusca					4							3					
Sympecma paedisca												3					
Sympetrum danae					4					3	3	3					4
Sympetrum depressiusculum																	
Sympetrum flaveolum					4							4					
Sympetrum fonscolombii												4					
Sympetrum meridionale																	
Sympetrum pedemontanum												3					
Sympetrum sanguineum					4							4				4	4
Sympetrum striolatum										4	4	2				3	3
Sympetrum vulgatum												4					
Trithemis annulata																	

Affinités des espèces pour les habitats - odonates *(Suite)*

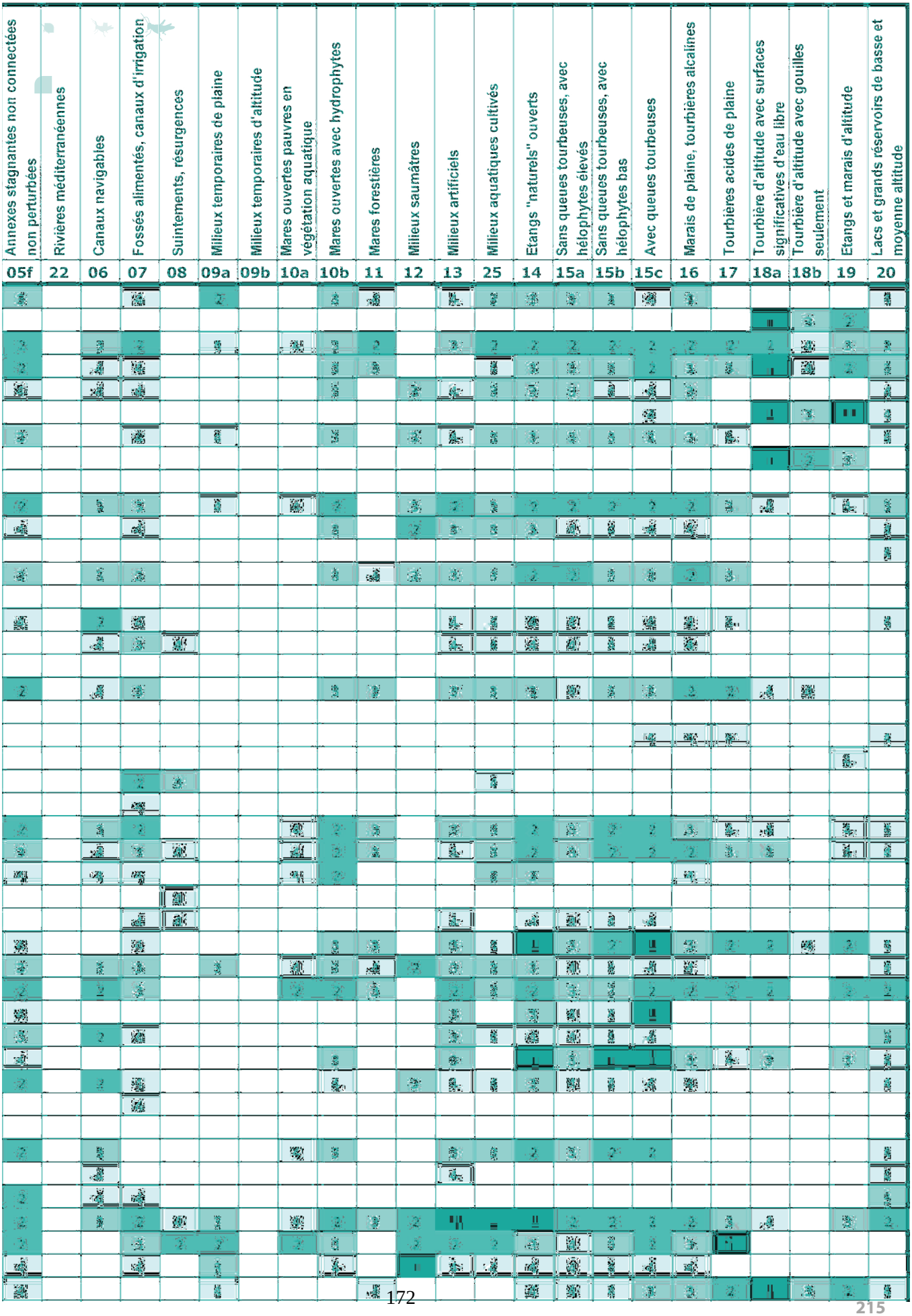


Affinités des espèces pour les habitats - odonates *(Suite)*

Domaine continental

Habitat odonatologique	Zones des sources	Sources de plaine	Sources d'altitude	Ruisselets et ruisseaux fermés	Ruisselets et ruisseaux ouverts	Rivières eaux vives	Rivières à eaux calmes	Rivières d'altitude	Cours principal Gds cours d'eau vifs	Annexes perturbées avec flux entrant amont	Annexes perturbées avec flux rétrograde aval	Annexes peu perturbées	Cours principal Gds cours d'eau calmes	Annexes lentes Connexions fortement perturbées	Annexes lentes Connexions moyennement perturbées	Annexes stagnantes non connectée très perturbées	Annexes stagnantes non connectée perturbées
Code Habitat	**01**	**01a**	**01b**	**02**	**23**	**03**	**24**	**21**	**04a**	**04b**	**04c**	**04d**	**05a**	**05b**	**05c**	**05d**	**05e**
Aeshna affinis													4	4	4	4	4
Aeshna caerulea																	
Aeshna cyanea												4					4
Aeshna grandis												4	3	3	3	3	3
Aeshna isoceles																	
Aeshna juncea																	
Aeshna mixta												4			4	4	
Aeshna subarctica																	
Anax ephippiger																	
Anax imperator					4		4				4	3	3	4	3	4	3
Anax parthenope															4		
Boyeria irene				4	4	4	3		3	3	4		3	4	4	4	
Brachytron pratense					4		4					4					4
Calopteryx haemorrhoidalis																	
Calopteryx splendens	4	4		4	2	3	2		3	1	3	4	2	1	2	3	2
Calopteryx virgo	3	3		2	3	2	3		4	3	4		4	3	4	4	4
Calopteryx xanthostoma																	
Ceriagrion tenellum					4		4				4	2	4	4	4	4	4
Coenagrion caerulescens																	
Coenagrion hastulatum																	
Coenagrion lunulatum																	
Coenagrion mercuriale	2	2			1	3	4			2	4		4	4	4		4
Coenagrion ornatum	3	3			1	4	4										4
Coenagrion puella					4		4				4	2	3	4	3	3	3
Coenagrion pulchellum					4							4	4	4	4	4	4
Coenagrion scitulum																4	
Cordulegaster bidentata	4	4		4	4	4											
Cordulegaster boltonii	2	2		1	2	1	4			3	4			3	4		4
Cordulia aenea												4					
Crocothemis erythraea					4		4				4	3	3		4	4	3
Enallagma cyathigerum					4					4	3	2	3	4	3	3	2
Epitheca bimaculata				4								4					
Erythromma lindenii					4	4	4			3	4	4	2	2	2	3	2
Erythromma najas							4					4					
Erythromma viridulum						4	4			3	3	4	2	2	2	3	2
Gomphus flavipes						3	2		2	2	1		1	1	3		1
Gomphus graslinii																	
Gomphus pulchellus						4	3				4	3	3	3	3	3	3
Gomphus simillimus						4	4			4			4	4	4	4	4
Gomphus vulgatissimus				4	4	2	1		2	2	1	4	1	1	2	4	1
Ischnura elegans	4	4			4		4				4	2	4	4	4	4	4
Ischnura pumilio	4	4			4	4						4					
Lestes barbarus																	
Lestes dryas					4												

Affinités des espèces pour les habitats - odonates *(Suite)*

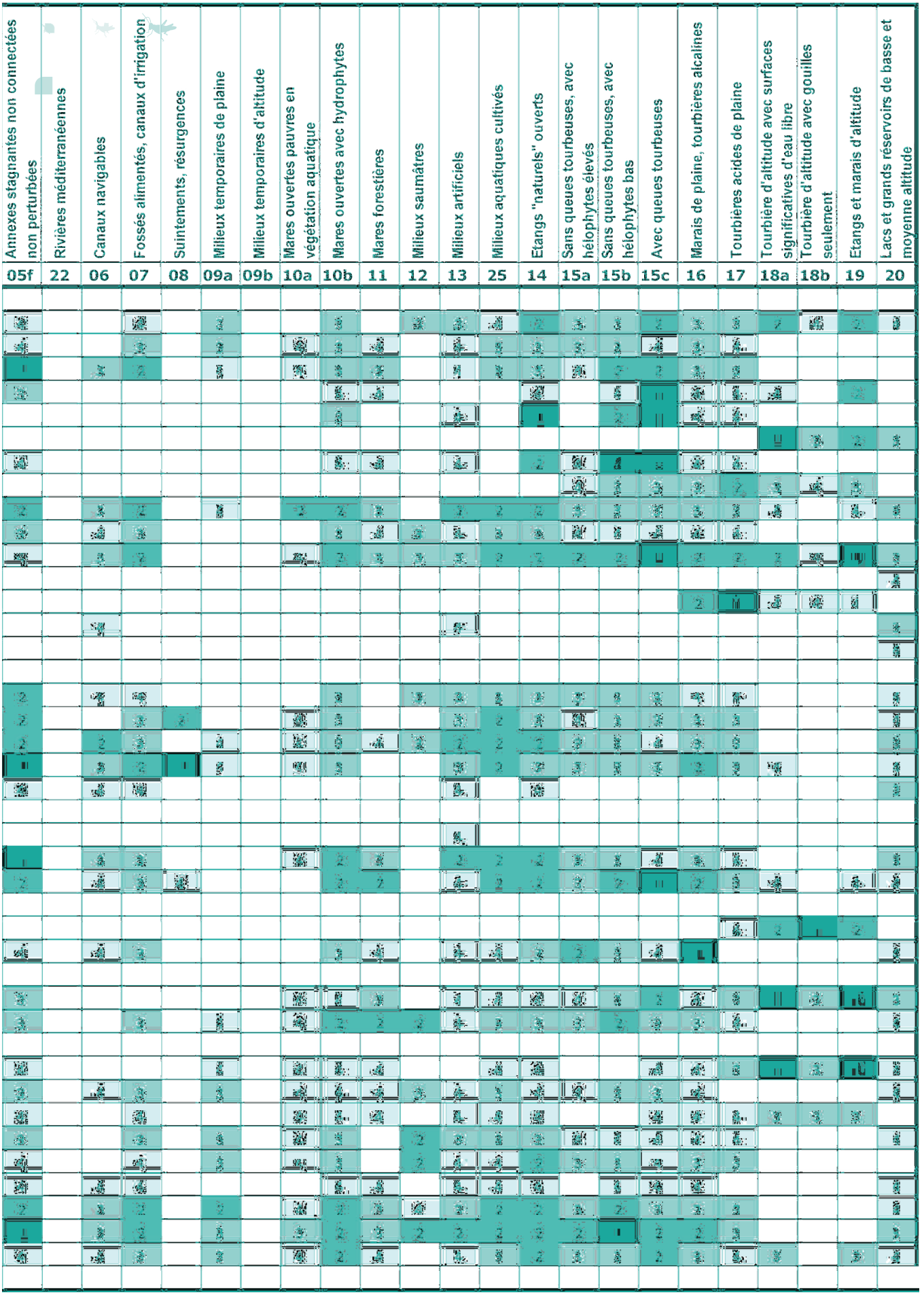


Affinités des espèces pour les habitats - odonates *(Suite)*

Domaine continental

Habitat odonatologique	Zones des sources	Sources de plaine	Sources d'altitude	Ruisselets et ruisseaux fermés	Ruisselets et ruisseaux ouverts	Rivières eaux vives	Rivières à eaux calmes	Rivières d'altitude	Cours principal Gds cours d'eau vifs	Annexes perturbées avec flux entrant amont	Annexes perturbées avec flux rétrograde aval	Annexes peu perturbées	Cours principal Gds cours d'eau calmes	Annexes lentes Connexions fortement perturbées	Annexes lentes Connexions moyennement perturbées	Annexes stagnantes non connectée très perturbées	Annexes stagnantes non connectée perturbées
Code Habitat	**01**	**01a**	**01b**	**02**	**23**	**03**	**24**	**21**	**04a**	**04b**	**04c**	**04d**	**05a**	**05b**	**05c**	**05d**	**05e**
Lestes macrostigma																	
Lestes sponsa												4					
Lestes virens					4							4					
Lestes viridis	4	4		3	3	3	3			4	3	1	3	4	4	4	3
Leucorrhinia albifrons												2					
Leucorrhinia caudalis																	
Leucorrhinia dubia																	
Leucorrhinia pectoralis																	
Leucorrhinia rubicunda																	
Libellula depressa	4	4			3		4				4	2	3	4	4	4	3
Libellula fulva	4	4			4		4			4	3	3	4	4	4	4	3
Libellula quadrimaculata												4					
Macromia splendens																	
Nehalennia speciosa																	
Onychogomphus forcipatus					3	2	4		2	1	4		2	1	3	4	3
Onychogomphus uncatus																	
Ophiogomphus cecilia																	
Orthetrum albistylum							4		4	4	3	2	3	3	3	3	3
Orthetrum brunneum	2	2			3		4			4	3	2	4	4	3	4	3
Orthetrum cancellatum											4	2	3	3	3	3	3
Orthetrum coerulescens	2	2			2		4			4	2	1	3	2	2	3	2
Oxygastra curtisii				4	4	4	4		4	4	4		3	3	4	4	4
Platycnemis acutipennis					4		4										
Platycnemis latipes					4		4										
Platycnemis pennipes	4	4			4		3				4	2	3	3	2	3	2
Pyrrhosoma nymphula	2	2		2	2	4	3			4	3	2	4	4	2	4	4
Somatochlora alpestris																	
Somatochlora arctica																	
Somatochlora flavomaculata												4					
Somatochlora meridionalis																	
Somatochlora metallica				4			2			4	3	2	2	2	2	2	3
Sympecma fusca					4							3					
Sympecma paedisca																	
Sympetrum danae																	4
Sympetrum depressiusculum					4					4	4	4	4	4	4	4	4
Sympetrum flaveolum					4							4					
Sympetrum fonscolombii											4	4	4	4	4	4	4
Sympetrum meridionale												4					
Sympetrum pedemontanum	4	4			4					4	4	4	4	4	4	4	4
Sympetrum sanguineum					4							4	4	4	3	4	4
Sympetrum striolatum										4	4	2	3	3	2	3	3
Sympetrum vulgatum												4					
Trithemis annulata																	

Affinités des espèces pour les habitats - odonates *(Suite)*

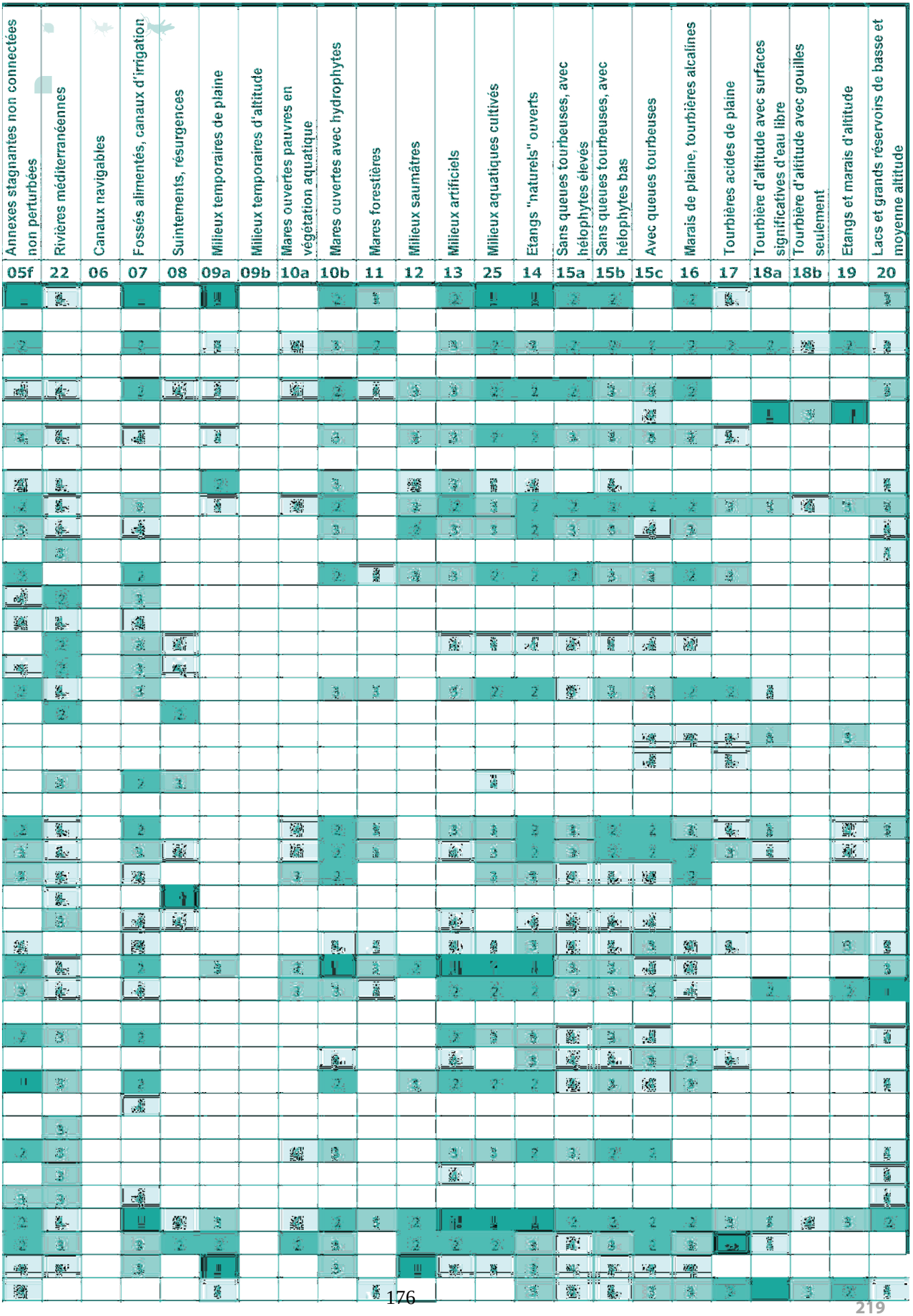


Affinités des espèces pour les habitats - odonates *(Suite)*

Domaine méditerranéen occidental

Habitat odonatologique	Zones des sources	Sources de plaine	Sources d'altitude	Ruisselets et ruisseaux fermés	Ruisselets et ruisseaux ouverts	Rivières eaux vives	Rivières à eaux calmes	Rivières d'altitude	Cours principal Gds cours d'eau vifs	Annexes perturbées avec flux entrant amont	Annexes perturbées avec flux rétrograde aval	Annexes peu perturbées	Cours principal Gds cours d'eau calmes	Annexes lentes Connexions fortement perturbées	Annexes lentes Connexions moyennement perturbées	Annexes stagnantes non connectée très perturbées	Annexes stagnantes non connectée perturbées
Code Habitat	01	01a	01b	02	23	03	24	21	04a	04b	04c	04d	05a	05b	05c	05d	05e
Aeshna affinis	4	4			4								4	4	4	4	4
Aeshna caerulea																	
Aeshna cyanea												4					4
Aeshna grandis																	
Aeshna isoceles	4	4			3							4					
Aeshna juncea																	
Aeshna mixta					4							4			4	4	
Aeshna subarctica																	
Anax ephippiger																	
Anax imperator					4		4				4	3	3	4	3	4	3
Anax parthenope															4		
Boyeria irene	3	3		2	3	2	2	4	2	1	4		2	3	3	4	3
Brachytron pratense					3		3					3					4
Calopteryx haemorrhoidalis	3	2		3	1	2	3	4	3	1	2	4	3	3	3	4	3
Calopteryx splendens	4	4		4	3	4	3	4	3	3	3	4	4	3	3	3	3
Calopteryx virgo	3	3		2	3	2	3	2	4	3	4		4	3	4	4	4
Calopteryx xanthostoma	4	4		4	3	3	2	3	3	2	4		2	1	2	3	2
Ceriagrion tenellum					4		4				4	2	4	4	4	4	4
Coenagrion caerulescens					1	1											
Coenagrion hastulatum																	
Coenagrion lunulatum																	
Coenagrion mercuriale	2	2	3		1	3	4	3		2	4		4	4	4		4
Coenagrion ornatum																	
Coenagrion puella					4		4				4	2	3	4	3	3	3
Coenagrion pulchellum					4							4	4	4	4	4	4
Coenagrion scitulum					4		4					4	4	4	4	4	4
Cordulegaster bidentata	1	3		1	2	4		2									
Cordulegaster boltonii	1	1		1	2	1	4	2		3	4			3	4		4
Cordulia aenea												4					
Crocothemis erythraea					4		4				4	3	3		4	4	3
Enallagma cyathigerum					4					4	4	3	4	4	4	4	3
Epitheca bimaculata																	
Erythromma lindenii					4	3	3			2	3	3	1	1	1	2	1
Erythromma najas																	
Erythromma viridulum						4	3			2	2	3	1	1	1	2	1
Gomphus flavipes						3	2		2	2	1		1	1	3		1
Gomphus graslinii						2	3						1	1	3		3
Gomphus pulchellus						4	3				4	3	3	3	3	3	3
Gomphus simillimus						2	2			4			2	2	3	4	3
Gomphus vulgatissimus				4	4	3	2		3	3	2	4	2	2	3	4	2
Ischnura elegans	4	4			4		4				4	2	4	4	4	4	4
Ischnura pumilio	4	4			4	4		4				4					
Lestes barbarus																	
Lestes dryas					4			4									

Affinités des espèces pour les habitats - odonates *(Suite)*



Affinités des espèces pour les habitats - odonates *(Suite)*

Domaine méditerranéen occidental

Habitat odonatologique	Zones des sources	Sources de plaine	Sources d'altitude	Ruisselets et ruisseaux fermés	Ruisselets et ruisseaux ouverts	Rivières eaux vives	Rivières à eaux calmes	Rivières d'altitude	Cours principal Gds cours d'eau vifs	Annexes perturbées avec flux entrant amont	Annexes perturbées avec flux rétrograde aval	Annexes peu perturbées	Cours principal Gds cours d'eau calmes	Annexes lentes Connexions fortement perturbées	Annexes lentes Connexions moyennement perturbées	Annexes stagnantes non connecteé très perturbées	Annexes stagnantes non connectée perturbées
Code Habitat	**01**	**01a**	**01b**	**02**	**23**	**03**	**24**	**21**	**04a**	**04b**	**04c**	**04d**	**05a**	**05b**	**05c**	**05d**	**05e**
Lestes macrostigma																	
Lestes sponsa												4					
Lestes virens					4							4					
Lestes viridis	4	4		3	3	3	3	3		4	3	1	3	4	4	4	3
Leucorrhinia albifrons																	
Leucorrhinia caudalis																	
Leucorrhinia dubia																	
Leucorrhinia pectoralis																	
Leucorrhinia rubicunda																	
Libellula depressa	4	4			3		4	4			4	2	3	4	4	4	3
Libellula fulva	4	4			3		3			4	2	2	3	4	4	3	2
Libellula quadrimaculata												4					
Macromia splendens				4	3	2	3		1	2			3	3	4		4
Nehalennia speciosa																	
Onychogomphus forcipatus					3	2	4		2	1	4		2	1	3	4	3
Onychogomphus uncatus					2	1			1	2	4						
Ophiogomphus cecilia																	
Orthetrum albistylum							4		4	3	2	1	2	2	2	2	2
Orthetrum brunneum	2	2			3		4	4		4	3	2	4	4	3	4	3
Orthetrum cancellatum											4	2	3	3	3	3	3
Orthetrum coerulescens	2	2			2		4	4		4	2	1	3	2	2	3	2
Oxygastra curtisii				4	3	3	3		3	3	4		2	2	3	3	3
Platycnemis acutipennis					4	4	3	4	4	4	3	2	2	2	2	2	2
Platycnemis latipes					4	4	2	4	4	4	3	2	2	2	2	2	2
Platycnemis pennipes	4	4			4		4				4	4	4	4	3	4	3
Pyrrhosoma nymphula	1	1		2	1	4	3	2		4	3	2	4	4	2	4	4
Somatochlora alpestris																	
Somatochlora arctica	4				4												
Somatochlora flavomaculata																	
Somatochlora meridionalis														3	3		
Somatochlora metallica								4									
Sympecma fusca					4							3					
Sympecma paedisca												3					
Sympetrum danae					4					3	3	3					4
Sympetrum depressiusculum					3					4	3	2	4	3	3	3	4
Sympetrum flaveolum					4							4					
Sympetrum fonscolombii											4	2	4	4	4	3	4
Sympetrum meridionale												4					
Sympetrum pedemontanum	4	4			3					4	3	2	3	3	3	3	3
Sympetrum sanguineum					4							4	4	4	3	4	4
Sympetrum striolatum										4	4	2	3	3	2	3	3
Sympetrum vulgatum																	
Trithemis annulata				4	4	4	3			4	4	3	3	3	2	3	3

Affinités des espèces pour les habitats - odonates *(Suite)*

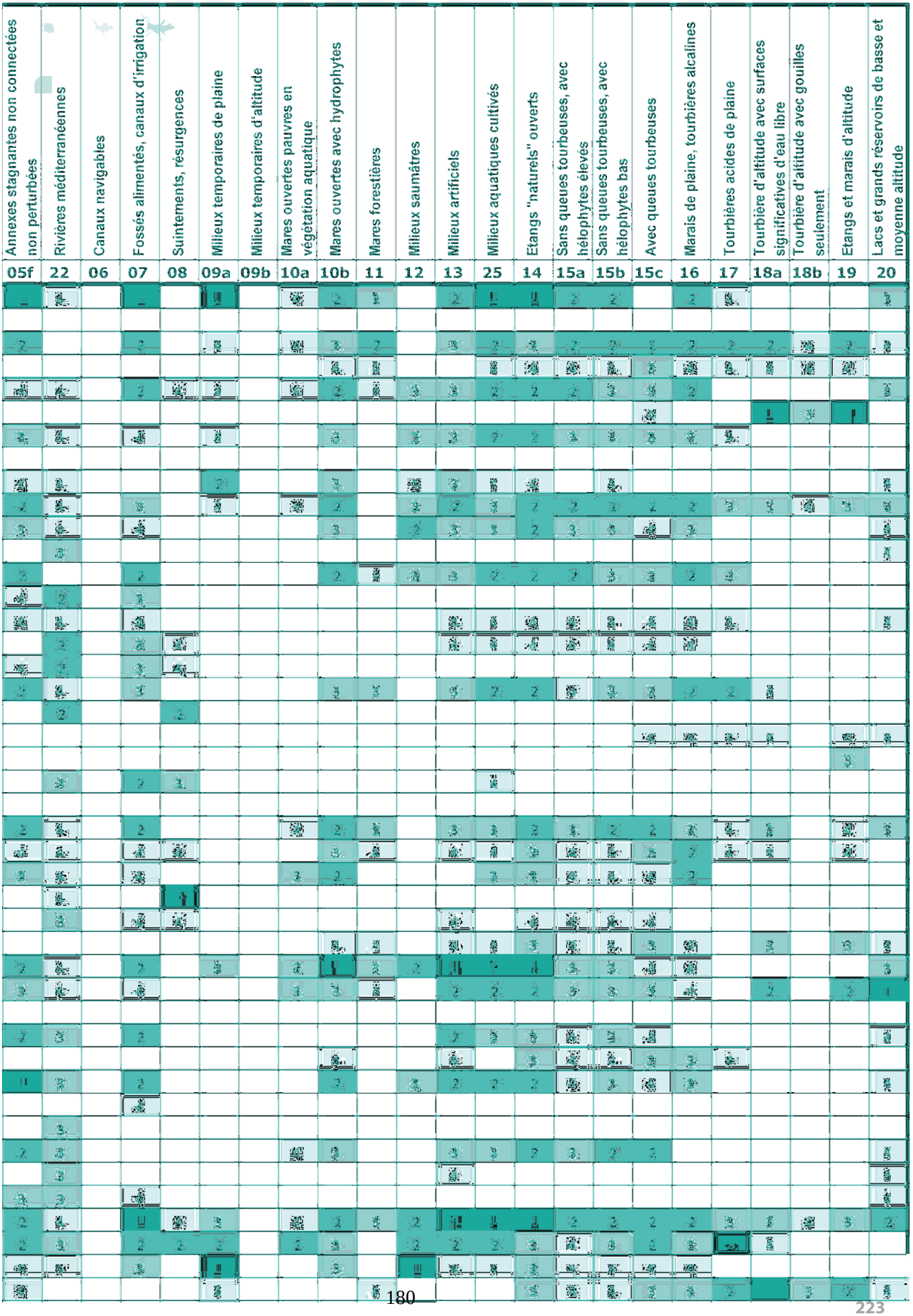
Annexes stagnantes non connectées non perturbées	Rivières méditerranéennes	Canaux navigables	Fossés alimentés, canaux d'irrigation	Suintements, résurgences	Milieux temporaires de plaine	Milieux temporaires d'altitude	Mares ouvertes pauvres en végétation aquatique	Mares ouvertes avec hydrophytes	Mares forestières	Milieux saumâtres	Milieux artificiels	Milieux aquatiques cultivés	Etangs "naturels" ouverts	Sans queues tourbeuses, avec hélophytes élevés	Sans queues tourbeuses, avec hélophytes bas	Avec queues tourbeuses	Marais de plaine, tourbières alcalines	Tourbières acides de plaine	Tourbière d'altitude avec surfaces significatives d'eau libre	Tourbière d'altitude avec gouilles seulement	Etangs et marais d'altitude	Lacs et grands réservoirs de basse et moyenne altitude
05f	22	06	07	08	09a	09b	10a	10b	11	12	13	25	14	15a	15b	15c	16	17	18a	18b	19	20
					4					1												
4			4		3			3		3	3	4	3	3	3	2	3	3	2	4	2	4
4	4		3		3		4	3	4		4	3	3	3	3	4	3	4				
1	3		1		4		4	2	3		4	2	3	4	2	2	3	3				
																						4
2	3		2		4		2	2	3		2	2	2	3	3	3	3	3	3		4	3
2	3		1					2	3	3	2	1	1	3	3	3	3	4				4
4	4		2				4	2	3	3	3	2	2	2	2	1	2	2	2	4	2	3
	3																					4
	3		3								4											4
	3		3																			
1	4		4					3		3	3	3	2	3	2	2	3	4				4
2	3		3	2			4	3			3	2	3	4	3	3	3	3				4
2	3		3		4		4	3	4	3	1	1	1	3	3	4	3	3	4			3
1	2		2	1	4		4	3			2	1	2	3	3	3	1	3	3	4	4	3
4	3		4								4		4									4
1	3		3						4			4	4	3	4		4					4
1	3		3					4			4	4	4									4
3	4		3				4	3	3		3	3	3	4	4	4	4	4				4
2	3		3	4				2	2		4	2	2	3	2	1	2	3	4		4	3
																		4	4	3	4	
	3																					
																			4	4	4	
3	4		3		4		4	2	2	2	4	3	3	3	2	3	2	4				4
3			4		4			4				4	3	3	2		4					
3					4		4	4	4			4	4			4	4	3	1	3	1	4
2	4		1		3		4	4	4	3	4	3	4	4	3	3	4					3
4			4				4	4	4		4	4	4			4	4	4	2	3	3	
2	3		3		2		4	3		2	1	1	1	2	2	4	2	4	4		4	4
4	4		4		1		4	3		2	4	4	2	3	2	4	3	3				
2	4		1					4	4		4	3	4		4	4	4				4	2
2	4		2		2		4	2	3	4	3	2	2	3	2	3	3	3				4
1	3		2		3		3	2	3	2	2	2	2	2	1	2	2	3				3
			4		4		4	3	4		4	3	4	3	3	3	3	4	4		2	4
2	3		3		3		3	3	4	4	2	3	3	4	4		4					3

Affinités des espèces pour les habitats - odonates *(Suite)*

Domaine méditerranéen oriental

Habitat odonatologique	Zones des sources	Sources de plaine	Sources d'altitude	Ruisselets et ruisseaux fermés	Ruisselets et ruisseaux ouverts	Rivières eaux vives	Rivières à eaux calmes	Rivières d'altitude	Cours principal Gds cours d'eau vifs	Annexes perturbées avec flux entrant amont	Annexes perturbées avec flux rétrograde aval	Annexes peu perturbées	Cours principal Gds cours d'eau calmes	Annexes lentes Connexions fortement perturbées	Annexes lentes Connexions moyennement perturbées	Annexes stagnantes non connectée très perturbées	Annexes stagnantes non connectée perturbées
Code Habitat	**01**	**01a**	**01b**	**02**	**23**	**03**	**24**	**21**	**04a**	**04b**	**04c**	**04d**	**05a**	**05b**	**05c**	**05d**	**05e**
Aeshna affinis	4	4			4								3	3	3	3	3
Aeshna caerulea																	
Aeshna cyanea												4					4
Aeshna grandis																	
Aeshna isoceles	4	4			3							4					
Aeshna juncea																	
Aeshna mixta					4							4			4	4	
Aeshna subarctica																	
Anax ephippiger																	
Anax imperator					4		4				4	3	3	4	3	4	3
Anax parthenope															4		
Boyeria irene	3	3		2	3	2	2	4	2	1	4		2	3	3	4	3
Brachytron pratense					3		3					3					4
Calopteryx haemorrhoidalis	3	2		3	1	2	2	4	2	1	2	4	3	3	3	4	3
Calopteryx splendens	4	4		4	3	3	3	4	3	2	3	4	3	2	3	3	3
Calopteryx virgo	3	3		2	3	2	3	2	4	3	4		4	3	4	4	4
Calopteryx xanthostoma	4	4		4	3	3	2	4	3	2	4		2	1	2	3	2
Ceriagrion tenellum					4		4				4	2	4	4	4	4	4
Coenagrion caerulescens					1	1											
Coenagrion hastulatum																	
Coenagrion lunulatum																	
Coenagrion mercuriale	2	2	3		1	3	4	3		2	4		4	4	4		4
Coenagrion ornatum																	
Coenagrion puella					4		4				4	2	3	4	3	3	3
Coenagrion pulchellum					4							4	4	4	4	4	4
Coenagrion scitulum					4		4					4	4	4	4	4	4
Cordulegaster bidentata	1	3		1	2	4		2									
Cordulegaster boltonii	1	1		1	1	1	4	2		3	4			3	4		4
Cordulia aenea																	
Crocothemis erythraea					4		4				4	3	3		4	4	3
Enallagma cyathigerum										4	4	3	4	4	4	4	3
Epitheca bimaculata																	
Erythromma lindenii					4	3	3			2	3	3	1	1	1	2	1
Erythromma najas																	
Erythromma viridulum						4	3			2	2	3	1	1	1	2	1
Gomphus flavipes						3	2		2	2	2		2	2	3		
Gomphus graslinii							3						3				
Gomphus pulchellus						4	3				4	3	3	3	3	3	3
Gomphus simillimus						2	2			4			2	2	3	4	3
Gomphus vulgatissimus				4	4	3	2		3	3	2	4	2	2	3	4	2
Ischnura elegans	4	4			4		4				4	2	4	4	4	4	4
Ischnura pumilio	4	4			4	4		4				4					
Lestes barbarus																	
Lestes dryas					4			4									

Affinités des espèces pour les habitats - odonates *(Suite)*

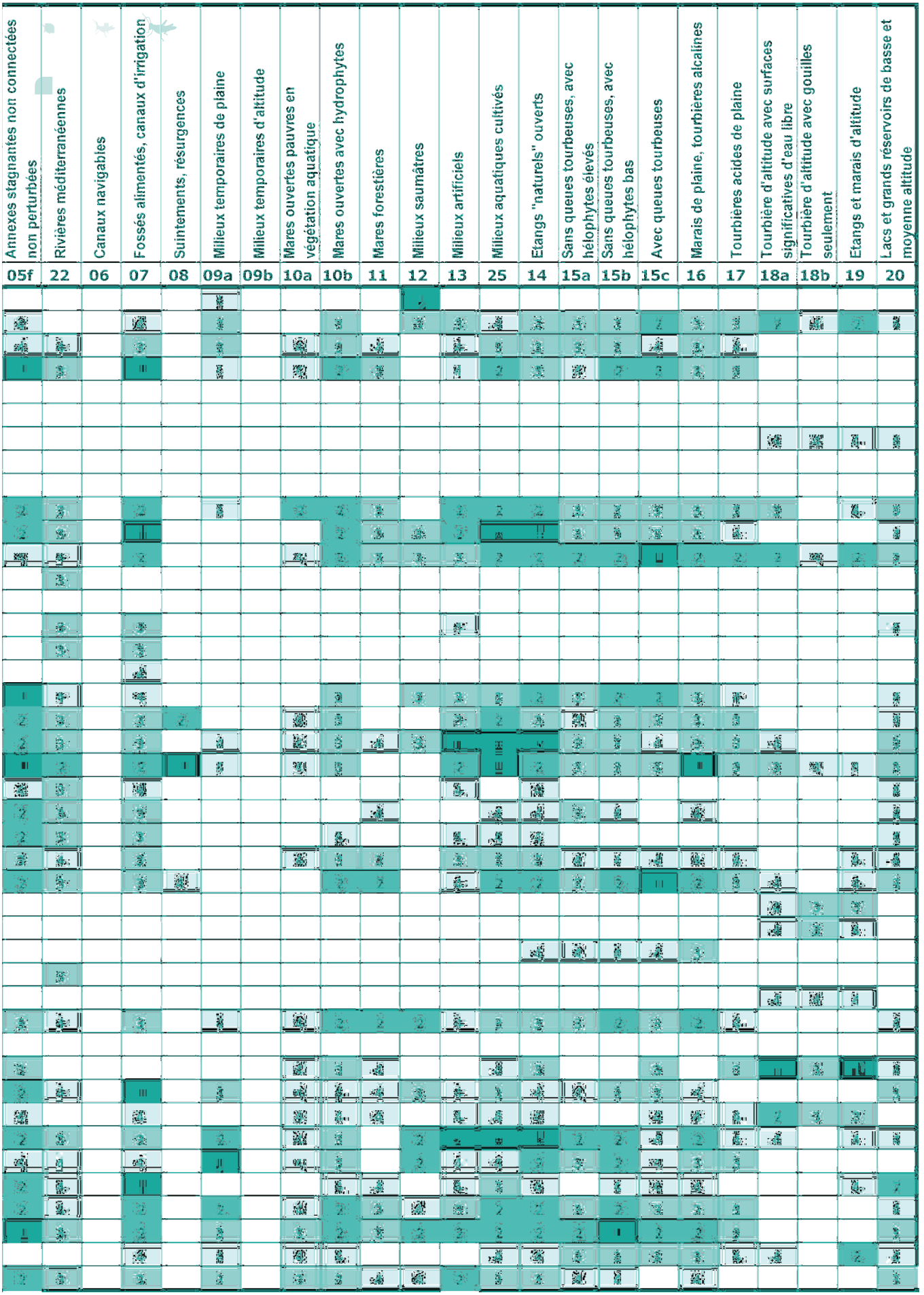


Affinités des espèces pour les habitats - odonates *(Suite)*

Domaine méditerranéen oriental

Habitat odonatologique	Zones des sources	Sources de plaine	Sources d'altitude	Ruisselets et ruisseaux fermés	Ruisselets et ruisseaux ouverts	Rivières eaux vives	Rivières à eaux calmes	Rivières d'altitude	Cours principal Gds cours d'eau vifs	Annexes perturbées avec flux entrant amont	Annexes perturbées avec flux rétrograde aval	Annexes peu perturbées	Cours principal Gds cours d'eau calmes	Annexes lentes Connexions fortement perturbées	Annexes lentes Connexions moyennement perturbées	Annexes stagnantes non connectée très perturbées	Annexes stagnantes non connectée perturbées
Code Habitat	**01**	**01a**	**01b**	**02**	**23**	**03**	**24**	**21**	**04a**	**04b**	**04c**	**04d**	**05a**	**05b**	**05c**	**05d**	**05e**
Lestes macrostigma																	
Lestes sponsa												4					
Lestes virens					4							4					
Lestes viridis	4	4		3	3	3	3	3		4	3	1	3	4	4	4	3
Leucorrhinia albifrons																	
Leucorrhinia caudalis																	
Leucorrhinia dubia																	
Leucorrhinia pectoralis																	
Leucorrhinia rubicunda																	
Libellula depressa	4	4			3		4	4			4	2	3	4	4	4	3
Libellula fulva	4	4			3		3			4	2	2	3	4	4	3	2
Libellula quadrimaculata												4					
Macromia splendens																	
Nehalennia speciosa																	
Onychogomphus forcipatus					3	2	4		1	1	4		2	1	3	4	3
Onychogomphus uncatus					2	1			1	2	4						
Ophiogomphus cecilia																	
Orthetrum albistylum							4		4	3	2	1	2	2	2	2	2
Orthetrum brunneum	2	2			3		4	4		4	3	2	4	4	3	4	3
Orthetrum cancellatum											4	2	3	3	3	3	3
Orthetrum coerulescens	2	2			2		4	4		4	2	1	3	2	2	3	2
Oxygastra curtisii				4	3	3	4		4	4	4		3	3	4	4	4
Platycnemis acutipennis					4	4	3		4	4	3	3	3	3	3	3	3
Platycnemis latipes					4	4	3		4	4	3	3	3	3	3	3	3
Platycnemis pennipes	4	4			4		4				4	4	4	4	3	4	3
Pyrrhosoma nymphula	1	1		2	1	4	3	2		4	3	2	4	4	2	4	4
Somatochlora alpestris																	
Somatochlora arctica	4																
Somatochlora flavomaculata																	
Somatochlora meridionalis														3	3		
Somatochlora metallica								4									
Sympecma fusca					4							3					
Sympecma paedisca																	
Sympetrum danae					4					3	3	3					3
Sympetrum depressiusculum					3					4	3	2	4	3	3	3	4
Sympetrum flaveolum					4							4					
Sympetrum fonscolombii											4	2	4	4	4	3	4
Sympetrum meridionale												4					
Sympetrum pedemontanum	4	4			3					4	3	2	3	3	3	3	3
Sympetrum sanguineum					4							4	4	4	3	4	4
Sympetrum striolatum										4	4	2	3	3	2	3	3
Sympetrum vulgatum																	
Trithemis annulata				4	4	4	3			4	4	3	3	3	2	3	3

Affinités des espèces pour les habitats - odonates *(Suite)*



Répartition départementale des espèces

code - intitulé
5 - Espèce ou sous-espèce très rare ou exceptionnellement observée
4- Espèce ou sous-espèce rare ou assez rare
3- Espèce ou sous-espèce assez commune à commune

code - intitulé
2- Espèce ou sous-espèce présente avant 1980 mais non observée depuis
1- Citations douteuses ou a confirmer
0- Espèce ou sous-espèce absente

Espèce	Ain	Alpes de Haute Provence	Hautes-Alpes	Alpes Maritimes	Ardèche	Ariège	Aude	Aveyron	Bouches du Rhône	Côte d'or	Doubs	Drôme
Aeshna affinis	3	5	5	5	3	0	4	5	3	3	4	3
Aeshna caerulea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aeshna cyanea	3	5	3	5	3	4	5	3	5	4	3	3
Aeshna grandis	3	0	5	5	0	0	0	5	0	4	3	5
Aeshna isoceles	3	0	5	4	5	5	3	0	3	4	2	3
Aeshna juncea	4	3	3	5	3	3	5	3	0	0	3	4
Aeshna mixta	3	4	0	2	3	5	5	4	0	4	4	3
Aeshna subarctica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
Anax ephippiger	5	5	5	5	5	0	5	0	5	5	0	5
Anax imperator	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Anax parthenope	3	4	5	4	3	5	4	4	3	5	0	3
Boyeria irene	3	3	5	3	3	3	3	3	4	4	0	3
Brachytron pratense	3	0	0	5	0	0	2	0	4	5	2	4
Calopteryx haemorrhoidalis	5	3	0	4	3	3	3	5	3	0	5	3
Calopteryx splendens	3	3	3	0	3	0	0	4	3	3	3	3
Calopteryx virgo	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3
Calopteryx xanthostoma	0	0	0	4	3	3	3	3	1	1	0	3
Ceriagrion tenellum	3	4	5	5	3	5	3	3	3	5	2	3
Coenagrion caerulescens	0	5	4	0	4	5	5	5	4	0	0	5
Coenagrion hastulatum	4	0	5	0	5	5	0	5	0	0	4	0
Coenagrion lunulatum	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
Coenagrion mercuriale	3	4	4	2	3	5	4	3	3	3	3	3
Coenagrion ornatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0
Coenagrion puella	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3
Coenagrion pulchellum	3	5	4	5	3	0	5	5	4	4	3	3
Coenagrion scitulum	4	0	4	0	3	5	5	3	4	5	2	3
Cordulegaster bidentata	0	5	5	5	3	5	5	3	0	3	4	3
Cordulegaster boltonii	3	3	3	5	3	3	3	3	3	4	3	3
Cordulia aenea	3	0	4	0	3	5	0	5	0	3	3	3
Crocothemis erythraea	3	4	4	4	3	4	3	4	3	3	4	3
Enallagma cyathigerum	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3
Epitheca bimaculata	4	1	0	0	0	0	0	0	0	5	5	0
Erythromma lindenii	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
Erythromma najas	3	5	0	0	5	5	0	5	5	3	3	5
Erythromma viridulum	3	5	0	2	3	0	4	5	3	3	4	3
Gomphus flavipes	4	0	0	0	4	0	0	0	2	0	2	4
Gomphus graslinii	0	0	0	0	3	5	0	3	0	0	0	5
Gomphus pulchellus	3	5	4	5	3	5	5	3	3	4	5	3
Gomphus simillimus	5	5	5	5	3	5	4	3	4	0	0	3
Gomphus vulgatissimus	3	4	0	0	3	0	0	3	0	4	4	3
Ischnura elegans	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3
Ischnura pumilio	4	4	4	5	3	4	5	4	3	5	4	3
Lestes barbarus	3	0	5	5	4	5	5	4	3	0	5	5
Lestes dryas	4	5	4	0	3	3	5	5	2	0	4	3
Lestes macrostigma	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0

Répartition départementale des espèces *(Suite)*

Gard	Hérault	Isère	Jura	Loire	Lozère	Haute Marne	Pyrénées Orientales	Rhône	Haute Saône	Savoie	Haute Savoie	Var	Vaucluse	Territoire de Belfort	Saône-et-Loire
3	3	3	4	3	2	5	5	3	4	5	5	3	5	4	4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3
5	0	3	3	4	4	3	4	0	3	4	3	0	0	3	5
4	3	3	5	3	0	4	5	4	3	3	3	4	5	0	3
4	5	3	3	4	3	0	4	1	4	3	3	0	0	5	0
3	3	3	5	3	4	5	4	3	3	3	3	5	3	4	4
0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0
5	4	5	0	0	0	0	5	5	0	5	0	5	5	0	5
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	3	3	0	4	5	5	4	3	5	3	4	3	3	5	5
3	3	3	4	3	3	0	4	3	4	5	5	3	3	0	3
4	5	3	3	5	0	3	5	3	4	3	4	2	2	0	5
3	3	4	0	5	0	0	3	4	0	0	0	3	3	0	0
3	5	3	3	3	5	3	1	3	3	3	3	1	3	3	3
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	3	5	0	5	3	0	3	0	0	0	1	3	1	0	1
3	3	3	4	4	0	0	2	3	5	3	3	3	3	0	4
5	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	5	0	0
0	0	3	3	5	1	0	4	1	4	3	4	0	0	0	0
0	0	2	0	0	4	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
4	3	3	4	4	5	3	3	3	4	3	4	3	3	0	3
0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	3
3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3
0	5	3	3	5	5	4	3	4	4	3	4	5	5	5	5
4	3	4	2	4	5	5	5	3	5	5	0	5	4	0	3
5	4	3	4	5	4	3	5	5	5	5	3	0	0	0	5
3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3
3	5	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	5	0	3	3
3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3
3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3
0	0	4	5	0	0	3	0	0	4	0	0	0	0	4	0
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3
5	5	3	3	3	4	3	2	4	3	3	4	0	0	3	3
3	3	3	4	3	0	4	0	3	3	3	3	3	4	4	3
0	0	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	5
3	3	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	3	4	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	4	4
3	5	0	0	5	5	4	5	5	5	0	0	3	3	0	4
4	5	3	4	4	3	3	5	3	3	5	4	4	5	0	3
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	3	3	4	3	3	4	5	3	3	3	3	3	3	3	3
3	3	3	0	4	0	0	5	4	5	0	5	4	5	2	5
5	0	3	5	5	3	4	3	0	4	4	3	0	2	3	4
5	5	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5	0	0

Répartition départementale des espèces

code - intitulé
5 - Espèce ou sous-espèce très rare ou exceptionnellement observée
4- Espèce ou sous-espèce rare ou assez rare
3- Espèce ou sous-espèce assez commune à commune

code - intitulé
2- Espèce ou sous-espèce présente avant 1980 mais non observée depuis
1- Citations douteuses ou a confirmer
0- Espèce ou sous-espèce absente

Espèce	Ain	Alpes de Haute Provence	Hautes-Alpes	Alpes Maritimes	Ardèche	Ariège	Aude	Aveyron	Bouches du Rhône	Côte d'or	Doubs	Drôme
Lestes sponsa	3	5	4	0	3	5	2	4	5	3	3	3
Lestes virens	0	5	4	5	4	3	5	3	4	3	3	3
Lestes viridis	3	3	3	5	3	4	3	3	3	3	3	3
Leucorrhinia albifrons	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
Leucorrhinia caudalis	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
Leucorrhinia dubia	5	0	0	0	4	4	0	0	0	0	3	5
Leucorrhinia pectoralis	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5
Leucorrhinia rubicunda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Libellula depressa	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3
Libellula fulva	3	5	5	5	3	5	5	0	3	3	5	3
Libellula quadrimaculata	3	4	3	5	3	4	5	3	3	3	3	3
Macromia splendens	0	0	0	0	3	0	5	3	1	0	0	0
Nehalennia speciosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
Onychogomphus forcipatus	3	4	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3
Onychogomphus uncatus	0	3	5	4	3	5	3	3	3	0	5	4
Ophiogomphus cecilia	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Orthetrum albistylum	3	0	0	0	3	5	0	4	3	3	3	3
Orthetrum brunneum	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	4	3
Orthetrum cancellatum	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3
Orthetrum coerulescens	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3
Oxygastra curtisii	5	5	0	2	3	0	3	3	3	5	0	5
Platycnemis acutipennis	1	0	5	5	3	4	3	3	3	1	0	5
Platycnemis latipes	0	3	5	5	3	5	3	3	3	0	0	3
Platycnemis pennipes	3	4	3	5	3	3	4	3	3	3	3	3
Pyrrhosoma nymphula	3	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3
Somatochlora alpestris	0	5	4	5	0	0	0	0	0	0	1	0
Somatochlora arctica	4	5	5	0	4	5	5	0	0	0	3	0
Somatochlora flavomaculata	3	5	5	0	0	0	0	5	0	5	3	0
Somatochlora meridionalis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Somatochlora metallica	3	0	5	0	5	5	0	5	0	4	3	0
Sympecma fusca	3	3	4	2	3	4	5	3	3	4	4	3
Sympecma paedisca	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Sympetrum danae	4	0	3	0	4	0	0	5	0	0	3	0
Sympetrum depressiusculum	5	0	5	2	4	0	0	0	3	0	5	3
Sympetrum flaveolum	5	4	3	5	3	4	5	4	5	0	3	4
Sympetrum fonscolombii	3	4	3	5	3	4	4	3	3	0	4	3
Sympetrum meridionale	3	5	4	5	4	0	5	0	3	5	2	4
Sympetrum pedemontanum	5	4	4	5	3	0	0	5	4	0	4	3
Sympetrum sanguineum	3	4	3	5	3	4	4	3	3	3	3	3
Sympetrum striolatum	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3
Sympetrum vulgatum	3	5	3	0	4	0	5	0	4	4	3	3
Trithemis annulata	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0

Répartition départementale des espèces *(Suite)*

Gard	Hérault	Isère	Jura	Loire	Lozère	Haute Marne	Pyrénées Orientales	Rhône	Haute Saône	Savoie	Haute Savoie	Var	Vaucluse	Territoire de Belfort	Saône-et-Loire
5	5	3	3	3	3	3	3	5	3	4	3	5	0	3	3
3	3	3	5	3	5	3	5	3	4	5	4	4	5	4	3
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
0	0	5	4	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0
0	0	3	0	0	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0
0	0	3	3	5	5	0	4	0	3	3	3	0	0	5	0
0	0	4	5	5	0	0	2	5	4	0	0	0	0	5	5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	3	3	4	4	0	3	5	3	3	3	3	3	3	5	3
3	5	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	3
3	3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	5	3	0	3
3	3	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	3	5	0	0
0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	3
4	4	3	3	3	0	5	0	3	3	3	5	2	5	3	3
3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3
3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3
3	3	5	0	5	3	5	5	4	4	4	5	3	2	0	5
3	3	1	1	4	3	0	3	0	1	0	0	3	4	0	1
3	3	0	0	0	3	0	3	2	0	0	0	3	3	0	1
3	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	5	3	3	3
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
0	0	3	0	0	0	0	0	0	5	3	3	0	0	0	0
0	0	4	3	5	4	0	5	0	3	3	3	0	0	5	0
5	0	3	3	0	0	3	0	5	3	3	3	0	0	5	5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
0	0	3	3	5	3	3	4	0	3	0	3	0	3	3	2
3	3	3	4	3	5	3	4	3	4	3	3	3	3	4	3
0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	3	3	5	3	5	4	0	3	3	3	0	0	4	0
5	0	3	0	4	0	0	0	2	0	3	5	5	0	5	0
5	5	3	3	5	3	5	4	5	4	3	3	5	5	5	0
3	3	3	4	3	3	5	4	3	4	4	3	3	3	4	4
3	3	3	4	3	5	4	5	3	5	4	4	3	4	0	4
5	0	5	0	0	0	0	5	0	5	5	5	2	3	3	0
3	3	3	3	3	5	3	5	3	3	3	3	4	3	3	3
3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	2	3	3	3	5	4	4	4	3	4	3	0	2	3	4
5	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0

RÉALISATION
Conservatoire d'espaces naturels de Savoie

COORDINATION ÉDITORIALE
Xavier GAYTE, Delphine DANANCHER, Jérôme PORTERET

MISE EN PAGE DES FICHES
Frédéric BIAMINO, Jérôme PORTERET

COMITÉ DE RELECTURE
François CHAMBAUD, Régis DICK, Samuel GOMEZ, Thérèse PERRIN, Émilie DUHERON, Nathalie FABRE, Rémy CLEMENT

CRÉDITS PHOTOS
Stéphane BENCE, Frédéric BIAMINO, Manuel BOURON, François CHAMBAUD, Philippe FREYDIER, Gilles PARIGOT, GIlles PACHE, Jérôme PORTERET, Agence de l'eau Rhône-Mediterranée

REDACTEURS DES FICHES

INDICATEUR	REDACTEURS	PRINCIPAUX CONTRIBUTEURS
I01	Jérôme PORTERET (CEN Savoie)	Antoni ARDOUIN, Delphine DANANCHER
I02	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT , Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I03	Jérôme PORTERET (CEN Savoie)	Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I04	Célia RODRIGUEZ (LEHNA, UMR CNRS 5023)	Gudrun BORNETTE, Charlotte GRASSET
I05	Stéphane BENCE (CEN PACA)	Audrey PICHARD, Yoan BRAUD,
I06	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT , Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I07	Célia RODRIGUEZ (LEHNA, UMR CNRS 5023)	Gudrun BORNETTE, Hélène BAILLET, Félix VALLIER
I08	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT, Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I09	Stéphane BENCE (CEN PACA)	Audrey PICHARD, Yoan BRAUD,
I10	Bernard PONT (RNN Platière)	Cyrille DELIRY, Beat OERTLI, Pascal DUPONT, Cedric VANAPELGHEM, Delphine DANANCHER
I11	Jean-Luc GROSSI (CEN Isère)	Delphine DANANCHER, Claude MIAUD
I12	Jerôme PORTERET CEN Savoie)	Rémy CLEMENT, Nicolas MIGNOT, Samuel ALLEAUME, Alexandre LESCONNEC, Marc ISENMANN
I13	Christian PERENNOU (TDV) Jerôme PORTERET (CEN Savoie) Marc ISENMANN (CBNA)	Anis GUELMANI, Samuel ALLEAUME, Rémy CLEMENT

ONT PARTICIPE A LA COLLECTE DE DONNÉES

Antoni ARDOUIN
Emeline AUPY
Sophie AUVERT
Bastien AGRON
Emmanuel AMOR
Yann BAILLET
Bernard BAL
Cécile BARBIER
Sébastien BARTHEL
Thérèse BEAUFILS
Stéphane BENCE
William BERNARD
Luc BETTINELLI
Olivier BILLANT
Fabien BILLAUD
Nicolas BIRON
Véronique BONNET
Virginie BOURGOIN
Manuel BOURON
Romain BOUTELOUP
Yoan BRAUD
Lionel BUNGE
Chrystelle CATON
Kristell CLARY
Remi COLLAUD
Bertrand COTTE
Aurélien CULAT
Kelly DEBUF
Guillaume DELCOURT
Marion DEMESSE
C. DEQUEVAUVILLER
Lucile DESCHAMP
Nathalie DEWYNTER
Guillaume DOUCET
Gregoire DURANEL
Sylvie DURET
Elisabeth FAVRE
Noémie FORT
Cedric FOUTEL
Philippe FREYDIER
Géraldine GARNIER
Maxime GAYMARD
Catherine GENIN
Marianne GEORGET
Samia GHARET
Sebastien GIRARDIN
Nicolas GORIUS
Daniel GRAND
Jean-Luc GROSSI
Nicolas GUILLERME
Julien GUYONNEAU
Céline HERVE
Perrine JACQUOT
Laura JAMEAU
Philippe JANSSEN
Stéphane JAULIN
Remi JULLIAN
Mathieu JUTON
Francis KESSLER
Mario KLESCZEWSKI
Clément LECLERC
Thomas LEGLAND
Fabien LEPINE
Natacha LEURION PANSIOT
Dominique LOPEZ-PINOT
Laurence MARCHIONINI
Roger MARCIAU
Vincent MARQUANT
Basile MARTIN
Marilyn MATHIEU
Céline MAZUEZ
Magalie MAZUY
Alexis MIKOLAJCZAK
André MIQUET
Nathalie MOLNAR
Frédéric MORA
Claire MOREAU
Gilles PACHE
Mélanie PARIS
Marion PARROT
Benoit PASCAULT
Rémy PERRIN
Audrey PICHARD
Virginie PIERRON
Rémy PONCET
Bernard PONT
Jérôme PORTERET
Alexis RONDEAU
Yves ROZIER
Déborah RUHLAND
Nicolas SIMMLER
Bruno TISSOT
Corine TRENTIN
Héloise VANDERPERT
Anne WOLFF

STRUCTURES PARTICIPANTES ET PARTENAIRES FINANCIERS

Avec le soutien de :

COORDINATION DE BASSIN

Xavier GAYTE

AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANÉE

Référents
Eric PARENT
Jean-Louis SIMONNOT
Francois CHAMBAUD
Nadine BOSC

Experts
Claude AMOROS
Bernard BACHASSON
Aurélien BESNARD
Bernard ETLICHER
Daniel GERDEAUX
Patrick GRILLAS
Yves SOUCHON

CONCEPTION DES OUTILS DE GESTION DES DONNÉES

Rémy CLEMENT
Laurent POULIN
Mathieu BOSSAERT
Nicolas MIGNOT

GESTION DES DONNÉES

Rémy CLEMENT
Laurent POULIN
Mathieu BOSSAERT
Nicolas MIGNOT
Paul HONORE
Marc ISENMANN
Alexandre LESCONNEC

MEMBRES DU COMITE TECHNIQUE

Responsables d'axes ou de groupes
Stéphane BENCE
Rémi CLÉMENT
Delphine DANANCHER
Philippe FREYDIER
Sébastien GIRARDIN
Samuel GOMEZ
Jean-Luc GROSSI
Marc ISENMANN
Mario KLESCZEWSKI
Laetitia LERAY
Samuel MAAS
Nathalie MOLNAR
Gilles PACHE
Christian PERENNOU
Bernard PONT
Jérôme PORTERET
Lionel QUELIN
Célia RODRIGUEZ
Héloïse VANDERPERT

Autres membres
Samuel ALLEAUME
Antoni ARDOUIN
Luc BETINELLI
Thérèse BEAUFILS
Jaoua CELLE
Émilie DUHERON
Manon GISBERT
Anis GUELMAMI

Ce document est une des productions du programme RhoMéO. Il présente, sous forme de fiches, les méthodes nécessaires à la mise en place de 13 indicateurs de suivi des zones humides testés et validés à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée.

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

l'Europe s'engage avec le FEDER

Intégrité du peuplement d'amphibiens

I11

Extrait de

la boîte à outils de suivi des zones humides

RhoMeO

Définir l'univers d'échantillonnage

Dans le cadre du programme RhoMéO, le contour des zones humides suivies correspondait aux contours délimités dans le cadre des inventaires départementaux des zones humides réalisés entre 1996 et 2012 dans le bassin Rhône-Méditerranée. Il est important de noter que l'inventaire et la cartographie des zones humides ont été réalisés avec des méthodes légèrement différentes d'un département à l'autre, parfois même au sein d'un même département. Les principaux écarts observés portent sur :

- L'intégration ou non des marges peu profondes des masses d'eau associées aux zones humides (lac, cours d'eau).

- Le traitement cartographique des réseaux de petites zones humides, soit intégrées dans un seul polygone, soit faisant l'objet de polygones distincts. En lien avec ce second point, l'intégration ou non de parties de la zone humide déjà dégradées au moment des inventaires selon que des critères pédologiques ou uniquement floristiques ont été utilisés.

Les choix qu'un opérateur fera au moment de la délimitation de l'univers d'échantillonnage auront des conséquences importantes au moment de l'analyse des données et de l'interprétation des indicateurs de la boîte à outils :

- Pour des zones humides attenantes à une masse d'eau, la prise en compte ou non de l'interface entre la masse d'eau et la zone humide modifiera logiquement la liste des espèces observées. Cette liste inclura ou non certaines espèces parmi les plus hydrophiles (ex : flore) et ainsi influera sur la valeur de l'indicateur alors calculée (en lien notamment avec la fonction hydrologique du site). Pour les groupes faunistiques les plus mobiles, cette prise en compte de l'interface zone humide/masse d'eau permettra d'interpréter la présence d'éventuelles espèces «surprenantes» par rapport aux habitats recensés sur le site (espèces d'odonates caractéristiques des cours d'eau pouvant être observées sur une zone humide). L'interprétation des résultats obtenus devra donc faire référence aux contours de l'objet suivi.

- Dans le cas de constellations de petites zones humides (marais, mares,…), souvent héritées d'une zone humide antérieure plus vaste réduite et fragmentée par drainage ou mise en culture, l'inclusion ou non de ces parties dégradées déterminera la capacité de l'opérateur à suivre par exemple les effets d'une éventuelle restauration de la zone humide dans leur intégralité.

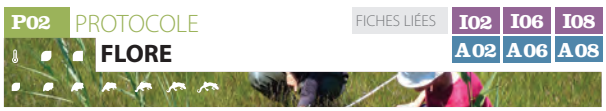
Il convient donc, avant d'engager la définition de l'échantillonnage, d'avoir une lecture critique des données d'inventaire des zones humides et, selon les besoins de l'utilisateur, de procéder à des regroupements ou plus généralement de redéfinir les contours de la zone humide suivie de manière à conduire l'évaluation à la bonne échelle.

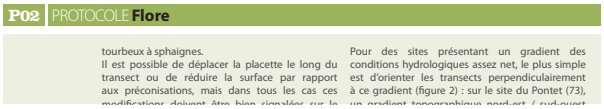
PRÉALABLE À L'UTILISATION DES FICHES

En haut de chaque fiche un bandeau permet d'identifier le type de fiche et le renvoi aux fiches liées.

numéro de la fiche

renvoi vers les fiches correspondantes :
I : Indicateur
P : Protocole
A : Analyse et Interprétation





Sur chaque fiche indicateur, le bandeau contient également des informations sur :

coûts annuels (temps et analyses)

domaine de validité

fonctions et pressions que l'indicateur mesure

niveau de compétence nécessaire pour le recueil de données

niveau de compétence nécessaire pour le calcul de l'indicateur

coûts matériels

Plusieurs indicateurs peuvent être calculés avec un seul protocole, le schéma ci-dessous montre les liens entre les fiches protocoles et les indicateurs correspondants.

Indicateur	Numéro de page	Protocole	Numéro de page	Analyse / Interprétation	Numéro de page
I01	20	P01 pédologie	46	A01	88
I02	22			A02	92
I06	24	P02 flore	50	A06	108
I08	26			A08	116
I03	28	P03 piézometrie	54	A03	96
I04	30	P04 chimie	58	A04	100
I07	32			A07	112
I05	34	P05 orthoptères	62	A05	104
I09	36			A09	120
I10	38	P06 odonates	66	A10	124
I11	40	P07 amphibiens	72	A11	128
I12	42	P08 pression artificialisation	76	A12	132
I13	44	P09 pression agricole	82	A13	136

INTEGRITE DU PEUPLEMENT D'AMPHIBIENS

Domaine d'application
3 ; 4 ; 5 ; 6 ; 7.2 ; 7.3 ; 7.4 ; 7.5 ; 8 ; 9 ; 10 ; 11 ; 12 ; 13

Fonction / pression
biologique

Compétences : /

Coût :
€ € / € €

Description et principes de l'indicateur

***SEWELL et GRIFFITHS* en 2009 et *SMITH* et al. en 2008 ont réalisé des analyses bibliographiques sur le caractère indicateur. Dans ce groupe, la présence des différentes espèces sur un site n'apporte pas toujours la même indication sur le milieu. Il existe des espèces peu exigeantes quant à la qualité ou au type de milieux qui sont fréquentés (espèces ubiquistes) ; à l'inverse, il existe des espèces inféodées à quelques types d'habitats, voire un seul. Ce sont sur ces espèces, apportant le plus d'informations sur la zone humide et son fonctionnement (espèces sténoèces), que repose l'indicateur amphibiens.**
Il vise à comparer un peuplement observé à une liste d'espèces sténoèces de référence (peuplement attendu).

FONDEMENTS SCIENTIFIQUES DE L'INDICATEUR

Une des critiques faite à l'indicateur amphibiens réside dans le fait que le cycle biologique de ces animaux présente une phase terrestre et une phase aquatique et que leur présence sur un site apporte à la fois des informations sur le milieu terrestre et sur le milieu aquatique. Cependant, le rayon d'action des espèces n'est pas très important et certaines d'entre elles résident à l'année dans la partie terrestre de la zone humide.
La biphasie du cycle de reproduction des amphibiens présente l'intérêt, pour la bio-indication, d'intégrer les contraintes du milieu aquatique pour les têtards et celles du milieu terrestre pour les adultes. Ainsi, pour une seule et même espèce, des informations sur la zone en eau (fonctionnement, qualité physico-chimique…) et les habitats terrestres (fragmentation, fonctionnement…) sont apportées. Les changements dans la structure et la dynamique des peuplements peuvent donc être *a priori* de bons bio-indicateurs de l'évolution des zones humides *sensu stricto* et des espaces terrestres adjacents (***U.S. EPA, 2002***).
Pour passer de la phase terrestre à la phase aquatique, les amphibiens doivent effectuer une migration. Cette migration peut être de quelques dizaines de mètres, mais peut atteindre quelques kilomètres chez certaines espèces ; il y a alors retour sur le lieu de naissance. C'est le phénomène de homing (***SINCH, 1992***) que l'on retrouve chez certains poissons comme le saumon. C'est une sorte de garantie pour l'espèce de retrouver des conditions favorables (bonne qualité de l'eau, absence de prédateur, hydropériode favorable…).
La rupture de ce lien au site de ponte même chez les espèces les plus fidèles a été mise en évidence par ***SCHLUPP et PODLOUCKY, 1994***.
Les raisons peuvent être une minimisation de la dépense énergétique pour rejoindre un habitat aquatique favorable, mais également une modification des caractéristiques de la zone humide.

Plusieurs caractéristiques sont donc, intéressantes chez les amphibiens :

- Lors de la phase de reproduction, ils sont à quelques exceptions près, des hôtes obligatoires des zones humides ;

FONDEMENTS SCIENTIFIQUES DE L'INDICATEUR *(Suite)*

- La physiologie et les exigences biologiques des amphibiens en font un groupe plus sensible et potentiellement plus vulnérable que la plupart des vertébrés aux pressions de l'environnement (***SPARLING et al. 2000)***. Qu'il s'agisse des embryons déposés directement dans l'eau ou des adultes à la peau très perméable, ce groupe réagit rapidement aux évolutions des caractéristiques physico-chimiques de l'eau et de l'air ambiant ;
- L'écologie des espèces et leur répartition spatiale sont relativement bien connues dans le bassin Rhône-Méditerranée ;

En conclusion, on retiendra que les amphibiens sont de bons bio-indicateurs des zones humides, qu'il s'agit d'un groupe assez facilement accessible en termes de détermination et de méthodes d'échantillonnage (voir fiche protocole), mais qui présente deux inconvénients : le faible nombre d'espèces et leur plus ou moins grande plasticité quant à la sélection des sites de reproduction.

DOMAINE D'APPLICATION DE L'INDICATEUR

L'indicateur s'applique à l'ensemble des zones humides du bassin dans la mesure où la zone considérée présente un secteur en eau libre. Sont donc exclues : les tourbières hautes en phase ultime ne présentant plus aucune zone en eau et les zones humides de très haute altitude (au delà de 2500 m).

Périodicité
Le pas de temps entre deux campagnes ne doit pas excéder 3 ans, les interprétations de l'évolution de l'intégrité du peuplement d'amphibiens s'améliorant avec le nombre de campagnes.

Bibliographie

SCHLUPP I. & PODLOUCKY R., 1994. Changes in breeding site fidelity: A combined study of conservation and behaviour in the common toad Bufo bufo. Biological Conservation 69 (3) : 285–291.

SEWELL D. & GRIFFITHS R. A., 2009. Can a Single Amphibian Species Be a Good BiodiversityIndicator ? Diversity 2009, 1 : 102-117.

SINCH U., 1992. Amphibians, in Animal Homing, Ed. F. Papi Chapman & Hall Animal Behaviour Series p. 213 – 233.

SMITH G.F., GITTINGS T., WILSON M., FRENCH L., OXBROUGH A., O'DONOGHUE S., O'HALLORAN J., KELLY D.L., MITCHELL F.J.G., KELLY T., IREMONGER S., MCKEE A.M. & GILLER P., 2008. Identifying practical indicators of biodiversity for stand-level management of plantation forests. Biodivers. Conserv. 17 : 991-1015.

SPARLING D.W. LINDER G. & BISHOP C.A., 2000. Ecotoxicology of Amphibians and Reptiles. Pensacola, FL : SETAC Press.

U.S. EPA., 2002. Methods for Evaluating Wetland Condition: Using Amphibians in Bioassessments of Wetlands. Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. EPA-822-R-02-022.

AMPHIBIENS

Description et principes du protocole

Il n'existe pas de méthode unique de dénombrement applicable à l'ensemble des espèces d'amphibiens et aux différents stades de leur développement. La recherche des amphibiens, tant pour le suivi que pour l'inventaire, s'appuie sur plusieurs méthodes. Certaines visent à rechercher les adultes, soit dans l'eau, soit sur terre, à l'aide de lampes, d'épuisettes ou au chant, d'autres à inventorier les larves. Tant pour le suivi que pour l'inventaire, la plupart de ces techniques sont utilisables et sont généralement utilisées de manière combinée par les herpétologues.

L'objectif du protocole est de réaliser un inventaire calibré et reproductible du peuplement d'amphibiens de la zone humide. Ce dernier doit être le plus complet possible dans un minimum de temps.

Méthode de mise en place

Type de données collectées

Les données collectées sont des informations de présence/absence des espèces (données qualitatives), complétées d'informations semi-quantitatives (voir paragraphe 2). Elles sont collectées sur un réseau de points d'observation afin d'alimenter l'analyse du peuplement sur l'ensemble du site.

Type d'échantillonnage

Afin de répartir la pression d'échantillonnage sur les différents milieux, une stratification est appliquée ; elle vise à échantillonner de manière représentative les différents habitats herpétologiques (voir liste en annexe 2) ; ils correspondent à une simplification de la liste des habitats odonatologiques produite par la S.F.O. [http://www.libellules.org/protocole/cilif.html]).

Limites : l'objectif est de ne pas passer plus d'un jour par site et par session, mais cet objectif ne peut être atteint dans toutes les circonstances. Ainsi, pour des sites d'une superficie supérieur à 2 000 hectares, on pourra aller jusqu'à doubler le temps consacré aux inventaires. Entre 500 et 2 000 ha, en fonction de la complexité et de la diversité des milieux, le seuil d'un jour pourra être augmenté dans la limite de 1,5 jour, on veillera à respecter une pression d'échantillonnage sur les habitats conforme à l'ensemble de la surface et à déployer les suivis de manière équitablement répartie sur la totalité du site.

On ne mettra pas en oeuvre le protocole les jours de pluie ou de vent important (c'est-à-dire présence de vagues même légères à la surface de l'eau).

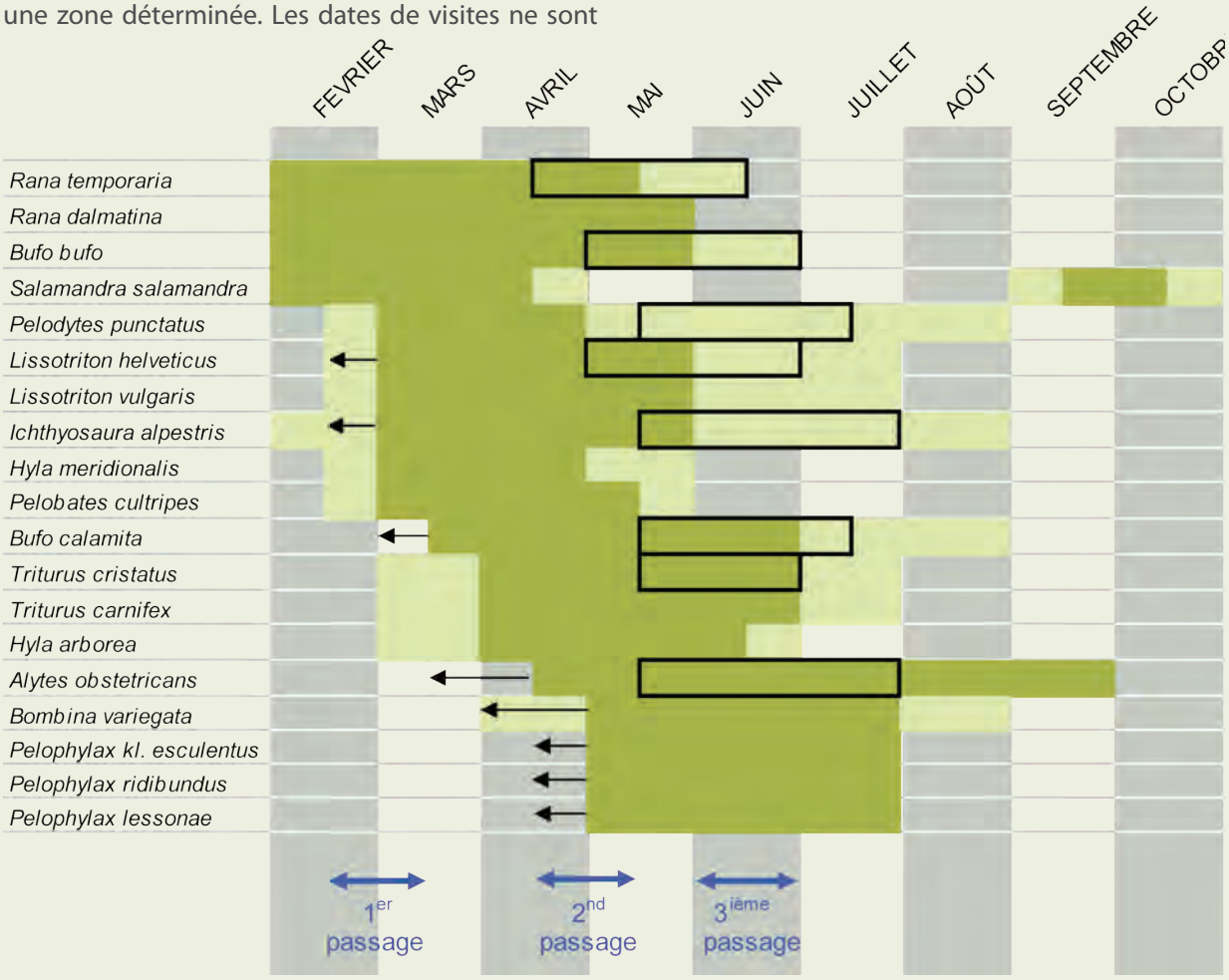
Exemple : Pour un site représentant 4 habitats herpétologiques répartis de manière homogène, on ne réalisera qu'un point par habitat soit au total 4. Pour un site présentant deux habitats herpétologiques, mais répartis de manière non homogène (un ruisseau et 5 mares), on réalisera un point (transect) sur le ruisseau et on tirera au sort 2 mares soit au total 3 points d'échantillonsage pour le site.

Il est prévu 3 visites annuelles par zone humide dont une de nuit. Les dates des visites sont déterminées en fonction des saisons de reproduction des espèces cibles. La date de la première visite sera calée sur la période de reproduction des espèces dites précoces (*Rana temporaria, R. dalmatina, Bufo bufo*), elle sera idéalement réalisée de jour afin de faire une visite rapide préalable du site. Celle de la seconde visite sera axée sur la reproduction des espèces de mi-saison (*Bufo calamita, Hyla*

Méthode de mise en place *(Suite)*

arborea, H. meridionalis). Ces espèces étant plus facilement détectables de nuit grâce à leurs chants, on réalisera le passage en début de soirée. Celle de la troisième visite visera la reproduction des espèces tardives (type grenouilles vertes) et l'émergence des premiers imagos ainsi que la capture de larves de tritons bien développées et de gros têtards ; elle sera réalisée en journée. Il est important d'utiliser les mêmes critères, d'une année sur l'autre, pour fixer les dates des visites dans une région donnée et sur une zone déterminée. Les dates de visites ne sont pas identiques sur l'ensemble du bassin Rhône-Méditerrannée (les premières sorties doivent être réalisées à partir de températures nocturnes proches de 4°C et après un épisode pluvieux).

Afin d'aider au déclenchement des prospections, il est possible de s'appuyer sur le tableau présenté ci-dessous résumant la phénologie des espèces pour une situation bioclimatique moyenne de l'ensemble du bassin Rhône-Méditerrannée.



Certaines espèces sont plus facilement détectées de nuit ; c'est le cas notamment du crapaud calamite et des rainettes du fait de la puissance de leurs chants. D'autres informations sont plus accessibles de jour ; c'est le cas des pontes d'anoures que l'on détecte mieux à la lumière du jour. Selon les densités de certaines espèces, il est plus facile de rechercher les larves (100 à 400 fois plus nombreuses que les adultes) ; c'est le cas des tritons. En période de reproduction, les tritons sont plus actifs la nuit.

Ces constatations imposent donc d'utiliser plusieurs méthodes, trois ayant été retenues ; l'écoute, la pêche à l'épuisette et la recherche à la torche. Ces méthodes sont détaillées dans leurs modalités de mise en oeuvre au paragraphe suivant.

Le tableau, ci-dessous, résume l'articulation entre les différents protocoles et leur déploiement dans le temps au cours des différentes sessions.

Session 1	Session 2	Session 3
Jour	Nuit	Jour
Ecoute	Ecoute	Ecoute
	Lampe torche	
Epuisette (1)	Epuisettes (1 et 2)	Epuisettes (1 et 2)

1 = épuisette de pisciculture

2 = épuisette d'aquariophilie

Méthode de mise en place *(Suite)*

Choix des surfaces, linéaires, durée d'échantillonnage

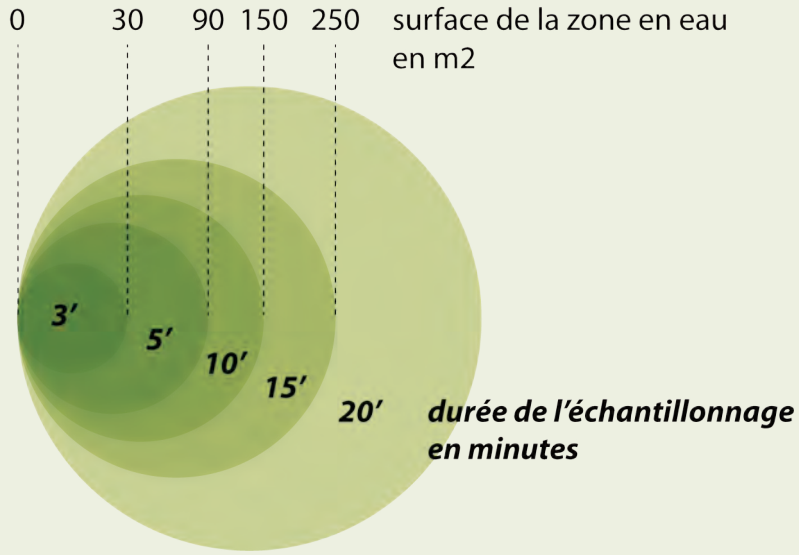
Selon les méthodes employées (point d'écoute, épuisette, torching…), les critères pour déclencher la fin de l'échantillonnage pourront varier :

- **points d'écoutes** : après être arrivé sur le point, on laisse le calme se ré-installer (5 minutes), on en profite pour remplir la fiche terrain et on démarre l'écoute et la prise de notes pendant 10 minutes ;
- **épuisette** : le temps de pêche est proportionnel à la taille de la mare, un maximum de 20 minutes est proposé par point d'eau ;

On trouvera dans la figure 1, ci-dessous, les correspondances entre surface du point échantillonné et durée de l'échantillonnage. Au delà de 250 m^2 le temps consacré restera de 20 minutes et des portions caractéristiques du point d'eau seront échantillonnées.

Pour les sessions 2 et 3, un quart du temps de la pêche à l'épuisette sera réalisé à l'aide d'une épuisette à mailles fines (type aquariophilie) à la recherche des larves et têtards. Le reste du temps (session 1 et ¾ du temps des sessions 2 et 3), c'est une épuisette de pisciculture qui sera utilisée (tamis métallique à maille inférieure ou égale à 5 mm).

Figure 1 - Surface des mares et Temps d'échantillonnage



- **recherche à la torche, «torching» :** 50 mètres de berges seront parcourus lentement en éclairant à l'aide d'une lampe torche puissante une zone de 2 mètres en bord de berge à la recherche des tritons notamment ; une pose de 5 minutes à mi-parcours sera réalisée (temps d'apnée d'un triton palmé).

Les effectifs sont donnés de la manière suivante :

- ***Adultes*** : présence/absence et chiffre exact en dessous de 10 individus, sinon des classes d'abondance ;
- **Pontes** : présence/absence et classes d'abondance ;
- **Larves** : présence/absence et nombre d'individus comptés en dessous de 10 individus, sinon des classes d'abondance.

Classes d'abondance :

- classe 0 ;
- classe 1 : 1 à 10 (indiquer le nombre exact) ;
- classe 2 : 11 à 50 (le nombre exact peut être noté s'il s'agit d'un suivi fin, pour les grands tritons par exemple) ;
- classe 3 : 51 à 500 ;
- classe 4 : + de 500 ;

Représentativité des données

Précision de l'information
La standardisation du protocole vise à éliminer les biais qui pourraient provenir de l'utilisation de protocoles différents et non calibrés. En encadrant la mise en oeuvre des protocoles, elle contribue également à faire diminuer, à défaut de supprimer, le biais de l'expérimentateur. L'échantillonnage stratifié utilisant la représentation des différents milieux sur le site contribue également à ne pas sur-échantillonner un milieu plus qu'un autre en fonction de la personne qui réalise le relevé. Il convient de bien respecter le calendrier des sessions d'échantillonnage et de s'adapter à la phénologie des différentes espèces en fonction de la météorologie. Un gradient nord sud est également à respecter.

Représentativité de l'information collectée
Grâce à l'analyse des données collectées via ce protocole sur des sites dont le peuplement amphibien était bien connu par ailleurs, nous avons pu estimer l'efficience du protocole. La richesse observée est supérieure à 80 %. Elle passe de 81 à 86 % lorsque l'on intègre les espèces qui n'étaient pas connues avant de déployer le protocole.

Opérationnalité de la collecte

Compétence requise
Le protocole nécessite une assez bonne connaissance des amphibiens puisque outre la détermination de l'espèce à l'âge adulte, il convient de déterminer les têtards et les larves des différentes espèces.
Le faible nombre d'espèces permet à une personne inexpérimentée de donner un nom à une espèce au stade adulte relativement facilement ; cela devient un peu plus délicat au stade larvaire. Il existe aujourd'hui de bons outils (***MIAUD C. et MURATET J., 2004 ; MURATET J., 2008***) pour réaliser cette diagnose sur le terrain ; elle demande un peu de pratique pour débuter.

Temps moyen de collecte (coût)
Par habitat élémentaire ou point (mare, linéaire de berge…), il convient en moyenne d'estimer à 40 minutes le temps d'application du protocole et du remplissage de la fiche de terrain. Si les sites à échantillonner ne sont pas trop éloignés les uns des autres, il est possible de faire une dizaine de points par jour.

Temps de validation et de saisie des données
Le temps pour saisir les données pour un site sur l'ensemble des trois sessions n'excède pas la demi-journée.

Coût matériel/données /prestation/analyse
L'essentiel du matériel peut se résumer à : une épuisette de pisciculture (pour les imagos) [120€]+ épuisette d'aquariophilie (têtards, larves) [3 à 5 €] , lampe torche [90 €], loupe à main (x10) [15 €], ouvrages de détermination des têtards et larves [27 et 30 €], waders [60 à 100€], jumelles…

Bibliographie

MIAUD C. & MURATET J., 2004. Identifier les œufs et les larves des amphibiens de France. INRA Editions 200 p.

MURATET J., 2008. Identifier les Amphibiens de France Métropolitaine. Ed ECODIV, 291 p.

INTEGRITÉ DU PEUPLEMENT D'AMPHIBIENS

Description et principes

La valeur de l'indice repose sur 3 composantes :

- L'indice de diversité de SIMPSON calculé pour chaque placette ;
- La sténoècie brute, qui correspond au pourcentage d'espèces de la liste de référence figurant dans les espèces échantillonnées sur le site via le protocole ;
- La stènoécie relative, qui correspond au pourcentage d'espèces potentielles (ou attendues) de la liste de référence figurant dans les espèces échantillonnées sur le site via le protocole.

L'évaluation globale du site est produite par la somme de ces trois paramètres. Elle varie donc de 1 à 3 si l'on excepte les points de bonus.

Méthode de calcul

Indice de Simpson et indice de diversité de Simpson

L'indice de Simpson mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce :

$$D = \Sigma\, Ni(Ni-1)/N(N-1)$$

Ni : nombre d'individus de l'espèce donnée.
N : nombre total d'individus.

Cet indice aura une valeur de 0 pour indiquer le maximum de diversité et une valeur de 1 pour indiquer le minimum de diversité. Dans le but d'obtenir des valeurs « plus intuitives » et dans la logique de la somme des trois paramètres, on a préféré **l'indice de diversité de Simpson** représenté par 1-D, le maximum de diversité étant représenté par la valeur 1 et le minimum de diversité par la valeur 0.

Cet indice est d'autant plus grand que le nombre d'espèces est grand. Et pour un nombre fixé d'espèces, il est d'autant plus grand que la répartition des fréquences est équitable. Cet indicateur prend donc en compte les deux composantes de la diversité spécifique.

Il faut noter que cet indice de diversité donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares. Le fait d'ajouter des espèces rares à un échantillon ne modifie pratiquement pas la valeur de l'indice de diversité.

Il est calculé pour un site donné en sommant les indices de Simpson des différentes espèces, puis transformé en indice de diversité (1-D), les observations des différentes campagnes étant cumulées lors du calcul de D.

La sténoècie brute

Cette valeur est obtenue en comparant la liste des espèces inventoriées sur la zone humide à l'issue des trois campagnes de terrain et la liste

Méthode de calcul *(Suite)*

d'espèces contenues dans la liste de référence pour le territoire donné (Annexe 2). C'est donc le rapport entre le nombre d'espèces résultat de la campagne de relevés et le nombre d'espèces pour le territoire de la liste de référence (département). Cette valeur évolue de 0 à 1 et traduit l'absence d'espèces à fortes exigences mésologiques jusqu'à la présence de l'ensemble des espèces sténoèces de la liste.

SB = Nb sp capturées / Nb sp liste réf. présente

La sténoècie relative

Cette valeur est obtenue en comparant la liste des espèces inventoriées sur la zone humide et la liste d'espèces potentielles (ou attendues) de la liste de référence. C'est donc le rapport entre le nombre d'espèces capturées et le nombre d'espèces de la liste potentiellement présentes.

Cette liste potentielle est établie sur la base de la consultation du site internet de l'INPN (Museum National d'Histoire Naturelle) qui représente spatialement la répartition des différentes espèces sur une maille de 10 km^2.

[http://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/recherche]

Pour la comparaison, dans l'onglet "Données sur la répartition", il ne sera retenu que les couches "Distribution de référence" (pour les deux périodes) correspondant aux données de la Société Herpétologique de France (SHF).

La valeur de cette composante de l'indice évolue de 0 à 1 et traduit, plus on se rapproche de 1, la présence du maximum d'espèces sténoèces possibles dans notre échantillonnage.

SR = Nb sp capturées / Nb sp potentielles de la liste réf.

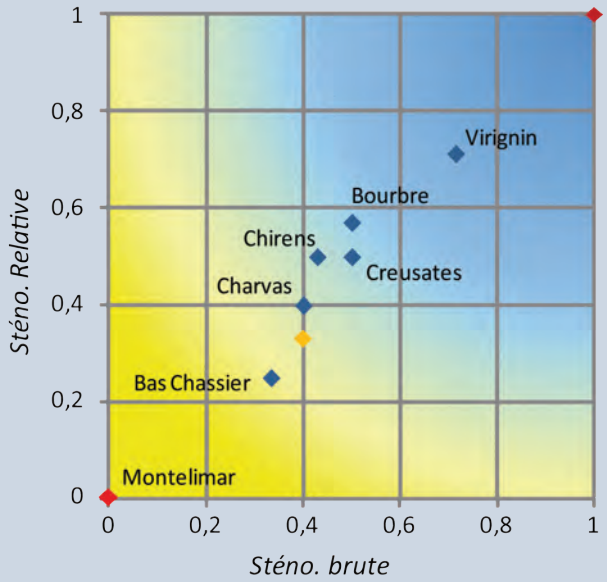
La note globale (Indice d'Intégrité du Peuplement Amphibiens) est donc

I2PA = (1-D) + SB + SR

NB. : toutes les espèces marquées XX dans la liste de référence trouvées sur une zone humide échantillonnée apportent 0,1 point de bonus au résultat.

Clés d'interprétation de la note indicatrice

L'I2PA permet en une seule valeur d'intégrer le volet diversité spécifique et contribution des espèces sténoèces. Il présente un biais pour les sites où aucune espèce sténoèce n'a été trouvée ; dans ce cas de figure, seule la valeur de l'indice de Simpson entre en ligne de compte.



Même si l'objectif n'est pas le classement relatif de sites entre eux, il est intéressant de montrer que sur quelques sites bien connus du programme RhoMéO, l'ordonnancement correspond au ressenti des gestionnaires. Dans l'hypothèse où les suivis auraient été faits la même année, dans une même région (limitation du biais climatique) et par la même personne (limitation du biais observateur), cet indice revêt une signification en termes de comparaisons inter-sites.

Pour les sites présentant au moins une espèce de la liste de référence, un mode de représentation des deux valeurs SB et SR propose de visualiser la position des sites dans une grille colorimétrique permettant de juger du positionnement du site vis-à-vis de ces deux valeurs. Plus la zone humide est située dans les couleurs bleues, plus l'intégrité du peuplement amphibien peut être considérée comme bonne. A l'inverse, plus le positionnement se rapproche de l'origine des axes, plus le peuplement est dégradé.

Ce mode de représentation est intéressant à utiliser pour rendre compte et analyser les trajectoires d'évolution d'un site dans le temps.

FICHES LIÉES P07 I11

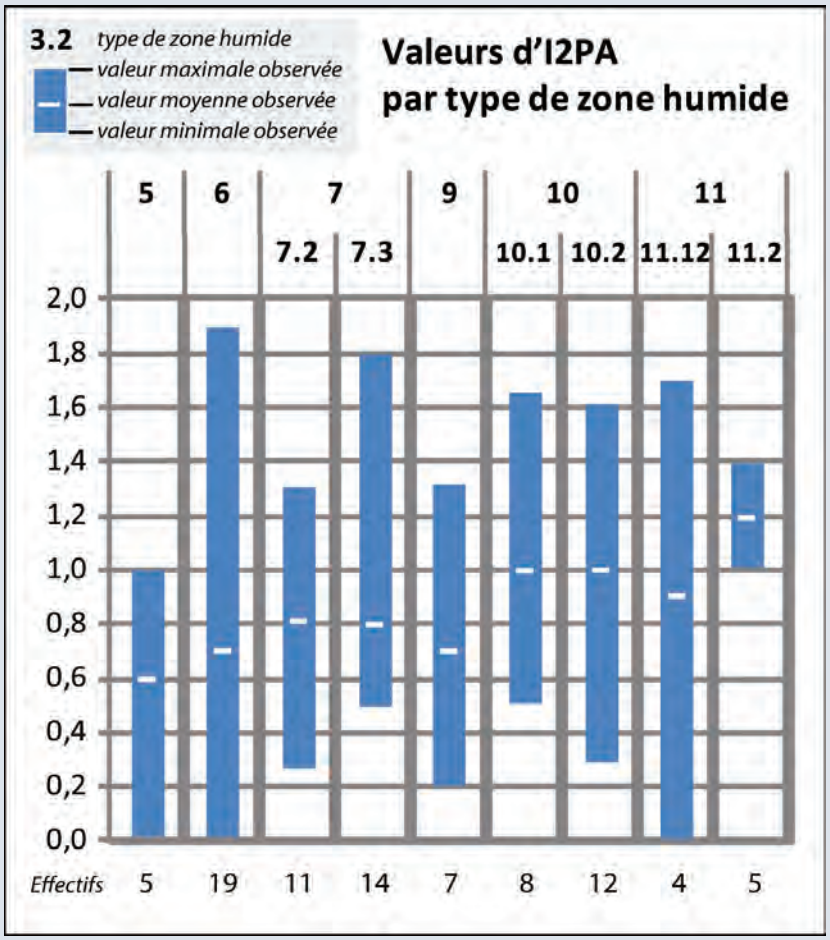
Clés d'interprétation de la note indicatrice *(Suite)*

Il peut être intéressant dans l'analyse de contextualiser les sites, c'est-à-dire positionner les sites étudiés dans la typologie globale et ainsi appréhender leur position par rapport à un ensemble de sites du même type. En effet, il est illusoire de vouloir comparer la valeur de l'I2PA d'un site d'altitude où ne peuvent être présentes que 3 espèces avec un site de marais de plaine où une dizaine d'espèces peut être présente.

Ainsi par exemple, pour les trois sites rattachés aux marais et landes humides tourbeuses de plaine (10.1), on notera que ces sites se situent au-delà de la moyenne des sites du type et que le site de la Bourbre présente le meilleur indice des trois.

L'indice I2PA est un indice composite qui intègre une dimension de diversité biologique et une dimension fonctionnelle au travers des espèces sténoèces. La comparaison entre les sites est un exercice périlleux ; elle ne peut se concevoir que dans le cadre contextualisé pour un même type de site ou dans le cadre de la représentation SB / SR qui ne fait intervenir qu'une dimension liée aux espèces de la liste de référence.

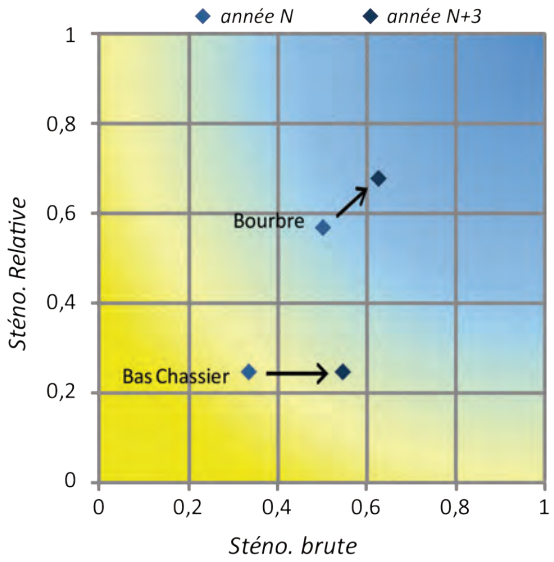
Exemples d'amplitude des valeurs observées



Exemple d'application

Dans l'exemple fictif ci-ontre, c'est la nouvelle campagne, 3 ans après le premier passage, qui révèle l'évolution du peuplement amphibien. L'interprétation doit alors reposer sur l'évolution de l'indice de Simpson et l'évolution de la liste d'espèces sténoéces figurant dans le nouvel échantillonnage réalisé.

Ainsi, entre les deux campagnes réalisées sur Bas Chassier l'indice de sténoécie brute a pu évoluer soit par la découverte d'une nouvelle espèce ou par le ré-équilibrage des effectifs des différentes espèces. Dans le cas de la Bourbre, l'interprétation est similaire avec en plus le fait que la valeur de la sténoécie relative ait augmenté. Cette augmentation est le reflet, dans cet exemple également fictif, de la découverte d'une nouvelle espèce figurant dans la liste de référence. Ainsi plus les notes évoluent vers la droite de la figure et vers la partie haute du graphique plus l'évolution de l'intégrité du peuplement amphibiens est favorable.



Fiche de relevé

SITE

Id. _____ Nom _____ N° pt de suivi : _____

CONTEXTE DU RELEVE

Observateur : _____ Date : _____ heure : _____

Description de la station Photo : ..... orientation : .....

Contexte paysager : ☐ bois ☐ prairie sèche ☐ prairie humide ☐ autre : .....

Typologie du point d'eau : ..... Surface en eau : .....

Forme du plan d'eau : ..... Profondeur : ☐ <0,5 m ☐ 0,5 à 1 m ☐ 1 à 1,5 m ☐ > 2 m

Ombrage : ..... Transparence de l'eau : ☐ transparente ☐ claire ☐ trouble ☐ opaque

Couleur de l'eau : ..... Pentes : ☐ douce ☐ abrupte ☐ les deux

Substrat : ☐ pavé/bétonné/bâché ☐ vaseux/argileux ☐ sableux ☐ rocheux ☐ dépôts organiques ☐ autres : .....

Origine de l'eau : ☐ ruissellement ☐ eau de drainage ☐ apport de la nappe ☐ source ☐ débordement d'une rivière ☐ autres indéterminé

L'eau fuit par : ☐ évaporation ☐ fuite dans le point d'eau ☐ ruissellement de surface ☐ fuite par un fossé ☐ évacuation de surface

Végétation aquatique (flottante et enracinée) :

- ☐ – Absence de végétation aquatique
- ☐ – Végétation peu abondante
- ☐ – Végétation moye nnement abondante
- ☐ – Végétation abondante

Poissons

- ☐ – Absence
- ☐ – Absence probable
- ☐ – Présence

Ecrevisses allochtones :

- ☐ –Absence
- ☐ –Absence probable
- ☐ –Présence

TAXONS

Espèce Estimation des effectifs : chiffre exact en dessous de 10 Classe 2 : 11 à 50 Classe 3 : 51 à 500 Classe 4 : > 500	Détection visuelle			Détection auditive Nb points d'écoute : Localisation du point : Durée d'écoute :	Détection par pêche au troubleau Nb de coup de troubleau :		
	Nb adultes	Nb larves	Nb pontes	Nb mâles chanteurs	Nb adultes	Nb larves	Nb pontes

Informations, remarques :

Liste des habitats amphibiens sur la base de la liste S.F.O

On se réfère ici à une typologie simplifiée issue de la liste des habitats odonatologiques établie par la S.F.O.

Code	Type	Précisions et commentaires	Code amphibiens Type	Code
1	Zones des sources	*Petits bassins et écoulements (permanents) des sources ; parfois présence de sphaignes ; souvent ombragés.*		1
			Sources de plaine	01a
		Etages montagnards et subalpins.	Sources d'altitude	01b
2	Ruisselets / ruisseaux fermés	*Eaux vives et fraîches de 0,5 à 4 à 5 m de large situées en milieux fermés (sous-bois, forêts, taillis, etc.). Parfois coulant sur des pentes abruptes. Assèchement estival possible (mais présence de vasques, flaques et micro-mares).*		2
23	Ruisselets / ruisseaux ouverts	*Eaux vives et fraîches de 0,5 à 4 à 5 m de large situées en milieux ouverts (champs, prairies, etc.). Présence d'Hélophytes et parfois d'Hydrophytes.*		2
3	Rivières à eaux vives	*Milieux de 5 à 25 m de large. Secteurs à courant vif (rapides). Bien ensoleillées avec les rives plus ou moins ombragées.*		4
24	Rivières à eaux calmes	*Milieux de 5 à 25 m de large. Secteurs calmes du cours d'eau (moulins, barrages naturels, etc.). Bien ensoleillées avec les rives plus ou moins ombragées.*		5
21	Rivières d'altitude	*Eaux courantes vives en général, des étages montagnard et sub-alpin.*		4
4	Grands cours d'eau vifs	*Parties vives des fleuves et des grandes rivières, de plus de 25 m de large. (Radier)*	Cours principal des grands cours d'eau vifs	04a
		Parties vives des annexes hydrauliques courantes connectées de manière permanente au chenal par l'amont et par l'aval avec un régime de perturbation régulier	Annexes perturbées avec flux entrant par l'amont	04b
		Parties vives des annexes hydrauliques avec alimentation propre au fil de la nappe, en conséquence courantes connectées de manière permanente au chenal uniquement par l'aval avec un régime de perturbation lié aux crues simplement faibles	Annexes perturbées avec flux rétrograde par l'aval	04c
		Parties vives des annexes hydrauliques courantes connectées de manière permanente au chenal uniquement par l'aval avec un régime de perturbation lié aux crues élevées, avec alimentation propre au fil de la nappe	Annexes peu perturbées avec flux rétrograde par l'aval	04d
5	Grands cours d'eau calmes	*Parties calmes des fleuves et des grandes rivières (de plus de 25 m de large). Les bras morts, lônes ou boires (en communication périodique avec le cours d'eau) sont précisées ci-dessous (05b-05c).*	Cours principal des grands cours d'eau calmes	05a
		Parties calmes des annexes hydrauliques peu courantes avec alimentation propre au fil de la nappe ou annexes hydrauliques stagnantes connectées de manière temporaire au chenal avec un régime de perturbation par les crues moyennes.	Annexes lentes ou stagnantes perturbées	05b
		Parties calmes des annexes hydrauliques courantes avec alimentation propre au fil de la nappe et annexes hydrauliques stagnantes connectées de manière temporaire au chenal avec un régime de perturbation par les crues élevées. De telles annexes peuvent exister sur des cours d'eau vif si elles sont particulièrement déconnectées du lit principal ou isolées par des digues.	Annexes lentes ou stagnantes peu perturbées	05c
22	Rivières méditerranéennes	*Eaux courantes à débit intermittent en période estivale (vasques, mares).*		6
6	Canaux navigables	*Milieux artificiels entretenus pour la navigation fluviale.*		7
7	Fossés alimentés	*Canaux d'irrigation (débit moyen), puits artésiens, etc.*		7
8	Suintements	*Résurgences de débit insignifiant mais permanent ; Suintements de digues d'étangs, etc. Généralement bien ensoleillés.*		8
9	Milieux temporaires	*Stagnants en général, assèchement estival : petits étangs, mares, fossés, annexes hydrauliques stagnantes connectées de manière exceptionnelle au chenal avec un régime de perturbation faible, etc.*	*Préciser 09a et 09b*	
		Ces habitats peuvent être de dimension assez importante dans quelques cas.	Milieux temporaires de plaine	09a
		Etages montagnards et subalpins. En général de faible dimension (mares).	Milieux temporaires d'altitude	09b

Liste des habitats amphibiens (suite)

Code	Type	Précisions et conditions	Type	Code
29	Prairies humides	*Milieux humides, mouillères, etc. (à proximité ou non de milieux aquatiques)*		3
10	Mares ouvertes	*Bien ensoleillées et permanentes : mares, abreuvoirs, lavoirs, lavognes anciennes (non entretenues), etc.*	*Préciser 10a et 10b*	
		On y retrouve les lavognes entretenues	Mares pauvres en végétation aquatique	10a
			Mares avec présence de végétation aquatique	10b
11	Mares fermées	*Milieux forestiers très ombragés (et généralement permanents).*		11
12	Milieux saumâtres	*Marais littoraux et continentaux saumâtres de plus de 0,5 mg/l de NaCl, bien ensoleillés, eaux permanentes ou assèchement estival : lagunes, marais salants, prés salés, bassins piscicoles, marais à salicornes, pannes dunaires, etc.*		12
13	Milieux artificiels	*Récents en général et peu colonisés par la végétation aquatique : gravières, sablières, ballastières, étangs collinaires, etc.*		13
27	Bassins lagunaires	*Bassins d'effluents routiers, de décantation (stations d'épuration, etc.), souvent riches en métaux ou autres polluants*		13
25	Milieux aquatiques cultivés	*Rizières, cressonnières en exploitation, etc.*		13
14	Etangs «naturels» ouverts (annexes comprises)	*Milieux bien ensoleillés (peu de végétation arbustive littorale). Végétation aquatique et sub-aquatique typique. Situés à l'étage collinéen et parfois plus haut dans le sud. Secteurs d'alimentation, d'évacuation et annexes (mares et fossés) compris si nécessaire, mais à distinguer comme habitats particuliers quand ils sont nombreux et significatifs.*		14
15	Etangs «naturels» fermés (annexes comprises)	*Milieux fortement boisés (forestiers), rives ombragées. Situés à l'étage collinéen et parfois plus haut dans le sud. Secteurs d'alimentation, d'évacuation et annexes (mares et fossés) compris si nécessaire, mais à distinguer comme habitats particuliers quand ils sont nombreux et significatifs.*	Absence de queues tourbeuses et ceinture d'hélophyte haute	15a
		La ceinture d'hélophyte est inférieure généralement à la magnocariçaie : Carex ou Juncus, voire gazons des rives temporairement inondées	Absence de queues tourbeuses et ceinture d'hélophyte basse	15b
		La ceinture d'hélophyte est généralement basse, les eaux acides permettent le développement de queues ou anses tourbeuses à sphaignes	Présence de queues tourbeuses	15c
16	Marais de plaine	*Etangs marécageux (- de 50% d'eau libre), marais (biotopes diversifiés), canaux stagnants, effluents, fossés, tourbières plates alcalines de l'étage collinéen, étendues importantes de roselières ou de Carex*		16
17	Tourbières acides de plaine	*Tourbières à sphaignes (bombées) avec gouilles, fosses d'exploitation, effluents, fossés, etc. de l'étage collinéen, exceptionnellement en dessous*		16
18	Tourbières acides d'altitude	*Tourbières à sphaignes (bombées) avec gouilles, fosses d'exploitation, effluents, fossés, etc. des étages montagnard et sub-alpin.*	*Préciser 18a et 18b*	
		Ces surfaces peuvent être localisées par rapport à l'ensemble, mais sont propices à modifier la liste des espèces présentes	Tourbières acides avec présence de surfaces significatives d'eau libre	18a
		Dans quelques cas les gouilles peuvent être temporaires et suffire au développement des Odonates	Tourbières acides avec gouilles seulement	18b
19	Milieux stagnants d'altitude	*Etangs, marais, petits lacs situés des étages montagnard et sub-alpin. Parfois avec des secteurs (queues) présentant des formations particulières (radeaux tourbeux, …)*		19
20	Lacs et grands réservoirs	*Grande surface d'eau libre de basse ou moyenne altitude (jusqu'à 1000 m en général),*		20

Liste de référence amphibiens régionalisée

	Bourgogne / Franche Comté			Rhône-Alpes			PACA / Languedoc-Roussillon		
	calcul de l'indice	calcul de l'indice et attribution de 0,1 pt de bonus (1)	espèce très rare (0,1 point de bonus)	calcul de l'indice	calcul de l'indice et attribution de 0,1 pt de bonus (1)	espèce très rare (0,1 point de bonus)	calcul de l'indice	calcul de l'indice et attribution de 0,1 pt de bonus (1)	espèce très rare (0,1 point de bonus)
Alyte accoucheur	21 25 39 71 70			1 38 42 74 69 73					
Crapaud calamite	21 25 39 71 70			1 38 69 73	42	7 26 74		13 30	
Crapaud commun	21 25 39 71 70			1 7 26 38 69 73 74	42		5		4
Grenouille agile	21 25 39 71 70			1 7 26 69 38 73 74	42				5 6 83 11 30
Grenouille des pyrénées	21 25 39 71 70			1 7 26 69 38 73 74	42		4 5 13 83 84 11 30 34 66	48	
Grenouille rousse	21 25 39 71 70			1 7 26 69 38 73 74	42		4 5 6	55	11 30 34 48
Salamandre salamandre	21 25 39 71 70			1 7 26 69 38 73 74	42		4 5 83 84 11 30 34 66	13 48	
Triton commun	21 25 39 71 70			1 7 26 69 38 73 74	42		4 5 13 83 84 11 30 34 66	48	
Triton palmé		21		1 7 26 38 69	42	73 74	4 5 13 83 84 11 30 34 66	48	
Pélobates cultripes						7 26		13 83 84 11 30 34 66	

(1) des restrictions existence comme le cas de Rana temporaria en 66 (uniquement en dessous de 500 m d'altitude)

Ces listes ont été établies hors Rhône -Alpes à l'aide de la connaissance disponible et des ouvrages suivants :

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

Geniez P. et Cheylan M. – 2012 - Les amphibiens et les reptiles du Languedoc-Roussillon et régions limitrophes - Atlas biogéographique. Biotope, Mèze ; Muséum national d'histoire naturelle, Paris (collection Inventaires & biodiversité), 448 p.

Pinston H., Craney E., Pépin D. Montadert M. et Duquet M. - 2000 - Amphibiens et reptiles de Franche-Comté : Atlas commenté de répartition. Groupe Naturaliste de Franche-Comté, 116 p.

Ainsi que les sites collaboratifs Visionature : faune-paca.org, faune-lr.org, franche-comte.lpo.fr, oiseaux-cote-dor.org

Les départements 42 et 48 sont mentionnés pour mémoire vu leur faible superficie dans le bassin RMC. Ils sont pour les listes de références et les indices à rattacher respectivement à l'Ardèche et au Gard.

RÉALISATION
Conservatoire d'espaces naturels de Savoie

COORDINATION ÉDITORIALE
Xavier GAYTE, Delphine DANANCHER, Jérôme PORTERET

MISE EN PAGE DES FICHES
Frédéric BIAMINO, Jérôme PORTERET

COMITÉ DE RELECTURE
François CHAMBAUD, Régis DICK, Samuel GOMEZ, Thérèse PERRIN, Émilie DUHERON, Nathalie FABRE, Rémy CLEMENT

CRÉDITS PHOTOS
Stéphane BENCE, Frédéric BIAMINO, Manuel BOURON, François CHAMBAUD, Philippe FREYDIER, Gilles PARIGOT, GIlles PACHE, Jérôme PORTERET, Agence de l'eau Rhône-Mediterranée

REDACTEURS DES FICHES

INDICATEUR	REDACTEURS	PRINCIPAUX CONTRIBUTEURS
I01	Jérôme PORTERET (CEN Savoie)	Antoni ARDOUIN, Delphine DANANCHER
I02	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT , Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I03	Jérôme PORTERET (CEN Savoie)	Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I04	Célia RODRIGUEZ (LEHNA, UMR CNRS 5023)	Gudrun BORNETTE, Charlotte GRASSET
I05	Stéphane BENCE (CEN PACA)	Audrey PICHARD, Yoan BRAUD,
I06	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT , Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I07	Célia RODRIGUEZ (LEHNA, UMR CNRS 5023)	Gudrun BORNETTE, Hélène BAILLET, Félix VALLIER
I08	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT, Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I09	Stéphane BENCE (CEN PACA)	Audrey PICHARD, Yoan BRAUD,
I10	Bernard PONT (RNN Platière)	Cyrille DELIRY, Beat OERTLI, Pascal DUPONT, Cedric VANAPELGHEM, Delphine DANANCHER
I11	Jean-Luc GROSSI (CEN Isère)	Delphine DANANCHER, Claude MIAUD
I12	Jerôme PORTERET CEN Savoie)	Rémy CLEMENT, Nicolas MIGNOT, Samuel ALLEAUME, Alexandre LESCONNEC, Marc ISENMANN
I13	Christian PERENNOU (TDV) Jerôme PORTERET (CEN Savoie) Marc ISENMANN (CBNA)	Anis GUELMANI, Samuel ALLEAUME, Rémy CLEMENT

ONT PARTICIPE A LA COLLECTE DE DONNÉES

Antoni ARDOUIN
Emeline AUPY
Sophie AUVERT
Bastien AGRON
Emmanuel AMOR
Yann BAILLET
Bernard BAL
Cécile BARBIER
Sébastien BARTHEL
Thérèse BEAUFILS
Stéphane BENCE
William BERNARD
Luc BETTINELLI
Olivier BILLANT
Fabien BILLAUD
Nicolas BIRON
Véronique BONNET
Virginie BOURGOIN
Manuel BOURON
Romain BOUTELOUP
Yoan BRAUD
Lionel BUNGE
Chrystelle CATON
Kristell CLARY
Remi COLLAUD
Bertrand COTTE
Aurélien CULAT
Kelly DEBUF
Guillaume DELCOURT
Marion DEMESSE
C. DEQUEVAUVILLER
Lucile DESCHAMP
Nathalie DEWYNTER
Guillaume DOUCET
Gregoire DURANEL
Sylvie DURET
Elisabeth FAVRE
Noémie FORT
Cedric FOUTEL
Philippe FREYDIER
Géraldine GARNIER
Maxime GAYMARD
Catherine GENIN
Marianne GEORGET
Samia GHARET
Sebastien GIRARDIN
Nicolas GORIUS
Daniel GRAND
Jean-Luc GROSSI
Nicolas GUILLERME
Julien GUYONNEAU
Céline HERVE
Perrine JACQUOT
Laura JAMEAU
Philippe JANSSEN
Stéphane JAULIN
Remi JULLIAN
Mathieu JUTON
Francis KESSLER
Mario KLESCZEWSKI
Clément LECLERC
Thomas LEGLAND
Fabien LEPINE
Natacha LEURION PANSIOT
Dominique LOPEZ-PINOT
Laurence MARCHIONINI
Roger MARCIAU
Vincent MARQUANT
Basile MARTIN
Marilyn MATHIEU
Céline MAZUEZ
Magalie MAZUY
Alexis MIKOLAJCZAK
André MIQUET
Nathalie MOLNAR
Frédéric MORA
Claire MOREAU
Gilles PACHE
Mélanie PARIS
Marion PARROT
Benoit PASCAULT
Rémy PERRIN
Audrey PICHARD
Virginie PIERRON
Rémy PONCET
Bernard PONT
Jérôme PORTERET
Alexis RONDEAU
Yves ROZIER
Déborah RUHLAND
Nicolas SIMMLER
Bruno TISSOT
Corine TRENTIN
Héloise VANDERPERT
Anne WOLFF

LE PROGRAMME RhoMéO

STRUCTURES PARTICIPANTES ET PARTENAIRES FINANCIERS

Avec le soutien de :

COORDINATION DE BASSIN

Xavier GAYTE

AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANÉE

Référents
Eric PARENT
Jean-Louis SIMONNOT
Francois CHAMBAUD
Nadine BOSC

Experts
Claude AMOROS
Bernard BACHASSON
Aurélien BESNARD
Bernard ETLICHER
Daniel GERDEAUX
Patrick GRILLAS
Yves SOUCHON

CONCEPTION DES OUTILS DE GESTION DES DONNÉES

Rémy CLEMENT
Laurent POULIN
Mathieu BOSSAERT
Nicolas MIGNOT

GESTION DES DONNÉES

Rémy CLEMENT
Laurent POULIN
Mathieu BOSSAERT
Nicolas MIGNOT
Paul HONORE
Marc ISENMANN
Alexandre LESCONNEC

MEMBRES DU COMITE TECHNIQUE

Responsables d'axes ou de groupes
Stéphane BENCE
Rémi CLÉMENT
Delphine DANANCHER
Philippe FREYDIER
Sébastien GIRARDIN
Samuel GOMEZ
Jean-Luc GROSSI
Marc ISENMANN
Mario KLESCZEWSKI
Laetitia LERAY
Samuel MAAS
Nathalie MOLNAR
Gilles PACHE
Christian PERENNOU
Bernard PONT
Jérôme PORTERET
Lionel QUELIN
Célia RODRIGUEZ
Héloïse VANDERPERT

Autres membres
Samuel ALLEAUME
Antoni ARDOUIN
Luc BETINELLI
Thérèse BEAUFILS
Jaoua CELLE
Émilie DUHERON
Manon GISBERT
Anis GUELMAMI

Ce document est une des productions du programme RhoMéO. Il présente, sous forme de fiches, les méthodes nécessaires à la mise en place de 13 indicateurs de suivi des zones humides testés et validés à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée.

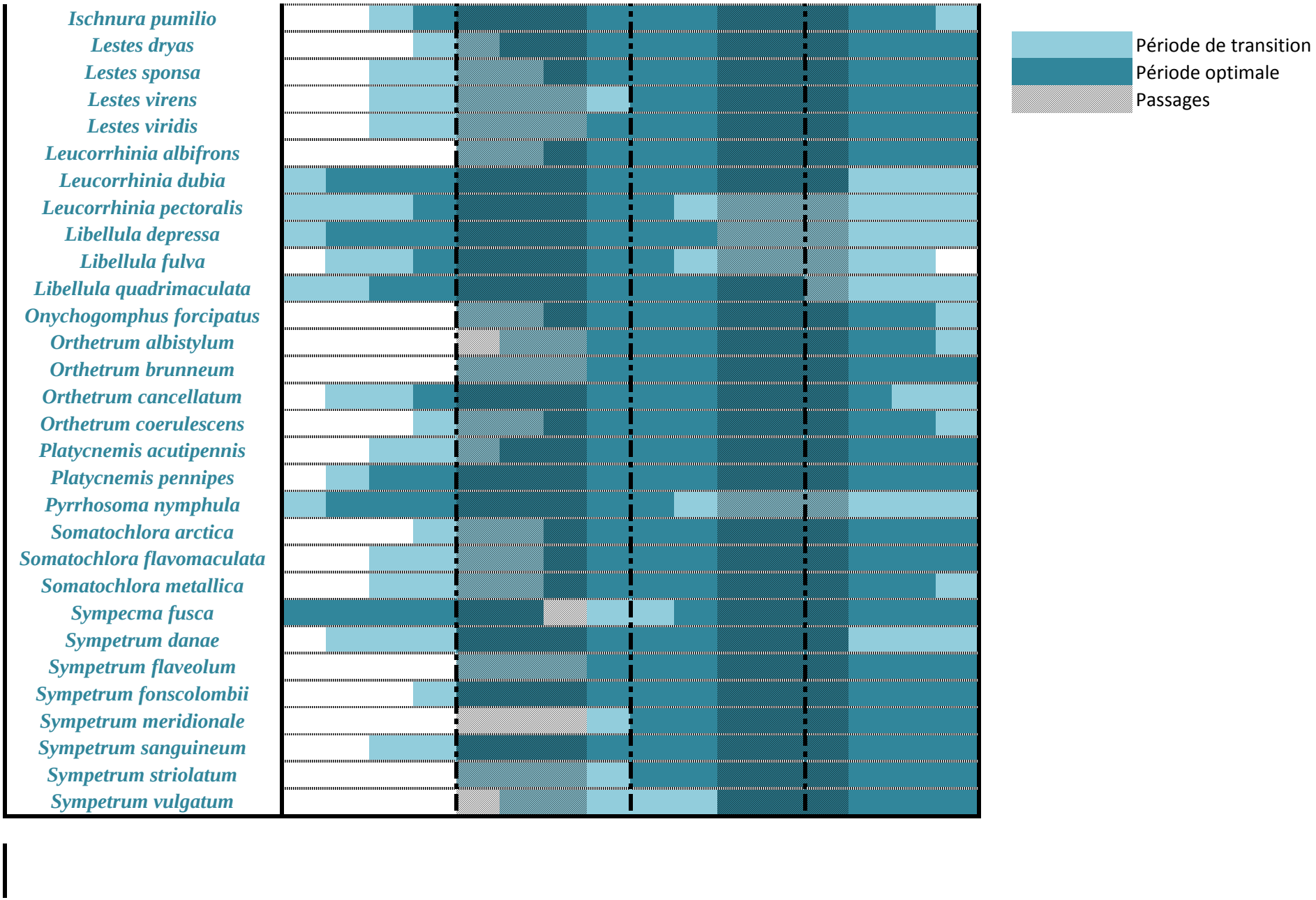
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

l'Europe s'engage avec le FEDER

Annexe 3 Périodes de vol des odonates du territoire de la Petite Montagne

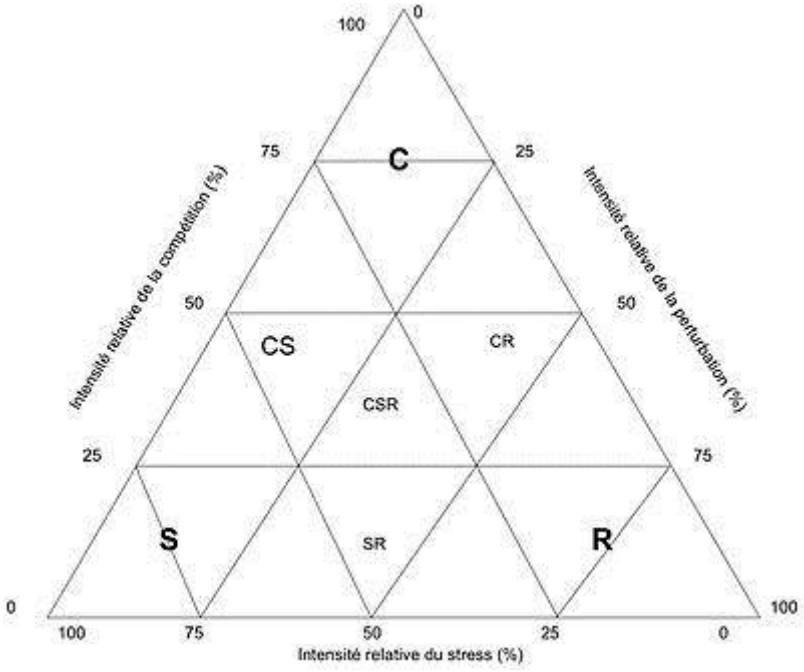
Afin de réduire le temps nécessaire à la réalisation du protocole visant les odonates, une adaptation de celui proposé par RhoMéO a été réalisée. Cette adaptation est permise par les connaissances importantes sur les espèces du territoire de la Petite Montagne et sur l'homogénéité de ce dernier. Les périodes de vol de ces espèces ont permis de programmer les deux sorties terrain afin de couvrir les phases d'activité de toutes les espèces.

Mai
Juin
Juillet
Août
Aeschna affinis
Aeschna cyanea
Aeschna grandis
Aeschna isoceles
Aeschna juncea
Aeschna mixta
Aeschna subarctica
Anax imperator
Boyeria irene
Brachytron pratense
Calopteryx splendens
Calopteryx virgo
Ceriagrion tenellum
Coenagrion hastulatum
Coenagrion mercuriale
Coenagrion ornatum
Coenagrion puella
Coenagrion pulchellum
Coenagrion scitulum
Cordulegaster bidentata
Cordulegaster boltotnii
Cordulia aenea
Crocothemis erythraea
Enallagma cyathigerum
Epitheca bimaculata
Erythromma lindenii
Erythromma najas
Erythromma viridulum
Gomphus flavipes
Gomphus pulchellus
Gomphus vulgatissimus
Ischnura elegans
Période de transition
Période optimale
Passages


Ischnura pumilio
Lestes dryas
Lestes sponsa
Lestes virens
Lestes viridis
Leucorrhinia albifrons
Leucorrhinia dubia
Leucorrhinia pectoralis
Libellula depressa
Libellula fulva
Libellula quadrimaculata
Onychogomphus forcipatus
Orthetrum albistylum
Orthetrum brunneum
Orthetrum cancellatum
Orthetrum coerulescens
Platycnemis acutipennis
Platycnemis pennipes
Pyrrhosoma nymphula
Somatochlora arctica
Somatochlora flavomaculata
Somatochlora metallica
Sympecma fusca
Sympetrum danae
Sympetrum flaveolum
Sympetrum fonscolombii
Sympetrum meridionale
Sympetrum sanguineum
Sympetrum striolatum
Sympetrum vulgatum
Période de transition
Période optimale
Passages

Annexe 4 Stratégies de GRIME

Cette théorie se base sur l'existence de deux gradients qui déterminent la composition des populations végétales : les gradients de perturbations (physiques comme la prédation ou les maladies) et de stress (la disponibilité en nutriments, en eau, en lumière…). On obtient ainsi 3 stratégies majeures : compétitrice (C), rudérale (R) et tolérante au stress (S) et une myriade de stratégies intermédiaires. L'ensemble de ces stratégies peuvent être représentées sur un triangle où chaque angle symbolise une des stratégies majeures.



Annexe 5 Les fiches synthétiques

L'un des objectifs de ce stage est la réalisation de fiches synthétiques sur chaque zone étudiée (13 au total) afin d'y résumer les résultats des inventaires et protocoles et de proposer des mesures de gestion appropriées. Ce document se présente sous la forme d'un recueil de fiches et vous est présenté ci-dessous.

Natura 2000 Petite Montagne du Jura

Laura Grandadam
Etudiante en ingénierie de gestion des milieux naturels

Mars - août 2018

Evaluation de l'état de conservation de zones humides et préconisations de gestion

Fiches synthétiques

Guide d'utilisation des fiches synthétiques

Le présent document est un recueil de fiches synthétiques réalisées suite au stage 2018 de 3ème année d'ingénieur en gestion des milieux naturels, au sein du site Natura 2000 Petite Montagne du Jura.
Les détails d'élaboration et les méthodes sont décrites plus précisément dans le rapport de ce stage (disponible sur le site internet http://petitemontagnedujura-n2000.fr/).

Avertissements : le terme "zone humide" est utilisé ici dans son sens large. Cette appellation désigne des milieux considérés comme humide de par leur végétation typique des zones engorgées. Seul le caractère humide de la végétation est considéré (le caractère pédologique n'est pas étudié) et les "zones humides" présentées ci après ne sont donc pas toutes concernées par la législation de la Directive cadre sur l'eau.
L'ensemble des illustrations et figures dont l'auteur n'apparaît pas explicitement sont l'œuvre et la propriété de l'auteur de cette étude (Laura Grandadam).

Organisation des fiches

Toutes les fiches sont présentées selon la même organisation.

- Présentation générale de la zone (localisation, cadastre, taille, altitude…) ainsi qu'une description écrite de sa structure (l'articulation des habitats et entités hydrologiques), de son histoire et de ses usages actuels.
- Une partie concernant l'eau de la zone : son hydrologie (les différentes entités hydrologiques présentes, sa zone contributive), l'utilisation des points d'eau pour la reproduction des odonates et des amphibiens (résultats et interprétations des indicateurs faunistiques).
- Une partie concernant les habitats terrestres de la zone : leur localisation et les résultats et interprétations des indicateurs floristiques.
- Une partie sur l'évaluation de la zone : les menaces, l'intégrité des fonctions et l'état de conversation. Les menaces sont estimées grâce à la connaissance du terrain et leurs niveaux sont évalués à dires d'expert en se basant sur le risque et la vulnérabilité du site. L'intégrité des fonctions ainsi que celles des composantes de l'état de conservation (biodiversité, hydrologie, menaces, évolution et connectivité) sont évaluées grâce à certains indicateurs et à la compréhension générale de l'écosystème étudié. Enfin, l'évaluation de l'état de conservation se base sur ces 5 composantes
- Les préconisations de gestion afin de restaurer et/ou protéger le site étudié.

Les détails méthodologiques sont consultables dans le rapport complet du stage, disponible sur le site de Natura 2000

Symbolisation

Chaque fiche est munie d'un certain nombre de symboles sur le bordereau supérieur pour faciliter la lecture. En voici la liste ainsi que leur signification.

!

Ce point d'exclamation indique le niveau de priorité du site. Plus il y en a (le maximum étant 3), plus il est urgent d'agir pour préserver cette zone.

Ces vignettes indiquent les grands types d'habitats que l'on va pouvoir rencontrer sur la zone étudiée.

Mégaphorbiaies : populations d'herbacées hautes du type Roseaux, Reine des prés, Valériane…

Habitats aquatiques : eau libre quelle que soit sa forme. Rivières, mares, gouilles, sources…

Forêts et fourrés humides : végétation arborée et arbustive présente sur des sols engorgés (ripisylve, fourrés de Saules…).

Bas-marais : habitats des sols très engorgés.

Cariçaies : habitats à forte dominance de Laîches et autres Carex.

Prairies humides : habitats à dominance de graminées.

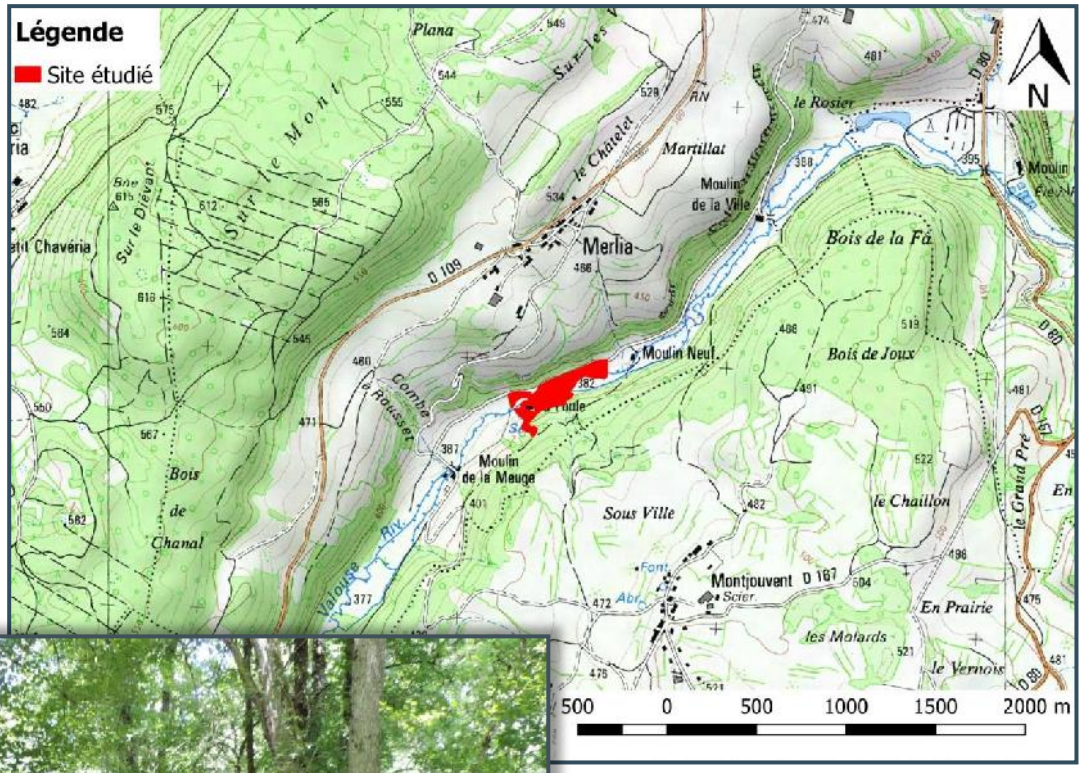
Sommaire

Nom de la zone	Habitats	Priorité
La Foule		!!
Marais de Mercantile		!!!
Grosse ferme de Saint Colomb		!
Rocher de Ste Barbe		!!!
Ruisseau de Barésia		!!!
Smoby		!!
Zone industrielle d'Orgelet		!
Motocross		!!
Etang de Lissia		!!
Station de pompage		!
Forêt de Chatonnay		!!
Desse		!!
Anchay		!

La Foule (Orgelet)

Ripisylve et mégaphorbiaies

Coordonnées GPS : X : 899308
Y : 6603320
Altitude : 383 m
Surface : 2,95 ha
Commune : Orgelet
Nb propriétaires : 1
Nb habitats : 4 (dont 2 IC)
Nb relevés botaniques : 11
Diversité floristique : 67



Localisation géographique de la zone

La Valouse, rivière principale traversant la zone

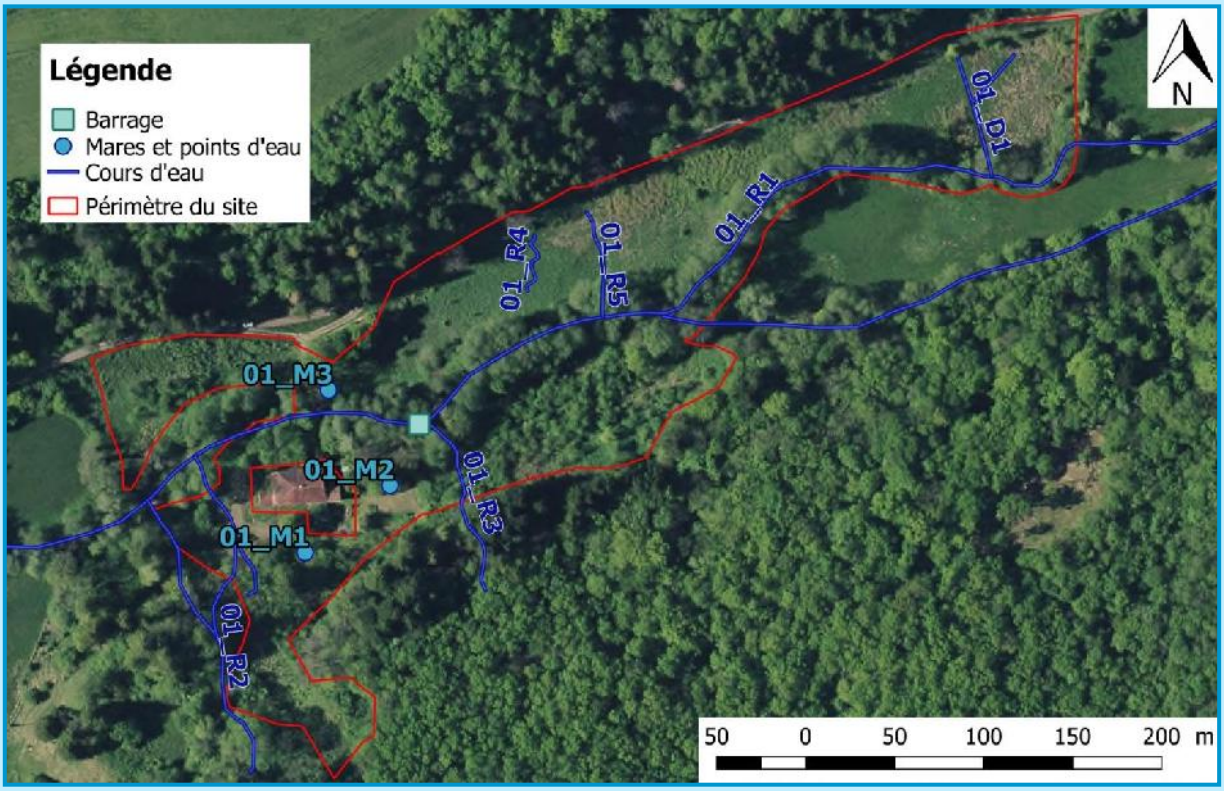
Espèces patrimoniales		Date	Statut	Protection
Amphibiens				
Salamandra salamandra	Salamandre tachetée	2018	LC	Nationale
Rana temporaria	Grenouille rousse	2018	LC	Nationale

Tableau récapitulatif des espèces patrimoniales (protégées et menacées) contactées sur la zone

Située dans une vallée très encaissée, cette zone s'articule autour de la **Valouse** dans laquelle viennent se jeter de nombreuses **sources** (tufeuses pour la plupart). C'est une zone assez complexe avec **4 habitats** qui se structurent **parallèlement au lit du cours d'eau** principal. Le site est assez boisé avec une belle **ripisylve** au centre, encadrée par des **mégaphorbiaies**.
Il n'en a pas toujours été ainsi : dans les années 1930 l'intégralité de la zone était ouverte et utilisée pour le **pâturage**, la ripisylve existait déjà mais sous la forme d'une mince bande d'arbres le long du cours d'eau. Cette activité perdure pendant plusieurs décennies jusqu'à ce que le propriétaire, trop âgé, se sépare de ses quelques vaches. Son petit fils emménage ensuite dans la maison et ne reprend pas d'activité agricole. Ce dernier a fait **modifier le barrage** qui servait auparavant à détourner la rivière et à alimenter la roue du moulin en eau, afin de boucher ce chenal. C'est à partir des années 2000 qu'on observe les premiers signes de **fermeture**.
La route est très peu utilisée et ne constitue pas un obstacle à la continuité écologique, ce qui n'est pas le cas du barrage qui empêche tout échange entre l'amont et l'aval de la rivière.
Cette zone est liée à la Valouse, rivière principale de la vallée qui s'étend jusqu'à Thoirette et dont bénéficie un très grand nombre de gens tout au long de son parcours. Ce sont de petites zones comme celle-ci qui participent à **l'alimentation qualitative et quantitative de l'eau** de la rivière.

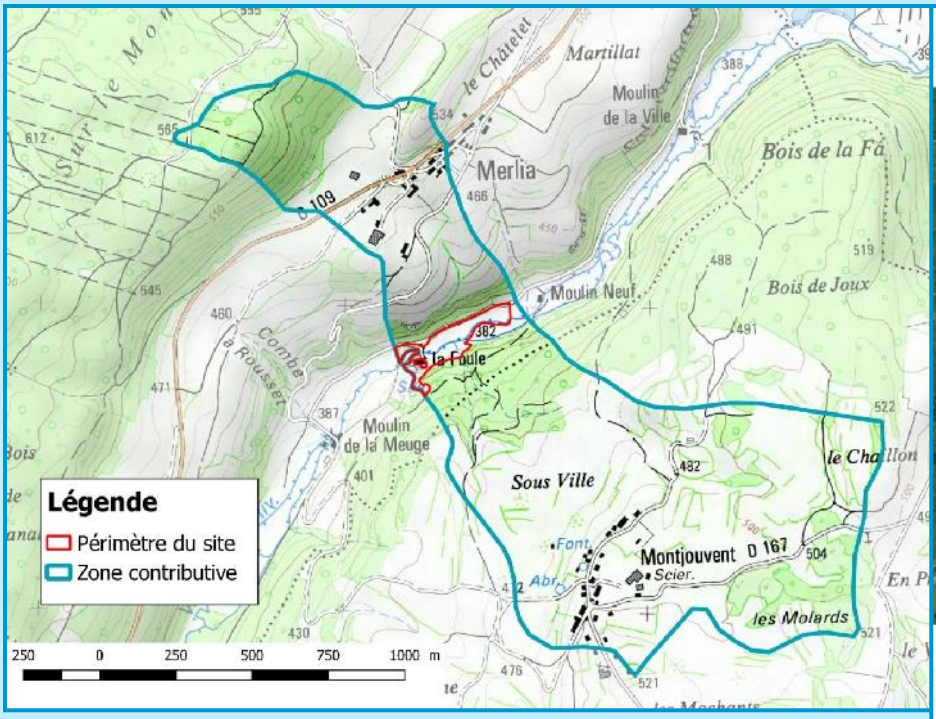
Un contexte hydrologique complexe

Hydrographie :

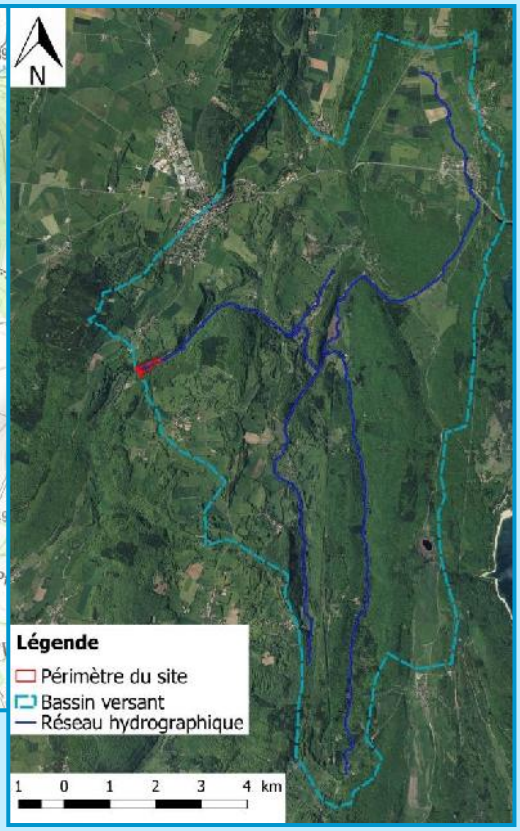


Réseau hydrographique de la zone : une rivière centrale alimentée par de nombreuses sources

L'ensemble de la zone s'articule autour de la **Valouse** qui forme le fond de la vallée. Environ six sources viennent s'ajouter au cours d'eau principal en formant de **petits ruisseaux souvent temporaires** voire de petits **points d'eau stagnants** comme M1. Il existe deux autres points d'eau : M2 qui est le reste de **l'ancien chenal** d'alimentation du moulin aujourd'hui transformé en mare très enfoncée et M3 qui est une **annexe** de la Valouse lui étant connectée uniquement lors des crues.
La zone contributive totale correspond au bassin versant. La **zone contributive directe** a été déterminée en excluant les eaux de ruissellement alimentant la Valouse pour se concentrer sur celles rejoignant directement le site. Elle s'étale sur les deux flans de la vallée et couvre près de **155 ha** ce qui représente plus de **50 fois** la surface de la zone en elle-même. Elle ne comprend que peu de surface sur les flans directs de la vallée mais s'étend au dessus, ce qui explique le nombre important de sources, qui se forment notamment à partir des eaux de ruissellements des plateaux supérieurs.



Zone contributive directe



Bassin versant (zone contributive totale)

Odonates :

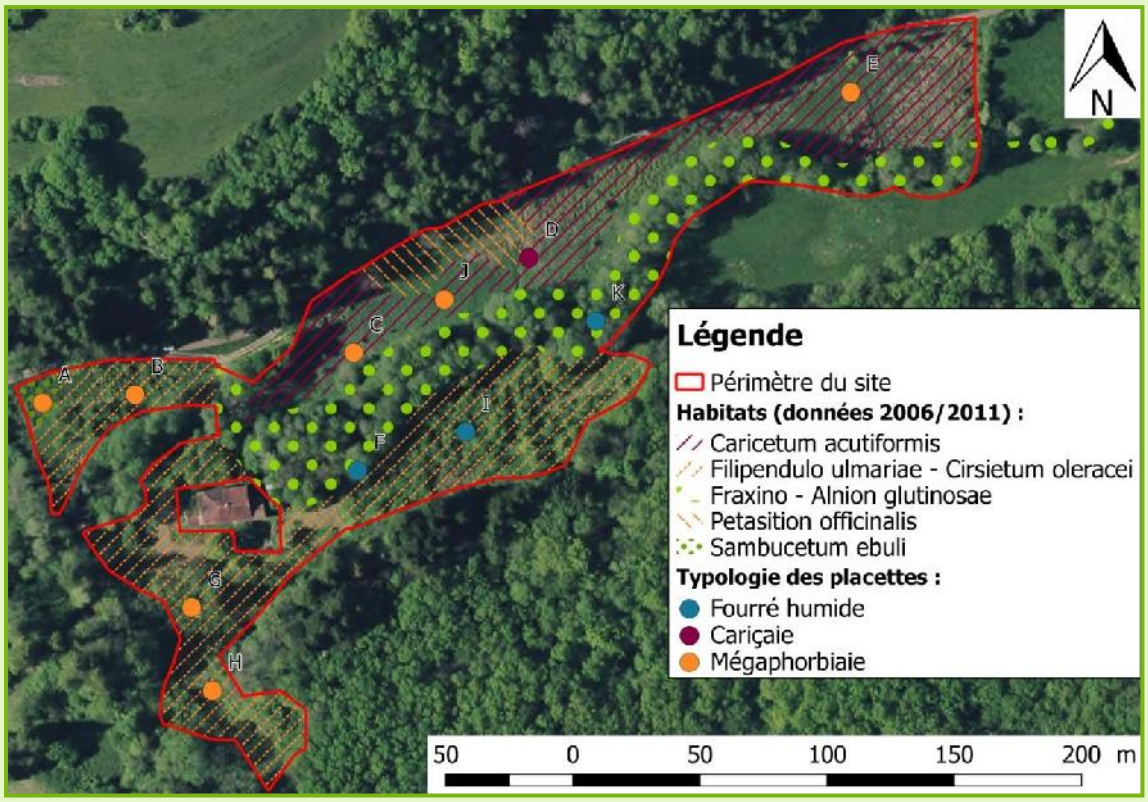
D'après l'indice de Jackknife, 100 % de la richesse réelle a été observée. Seulement 3 espèces ont été contactées sur les 20 attendues : *Calopteryx virgo, Cordulegaster boltonii* et *Pyrrhosoma nymphula,* ce qui représente une intégrité du peuplement d'à peine **15 %**. De l'**Agrion de Mercure** a été observé **non loin du site** en 2003 (à 600 m sur le plateau supérieur nord) et le ruisseau permanent S1 semble être un habitat favorable pour cette espèce. Sa colonisation n'est peut être qu'une question de temps dans le cas où la population de 2003 est toujours présente. De nombreuses espèces ne trouveraient pas d'habitats favorables sur le site : c'est par exemple le cas de *Gomphus flavipes* qui affectionne les grands cours d'eau ou de *Sympetrum sanguineum* qui a besoin de roselières. De façon plus générale, l'embroussaillement des berges et les **difficultés de prospection** sont peut être à l'origine d'un nombre d'observations plutôt faible.

Amphibiens :

Concernant les amphibiens, seules 2 espèces ont été contactées : ***Salamandra salamandra*** et ***Rana temporaria***. L'I2PA est assez faible pour cette zone (**0,61**) ce qui s'explique par un **déséquilibre au niveau des effectifs** (plus de 1300 individus pour la Grenouille rousse, sous la forme de têtards). Ce n'est pas représentatif de la réalité car cela ne tient pas compte de la forte mortalité sur les larves de *Rana temporaria*. Une autre cause est le nombre d'espèces sténoèces attendues (6), chiffre basé sur leur présence géographique. Mais une connaissance plus pointue du milieu montre que les habitats présents de **conviennent pas** à une majorité des espèces : *Bombina variegata* et *Alytes obstetricans* ne trouveront **pas de gouilles** ou autres **points d'eau pionniers**, la seule mare ensoleillée (M2) ne convient pas vraiment à *Hyla arborea* à cause de la présence de **poissons** et *Bufo calamita* n'y trouverait pas d'habitats favorables (en plus de la présence de *Rana temporaria* dont les têtards sont de forts concurrents). Les résultats obtenus par cet indicateur sont donc **à nuancer** et ne permettent pas de conclure à une faible intégrité du peuplement d'amphibiens.

Larve de Salamandre tachetée à un stade de maturité avancé

Une évolution naturelle après l'abandon du pâturage



Cartographie satellite des habitats et des placettes botaniques réalisées

D'après les données de 2006, la zone est partagée entre 3 habitats majeurs : une mégaphorbiaie, une cariçaie et une ripisylve. Les relevés botaniques effectués montrent une évolution de ces habitats avec la régression notoire de Carex acutiformis au profit d'un roncier et de la mégaphorbiaie (indiscutablement Filipendulo ulmariae – Cirsietum oleracei), la présence importante de fourrés humides autour de la véritable ripisylve (plutôt que d'une mégaphorbiaie) et la disparition du petit habitat d'ourlet forestier au nord-ouest. Cette évolution témoigne d'une évolution naturelle des habitats sans intervention humaine (sauf concernant l'ourlet forestier qui a peut être été exploité avant d'être abandonné à la mégaphorbiaie).

Résultats des relevés botaniques : indices floristiques d'engorgement (He), de fertilité (N) et indice de qualité floristique (CC)

L'indice floristique d'engorgement médian est de 6,35, valeur **usuelle** pour ce type de milieu, tout comme l'ensemble des valeurs des placettes. Seule une placette se démarque : **la placette D**, une cariçaie, qui présente un indice d'engorgement **plutôt élevé** (7,8). Elle se situe en **bordure direct d'un ruisseau temporaire** (R5) qui doit fortement alimenter la zone en dehors de la période estivale d'où cette végétation.
L'indice floristique de fertilité du site est de 3,95, ce qui est **au dessus des valeurs usuelles**. L'utilisation régulière de ces parcelles comme prairies de pâturage il y a quelques années ne permet pas d'expliquer ces fortes valeurs car les pratiques étaient extensives et familiales (seulement 1 ou 2 vaches). Une explication possible réside dans la taille de la zone contributive directe qui comprend presque exclusivement des **prairies et des champs cultivés**. L'apport de nutriments (chimiques ou biologiques) est sûrement une pratique commune sur ces parcelles et la concentration de ces épandages se retrouve sur le site après **lessivage et ruissellement des eaux de pluies**.
L'indice de qualité floristique médian est de 13,34, valeur assez **basse** pour ce type de milieu. Elle s'explique par un **enfrichement général** important : des espèces comme *Rubus fruticosus*, *Prunus spinosa* ou *Carduus crispus* gagnent du terrain. On observe d'ailleurs la formation d'un **roncier important** entre les placettes D et E. Cet indice étant basé à la fois sur le caractère rudéral des plantes et sur leur typicité vis-à-vis des zones humides, la fermeture et l'enfrichement du milieu explique facilement la faible valeur de ce dernier. Certaines placettes sont encore dans la moyenne, notamment les placettes B, I, J et G. B, G et J ont une typologie de mégaphorbiaie typique avec des espèces typiques comme ***Filipendula ulmaria***, ***Cirsium oleraceum*** ou ***Petasites hybridus***. Tandis que I a une typologie de fourré humide avec des espèces herbacées typiques comme ***Hypericum tetrapterum*** ou ***Lysimachia nummularia***.

Une évolution naturelle générale vers une friche

L'enfrichement et la fermeture des milieux est de loin la menace la plus importante qui pèse sur ce site. Les deux mégaphorbiaies sont d'intérêt communautaire et cèdent peu à peu face à l'enfrichement. C'est déjà ce qui s'est passé avec Caricetum acutiformis qui est aujourd'hui **10 fois plus réduit qu'il y a 12 ans** avec une grande partie occupée par un roncier. Ces habitats peuvent prendre deux voies différentes selon les milieux les entourant : une friche ou un fourré. L'ex mégaphorbiaie au sud du site s'est ainsi peu à peu transformée en fourré humide : on est passé de Filipendulo ulmaria – Cirsietum oleracei à un habitat intermédiaire avec Fraxino – Alnion glutinosae.

Menaces	Niveau
Fermeture et enfrichement	Fort
Enrichissement du sol	Moyen

Tableau récapitulatif des principales menaces et estimation de leur niveau par dires d'expert (évaluation du risque et de la sensibilité du milieu)

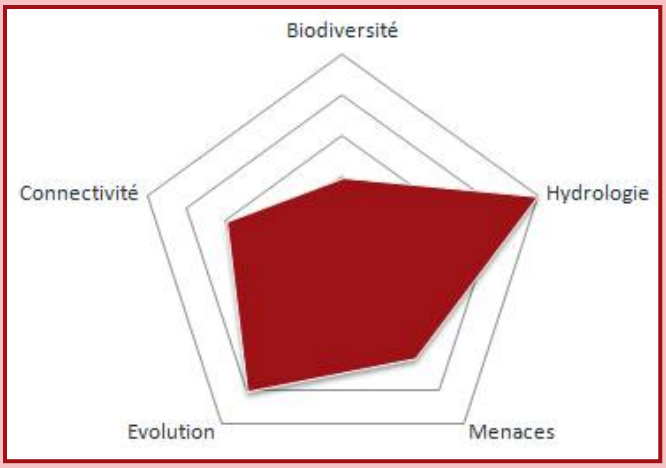
L'enrichissement du sol est un phénomène lent provoqué par les pratiques d'épandage pratiquées dans la zone contributive. Ses effets peuvent avoir un impact non négligeable à long terme.

Fonctions		MH_01
Hydrologiques	Effet tampon	+
	Rechargement des nappes	+
	Stockage de l'eau	+
Biogéochimiques	Apports de matériaux	=
	Reprise de matériaux	=
	Epuration	+
Biologiques	Réservoir de biodiversité	-
	Productivité	+

Evaluation de l'intégrité des fonctions de la zone

Le barrage hydraulique présent sur la Valouse, obstacle aux échanges biologiques et géologiques

En ce qui concerne les fonctions des milieux humides, ce site est **globalement satisfaisant**. Au niveau hydrologique les **linéaires naturels** de l'ensemble des cours d'eau et **la taille de la zone contributive** permettent de remplir les fonctions de stockage et de tampon. Le bémol au niveau des fonctions biogéochimiques réside dans la présence du **barrage** qui empêche la circulation naturelle des sédiments. Enfin, la **fermeture et l'enfrichement** contribue à diminuer la typicité et ainsi la biodiversité de la zone.

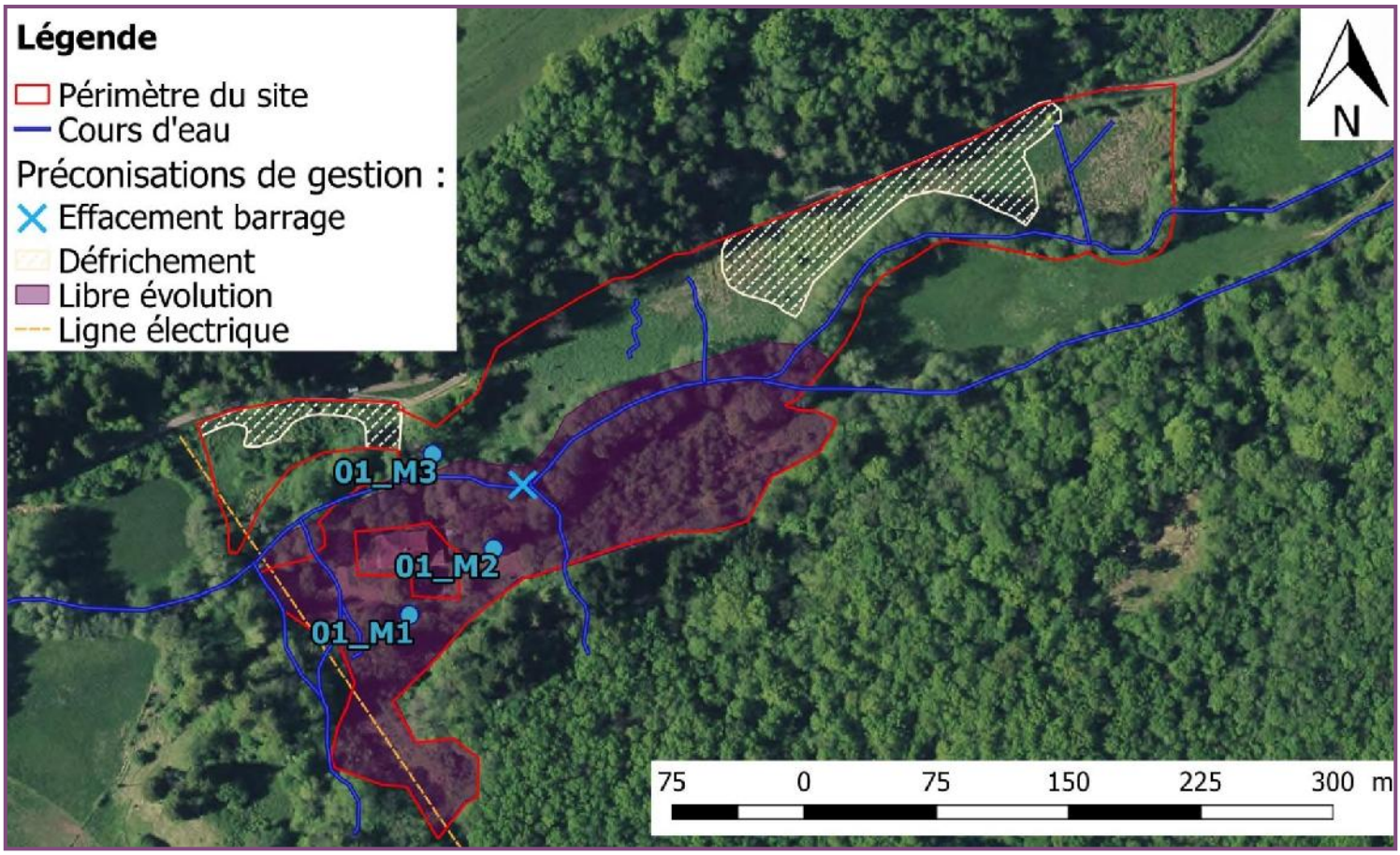


Evaluation des composantes de l'état de conservation

L'état de conservation de cette zone est assez **mitigé**. L'**hydrologie est le gros point fort** de cette zone avec une forte densité de cours d'eau variés (source, ruisseau de tuf, lit principal de rivière, bras calme de cours d'eau, annexe hydraulique). L'évolution est plutôt bonne malgré une **fermeture en cours** qui pourrait réduire la surface du site. Cette menace de fermeture est d'ailleurs élevée : le risque que cela arrive si la situation est laissée en l'état est quasiment de 100 % et le milieu y serait particulièrement sensible (disparition d'habitats d'intérêt communautaire). Pour ce qui est de la connectivité, le corridor aquatique sous la forme de la rivière principale est stoppé par la présence du **barrage** qui ne laisse aucun passage à la faune et qui stoppe l'afflux de sédiments. Enfin, la **biodiversité est peu typique** des milieux humides (comme le prouve l'indice de qualité floristique) et aucune espèce d'intérêt patrimoniale n'a été contactée sur la zone (quelque soit le taxon).

Défrichement, fauche et effacement

- Le **défrichement** d'une partie de la zone apparaît comme la **mesure de gestion à prioriser**. L'évolution naturelle des habitats n'est pas nécessairement une mauvaise chose du moment qu'elle n'aboutit pas à l'uniformisation des milieux. Elle permet, au contraire, de **diversifier le site** lorsque les dynamiques sont hétérogènes. Ainsi, le défrichement dans la partie nord permettrait aux mégaphorbiaies de se développer tandis que la partie sud continuerait son évolution naturelle. On obtiendrait ainsi une **mosaïque de milieux diversifiés** (ripisylve, fourré humide, cariçaie et mégaphorbiaie).
- La présence de lignes électriques au sud-ouest de la zone (couloir ouvert en limite du site) implique une fauche régulière en dessous par les gestionnaires de ces lignes. Une **prise de contact** avec eux afin de connaître leurs méthodes d'intervention et de les conseiller (choix des machines, période d'intervention) pour réduire leur impact sur le milieu.
- La **fauche différée** des différentes zones de mégaphorbiaie (excepté Petasition officinalis) tous les 3 ou 4 ans permettrait de **varier les stades de ces milieux** et d'augmenter la **diversité spécifique générale** de la zone. Une rotation sur 3 ans avec une intervention chaque année sur une zone différente serait favorable.
  Une autre solution pour maintenir ces habitats serait de développer un pâturage extensif et hétérogène sur la zone. Le chargement devra être très léger (moins de 0,5 UGB/ha/an) d'animaux adaptés (Highland cattle par exemple). L'ensemble de la rive droite pourra être pâturée du moment que l'accès à la rivière est restreint à un ou deux points aménagés pour prévenir le piétinement des berges.
- Le seuil présent actuellement sur la Valouse n'ayant plus aucune utilité, son **effacement** (ou **arasement**) est une mesure intéressante au niveau écologique (**reconnexions biologiques et sédimentaires** entre l'amont et l'aval du barrage). De plus, cette opération ne provoquerait pas de conflit avec les intérêts humains. La réalisation d'une étude de faisabilité est indispensable pour déterminer les impacts de l'effacement (ou de l'arasement) du seuil : baisse du niveau d'eau (et potentiellement de l'humidité générale de la zone), érosion des berges, devenir des sédiments accumulés… Cette étude permettra de bien **dimensionner les travaux** pour qu'ils soient le plus bénéfiques possibles au milieu.
  En plus de la destruction totale ou partielle du seuil, un **terrassement des sédiments** pourra être nécessaire pour éviter un apport brutal de matières en suspension en aval. Cette mesure n'est pas obligatoire selon la nature du cours d'eau (l'étude préalable permettra de déterminer la nécessité de cette opération). De même, une **protection des berges** contre l'effondrement (suite à l'abaissement du niveau de l'eau) est à envisager (toujours selon les



Cartographie des préconisations de gestion

Liste des espèces contactées sur la zone "La Foule"

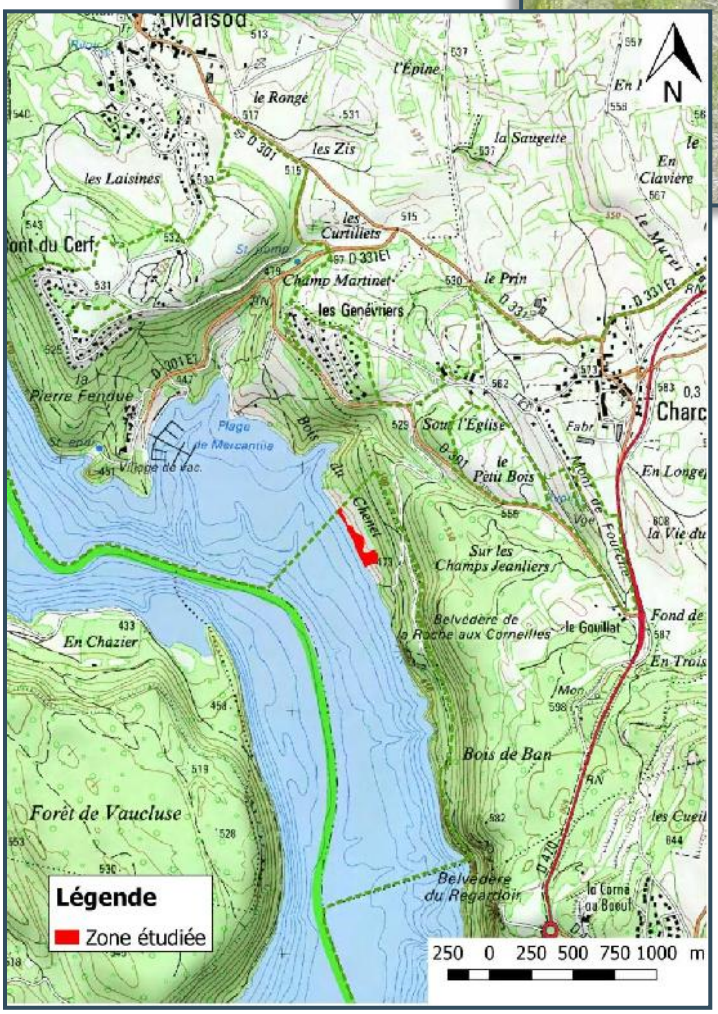
Espèces		Date	Statut	Protection
Flore				
Acer campestre	Érable champêtre	2018	LC	-
Acer pseudoplatanus	Érable sycomore	2018	LC	-
Aegopodium podagraria	Fausse Angélique	2018	LC	-
Agrostis stolonifera	Agrostide stolonifère	2018	LC	-
Alnus glutinosa	Aulne glutineux	2018	LC	-
Angelica sylvestris	Angélique sauvage	2018	LC	-
Anthriscus sylvestris	Cerfeuil des bois	2018	LC	-
Brachypodium sylvaticum	Brachypode des bois	2018	LC	-
Campanula trachelium	Ortie bleue	2018	LC	-
Carduus crispus	Chardon crépu	2018	LC	-
Carex acutiformis	Laîche des marais	2018	LC	-
Carex riparia	Laîche des rives	2018	LC	-
Cirsium arvense	Chardon des champs	2018	LC	-
Cirsium oleraceum	Cirse des maraichers	2018	LC	-
Cirsium palustre	Cirse des marais	2018	LC	-
Clinopodium nepeta	Sariette glanduleuse	2018	LC	-
Convolvulus sepium	Liseron des haies	2018	LC	-
Corylus avellana	Noisetier	2018	LC	-
Crataegus monogyna	Noire épine	2018	LC	-
Dactylis glomerata	Dactyle aggloméré	2018	LC	-
Elymus caninus	Chiendent des chiens	2018	LC	-
Epilobium hirsutum	Épilobe hérissé	2018	LC	-
Epilobium parviflorum	Épilobe à petites fleurs	2018	LC	-
Epilobium tetragonum	Épilobe à tige carrée	2018	LC	-
Euonymus europaeus	Fusain d'Europe	2018	LC	-
Eupatorium cannabinum	Eupatoire à feuilles de chanvre	2018	LC	-
Euphorbia dulcis	Euphorbe douce	2018	LC	-
Filipendula ulmaria	Reine des prés	2018	LC	-
Fraxinus excelsior	Frêne élevé	2018	LC	-
Galeopsis tetrahit	Ortie royale	2018	LC	-
Galium album	Gaillet dressé	2018	LC	-
Galium aparine	Gaillet gratteron	2018	LC	-
Galium mollugo	Gaillet commun	2018	LC	-
Geranium robertianum	Herbe à Robert	2018	LC	-
Geum urbanum	Benoîte commune	2018	LC	-
Glechoma hederacea	Lierre terrestre	2018	LC	-
Hedera helix	Lierre grimpant	2018	LC	-
Heracleum sphondylium	Berce commune	2018	LC	-
Holcus lanatus	Houlque laineuse	2018	LC	-
Humulus lupulus	Houblon grimpant	2018	LC	-
Hypericum tetrapterum	Millepertuis à quatre ailes	2018	LC	-
Juncus inflexus	Jonc glauque	2018	LC	-
Lamium galeobdolon	Lamier jaune	2018	LC	-
Lamium maculatum	Lamier maculé	2018	LC	-
Lapsana communis	Graceline	2018		-
Lathyrus pratensis	Gesse des prés	2018	LC	-
Ligustrum vulgare	Troëne	2018	LC	-
Lysimachia nummularia	Herbe aux écus	2018	LC	-
Malus domestica	Pommier cultivé	2018		-
Mentha longifolia	Menthe à longues feuilles	2018	LC	-
Origanum vulgare	Origan commun	2018	LC	-
Persicaria hydropiper	Renouée Poivre d'eau	2018	LC	-
Petasites hybridus	Pétasite hybride	2018	LC	-
Prunus spinosa	Prunellier	2018	LC	-
Quercus robur	Chêne pédonculé	2018	LC	-
Ranunculus repens	Renoncule rampante	2018	LC	-
Rubus caesius	Ronce à fruits bleus	2018	LC	-
Rubus fruticosus	Ronce commune	2018		-
Rubus idaeus	Framboisier	2018	LC	-
Sambucus nigra	Sureau noir	2018	LC	-
Schedonorus giganteus	Fétuque géante	2018	LC	-
Scrophularia nodosa	Scrophulaire noueuse	2018	LC	-
Silene dioica	Compagnon rouge	2018	LC	-
Urtica dioica	Ortie dioïque	2018	LC	-
Valeriana dioica	Valériane dioïque	2018	LC	-
Valeriana officinalis	Valériane officinale	2018	LC	-
Viola canina	Violette des chiens	2018	LC	-
Amphibiens				
Salamandra salamandra	**Salamandre tachetée**	**2018**	**LC**	**Nationale**
Rana temporaria	**Grenouille rousse**	**2018**	**LC**	**Nationale**
Odonates				
Cordulegaster boltonii boltonii	Cordulégastre annelé	2018	LC	-
Pyrrhosoma nymphula	Petite nymphe au corps de feu	2018	LC	-
Calopteryx virgo virgo	Caloptéryx vierge	2018	LC	-

Marais de la Mercantile (Maisod)

Bas-marais et prairie

Coordonnées GPS : X : 907139
Y : 6599078
Altitude : 430 m
Surface : 0,76 ha
Commune : Maisod
Nb propriétaires : 1
Nb habitats : 2 (dont 2 IC)
Nb relevés botaniques : 5
Diversité floristique : 40

Le bas-marais à Orchidée des marais et Choin noirâtre (espèce de Carex en touradon en bas à droite)



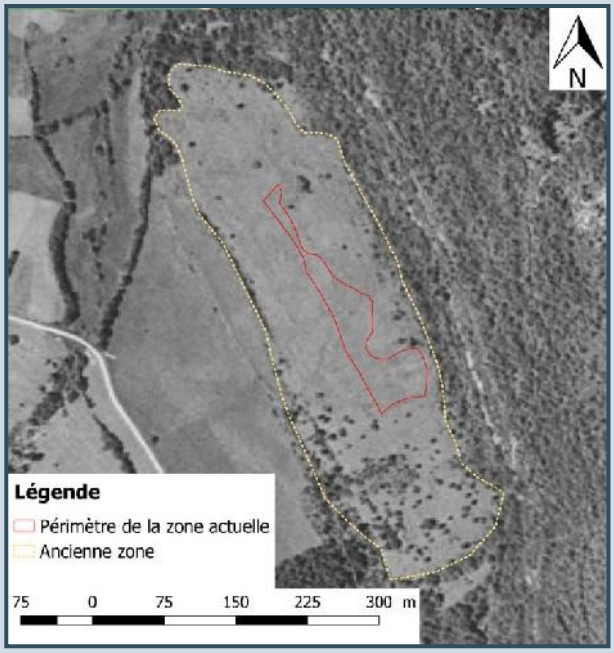
Localisation géographique de la zone

Espèces patrimoniales		Date	Statut	Protection
Flore				
Epipactis palustris	Épipactis des marais	2018	NT	-
Gymnadenia odoratissima	Orchis odorant	2018	NT	-
Oreoselinum nigrum	Persil des montagnes	2018	NT	-
Schoenus nigricans	Choin noirâtre	2018	NT	-
Serratula tinctoria	Sarrette	2018	NT	-
Gymnadenia odoratissima	Orchis odorant	2012	NT	Régionale
Pinguicula vulgaris	Grassette commune	2018	NT	-
Odonates				
Somatochlora flavomaculata	Cordulie à taches jaunes	2018	NT	-
Cordulegaster bidentata	Cordulégastre bidenté	2017	VU	-
Amphibiens				
Lissotriton helveticus	Triton palmé	2018	LC	Nationale
Salamandra salamandra	Salamandre tachetée	2018	LC	Nationale

Tableau récapitulatif des espèces patrimoniales (protégées et/ou menacées) présentent sur la zone

Cette zone se situe sur les rives du lac de Vouglans sur un versant en pente moyenne (entre 15 et 20 % de pente) orienté sud-ouest. Elle est composée de deux **habitats d'intérêt communautaire** répartis le long de la berge.

Aujourd'hui, la zone n'est pas exploitée. Le seul usage à signaler est l'existence d'une **zone de baignade** naturiste sur les berges du lac. L'étude diachronique montre que ce site est un reliquat d'une **zone beaucoup plus imposante** de 6,5 ha (contre 0,75 ha aujourd'hui : plus de **10x plus réduite** !). La fermeture progressive par la forêt couplée à une destruction partielle suite à la construction du barrage et à la montée des eaux a conduit à la situation actuelle. Les parcelles situées en dessous semble fauchées en 1950 ce qui était peut être le cas pour le site étudié. L'arrivée du lac a rendu l'accès à la zone difficile et l'abandon de l'usage agricole s'il y en avait.

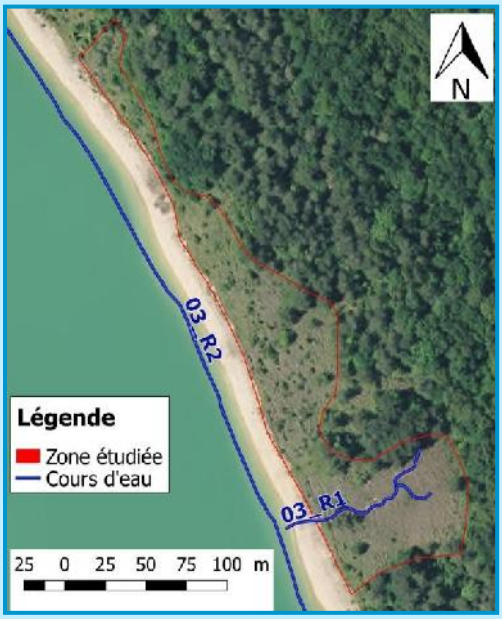


Comparaison de la surface de la zone entre 1950 et 2018

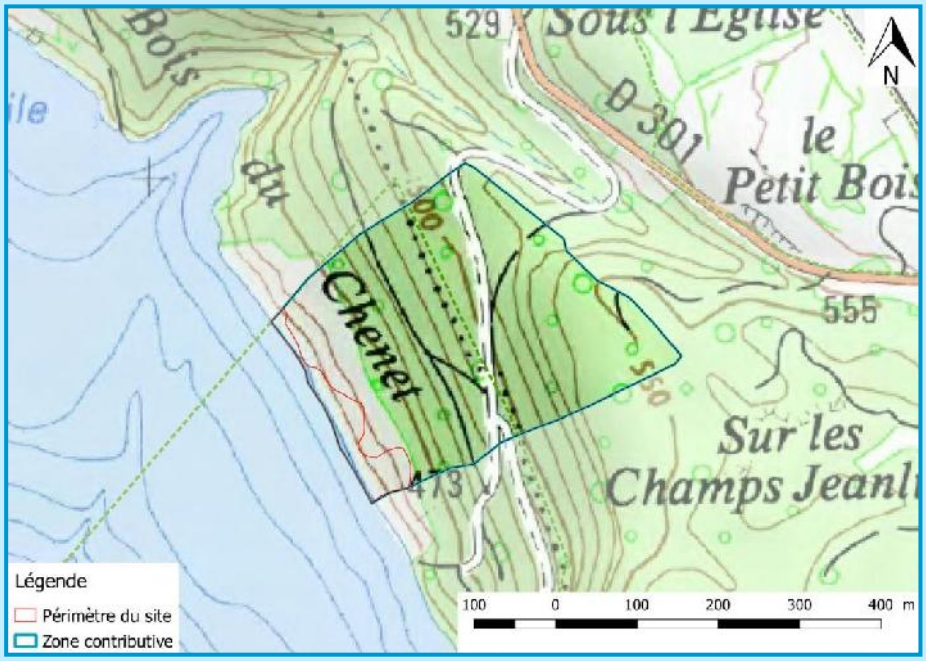
Un milieu humide de pente

Hydrographie :

Il s'agit d'une zone humide de pente moyenne dont le haut a une pente plus faible que le reste du versant d'où une accumulation d'eau à cet endroit, ensuite restituée à l'ensemble du site. La partie sud est un habitat de type bas marais, plus humide que le reste, du fait de la présence d'une **source tufeuse** conséquente en supplément des ruissellements surfaciques et sub surfaciques. Le ruisseau en découlant a un débit faible mais permanent et a un lit plutôt déstructuré qui s'étale sur l'ensemble du bas marais sous forme de **gouilles** et de petits **ruissellements diffus**. Le lac est plutôt déconnecté de la zone de part un décrochement de terrain important dû à l'érosion et séparant les deux entités.



Localisation des entités hydrologiques de la zone



Zone contributive du site étudié

La zone contributive comprend l'ensemble du versant surplombant la zone et a une surface de **11,3 ha**. Le bassin versant de l'Ain n'est pas pris en compte dans cette zone contributive car **les échanges sont quasiment à sens unique** (de la zone humide au lac). En effet, **le barrage contrôle les crues du lac** et ce dernier est séparé du site par de hautes berges abruptes qui contiennent le lac : le niveau d'eau ne les dépasse jamais.

Crédit photo : CCPM

Cordulégastre bidentée mâle

Odonates :

Tous les odonates observés se trouvaient sur la zone de bas marais. Seulement 63% de la richesse estimée à été contactée. Nos observations sous estiment trop le peuplement d'odonates pour conclure sur son intégrité. Toutefois, les espèces observées sont très intéressantes, notamment ***Somatochlora flavomaculata***, espèce considérée comme quasi menacée, et ***Cordulegaster bidentata***, rare dans la région, observée en 2017. La première est sensible à la fermeture des milieux, phénomène déjà bien amorcé sur la zone. La deuxième est inféodée à ce genre de petites sources tufeuses, milieux rares et ponctuels. La fermeture du milieu est une menace pour cette espèce également. Le changement de son habitat peut avoir des conséquences dangereusement négatives sur les populations et la qualité de l'eau est primordiale : une acidification peut entraîner sa disparition. La Cordulégastre bidentée favorise plutôt les forêts de feuillus ouverts pour sa phase terrestre.

Amphibiens :

Deux espèces ont été contactées sur la zone : ***Salamandra salamandra*** et ***Lissotriton helveticus***, les deux fréquentaient le ruisseau tufeux du bas marais. L'indice de diversité de Simpson est de 0,38 ce qui est plutôt faible mais le milieu n'est pas particulièrement favorable aux amphibiens. En effet, il n'y a **pas d'eau stagnante**, milieux nécessaires pour la reproduction d'une majorité d'amphibiens. Les gouilles ont un courant faible que supportent les Tritons palmés. La Salamandre tachetée, affectionne les **cours d'eau bien oxygénés** où sont présentes ses larves. Cette espèce à besoin d'un couvert forestier à proximité, bien qu'elle préfère les forêts feuillus ou mixtes, elle ne dédaigne pas les pinèdes calcaires comme celle présente au nord-ouest du bas-marais.

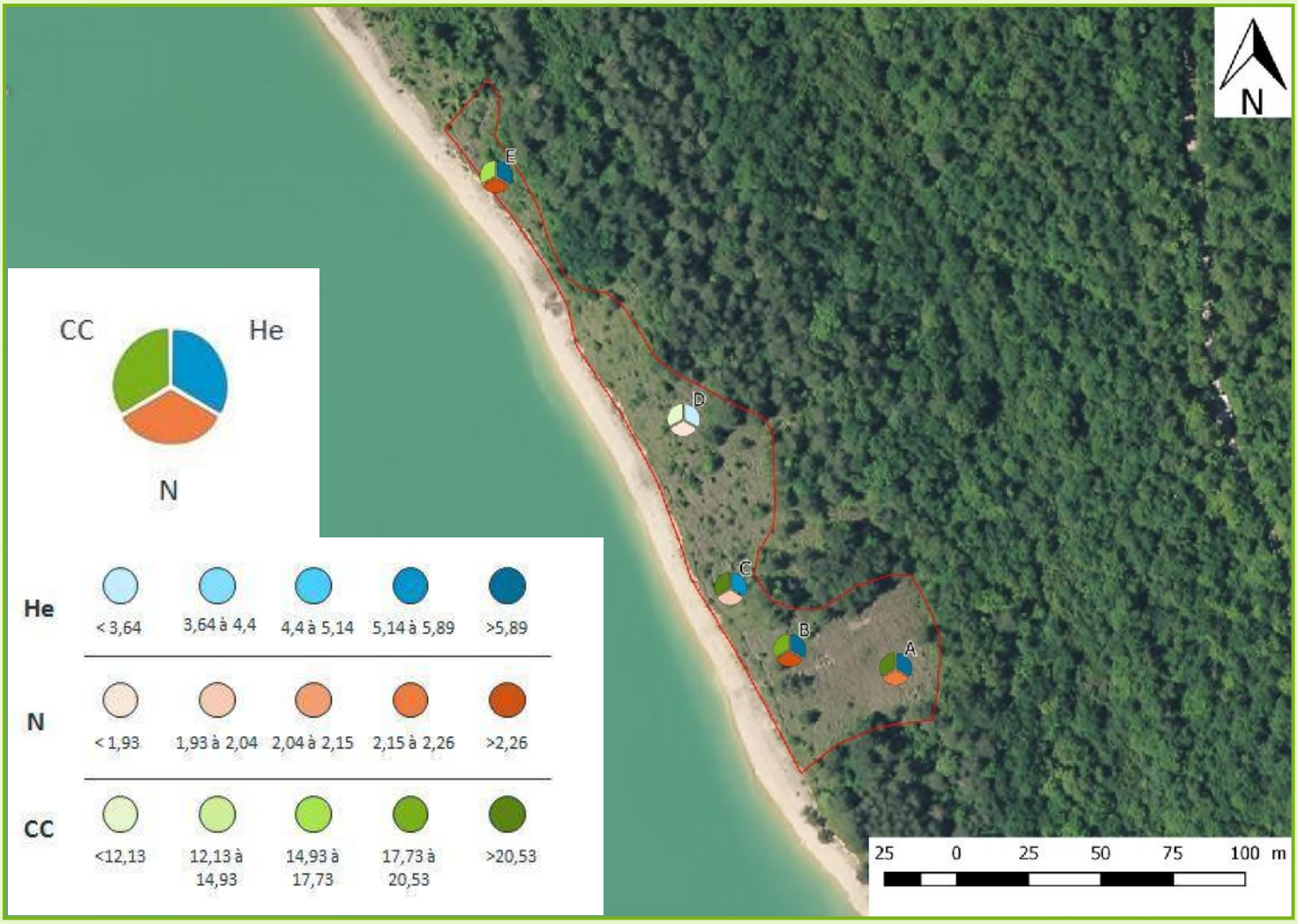
Des milieux rares et patrimoniaux

Les deux habitats de la zone sont d'**intérêt communautaire** et les relevés botaniques sur le bas marais confirment sa typologie. On observe une nette **dominance de *Schoenetum nigricans*** sur une bonne partie de la zone, très souvent accompagné de *Molinia caerulea.*

La zone de bas-marais est un habitat déterminant ZNIEFF et abrite de nombreuses espèces patrimoniales comme *Gymnadenia odoratissima*, *Pinguicula vulgaris* et *Schoenus nigricans*. Cette partie de la zone correspond très bien aux habitats inventoriés en 2012. Au contraire, Festuco arundinaceae – Molinietum caerulae a plus une typologie de cariçaie basse que de prairie humide. Il reste néanmoins des espèces typiques de cet habitat comme *Molinia caerula*, *Potentilla erecta*, *Galium boreale* ou *Genista tinctoria*, encore assez présentes et d'autres plus anecdotiques comme *Seratula tinctoria*. La prédominance de *Schoenus nigricans* pourrait être due à la proximité avec le bas marais d'où l'apparition de ce **faciès intermédiaire** ce qui explique la diversité spécifique plus faible que ce qui est habituellement attendu pour *Festuco arundinacea – Molinietum caeruleae*.

Typologie des placettes botaniques et comparaison avec les données habitats de 2012

La parcelle D sort néanmoins du lot avec une très faible diversité spécifique et un cortège d'espèces significativement différent : ce sont des plantes de **milieux plus fermés** comme *Frangula alnus* et **plus secs** comme *Teucrium chamaedrys*. L'embroussaillement environnant est plus important que sur le reste de la zone. C'est d'ailleurs la seule zone dépourvue de Choin noirâtre qui est l'espèce prédominante sur toutes les autres placettes. Or cette espèce est héliophile et la fermeture avancée de la zone explique facilement sa disparition.



Résultats des relevés botaniques : indices floristiques d'engorgement (He), de fertilité (N) et de qualité floristique (CC)

L'**indice de qualité floristique** est globalement très bon pour ce type de zone avec une médiane de **19,53**. Il n'y a qu'une seule placette avec un indice très faible, la placette D. L'absence du Choin noirâtre explique cette forte différence car il a un coefficient de conservatisme de 8 (sur 9), d'où les très bonnes valeurs des autres placettes où il domine. Des signes de fermeture sont également présents sur la placette E avec le **développement de ligneux** comme *Cornus sanguinea*, *Ligustrum vulgare* ou *Viburnum lantana* et de ronces avec *Rubus fruticosus*. Ces espèces ont toutes des coefficients de conservatisme faibles car il s'agit de plantes pionnières des milieux boisés.

Avec une **médiane de 6,14 en indice d'engorgement**, la zone a une humidité correcte pour ce type de milieu humide. Il y a néanmoins une très forte variabilité entre le bas-marais avec des indices autour de 6, reflet de la situation hydrologique, et la placette D avec un indice d'engorgement de 3,6. Cette variabilité trouve peut être son explication dans la nature du sol mais les données dont nous disposons ne permettent pas de conclure.

L'**indice floristique de fertilité médian est de 2,20** pour la zone, ce qui traduit un sol **pauvre en nutriment**. Il s'agit d'une situation typique de bas-marais où les sols sont gorgés d'eau et très peu oxygénés ce qui ralentit voire empêche la décomposition des éléments organiques en minéraux. La variabilité entre les parcelles est restreinte et peut être due aux aléas de l'échantillonnage.

Schoenus nigricans en touradon
Crédit photo : Paul Fabre

Une zone relique à très forts enjeux

L'étude diachronique permet de mettre en avant les **importantes dégradations** causées par la construction du barrage et la montée des eaux. Depuis, la forêt n'a cessé de gagner du terrain sur les habitats ouverts de bas-marais et de prairie humide. De nombreuses espèces inféodées à ce type de milieux sont également menacées, comme c'est le cas de la Cordulégastre bidentée ou de la Cordulie à tâches jaunes. L'embroussaillement en cours (notamment autour de la placette D) doit être impérativement être stoppé.

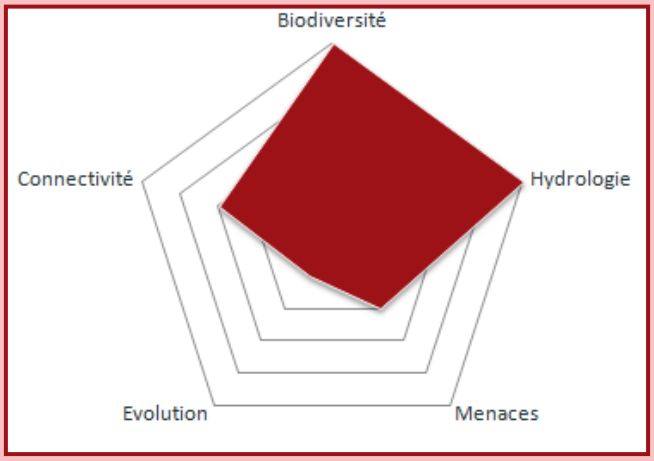
La présence d'un sentier et d'une plage juste en dessous de la zone est également une menace, notamment pour le bas-marais dont le cours d'eau tufeux est très **sensible au piétinement.**

Les forêts alentours sont déjà peuplées de **nombreux résineux** (principalement *Pinus sylvestris)* et l'intensification de l'enrésinement (provoquant une acidification de l'eau) est une menace pour *Somatochlora flavomaculata*, espèce très sensible aux changements de son milieu aquatique. D'autres espèces très liées à l'eau comme *Pinguicula vulgaris* pourrait également être influencées.

Fonctions		MH_03
Hydrologiques	Effet tampon	+
	Rechargement des nappes	+
	Stockage de l'eau	+
Biogéochimiques	Apports de matériaux	+
	Reprise de matériaux	+
	Epuration	+
Biologiques	Réservoir de biodiversité	=
	Productivité	=

Evaluation des fonctions de la zone et de leur intégrité

La fermeture du milieu est à l'origine du dysfonctionnement biologique. Les espèces propres aux milieux humides se retrouvent supplantées par des ligneux à stratégie plus pionnière. Mais, dans l'ensemble, les fonctions de cette zone sont bien remplies.



Evaluation des composantes de l'état de conservation

Crédit photo : Martine Marthouret Robert

Crédit photo : CCPM

Pinguicula vulgaris (en haut) et *Somatochlora flavomaculata* (en bas), deux espèces menacées vivant sur la zone

Menaces	Niveau
Fermeture du milieu	**Fort**
Fréquentation (piétinement)	Faible
Plantation de résineux	Moyen

Tableau récapitulatif des principales menaces et estimation de leur niveau par dires d'expert (évaluation du risque et de la sensibilité du milieu)

La **biodiversité** présente sur la zone et **l'hydrologie** sont les deux points forts du site. Au contraire, son évolution est particulièrement mauvaise : depuis les années 1950 sa surface n'a fait que régresser. La création du lac a totalement détruit une partie de la zone tandis que la colonisation par les ligneux grignotait petit à petit le site. Aujourd'hui, le niveau du lac est stabilisé mais son caractère artificiel et son marnage très important et irrégulier empêche la bonne connexion avec le site étudié. La gestion actuelle inexistante lui est défavorable.

L'état de conservation du site est mitigé, il est exceptionnel que cette zone ait gardé une telle richesse biologique malgré les dégradations importantes qu'elle a subit. Il s'agit là d'un signe encourageant concernant les capacités de **résilience** de la zone en cas de prise en main de la gestion.

Une réouverture indispensable

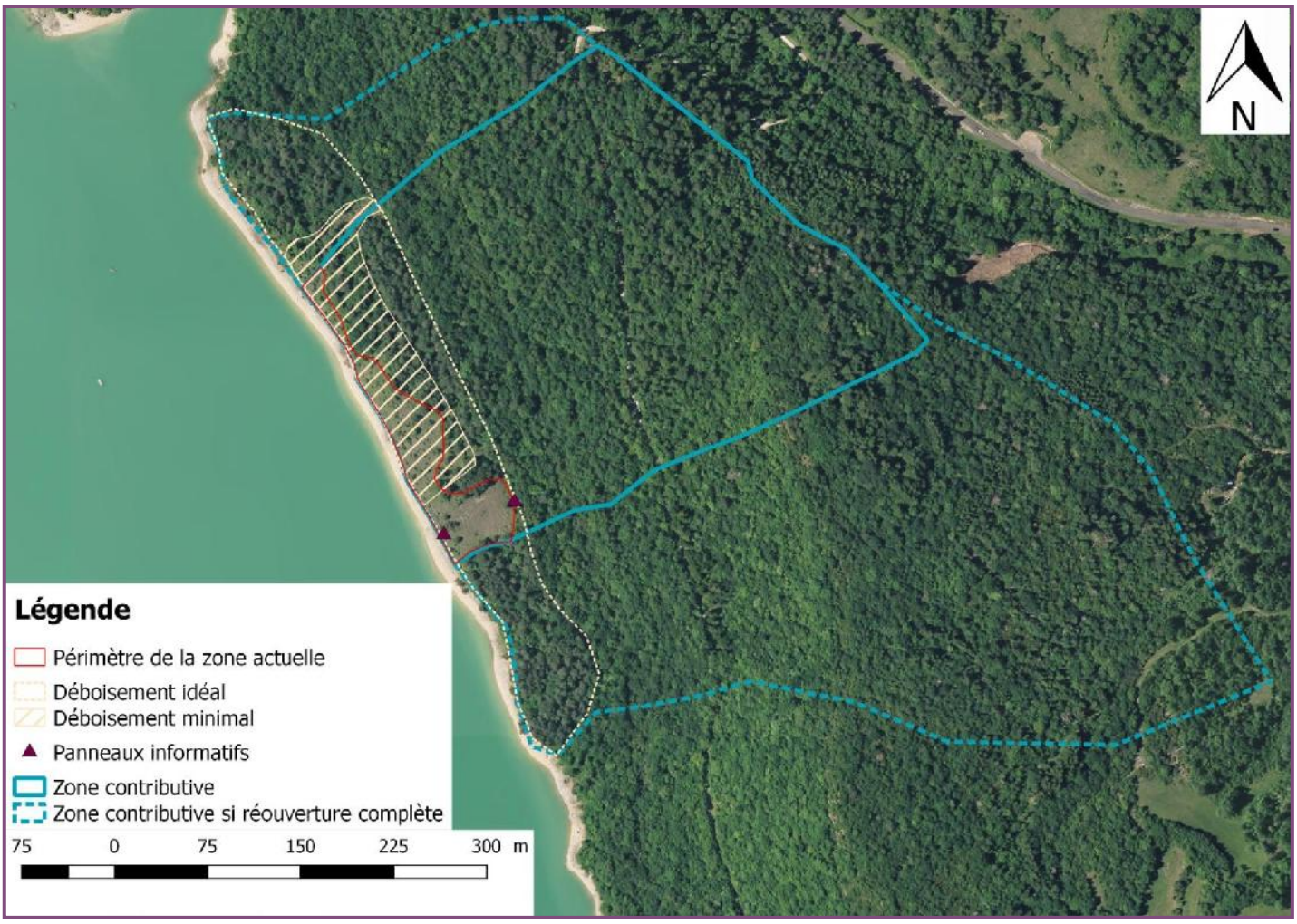
- La **réouverture de la moitié nord** de la zone est une **priorité**. Une première intervention de bucheronnage permettrait de prélever l'ensemble des ligneux présents aux alentours directs du site, voire même **d'agrandir la zone** en se basant sur la surface occupée en 1950. Des travaux de réouverture au sud ouest de la zone pourraient également être envisagés. En effet, l'ancienne zone humide semblait s'y étendre mais une étude plus poussée de l'hydrographie sera nécessaire pour évaluer les possibilités d'un retour à une zone humide. La difficulté d'accès et la fragilité de la zone interdisent l'utilisation de machines et des **chevaux** pourraient les remplacer pour le débardage.

- L'entretien de la moitié nord pour **prévenir la fermeture naturelle** du milieu pourra être réalisé par **pâturage** ou par **fauchage manuel.**
  Le choix de la gestion de ce secteur dépendra notamment de la taille finale de ce secteur après la première réouverture. En effet, le pâturage d'animaux n'est pas envisageable sur de trop petites zones : les contraintes sont trop importantes en milieux humides où le chargement est limité tout comme la durée de présence des animaux. On retiendra cette solution si la zone a une surface finale de plus de 2,3 ha (cas de réouverture optimale). Dans cette configuration, il sera possible de faire pâturer un troupeau **de 2 vaches Highlands pendant 2 mois** à partir de mai du moment que le sol n'est pas noyé, soit un chargement de 0,5 UGB/ha/an.
  Dans le cas de la fauche manuelle, cette dernière devra être réalisée vers **septembre tous les 2 ou 3 ans**. La nature du sol (humide et fragile) et sa topographie ne permettent pas l'utilisation de machines mais la taille réduite du site permet d'envisager cette solution.
  Enfin, une solution intermédiaire pourrait être envisagée : un cycle de 3 ans avec une fauche la première année, du pâturage la deuxième et une année de repos.

- Le bas-marais devra être géré de façon moins invasive avec seulement un **débroussaillage** du périmètre de la zone pour limiter l'avancée des ligneux. Le bas-marais, et surtout les écoulements tufeux, sont très fragiles et interdisent ici aussi l'utilisation de machines. Une intervention tous les **3 ou 4 ans** empêcherait la dynamique de fermeture de la zone.

- Pour éviter tout dérangement de la faune (par destruction des habitats et/ou des individus), la mise en place de **panneaux d'informations** sur les sentiers encadrant le marais permettrait de sensibiliser les randonneurs et baigneurs à la fragilité du milieu. La délimitation du marais pourrait également empêcher le passage de certaines personnes qui s'égarent dedans et l'auraient volontiers évité si elles l'avaient su.

- Enfin, la **surveillance de la sylviculture** de l'ensemble de la zone contributive (adaptée à la zone selon les travaux effectués) concernant la plantation de résineux est importante pour éviter une acidification de l'eau.



Cartographie des préconisations de gestion

Liste des espèces contactées sur la zone "Marais de Mercantile"

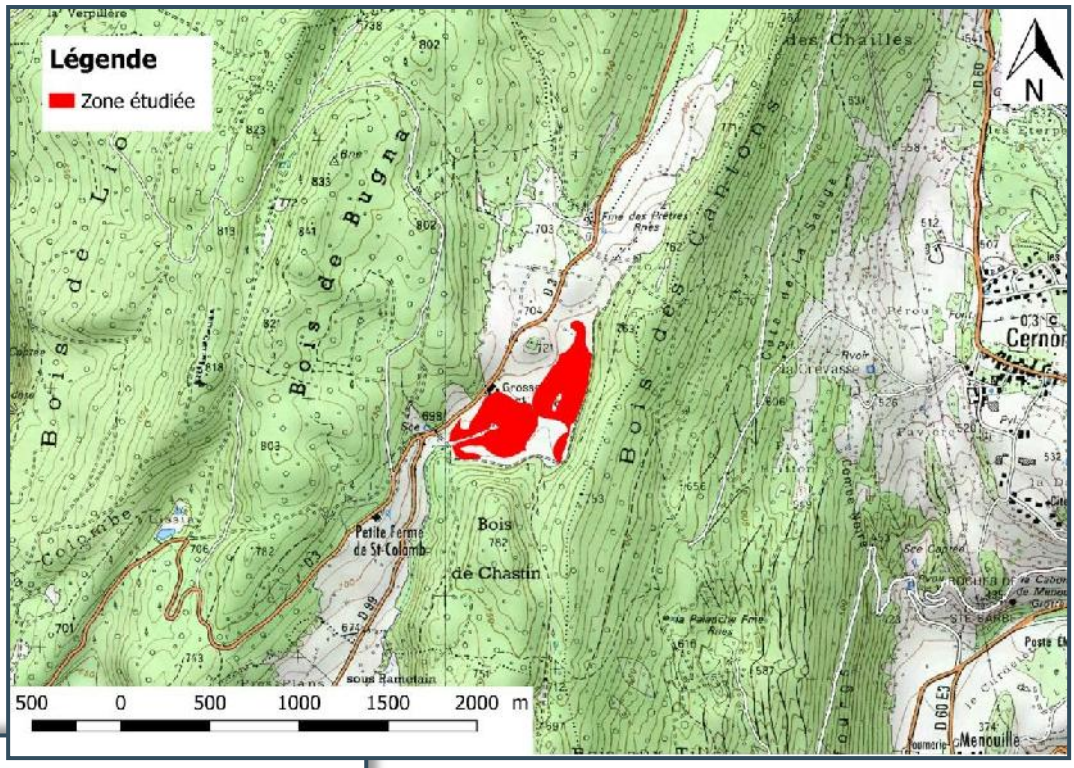
Espèces		Date	Statut	Protection
Flore				
Anthericum ramosum	Phalangère rameuse	2018	LC	-
Brachypodium pinnatum	Brachypode penné	2018	LC	-
Bromopsis erecta	Brome érigé	2018	LC	-
Calamagrostis epigejos	Calamagrostide commune	2018	LC	-
Carduus defloratus subsp. deflo	Chardon décapité	2018	LC	-
Carex flacca	Laîche glauque	2018	LC	-
Cirsium arvense	Chardon des champs	2018	LC	-
Cornus sanguinea	Cornouiller sanguin	2018	LC	-
Corylus avellana	Noisetier	2018	LC	-
Corylus colurna	Coudrier de Byzance	2018		-
Epipactis palustris	**Épipactis des marais**	**2018**	**NT**	-
Eupatorium cannabinum	Eupatoire à feuilles de chanvre	2018	LC	-
Euphorbia helioscopia	Euphorbe réveil matin	2018	LC	-
Frangula alnus	Bourdaine	2018	LC	-
Galium boreale	Gaillet boréal	2018	LC	-
Genista tinctoria	Genêt des teinturiers	2018	LC	-
Gymnadenia conopsea	Orchis moucheron	2018	LC	-
Gymnadenia odoratissima	**Orchis odorant**	**2018**	**NT**	**Régionale**
Inula salicina	Inule à feuilles de saule	2018	LC	-
Ligustrum vulgare	Troëne	2018	LC	-
Molinia caerulea	Molinie bleue	2018	LC	-
Neottia ovata	Grande Listère	2018	LC	-
Oreoselinum nigrum	**Persil des montagnes**	**2018**	**NT**	-
Parnassia palustris	Parnassie des marais	2018	LC	-
Pinus sylvestris	Pin sylvestre	2018	LC	-
Potentilla erecta	Potentille tormentille	2018	LC	-
Rosa canina	Rosier des chiens	2018	LC	-
Rubus fruticosus	Ronce commune	2018		-
Sambucus nigra	Sureau noir	2018	LC	-
Schoenus nigricans	**Choin noirâtre**	**2018**	**NT**	-
Serratula tinctoria	**Sarrette**	**2018**	**NT**	-
Silaum silaus	Fenouil des chevaux	2018	LC	-
Sorbus aria	Alisier blanc	2018	LC	-
Succisa pratensis	Succise des prés	2018	LC	-
Teucrium chamaedrys	Germandrée petit-chêne	2018	LC	-
Viburnum lantana	Viorne mancienne	2018	LC	-
Viburnum opulus	Viorne obier	2018	LC	-
Viola odorata	Violette odorante	2018	LC	-
Gymnadenia odoratissima	**Orchis odorant**	**2012**	**NT**	-
Pinguicula vulgaris	**Grassette commune**	**2018**	**NT**	-

Espèces		Date	Statut	Protection
Amphibiens				
Lissotriton helveticus	**Triton palmé**	**2018**	**LC**	**Nationale**
Salamandra salamandra	**Salamandre tachetée**	**2018**	**LC**	**Nationale**
Odonates				
Somatochlora flavomaculata	**Cordulie à taches jaunes**	**2018**	**NT**	-
Cordulegaster boltonii boltonii	Cordulégastre annelé	2018	LC	-
Calopteryx virgo virgo	Caloptéryx vierge	2018	LC	-
Orthetrum brunneum	Orthétrum brun	2018	LC	-
Cordulegaster bidentata	**Cordulégastre bidenté**	**2017**	**VU**	-

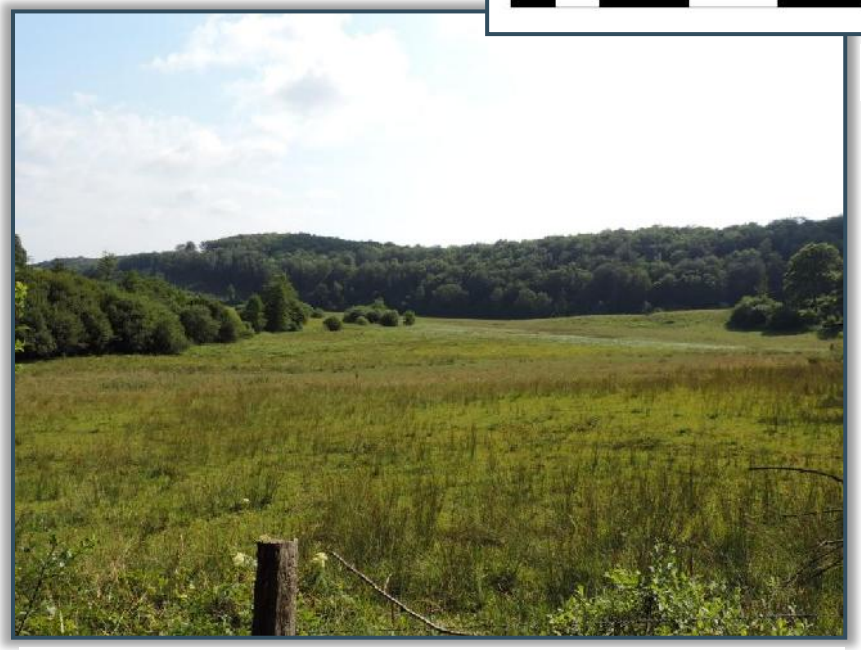
Grosse ferme de St Colomb (Arinthod)

Une mosaïque de milieux

Coordonnées GPS : X : 901758
Y : 6592414
Altitude : 690 m
Surface : 10,18 ha
Commune : Arinthod
Nb propriétaires : 1
Nb habitats : 7 (dont 4 IC)
Nb relevés botaniques : 20
Diversité floristique : 103



Localisation du site



Vue générale de la zone, on peut apercevoir les Linaigrettes (*Eriophorum angustifolium*) en fleur en arrière plan

Espèces patrimoniales		Date	Statut	Protection
Flore				
Dactylorhiza incarnata	Orchis incarnat	2018	NT	-
Epipactis palustris	Épipactis des marais	2018	NT	-
Pinguicula vulgaris	Grassette commune	2010	NT	Régionale
Schoenus ferrugineus	Choin ferrugineux	2010	NT	-
Amphibiens				
Ichthyosaura alpestris	Triton alpestre	2018	LC	Nationale
Lissotriton helveticus	Triton palmé	2018	LC	Nationale
Salamandra salamandra	Salamandre tachetée	2018	LC	Nationale
Bombina variegata	Sonneur à ventre jaune	2010	VU	Nationale
Odonates				
Coenagrion mercuriale	Agrion de Mercure	2015	NT	Nationale
Taxons hors protocoles				
Lycaena dispar	Cuivré des marais	2015	NT	Nationale

Tableau récapitulatif des espèces patrimoniales (menacées et/ou protégées) présentes sur la zone

Ce site de 10,18 ha est le plus grand parmi les 14 étudiés. Il s'articule en une **mosaïque d'habitats** humides allant des **prairies hygrophiles** aux **mégaphorbiaies** en passant par diverses **cariçaies**. L'ensemble s'organise autour d'un ruisseau central rectifié s'asséchant l'été relié à quelques drains peu profonds. Localisé en tête de bassin versant, cette zone humide a un **rôle primordial dans la dynamique et la qualité du ruisseau**, qui s'écoule ensuite jusque dans l'Ain en passant par Vescles.

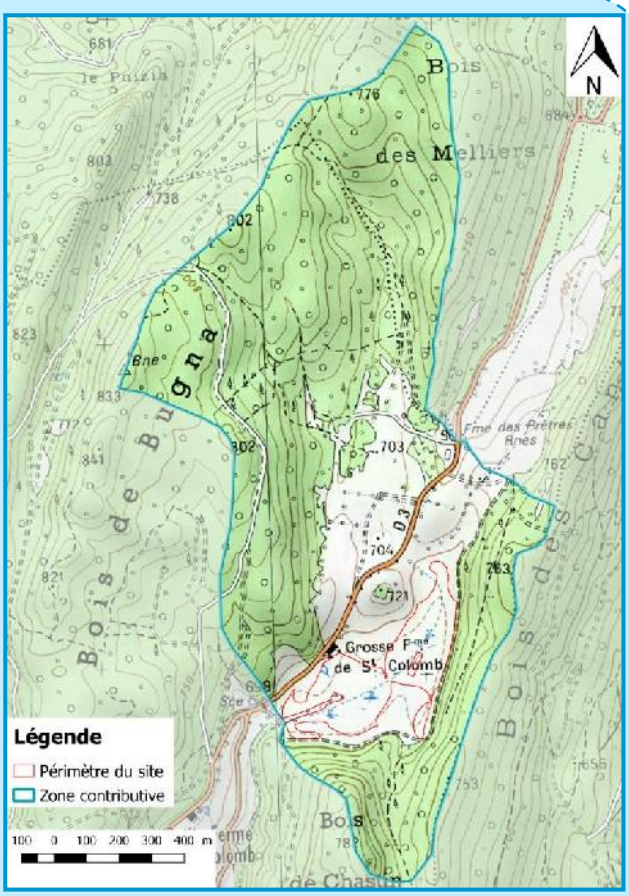
Le site est aujourd'hui largement **pâturé et fauché**. Cette utilisation se fait depuis plusieurs décennies (au moins depuis 1938) où elle était peut être même plus intense (le bosquet en aval du cours d'eau était bien plus réduit qu'aujourd'hui). La carte de l'Etat-major de 1866 montre que le drainage de la zone est antérieur à cette époque avec pas moins de 13 drains recensés. Ils sont aujourd'hui rebouchés pour la plupart et seuls quelques uns subsistent encore. Un étang de 9 ha recouvrait auparavant cette zone humide comme le suggère la carte de Cassini de 1740.

L'activité agricole actuelle est la même depuis 15 ans : un troupeau de 20 à 25 vaches y pâture environ 5 mois dans l'année ce qui représente un chargement de **0,48 UGB/ha/an**. Une fauche des refus a lieu fin août et une **faible fertilisation chimique** est faite sur la zone de temps en temps (tous les 2 ou 3 ans, 1500 kg).

En tête de bassin versant

Hydrographie :

Le site étant situé dans une vallée, en **tête de bassin versant**, sa zone contributive est conséquente : plus de **171 ha**. Le ruisseau traversant la zone y trouve sa source et les nombreuses eaux de ruissellement viennent transiter et alimenter le site étudié. Ce dernier ayant une pente négligeable, une grande partie de l'eau y est stockée avant d'être évacuée par le ruisseau.



Zone contributive

Le ruisseau, bien que **temporaire**, a un débit plutôt important pendant une majorité de l'année (de septembre à juin). D'abord ouvert, il finit par s'engouffrer sous un bosquet d'arbustes assez dense. Il est parfois assez enfoncé dans son lit et les berges fragiles sont complètement retournées par le bétail à certains endroits où les bêtes viennent chercher eau, ombre et fraîcheur. Quelques drains subsistent encore mais sont peu profonds, à part R2 qui abrite d'ailleurs une belle station de touradons. Un autre élément aquatique important à signaler est la **mare M3** qui présente une variété de profondeurs intéressante allant de quelques centimètres à plus de 80.

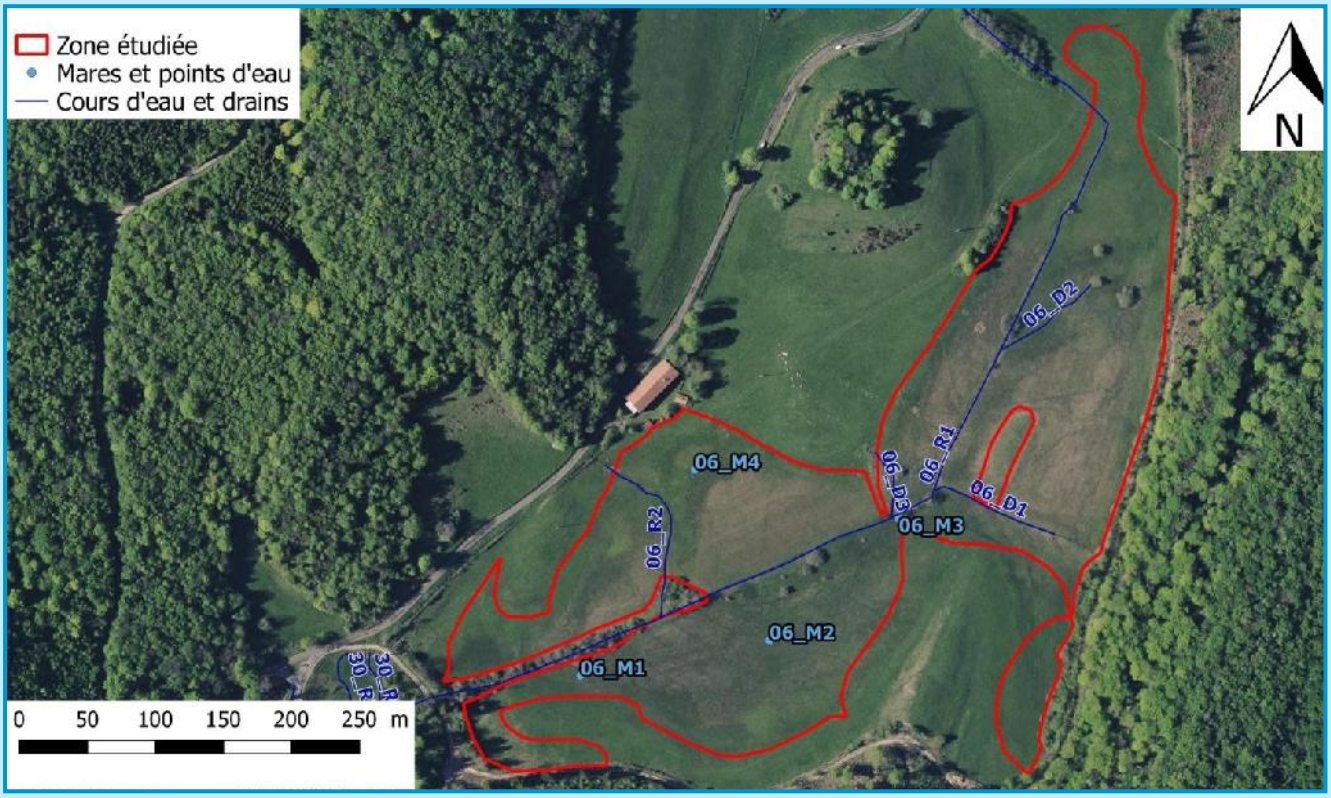
Odonates :

Seules deux espèces ont été contactées : ***Coenagrion puella*** et ***Pyrrhosoma nymphula***, présents sur la mare M3. Ces petits zygoptères très communs appréciant les eaux stagnantes et faiblement courantes. L'**agrion jouvencelle** est sensible à la pollution des eaux ce qui permet d'affirmer la **bonne qualité** générale de la mare (et donc du ruisseau). 79 % de la richesse estimée a été contacté : l'échantillonnage est valable (car > 75%). Mais seulement **11%** des espèces attendues ont été observées… Cette valeur très faible peut s'expliquer par la localisation en tête de bassin versant qui soumet le site à des **périodes d'assèchements** importantes (entre 2 et 3 mois dans l'année). L'assèchement de la mare centrale M3 n'est pas certain mais le niveau de l'eau est drastiquement faible et cette eau n'est pas renouvelée en dehors des épisodes de pluie. En supposant que cette mare s'assèche on obtiendrait un pourcentage d'intégrité de 0% car aucune des espèces attendues dans les milieux temporaires n'a été contactée. L'autochtonie douteuse de l'ensemble des individus observés vient appuyer cette possibilité : **ils ne seraient que de passage sur cette zone**.
L'**Agrion de Mercure** a été contacté sur la zone (drain D1) en 2015 mais n'a pas été revu depuis. Sa reproduction sur le site n'est pas certaine et il conviendrait de prospecter à nouveau ce secteur pour compléter ces informations.

Coenagrion puella de passage sur la zone
Crédit photo : CCPM

Amphibiens :

La zone présente une bonne **variabilité d'habitats** pour les amphibiens : un cours d'eau vif ombragé pour les larves de la **Salamandre tachetée**, une mare de bonne profondeur pour les différentes espèces de Tritons (une cinquantaine de **Tritons alpestres** et quelques **Tritons palmés** on été contactés), etc.. Malgré la présence de gouilles dans certaines cariçaies et des observations antérieures aux alentours (2010 au sud de la zone), le Sonneur à ventre jaune n'a pas été contacté sur la zone. La configuration des gouilles, ombragées par la végétation, ne convient peut être pas. Le Triton crêté était également attendu étant donné la structure de la mare et la présence de bosquets non loin (pour sa phase terrestre) mais il n'a pas été contacté. L'absence de cette espèce aux alentours (le plus proche étant à 4,5 km dans une autre vallée) peut facilement l'expliquer. La diversité spécifique en amphibiens de la zone n'est pas particulièrement remarquable mais la présence de ***Salamandra salamandra***, espèce sténoèce, permet d'améliorer l'intégrité du peuplement d'amphibien.

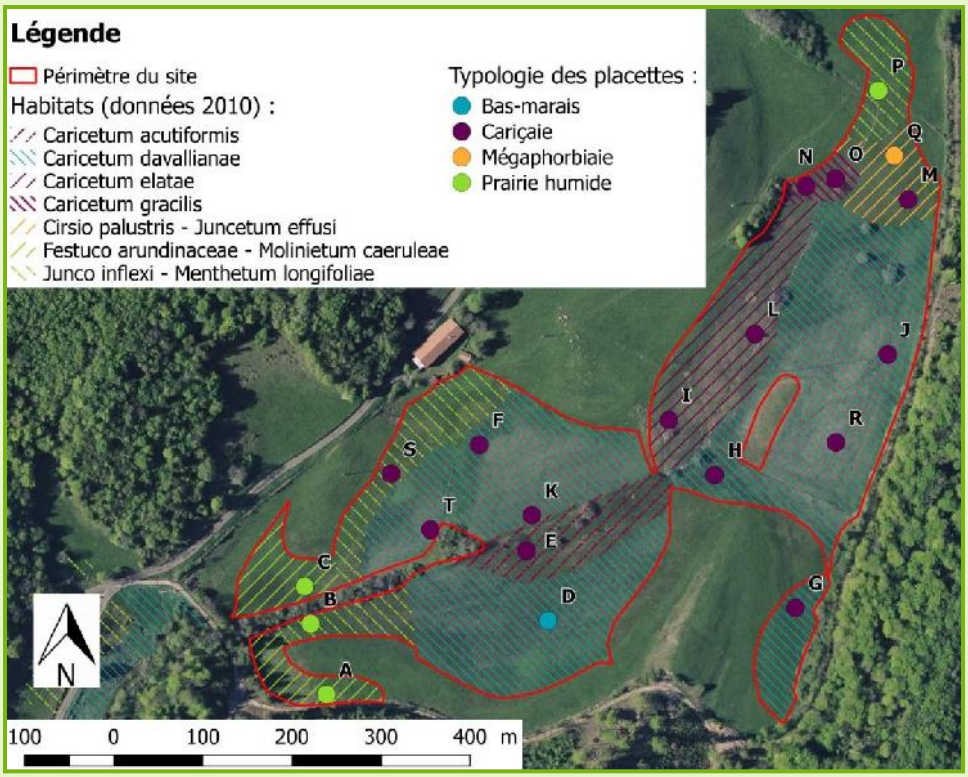


Localisation des entités hydrographiques de la zone

Une zone très diversifiée

Les données cartographiques d'habitats utilisées comme base datent de 2010, 7 habitats différents ont été recensés. Les différentes placettes inventoriées ne permettent pas de réaliser une nouvelle cartographie des habitats mais apportent des informations sur l'évolution de la zone. Les deux extrémités du croissant gardent une typologie de **prairie humide** tandis que le reste du site a plutôt une typologie de **cariçaie**. Il y a des variations importantes au sein de ces dernières, que ce soit dû aux espèces (*Carex acutiformis*, *Carex davalliana*, *Carex elata*…) ou à l'hydrologie (ruissellements qui aboutissent à la formation de bas marais, de touradons…).

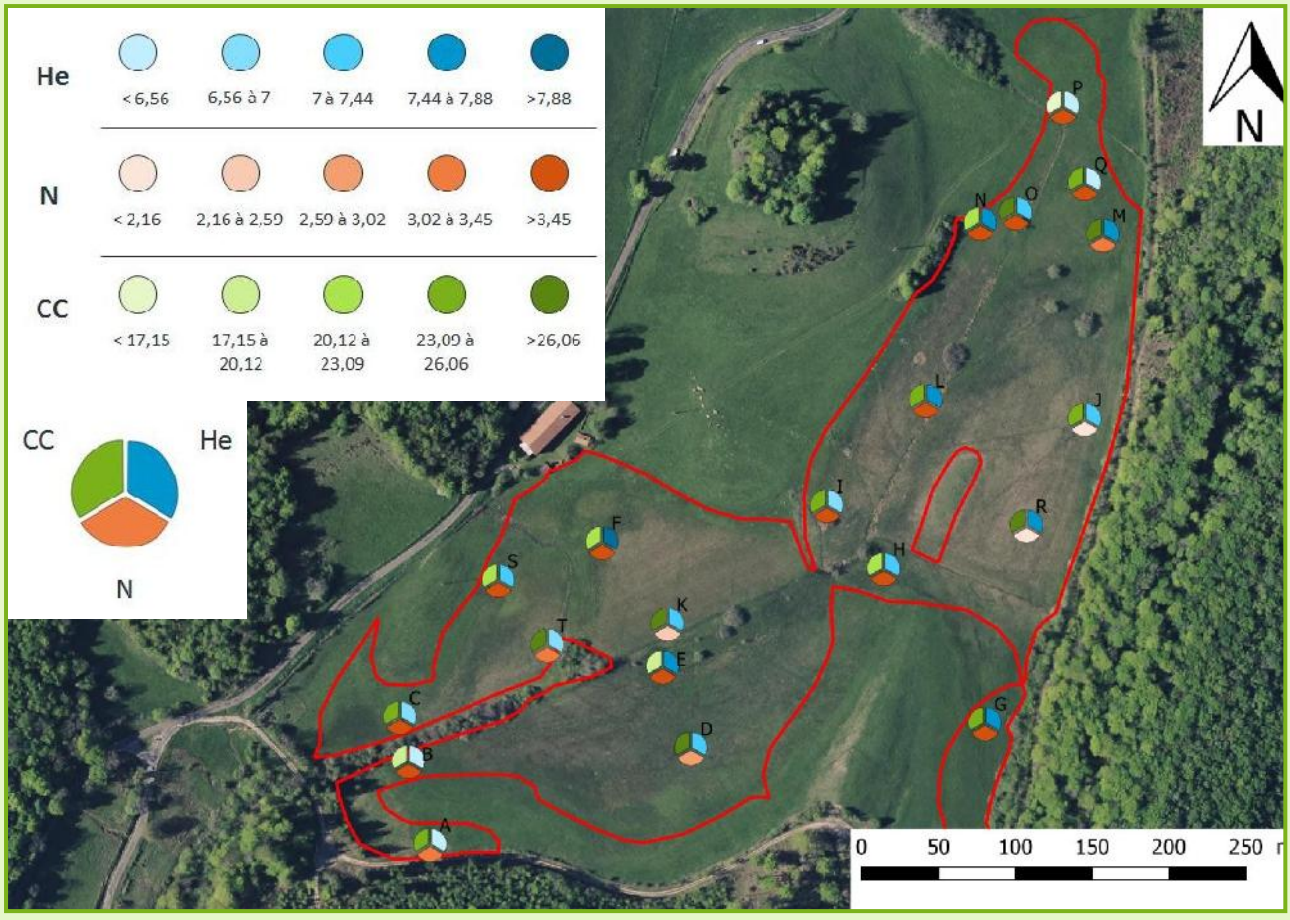
L'**indice de qualité floristique** est globalement bon pour cette zone avec une médiane de **24,9**. Les 3 placettes à l'IQF le plus faible se situent le long du cours d'eau avec une nette différence au nord de la zone (IQF de 14,18). Il semblerait que le cours d'eau soit très fréquenté par les bovins pour l'eau et l'ombre, tout comme la partie nord, moins humide et avec plus d'espèces appétantes. Ces faibles valeurs pourraient s'expliquer par une **perturbation plus importante** du milieu, soit par consommation des végétaux (nord de la zone), soit par piétinement (bords du cours d'eau), ce qui impliquerait l'apparition de **plantes rudérales** adaptées aux perturbations physiques extérieures et possédant un coefficient de conservatisme faible.



Cartographie des habitats de 2010 et typologie actuelle des placettes réalisées

L'**indice floristique de fertilité** du sol calculé pour le site est de **3,62**, ce qui est une valeur plutôt importante pour ce type de zone humide. Les utilisations agricoles ne semblent pas assez conséquentes pour avoir un effet sur la fertilité du sol. Les informations récoltées ne sont pas suffisantes pour expliquer ce résultat.

L'**indice floristique d'engorgement** est de **7,3** pour cette zone, ce qui correspond à une humidité plus que correcte pour ce type de zone humide. On a une variabilité conséquente au sein de la zone avec les extrémités globalement moins humides que le centre du site. Au nord, cela s'explique par la quantité d'eau de ruissellement limitée qui augmente fortement par la suite étant donné cette topographie de dépression. Au sud, cela s'explique par le lit du ruisseau qui, étant plutôt profond et bordé de berges abruptes, n'a que peu d'échanges avec les milieux alentours et draine une bonne partie de l'eau. Ce phénomène se trouve inversé dans la partie centrale du ruisseau où sa faible profondeur augmente les périodes de débordements et autres échanges hydriques. La partie centrale est également celle où la pente est la plus faible ce qui favorise le stockage de l'eau. Quelques placettes sortent du lot comme G qui, bien qu'en périphérie et plus haute que le reste de la zone, bénéficie de ruissellements provenant à la fois du sud, de l'est et de l'ouest d'où un indice d'engorgement important. De même, F se trouve dans une zone de touradons connectée à une source d'où un approvisionnement en eau conséquent.



Résultats des relevés botaniques : indices floristiques d'engorgement (He), de fertilité (N) et de qualité floristique (CC)

Différentes espèces typiques des milieux humides ont été observées sur cette zone : de nombreuses laîches (15 espèces) dont ***Carex davalliana*** et ***Eriophorum angustifolium***, des orchidées comme ***Dactylorhiza incarnata*** et ***Epipactis palustris***, des plantes de mégaphorbiaies comme ***Valeriana dioica*** et ***Filipendula ulmaria***, etc. parfois organisées en formations végétales typiques et variées (touradons, cariçaies très denses, roselières…). La diversité spécifique de la zone est de **103 espèces** avec des parcelles plus ou moins diversifiées allant de 37 (prairie humide) à 12 (cariçaie haute et dense) espèces observées avec une moyenne de 21 par placette.

Eriophorum angustifolium en fleur sur plusieurs hectares

Une gestion par le pâturage

Menaces	Niveau
Surpiétinement	Fort
Reconstitution de l'étang	Fort
Changement de pratiques agricoles	Moyen

Tableau récapitulatif des principales menaces et évaluation de leur niveau par dires d'expert (évaluation du risque et de la sensibilité du milieu)

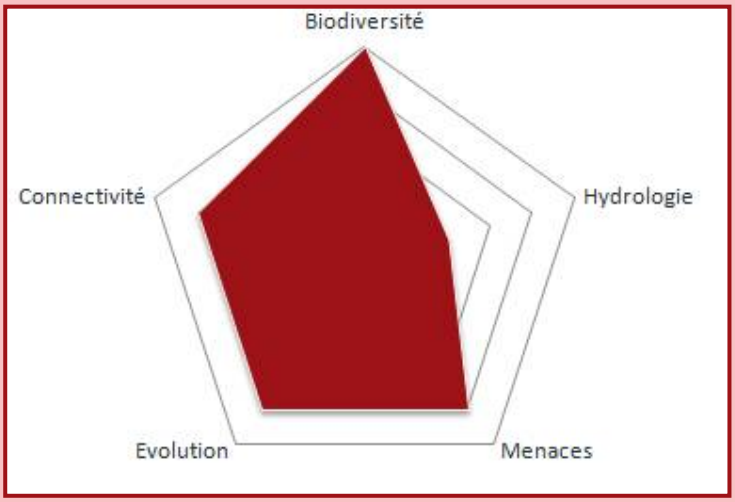
Fonctions		MH_06
Hydrologiques	Effet tampon	=
	Rechargement des nappes	=
	Stockage de l'eau	=
Biogéochimiques	Apports de matériaux	+
	Reprise de matériaux	-
	Epuration	+
Biologiques	Réservoir de biodiversité	+
	Productivité	+

Evaluation de l'intégrité des fonctions de la zone

Une menace potentielle serait la volonté d'un des propriétaires de la zone de **reconstituer l'ancien étang** présent au XIIIe siècle qui entrainerait la disparition d'une grande majorité de la zone. Le pâturage a également un impact négatif avec le **surpiétinement des berges** en aval du ruisseau qui sont fortement endommagées.

Les fonctions biologiques de ce milieu sont bien actives avec un **bon réservoir de biodiversité** (notamment pour les végétaux) et une **bonne productivité** (pâturage 5 mois et fauche des refus de 60 à 70 balles de fourrage et de litière).
Les fonctions biogéochimiques sont bien remplies, exceptée la reprise des matériaux qui est trop importante, notamment avec la **forte érosion** et l'**effondrement des berges** sous le surpiétinement du troupeau. L'eau sortant de la zone humide est donc très chargée en sédiments et la qualité de l'eau en est amoindrie.
Les fonctions hydrologiques sont plus ou moins altérées du fait de la **rectitude du cours d'eau** qui évacue rapidement l'eau et à la **profondeur de son lit** par endroits qui interdit tout échanges.

L'état de conservation de cette zone est **globalement satisfaisant**. La continuité des activités agricoles (pâturage extensif et fauche) depuis des décennies a permis à la flore de se développer en réponse à cette activité. Couplée à l'hydrographie, on obtient des typologies d'**habitats très diversifiés** comme des zones de touradons très imposants (placette F), des zones de bas marais (placette E), des cariçaies denses (placette E), des mégaphorbiaies (placette Q), des prairies humides (placette T)… La diversité végétale et des habitats est remarquable. Du point de vue faunistique, la zone est un peu moins intéressante mais cela s'explique par le **régime temporaire du ruisseau** principal qui ne permet pas à des populations d'odonates de s'installer. Pour les



Evaluation des composantes de l'état de conservation

amphibiens, la diversité des régimes hydriques est intéressante.
Le **point faible** de la zone réside dans **l'hydrologie** avec un **ruisseau rectiligne** avec parfois un **lit très profond** qui ne favorise pas les échanges avec le milieu humide. La connectivité de la zone avec un autre milieu humide (qui est la source du ruisseau) est assurée malgré la route. Mais les buses qui permettent le passage de l'eau en amont et en aval ne sont pas dimensionnées par rapport au cours d'eau et cassent sa continuité. Depuis 1740, l'état de la zone est allé en s'améliorant : d'abord la disparition de l'étang, puis le comblement progressif des drains et enfin un maintien du milieu par un pâturage extensif adapté. Aujourd'hui, un retour à l'état d'étang menace cette évolution positive.
Les pratiques agricoles actuelles sont très bien adaptées au caractère humide de la zone et le pâturage permet de maintenir ce milieu ouvert. En effet, aucune placette échantillonnée n'est menacée par la fermeture et les bosquets n'ont pas progressés depuis 2006. Le seul bémol est **l'accès du troupeau au ruisseau** qui est trop invasif.

Vers une protection/amélioration du réseau hydrographique

- La **mise en défens** du ruisseau et de la mare centrale pourra être effectuée. L'idéal serait que l'ensemble du linéaire soit protégé mais la partie sud du cours d'eau et la mare centrale sont les secteurs les plus fragiles. Ils sont à prioriser afin de limiter l'accès du troupeau aux berges les plus abruptes et fragiles, sujettes à l'érosion. Cette mesure serait également favorable à un développement de la ripisylve qui constitue un corridor écologique important tout en fournissant de l'ombre aux animaux. Cette mesure serait également favorable au Cuivré des marais, espèce patrimoniale observée en 2015, qui affectionne la végétation haute en bord de ruisseaux.

- Un (ou plusieurs) **abreuvoir(s) aménagé(s)** pourront permettre de protéger le cours d'eau tout en abreuvant le troupeau. D'autres systèmes comme des abreuvoirs à museau pourront être installés en complément pour augmenter le nombre de points d'eau et limiter le piétinement.

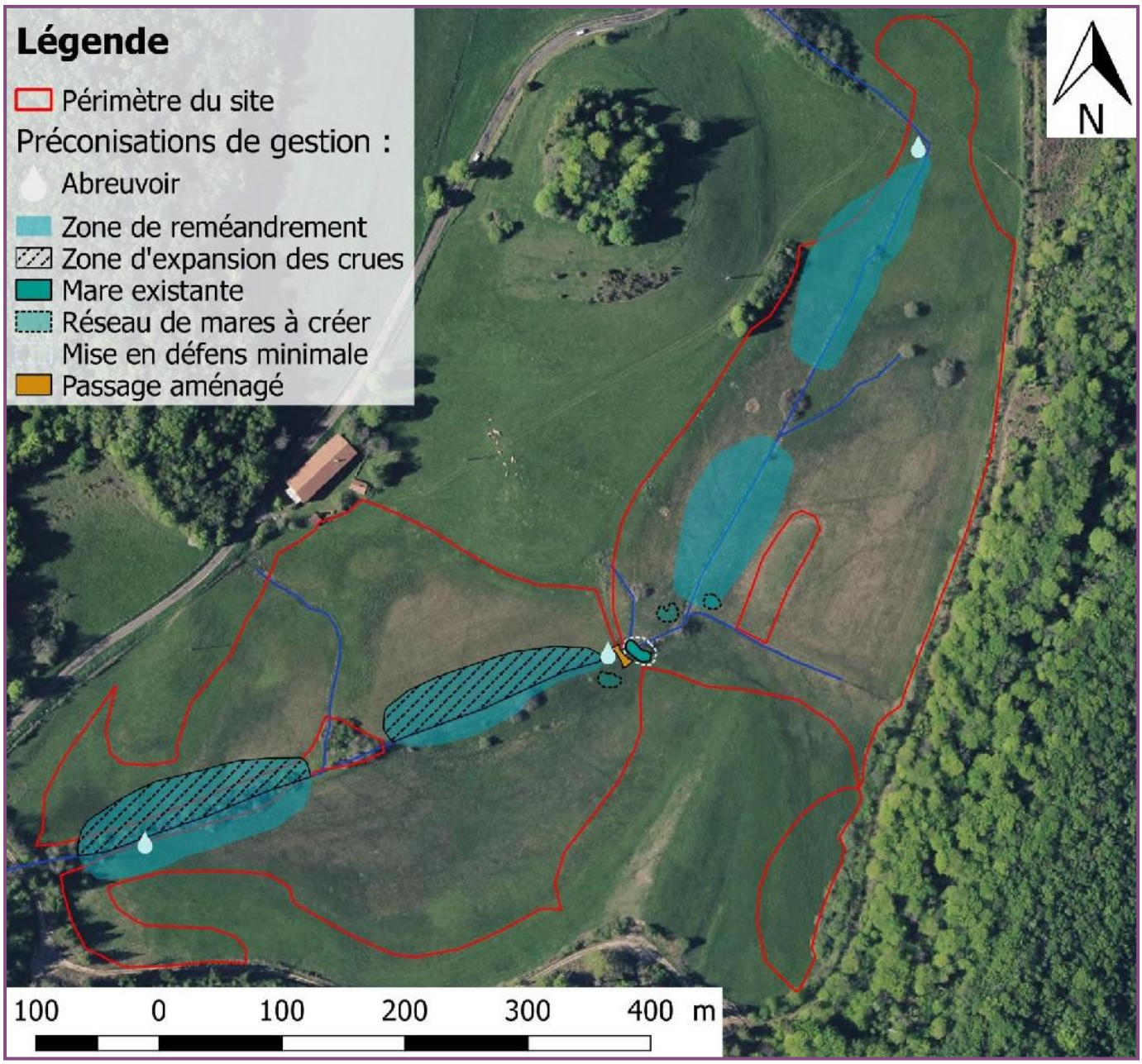
- Un passage est fréquemment utilisé par les bêtes et les machines pour franchir le ruisseau. La mise en place d'une passerelle permettrait de régler ce problème. Ou, au moins, l'aménagement d'un **passage hors de l'eau** grâce à la pose d'un demi-tuyau en PEHD est une solution pour éviter le piétinement du lit du ruisseau lors des traversées.

- Le **reméandrage du cours d'eau** (linéaire de 380 m) permettrait d'améliorer les fonctions hydrologiques en ralentissant l'écoulement de l'eau et en améliorant ainsi les échanges avec le milieu terrestre. Plusieurs zones pourraient être concernées par cette mesure : il s'agit de zones assez peu sensibles car n'étant pas des habitats d'intérêt communautaire et évitant les stations d'*Epipactis palustris*. Les bosquets sont également évités car importants pour la faune (oiseaux, amphibiens…). Une étude préalable sera bien évidemment menée pour apporter des informations plus précises sur la topographie et l'hydrologie afin de décider des caractéristiques techniques (futur tracé, profondeur, largeur…) du cours d'eau.

- La diversification des écoulements pourrait même être poussée jusqu'à la création d'un **réseau de mares** qui formerait une mosaïque de plans d'eau, structure favorable à de nombreux amphibiens. Leur topographie devra être diversifiée au maximum pour la création de divers habitats aquatiques. Leur connexion avec le ruisseau sera un critère de diversification supplémentaire : certaines pourront être indépendantes ou connectées exceptionnellement.

- La buse située à l'aval de la zone est sous dimensionnée et provoque d'importantes inondations lors des épisodes de crue. Son agrandissement permettrait au ruisseau de suivre son cours naturel. Il sera alors nécessaire de créer des **zones d'expansion des crues** pour ralentir l'écoulement des eaux, rôle actuellement rempli par la buse d'évacuation, et de garantir ainsi des échanges hydriques avec la zone humide. Les zones pouvant potentiellement être utilisées pour l'expansion des crues sont celles actuellement inondées lors des fortes crues : la végétation y est donc déjà relativement adaptée.
  Cette mesure n'est applicable que si les travaux de reméandrage permettant d'aménager des zones d'expansion des crues sont réalisés.

- La situation agricole étant favorable au bon fonctionnement de ce milieu humide, il faudrait s'assurer de la poursuite de cette gestion dans le temps, y compris en cas de changement d'agriculteur.



Cartographie des préconisations de gestion

Liste des espèces contactées sur la zone "Grosse ferme de St Colomb"

Espèces		Date	Statut	Protection
Flore				
Agrostis canina	Agrostide des chiens	2018	LC	-
Agrostis capillaris	Agrostide capillaire	2018	LC	-
Agrostis stolonifera	Agrostide stolonifère	2018	LC	-
Ajuga reptans	Bugle rampante	2018	LC	-
Alchemilla coriacea	Alchémille coriace	2018	LC	-
Angelica sylvestris	Angélique sauvage	2018	LC	-
Anthoxanthum odoratum	Flouve odorante	2018	LC	-
Briza media	Amourette commune	2018	LC	-
Caltha palustris	Populage des marais	2018	LC	-
Carduus defloratus subsp. deflo	Chardon décapité	2018	LC	-
Carex acuta	Laîche aiguë	2018	LC	-
Carex acutiformis	Laîche des marais	2018	LC	-
Carex davalliana	Laîche de Davall	2018	LC	-
Carex elata	Laîche élevée	2018	LC	-
Carex flacca	Laîche glauque	2018	LC	-
Carex hirta	Laîche hérissée	2018	LC	-
Carex hostiana	Laîche blonde	2018	LC	-
Carex lasiocarpa	Laîche à fruit velu	2018	LC	-
Carex lepidocarpa	Laîche écailleuse	2018	LC	-
Carex pallescens	Laîche pâle	2018	LC	-
Carex panicea	Laîche millet	2018		-
Carex paniculata	Laîche paniculée	2018	LC	-
Carex rostrata	Laîche en ampoules	2018	LC	-
Carpinus betulus	Charme	2018	LC	-
Carum carvi	Cumin des prés	2018	LC	-
Centaurea jacea	Centaurée jacée	2018	LC	-
Centaurea jacea subsp. angusti	Centaurée à feuilles étroites	2018	LC	-
Cerastium fontanum subsp. vul	Céraiste commune	2018	LC	-
Cirsium oleraceum	Cirse des maraichers	2018	LC	-
Cirsium palustre	Cirse des marais	2018	LC	-
Crepis paludosa	Crépide des marais	2018	LC	-
Cruciata laevipes	Gaillet croisette	2018	LC	-
Cynosurus cristatus	Crételle des prés	2018	LC	-
Dactylis glomerata	Dactyle aggloméré	2018	LC	-
Dactylorhiza incarnata	**Orchis incarnat**	**2018**	**NT**	-
Dactylorhiza maculata	Orchis tacheté	2018	LC	-
Deschampsia cespitosa	Canche cespiteuse	2018	LC	-
Epilobium parviflorum	Épilobe à petites fleurs	2018	LC	-
Epipactis palustris	**Épipactis des marais**	**2018**	**NT**	-
Equisetum arvense	Prêle des champs	2018	LC	-
Equisetum palustre	Prêle des marais	2018	LC	-
Equisetum sp.	Prêle sp.	2018		-

Espèces		Date	Statut	Protection
Eriophorum angustifolium	Linaigrette à feuilles étroites	2018	LC	-
Eupatorium cannabinum	Eupatoire à feuilles de chanvre	2018	LC	-
Filipendula ulmaria	Reine des prés	2018	LC	-
Galium boreale	Gaillet boréal	2018	LC	-
Galium mollugo	Gaillet commun	2018	LC	-
Galium palustre	Gaillet des marais	2018	LC	-
Galium verum	Gaillet jaune	2018	LC	-
Genista tinctoria	Genêt des teinturiers	2018	LC	-
Geum rivale	Benoîte des ruisseaux	2018	LC	-
Holcus lanatus	Houlque laineuse	2018	LC	-
Hypericum tetrapterum	Millepertuis à quatre ailes	2018	LC	-
Juncus articulatus	Jonc à fruits luisants	2018	LC	-
Juncus effusus	Jonc épars	2018	LC	-
Juncus inflexus	Jonc glauque	2018	LC	-
Lathyrus pratensis	Gesse des prés	2018	LC	-
Leontodon hispidus subsp. hispidus	Liondent hispide	2018	LC	-
Lotus corniculatus	Lotier corniculé	2018	LC	-
Luzula multiflora	Luzule multiflore	2018	LC	-
Lysimachia nummularia	Herbe aux écus	2018	LC	-
Lysimachia vulgaris	Lysimaque commune	2018	LC	-
Lythrum salicaria	Salicaire commune	2018	LC	-
Medicago lupulina	Luzerne lupuline	2018	LC	-
Mentha aquatica	Menthe aquatique	2018	LC	-
Mentha longifolia	Menthe à longues feuilles	2018	LC	-
Molinia caerulea	Molinie bleue	2018	LC	-
Parnassia palustris	Parnassie des marais	2018	LC	-
Phalaris arundinacea	Baldingère faux-roseau	2018	LC	-
Phleum pratense	Fléole des prés	2018		-
Phragmites australis	Roseau commun	2018	LC	-
Plantago lanceolata	Plantain lancéolé	2018	LC	-
Plantago major subsp. pleiosperma	Plantain intermédiaire	2018	LC	-
Potentilla erecta	Potentille tormentille	2018	LC	-
Potentilla reptans	Quintefeuille	2018	LC	-
Prunella vulgaris	Brunelle commune	2018	LC	-
Ranunculus bulbosus	Renoncule bulbeuse	2018	LC	-
Ranunculus polyanthemoides	Renoncule à segments étroits	2018		-
Ranunculus repens	Renoncule rampante	2018	LC	-
Ranunculus tuberosus	Renoncule des bois	2018	LC	-
Rhinanthus angustifolius	Rhinanthe à grandes fleurs	2018		-
Rumex acetosa	Oseille des prés	2018	LC	-
Rumex crispus	Patience crépue	2018	LC	-
Salix alba	Saule blanc	2018	LC	-
Salix cinerea	Saule cendré	2018	LC	-

Liste des espèces contactées sur la zone "Grosse ferme de St Colomb"

Salix repens	Saule rampant	2018	LC	-
Schedonorus pratensis	Fétuque des prés	2018	LC	-
Scirpus sylvaticus	Scirpe des bois	2018	LC	-
Scrophularia nodosa	Scrophulaire noueuse	2018	LC	-
Senecio sp.	Senecio sp.	2018		-
Silaum silaus	Fenouil des chevaux	2018	LC	-
Succisa pratensis	Succise des prés	2018	LC	-
Taraxacum officinale	Pissenlit	2018	LC	-
Trichophorum cespitosum	Scirpe en touffe	2018	LC	-
Trifolium campestre	Trèfle champêtre	2018	LC	-
Trifolium medium	Trèfle moyen	2018	LC	-
Trifolium pratense	Trèfle des prés	2018	LC	-
Trifolium repens	Trèfle rampant	2018	LC	-
Trollius europaeus	Trolle d'Europe	2018	LC	-
Valeriana dioica	Valériane dioïque	2018	LC	-
Veronica beccabunga	Véronique des ruisseaux	2018	LC	-
Veronica chamaedrys	Véronique petit chêne	2018	LC	-
Vicia cracca	Vesce cracca	2018	LC	-
Pinguicula vulgaris	**Grassette commune**	**2010**	**NT**	**Régionale**
Schoenus ferrugineus	**Choin ferrugineux**	**2010**	**NT**	**-**

Amphibiens				
Ichthyosaura alpestris	**Triton alpestre**	**2018**	**LC**	**Nationale**
Lissotriton helveticus	**Triton palmé**	**2018**	**LC**	**Nationale**
Salamandra salamandra	**Salamandre tachetée**	**2018**	**LC**	**Nationale**
Bombina variegata	**Sonneur à ventre jaune**	**2010**	**VU**	**Nationale**

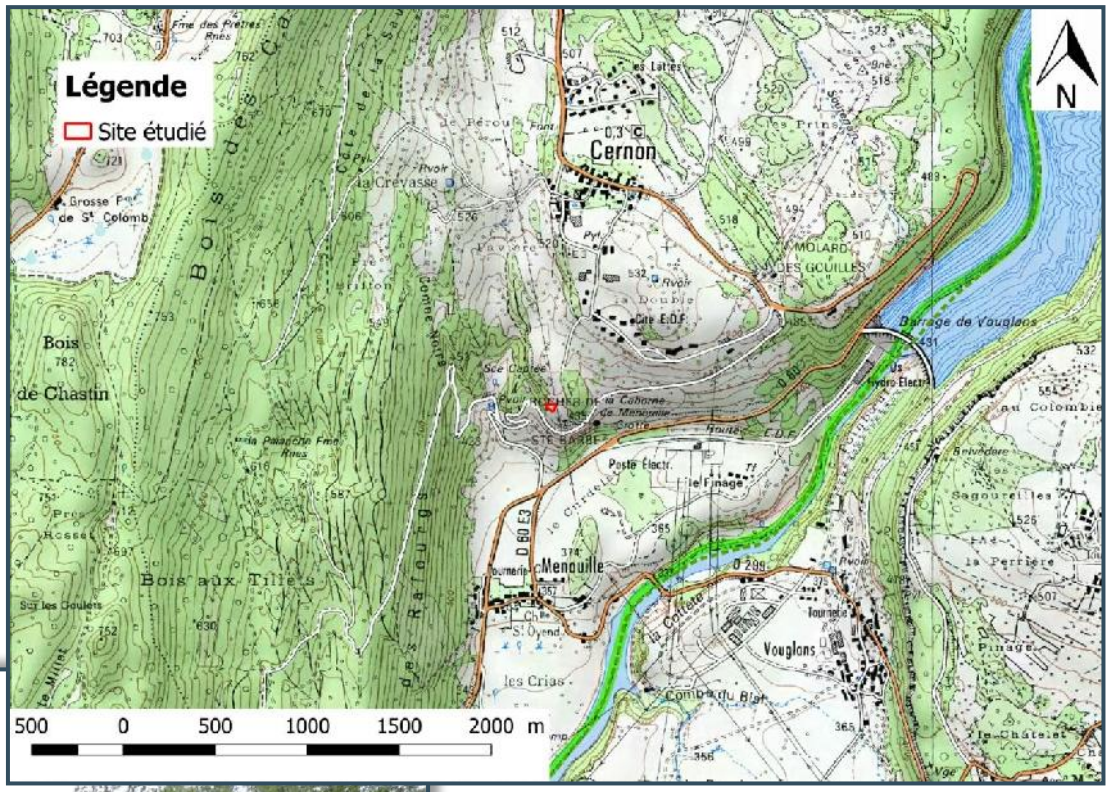
Odonates				
Pyrrhosoma nymphula	Petite nymphe au corps de feu	2018	LC	-
Coenagrion puella	Agrion jouvencelle	2018	LC	-
Coenagrion mercuriale	**Agrion de Mercure**	**2015**	**NT**	**Nationale**
Libellula fulva	Libellule fauve	2015	LC	-
Libellula quadrimaculata	Libellule à quatre tâches	2015	LC	-
Orthetrum brunneum	Orthétrum brun	2015	LC	-

Autres taxons				
Lycaena dispar	**Cuivré des marais**	**2015**	**NT**	**Nationale**

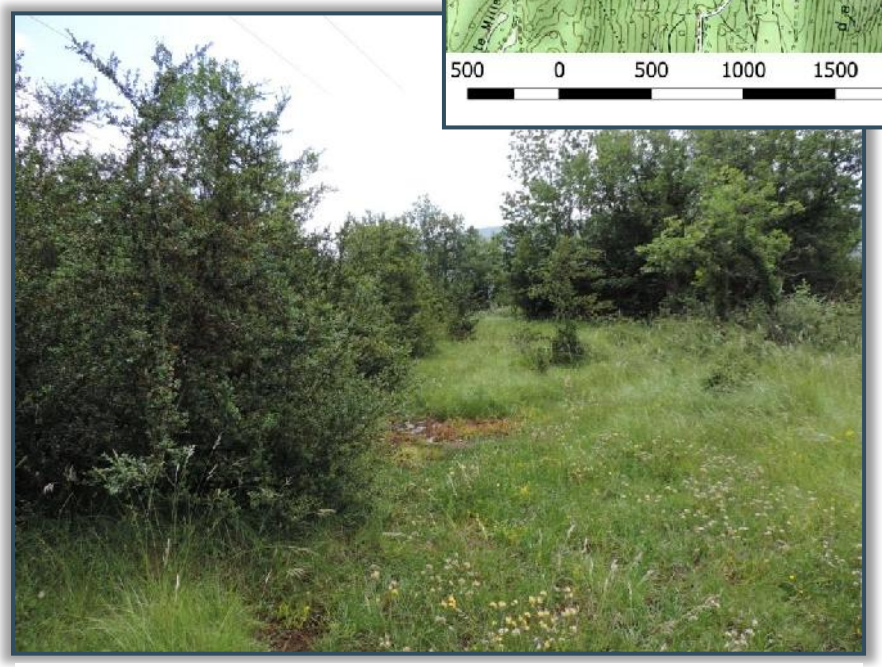
Rocher de Ste Barbe (Cernon)

Une micro zone humide

Coordonnées GPS : X : 903432
Y : 6591783
Altitude : 445 m
Surface : 0,07 ha
Commune : Cernon
Nb propriétaires : 1
Nb habitats : 1 (dont 1 IC)
Nb relevés botaniques : 2
Diversité floristique : 36



Localisation du site



Habitat de transition entre prairie humide et bas-marais où les Buis (à gauche) gagnent du terrain

Espèces patrimoniales		Date	Statut	Protection
Flore				
Schoenus nigricans	Choin noirâtre	2018	NT	-

Tableau récapitulatif des espèces patrimoniales (menacées et/ou protégées présentes sur le site)

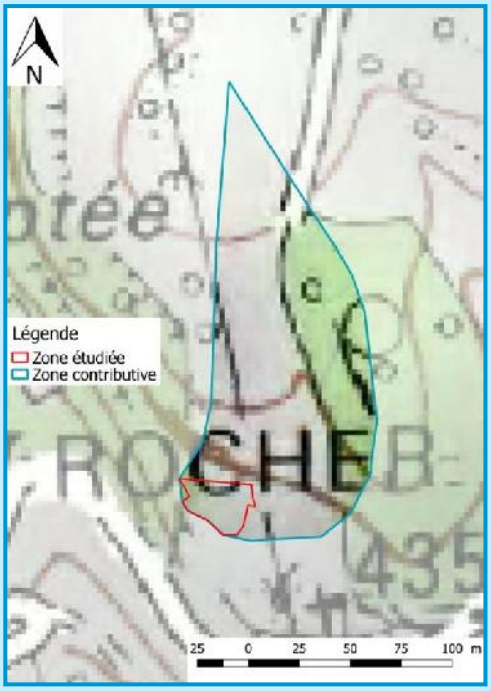
Il s'agit d'une **zone très singulière** de part sa localisation topographique : elle est située au sommet d'une falaise, sur un petit plateau où la roche affleure. Constituée d'un seul **habitat d'intérêt communautaire** de faible surface, Orchio palustris – Schoenetum nigricantis, elle est recouverte en grande partie de bosquets de Buis mais il subsiste des zones reliques avec une végétation typique et même quelques touradons. Une autre singularité de cette zone est l'absence d'eau libre.
La zone **ne semble pas être utilisée par l'Homme** aujourd'hui, la seule intervention humaine est liée aux lignes à haute tension survolant la zone qui nécessitent un élagage fréquent des ligneux pour isoler les câbles. Elle était bien plus ouverte au début du 20ème siècle et était potentiellement utilisée pour du pâturage.

Une zone de ralentissement des écoulements

Hydrographie :

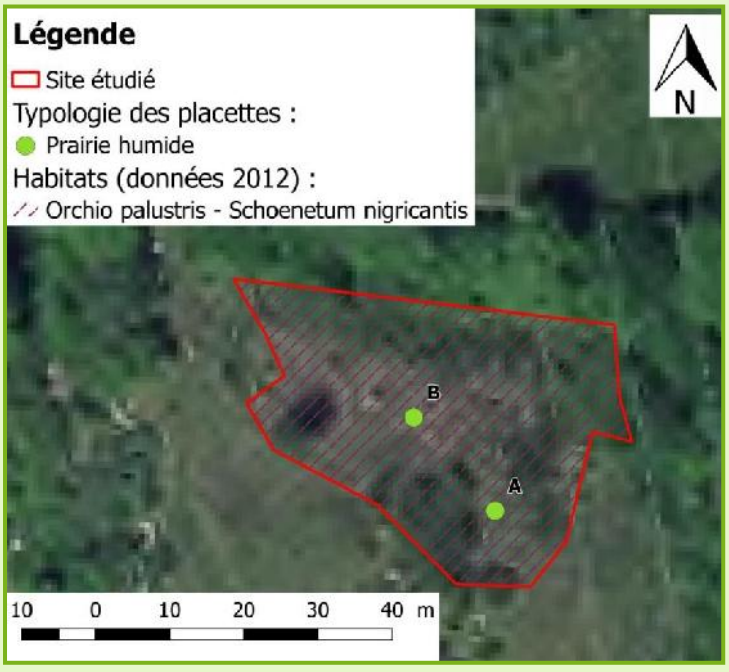
L'hydrologie de cette zone est uniquement basée sur le ruissellement étant donné **l'absence d'eau libre** dans le périmètre de la zone et même aux alentours.

La zone contributive est de 1,3 ha et est située dans une zone de pente continue et modérée (un peu plus de 13% en moyenne). La couverture végétale est omniprésente et la présence d'arbres permet de ralentir l'écoulement et d'amorcer le phénomène d'infiltration. La zone étudiée étant située sur un replat, les écoulements de surface et de subsurface ralentissent fortement et sont à l'origine du caractère humide de la zone.
Une majorité de la zone contributive est utilisée comme pâture et prairie de fauche avec peu de fertilisation (voire aucune selon les années). Cette pratique ne présente pas de risques pour la qualité de l'eau ruisselant jusqu'à la zone.



Zone contributive

Un unique habitat d'intérêt communautaire



Comparaison entre la typologie actuelle des placettes et les données habitats de 2012

Le bas-marais à Choin noir est particulièrement **dégradé** et subsiste dans une zone très réduite où il est fortement menacé par l'embroussaillement.

On observe une disparité au sein de cet habitat avec une zone un peu plus humide mais surtout plus typique au nord-ouest où l'on trouve notamment le Choin noir en touradons et l'Orchis pyramidale. Il s'agit sûrement d'une **zone relique** de cet habitat qui a reculé face à l'enfrichement important à l'est. En effet, des espèces comme le Choin ou les Orchis ont besoin de milieux très ouverts pour se développer et se sont certainement fait étouffés par l'avancée des bosquets de Buis et de Prunelliers.

Touradon de *Schoenus nigricans* avec *Galium boreale* et *Anacamptis pyramidalis*

Résultats des relevés botaniques : indices floristiques d'engorgement (He), de fertilité (N) et indice de qualité floristique (CC)

Concernant l'**indice floristique d'engorgement**, les valeurs obtenues sont **très faibles (médiane de 3,23)**. Cette petite zone dispose d'une zone contributive tout aussi réduite avec un sol calcaire favorisant les pertes d'eau en profondeur. Ne disposant pas de données plus anciennes, il est difficile de conclure sur le caractère anormal de cette valeur : il se peut que la zone ne dispose pas de réserves d'eau très importantes, d'autant plus que le sol est très fin.

L'**indice floristique de fertilité** est également inférieur à la moyenne pour ce type de milieux (**1,79**). La faible épaisseur du sol peut l'expliquer : moins il y a de sol, moins le stock de nutriments est important.

Pour ce qui est de l'**indice de qualité floristique**, on retrouve des valeurs basses pour ce type de zone (**11,81**), ce qui traduit typicité faible. En effet, la zone humide disparait peu à peu au profit d'une prairie et de fourrés, où des espèces beaucoup plus rudérales sont présentes.

Une zone quasiment abandonnée

Colonisation du milieu par de jeunes *Prunus spinosa*

Le site étudié est particulièrement menacé par **l'embroussaillement** : il est recouvert à **40 % d'arbustes**. Le bosquet de Buis central s'élargit et un grand nombre de jeunes Prunelliers se développent à l'est de la zone. Ces ligneux sont probablement responsables de la régression voire de la disparition des espèces typiques de ce bas-marais.

Une autre menace potentielle réside dans la présence des lignes électriques. Les **interventions d'élagage** nécessitent du matériel pouvant abîmer le site dont le sol est particulièrement fragile du fait de son épaisseur très fine : des engins pourraient l'endommager lors de leur passage.

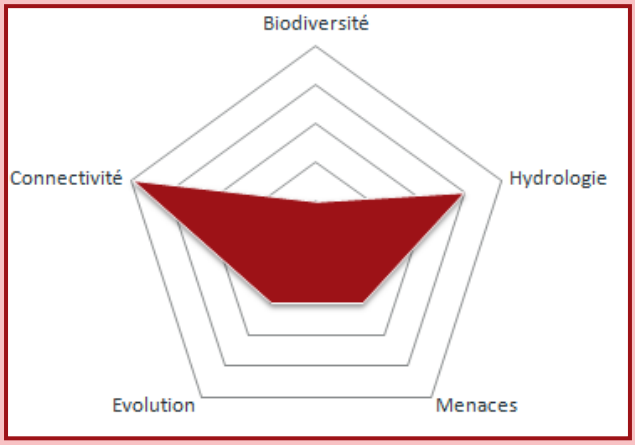
Menaces	Niveau
Fermeture	Fort
Interventions mécaniques	Moyen

Principales menaces et évaluation de leur niveau par dires d'expert (estimation du risque et de la sensibilité du milieu)

Les fonctions hydrologiques de cette zone sont globalement bien remplies, bien qu'assez **faibles** : les écoulements transitant par la zone ne sont **pas troublés** ce qui implique une **bonne circulation des matériaux**. Ce sont les fonctions biologiques qui sont sérieusement compromises avec la **disparition progressive de l'habitat**. Les espèces typiques sont absentes ou très peu présentes. Ce qui explique le bilan mitigé pour les fonctions d'épuration de la zone : les végétaux y participent et c'est cette dernière partie qui fait défaut ici.

Fonctions		MH_11
Hydrologiques	Effet tampon	+
	Rechargement des nappes	+
	Stockage de l'eau	+
Biogéochimiques	Apports de matériaux	+
	Reprise de matériaux	+
	Epuration	=
Biologiques	Réservoir de biodiversité	-
	Productivité	-

Evaluation des fonctions de la zone et de leur intégrité



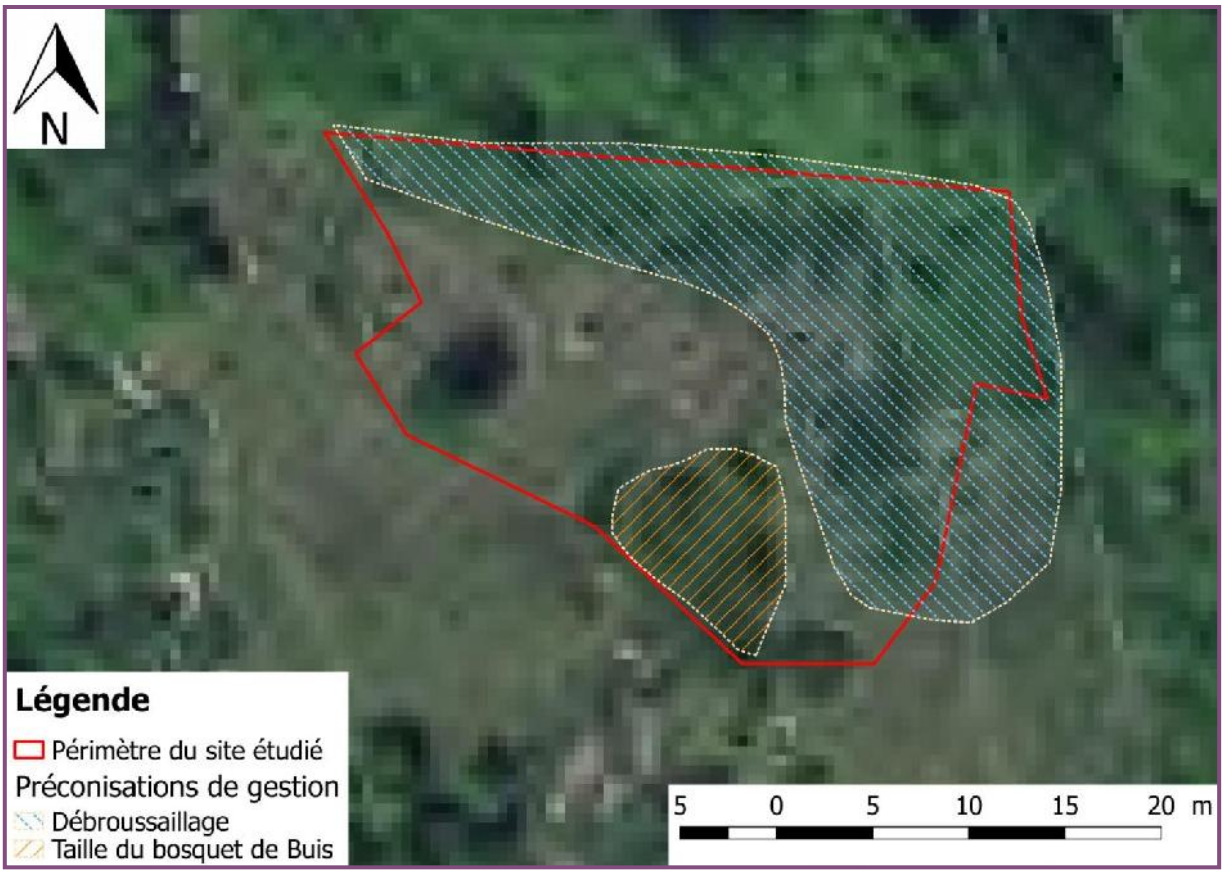
Evaluation des composantes de l'état de conservation

Bien que la zone ait un potentiel écologique très important, l'état de conservation de la zone est **globalement mauvais.** La dégradation des habitats et la disparition des espèces typiques en est la principale cause.
La menace de fermeture du site (déjà en cours) et l'évolution négative de la surface, en sont deux autres. Seule l'hydrologie semble en bon état de conservation sur la zone, ainsi que ses liens avec son environnement au sens large (pas d'obstacles pour la faune du type route, nombreux bosquets aux alentours etc.).

Réouverture et communication

- Une première mesure serait de **rouvrir le milieu par débroussaillage manuel**. En effet, il faudrait éviter autant que possible de tasser le sol avec des véhicules et la taille réduite de la zone rend possible ce type de travaux à la main. Un arrachage de l'ensemble des Prunelliers et une taille sévère du bosquet de Buis central devrait permettre aux espèces sensibles de ce bas-marais de se développer à nouveau. Afin de réduire les coûts d'intervention, un chantier bénévole avec 2 ou 3 personnes serait envisageable.

- Concernant les lignes à haute tension, il serait judicieux de **contacter le gestionnaire des lignes** afin de lui communiquer des cartes et autres informations sur la zone et sa localisation. La zone est située à la limite des lignes, ce qui devrait permettre au gestionnaire d'intervenir normalement sans avoir à y pénétrer. Une communication sur la fragilité de la zone permettrait de mieux la préserver.



Préconisations de gestion sur la zone étudiée

Liste des espèces contactées sur la zone "Rocher de Ste Barbe"

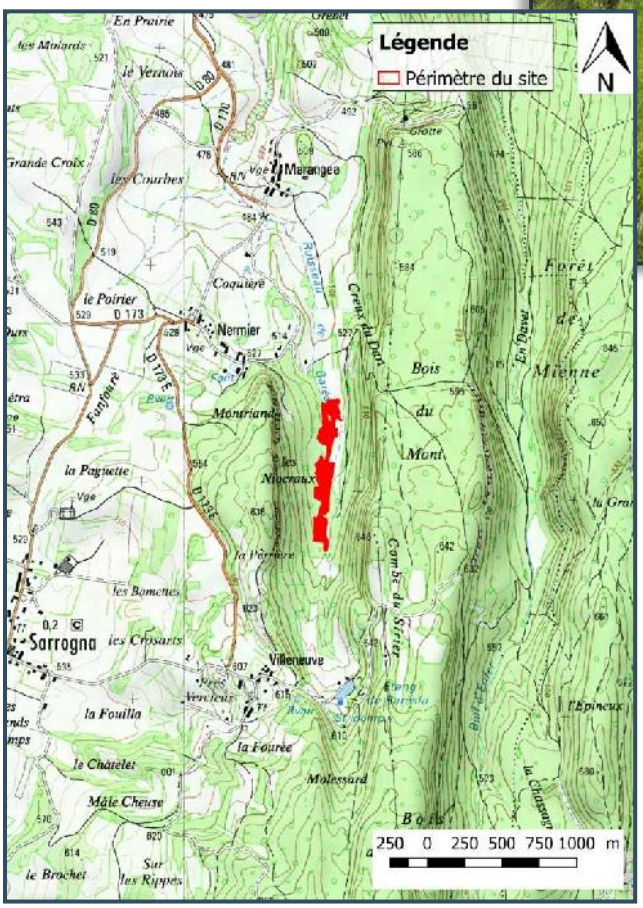
Espèces		Date	Statut	Protection
Flore				
Buxus sempervirens	Buis commun	2018	LC	-
Potentilla reptans	Quintefeuille	2018	LC	-
Geranium sanguineum	Sanguinaire	2018	LC	-
Asperula cynanchica	Aspérule des sables	2018	LC	-
Genista sagittalis	Genêt ailé	2018	LC	-
Thymus serpyllum	Serpolet à feuilles étroites	2018		-
Anthyllis vulneraria	Trèfle des sables	2018	LC	-
Prunus spinosa	Prunellier	2018	LC	-
Trifolium rubens	Trèfle rougeâtre	2018	LC	-
Trifolium montanum	Trèfle des montagnes	2018	LC	-
Galium verum	Gaillet jaune	2018	LC	-
Polygala vulgaris	Polygala commun	2018	LC	-
Hippocrepis comosa	Fer-à-cheval	2018	LC	-
Vincetoxicum hirundinaria	Dompte-venin	2018	LC	-
Poterium sanguisorba	Pimprenelle à fruits réticulés	2018	LC	-
Hypericum perforatum	Millepertuis perforé	2018	LC	-
Briza media	Amourette commune	2018	LC	-
Anthoxanthum odoratum	Flouve odorante	2018	LC	-
Koeleria pyramidata	Koelérie pyramidale	2018	LC	-
Festuca ovina	Fétuque des moutons	2018	LC	-
Bromopsis erecta	Brome érigé	2018	LC	-
Teucrium chamaedrys	Germandrée petit-chêne	2018	LC	-
Betonica officinalis	Épiaire officinale	2018	LC	-
Pilosella lactucella	Épervière petite Laitue	2018	LC	-
Stachys recta	Épiaire droite	2018		-
Cornus sanguinea	Cornouiller sanguin	2018	LC	-
Populus tremula	Peuplier Tremble	2018	LC	-
Anacamptis pyramidalis	Orchis pyramidal	2018	LC	-
Quercus robur	Chêne pédonculé	2018	LC	-
Galium boreale	Gaillet boréal	2018	LC	-
Viburnum lantana	Viorne mancienne	2018	LC	-
Schoenus nigricans	**Choin noirâtre**	**2018**	**NT**	**-**
Leontodon hispidus subsp. hispi	Liondent hispide	2018	LC	-
Centaurea nigra	Centaurée noire	2018	LC	-
Lotus corniculatus	Lotier corniculé	2018	LC	-
Trifolium pratense	Trèfle des prés	2018	LC	-

Ruisseau de Barésia
(Sarrogna)

Deux milieux distincts sur tous les plans

Coordonnées GPS : X : 901765
Y : 6600506
Altitude : 515 m
Surface : 3,73 ha
Commune : Sarrogna
Nb propriétaires : 6
Nb habitats : 2 (dont 2 IC)
Nb relevés botaniques : 4
Diversité floristique : 49

Photographie du bas-marais, habitat d'intérêt communautaire



Localisation de la zone

Espèces patrimoniales		Date	Statut	Protection
Flore				
Dactylorhiza incarnata	Orchis incarnat	2018	NT	-
Epipactis palustris	Épipactis des marais	2018	NT	-
Scorzonera humilis	Petite Scorsonère	2014	NT	-
Anacamptis morio	Orchis bouffon	1998	NT	-
Amphibiens				
Triton palmé	Lissotriton helveticus	2018	LC	Nationale
Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	2018	LC	Nationale
Sonneur à ventre jaune	Bombina variegata	2018	VU	Nationale
Grenouille rousse	Rana temporaria	2018	LC	Nationale
Salamandre tachetée	Salamandra salamandra	2018	LC	Nationale
Grenouille verte sp.	Pelophylax sp.	2018	LC	Nationale
Sonneur à ventre jaune	Bombina variegata	2014	VU	Nationale
Taxons hors protocoles				
Austropotamobius pallipes	Écrevisse à pieds blancs	2018	VU	Nationale

Tableau récapitulatif des espèces patrimoniales (protégées et/ou menacées) présentes sur la zone

Cette zone est située en **tête de bassin versant**, dans une vallée plutôt encaissée où filent deux cours d'eau, l'un temporaire et l'autre permanent. Entourée de forêts, la zone est constituée d'habitats ouverts d'après les données de 2013 : une mégaphorbiaie sur la grande majorité de la zone et un bas-marais (cariçaie) au nord-est. Mais la mégaphorbiaie est **aujourd'hui inexistante**, l'agriculteur ayant **gyrobroyé puis semé** l'intégralité de cet habitat. Le bas-marais Caricetum davallianae a été épargné, sûrement du fait de l'impraticabilité du sol, trop engorgé pour des engins. L'ex mégaphorbiaie est utilisée comme prairie de pâturage pour des ânes et des vaches, et peut être comme future prairie de fauche lorsque les plantes semées se seront bien établies et développées.

Cette zone semble avoir connu plusieurs faciès au cours du siècle dernier. Au début du 20ème siècle, elle est **utilisée pour l'agriculture** et il n'y a que deux fines lignes d'arbres le long des ruisseaux. Ces pratiques semblent perdurer jusqu'en 1978 avec la majeure partie de la zone bien ouverte, excepté la zone actuellement recouverte par Caricetum davallianae où la végétation semble plus dense : son exploitation était déjà plus légère que pour le reste de la zone. Cela s'explique sûrement par un engorgement du sol déjà problématique pour les pratiques agricoles. Après 1978, on observe une **fermeture progressive** de toute la zone : seules les prairies à l'est de la vallée (hors du site étudié) continues à être exploitées, le reste évolue progressivement vers un milieu plus fermé et **les ripisylves s'étendent**. Le boisement gagne petit à petit l'ensemble de la zone, jusqu'en 2010 où **la forêt est coupée.**

Le site est laissé à son **évolution naturelle** (d'où l'habitat Filipendulo ulmaria – Cirsietum oleracei inventorié en 2013) jusqu'en 2018 où tout est gyrobroyé.
Les ruisseaux se formant dans le site ou juste au dessus sont les affluents les plus en amont de la Valouse (auxquels un bon nombre de petits ruisseaux viennent s'ajouter). Ce site joue donc un rôle important pour l'alimentation et la qualité de l'eau de cette rivière. On notera d'ailleurs plusieurs **piscicultures** en aval du site qui dépendent de cette rivière, comme de nombreuses autres activités (le tourisme avec un camping, l'agriculture pour l'arrosage etc.).
Au niveau connectivité, il n'y a aucun obstacle aux échanges aquatiques et la piste au nord est trop peu fréquentée pour constituer un barrage aux échanges biologiques terrestres.

Ruisseau R2 avec Caricetum davallianae sur la rive gauche et l'ancienne mégaphorbiaie gyrobroyée sur la rive droite.

Un contexte hydrologique très perturbé

Hydrographie :

Deux ruisseaux parcourent la zone du sud au nord. Le premier, R1, est le plus large et est **temporaire**. Il est assez **enfoncé** par endroit et ses **berges sont fragiles**. R2 est plus petit et trouve sa source juste au dessus de la zone mais est **permanent**. Il est également assez **enfoncé** par endroits. R1 trouve sa source dans l'étang de Barésia dont l'exutoire est contrôlé par l'Homme : c'est ce qui explique qu'il soit à sec tandis que R2 coule toujours. Lors des dernières sessions de terrain, il a été observé des modifications de la main de l'Homme sur R1 : à plusieurs endroits du cours d'eau, le ruisseau a été **creusé à la pelle mécanique**, sûrement pour tenter de **diminuer l'engorgement** du sol et **limiter les inondations**. En effet, ces interventions ont eu lieu à l'extérieur de méandres où les rives sont basses et le sol engorgé, le passage des engins est compromis par la faible portance du sol et le ruisseau devait y déborder lors de fortes pluies. L'ensemble des rives de R1 et R2 (excepté dans le bas-marais pour ce dernier) ont été gyrobroyées et les résidus végétaux laissés dans les cours d'eau.
Un drain souterrain a été posé en amont de R2, sur environ 70 mètres.
Deux ou trois **zones de suintements** ont été observées. Elles sont plus ou moins temporaires et s'assèchent lors de fortes chaleurs mais S1 reste toujours relativement humide. Ces suintements forment des **flaques** et des **gouilles** avec plus ou moins de végétation qui sont très prisées par la faune. Les passages d'engins ont d'ailleurs contribués à creuser certaines de ces flaques qui sont très pauvres en végétation (M1).

Localisation des entités hydrologiques

La zone contributive s'étend sur les deux flans de collines et englobe l'ensemble de la tête de bassin (jusqu'à l'étang), ce qui représente un peu plus de **17 fois** la superficie du site. La majeure partie de cette zone est couverte par la forêt et très peu d'installations humaines sont à signaler (uniquement une piste à l'extrémité sud).

Odonates :

73% de la richesse réelle a été observée selon l'indice de Jackknife. La première session fut très productive (7 espèces différentes contactées) au contraire de la seconde (seulement 2 espèces). **L'assèchement suite à la sécheresse** d'une grande partie des entités hydrologiques (il ne reste que R2 en eau) explique cette baisse de diversité. Le seuil de 75 % à partir duquel l'indice est considéré comme valable étant très proche, on peut considérer qu'il l'est à deux points près. 8 espèces sténoèces à ces milieux sont attendues et 5 ont été réellement contactées, ce qui donne une intégrité de **62,5 %**. Les espèces non contactées sont celles liées aux milieux temporaires, mais 2 des 3 (*Aeschna affinis* et *Sympetrum sanguineum*) sont typiques des mares temporaires ayant une certaine profondeur et non pas des ruisseaux temporaires ou des flaques temporaires. Ces deux espèces n'ont donc aucun habitat favorable sur cette zone et ne font pas partie du peuplement attendu. On obtient ainsi une intégrité de **83,3 %.** La seule espèce manquante est *Ischnura pumilio* mais il n'existe qu'une seule donnée de cette espèce en Petite Montagne, à Onoz (2,5 km de la zone), qui date de 2012. Son absence n'est donc pas surprenante et n'est pas imputable à l'état du site et de ses habitats odonatologiques. On a donc un **très bon résultat** pour cet indicateur !

Bombina variegata, amphibien menacé et protégé, inféodé aux flaques et mares printanières

Bombina variegata, espèce d'amphibien rare en Petite Montagne qui affectionne les petits points d'eau printanier

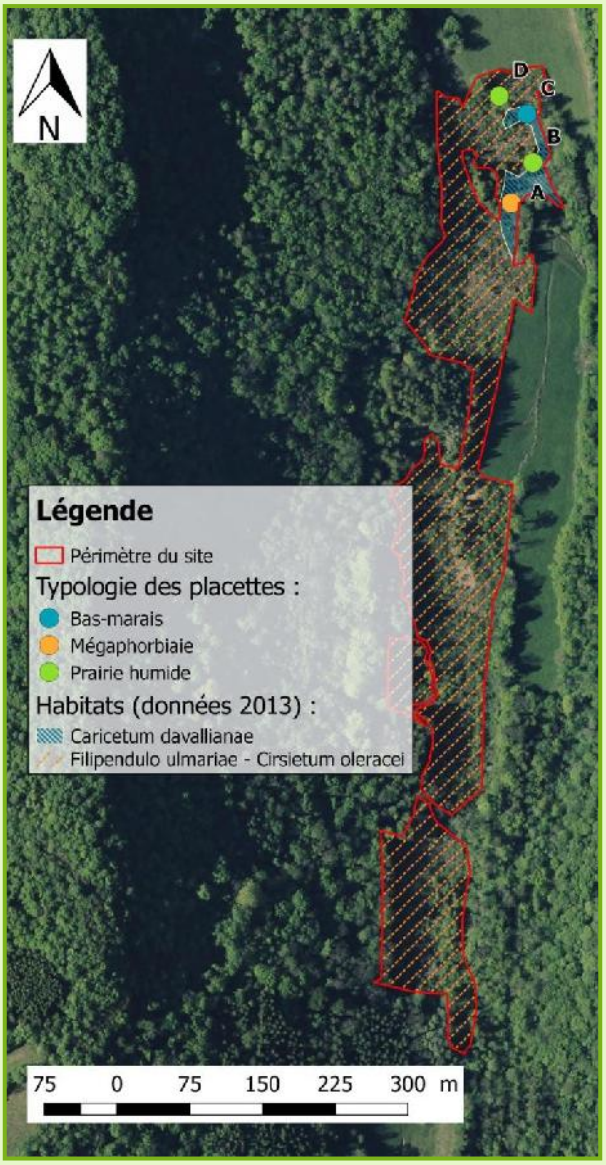
Amphibiens :

L'indice I2PA vaut **0,98** pour cette zone. Cette valeur peu élevée est notamment due au déséquilibre des effectifs pour les larves de *Rana temporaria* (au nombre de 230) où la forte mortalité de ces têtards n'est pas prises en compte : la population de cette espèce est surdimensionnée. Les deux autres composantes de l'I2PA sont également sous estimée car 8 espèces sténoèces sont attendues sur le site. Or, *Hyla arborea* et *Triturus cristatus* ont besoin de mare de bonne profondeur pour s'y reproduire, habitat absent du site étudié. Le récent gyrobroyage a créé des conditions plutôt favorables pour le Crapaud calamite mais les milieux alentours ne lui conviennent pas (pas de gravats ou de rochers à nu). De plus, les seules populations connues se trouvent à 10 km de là. *Rana dalmatina* cohabite rarement avec *Rana temporaria* et la population connue la plus proche se trouve de l'autre côté du relief forestier à plus de 3 km, ce qui peut expliquer son absence sur le site. Enfin, bien que les habitats disponibles conviennent à *Alytes obstetricans,* la population connue la plus proche est à 5 km, au-delà d'un relief forestier très vallonné. Il est donc probable que cette espèce ne sois pas encore parvenue à coloniser les alentours du site (et donc le site lui-même). Cet indice est donc à nuancer et les **6 espèces d'amphibiens** présents sur le site est un résultat très intéressant en soi : la diversité de ce taxon est **remarquable** sur cette petite zone ! La présence du **Sonneur à ventre jaune** est également un résultat qui témoigne de la qualité du site, d'autant plus que cette espèce était déjà présente en 2013.

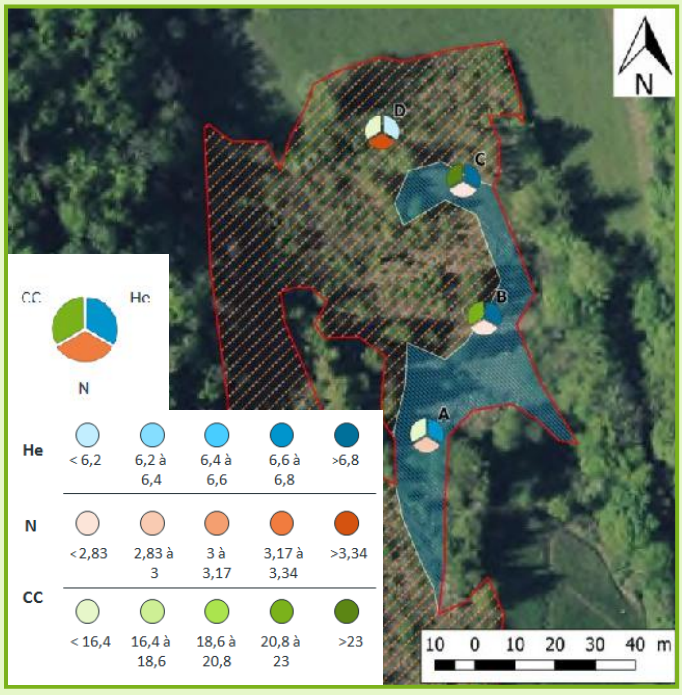
Une zone de bas-marais aux multiples faciès

Selon les données récoltées en 2013, deux habitats sont présents sur la zone : une **mégaphorbiaie** (90 % de la surface du site) et une **cariçaie de bas-marais**. Cette organisation a évolué avec notamment le gyrobroyage pratiqué sur la mégaphorbiaie qui se trouve aujourd'hui à un **stade pionnier de prairie humide**. De plus, des graines de graminées ont été semées et vont certainement influencer l'évolution naturelle par compétition et changement du cortège floristique. Considérant les altérations très fortes et récentes qu'a subit cet habitat, il a été décidé **d'échantillonner uniquement les zones épargnées**. En effet, les résultats de la zone gyrobroyée n'auraient pas permis d'interpréter les différents indices qui se basent sur les populations d'espèces naturellement présentes. Ces populations n'ont pas eu le temps de s'exprimer à nouveau et sont mélangées à des plantes fourragères extérieures au milieu : les potentiels résultats ne rendraient pas compte de la réalité car biaisés par les plantes semées.

Le bas-marais, quant à lui, est toujours présent avec des variations importantes au sein même de ce dernier. Il y a ainsi une **zone typique de Caricetum davallianae** dans la partie nord de cet habitat, en lisière d'une pinède. Cette zone est diversifiée (22 espèces) avec la présence remarquable d'une bonne population d'***Epipactis palustris,*** accompagnée par *Equisetum telmateia, Juncus inflexus*, *Lysimachia vulgaris*, *Molinia caerulea* et *Carex davalliana*. Plus au sud cet habitat a un faciès se rapprochant d'une **prairie humide** avec une nette dominance de Molinie bleue. Lorsque l'on se rapproche de la pointe sud du secteur occupé par Caricetum davallianae en 2013, cet habitat cède la place à une **mégaphorbiaie plutôt pauvre en espèces** (seulement 7) où la dominance de *Molinia caerulea* est concurrencée par *Petasites hybridus*.



Comparaison de la typologie des placettes avec les données habitats de 2013



Résultats des relevés botaniques : indices floristiques d'engorgement (He), de fertilité (N) et de qualité floristique (CC)

L'**indice floristique d'engorgement** médian est de **6,80.** C'est une valeur attendue pour ce type de zone humide de combe en tête de bassin versant. Il y a très **peu de variabilité** entre les placettes A, B et C et ces variations n'ont sûrement **pas de réalité physique**. Pour la placette D, le résultat est légèrement inférieur et traduit un sol moins engorgé. Cette placette est située un peu plus à l'extrémité nord, la zone contributive étant localisée au sud, cette zone est peut être moins sujette à l'apport d'eau par ruissellement.

Pour l'**indice floristique de fertilité** du sol, la médiane est de **2,83**. Elle est **légèrement élevée** pour ce type de milieu mais reste **usuelle**. Les placettes A, B et C ont des valeurs très proches tandis que D se démarque un peu, bien que la variabilité soit encore une fois très faible. Cette différence s'explique peut être par un fonctionnement du sol différent car moins engorgé : il y a plus d'oxygène disponible pour transformer les nutriments et donc une fertilité plus importante. **L'indice de qualité floristique médian est de 18,25**, valeur ici aussi usuelle pour ce type de zones humides. On notera des valeurs sensiblement plus faibles (mais toujours usuelles) pour les placettes A et D. La placette D a des plantes un peu moins typiques que les autres : certaines ont des stratégies beaucoup plus **rudérales** (*Cirsium vulgare* ou *Rubus fruticosus* par exemple), ce qui abaisse la valeur de l'indice.

Deux milieux aux états de conservation opposés

On peut facilement distinguer **deux zones** : l'**ex mégaphorbiaie et** le **bas-marais**, elles semblent avoir des avenirs très différents.
Le **bas-marais** semble être **épargné par l'agriculture** (excepté un peu de pâturage bovin), trop humide pour être mécanisé. Cet abandon n'est toutefois pas totalement avantageux car il induit une **fermeture progressive** du milieu. On observe un couvert arboré parfois conséquent (jusqu'à 20 % pour la placette C) et la présence de jeunes espèces ligneuses (*Frangula alnus*, *Alnus glutinosa*).
L'avenir de cette zone n'est toutefois pas tout tracé : les travaux entrepris par l'agriculteur sont étalés dans le temps et il n'est pas impossible que l'un de ses projets soit l'**aménagement de cette zone** pour l'agriculture (gyrobroyage et drainage). La petite taille et l'ampleur des travaux rendent ce projet peu rentable et donc assez improbable. Au vu de la qualité des milieux présents, l'aménagement de cette zone aurait un **impact destructeur** avec la **disparition d'un habitat d'intérêt communautaire et d'espèces patrimoniales et menacées**.

Menaces bas-marais	Niveau
Fermeture	Fort
Exploitation	Fort
Menaces ex mégaphorbiaie	**Niveau**
Drainage et déconnexion	Fort
Erosion	Moyen
Dénaturation	Moyen

Tableau récapitulatif des principales menaces et estimation de leur niveau par dires d'expert (évaluation du risque et de la sensibilité du milieu)

Les travaux de surcreusement du lit de R1

Concernant l'**ex mégaphorbiaie**, bien que le mal ait déjà était fait, il y a encore possibilité d'empirer les choses. L'évolution des modifications est également à surveiller car les impacts ne sont pas facilement évaluables et pourraient s'avérer plus ou moins néfastes pour la zone.
Le creusement de R1 à plusieurs endroits implique un **abaissement de la nappe** et un probable assèchement des zones voisines. S1 est ainsi directement menacée et son assèchement serait préjudiciable à des espèces comme ***Bombina variegata*** ou *Orthetrum Brunneum* et *O. Coerulescens* qui utilisent cette zone pour leur reproduction. Ces mêmes modifications du lit du ruisseau pourraient induire une **déconnexion** entre le milieu humide et R1 : les échanges hydrologiques ne se feraient que de la zone vers le ruisseau et à une vitesse trop importante pour que le milieu humide puisse agir sur la composition de l'eau par exemple.
L'enfoncement du lit du ruisseau induira une **fragilisation des berges**. Ces dernières étant déjà grandement atteintes par l'érosion (enfoncement de R1 déjà conséquent) le phénomène risque de s'accélérer et des **chargements en sédiments ponctuels mais importants** seront charriés en aval où ils impacteront la flore, la faune et la qualité de l'eau.
Enfin, les plantes semées (sûrement des graminées fourragères) risquent de se développer aux dépens de la végétation naturellement présente (d'autant plus si le drainage réussi). La zone perdra alors son intérêt écologique (l'ex mégaphorbiaie était un habitat d'intérêt communautaire) et sa **flore se banalisera** et se limitera à une **dominance de graminées fourragères**. Il existe, bien sûr, tout un **gradient de dénaturation**, le pire des cas étant présenté ici. La flore naturelle pourrait, par exemple, finir par reprendre l'ascendant sur les plantes semées non adaptées aux sols engorgés. **Tout dépendra de la gravité de l'assèchement** des zones concernées **et de la résilience** naturelle du milieu.

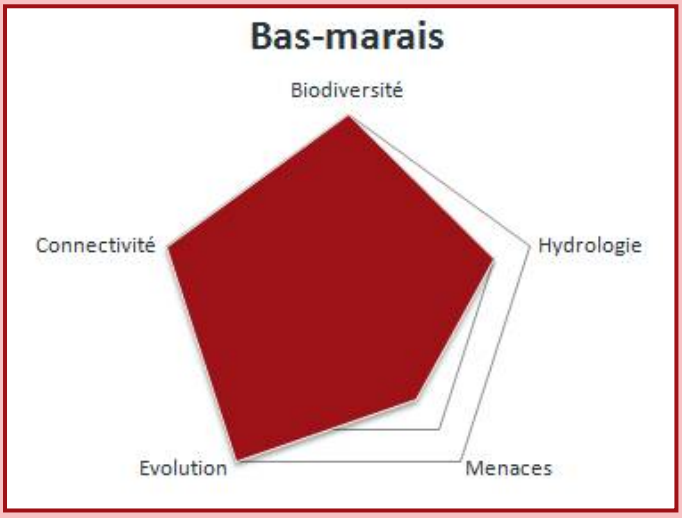
Pour évaluer les fonctions de ce site, il est judicieux de **considérer séparément** le bas-marais (MH_12 (1)) et l'ex mégaphorbiaie (MH_12 (2)) car elles ont un fonctionnement fondamentalement différent suite aux interventions humaines sur l'ancienne mégaphorbiaie.

Le **bas-marais a un fonctionnement général très bon**, le seul point à nuancer concerne la reprise de matériaux qui peut potentiellement être dégradée par les sédiments issus des berges fragilisées par l'enfoncement ponctuel de R2.

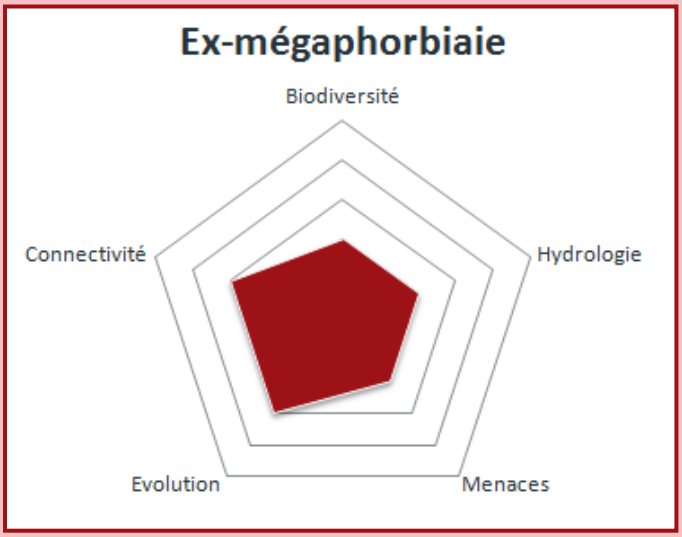
Fonctions		MH_12 (1)	MH_12 (2)
Hydrologiques	Effet tampon	+	=
	Rechargement des nappes	+	=
	Stockage de l'eau	+	=
Biogéochimiques	Apports de matériaux	+	=
	Reprise de matériaux	=	-
	Epuration	+	=
Biologiques	Réservoir de biodiversité	+	-
	Productivité	+	=

Evaluation des fonctions de la zone et de leur intégrité

Au contraire, **l'ex mégaphorbiaie a des fonctions très dégradées**. Toutes les **fonctions hydrologiques sont influencées par le creusement du ruisseau** R1 mais l'ampleur des dégradations n'est pas encore évaluable. Néanmoins, il est certain que l'abaissement du lit provoquera une baisse du stock d'eau de la zone (et donc un rechargement des nappes moindre) et la déconnexion avec R1 diminuera l'effet tampon du site. Pour ce qui est du transport de matériaux, les **berges sont facilement érodables** et leur effondrement cause un chargement de l'eau très important. L'épuration est toujours réalisée par le sol mais **l'absence de végétaux typiques** et la **déconnexion** avec R1 affectent l'intégrité de cette fonction. Enfin, au niveau de la biodiversité, il est évident que le **gyrobroyage** et le **semis** de plantes fourragères ont complètement **dégradé la biodiversité naturelle** de cette zone qui s'en trouve grandement appauvrie. La productivité est à nuancer avec l'abaissement de la nappe d'eau du sol.



L'état de conservation du bas-marais est très bon, c'est une zone avec une **diversité de faciès** remarquable qui abrite de nombreuses plantes typiques des milieux humides dont certaines sont d'intérêt patrimonial. L'enfoncement ponctuel de R2 et les menaces de fermeture et d'intervention humaine sont les seuls points négatifs.



Evaluation des composantes de l'état de conservation

Pour ce qui est de **l'ex-mégaphorbiaie**, son **état de conservation est très mauvais** avec une flore réduite à sa plus simple expression. La présence du **Sonneur à ventre jaune** permet de trouver néanmoins un point positif aux altérations subit par la zone. L'hydrologie est également dans un mauvais état avec un **ruisseau déconnecté**, **sur-creusé** et aux **berges friables**. Le caractère très humide de la zone au départ permet de garder un certain engorgement du sol malgré les tentatives d'assainissement. L'ex-mégaphorbiaie a subit de nombreux changements au cours du temps mais sa surface a été augmentée en 2010. La connectivité est principalement pénalisée par le sur creusement de R1.

Pour conclure, **l'état de conservation de cette zone est très variable** suivant le secteur et il convient de considérer les deux parties séparément afin d'adopter des grandes lignes de gestion adaptées.

Une limitation (voire réparation) des dégâts

- La **réouverture** de certaines parties du bas-marais par la coupe des ligneux permettrait d'agrandir cet habitat. La complexité de la zone (et l'absence d'images satellites assez récentes) ne permet pas de déterminer précisément les zones à rouvrir. Il existe deux ou trois bosquets de Saules assez conséquents sur lesquels il serait intéressant de gagner du terrain. De même, vers la pointe sud on observe des résineux dispersés ça et là qui pourraient être enlevés (notamment un petit bosquet au centre de la zone). L'utilisation d'engins lourds est à proscrire sur le marais en lui-même mais ils pourront être utilisés pour évacuer le bois depuis la périphérie jusqu'à la route.
  Cette mesure sera couplée à une **limitation de la propagation** des ligneux pour maintenir le bon état de conservation du bas-marais. Les jeunes ligneux présents sur la zone seront arrachés pour endiguer la fermeture du site. Ces opérations seront réalisées **manuellement** pour éviter une trop forte dégradation du milieu (méthode rendue faisable par la faible superficie de la zone).

- La **sensibilisation de l'agriculteur** à la **richesse** de cette zone ainsi qu'une information sur la **législation** des zones humides permettrait de prévenir d'autres dommages sur ce site (mais aussi sur l'ensemble des sites qu'il exploite).
  Une **journée technique à destination de tous les agriculteurs** de la Petite Montagne permettrait de les sensibiliser aux intérêts de ces zones, de la flore et de la faune qui y réside mais aussi de les guider dans leurs projets d'exploitation de ces milieux. Les services rendus par ces zones pourraient également être abordés pour qu'elles ne soient plus vues comme inexploitables et néfastes mais comme des ressources naturelles précieuses (notamment face à la sécheresse).

- Les **qualités écologiques du bas-marais sont fragiles** et la **non exploitation** de la zone lui a globalement profité jusque là. Garantir cet état de fait dans le futur constitue une mesure en soi : contrôler la pression de pâturage à un niveau très faible voire mettre la zone en défens (il semblerait que les vaches s'y aventurent peu).

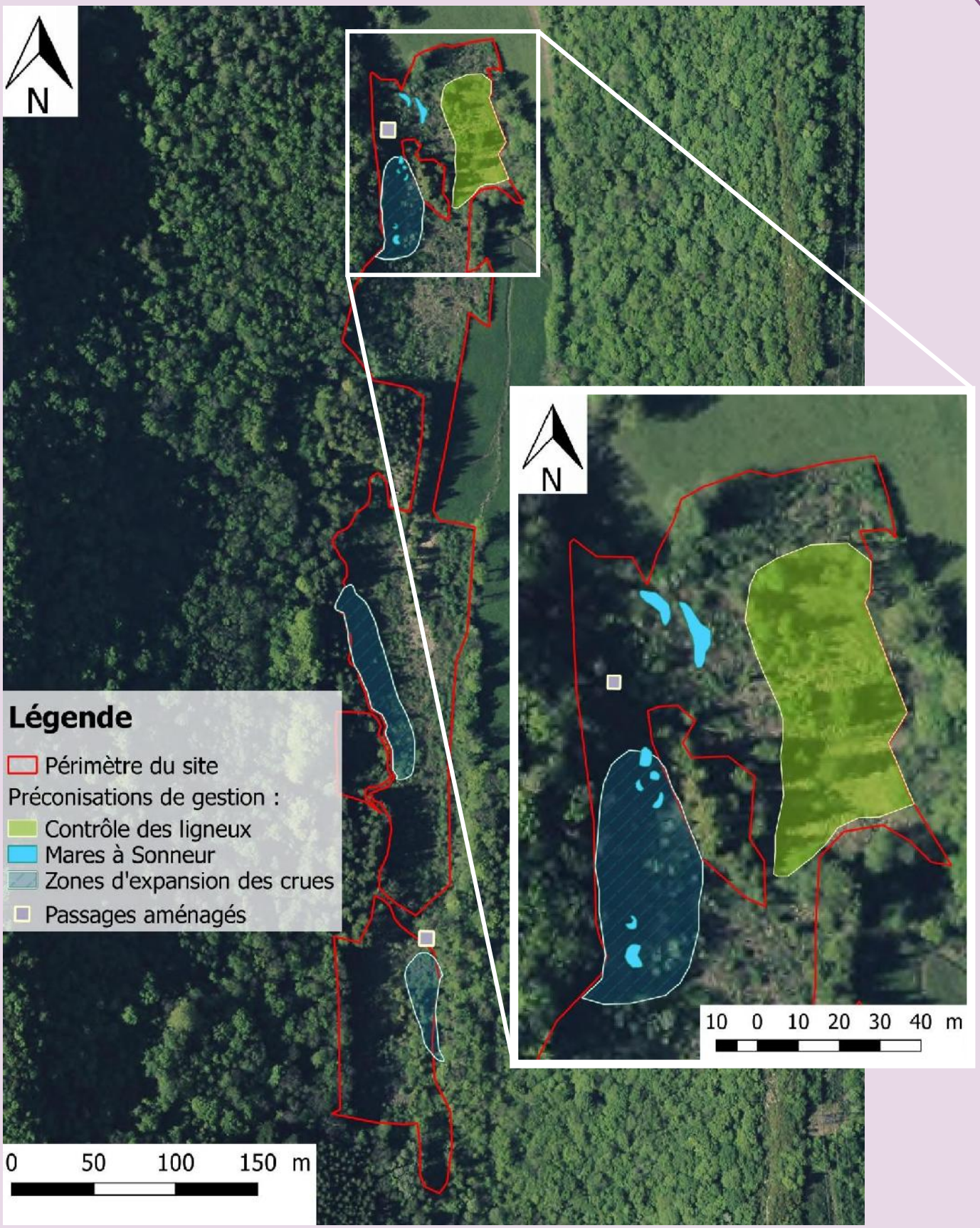
- Concernant les **dégâts causés sur le ruisseau**, il serait possible des les **réparer** en **rehaussant le lit** du ruisseau. Les matériaux exportés lors du creusement ont permis le lissage et le rehaussement des berges. Ces mêmes matériaux pourront être récupérés et placés dans le lit du cours d'eau. Les **berges** pourront même être **adoucies** pour créer des **zones d'expansion des crues** pour inonder la zone lors des crues.

- Les **passages** permettant de traverser R2 et R1 ne sont **pas aménagés** et se font directement dans le lit des ruisseaux. La pose de demi-tuyaux en PEHD permettrait de créer facilement des **gués** qui garantiraient l'intégrité des ruisseaux et de leurs lits et éviteraient le piétinement.

- La **présence du Sonneur à ventre jaune** est un élément très intéressant de la zone qu'il convient de conserver. Afin de favoriser cette espèce, **des flaques et de petites mares peu profondes pourraient être creusées** et régulièrement entretenues pour garantir leur **caractère pionnier**. Les flaques déjà existantes pourront également profiter de cet entretien. Cette opération légère peut se faire **manuellement** pour éviter de dégrader les milieux.

- **L'étrépage de l'ancienne mégaphorbiaie** est envisageable. Cette mesure est très lourde pour le milieu et nécessite des analyses préalables. Elles se pencheront notamment sur la **composition de la banque de graines** (et la profondeur où elles se trouvent) et permettront de déterminer la **faisabilité** de cette opération ainsi que les **détails techniques** (profondeur d'étrépage, zone concernée, nivelage différent selon les zones etc.). Cette action permettrait de revenir à une **population floristique naturelle** grâce à la banque de graines contenue dans le sol tout en évinçant les espèces semées dernièrement qui ne seront présentes qu'à la surface. Le sol étant abaissé de quelques centimètres, la profondeur de la lame d'eau diminuerait et **l'engorgement du sol serait plus important.**

- Le drain souterrain posé en amont de R2 pourrait être retiré pour annuler l'assèchement local inévitable et permettre à l'eau de circuler normalement.



Cartographie des préconisations de gestion

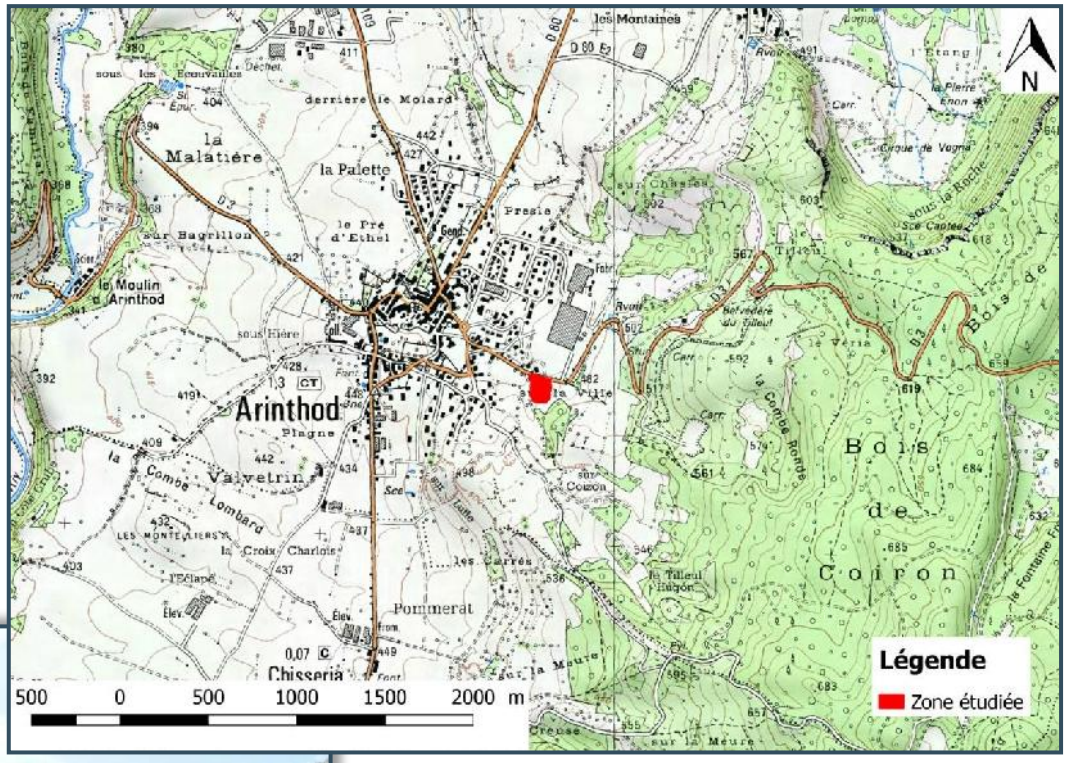
Liste des espèces contactées sur la zone "Ruisseau de Barésia"

Espèces		Date	Statut	Protection
Flore				
Acer campestre	Érable champêtre	2018	LC	-
Alnus glutinosa	Aulne glutineux	2018	LC	-
Angelica sylvestris	Angélique sauvage	2018	LC	-
Briza media	Amourette commune	2018	LC	-
Carex davalliana	Laîche de Davall	2018	LC	-
Carex elata	Laîche élevée	2018	LC	-
Carex flacca	Laîche glauque	2018	LC	-
Carex pallescens	Laîche pâle	2018	LC	-
Carex panicea	Laîche millet	2018		-
Cirsium palustre	Cirse des marais	2018	LC	-
Cirsium vulgare	Cirse commun	2018	LC	-
Convolvulus sepium	Liseron des haies	2018	LC	-
Cornus sanguinea	Cornouiller sanguin	2018	LC	-
Crataegus monogyna	Noire épine	2018	LC	-
Dactylorhiza incarnata	**Orchis incarnat**	**2018**	**NT**	-
Daucus carota	Carotte sauvage	2018	LC	-
Epilobium hirsutum	Épilobe hérissé	2018	LC	-
Epipactis palustris	**Épipactis des marais**	**2018**	**NT**	-
Equisetum palustre	Prêle des marais	2018	LC	-
Equisetum telmateia	Grande prêle	2018	LC	-
Eupatorium cannabinum	Eupatoire à feuilles de chanvre	2018	LC	-
Filipendula ulmaria	Reine des prés	2018	LC	-
Frangula alnus	Bourdaine	2018	LC	-
Galium boreale	Gaillet boréal	2018	LC	-
Glyceria notata	Glycérie pliée	2018	LC	-
Juncus effusus	Jonc épars	2018	LC	-
Juncus inflexus	Jonc glauque	2018	LC	-
Knautia arvensis	Scabieuse	2018	LC	-
Lolium multiflorum	Ray-grass d'Italie	2018		-
Lolium perenne	Ivraie vivace	2018	LC	-
Lysimachia vulgaris	Lysimaque commune	2018	LC	-
Lythrum salicaria	Salicaire commune	2018	LC	-
Mentha aquatica	Menthe aquatique	2018	LC	-
Mentha arvensis	Menthe des champs	2018	LC	-
Molinia caerulea	Molinie bleue	2018	LC	-
Panicum capillare	Panic capillaire	2018		-
Petasites hybridus	Pétasite hybride	2018	LC	-
Pinus sylvestris	Pin sylvestre	2018	LC	-
Potentilla erecta	Potentille tormentille	2018	LC	-
Rubus fruticosus	Ronce commune	2018		-
Salix alba	Saule blanc	2018	LC	-
Salix caprea	Saule marsault	2018	LC	-
Sanguisorba officinalis	Grande pimprenelle	2018	LC	-
Solidago gigantea	Solidage géant	2018		-
Succisa pratensis	Succise des prés	2018	LC	-
Trifolium repens	Trèfle rampant	2018	LC	-
Valeriana dioica	Valériane dioïque	2018	LC	-
Viburnum opulus	Viorne obier	2018	LC	-
Viola reichenbachiana	Violette des bois	2018	LC	-
Scorzonera humilis	**Petite Scorsonère**	**2014**	**NT**	-
Epipactis palustris	**Épipactis des marais**	**2014**	**NT**	-
Anacamptis morio	**Orchis bouffon**	**1998**	**NT**	-
Amphibiens				
Triton palmé	**Lissotriton helveticus**	**2018**	**LC**	**Nationale**
Triton alpestre	**Ichthyosaura alpestris**	**2018**	**LC**	**Nationale**
Sonneur à ventre jaune	**Bombina variegata**	**2018**	**VU**	**Nationale**
Grenouille rousse	**Rana temporaria**	**2018**	**LC**	**Nationale**
Salamandre tachetée	**Salamandra salamandra**	**2018**	**LC**	**Nationale**
Grenouille verte sp.	**Pelophylax sp.**	**2018**	**LC**	**Nationale**
Sonneur à ventre jaune	**Bombina variegata**	**2014**	**VU**	**Nationale**
Odonates				
Calopteryx virgo virgo	Caloptéryx vierge	2018	LC	-
Coenagrion puella	Agrion jouvencelle	2018	LC	-
Cordulegaster boltonii boltonii	Cordulégastre annelé	2018	LC	-
Libellula depressa	Libellule déprimée	2018	LC	-
Orthetrum brunneum	Orthétrum brun	2018	LC	-
Orthetrum coerulescens	Orthétrum bleuissant	2018	LC	-
Pyrrhosoma nymphula	Petite nymphe au corps de feu	2018	LC	-
Autres taxons				
Austropotamobius pallipes	**Écrevisse à pieds blancs**	**2018**	**VU**	**Nationale**

Smoby (Arinthod)

Une petite zone de prairie et mégaphorbiaie

Coordonnées GPS : X : 897677
Y : 6591046
Altitude : 473 m
Surface : 0,78 ha
Commune : Arinthod
Nb propriétaires : 1
Nb habitats : 2 (dont 2 IC)
Nb relevés botaniques : 4
Diversité floristique : 43



Localisation de la zone

Vue générale depuis le nord de la zone

Espèces patrimoniales		Date	Statut	Protection
Taxons hors protocoles				
Lycaena dispar	Cuivré des marais	2018	NT	Nationale

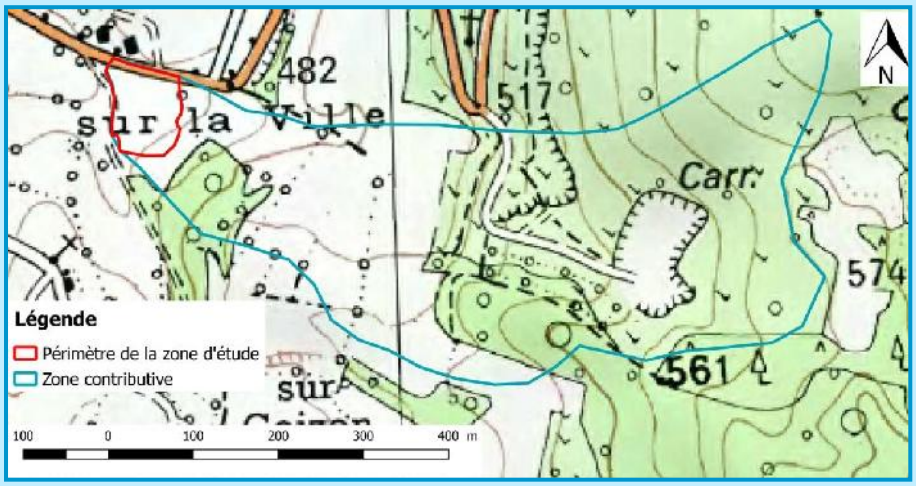
Tableau récapitulatif des espèces patrimoniales (protégées et/ou menacées) présentes sur la zone

Située à l'est du village d'Arinthod, cette petite zone est la propriété de **l'entreprise Smoby Toys SAS**, dont l'usine se trouve juste de l'autre côté de la route. Le versant des Bois de Coiron la surplombe à l'ouest.
La zone est traversée par un **petit ruisseau** devenant vite **diffus** et qui structure les habitats : Junco inflexi – Menthetum longifoliae aux abords directs du ruisseau, un peu enfoncés, et Senecioni aquatici – Brometum racemosi sur le reste de la zone.
La zone a été **ponctuellement pâturée** fut un temps mais cette pratique à été abandonnée depuis plusieurs années.
La surface de la zone ne semble pas avoir beaucoup évoluée depuis les années 1950 mais **l'agriculture y était sûrement plus développée** qu'aujourd'hui.
L'exutoire de la zone donne sur le village d'Arinthod et il est probable que cette eau se retrouve dans les circuits d'eau potable et les fontaines. La zone participe à l'alimentation en eau, à la fois **quantitative** (zone tampon et stockage de l'eau) et **qualitative** (phénomène d'épuration naturelle), de la vallée. Il s'agit d'une ressource très efficace lors des périodes de sécheresse : de l'eau courante a été observée en pleine sécheresse en août 2018.

Un ruisseau diffus comme source d'eau permanente

Hydrographie :

L'hydrologie de la zone est principalement liée au **ruisseau** qui s'écoule **au milieu**. Il prend sa source dans le bosquet situé à la limite est de la zone. D'abord bien dessiné en **deux bras** (nommés R1 et R2), ces derniers se rejoignent après un petit bosquet puis se perdent rapidement dans la mégaphorbiaie. L'eau s'y écoule sans lit précis jusqu'à rejoindre le petit fossé marquant l'extrémité ouest du site.
La zone contributive est **plutôt importante** (20,4 ha) du fait de la localisation de la zone en **bas de versant**. Elle est constituée de forêts, de prairies mais également d'une carrière.



Zone contributive

Localisation des entités hydrologiques

Odonates :

Aucune espèce n'a jamais été contactée sur la zone (autant en 2018 qu'auparavant). La configuration particulière du ruisseau, d'abord sous le couvert d'un bosquet puis disparaissant sous la mégaphorbiaie, n'est pas propice aux odonates qui favorisent, pour la plupart, des berges ensoleillées.

Amphibiens :

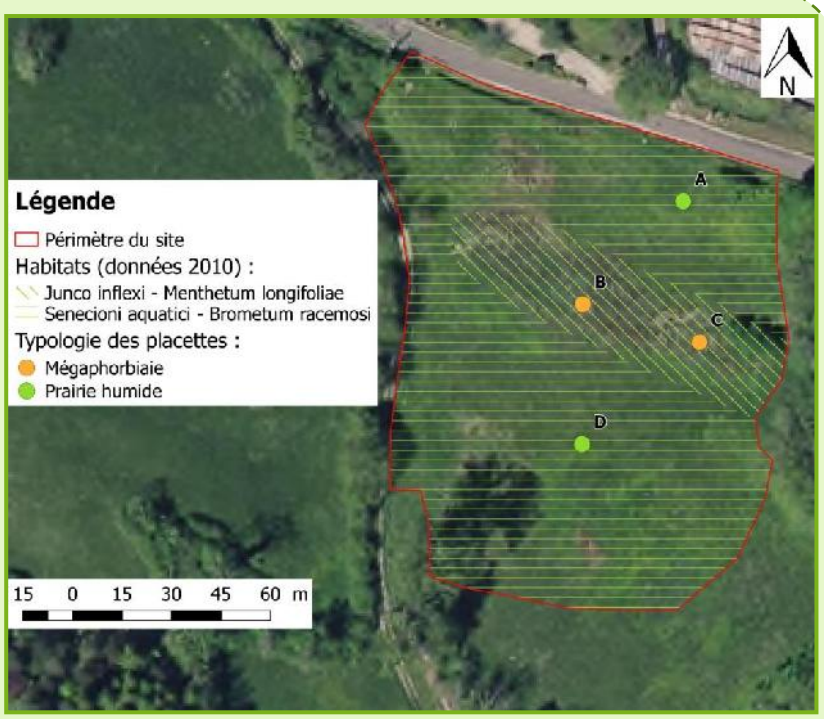
De même pour les amphibiens : **aucune espèce** contactée que ce soit en 2018 ou avant. Le milieu aquatique ne convient que peu aux amphibiens car l'écoulement est superficiel et ne forme jamais de points d'eau stagnante ou assez profonds.

Des milieux en transformation

L'habitat Junco inflexi – Menthetum longifoliae semble **évoluer vers une mégaphorbiaie**. En effet, les espèces typiques de Junco inflexi comme *Juncus inflexus* ou *Mentha longifolia* co-dominent avec *Epilobium hirsutum.* Sur la placette B elles sont même largement dominées par cette espèce. L'**abandon du pâturage** peut expliquer cette **évolution naturelle de prairie humide à mégaphorbiaie.**
Pour ce qui est de Senecio aquatici - Brometum racemosum, les relevés ne correspondent que très peu : **aucune espèce caractéristique de ce milieu** n'a été recensée. *Mentha longifolia* et *Urtica dioica* semblent dominer les placettes de cet habitat ce qui témoignerait là encore de l'**abandon du pâturage** et d'un **enfrichement de la zone** (présence d'espèces de friche comme *Cruciata laevipes*, fort développement de ronciers à l'extrémité nord etc.). C'est ce phénomène qui explique la faible diversité spécifique de ces placettes : moins d'une vingtaine d'espèces contre une trentaine pour cet habitat habituellement.

L'indice de qualité floristique vient corroborer ces résultats : il est particulièrement **faible** pour les placettes de Senecio aquatici - Brometum racemosum dégradé (particulièrement vrai pour la placette A) où des espèces comme *Urtica dioica*, à **caractère très rudéral**, viennent abaisser fortement la valeur de l'indice. Pour les placettes de Junco inflexi – Menthetum longifoliae les valeurs sont usuelles pour ce type de milieu humide.

L'indice floristique d'engorgement reflète la **dépendance de la zone au ruisseau principal** avec une nette différence entre le fond de la zone au contact du ruisseau et les versants un peu plus en hauteur. La variabilité n'est toutefois pas excessive et l'ensemble des placettes présentent une **humidité correcte**.



Comparaison entre la typologie actuelle des placettes et les données habitats de 2010

Pour ce qui est de **l'indice floristique de fertilité**, la variabilité est très faible d'une placette à l'autre (valeurs entre 3,83 et 4,05) et trouve peut être son explication dans **l'humidité du sol** qui, gorgé d'eau aux abords du ruisseau, ralentit la minéralisation des nutriments par manque d'oxygène. Mais il pourrait tout aussi bien s'agir d'une variation due aux **aléas d'échantillonnage**. La médiane de la zone est de **3,94,** ce qui est **un peu supérieur** aux valeurs habituelles de ce type de zone humide.

Résultats des indices floristiques d'engorgement (He), de fertilité (N) et de qualité floristique (CC)

Des menaces d'usages extrêmes (artificialisation VS abandon)

L'enfrichement apparaît comme une menace importante pesant sur la zone. A plus long terme, une autre dégradation très importante pourrait avoir lieu sur la zone : cette dernière appartient à l'entreprise Smoby qui détient l'usine juste de l'autre côté de la route et qui a pour projet **une extension de sa structure**. **L'urbanisation** de la zone étudiée est donc envisagée par le groupe et **détruirait l'intégralité de la zone.**

Menaces	Niveau
Enfrichement	Fort
Extension Smoby	Fort

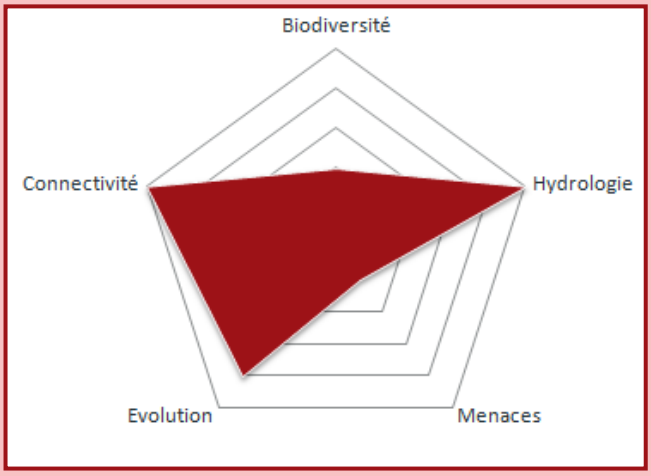
Tableau récapitulatif des principales menaces et estimation de leur niveau par dires d'expert (évaluation du risque et de la sensibilité du milieu)

Les fonctions hydrologiques et biogéochimiques sont très bien remplies avec des phénomènes propres à une zone humide (épuration, rechargement de nappe…). Seules les fonctions biologiques sont atteintes avec **l'enfrichement des prairies humides** Senecio aquatici qui perdent ainsi des espèces patrimoniales et de la diversité spécifique.

Fonctions		MH_15
Hydrologiques	Effet tampon	+
	Rechargement des nappes	+
	Stockage de l'eau	+
Biogéochimiques	Apports de matériaux	+
	Reprise de matériaux	+
	Epuration	+
Biologiques	Réservoir de biodiversité	-
	Productivité	-

Evaluation des fonctions de la zone et de leur intégrité

La zone étudiée est en train **d'évoluer de prairie humide à mégaphorbiaie** pour la zone d'écoulement du ruisseau et **de prairie humide à friche** pour les versants suite à l'abandon du pâturage. L'habitat de Senecio aquatici - Brometum racemosum est d'intérêt communautaire et est en régression en Petite Montagne. Il abrite des **espèces patrimoniales** comme le **Cuivré des marais** qui a d'ailleurs été observé à plusieurs reprises sur la zone. Son **état de conservation est donc assez mauvais** compte tenu de la disparition progressive de cet habitat pour une friche bien moins intéressante écologiquement parlant.



Evaluation des composantes de l'état de conservation

Défrichement et inventaires

- Il est difficile de répondre à la **menace d'urbanisation** de la zone étant donné que le groupe Smoby est déjà propriétaire de cette parcelle. Cette décision va dépendre de l'établissement du nouveau PLUI d'Arinthod où les caractéristiques écologiques de la zone seront prises en compte. Procéder à **de nouvelles compagnes d'inventaires**, notamment sur le **Cuivré des marais** dans la zone centrale, permettrait d'accumuler des arguments écologiques pour éviter la désignation de cette zone comme étant constructible.

- Concernant l'enfrichement, il serait nécessaire de procéder à des travaux de débroussaillements suivis de fauches d'entretien tous les 2 à 3 ans. Ces travaux seront à effectuer sur l'habitat Senecio aquatici dont l'intérêt écologique est prioritaire, tandis que la zone en bordure de ruisseau pourra être laissée à son évolution naturelle en mégaphorbiaie. Cela apporterait une diversité en termes de type de milieux et serait favorable à de nombreuses espèces. Ce serait notamment le cas pour le Cuivré des marais qui utilise les Rumex (souvent *Rumex crispus*) comme plante hôte. Ces plantes, indispensables à sa reproduction, se trouvent dans ces organisations végétales.

Cartographie des préconisations de gestion

Liste des espèces contactées sur la zone "Smoby"

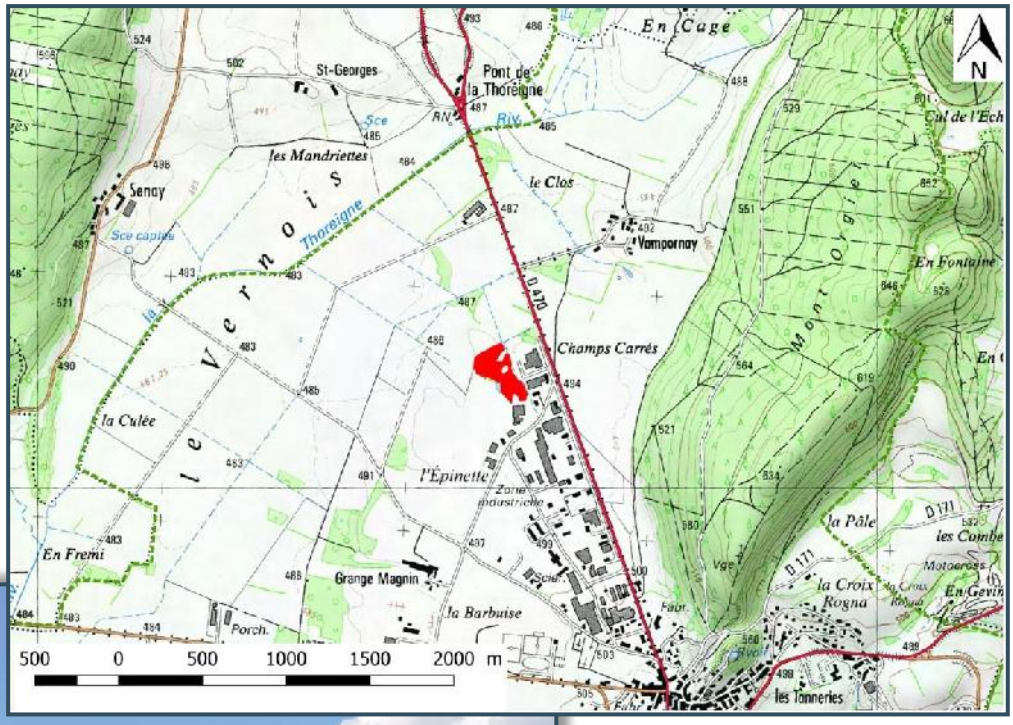
Espèces		Date	Statut	Protection
Flore				
Cruciata laevipes	Gaillet croisette	2018	LC	-
Urtica dioica	Ortie dioïque	2018	LC	-
Veronica chamaedrys	Véronique petit-chêne	2018	LC	-
Mentha longifolia	Menthe à longues feuilles	2018	LC	-
Schedonorus arundinaceus	Fétuque faux-roseau	2018	LC	-
Ranunculus acris	Renoncule âcre	2018	LC	-
Galium uliginosum	Gaillet aquatique	2018	LC	-
Potentilla reptans	Potentille rampante	2018	LC	-
Rubus fruticosus	Ronce commune	2018		-
Arrhenatherum elatius	Fromental élevé	2018	LC	-
Vicia sativa subsp. sativa	Vesse cultivée	2018		-
Cerastium fontanum subsp. vulg	Céraiste commun	2018	LC	-
Lolium multiflorum	Ray-grass d'Italie	2018		-
Bromus hordeaceus	Brome mou	2018	LC	-
Anisantha sterilis	Brome stérile	2018	LC	-
Poa pratensis	Pâturin des prés	2018	LC	-
Phalaris arundinacea	Baldingère faux-roseau	2018	LC	-
Lathyrus pratensis	Gesse des prés	2018	LC	-
Potentilla reptans	Quintefeuille	2018	LC	-
Convolvulus sepium	Liseron des haies	2018	LC	-
Epilobium hirsutum	Épilobe hérissé	2018	LC	-
Poa trivialis	Pâturin commun	2018	LC	-
Juncus inflexus	Jonc glauque	2018	LC	-
Lamiacée sp.	Lamiacée sp.	2018		-
Hypericum tetrapterum	Millepertuis à quatre ailes	2018	LC	-
Bistorta officinalis	Langue de Bœuf	2018	LC	-
Cirsium vulgare	Cirse commun	2018	LC	-
Ranunculus repens	Renoncule rampante	2018	LC	-
Rumex crispus	Patience crépue	2018	LC	-
Veronica chamaedrys	Véronique petit chêne	2018	LC	-
Holcus lanatus	Houlque laineuse	2018	LC	-
Schedonorus arundinaceus	Fétuque Roseau	2018	LC	-
Cerastium fontanum subsp. vulg	Céraiste commune	2018	LC	-
Lychnis flos-cuculi	Oeil-de-perdrix	2018	LC	-
Equisetum palustre	Prêle des marais	2018	LC	-
Lysimachia nummularia	Herbe aux écus	2018	LC	-
Vicia sativa subsp. sativa	Vesce cultivée	2018		-
Vicia hirsuta	Vesce hérissée	2018	LC	-
Trifolium pratense	Trèfle des prés	2018	LC	-
Geranium dissectum	Géranium découpé	2018	LC	-
Rumex acetosa	Oseille des prés	2018	LC	-
Galium aparine	Gaillet gratteron	2018	LC	-

Espèces		Date	Statut	Protection
Dactylis glomerata	Dactyle aggloméré	2018	LC	-
Amphibiens				
Lycaena dispar	**Cuivré des marais**	**2018**	**NT**	**Nationale**

Zone industrielle d'Orgelet
(Orgelet)

Une mosaïque d'habitats en évolution

Coordonnées GPS : X : 899355
Y : 6607083
Commune : Orgelet
Altitude : 490 m
Surface : 2,2 ha
Nb propriétaires : 2
Nb habitats : au moins 3 (dont 1 IC)
Nb relevés botaniques : 5
Diversité floristique : 52



Localisation du site

Aperçu des deux grands types d'habitats de la zone : une prairie humide exploitée à gauche et une mégaphorbiaie à droite

Espèces patrimoniales		Date	Statut	Protection
Flore				
Gaudinia fragilis	Gaudinie fragile	2009	NT	-
Scorzonera humilis	Scorsonère des prés	2009	NT	-
Amphibiens				
Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	2018	LC	Nationale
Triton crêté	Triturus cristatus	2018	NT	Nationale
Triton palmé	Lissotriton helveticus	2018	LC	Nationale

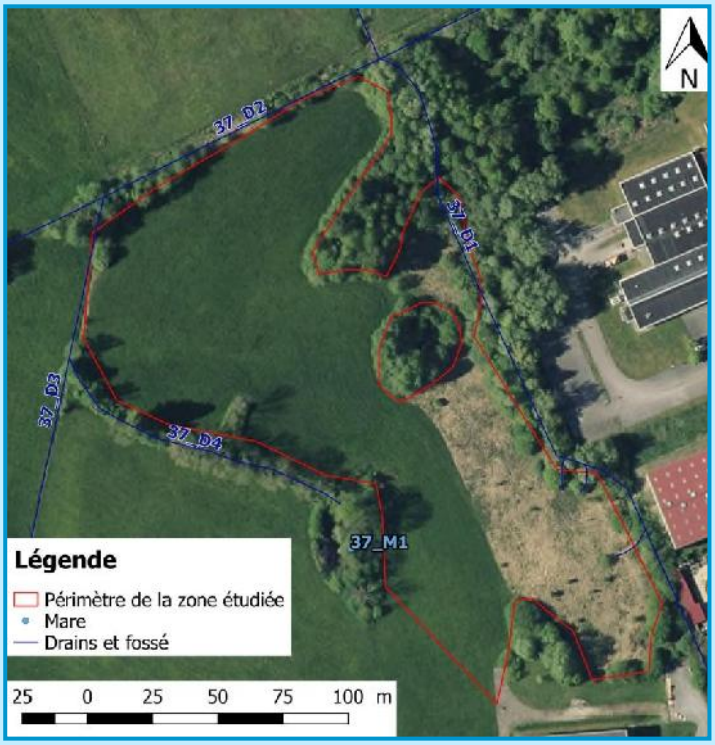
Tableau récapitulatif des espèces patrimoniales (protégées et/ou menacées) présente sur site

Située à l'extrémité de la **zone industrielle d'Orgelet**, cette zone est constituée de 2 habitats (en 2009) entourés de drains, d'un fossé et d'une mare. La délimitation entre les deux habitats (deux prairies humides d'après les données habitats de 2009) peut être assez floue lorsque les deux sont gérés de la même manière ou être bien plus nette du fait de l'utilisation d'un des habitats (Seneciono aquatici – Brometum racemosi) comme **prairie de fauche** alors que Festuco arundinaceae – Molinietum caeruleae est laissé à son **évolution naturelle**.
Le site est relié à un second milieu humide au nord-est par des drains.
Aussi loin que l'on puisse remonter, l'intégralité de la zone (y compris la partie est) a toujours été utilisée à **des fins agricoles**. C'est depuis les années 90, que l'on observe l'apparition de haies et de bosquets ainsi que **l'abandon progressif** de la partie est de la zone. Cette dernière a donc évolué de prairie humide à mégaphorbiaie.
L'exutoire du site est orienté vers la Thoreigne et l'ensemble des eaux y transitant finissent par atteindre la rivière. Il s'agit du cours d'eau majeur de cette partie de la Petite Montagne et nombreux sont les Hommes en dépendant ou vivant à proximité. Ici encore l'effet tampon de la zone pourrait permettre de limiter les inondations et sécheresses et l'épuration naturelle de l'eau participerait à la bonne qualité du cours d'eau.

Une zone historiquement drainée

Hydrographie :

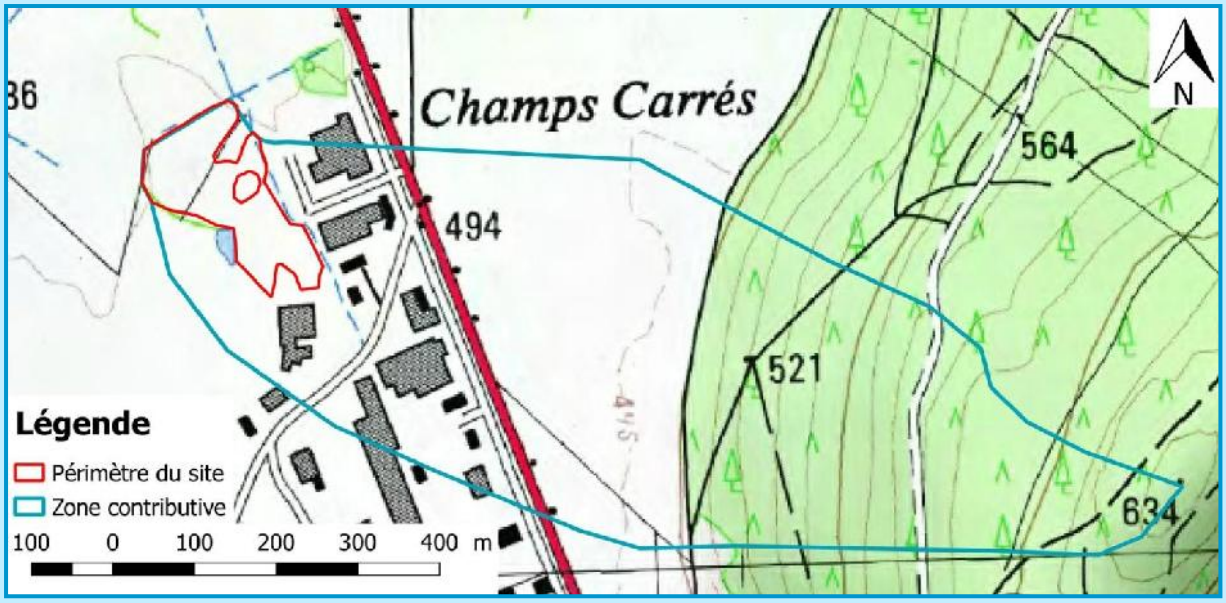
La zone étant située dans une **plaine avec peu de relief**, la zone contributive s'étend sur près de 40 ha. La route coupe cette zone contributive et il est probable qu'elle modifie les écoulements naturels avec la présence de systèmes récupérant l'eau de ruissellement et la rejetant plus loin. L'eau provenant de l'est de la route n'arrive donc potentiellement pas jusqu'à la zone.
La zone est encadrée par des drains au nord et à l'ouest et par un fossé (D1) plus profond à l'est. On retrouve des traces d'anciens drains aujourd'hui partiellement comblés (notamment dans la partie est), qui témoignent d'un drainage plus intensif encore auparavant. Les drains restants (D2, D3 et D4) sont tous **temporaires**, y compris le fossé dont l'un des objectifs est la récupération des eaux pluviales des surfaces artificialisées alentours (bâtiments, parking, zone de stockage…). Les autres drains sont quasiment toujours à sec et ne servent qu'à évacuer l'eau lors des pluies. La mare (M1) n'est donc pas connectée à un cours d'eau et dépend de la **nappe** dont elle indique d'ailleurs le niveau. Ce point d'eau possède des berges variées : plus ou moins abruptes, boisées ou recouvertes de roseaux… qui lui confèrent une attractivité certaine pour la faune.



Localisation des entités hydrologiques de la zone

Odonates :

L'indice de Jackknife est de 65%, ce qui n'est pas suffisant pour considérer l'échantillon comme représentatif de la zone. Néanmoins, 7 espèces d'odonates ont été observées ce qui est plutôt important au regard des autres zones. Cette diversité est permise par l'agencement de la mare avec notamment la présence d'une **roselière** en bordure qui est favorable à plusieurs espèces (*Aeshna affinis*, *Sympetrum sanguineum*…) et la présence de haies et bosquets aux alentours, constituants des habitats pour la **maturation** des jeunes imagos. La mare en elle-même a une végétation aquatique assez développée qui sert de **support de ponte** à de nombreuses espèces.



Zone contributive

Amphibiens :

Crédit photo : Tiberiu Sahlean

Triton crêté mâle

3 espèces d'amphibiens ont été contactées sur la zone. L'indice de diversité de Simpson est de 0,42 car les effectifs de chaque espèce sont plus ou moins équilibrés. Pour ce qui est de la sténoècie brute et relative, elles sont plus faibles (respectivement 0,125 et 0,2) car seul le **Triton crêté** est une espèce sténoèce et est présent sur les 5 espèces potentielles. *Hyla arborea* n'a pas été contactée sur le site Natura 2000 depuis 1996 et cette donnée était à plus de 3,5 km de la zone étudiée. L'Alyte accoucheur et le Sonneur à ventre jaune sont des espèces pionnières dont l'habitat ne concorde pas avec ceux présents sur la zone étudiée, ce qui peut expliquer leur absence. La non observation de Grenouilles rousses sur le site est peut-être liée à l'échantillonnage car la première session de terrain était un peu tardive vis-à-vis de cette espèce qui n'a d'ailleurs été que peu observée en général cette année. Les conditions météorologiques ont potentiellement décalé la saison de reproduction aux mois de janvier/février.

Toujours est-il que ce site présente des **conditions très intéressantes** pour plusieurs espèces d'amphibiens dont le Triton crêté, espèce classée comme quasi menacée, déjà observée à moins d'un kilomètre de la mare M1. Cette dernière fait donc parti d'un **réseau de mares** favorable à cette espèce patrimoniale.

Des habitats à différents stades d'évolution

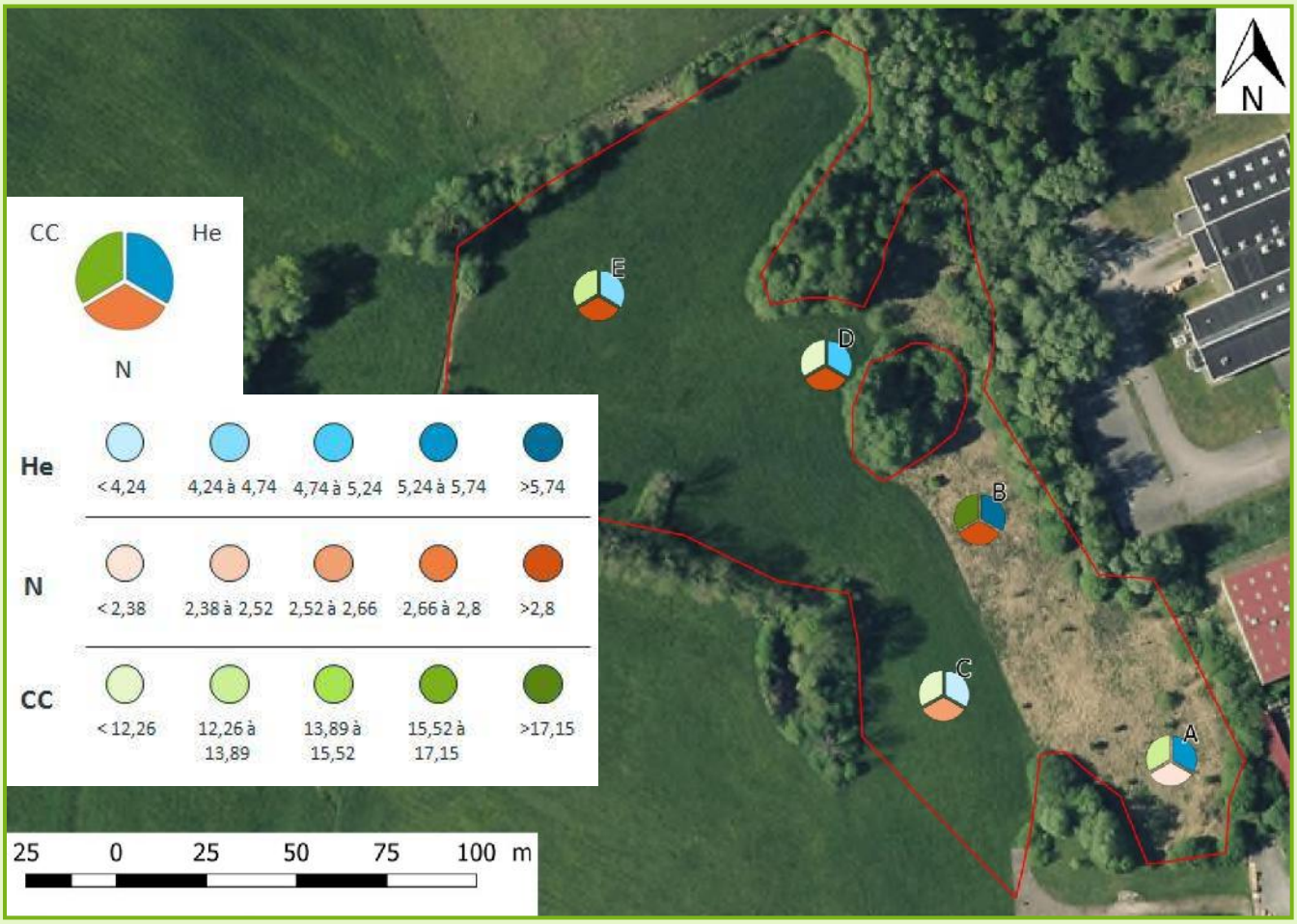
Festuco arundinaceae - Molinietum caeruleae est **d'intérêt communautaire** et est présent sous deux formes : au nord il s'agit d'une **prairie humide** entretenue par fauchage puis pâturage et à l'est il a été laissé à son évolution naturelle en **mégaphorbiaie** où la diversité spécifique est moindre. Les deux zones de prairie correspondant aux deux habitats ne sont pas nettement différentes (la placette E correspond toutefois plus à Festuco arundinaceae – Molinietum caeruleae avec la présence de *Sanguisorba officinalis* et *Festuca arundinacea*) et il est probable que les deux habitats se soient mélangés au cours du temps pour former des **faciès intermédiaires**.

L'indice floristique d'engorgement montre un **gradient d'humidité** du sol du sud-est au nord-ouest. La partie est semble beaucoup plus humide que le reste de la zone, ce qui expliquerait qu'elle ait été laissée de côté pour l'agriculture. Sur le terrain on observe d'ailleurs de nombreux anciens drains, aujourd'hui pratiquement comblés, reliés au fossé et qui devait permettre l'exploitation de la zone dans le passé. La médiane du site est de 5,04 ce qui est **assez faible** pour ce type de zone humide. Cette dernière étant encadrée par des drains (dont le fossé particulièrement profond), il n'est pas étonnant de trouver cette valeur.

Typologie des placettes et répartition des habitats selon les données de 2009

L'indice floristique de fertilité a une variabilité faible entre placettes, qui pourrait être simplement due aux **aléas de l'échantillonnage**. La médiane de 2,83 correspond aux valeurs typiques de ce type de zone humide : l'épandage de fumier pratiqué sur la zone n'a pas d'impact négatif.

L'indice de qualité floristique médian est de 12,69 pour ce site, ce qui correspond aux valeurs usuelles de ce type de zone. On observe une nette différence entre la **placette B** et les autres. Cette placette semble être à cheval entre une mégaphorbiaie et Festuco arundinaceae – Molinietum caeruleae avec notamment la **forte dominance** de ***Molinia caerulea*** et de *Galium boreale,* **espèces typiques** de cet habitat. Ce sont d'ailleurs ces espèces qui sont responsables de la valeur de son indice de qualité floristique. **L'abandon agricole** a permis à cette zone d'exprimer totalement son peuplement végétal qui continue aujourd'hui son **évolution en mégaphorbiaie**. La placette A constitue la prochaine étape de l'évolution de cet habitat.



Résultats des relevés botaniques : indices floristiques d'engorgement (He), de fertilité (N) et indice de qualité floristique (CC)

Une zone à fort potentiel et aux menaces multiples

L'**assèchement**, la **pollution** et l'**urbanisation** sont trois menaces pesant sur cette zone. Très proche de la zone industrielle, elle subit un apport conséquent en **polluants multiples** (pollution de l'eau mais aussi déchets plastiques et autres). Cela là met également dans une position délicate vis-à-vis d'une probable extension de la ZI. En effet, l'étude diachronique montre que l'urbanisation a tendance à s'étendre le long de la D470 et le site possède une localisation très intéressante pour l'implantation de nouveaux hangars et bâtiments.

Menaces	Niveau
Urbanisation	Fort
Asséchement	**Fort**
Pollution	Moyen

Principales menaces et évaluation de leur niveau par dires d'expert (estimation du risque et de la la sensibilité du site)

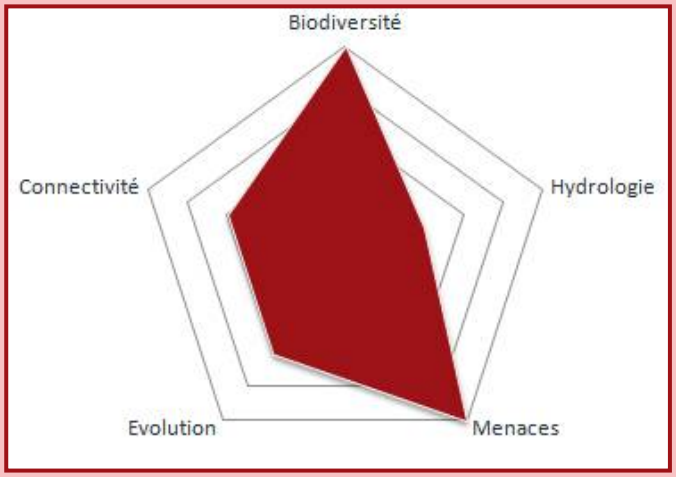
Fonctions		MH_37
Hydrologiques	Effet tampon	-
	Rechargement des nappes	-
	Stockage de l'eau	-
Biogéochimiques	Apports de matériaux	-
	Reprise de matériaux	=
	Epuration	=
Biologiques	Réservoir de biodiversité	+
	Productivité	+

Evaluation des fonctions de la zone et de leur intégrité

Les fonctions biologiques sont bien remplies avec des espèces intéressantes utilisant le site et une productivité accrue par le caractère humide de la zone. Les fonctions hydrologiques sont peu satisfaisantes pour cette zone : la présence des **drains** et du **fossé** viennent fortement les perturber. La fonction d'apport de matériaux est limitée par la **route** qui vient couper le site d'une partie de sa zone contributive. Concernant l'épuration et la reprise de matériaux, ces fonctions sont limitées par le mauvais état des fonctions hydrologiques.

La gestion actuelle est plutôt **bien adaptée** à la zone : l'abandon de la partie est permet de **diversifier les types d'habitats**, elle constitue un **refuge** pour la faune lors de la fauche par exemple. La fauche et l'épandage ne semblent pas avoir d'impacts négatifs sur les habitats exploités et permettent de garder ces derniers ouverts.

La zone étudiée est dans un **état de conservation plutôt moyen** avec des bons et des mauvais points s'équilibrant. La **mare** et la **diversité des habitats** (en terme de gestion et donc de faciès) sont des **atouts écologiques**. Mais la présence des **drains** et surtout du **fossé** à l'est constitue un problème au bon fonctionnement de la zone : elle est **asséchée** voire même **polluée** (surtout concernant le fossé) par ces drains. Bien qu'il existe un autre milieu humide un peu plus au nord et que les deux soient reliés par un drain, l'importance du réseau de drainage et l'agriculture assez intensive de la zone (drainage, destruction des haies etc.) mettent à mal la connectivité de la zone et ses corridors écologiques.



Evaluation des composantes de l'état de conservation

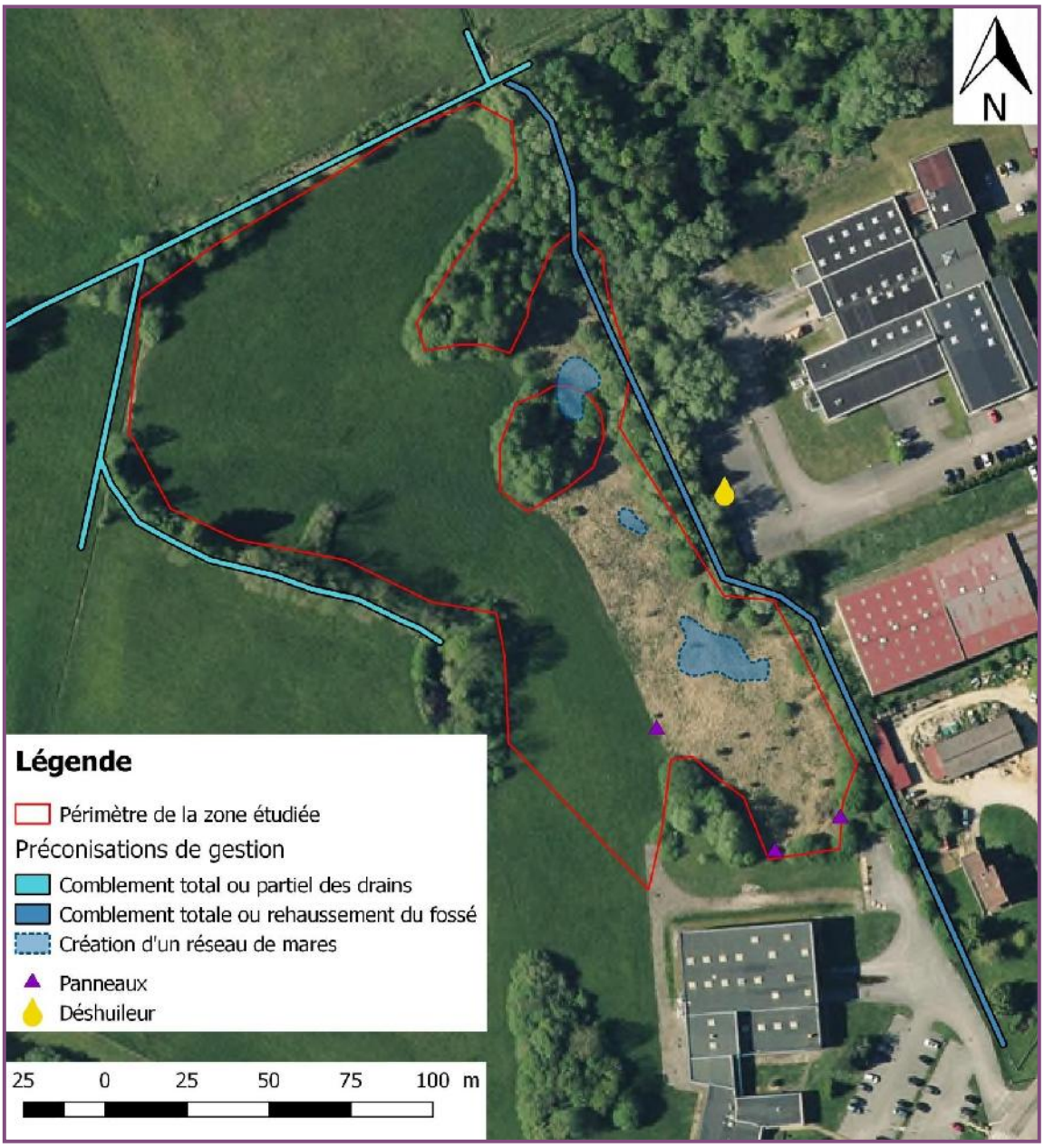
Améliorer les fonctions hydrologiques et le potentiel du site

- La mare M1 constitue un des principaux intérêts écologiques de cette zone car elle accueille une diversité d'espèces conséquente, et notamment le **Triton crêté**. Ce dernier est très lié à la **notion de réseau** et la **création d'autres mares** permettrait d'améliorer encore la population présente. Etant donné que la zone est n'est plus utilisée par l'agriculture, deux ou trois mares aux profils différents (sous couvert forestier, en milieu ouvert, aux profondeurs et berges variées…) pourraient y être creusées sans que cela ne nuise aux activités humaines. Le caractère **pionnier** de ces mares nouvelles creusées pourrait d'ailleurs attirer d'autres espèces patrimoniales comme l'**Alyte accoucheur** ou le **Sonneur à ventre jaune**.

- Pour lutter contre l'assèchement de la zone, le **comblement de l'ensemble des drains** serait la mesure la plus efficace. Ce comblement pourrait se faire grâce à la terre obtenue suite au creusement des mares ou à l'aide de terre extérieure au site (en prenant garde aux contaminations par des espèces invasives).
  Dans le cas où le comblement de tous les drains n'est pas possible, il faudrait au moins combler les drains en partie et **remonter le lit du fossé** dont la profondeur provoque un drainage important de la zone.

- La progression de l'urbanisation et de l'artificialisation des sols est un phénomène compliqué à enrailler mais continuer à mener des campagnes d'**inventaires** visant le Triton crêté et d'autres taxons (odonates, flore, etc.) permettrait de rassembler des éléments pour protéger cette zone.

- Parmi les multiples pollutions on observe de nombreux déchets plastiques et autres dont la source précise est difficilement identifiable. Ces déchets ont principalement été trouvés dans la partie est de la zone. Une **signalisation** avec un rappel sur l'interdiction de jeter ses déchets dans la nature pourrait améliorer la situation.
  La mise en place d'une **journée de ramassage** des déchets en faisant appel à des bénévoles permettrait de nettoyer un peu la zone (voire d'autres sites aux alentours !).
  Une cause probable de pollution des eaux serait le **rejet des eaux pluviales** transitant par les toits et/ou les surfaces artificialisées des entrepôts directement dans le fossé (présence de tuyaux témoignant d'un rejet d'eau en provenance des entrepôts). La mise en place d'un **traitement de ces eaux** de ruissellement (**déshuileur**), si les bâtiments concernés n'en possèdent pas, limiterait ces pollutions. En effet, la surface artificialisée (dont parkings et aires de stockage) par ces constructions est importante et est directement aux abords du site.



Préconisations de gestion

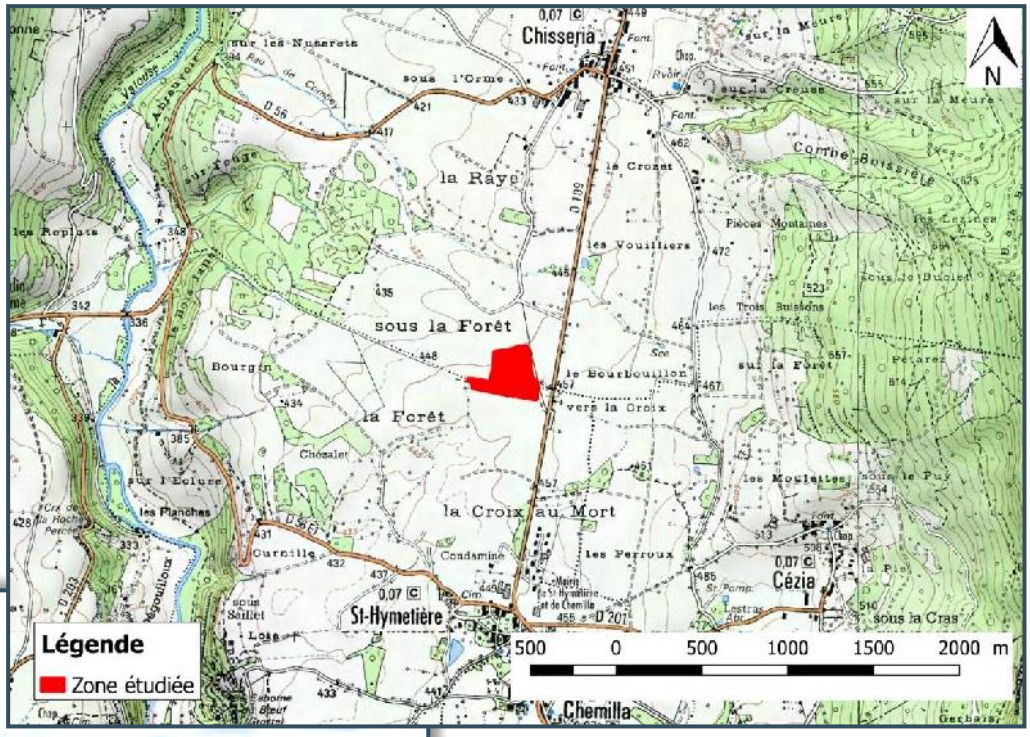
Liste des espèces contactées sur la zone "Zone industrielle d'Orgelet"

Espèces		Date	Statut	Protection
Flore				
Achillea millefolium	Achillée millefeuille	2018	LC	-
Agrostis stolonifera	Agrostide stolonifère	2018	LC	-
Ajuga reptans	Bugle rampante	2018	LC	-
Angelica sylvestris	Angélique sauvage	2018	LC	-
Anthoxanthum odoratum	Flouve odorante	2018	LC	-
Arrhenatherum elatius	Fromental élevé	2018	LC	-
Betonica officinalis	Épiaire officinale	2018	LC	-
Briza media	Amourette commune	2018	LC	-
Carex flacca	Laîche glauque	2018	LC	-
Carex spicata	Laîche en épis	2018	LC	-
Centaurea jacea	Centaurée jacée	2018	LC	-
Cerastium fontanum subsp. vulg	Céraiste commune	2018	LC	-
Cirsium arvense	Chardon des champs	2018	LC	-
Cirsium palustre	Cirse des marais	2018	LC	-
Convolvulus arvensis	Liseron des champs	2018	LC	-
Cruciata laevipes	Gaillet croisette	2018	LC	-
Cynosurus cristatus	Crételle des prés	2018	LC	-
Dactylis glomerata	Dactyle aggloméré	2018	LC	-
Daucus carota	Carotte sauvage	2018	LC	-
epilobium parviflorum	Épilobe à petites fleurs	2018	LC	-
Galeopsis tetrahit	Ortie royale	2018	LC	-
Galium boreale	Gaillet boréal	2018	LC	-
Galium verum	Gaillet jaune	2018	LC	-
Heracleum sphondylium	Berce commune	2018	LC	-
Holcus lanatus	Houlque laineuse	2018	LC	-
Holcus mollis	Houlque molle	2018	LC	-
Jacobaea erucifolia	Séneçon à feuilles de Roquette	2018	LC	-
Knautia arvensis	Scabieuse	2018	LC	-
Lathyrus pratensis	Gesse des prés	2018	LC	-
Leucanthemum vulgare	Marguerite commune	2018		-
Lotus corniculatus	Lotier corniculé	2018	LC	-
Lychnis flos-cuculi	Oeil-de-perdrix	2018	LC	-
Medicago lupulina	Luzerne lupuline	2018	LC	-
Molinia caerulea	Molinie bleue	2018	LC	-
Phleum pratense	Fléole des prés	2018		-
Plantago lanceolata	Plantain lancéolé	2018	LC	-
Poterium sanguisorba	Pimprenelle à fruits réticulés	2018	LC	-
Prunella vulgaris	Brunelle commune	2018	LC	-
Ranunculus repens	Renoncule rampante	2018	LC	-
Ranunculus tuberosus	Renoncule des bois	2018	LC	-
Rubus caesius	Ronce à fruits bleus	2018	LC	-
Rumex acetosa	Oseille des prés	2018	LC	-
Sanguisorba officinalis	Grande pimprenelle	2018	LC	-
Schedonorus arundinaceus	Fétuque Roseau	2018	LC	-
Schedonorus pratensis	Fétuque des prés	2018	LC	-
Scrophularia nodosa	Scrophulaire noueuse	2018	LC	-
Tragopogon pratensis	Salsifis des prés	2018	LC	-
Trifolium campestre	Trèfle champêtre	2018	LC	-
Trifolium pratense	Trèfle des prés	2018	LC	-
Trifolium repens	Trèfle rampant	2018	LC	-
Veronica chamaedrys	Véronique petit chêne	2018	LC	-
Vicia cracca	Vesce cracca	2018	LC	-
Gaudinia fragilis	**Gaudinie fragile**	**2009**	**NT**	-
Scorzonera humilis	**Scorsonère des prés**	**2009**	**NT**	-
Amphibiens				
Triton alpestre	**Ichthyosaura alpestris**	**2018**	**LC**	**Nationale**
Triton crêté	**Triturus cristatus**	**2018**	**NT**	**Nationale**
Triton palmé	**Lissotriton helveticus**	**2018**	**LC**	**Nationale**
Odonates				
Aeshna affinis	Aeschne affine	2018	LC	-
Calopteryx virgo virgo	Caloptéryx vierge	2018	LC	-
Coenagrion puella	Agrion jouvencelle	2018	LC	-
Libellula depressa	Libellule déprimée	2018	LC	-
Libellula quadrimaculata	Libellule à quatre tâches	2018	LC	-
Pyrrhosoma nymphula	Petite nymphe au corps de feu	2018	LC	-
Sympetrum sanguineum	Sympétrum sanguin	2018	LC	-

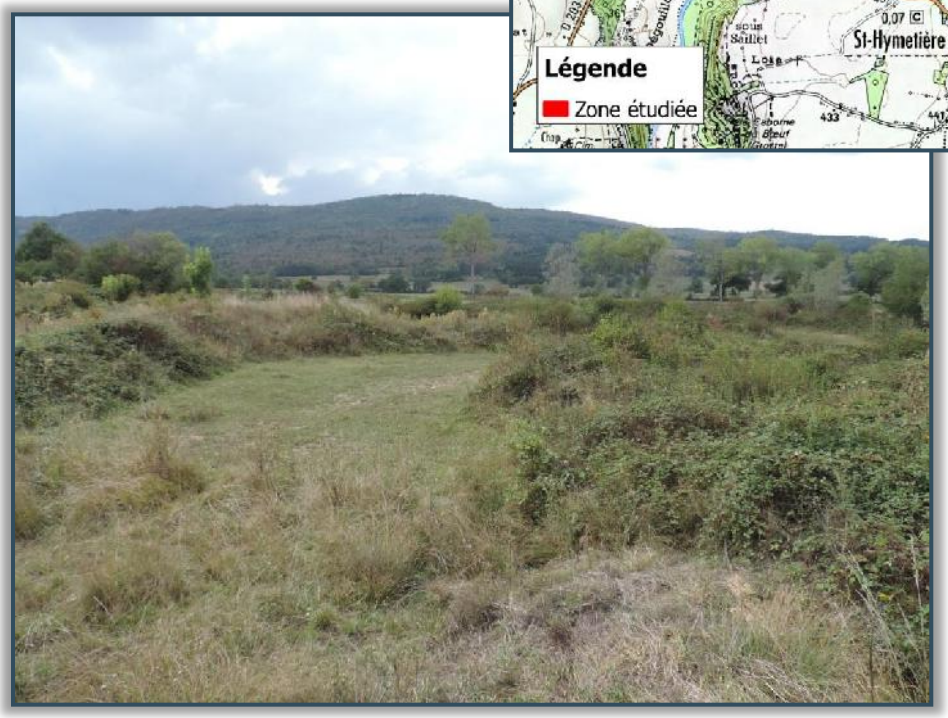
!! Motocross (Chisseria)

Une zone très anthropisée puis abandonnée

Coordonnées GPS : X : 618781
Y : 5839528
Commune : Chisseria
Altitude : 450 m
Surface : 3,66 ha
Nb propriétaires : 2
Nb habitats : au moins 3
Nb relevés botaniques : 5
Diversité floristique : 77



Localisation du site



Aperçu des buttes couvertes de ronciers qui entourent l'ancienne piste de motocross (à gauche)

Espèces patrimoniales		Date	Statut	Protection
Amphibiens				
Ichthyosaura alpestris	Triton alpestre	2018	LC	Nationale
Lissotriton helveticus	Triton palmé	2018	LC	Nationale
Pelophylax sp.	Grenouille verte sp.	2018	LC	Nationale
Rana temporaria	Grenouille rousse	2018	LC	Nationale
Triturus cristatus	Triton crêté	2018	NT	Nationale

Tableau récapitulatif des espèces patrimoniales (protégées et/ou menacées) présente sur le site

Situé en **plaine**, ce site est un **ancien terrain de moto cross aujourd'hui abandonné**. Il n'a pas fait l'objet d'inventaires et la cartographie de ses habitats n'est donc pas disponible. Ce terrain a été aménagé entre 2006 et 2010. Auparavant il s'agissait **d'une prairie de fauche et de pâturage**, comme c'était le cas depuis plusieurs décennies (au moins depuis 1935). Le sud du site est toujours utilisé comme zone de pâturage mais sur une période assez courte : la pression de pâturage est faible.
La zone a subit un bon nombre de **modifications topographiques** avec la **création de buttes et de creux** qui se sont aujourd'hui transformés en **mares**. On retrouve également la trace **d'anciens drains** au sud de la zone, là où le sol n'a pas été modifié pour créer le parcours de moto cross.

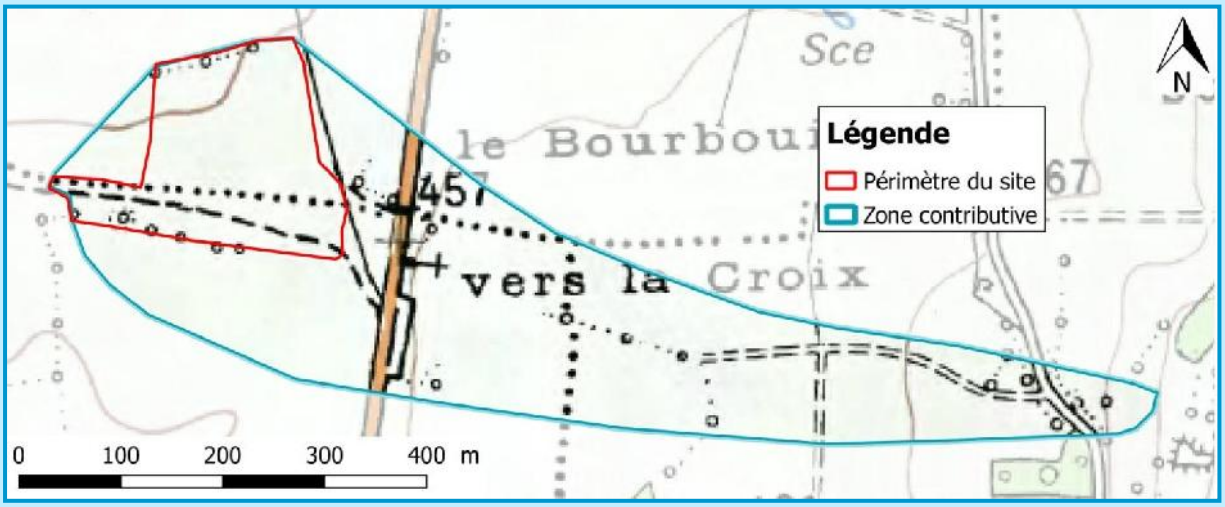
Une hydrologie bouleversée très intéressante

Hydrographie :

Les **nombreuses modifications** suite à l'aménagement du circuit de moto cross ont conduit à la création **d'un bon nombre de mares**. Elles ont des formes et des profondeurs assez **variées** : de la simple dépression de quelques centimètres de profondeur à une belle mare peuplée de roseaux et profonde d'un mètre. M1 constitue la seule mare antérieure au circuit de moto cross (on peut déjà l'apercevoir en 1935).
Il existe quelques **drains**, témoins de **l'ancienne utilisation agricole** du site, presque entièrement rebouchés. Le plus profond (D2) est à l'origine d'un **réseau de mares** qui communiquent entre elles par son intermédiaire lors des périodes très pluvieuses. Ce drain arrive de l'est de la zone : il passe sous la route puis le long de la place de stockage avant d'arriver sur le site.

Localisation des entités hydrologiques de la zone

La zone contributive est **5 fois** plus importante que le site étudié. Elle s'étend sur un relief très faible, vers l'ouest, où la totalité de la surface couverte est utilisée pour l'agriculture (prairies de fauche et/ou de pâturage).



Zone contributive

Odonates :

D'après l'indice de Jackknife, 87 % de la population réelle a été observée. Le calcul de l'indice donne une intégrité du peuplement d'odonates de **40 %**. En effet, seulement **6 espèces sur les 15 attendues** ont été observées. Notons que la deuxième session de terrain s'est déroulée en plein milieu d'une **période de sécheresse** et que la grande majorité des points d'eau étaient à sec (seule M1 était encore en eau), ce qui explique un nombre de données très faible pour la deuxième session. Parmi les espèces attendues et non observées, certaines sont très sensibles à la **pollution des eaux**, comme ***Coenagrion pulchellum***, et l'ancienne utilisation du site est peut être à mettre en cause. En effet, les gaz de pot d'échappement et l'huile des moteurs pouvaient très bien finir dans le sol et dans l'eau. Le champ de culture à l'est du site peut également être une source de pollution selon les pratiques utilisées (pesticides, herbicides…). Une **analyse chimique** de l'eau permettrait de s'assurer du niveau de pollution des mares du site.

Ponte de Grenouille rousse dans une des mares du site (observation hors protocole)

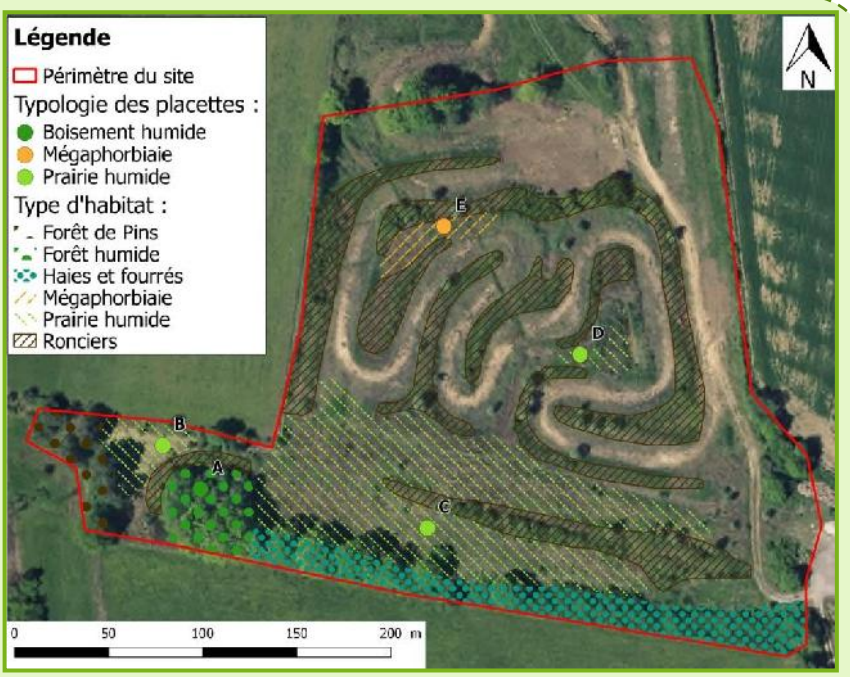
Amphibiens :

L'I2PA vaut 1,44 pour ce site. C'est une valeur **plutôt importante** au regard des autres sites étudiés. Elle s'explique par une **diversité** plutôt conséquente (5 espèces) dont les effectifs ne sont pas trop déséquilibrés (sauf pour les têtards de *Rana temporaria*, au nombre de 150). La sténoècie relative est plutôt bonne avec 2 espèces contactées sur les 3 attendues. L'espèce manquante est ***Bombina variegata***, dont la plus proche station connue est à 2,5 km au delà des premiers reliefs à l'est. Certaines mares pourraient lui être favorables et la colonisation du site n'est peut être qu'une **question de temps**.

La présence de ***Triturus cristatus*** dans deux des mares du site est à souligner. Le bosquet forestier présent sur la zone est probablement la **zone d'hivernage** de cette espèce et sa présence est donc toute aussi importante que celle des mares.

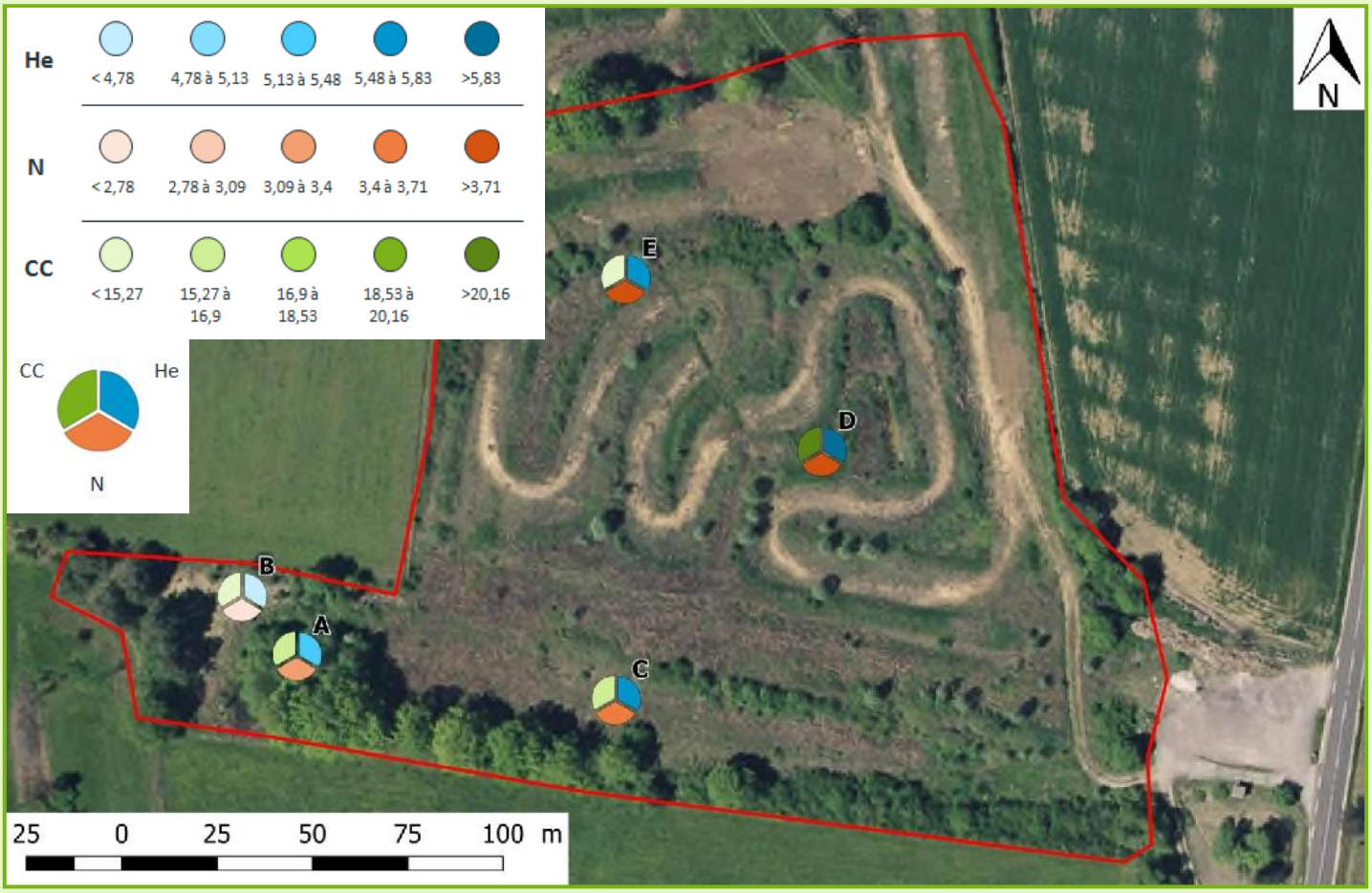
Des habitats pionniers en évolution

Les aménagements drastiques de la zone l'ont conduite à un **stade pionnier** très particulier où toutes les structures pédologiques se sont retrouvées bousculées et mélangées. La recolonisation végétale en est forcément influencée : certaines zones sont très lentement colonisées par la végétation (notamment le tracé de l'ancien circuit où le tassement est très important) et d'autres sont déjà à des stades plus ou moins avancés de l'évolution des peuplements floristiques. C'est notamment le cas des buttes où des peuplements de prairies, de mégaphorbiaie et surtout de **ronciers** se sont installés. Concernant le sud du site, épargné par les travaux d'aménagement du circuit, le quasi abandon des pratiques agricoles a conduit les prairies (sûrement Junco inflexi – Menthetum longifoliae) à **évoluer en friche** par endroits.



Typologie des placettes botaniques et cartographie approximative des grands types d'habitats présents sur la zone

L'indice floristique d'engorgement médian du site est de 5,62, valeur **assez faible** mais toujours usuelle de ce type de zone humide. On observe un engorgement du sol moindre dans la partie sud-ouest du site, avec parfois des valeurs très faibles comme pour la placette B. La **présence d'un drain** (D1) pourrait expliquer en partie ces faibles valeurs.
L'indice floristique de fertilité du site est de 3,46. C'est une valeur **assez haute** mais toujours usuelle de ces milieux. Les deux placettes les plus riches sont celles ayant subit des changements radicaux dans la structure du sol (retournement et mélange lors du creusement du circuit). Il n'est pas possible que de **la terre ait été apportée** pour former les buttes et que ce sol soit plus riche que le sol initial, d'où des valeurs plus importantes sur les buttes.
L'indice de qualité floristique médian est de 15,40. C'est une **valeur étonnante** pour un site ayant subit tant de modifications brutales car il s'agit d'une valeur usuelle de ce type de zone humide. Le plus étonnant est que la placette avec l'indice le plus élevé (d'une valeur de 21,79) est située sur une butte (placette D) tandis que la placette E (aussi située sur une butte) a des valeurs bien plus faibles, tout comme le reste de la zone. La valeur de la placette D est expliquée par une population importante de ***Juncus inflexus***. La même espèce est présente sur la placette E mais de façon moins abondante. En effet, elle est concurrencée par des espèces beaucoup **plus rudérales** comme *Galium album, Carex hirta* ou *Rubus fruticosus*. Ces différentes structures végétales sont difficiles à expliquer et sont sûrement **l'œuvre du hasard** lors des travaux de creusement du circuit. En ce qui concerne la valeur bien plus faible de la placette B (mais toujours usuelle), elle peut s'expliquer par un peuplement floristique très typique d'une prairie humide tandis que la placette C oscille vers la mégaphorbiaie et que la placette A est en forêt. Les espèces présentes sur B sont avant tout des espèces de prairies (*Trifolium*, *Holcus lanatus*, *Briza media, Plantago*…).



Résultats des relevés botaniques : indices floristiques d'engorgement (He), de fertilité (N) et indice de qualité floristique (CC)

Une évolution homogène vers l'enfrichement

La majorité des buttes sont sujette à **une évolution naturelle en friche** avec un développement important de **ronciers**. Des **fourrés denses de Saules et de Prunelliers** sont également présents et en expansion. Une menace très importante est donc la colonisation d'une grande partie de la zone par ces peuplements floristiques à faible valeur écologique.

L'utilisation actuelle de la zone est très limitée : **abandon total de l'ancien circuit** et **pâturage limité** de la zone. Il est possible que cette situation soit amenée à évoluer vers un usage plus productif. **L'ancienne activité de moto cross** pourrait être **réhabilitée** ou la zone pourrait être **à nouveau drastiquement modifiée** pour d'autres usages (agricoles, urbains…). Dans le premier cas, la colonisation de la zone par la faune serait réduite à néant par dérangement voire destruction d'espèces. Dans le deuxième cas, l'ensemble des cortèges floristiques et faunistiques seraient à nouveau détruits.

Enfin, **la pollution** suite aux usages qui ont été fait du site et de sa zone contributive peut être conséquente et se retrouver dans le sol et l'eau. Les apports en eau de D2 peuvent également charrier des substances nocives issues du trafic routier. Des analyses plus poussées permettraient de mesurer l'ampleur de cette menace.

Menaces	Niveau
Pollution	Moyen
Enfrichement	**Fort**
Utilisation future	Fort

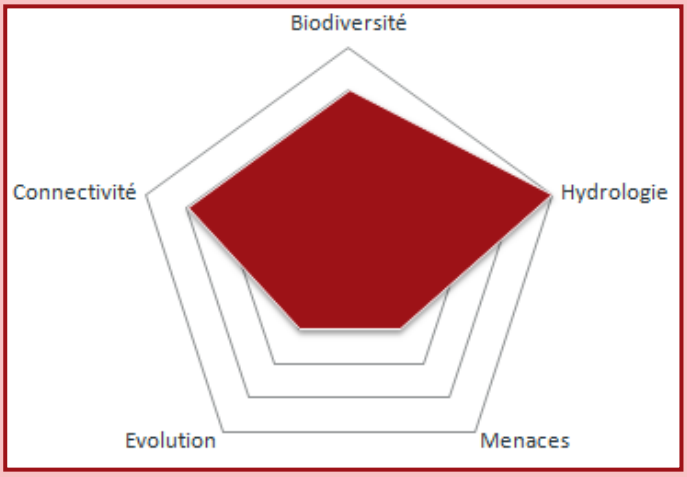
Principales menaces et évaluation de leur niveau par dires d'expert (estimation du risque et de la sensibilité du site)

Fonctions		MH_40
Hydrologiques	Effet tampon	+
	Rechargement des nappes	+
	Stockage de l'eau	+
Biogéochimiques	Apports de matériaux	+
	Reprise de matériaux	+
	Epuration	=
Biologiques	Réservoir de biodiversité	+
	Productivité	=

Evaluation de l'intégrité des fonctions de la zone

Les fonctions hydrologiques sont **plutôt bien remplies** par la zone qui ne comprend que peu d'éléments pouvant les perturber (seulement quelques drains aujourd'hui à moitié rebouchés). L'épuration de l'eau n'est pas totalement remplie du fait des modifications récentes du sol qui pourraient avoir perturbé les systèmes pédologiques propres aux zones humides et de la végétation qui a tendance à tendre vers des peuplements peu typiques des milieux humides (fourrés et ronciers). Enfin, la biodiversité est assez remarquable au regard des perturbations subites (avec la présence d'espèces remarquables comme le **Triton crêté**) mais la productivité n'est pas entièrement satisfaisante : zones très pauvres en végétation (tracé du circuit) ou envahie par les ronciers (buttes).

L'état de conservation est **plutôt bon pour un milieu aussi perturbé** que celui-ci, avec notamment une biodiversité et une hydrologie remarquables (présence de mares très intéressantes). La connectivité est également satisfaisante avec seulement la route à l'est pouvant la compromettre. L'évolution de la zone est évidemment mauvaise avec des perturbations très importantes suite à l'aménagement du circuit. Néanmoins, quelques points positifs peuvent quand même en ressortir avec la création d'un réseau de mares intéressant dont certaines sont peuplées par du Triton crêté. Enfin, les menaces pesants sur la zone ne sont pas négligeables et certaines engendreraient des dommages conséquents à l'état de conservation du site.



Evaluation des composantes de l'état de conservation

Améliorer les fonctions hydrologiques et le potentiel du site

- Le **rebouchage de l'arrivée du drain D2** ainsi que la par l'installation de panneaux en bois par exemple, permettrait de limiter le drainage de la zone ainsi que l'apport de potentiels polluants. La terre utilisée pour reboucher le drain pourrait provenir du creusement des mares supplémentaires par exemple. Dans le cas d'un apport de terre, il faudra prêter attention aux espèces invasives.

- La fermeture du site par progression des ronciers et fourrés pourrait être endiguée par un **débroussaillage** suivi par du **pâturage** pour l'entretien. Le débroussaillage concerne une bonne partie des fourrés mais des **zones pourront être épargnées** (notamment autour des mares) pour les oiseaux et autres animaux s'en servant comme refuges. Pour le pâturage, des bovins sont déjà présents ponctuellement sur la zone et pourrait permettre d'entretenir la zone une fois le débroussaillage effectué. Le pâturage en milieu humide est assez particulier et la **surveillance du comportement alimentaire** du troupeau est nécessaire. La mise en place de **points d'intérêts** (pierre à sel, abreuvoir) vers les zones à entretenir permet d'orienter le pâturage vers le résultat escompté. La présence d'animaux ayant déjà expérimenté ce type de terrain est également importante car elle permet de faire évoluer les comportements du reste du troupeau vers la **consommation des jeunes ligneux**. Des **exclos** autour des **zones sensibles** (M1, nouvelles mares) seront à prévoir. Le chargement ne devra pas excéder **0,5 UGB/ha/an**.

- L'entretien du réseau de mares le long de D2 est à réfléchir pour garder leur **état favorable au Sonneur à ventre jaune** dont les populations pourraient finir par coloniser le site. Ces mares de faible profondeur sont à maintenir à l'état pionnier par **curage régulier de la végétation aquatique** qui pourrait s'y développer. **Deux autres mares** pourraient également être **creusées** dont les profils topographiques seront à varier afin de favoriser à la fois le **Triton crêté** (profondeur aux alentours de 1 mètre) et le **Sonneur à ventre jaune** (zones de quelques centimètres de profondeur dépourvues de végétation).

- La **prise de contact avec le propriétaire** actuel pour connaître ses intentions quant à l'avenir de la zone permettrait de l'accompagner au mieux dans l'exploitation de sa parcelle en cohérence avec la préservation des espèces présentes.
  Un achat du terrain par la mairie permettrait de contrôler le futur de la zone. Sa facilité d'accès et la présence d'un parking pourrait en faire une zone de sensibilisation du public au Triton crêté et autres amphibiens par exemple. Cela nécessiterait bien évidemment la mise en place d'infrastructures (palissades, sentiers, panneaux d'informations), mais permettrait de faire connaître au public les richesses de la Petite Montagne.

Préconisations de gestion

Liste des espèces contactées sur la zone "Motocross"

Espèces		Date	Statut	Protection
Flore				
Agrostis stolonifera	Agrostide stolonifère	2018	LC	-
Ajuga reptans	Bugle rampante	2018	LC	-
Alliaria petiolata	Alliaire	2018	LC	-
Alnus glutinosa	Aulne glutineux	2018	LC	-
Alopecurus pratensis	Vulpin des prés	2018	LC	-
Anthoxanthum odoratum	Flouve odorante	2018	LC	-
Arrhenatherum elatius	Fromental élevé	2018	LC	-
Briza media	Amourette commune	2018	LC	-
Carex flacca	Laîche glauque	2018	LC	-
Carex hirta	Laîche hérissée	2018	LC	-
Carex hostiana	Laîche blonde	2018	LC	-
Carex otrubae	Laîche cuivrée	2018	LC	-
Carex panicea	Laîche millet	2018		-
Carex spicata	Laîche en épis	2018	LC	-
Cirsium arvense	Chardon des champs	2018	LC	-
Cirsium vulgare	Cirse commun	2018	LC	-
Convolvulus arvensis	Liseron des champs	2018	LC	-
Cornus sanguinea	Cornouiller sanguin	2018	LC	-
Crataegus monogyna	Noire épine	2018	LC	-
Dactylis glomerata	Dactyle aggloméré	2018	LC	-
Elytrigia repens	Chiendent rampant	2018	LC	-
Epilobium ciliatum	Épilobe cilié	2018		-
Epilobium hirsutum	Épilobe hérissé	2018	LC	-
Equisetum arvense	Prêle des champs	2018	LC	-
Euphorbia helioscopia	Euphorbe réveil matin	2018	LC	-
Festuca filiformis	Fétuque capillaire	2018	LC	-
Fragaria vesca	Fraisier des bois	2018	LC	-
Fraxinus excelsior	Frêne élevé	2018	LC	-
Galium album	Gaillet dressé	2018	LC	-
Galium aparine	Gaillet gratteron	2018	LC	-
Galium aparine subsp. spurium	Gaillet bâtard	2018	LC	-
Galium mollugo	Gaillet commun	2018	LC	-
Geranium dissectum	Géranium découpé	2018	LC	-
Geranium robertianum	Herbe à Robert	2018	LC	-
Geum urbanum	Benoîte commune	2018	LC	-
Hedera helix	Lierre grimpant	2018	LC	-
Holcus lanatus	Houlque laineuse	2018	LC	-
Hypericum tetrapterum	Millepertuis à quatre ailes	2018	LC	-
Jacobaea erucifolia	Séneçon à feuilles de Roquette	2018	LC	-
Juncus inflexus	Jonc glauque	2018	LC	-
Koeleria pyramidata	Koelérie pyramidale	2018	LC	-
Lathyrus pratensis	Gesse des prés	2018	LC	-
Ligustrum vulgare	Troëne	2018	LC	-
Lonicera xylosteum	Chèvrefeuille des haies	2018	LC	-
Lotus corniculatus	Lotier corniculé	2018	LC	-
Persicaria maculosa	Renouée Persicaire	2018	LC	-
Plantago lanceolata	Plantain lancéolé	2018	LC	-
Poa pratensis	Pâturin des prés	2018	LC	-
Polygonatum multiflorum	Sceau de Salomon multiflore	2018	LC	-
Potentilla erecta	Potentille tormentille	2018	LC	-
Potentilla reptans	Quintefeuille	2018	LC	-
Prunus spinosa	Prunellier	2018	LC	-
Pyrus communis	Poirier commun	2018		-
Quercus robur	Chêne pédonculé	2018	LC	-
Ranunculus polyanthemoides	Renoncule à segments étroits	2018		-
Ranunculus repens	Renoncule rampante	2018	LC	-
Rosa canina	Rosier des chiens	2018	LC	-
Rubus caesius	Ronce à fruits bleus	2018	LC	-
Rubus fruticosus	Ronce commune	2018		-
Rumex acetosa	Oseille des prés	2018	LC	-
Rumex crispus	Patience crépue	2018	LC	-
Rumex obtusifolius	Patience à feuilles obtuses	2018	LC	-
Salix purpurea	Osier rouge	2018	LC	-
Schedonorus arundinaceus	Fétuque Roseau	2018	LC	-
Schedonorus pratensis	Fétuque des prés	2018	LC	-
Sonchus asper	Laiteron rude	2018	LC	-
Trifolium medium	Trèfle moyen	2018	LC	-
Trifolium pratense	Trèfle des prés	2018	LC	-
Urtica dioica	Ortie dioïque	2018	LC	-
Verbena officinalis	Verveine officinale	2018	LC	-
Veronica arvensis	Véronique des champs	2018	LC	-
Veronica serpyllifolia	Véronique à feuilles de Serpolet	2018	LC	-
Viburnum lantana	Viorne mancienne	2018	LC	-
Viburnum opulus	Viorne obier	2018	LC	-
Vicia cracca	Vesce cracca	2018	LC	-
Vicia sativa subsp. sativa	Vesce cultivée	2018		-
Vicia villosa	Vesce velue	2018	DD	-

Amphibiens				
Ichthyosaura alpestris	Triton alpestre	2018	LC	Nationale
Lissotriton helveticus	Triton palmé	2018	LC	Nationale
Pelophylax sp.	Grenouille verte sp.	2018	LC	Nationale
Rana temporaria	Grenouille rousse	2018	LC	Nationale
Triturus cristatus	**Triton crêté**	**2018**	**NT**	**Nationale**

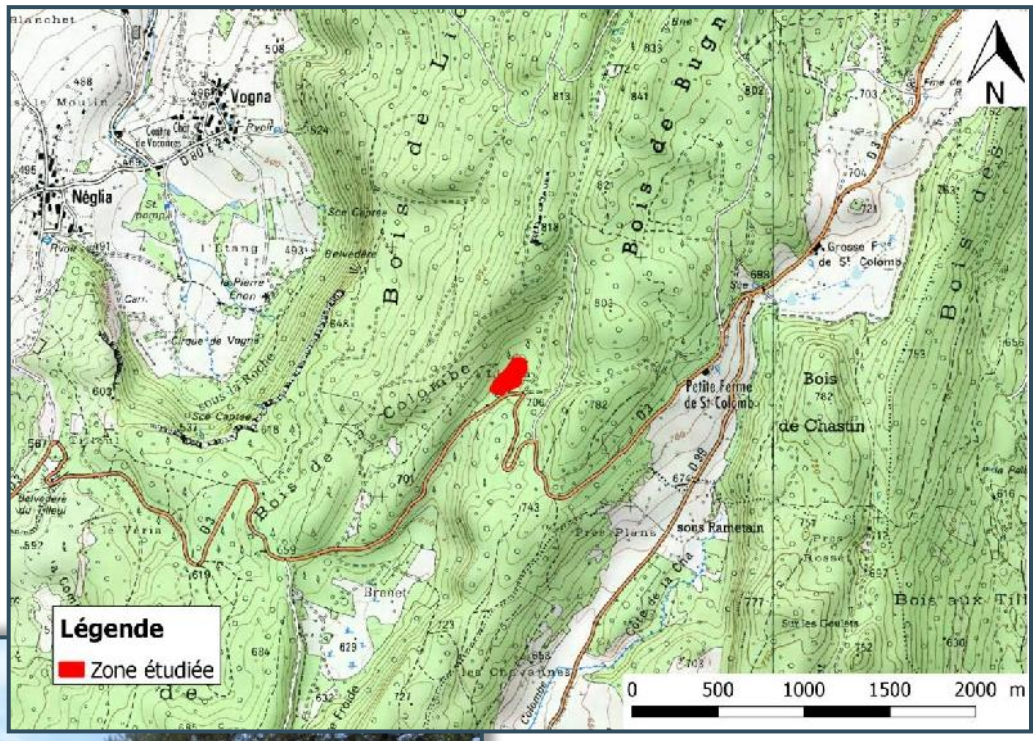
Liste des espèces contactées sur la zone "Motocross"

Espèces		Date	Statut	Protection
Odonates				
Aeshna cyanea	Aeschne bleue	2018	LC	-
Coenagrion puella	Agrion jouvencelle	2018	LC	-
Ischnura elegans	Agrion élégant	2018	LC	-
Libellula depressa	Libellule déprimée	2018	LC	-
Libellula quadrimaculata	Libellule à quatre taches	2018	LC	-
Pyrrhosoma nymphula	Petite nymphe au corps de feu	2018	LC	-

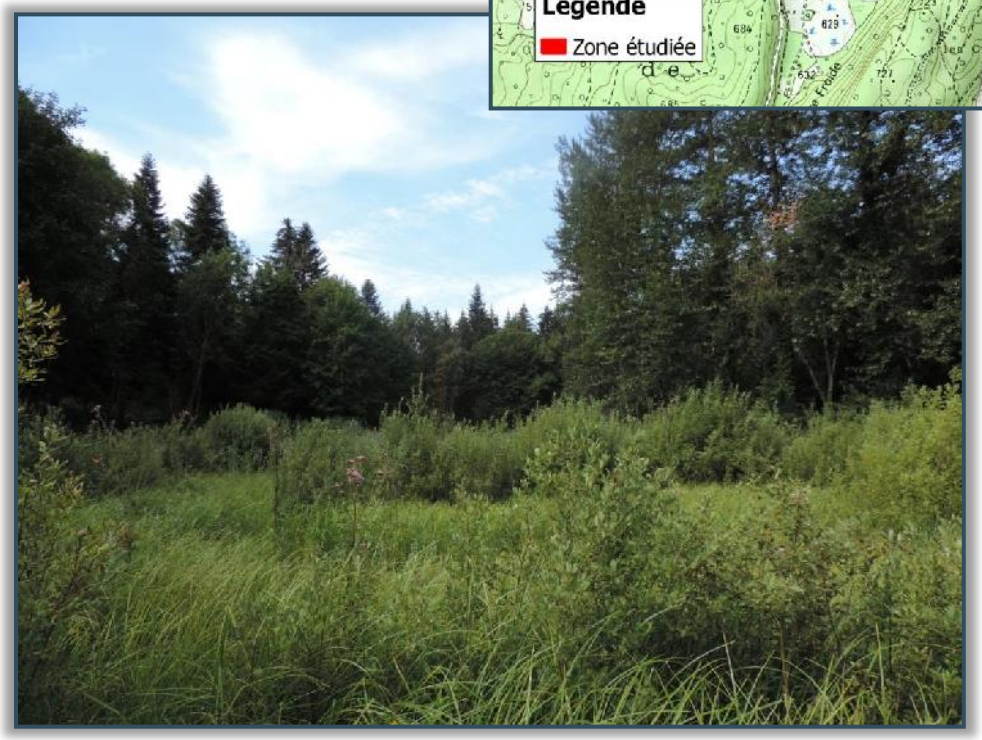
!! Etang de Lissia (Arinthod)

Une zone perdue au beau milieu d'un massif forestier

Coordonnées GPS : X : 900345
Y : 6591924
Commune : Arinthod
Altitude : 698 m
Surface : 1,13 ha
Nb propriétaires : 1
Nb habitats : 8
Nb relevés botaniques : 6
Diversité floristique : 70



Localisation du site



Vue sur la cariçaie au nord de la zone

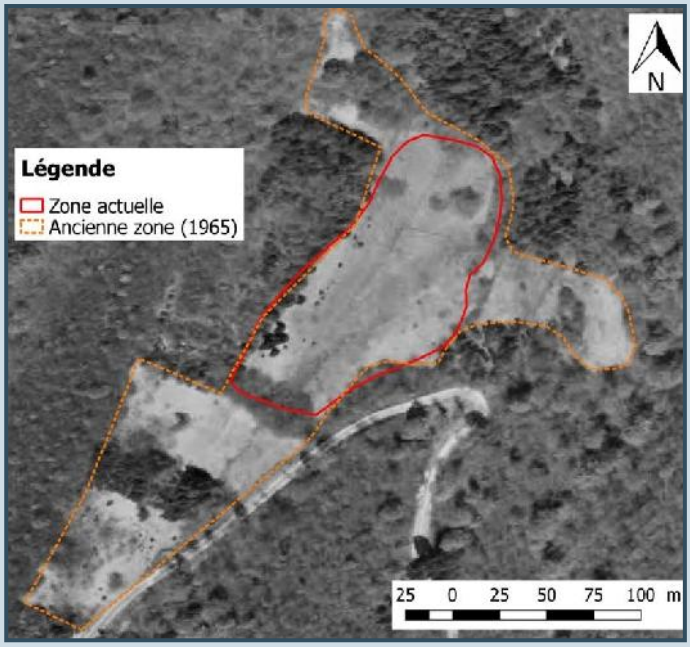
Espèces patrimoniales		Date	Statut	Protection
Bufo bufo	Crapaud commun	2018	LC	Nationale
Ichthyosaura alpestris	Triton alpestre	2018	LC	Nationale
Lissotriton helveticus	Triton palmé	2018	LC	Nationale
Salamandra salamandra	Salamandre tachet	2018	LC	Nationale
Bufo bufo	Crapaud commun	2014	LC	Nationale

Tableau récapitulatif des espèces patrimoniales (protégées et/ou menacées) présente sur le site

L'étang de Lissia est situé en **plein centre du Bois de la Colombe**, un des massifs forestiers les plus étendus de la Petite Montagne. Ce site s'articule autour **d'un étang créé artificiellement par une digue et des talus** permettant de l'encadrer lors de fortes crues. Cet étang est alimenté par deux cours d'eau, R1 et R2.

Le site ne semble pas exploité mais la commune a des projets le concernant : la création d'une **aire de pique nique et récréative**.

En 1939 le site semble être beaucoup **plus ouvert** et les photographies aériennes montrent des traces de gestion : des bosquets linéaires qui correspondent au parcellaire actuel. Une **activité sylvicole et/ou agricole** était pratiquée sur le site. La zone commence à **se refermer** dans les **années 70** et **l'étang est créé** (vers 1975). A partir de là, le site continue à se refermer au profit des forêts alentours. Le talus contenant l'étang à l'ouest est planté d'une **ligne de peupliers** vers 1985. La zone intermédiaire entre l'étang et la forêt a été en partie défrichée récemment.



Comparaison de la surface couverte par la zone humide entre aujourd'hui et 1965 (surface approximative)

On observe la présence d'un autre milieu humide au nord du site, les deux sont **facilement connectées** par les deux ruisseaux. Les échanges aquatiques avec l'aval sont compliqués par la présence d'une **buse**. Or, ces échanges constituent un lien avec une zone humide très importante dans le secteur : le **marais de Brenet**.

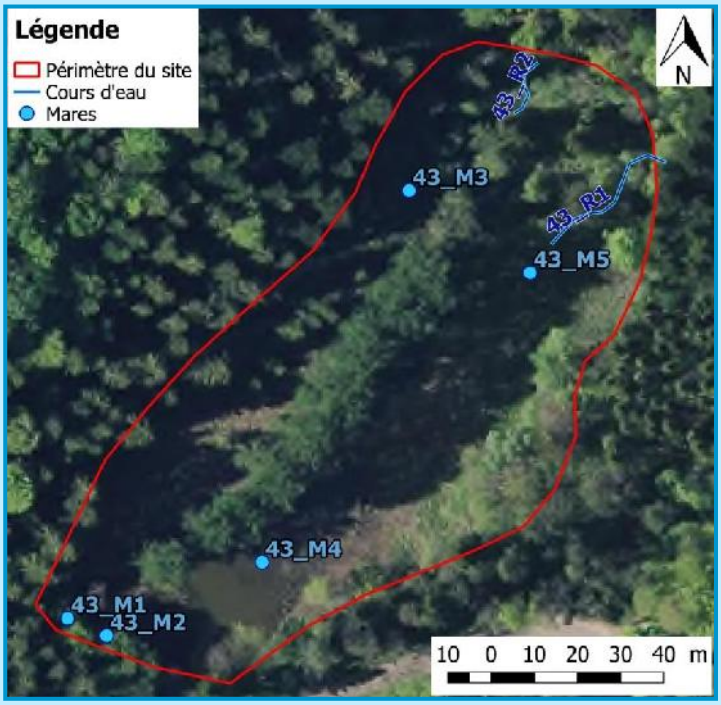
Bien connu de Natura 2000, ce marais fait l'objet de contrats. L'eau de cette zone s'infiltre et contribue à alimenter **les résurgences du cirque de Vogna** où une **station de pompage** est alimentée en eau potable. Huit communes (dont Arinthod) tirent leur eau de cette station et dépendent directement du marais de Brenet et de l'étang de Lissia.

Un étang artificiel comme site de reproduction pour crapauds

Hydrographie :

L'étang de Lissia (M4) est la principale entité hydrologique du site. Il s'agit d'un point d'eau **artificiel** encadré par des talus et une digue, ce qui concentre l'eau dans l'étang et empêche les débordements. La **queue de l'étang** est intéressante car les deux sources d'eau (R1 et R2) n'ont plus de lit bien défini et l'eau s'y écoule librement de manière **diffuse**. On a donc une **zone intermédiaire marécageuse** et bien alimentée en eau. Les deux ruisseaux prennent leur source un peu plus haut et s'écoulent dans un lit plus ou moins bien tracé, formant des zones très engorgées par endroits.

La **zone contributive** s'étend sur une surface **40 fois supérieure** au site concerné. Les écoulements proviennent de pratiquement toutes les directions pour se concentrer dans la zone avant de s'écouler vers le marais de Brenet, c'est cette configuration qui explique la nature humide du site. La zone contributive couvre exclusivement des forêts.

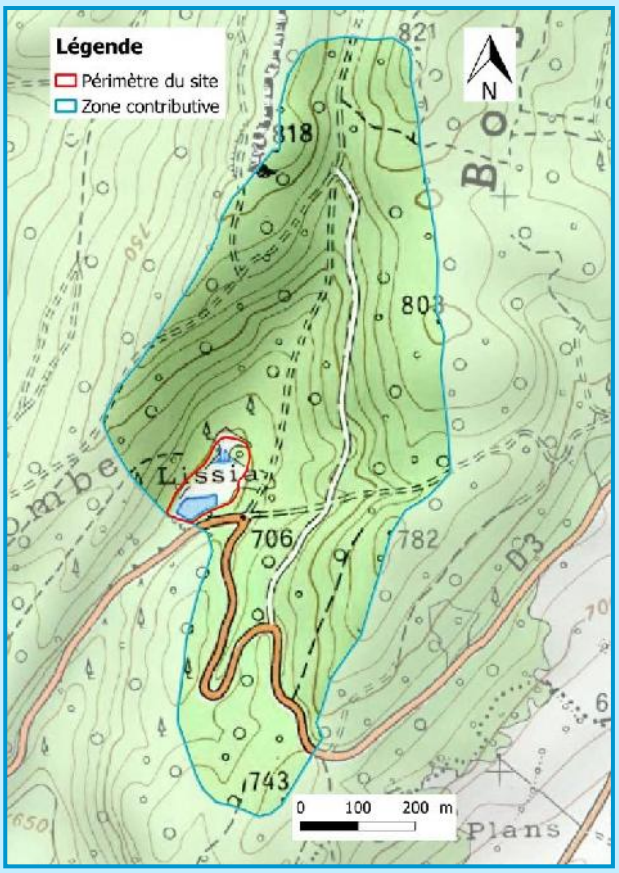


Localisation des entités hydrologiques de la zone

Odonates :

74 % de la population réelle a été observée selon l'indice de Jackknife (on considérera néanmoins que les résultats sont valables). Une diversité assez remarquable d'odonates est présente sur la zone avec **10 espèces différentes**. Mais seulement **39 %** des espèces attendues ont été contactées. Quelques espèces observées sur le site ne sont pas attendues selon les affinités définies par RhoMéO, pourtant il est admit par d'autres sources que ces espèces sont susceptibles de fréquenter des milieux semblables au site. C'est par exemple le cas de *Libellula depressa* ou d'*Aeschna affinis.* D'autres sont attendues mais ne trouveraient pas d'habitats favorables comme *Coenagrion pulchellum* qui favorise les plans d'eau avec une végétation aquatique bien développée, ce qui n'est pas le cas de l'étang de Lissia. L'intégrité du peuplement d'odonates approcherait les **60 %** si on tenait compte des remarques précédentes.

Enfin, notons que cette zone est particulièrement **isolée** par les étendues de forêts alentours. En effet, le marais de Brenet, zone humide la plus proche à des kilomètres, n'a pas encore de points d'eau libre (un projet de mares est à l'étude). Le peuplement observé est donc très intéressant compte tenu de cet isolement.



Zone contributive

Crédit photo : CCPM

Couple de Crapauds commun (amplexus axillaire)

Amphibiens :

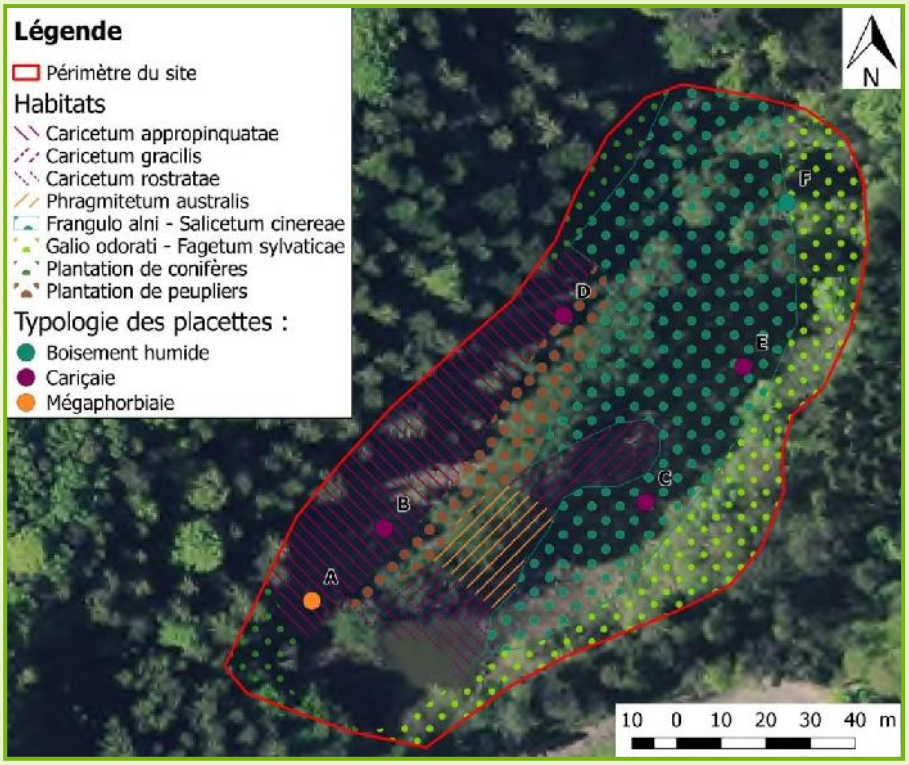
L'I2PA de cette zone est de **0,78**. Cette valeur s'explique par plusieurs choses. D'une part, cet étang constitue une **zone de reproduction extrêmement importante pour le Crapaud commun**, dont les effectifs d'adultes reproducteurs dépassent facilement la centaine. Ce déséquilibre d'effectif explique en partie la valeur de l'indice. D'autre part, les espèces attendues sont surestimée car cela ne prend pas en compte les types d'habitats présents sur la zone. En effet, le Crapaud calamite et l'Alyte accoucheur sont les 2 autres espèces attendues et aucune des deux ne trouveraient d'habitat favorable : il n'y a ni pièces d'eau pionnières ni gravats ou rochers comme habitats terrestres. Si cela était pris en compte**, l'I2PA vaudrait 1,44.**

Cette zone joue un **rôle très important** pour les amphibiens et en particulier pour le **Crapaud commun**. Il s'agit en effet du **seul point d'eau libre à plusieurs kilomètres à la ronde**, il draine donc une importante population de Crapauds commun lors des périodes de reproduction. L'étang pourrait potentiellement jouer ce rôle pour d'autres espèces mais la présence de **poissons** limite grandement les possibilités d'accueil des larves d'autres amphibiens.

Le rayonnement de ce point d'eau sur les populations de Crapauds commun implique un afflux très important sur une courte période de temps. Une partie de ces animaux est obligée de **traverser la route** entre 2 et 4 fois (aller-retour et tracé de la route en épingle), ce qui implique une **mortalité très importante** par écrasement des crapauds par les véhicules.

Une mosaïque d'habitats enchevêtrés

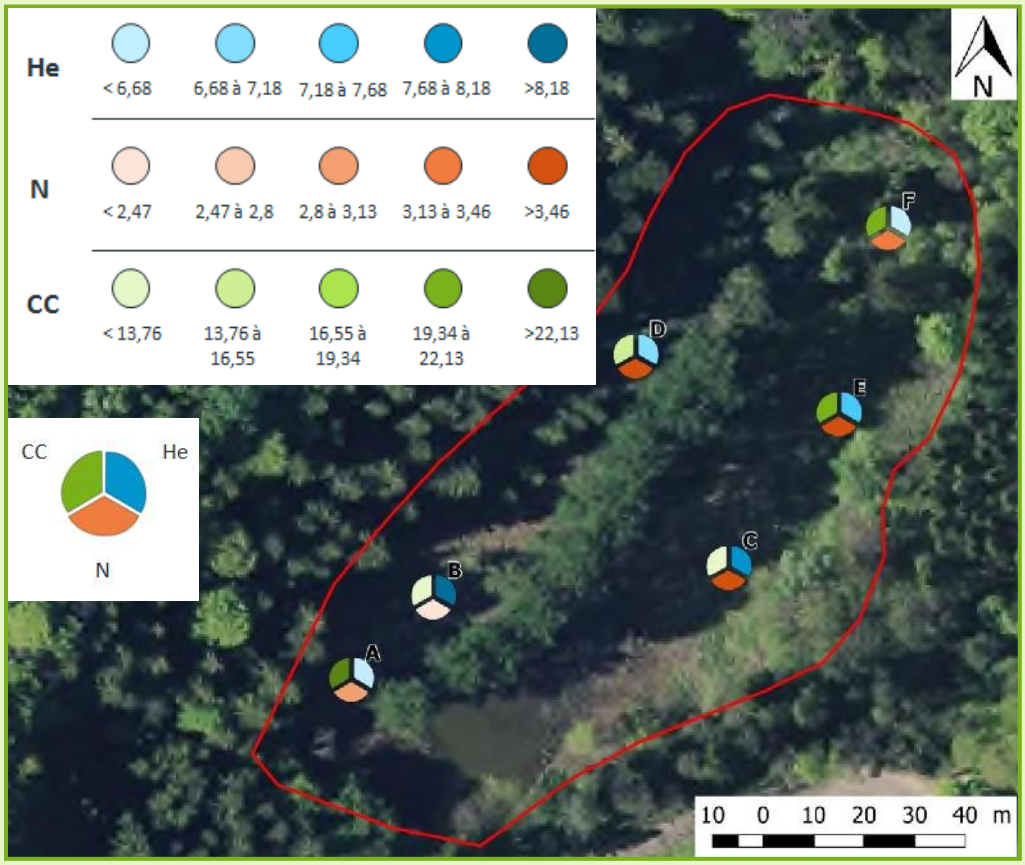
Le site présente une **diversité d'habitats** très importante : **8 habitats différents** sur seulement 1,13 ha. Cette complexité n'est pas totalement naturelle avec la présence de **plantations** (de conifères et de peupliers). Les placettes réalisées montrent une évolution vis-à-vis des données de 2011 avec par exemple un **remplacement** d'une bonne partie de Frangulo alni – Salicetum cinereae par une **cariçaie** suite aux coupes réalisées récemment. Un autre exemple est l'évolution de Caricetum appropinquatae vers une **mégaphorbiaie**.



Comparaison de la typologie actuelle des placettes avec les données habitats de 2011

L'indice floristique d'engorgement médian est de **7,23,** ce qui est **une des valeurs les plus hautes** calculée sur l'ensemble des zones étudiées. Toutes les parcelles montrent un engorgement très important avec un maximum pour la placette B. Malgré la présence de la butte, il semblerait **que l'eau envahisse ce secteur** lors des fortes crues. Cela expliquerait la dominance quasi exclusive de ***Carex rostrata***, espèce très hygrophile typique des rives et donc adaptée aux submersions temporaires.

L'indice floristique de fertilité médian est de 3,57, valeur **un peu trop élevée** pour une zone en tête de bassin versant. Les placettes ayant les valeurs les plus importantes sont situées au nord, proches des sources et des ruisseaux R1 et R2. L'origine de ces nutriments est peut-être à rechercher dans les cours d'eau. Une **analyse chimique** permettrait de confirmer (ou non) cette hypothèse. Dans le cas d'une réponse positive, la nature du sol est peut-être à l'origine d'un chargement naturel de l'eau en nutriments. La dominance des forêts aux alentours est une autre explication avec un apport conséquent en en matière organique (feuilles et aiguilles).



Résultats des relevés botaniques : indices floristiques d'engorgement (He), de fertilité (N) et indice de qualité floristique (CC)

L'indice de qualité floristique du site vaut 17,5, il s'agit d'une **valeur usuelle** pour ce type de zone. Les 3 placettes aux valeurs les plus faibles sont néanmoins usuelles. Deux d'entre elles se situent dans des **secteurs inondables** lors de fortes crues : l'évolution de la végétation est limitée par ces conditions particulières. Malgré la coupe récente des arbres sur la placette E, elle affiche néanmoins une valeur plutôt importante. La forêt présente auparavant n'était peut être pas assez dense (limitée par l'engorgement du sol ?) pour empêcher le développement d'espèces herbacées typiques des milieux humides. La coupe des ligneux aura alors permis un développement rapide et une dominance de ces espèces (*Mentha longifolia*, *Carex acuta*).

Un futur incertain

Une des menaces les plus flagrantes concerne **les Crapauds commun écrasés** en grand nombre lors des migrations pré et post nuptiales. Plusieurs centaines d'individus se rendent sur le site chaque année et une bonne partie doit d'abord traverser la route. Celle-ci forme une épingle juste au niveau de l'étang ce qui implique un risque deux fois plus important pour les animaux arrivant du sud qui doivent traverser deux fois l'axe routier. Bien que ce dernier ne soit pas excessivement fréquenté, les voitures l'utilisant suffisent pour provoquer une **mortalité non négligeable** de ces animaux.

Menaces	Niveau
Destruction d'espèces	**Fort**
Projet d'aménagement	Fort
Sylviculture	Moyen
Fermeture	Moyen
Pollution	Faible

Principales menaces et évaluation de leur niveau par dires d'expert (estimation du risque et de la sensibilité du site)

Le **projet d'aménagement** du site en aire de pique-nique et de repos n'est pas encore tout à fait monté et l'absence de détails ne permet pas d'évaluer exactement la menace qu'il constitue pour le site. Néanmoins, l'augmentation de la fréquentation (dérangement d'espèces, pollution) ainsi que l'aménagement du site pour l'accueil du public (accès routier, tables de pique-nique, pelouse…) impliquera nécessairement la destruction d'habitats et d'espèces.

La **sylviculture** pratiquée autour du site pourrait induire le **passage d'engins** sur l'ancienne piste qui passe sur la digue puis le long du site à l'ouest. Le tassement du sol, la pollution et les dégâts provoqués par le débardage des arbres sur cette piste impliquerait la **destruction des habitats** s'y développant **et des espèces** utilisant les différentes flaques pour leur reproduction. La forêt au nord du site pourrait être menacée directement par la sylviculture et le milieu serait fortement dégradé par l'usage d'engins sylvicoles étant donné **la très faible portance du sol** dans ce secteur.

La **fermeture est une menace omniprésente** pour cette zone perdue dans la forêt. La queue de l'étang a déjà été victime de ce processus et a été rouverte. Toutefois, l'engorgement très important semble freiner fortement la colonisation par les ligneux.

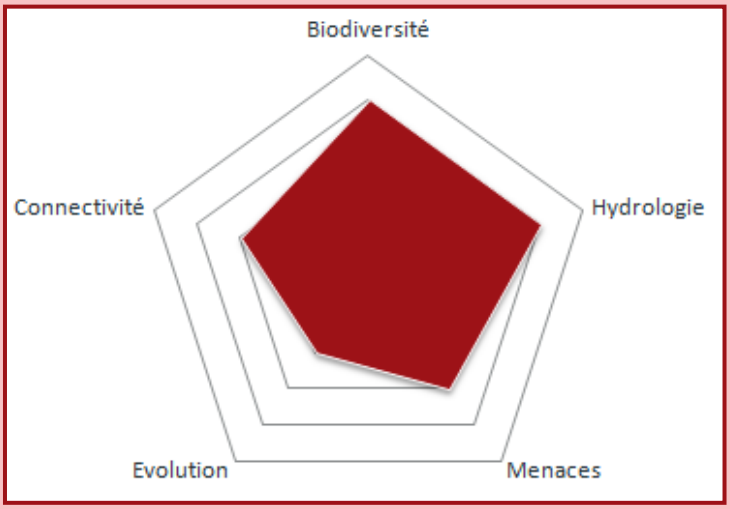
Enfin, la présence de la route au sud et sud-est implique une **pollution** du site. Cette dernière peut prendre plusieurs formes : déchets plastiques et autres jetés par les automobilistes, pollution aérienne par les pots d'échappements et pollution liquide par les huiles et autres substances produites par les véhicules. Cette dernière pollution est la plus grave car elle peut se retrouver rapidement dans l'étang par ruissellement et contaminer ce point d'eau ainsi que l'ensemble du **réseau hydrographique en aval**. Heureusement, cette route n'est pas un grand axe de passage, ce qui limite les quantités de polluants rejetés sur le site.

Fonctions		MH_43
Hydrologiques	Effet tampon	-
	Rechargement des nappes	+
	Stockage de l'eau	+
Biogéochimiques	Apports de matériaux	+
	Reprise de matériaux	=
	Epuration	+
Biologiques	Réservoir de biodiversité	=
	Productivité	+

Evaluation de l'intégrité des fonctions de la zone

Les fonctions de la zone sont **globalement bien remplies**. La fonction hydrologique **d'effet tampon** et la fonction biogéochimique de **reprise des matériaux** sont compromises par le système de débordement de l'étang qui est complètement fermé lors de la période estivale : il ne permet donc pas la reprise de matériaux et le soutien d'étiage au réseau hydrographique en aval. La biodiversité est également limitée par rapport à l'optimum possible de la zone : la diversité en amphibiens est limitée par la **présence des poissons.**

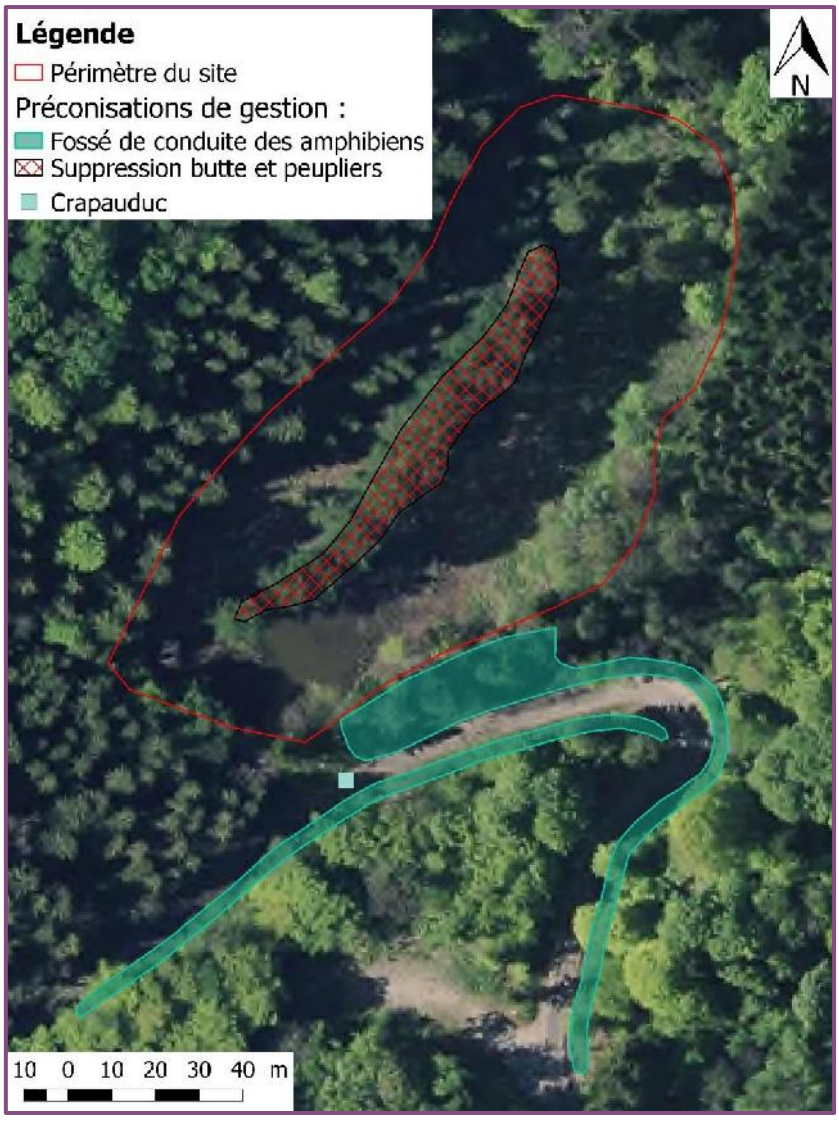
L'état de conservation du site est **mitigé**. L'évolution de cette zone a conduit à une **réduction de sa surface** mais également à une modification de sa nature. En effet, l'étang remplace certainement une zone humide très intéressante et semblable au marais de Brenet. L'hydrologie et le corridor aquatique entre ce marais et le site étudié sont compromis par la présence de la digue artificielle et de son système d'exutoire. Cet étang présente néanmoins l'avantage d'être le seul point d'eau conséquent à plusieurs kilomètres : il a un **rôle vital pour les Crapauds communs**. Ce rôle pourrait être étendu à d'autres espèces mais la présence de poissons limite son potentiel d'accueil. Enfin, les menaces sont nombreuses sur ce site.



Evaluation des composantes de l'état de conservation

Améliorer les fonctions hydrologiques et le potentiel du site

- La **présence de poissons** est un paramètre facilement rectifiable qui permettrait de décupler les capacités d'accueil de l'étang pour de nombreuses espèces d'amphibiens.
- Toujours pour les amphibiens, la mise en place d'un **fossé** aux pentes abruptes le long de la route et douces vers l'extérieur, et conduisant à la zone permettrait de **guider les amphibiens** jusqu'à l'étang en leur évitant de traverser la route. Cela réduirait fortement les mortalités constatées.
  Pour les individus provenant du sud-ouest, un **crapauduc** couplé à un autre fossé de conduite pourra être aménagé.
- La **présence des buttes** le long de la rive ouest de l'étang permet aujourd'hui de limiter l'inondation des secteurs les plus à l'ouest. Non seulement ce système ne fonctionne pas lors de fortes crues, mais il est également inutile d'un point de vue purement factuel étant donné que la zone n'est pas exploitée. Son **inondation n'est donc pas un problème et serait bénéfique** à de nombreuses espèces. **L'effacement** de cette structure ainsi que **la coupe des peupliers** permettrait de rétablir un fonctionnement hydrologique beaucoup plus intéressant.
- **L'amorce d'un dialogue** avec les personnes souhaitant aménager cette zone est également souhaitable. Une étude de la cohérence de ce projet avec la localisation et la fréquentation de l'axe routier serait une première mesure pour estimer la rentabilité de tels travaux. Si ces derniers s'avèrent être intéressants malgré l'isolement du site, un **accompagnement du commanditaire** sera indispensable pour minimiser les impacts (destruction d'espèces et d'habitats, dérangement d'espèces, etc.). Par ailleurs, l'aménagement pourra être pensé dans un but de sensibilisation du public aux amphibiens (panneaux explicatifs, jeux éducatifs sur ce thème…).
- La **prise de contact avec les gestionnaires des forêts** environnantes permettrait d'éviter (ou de réduire) les impacts de cette activité sur la zone (en évitant d'utiliser l'ancienne piste par exemple). La sylviculture au sein de la zone pourrait se faire dans des conditions adaptées à ce type de milieu : coupes ponctuelles et étalées dans le temps, débardage à l'aide de chevaux, abandon de bois morts naturellement (verticaux ou horizontaux)…



Préconisations de gestion

Liste des espèces contactées sur la zone "Etang de Lissia"

Espèces		Date	Statut	Protection
Flore				
Abies alba	Sapin pectiné	2018	LC	-
Acer campestre	Érable champêtre	2018	LC	-
Agrostis stolonifera	Agrostide stolonifère	2018	LC	-
Alnus glutinosa	Aulne glutineux	2018	LC	-
Angelica sylvestris	Angélique sauvage	2018	LC	-
Betula pubescens	Bouleau	2018	LC	-
Caltha palustris	Populage des marais	2018	LC	-
Carex acuta	Laîche aiguë	2018	LC	-
Carex acutiformis	Laîche des marais	2018	LC	-
Carex hostiana	Laîche blonde	2018	LC	-
Carex panicea	Laîche millet	2018		-
Carex rostrata	Laîche en ampoules	2018	LC	-
Carex sylvatica	Laîche des bois	2018	LC	-
Carpinus betulus	Charme	2018	LC	-
Circaea lutetiana	Circée commune	2018	LC	-
Cirsium palustre	Cirse des marais	2018	LC	-
Cornus sanguinea	Cornouiller sanguin	2018	LC	-
Crataegus monogyna	Noire épine	2018	LC	-
Deschampsia cespitosa	Canche cespiteuse	2018	LC	-
Epilobium montanum	Épilobe des montagnes	2018		-
Epilobium parviflorum	Épilobe à petites fleurs	2018	LC	-
Epilobium tetragonum	Épilobe à tige carrée	2018	LC	-
Equisetum arvense	Prêle des champs	2018	LC	-
Equisetum palustre	Prêle des marais	2018	LC	-
Eupatorium cannabinum	Eupatoire à feuilles de chanvre	2018	LC	-
Fagus sylvatica	Hêtre	2018	LC	-
Filipendula ulmaria	Reine des prés	2018	LC	-
Fragaria vesca	Fraisier des bois	2018	LC	-
Fraxinus excelsior	Frêne élevé	2018	LC	-
Galium album	Gaillet dressé	2018	LC	-
Galium mollugo	Gaillet commun	2018	LC	-
Galium odoratum	Aspérule odorante	2018	LC	-
Galium palustre	Gaillet des marais	2018	LC	-
Geranium robertianum	Herbe à Robert	2018	LC	-
Geum urbanum	Benoîte commune	2018	LC	-
Glechoma hederacea	Lierre terrestre	2018	LC	-
Hedera helix	Lierre grimpant	2018	LC	-
Hypericum tetrapterum	Millepertuis à quatre ailes	2018	LC	-
Juncus articulatus	Jonc à fruits luisants	2018	LC	-
Juncus effusus	Jonc épars	2018	LC	-
Juncus inflexus	Jonc glauque	2018	LC	-
Ligustrum vulgare	Troëne	2018	LC	-

Espèces		Date	Statut	Protection
Lonicera xylosteum	Chèvrefeuille des haies	2018	LC	-
Lycopus europaeus	Lycope d'Europe	2018	LC	-
Lysimachia vulgaris	Lysimaque commune	2018	LC	-
Mentha aquatica	Menthe aquatique	2018	LC	-
Mentha longifolia	Menthe à longues feuilles	2018	LC	-
Phragmites australis	Roseau commun	2018	LC	-
Picea abies	Épicéa commun	2018	LC	-
Poa sp.	Poa sp.	2018		-
Polygonatum verticillatum	Sceau de Salomon verticillé	2018	LC	-
Populus trichocarpa	Peuplier baumier	2018		-
Prunus sp.	Prunus sp.	2018		-
Pteridium aquilinum	Fougère aigle	2018	LC	-
Quercus robur	Chêne pédonculé	2018	LC	-
Ranunculus repens	Renoncule rampante	2018	LC	-
Rosa sp.	Rosa sp.	2018		-
Rubus fruticosus	Ronce commune	2018		-
Salix caprea	Saule marsault	2018	LC	-
Salix cinerea	Saule cendré	2018	LC	-
Sambucus nigra	Sureau noir	2018	LC	-
Sambucus racemosa	Sureau à grappes	2018	LC	-
Scrophularia nodosa	Scrophulaire noueuse	2018	LC	-
Solanum dulcamara	Douce amère	2018	LC	-
Valeriana dioica	Valériane dioïque	2018	LC	-
Veratrum album	Vérâtre blanc	2018		-
Viburnum lantana	Viorne mancienne	2018	LC	-
Viburnum opulus	Viorne obier	2018	LC	-
Viola odorata	Violette odorante	2018	LC	-
Viola reichenbachiana	Violette des bois	2018	LC	-
Amphibiens				
Bufo bufo	**Crapaud commun**	**2018**	**LC**	**Nationale**
Ichthyosaura alpestris	**Triton alpestre**	**2018**	**LC**	**Nationale**
Lissotriton helveticus	**Triton palmé**	**2018**	**LC**	**Nationale**
Salamandra salamandra	**Salamandre tachetée**	**2018**	**LC**	**Nationale**
Bufo bufo	**Crapaud commun**	**2014**	**LC**	**Nationale**
Odonates				
Aeshna affinis	Aeschne affine	2018	LC	-
Aeshna cyanea	Aeschne bleue	2018	LC	-
Aeshna grandis	Grande Aeschne	2018	LC	-
Anax imperator	Anax empereur	2018	LC	-
Calopteryx virgo virgo	Caloptéryx vierge	2018	LC	-
Coenagrion puella	Agrion jouvencelle	2018	LC	-

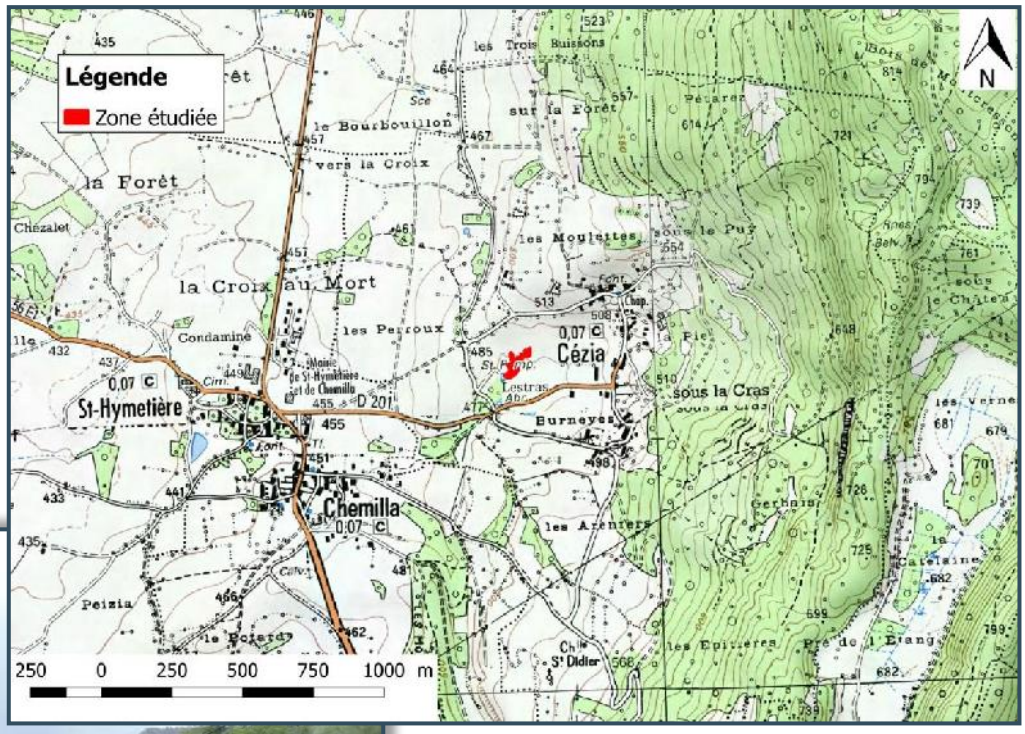
Liste des espèces contactées sur la zone "Etang de Lissia"

Espèces		Date	Statut	Protection
Cordulegaster boltonii	Cordulégastre annelé	2018	LC	-
Libellula depressa	Libellule déprimée	2018	LC	-
Pyrrhosoma nymphula	Petite nymphe au corps de feu	2018	LC	-
Sympetrum sanguineum	Sympétrum sanguin	2018	LC	-

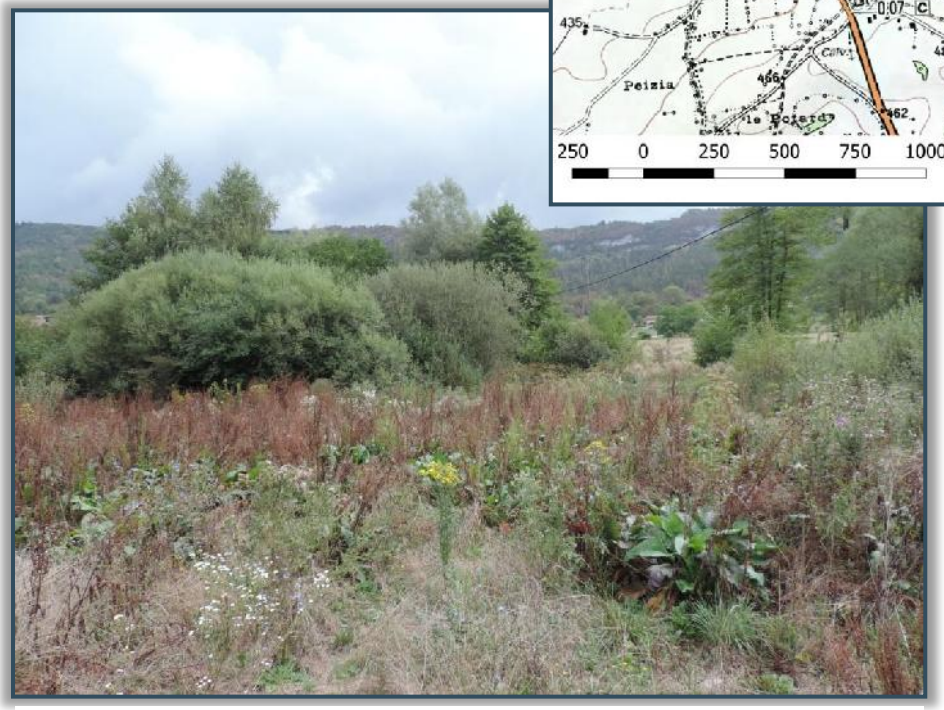
Station de pompage
(Cézia)

Une zone humide au service de l'eau potable

Coordonnées GPS : X : 897575
Y : 6587725
Altitude : 477 m
Surface : 0,25 ha
Commune : Cézia
Nb propriétaires : 1
Nb habitats : 2 (dont 2 IC)
Nb relevés botaniques : 3
Diversité floristique : 53



Localisation de la zone


« Mégaphorbiaie » très rudérale (placette B)

Aucune espèce patrimoniale n'a été contactée sur le site

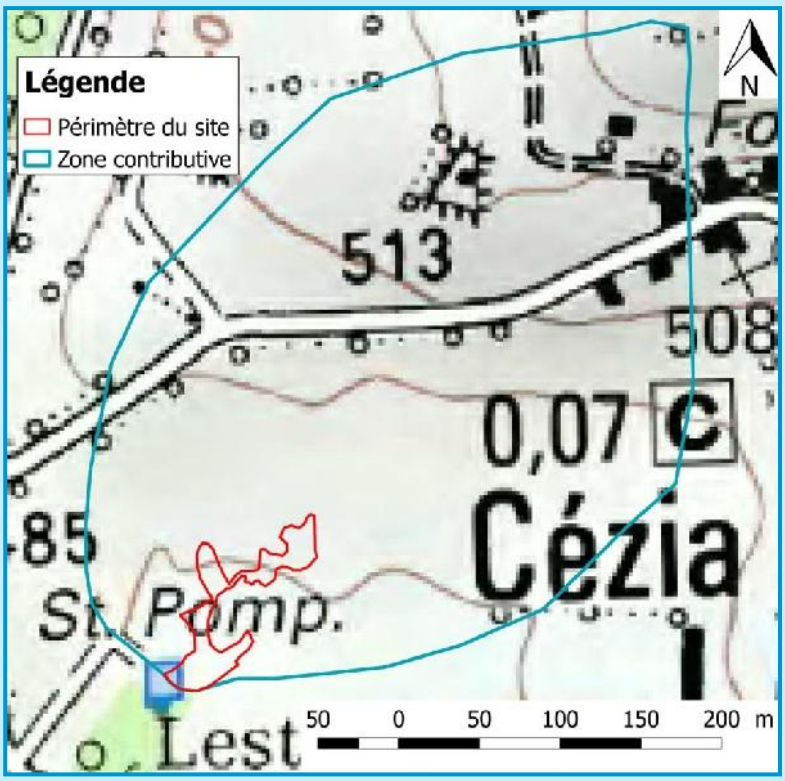
Cette petite zone de 0,25 ha se situe en amont d'une **station de pompage d'eau potable** et est dans une petite **cuvette** aux faibles pentes. Elle est structurée autour d'un **ruisseau temporaire** qui serpente à travers des bosquets et des mégaphorbiaies qu'il alimente en eau. Deux habitats se situent sur la zone : des **mégaphorbiaies** aux abords du ruisseau et une **prairie humide** située un peu plus en hauteur. Il n'existe pas de point d'eau stagnant mais le lit du ruisseau s'élargit à la sortie du bosquet ce qui créé une zone d'eau libre quasiment stagnante. Une autre zone intéressante est à signaler : la partie la plus au sud du site est truffée de touradons particulièrement imposants.
Avant **1970**, la zone n'était constituée que d'une prairie humide, **exploitée** pour la fauche voire pour le pâturage. A partir de cette date, la zone s'est peu à peu **enfrichée** avec l'apparition du bosquet central qui ne cesse de gagner du terrain depuis. Aujourd'hui, la prairie humide est **fauchée** jusqu'à la limite des mégaphorbiaies qui ne sont pas exploitées.
Il n'y a pas de route particulièrement passante et le réseau de **bosquets** constitue un **corridor écologique** satisfaisant.
La présence d'une station de pompage désigne cette zone comme étant d'intérêt général car elle participe à la qualité de l'eau pompée.

Un ruisseau temporaire comme entité centrale

Hydrographie :

La zone contributive du site est de 11,66 ha, ce qui représente plus de **46 fois** la taille de la zone. Sa localisation dans une cuvette (ainsi que la petite surface couverte par le site) permet d'expliquer ce rapport particulièrement important : l'ensemble des ruissellements sur les pentes du nord à l'est arrivent dans la zone.

Le ruisseau, bien que temporaire, est intéressant par la structure de son lit : ce dernier **s'élargit** fortement une fois dans la mégaphorbiaie sud et l'eau s'écoule lentement en formant des **flaques** plus ou moins larges mais de faible profondeur. De la végétation aquatique s'y développe et sa largeur permet au soleil d'atteindre l'eau sans être caché par la mégaphorbiaie dense qui l'encadre.



Zone contributive

Odonates :

Seulement 66,6 % de la richesse réelle a été observée, il est donc **impossible de conclure sur l'indicateur** en lui-même qui indiquait une intégrité du peuplement d'odonates de 0 % car aucune espèce sténoèce des milieux temporaires n'a été contactée. Les trois espèces observées sur le site étaient liées aux ruisseaux ensoleillés, ce qui correspond à la description du ruisseau lorsqu'il est en eau. *Pyrrhosoma nymphula* a été observée en **tandem** sur le site ce qui pourrait impliquer une reproduction dans ce milieu. La résistance des larves de cette espèce à l'assèchement temporaire de son milieu est inconnue mais il est possible que la Petite nymphe au corps de feu parvienne à s'y reproduire. Les deux autres espèces, *Coenagrion puella* et *Calopteryx splendens* ont été observées sans aucun comportement reproducteur, il se pourrait qu'elles soient simplement de **passage** sur la zone.

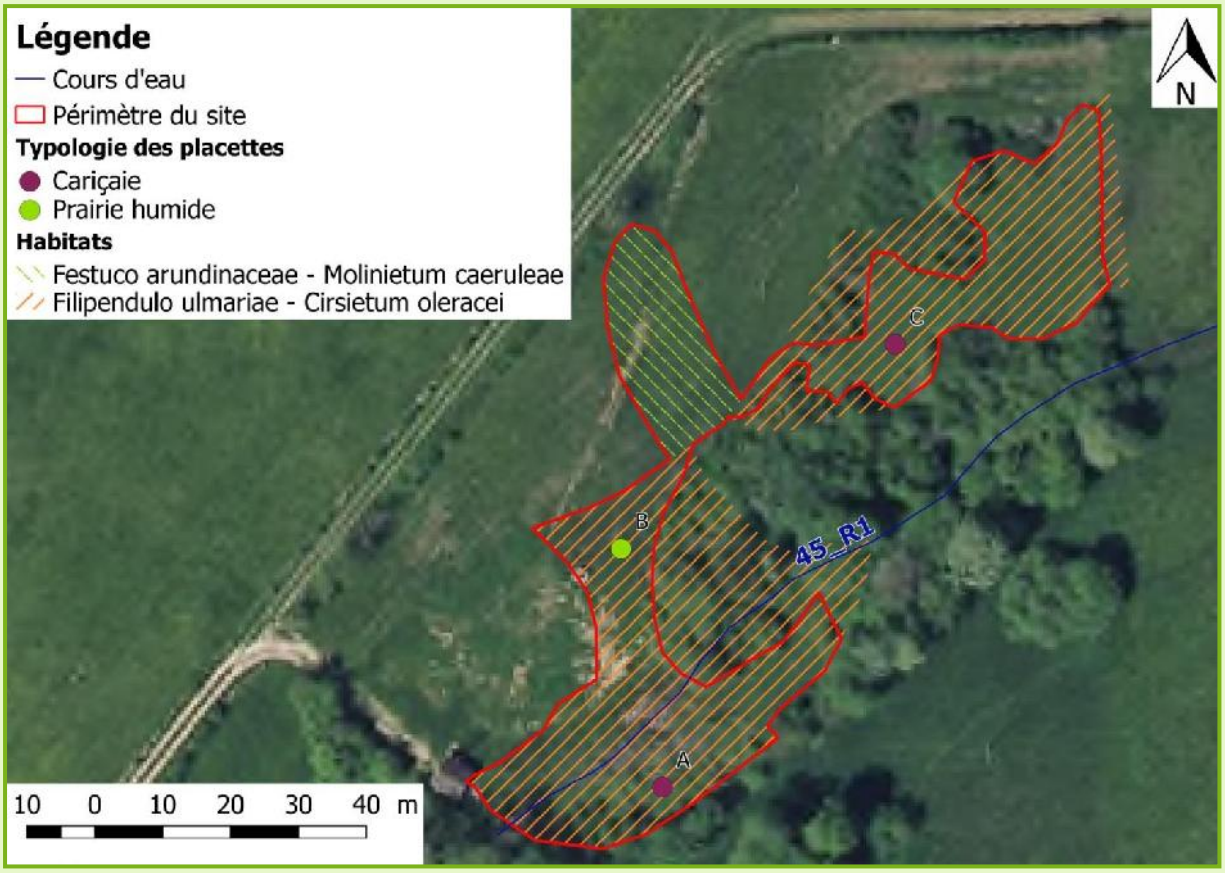
Crédit photo : CCPM

Pyrrhosoma nymphula ou Petite nymphe au corps de feu (mâle)

Amphibiens :

Aucun amphibien n'a été contacté sur la zone. Seul Bombina variegata était identifié comme espèce sténoèce dans les environs et la population connue la plus proche se trouve à 1,7 km à l'est au-delà du relief. La seule espèce contactée par Natura 2000 aux alentours est la Grenouille verte qui affectionne des plans d'eau plus conséquents que R1. Cela peut expliquer l'absence de contact d'amphibiens sur le site.

Un unique habitat aux multiples faciès



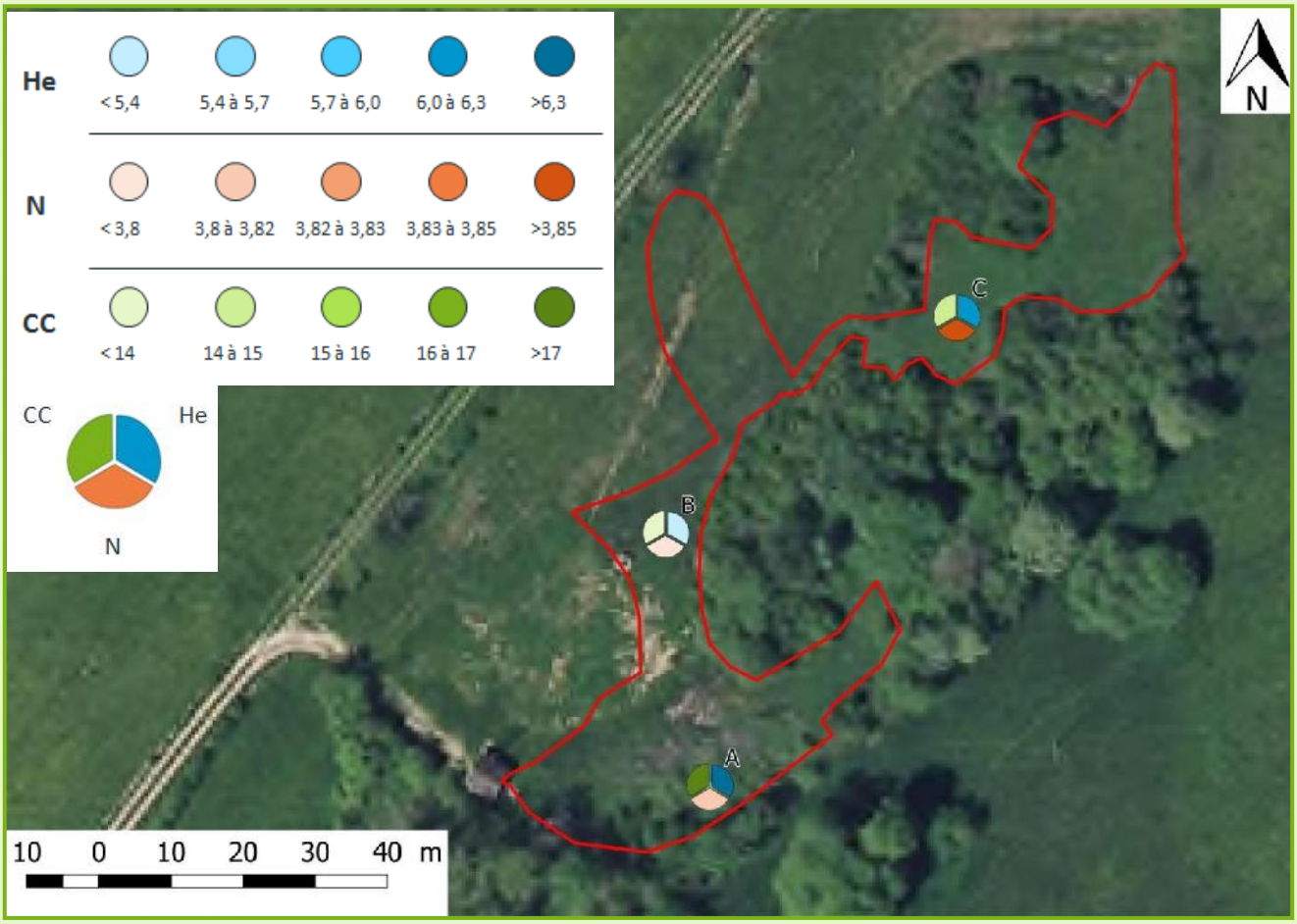
Cartographie des habitats (données de 2010) et concordance avec la typologie des placettes botaniques

Deux habitats étaient cartographiés d'après les données de 2010 : **Festuco arundinacea – Molinietum caeruleae** comme prairie humide et **Filipendulo ulmariae – Cirsietum oleracei** comme mégaphorbiaie. Malheureusement, il n'a pas été possible de faire un relevé botanique sur la prairie humide car celle-ci avait été fraîchement fauchée. Pour ce qui est de la mégaphorbiaie, trois faciès peuvent être identifiés. Un **correspondant très bien à l'habitat** annoncé (placettes A et B) malgré une codominance avec des Carex ce qui leur a valu d'être classés en **cariçaies** (notamment sous forme de touradons sur la placette A) et l'autre un peu **plus rudéral et sec** (placette B) avec une dominance de *Trifolium repens* et de *Rumex longifolius* qui se rapprochait plutôt d'une prairie humide.

L'**indice floristique d'engorgement médian est de 6,22** ce qui est une valeur usuelle pour ce type de milieu humide. Les placettes A et C se démarquent facilement de la placette B (dont la valeur est 5,2, ce qui est vraiment bas) qui est beaucoup moins humide, cela s'explique facilement par une **altitude légèrement plus élevée** pour B et la **proximité avec le ruisseau** (et donc le fond de la dépression) pour A et C.

Un des grands touradons (1m20 de haut) présent sur la zone

L'**indice floristique de fertilité** est globalement constant (variabilité très faible) entre les placettes et vaut **3,82** pour le site, ce qui est assez élevé pour ce type de milieu. Une grande majorité de la zone contributive du site est constituée de prairies de fauche et de pâturages. Il est fort probable qu'un **épandage de fumier ou d'engrais** soit réalisé sur ces prairies et que les **nutriments soient lessivés** jusqu'au site étudié par le ruissellement. Cela expliquerait ces valeurs un peu plus élevées que la moyenne.



Résultats des relevés botaniques : indices floristiques d'engorgement (He), de fertilité (N) et indice de qualité floristique (CC)

L'**indice de qualité floristique médiane** est de 14,86, c'est une valeur ordinaire pour ces milieux. C'est néanmoins beaucoup plus faible pour la placette B qui est colonisée par des **espèces plus rudérales**. La zone étant située en limite de la prairie fauchée, on peut supposer que son exploitation a cessé il y a peu et que le milieu est en **pleine évolution** avec logiquement une première colonisation par des plantes rudérales. La placette A a une valeur légèrement supérieure à C ce qui est confirmé par les formations de **touradons** qui prouvent que peu de **perturbations physiques** ont eu lieu sur cette zone. Pour ce qui est de la placette C, on peut voir que depuis 1970, elle a été **laissée à l'abandon** au même titre que le bosquet. Il est donc probable qu'elle n'ait subit que **peu de perturbations physiques** depuis ces années là.

Fermeture et eutrophisation

La principale menace pesant sur la zone est la **fermeture**. Le bosquet central gagne peu à peu du terrain et des **signes d'enfrichement** sont déjà visibles (notamment la présence de ronces et d'orties).
La station de pompage de l'eau potable pourrait être une menace pour la zone si le débit d'eau pompé est trop important par rapport à la petite surface de la zone humide concernée. Une étude sur le débit moyen permettant la subsistance de la zone et l'alimentation en eau potable pourrait être correctement effectuée.
L'eutrophisation du site par le ruissellement des substances fertilisantes épandues dans les champs alentour est également une menace. Aujourd'hui, la quantité de nutriments n'est pas encore nuisible à ce milieu humide mais son intensification pourrait causer des problèmes. Notons que cette menace pèse directement sur la qualité de l'eau potable étant donné la localisation de la station de pompage.

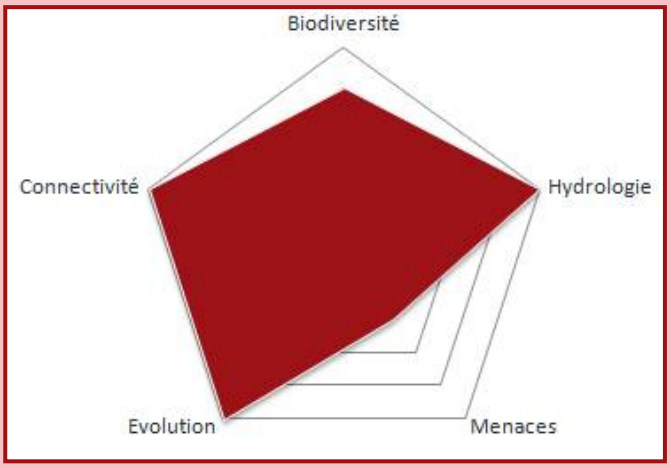
Menaces	Niveau
Fermeture	Fort
Pompage	Fort
Eutrophisation	Moyen

Tableau récapitulatif des principales menaces et estimation de leur niveau par dires d'expert (évaluation du risque et de la sensibilité du milieu)

Fonctions		MH_45
Hydrologiques	Effet tampon	+
	Rechargement des nappes	+
	Stockage de l'eau	+
Biogéochimiques	Apports de matériaux	=
	Reprise de matériaux	+
	Epuration	+
Biologiques	Réservoir de biodiversité	=
	Productivité	+

Evaluation des fonctions de la zone et de leur intégrité

Les fonctions de ce milieu humide sont **globalement bien remplies** aujourd'hui. Seule la **biodiversité** est menacée par l'expansion du bosquet central qui pourrait induire la **disparition des mégaphorbiaies**. On notera aussi les ruissellements de fertilisants qui contaminent les **apports de matériaux** de la zone. Bien que ce ne soit pas encore préoccupant, leur augmentation entrainerait une altération de cette fonction biogéochimique.



Evaluation des composantes de l'état de conservation

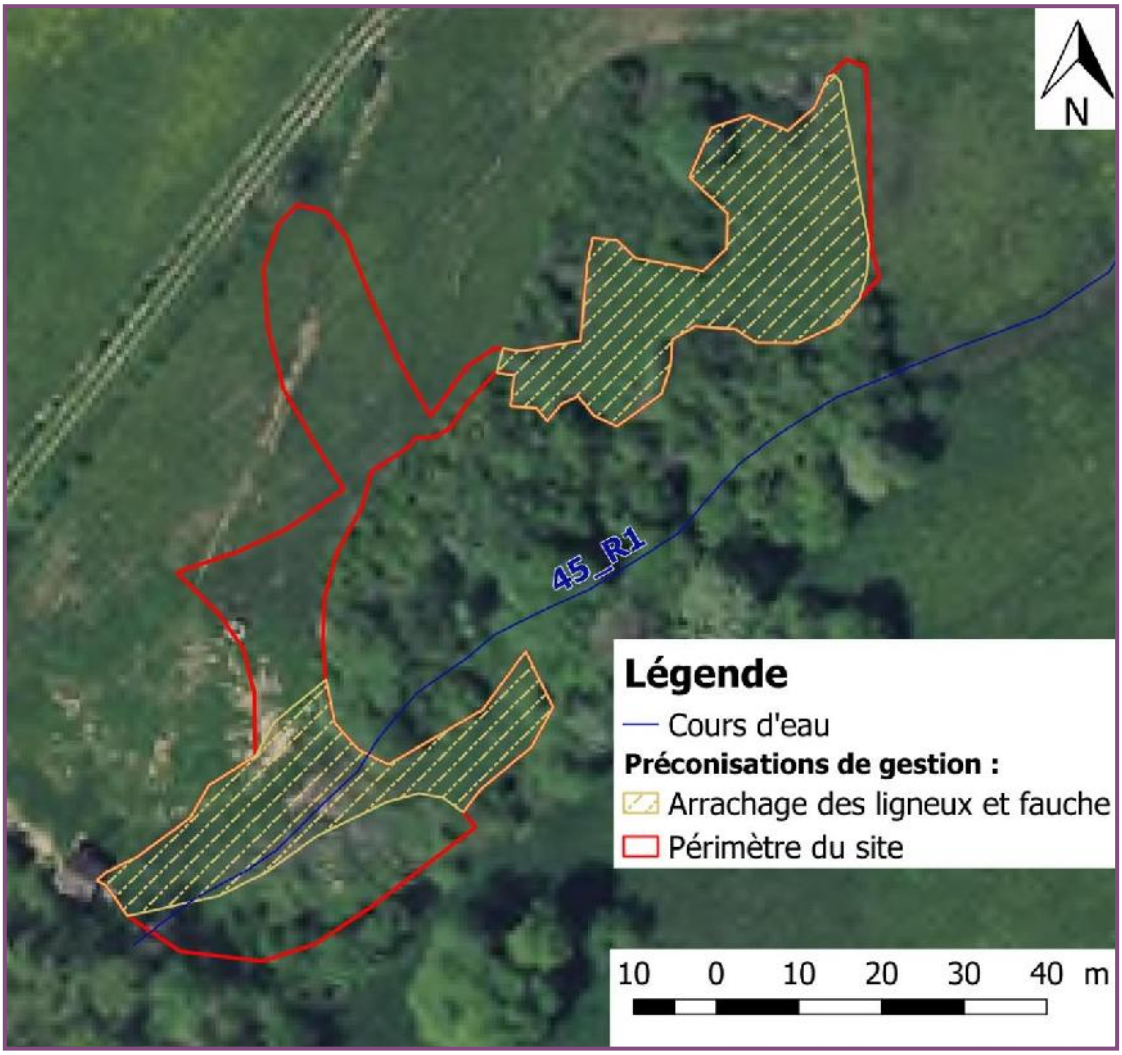
Depuis 1970, la zone a pu évoluer de façon naturelle et n'a été **ni réduite ni morcelée**. Au contraire, sa diversité s'en est trouvée accrue avec aujourd'hui la cohabitation de **plusieurs habitats** dont une prairie humide, des mégaphorbiaies aux **faciès variés**, un bosquet ainsi que toutes les formations intermédiaires à ces milieux. La biodiversité s'est ainsi beaucoup développée avec plus d'une **cinquantaine d'espèces** inventoriées sur seulement 3 placettes mais elle est aujourd'hui menacée par la fermeture globale du site. La connectivité de la zone avec les milieux alentours n'est gênée par aucun obstacle et la présence de bosquets et de forêts au sud-ouest forment des corridors. L'hydrologie est parfaitement typique d'un milieu humide. Le seul bémol se retrouve dans la **gestion :** l'abandon du centre du site et les pratiques de fertilisation sur les parcelles alentours qui pourraient provoquer l'eutrophisation de la zone.
L'état de conservation de ce site est **globalement bon** et pourrait être **facilement amélioré** par quelques mesures simples.

Intervention manuelle et sensibilisation

- Le **maintien des limites actuelles du bosquet** est la mesure la plus importante à mettre en place. La **fauche manuelle des mégaphorbiaies** tous les 3 ou 4 ans, couplée à un **arrachage des jeunes ligneux** qui colonisent peu à peu ces zones permettraient de favoriser la diversification de ces mégaphorbiaies et de limiter leur fermeture. La zone des touradons sera évitée car, bien que la diversité spécifique soit limitée par ces formations, la surface couverte est négligeable et il s'agit d'un élément supplémentaire dans cette mosaïque d'habitats.
  Le **caractère manuel** de l'intervention est important, notamment pour la mégaphorbiaie la plus au sud car elle abrite le lit du ruisseau qui ne doit pas être abîmé. L'usage d'engins et donc à proscrire (au moins près du ruisseau).

- La **surveillance des pratiques agricoles** concernant la fertilisation permettrait d'intervenir avant que les effets ne se fassent sentir dans la zone. **L'information et la sensibilisation** des agriculteurs pourraient suffire à contrôler ce phénomène, d'autant plus qu'une station de pompage est concernée et que les effets seraient directement perçus par les locaux.

- Une étude sur les capacités de la zone humide pourrait être menée afin de déterminer la quantité maximale d'eau pouvant être pompée par la station sans que cela n'affecte le fonctionnement du site.



Préconisations de gestion

Liste des espèces contactées sur la zone "Station de pompage"

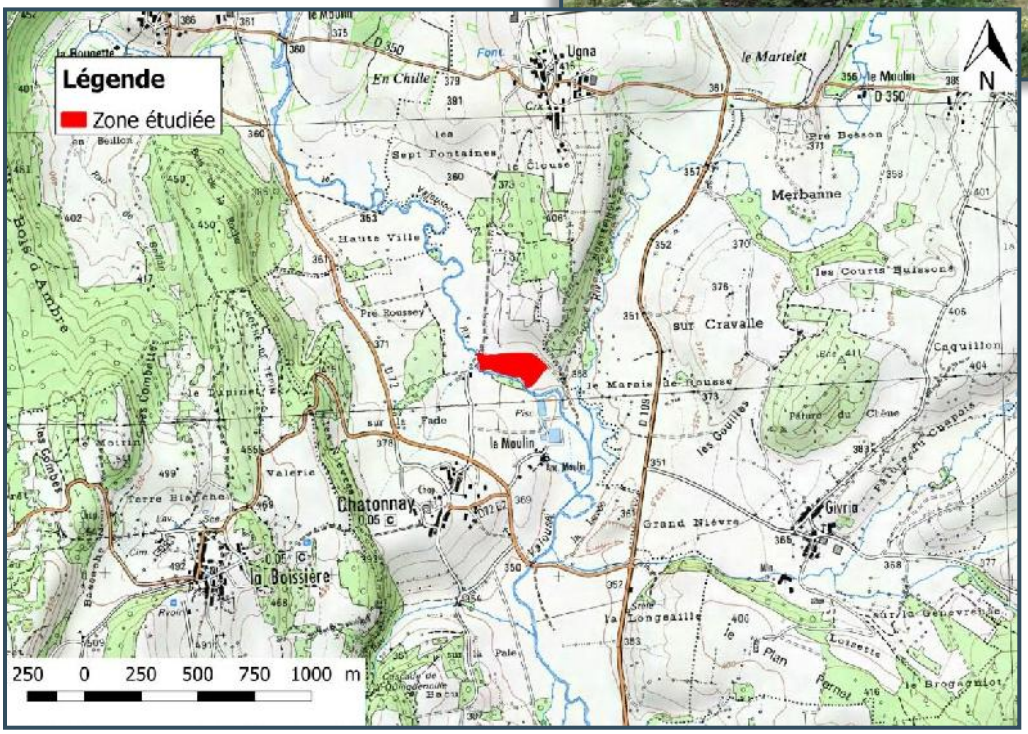
Espèces		Date	Statut	Protection
Flore				
Achillea millefolium	Achillée millefeuille	2018	LC	-
Agrostis capillaris	Agrostide capillaire	2018	LC	-
Agrostis stolonifera	Agrostide stolonifère	2018	LC	-
Angelica sylvestris	Angélique sauvage	2018	LC	-
Anisantha sterilis	Brome stérile	2018	LC	-
Bromus racemosus	Brome en grappe	2018	LC	-
Bryonia alba	Bryone blanche	2018		-
Carex acutiformis	Laîche des marais	2018	LC	-
Carex appropinquata	Laîche paradoxale	2018	LC	-
Cerastium fontanum subsp. vulg	Céraiste commune	2018	LC	-
Cichorium intybus	Chicorée amère	2018	LC	-
Cirsium arvense	Chardon des champs	2018	LC	-
Cirsium vulgare	Cirse commun	2018	LC	-
Convolvulus sepium	Liseron des haies	2018	LC	-
Crepis biennis	Crépide bisannuelle	2018	LC	-
Dactylis glomerata	Dactyle aggloméré	2018	LC	-
Epilobium hirsutum	Épilobe hérissé	2018	LC	-
Equisetum palustre	Prêle des marais	2018	LC	-
Erigeron annuus	Vergerette annuelle	2018		-
Filipendula ulmaria	Reine des prés	2018	LC	-
Frangula alnus	Bourdaine	2018	LC	-
Galium aparine	Gaillet gratteron	2018	LC	-
Galium mollugo	Gaillet commun	2018	LC	-
Geranium dissectum	Géranium découpé	2018	LC	-
Geranium molle	Géranium à feuilles molles	2018	LC	-
Geum urbanum	Benoîte commune	2018	LC	-
Glechoma hederacea	Lierre terrestre	2018	LC	-
Heracleum sphondylium	Berce commune	2018	LC	-
Jacobaea erucifolia	Séneçon à feuilles de Roquette	2018	LC	-
Juncus inflexus	Jonc glauque	2018	LC	-
Lathyrus pratensis	Gesse des prés	2018	LC	-
Lolium multiflorum	Ray-grass d'Italie	2018		-
Lotus corniculatus	Lotier corniculé	2018	LC	-
Lysimachia vulgaris	Lysimaque commune	2018	LC	-
Medicago lupulina	Luzerne lupuline	2018	LC	-
Mentha longifolia	Menthe à longues feuilles	2018	LC	-
Plantago major subsp. pleiosper	Plantain intermédiaire	2018	LC	-
Potentilla reptans	Quintefeuille	2018	LC	-
Poterium sanguisorba	Pimprenelle à fruits réticulés	2018	LC	-
Prunus spinosa	Prunellier	2018	LC	-
Ranunculus repens	Renoncule rampante	2018	LC	-
Rubus caesius	Ronce à fruits bleus	2018	LC	-
Rubus fruticosus	Ronce commune	2018		-
Rumex longifolius	Oseille à feuilles allongées	2018		-
Sambucus nigra	Sureau noir	2018	LC	-
Schedonorus arundinaceus	Fétuque Roseau	2018	LC	-
Solidago gigantea	Solidage géant	2018		-
Taraxacum officinale	Pissenlit	2018	LC	-
Trifolium pratense	Trèfle des prés	2018	LC	-
Trifolium repens	Trèfle rampant	2018	LC	-
Urtica dioica	Ortie dioïque	2018	LC	-
Vicia cracca	Vesce cracca	2018	LC	-
Vicia sativa subsp. sativa	Vesce cultivée	2018		-
Odonates				
Calopteryx splendens	Caloptéryx éclatant	2018	LC	-
Coenagrion puella	Agrion jouvencelle	2018	LC	-
Pyrrhosoma nymphula	Petite nymphe au corps de feu	2018	LC	-

Forêt de Chatonnay
(Valzin en Petite Montagne)

Une mosaïque de milieux en évolution naturelle

Coordonnées GPS : X : 895665
Y : 6595393
Altitude : 351 m
Surface : 2,48 ha
Commune : Valzin en Petite Montagne
Nb habitats : 3 (dont 1 IC)
Nb propriétaires : 3
Nb relevés botaniques : 5
Diversité floristique : 67

La Valouse, limite naturelle sud de la zone



Localisation de la zone

Espèces patrimoniales		Date	Statut	Protection
Taxons hors protocoles				
Dryocopus martius	Pic noir	2018	LC	Nationale

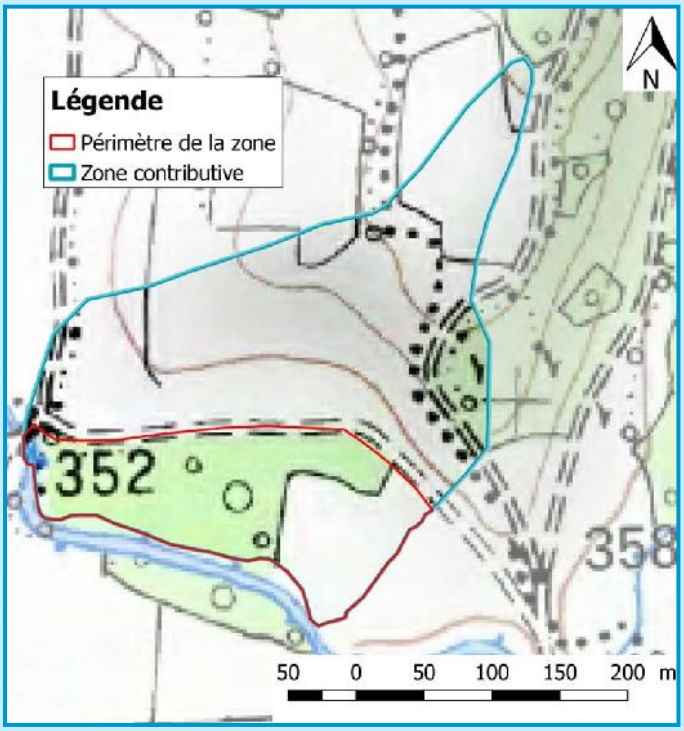
Tableau récapitulatif des espèces patrimoniales (protégées et/ou menacées) contactées sur le site

Située sur les rives du Valouson, cette zone de près de 2,5 ha est dominé par des **boisements humides** avec également une partie plus ouverte couverte par une **mégaphorbiaie**. L'ensemble se situe en **zone de replat** au pied d'un massif assez pentu.
Aujourd'hui le site ne semble **pas être utilisé** mis à part une activité de pêche avec la présence d'un sentier et de quelques points fréquentés sur les berges. Une activité de sylviculture est peut être pratiquée mais dans ce cas les pratiques sont assez légères pour ne pas être remarquées ou n'ont pas encore eu lieu.
En 1930 la **totalité** de la zone était **exploitée comme prairie** alors que le boisement au sud de la rivière existait déjà. C'est en 1960 qu'apparaissent les premiers arbres sur la partie correspondant aujourd'hui à Fraxino – Alnion glutinosae. Le reste de la zone est toujours exploitée sous la forme de prairies. Il apparaît clairement que les arbres ont été plantés à des **fins sylvicoles** sur les photographies de 1980 où l'on distingue facilement deux parcelles (qui correspondent d'ailleurs au parcellaire actuel). En 2000 on observe un **abandon de l'activité agricole** sur le secteur est de la zone qui **évolue en mégaphorbiaie**. Le nord de cette zone semble se fermer bien plus rapidement et évolue vers l'état actuel : Frangulo – Salicion auritae.
Il n'y a que peu de routes aux alentours et elles sont de faible importance d'où un impact restreint sur la continuité écologique. La **pisciculture,** située en aval du site, est composée d'une quinzaine de bassins alimentés directement par la rivière. La qualité de l'eau de cette dernière est donc primordiale pour cette activité.

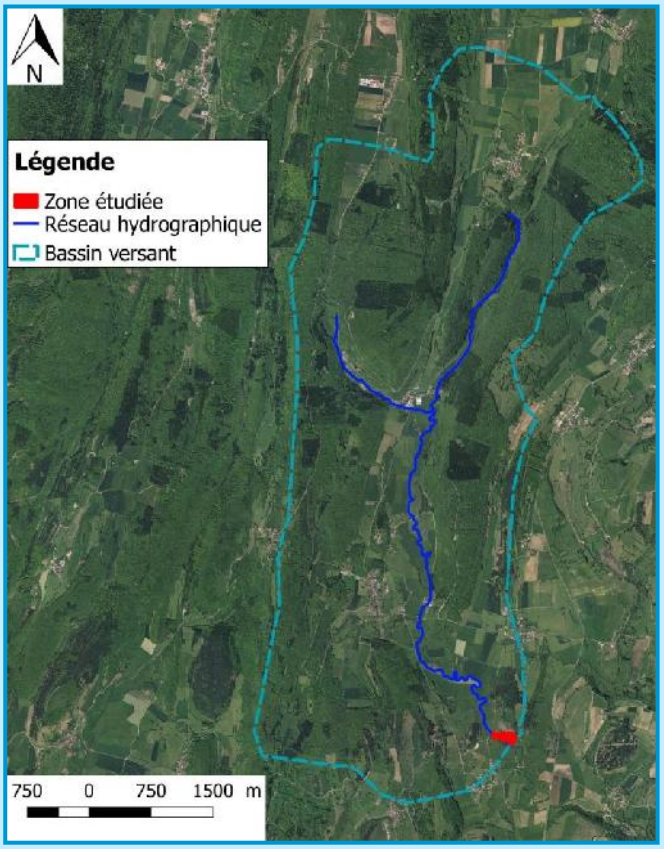
Une zone riveraine de ralentissement de pente

Hydrographie :

La principale entité hydrologique est représentée par la rivière le Valouson (R1) dont le courant est calmé par le gué en amont du site. C'est donc une rivière à **faible courant mais très profonde**, qui serpente au sein de cette forêt et marque la limite sud du site. La limite ouest est marquée par un **bras mort** de la rivière, situé juste après le gué et longeant le chemin en tant que fossé. La végétation aquatique y est particulièrement dense.
On distingue **zone contributive directe** (où l'ensemble des ruissellements finissent dans le site étudié) et le **bassin versant** où l'ensemble des ruissellements participent à l'alimentation de la rivière. Les hautes berges abruptes de R1 limitent la connexion avec la zone humide mais ces connexions existent et sont parfois non négligeables, lors de crues par exemple.
Bien que la zone contributive directe soit assez **restreinte** par rapport au site (seulement 3 fois plus grande), ce dernier se situe au pied de reliefs aux pentes moyennes qui s'adoucissent brusquement. C'est ce qui permet aux **eaux de ruissellement de ralentir** et d'alimenter suffisamment le site.



Zone contributive directe



Bassin versant (zone contributive totale)

Odonates :

100 % de la richesse réelle a été observée d'après l'indice de Jackknife mais seulement deux espèces ont été contactées et aucune n'est une espèce sténoèce des milieux odonatologiques présents. La réalisation du protocole n'était pas aisée sur cette zone du fait de l'embroussaillement des berges et de la profondeur de la rivière (1 m 50 à 2 m) qui empêchait la prospection directement dans l'eau. Il est donc possible que **beaucoup d'espèces aient été ratées** et que seuls les zygoptères régulièrement perchés sur la végétation des rives aient été contactés. Une espèce d'anisoptère a d'ailleurs été aperçue en vol au milieu du lit de la rivière mais son passage rapide n'a pas permis son identification.

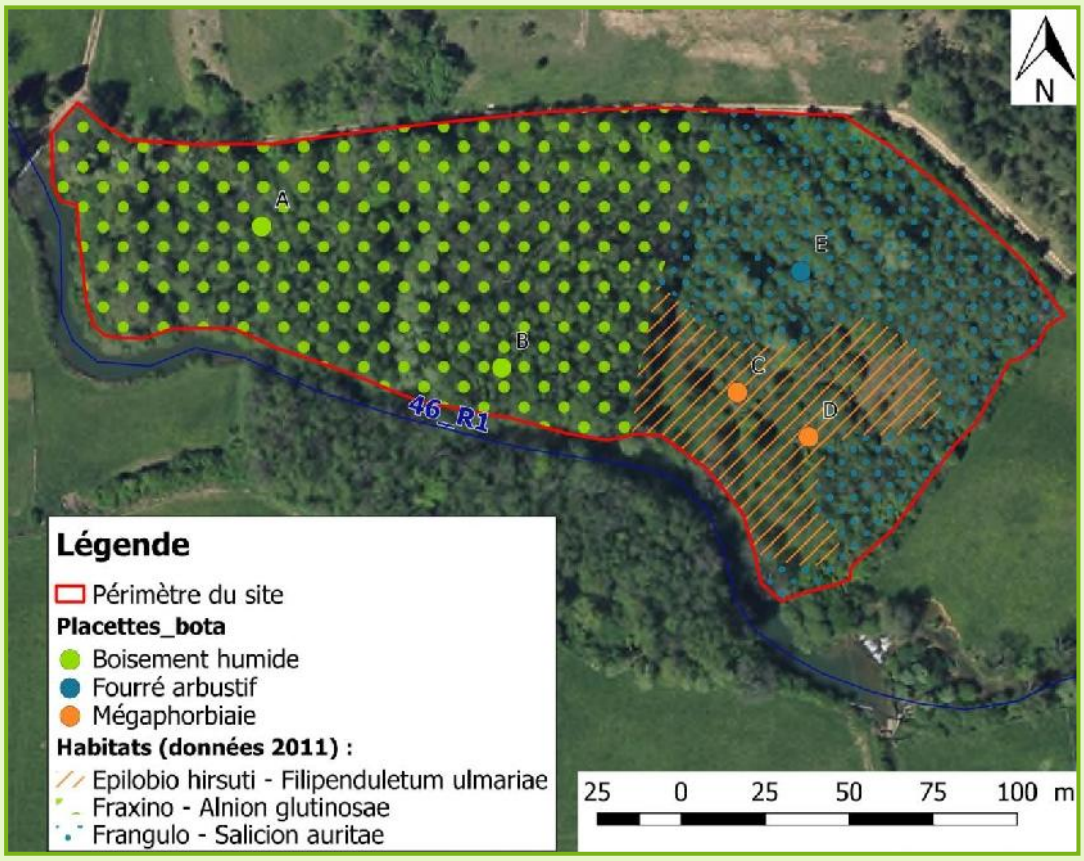
Amphibiens :

Aucun amphibien n'a été contacté sur la zone. La présence de **poissons**, y compris dans le bras mort (M1), est certainement une des raisons de l'absence de ces espèces, couplé au **courant de la rivière** qui, bien que faible, ne convient pas à la plupart des amphibiens. Seules les **Grenouilles vertes** sont susceptibles d'utiliser cet habitat mais cette espèce n'a **jamais été contactée** sur le site ou aux alentours selon les données de Natura 2000.

Un unique habitat aux multiples faciès

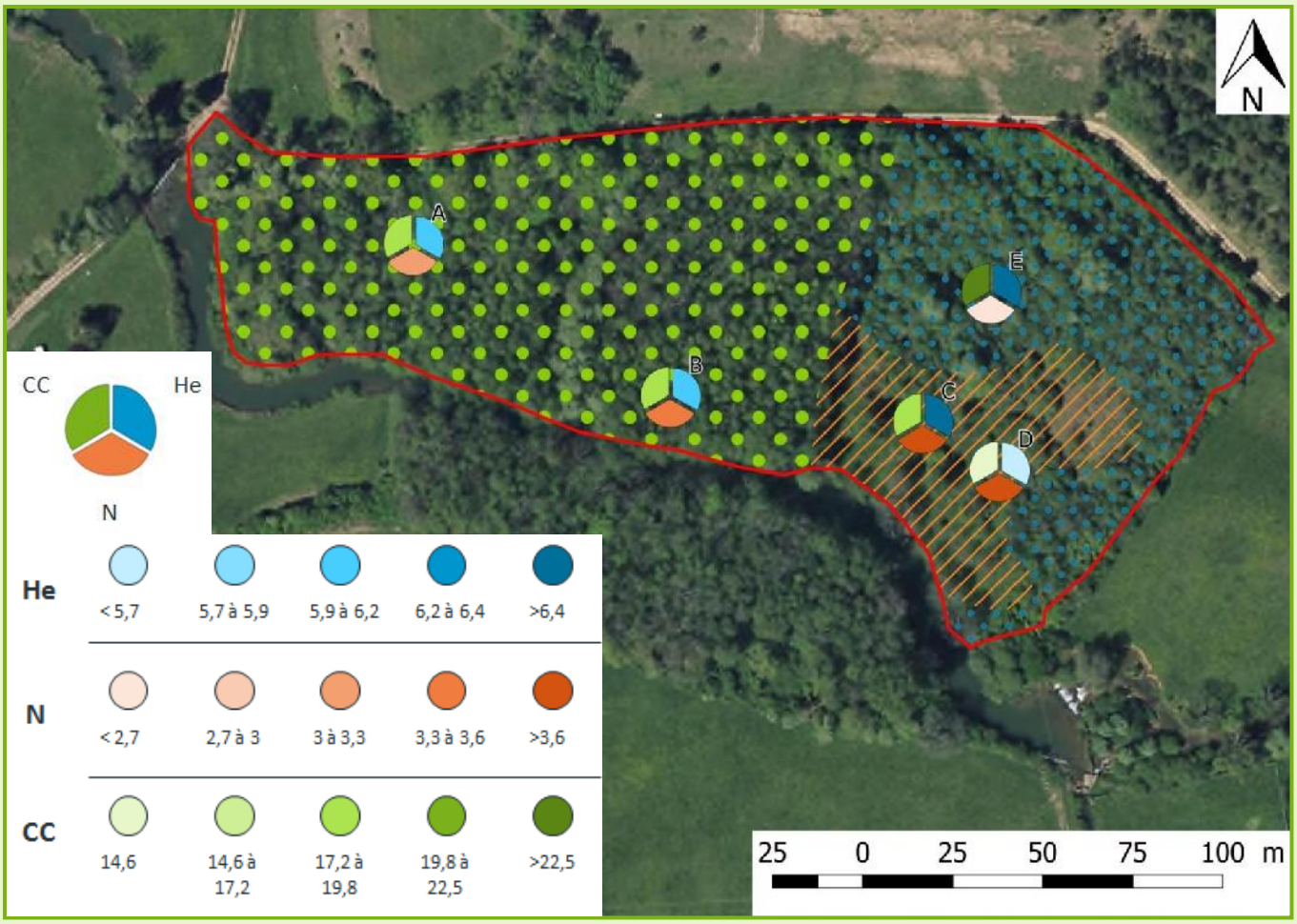
Concernant l'habitat de mégaphorbiaie Epilobio hirsuti – Filipenduletum ulmariae, les placettes C et D y correspondent parfaitement. On a toujours une nette dominance de la **Reine des prés** souvent accompagnée d'*Epilobium hirsutum* et de *Convolvulus sepium* et *Urtica dioica*. On notera néanmoins la forte présence de **Prunelliers** pour la placette D, ce qui témoigne d'une **fermeture du milieu en cours**.
La placette E est conforme aux données de 2011 et correspond au fourré humide Frangulo – Salicion auritae avec la nette dominance de *Salix cinerea* et un **recouvrement arbustif de 90 %** qui implique une faible végétation herbacée au sol.

Les placettes A et B correspondent plutôt bien à l'habitat annoncé par les données de 2011 (Fraxino – Alnion glutinosae) avec la présence d'*Alnus glutinosa* et de *Fraxinus excelsior* en plus de tout un cortège d'arbres, arbustes et plantes herbacées des forêts riveraines (*Caltha palustris*, *Corylus avellana*, *Carex strigosa*…).



Comparaison de la typologie des placettes et des données habitats (2011)

L'**indice floristique d'engorgement** médian du site est de 6,16 ce qui est plutôt **élevé** pour ce type de milieu humide (bordure de cours d'eau, lit mineur et annexes). Les placettes C et E sont globalement plus humides que le reste de la zone ce qui peut s'expliquer par la topographie : les reliefs alentours sont incurvés et le talweg principal est dirigé sur la partie est du site. Les placettes C et E reçoivent donc plus d'eau de ruissellement que les autres. Seule la placette D sort du lot avec un indice de 5,52, valeur qui reste toutefois usuelle pour ce type de zones humides, et qui est due à la présence de *Prunus spinosa* dont l'indice d'engorgement est moyen (4).



Résultats des relevés botaniques : indices floristiques d'engorgement (He), de fertilité (N) et indice de qualité floristique (CC)

L'**indice floristique de fertilité médian** est de 3,47 ce qui est **habituel** pour ces zones humides. Très peu d'apports de nutriments n'est fait sur le site ou sur sa zone contributive qui englobe des milieux forestiers ou des pâtures plutôt pentues. Ces dernières sont susceptibles d'être enrichies en nutriments mais les pratiques doivent être adaptées et le lessivage faible car cela ne se ressent pas sur le site en lui-même.

L'**indice de qualité floristique** médian est de 19,24 pour le site ce qui est **exceptionnellement élevé** pour ce type de milieux. **L'abandon des pratiques agricoles depuis 18 ans** et **l'évolution naturelle** de la forêt expliquent facilement les valeurs élevées de chaque placette. La plus faible est à 12,04 pour D, qui est une valeur un peu plus usuelle, et s'explique par l'évolution de cette parcelle vers un fourré humide avec l'apparition des premières espèces ligneuses colonisatrices (comme *Prunus spinosa*) qui sont ici très présentent. Mais la valeur la plus surprenante est celle de la placette E avec un indice de plus de 25 ! C'est la très forte dominance de *Salix cinerea* dont l'indice de qualité floristique est de 5, qui permet d'atteindre cette valeur. L'évolution de la prairie en fourré arbustif en passant par une mégaphorbiaie s'est faite de façon naturelle **sans intervention humaine** depuis 18 ans.

Evolution naturelle VS gestion

L'évolution naturelle du site continue et aboutirait à la **transformation de la mégaphorbiaie en fourré arbustif** comparable à celui présent plus au nord. La mégaphorbiaie étant un habitat **d'intérêt communautaire** et un milieu ouvert, elle présente plus d'intérêt écologiquement parlant que Frangulo – Salicetum cinereae. Ce serait également une perte pour la mosaïque d'habitats pour laquelle cet **unique milieu ouvert** au milieu de forêts a un fort intérêt. Or, si les choses restent en l'état, cet habitat est amené à disparaître plus ou moins rapidement.

Menaces	Niveau
Fermeture	Fort
Sylviculture	Fort
Fréquentation	Faible

Tableau récapitulatif des principales menaces et estimation de leur niveau par dires d'expert (évaluation du risque et de la sensibilité du milieu)

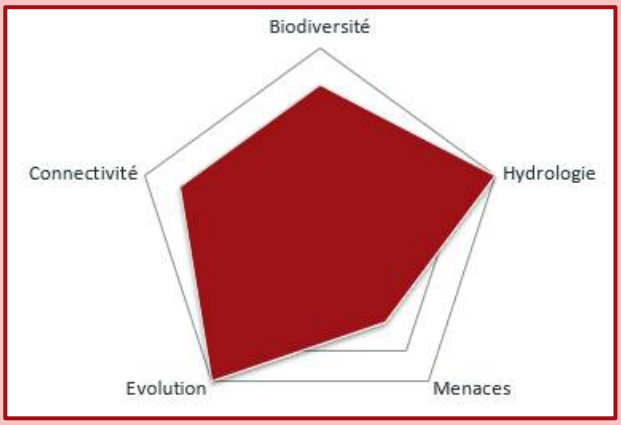
Il est clair que Fraxino – Alnion glutinosae a une **origine humaine** avec la plantation d'arbres avant 1980. Aujourd'hui, l'exploitation de la zone n'est pas certaine mais il est possible que les propriétaires décident un jour de venir **exploiter les ressources forestières**. Selon les moyens utilisés, cette exploitation pourrait être désastreuse pour ce milieu (notamment si les propriétaires décident d'y pratiquer une coupe à blanc par exemple).
La fréquentation du site par les pêcheurs n'est pas un problème en soit mais certaines dégradations pourrait en découler comme la présence de déchets ou l'érosion précoce des berges en cas de surfréquentation.

Fonctions		MH_46
Hydrologiques	Effet tampon	+
	Rechargement des nappes	+
	Stockage de l'eau	+
Biogéochimiques	Apports de matériaux	+
	Reprise de matériaux	+
	Epuration	+
Biologiques	Réservoir de biodiversité	=
	Productivité	+

Evaluation des fonctions de la zone et de leur intégrité

Les fonctions de cette zone sont particulièrement **bien remplies**. Aucune atteinte aux fonctions hydrologiques et biogéochimiques n'est à déplorer. Seules les fonctions biologiques sont à nuancer avec la **fermeture progressive** du site et la disparition en cours d'un habitat d'intérêt communautaire et des espèces qui l'accompagne. La faible diversité en odonates n'est pas prise en compte car l'inventaire est sûrement en cause.

L'état de conservation du site est **très bon** avec pour seuls bémols la baisse de la biodiversité avec la disparition en cours de la zone causée par l'abandon de la gestion, mais d'autre part cet abandon a justement permis d'arriver à cet état… Les menaces de fermeture et de sylviculture sont assez conséquentes. Enfin, la présence du gué est quand même un obstacle aux corridors aquatique bien qu'un passage soit aménagé en dessous de l'ouvrage.
L'hydrologie est parfaitement typique d'un milieu humide.



Evaluation des composantes de l'état de conservation

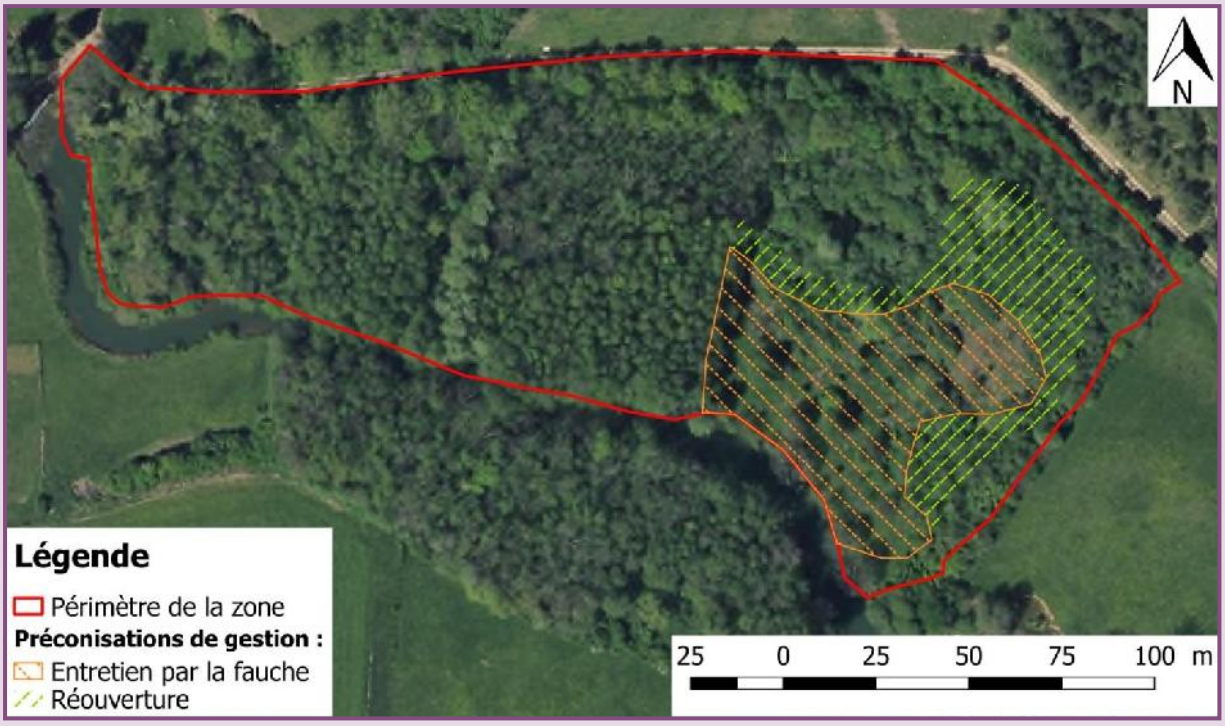
L'état de conservation de ce site est **globalement bon** et pourrait être **facilement amélioré** par quelques mesures simples.

Préconisations de gestion et de non gestion

- Le **maintien des limites actuelles** du bosquet voire la **réduction** de l'emprise des ligneux est la mesure la plus importante à mettre en place. La **fauche manuelle** de la mégaphorbiaie tous les 3 ou 4 ans couplée à un **arrachage des ligneux** qui colonisent peu à peu cette zone permettraient de favoriser cet habitat et de limiter sa fermeture. Les arbres ayant déjà atteint une taille respectable pourront être gardés pour augmenter la variabilité au sein même de la mégaphorbiaie.
  Le **déboisement des lisières** sur 7 à 20 m permettrait d'augmenter la surface de la mégaphorbiaie, habitat d'intérêt communautaire.
  Le caractère **manuel** des interventions est important, la faible superficie de la zone la rend fragile à toute perturbation. C'est cette même superficie qui autorise une intervention manuelle qui ne sera pas trop lourde à mettre en place.

- Pour contrer la potentielle menace d'exploitation forestière, plusieurs scénarios sont envisageables :
  - La **prise de contact** avec les deux propriétaires afin de les **sensibiliser** à la valeur écologique de leur forêt. Un Pic noir a été vu en train de tambouriner sur un des grands hêtres de la forêt, ce qui témoigne de la valeur écologique de cette dernière car c'est un oiseau très sélectif quand il s'agit de la qualité de son habitat. Pour aller plus loin, la mise en place d'un **îlot de sénescence** paraît particulièrement bien adaptée à la situation. C'est en effet la non gestion du site qui a permis d'en arriver là et garantir cela pour les décennies à venir serait très intéressant.

- Si les propriétaires sont toujours décidés à exploiter leur forêt, il est important des les **accompagner** dans leurs pratiques sylvicoles afin d'impacter le moins possible le milieu. La **coupe ponctuelle** de certains arbres intéressants, le débardage à l'aide de chevaux, l'abandon d'arbres morts couchés ou debout et la régénération naturelle sont autant de mesures qu'il faudrait envisager pour exploiter cette forêt en alliant les intérêts humains et écologiques.



Cartographie des préconisations de gestion

Liste des espèces contactées sur la zone "Forêt de Chatonnay"

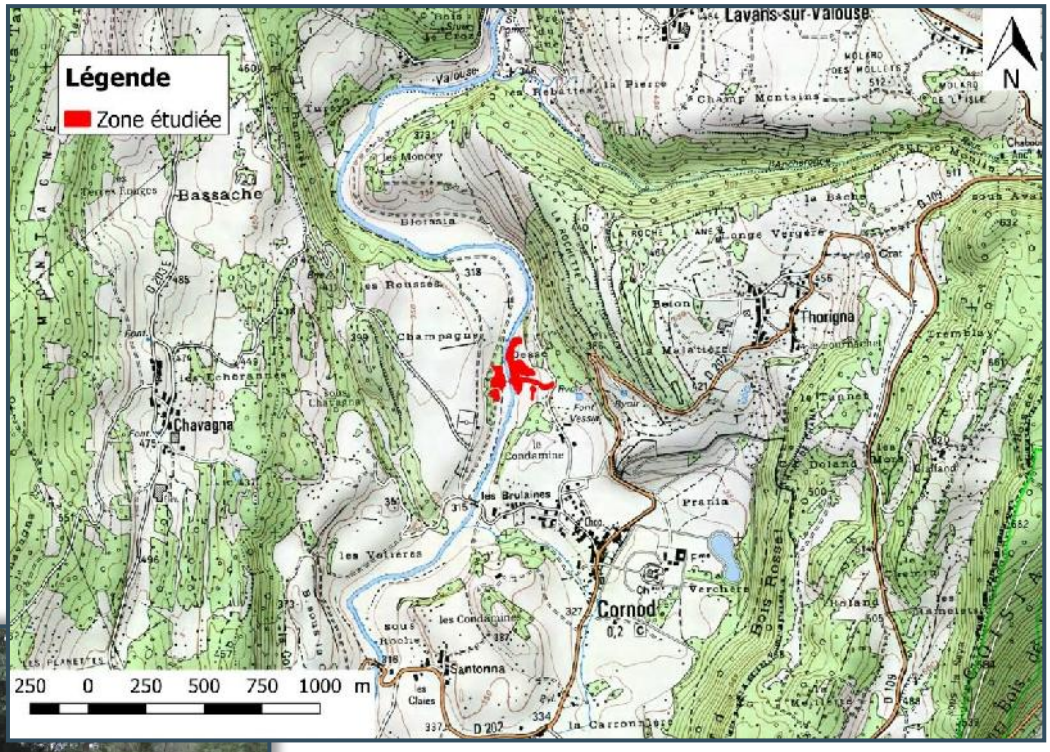
Espèces		Date	Statut	Protection
Flore				
Acer campestre	Érable champêtre	2018	LC	-
Agrimonia eupatoria	Aigremoine	2018	LC	-
Agrostis stolonifera	Agrostide stolonifère	2018	LC	-
Alnus glutinosa	Aulne glutineux	2018	LC	-
Angelica sylvestris	Angélique sauvage	2018	LC	-
Anthoxanthum odoratum	Flouve odorante	2018	LC	-
Arum maculatum	Gouet tâcheté	2018	LC	-
Caltha palustris	Populage des marais	2018	LC	-
Carex acutiformis	Laîche des marais	2018	LC	-
Carex strigosa	Laîche maigre	2018	LC	-
Circaea lutetiana	Circée commune	2018	LC	-
Cirsium rivulare	Cirse des ruisseaux	2018	LC	-
Convolvulus sepium	Liseron des haies	2018	LC	-
Cornus sanguinea	Cornouiller sanguin	2018	LC	-
Corylus avellana	Noisetier	2018	LC	-
Crataegus monogyna	Noire épine	2018	LC	-
Deschampsia cespitosa	Canche cespiteuse	2018	LC	-
Elymus caninus	Chiendent des chiens	2018	LC	-
Epilobium ciliatum	Épilobe cilié	2018		-
Epilobium hirsutum	Épilobe hérissé	2018	LC	-
Equisetum arvense	Prêle des champs	2018	LC	-
Equisetum palustre	Prêle des marais	2018	LC	-
Euonymus europaeus	Fusain d'Europe	2018	LC	-
Eupatorium cannabinum	Eupatoire à feuilles de chanvre	2018	LC	-
Filipendula ulmaria	Reine des prés	2018	LC	-
Fragaria vesca	Fraisier des bois	2018	LC	-
Fraxinus excelsior	Frêne élevé	2018	LC	-
Galeopsis tetrahit	Ortie royale	2018	LC	-
Galium aparine	Gaillet gratteron	2018	LC	-
Galium mollugo	Gaillet commun	2018	LC	-
Galium palustre	Gaillet des marais	2018	LC	-
Geranium robertianum	Herbe à Robert	2018	LC	-
Geum urbanum	Benoîte commune	2018	LC	-
Glechoma hederacea	Lierre terrestre	2018	LC	-
Hedera helix	Lierre grimpant	2018	LC	-
Heracleum sphondylium	Berce commune	2018	LC	-
Humulus lupulus	Houblon grimpant	2018	LC	-
Hypericum tetrapterum	Millepertuis à quatre ailes	2018	LC	-
Iris pseudacorus	Iris faux acore	2018	LC	-
Juncus inflexus	Jonc glauque	2018	LC	-
Lamium maculatum	Lamier maculé	2018	LC	-
Ligustrum vulgare	Troëne	2018	LC	-

Espèces		Date	Statut	Protection
Lonicera xylosteum	Chèvrefeuille des haies	2018	LC	-
Lysimachia nummularia	Herbe aux écus	2018	LC	-
Lysimachia vulgaris	Lysimaque commune	2018	LC	-
Melittis melissophyllum	Mélitte à feuilles de Mélisse	2018	LC	-
Mentha longifolia	Menthe à longues feuilles	2018	LC	-
Myosotis scorpioides	Myosotis des marais	2018	LC	-
Neottia ovata	Grande Listère	2018	LC	-
Phalaris arundinacea	Baldingère faux-roseau	2018	LC	-
Prunus spinosa	Prunellier	2018	LC	-
Pteridium aquilinum	Fougère aigle	2018	LC	-
Quercus robur	Chêne pédonculé	2018	LC	-
Ranunculus repens	Renoncule rampante	2018	LC	-
Rubus caesius	Ronce à fruits bleus	2018	LC	-
Sambucus nigra	Sureau noir	2018	LC	-
Scrophularia nodosa	Scrophulaire noueuse	2018	LC	-
Silene dioica	Compagnon rouge	2018	LC	-
Solanum dulcamara	Douce amère	2018	LC	-
Stachys palustris	Épiaire des marais	2018	LC	-
Stachys sylvatica	Épiaire des bois	2018	LC	-
Urtica dioica	Ortie dioïque	2018	LC	-
Valeriana officinalis	Valériane officinale	2018	LC	-
Veronica chamaedrys	Véronique petit chêne	2018	LC	-
Viburnum lantana	Viorne mancienne	2018	LC	-
Viburnum opulus	Viorne obier	2018	LC	-
Vicia cracca	Vesce cracca	2018	LC	-
Odonates				
Calopteryx virgo virgo	Caloptéryx vierge	2018	LC	-
Platycnemis pennipes	Agrion à larges pattes	2018	LC	-
Autres taxons				
Dryocopus martius	**Pic noir**	**2018**	**LC**	**Nationale**

!! Desse (Cornod)

Une zone aux nombreux habitats

Coordonnées GPS : X : 895781
Y : 6583173
Altitude : 313 m
Surface : 1,55 ha
Commune : Cornod
Nb propriétaires : 3
Nb habitats : 2 (dont 1 IC)
Nb relevés botaniques : 5
Diversité floristique : 85



Localisation du site

Un des bras de R2 qui se jette dans la Valouse (derrière la ripisylve en arrière-plan)

Espèces patrimoniales		Date	Statut	Protection
Odonates				
Coenagrion mercuriale	Agrion de Mercure	2018	NT	Nationale
Amphibiens				
Alytes obstetricans	Alyte accoucheur	2018	LC	Nationale
Pelophylax sp.	Grenouille verte sp.	2018	LC	Nationale
Salamandra salamandra	Salamandre tachetée	2018	LC	Nationale

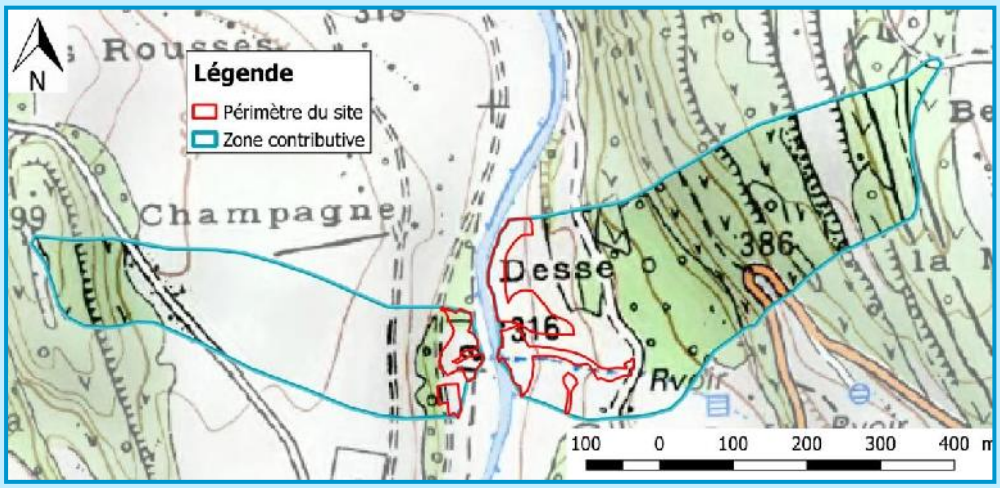
Tableau récapitulatif des espèces patrimoniales (protégées et/ou menacées) présentes sur le site

Ce site est localisé sur les flans de la **vallée** creusée par la Valouse. Une partie est localisée sur des **pentes** assez conséquentes (environ 10 %) et le reste de la zone est plutôt sur des **replats** (notamment la partie en rive droite). Majoritairement composé de **prairies humides**, le site comporte également une partie de **cariçaie** (rive gauche, au sud), de **mégaphorbiaies** et de **fourrés** (rive droite). La partie en rive gauche est traversée par un **ruisseau tufeux** permanent (R2) au débit conséquent.
Bien que les deux zones constituent des zones humides distinctes, il a été décidé de les rassembler en une zone plus large englobant la Valouse (et donc ses deux berges).
Actuellement, **plusieurs types de gestion** sont appliqués sur la zone. Rive gauche : la partie sud est **pâturée** par des bovins tandis que toute la partie nord sert d'abord de prairie de fauche puis de pâturage. Sur la rive droite, une **coupe à blanc** à eu lieu sur le fourré. Au sud se trouve un plan d'eau artificiel (M1) utilisé à des **fins récréatives** (pêche).
Une activité agricole est visible sur l'ensemble du site (y compris la rive droite) à partir de 1938 où seule la ripisylve était peuplée d'arbres. Les premiers signes de changement de milieu de la rive droite sont visibles en 1994 : la prairie **évolue vers une mégaphorbiaie** suite à **l'abandon des pratiques agricoles**. A noter que l'intégralité de la rive gauche n'a pas toujours été exploitée comme prairie (comme le montrent d'ailleurs les données habitats de 2011 où des mégaphorbiaies sont cartographiées à l'emplacement d'actuelles prairies) et que cette modification des milieux est récente (entre 2013 et 2017).
La Valouse bénéficie directement des **actions d'épuration et de stockage d'eau de la zone** : cette dernière participe à l'alimentation quantitative et qualitative de l'eau de la rivière. La Valouse est utilisée par de nombreuses personnes (agriculture, pêche, tourisme…) tout le long de son cours : son débit et sa qualité son primordiales pour certains activités.
La continuité aquatique est intègre avec **l'absence d'obstacles** aux échanges le long des différents cours d'eau. Au niveau de la trame verte, les **ripisylves** et les différentes **haies** jouent le rôle de corridors écologiques. La piste à l'est n'est pas assez fréquentée pour influencer les échanges.

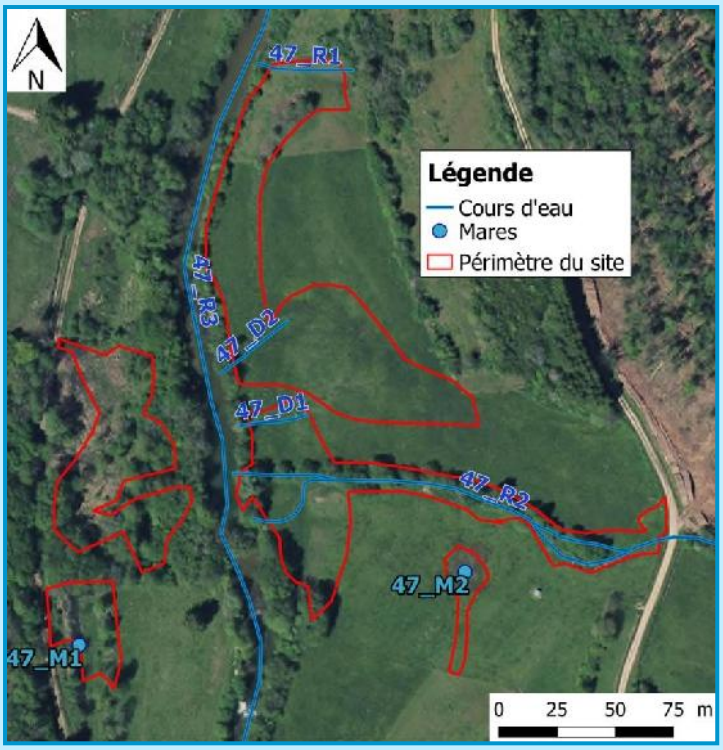
Un milieu humide de pente et de fond de vallée

Hydrographie :

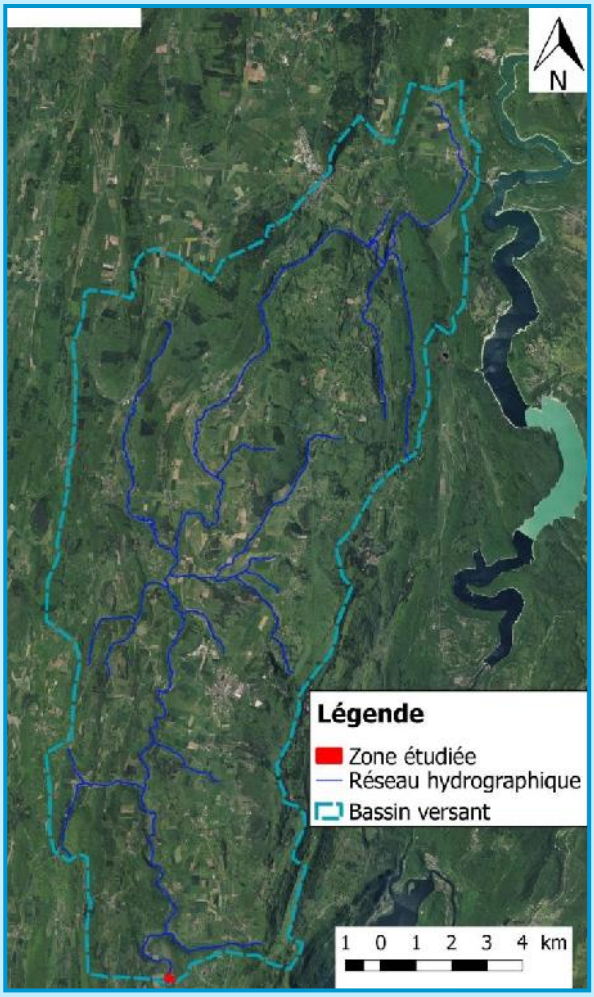
La rive gauche est traversée par **deux cours d'eau** (R1 et R2) et de plusieurs **drains** envahis par la végétation et à moitié rebouchés, parallèles à la Valouse (R3). Le **ruisseau tufeux** (R2) a un débit important tout au long de l'année et forme de **nombreuses vasques**. Il est couvert par une ripisylve assez dense mais plusieurs zones sont bien ensoleillées. Il se divise en deux sur le replat en bordure de la Valouse et sa partie gauche forme **un lit peu profond et sableux** qui sillonne lentement la prairie. Le ruisseau R1 est beaucoup moins important (et temporaire) et son lit sableux est peu profond.
Les points d'eau sont au nombre de deux sur cette zone, un sur chaque rive. Sur la rive droite, M1 est un **petit étang artificiel très enfoncé et profond**, aux **berges abruptes** et régulièrement gyrobroyées par endroits. Cet étang possède toutefois une **roselière** assez importante et intéressante. Il est peuplé de **poissons** d'élevage. Le deuxième point d'eau, M2, se présente sous la forme de **nombreuses gouilles** en eau toute l'année. Les bovins pâturant la zone participent à la formation de ces gouilles lors de leurs passages sur le sol à faible portance de cet habitat.



Zone contributive du site étudié



Localisations des entités hydrologiques de la zone



Bassin versant (zone contributive totale)

La **zone contributive directe** couvre une surface d'environ 14,6 ha. Cela représente **plus de 9 fois** la surface du site. Elle couvre des milieux très variés : des prairies, des cultures et des forêts, de chaque côté de la rivière.
La zone contributive totale correspond au bassin versant de la rivière, elle couvre une surface très importante (plus de 17 000 ha) et ses eaux de ruissellement participent aux échanges avec la zone humide étudiée, notamment lors des crues.

Odonates :

L'indicateur odonate est exploitable selon l'indice de Jackknife (qui indique que 83 % de la population réelle a été observée) : le peuplement du site est intègre à **33 %**. En effet, **9 espèces** différentes ont été contactées, soit **un tiers** seulement des espèces attendues. Parmi ces espèces, **certaines ne trouveraient pas d'habitats favorables** sur le site. C'est le cas par exemple de *Coenagrion scitulum* qui favorise les eaux stagnantes avec une végétation aquatique affleurant à la surface, ce qui n'est pas le cas de M1. D'autres sont rares comme *Somatochlora flavomaculata* **dont aucun individu n'a été observé dans les alentours** du site. Enfin, les berges de la Valouse sont densément occupées par des arbres et arbustes qui rendent les **prospections difficiles**. Les espèces liées aux rivières vives sont donc potentiellement manquées lors des inventaires. Toutes ces raisons peuvent expliquer la **faible valeur de cet indicateur**.
Notons néanmoins la **diversité de la zone** ainsi que la présence de **l'Agrion de Mercure**, espèce patrimoniale (même si sa reproduction sur le site n'est pas avérée), qui participent fortement à l'intérêt écologique de cette zone.

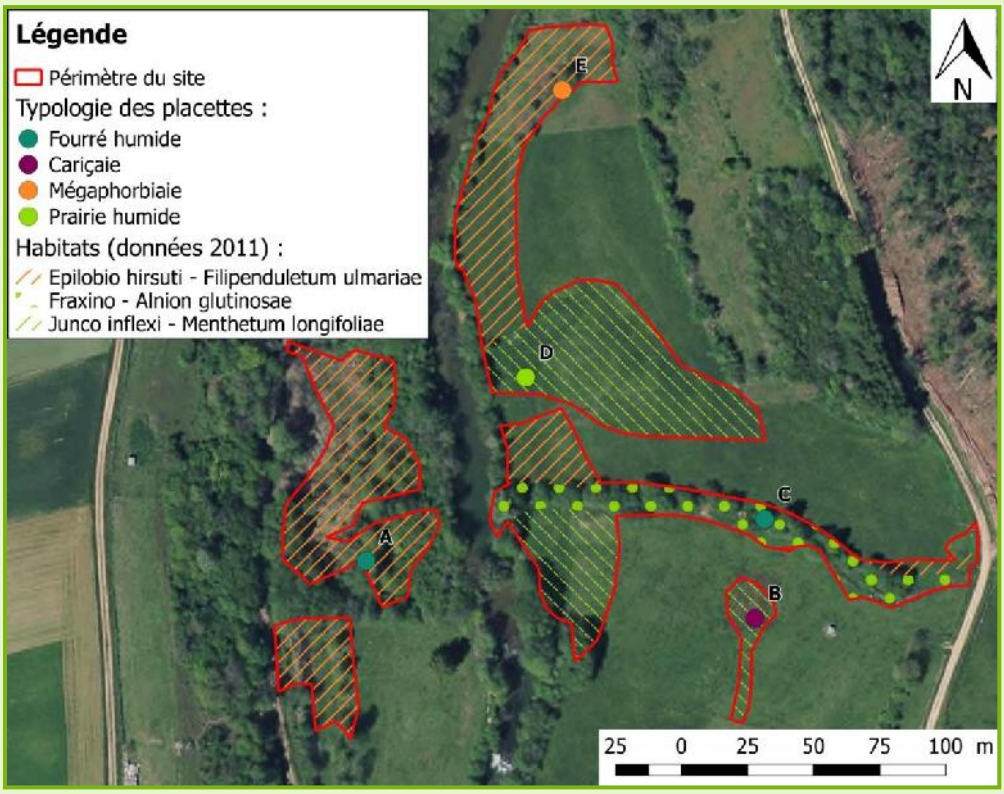
Amphibiens :

Trois espèces ont été observées sur la zone : ***Alytes obstetricans*** (contact auditif), ***Salamandra salamandra*** et *Pelophylax* sp.. L'I2PA a une valeur de **1,61**, grâce notamment à **l'équilibre entre les effectifs** des différentes espèces et la présence de **deux espèces sténoèces sur trois** (pour la sténoècie relative) : l'Alyte accoucheur et la Salamandra tachetée. La troisième espèce, le Crapaud calamite, ne trouverait **aucun habitat favorable** sur cette zone (absence de carrière et autres habitats terrestres similaires). L'absence des autres espèces sténoèces comme la Grenouille rousse par exemple, peut s'expliquer par le manque d'habitats favorables. En effet, le seul point d'eau stagnant intéressant pour les amphibiens est peuplé par des **poissons** (M1).

Crédit photo : Pascal Duboc

Alytes obstetricans mâle portant ses œufs

Des évolutions et modifications d'habitats



Comparaison entre la typologie actuelle des placettes et les données habitats de 2011.

Les données habitats datant de 2011, la typologie des placettes botanique montre **une évolution** de ces derniers. Ainsi, la rive droite avait été cartographiée comme **mégaphorbiaie** mais cet habitat a naturellement **évolué vers un fourré** puis une **forêt humide** (par extension de la ripisylve notamment), aujourd'hui coupé par le gestionnaire de la parcelle. La placette A est située en périphérie de la coupe et présente bien un peuplement de **fourré humide**. D'autres changements ont été repérés hors des placettes comme le **recul de la mégaphorbiaie** sur la rive gauche, aujourd'hui sous la forme d'une **prairie humide** semblable à Junco inflexi – Menthetum longifoliae. Cet habitat est particulièrement bien représenté sur la placette B tandis que la placette D est beaucoup plus proche de Lolio perennis – Cynosuretum cristati, habitat de **prairie dégradée par les pratiques agricoles**.

Résultats des relevés botaniques : indices floristiques d'engorgement (He), de fertilité (N) et indice de qualité floristique (CC)

L'indice floristique d'engorgement médian est de 6,78 ce qui est un **résultat satisfaisant** pour une zone humide de bordure de cours d'eau. Une valeur sort néanmoins du lot : la placette D a un **résultat très faible** (3,39) comparé aux autres placettes, ce qui traduit un **engorgement du sol bien moindre**. Cette placette se situe pile **entre les deux drains** de la rive gauche, D1 et D2, bien qu'ils soient assez peu profonds il est probable qu'ils soient à l'origine d'un **assèchement local conséquent** qui se reflète sur cette placette.

L'indice floristique de fertilité du sol médian est de 3,60. Toutes les placettes ont des **valeurs assez typiques** (bien qu'assez élevées) excepté la placette D : son indice de fertilité est bien plus bas (2,36). Cette placette est sur un **replat** où le ruissellement est important mais l'eau est **captée et évacuée par les drains**. On peut supposer que les **nutriments du sol sont lessivés** par cette eau et évacués de la même manière par les drains d'où une concentration plus faible. Une autre raison potentielle est la **longue utilisation de la zone en tant que prairie exploitée**, ce qui pourrait avoir appauvrie cette dernière.

L'indice de qualité floristique médian est de 19,65, ce qui traduit un **état général stable** ayant permis l'apparition de peuplements végétaux typiques des milieux humides. On notera un **maximum très élevé** (de 27) pour la placette E qui est exploitée uniquement par **pâturage**. Les animaux (des équins cette année), disposant de zones plus appétantes, n'exercent qu'une **pression faible** sur cette zone où des plantes typiques ont eu le temps de se développer **: *Iris pseudacorus***, ***Valeriana officinalis*** ou encore ***Filipendula ulmaria***. La valeur minimale est encore une fois prise par la placette D (8,40), peuplée de plantes à stratégies beaucoup plus **rudérales et typiques des prairies** comme *Trifolum pratense*, *Plantago lanceolata* ou *Lotus corniculatus*. L'assèchement et l'exploitation de la zone explique facilement cette orientation du peuplement végétal vers une **prairie dégradée** (type Lolio perennis – Cynosuretum cristati).

Modifications d'habitats et drains

Les pratiques agricoles exercées sur la zone sont **globalement appropriées** (pâturage extensif et fauche) mais certaines pourraient présenter une menace pour le site si elles sont intensifiées. C'est par exemple le cas du pâturage qui pourrait provoquer des dégradations sur la partie au sud de R2, notamment sur la zone de Junco inflexi – Menthetum longifoliae où le **piétinement**, aujourd'hui favorable pour la création de gouilles, pourraient devenir destructeur s'il s'intensifiait. De même, le petit affluent de R2 est aujourd'hui à la **limite du surpiétinement**. Le gestionnaire a déjà étendu ses prairies **aux dépends des mégaphorbiaies** et il n'est pas impossible qu'il souhaite continuer sur cette voie en s'étendant au nord (rive gauche).

Menaces	Niveau
Intensification de	Moyen
Drainage	Moyen
Sylviculture	Moyen

Tableau récapitulatif des principales menaces et estimation de leur niveau par dires d'expert (évaluation du risque et de la sensibilité du milieu)

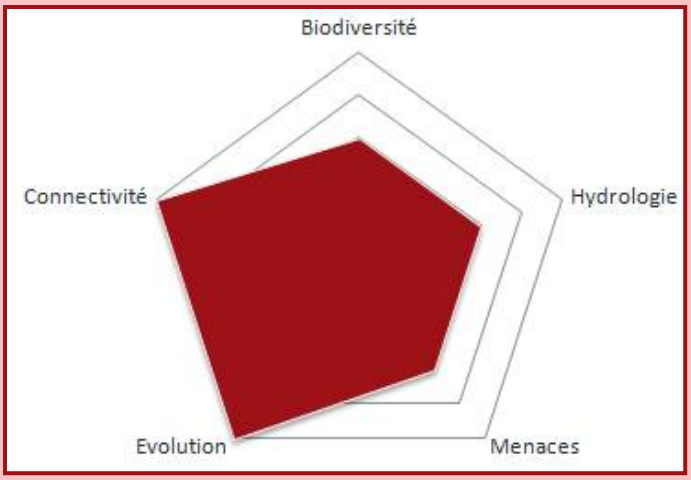
Le **drainage**, bien que peu étendu, a des **impacts très négatifs localement**. La placette D montre clairement qu'ils ne sont pas insignifiants et continuent d'assécher la zone.

Sur la rive droite, la sylviculture menée par le gestionnaire est très **destructrice** pour le milieu (coupe à blanc) et il est possible que la ripisylve soit la prochaine cible de ces pratiques. Les **coupes à blanc** induisent des bouleversements irréversibles et brutaux sur les milieux en tassant et exposant le sol à nu lors du passage des engins. La sylviculture n'est pas à bannir mais cette gestion est absolument à éviter.

Fonctions		MH_47
Hydrologiques	Effet tampon	=
	Rechargement des nappes	=
	Stockage de l'eau	=
Biogéochimiques	Apports de matériaux	+
	Reprise de matériaux	+
	Epuration	=
Biologiques	Réservoir de biodiversité	=
	Productivité	=

Evaluation de l'intégrité des fonctions de la zone humide

Si on exclut la zone entre les deux drains (parcelle D), les fonctions hydrologiques du site sont **globalement bien remplies**. Mais D1 et D2 semblent avoir une **influence locale très importante** : assèchement et évacuation rapide des eaux de ruissellement. Les fonctions biogéochimiques au niveau des transports de matériaux sont satisfaisantes mais **l'épuration peut s'avérer moins efficace** du fait des **changements de végétations**. Junco inflexi – Menthetum longifoliae semble avoir tendance à évoluer vers des **habitats de prairies dégradées** comme Lolio perennis – Cynosuretum cristati, qui ne présente pas de végétation susceptible de participer efficacement à l'épuration. Enfin, **la biodiversité et la productivité de la zone sont réduites** par cette évolution d'habitats.



Evaluation des composantes de l'état de conservation

L'état de conservation du site est **mitigé**. Le bon point concerne les **corridors écologiques** nombreux et intacts connectant le site aux milieux alentours. L'évolution spatiale de la zone est également bonne. Mais l'hydrologie et la biodiversité sont en moins bon état avec notamment **l'action des drains et les évolutions d'habitats**.

Protection et amélioration des entités hydrologiques

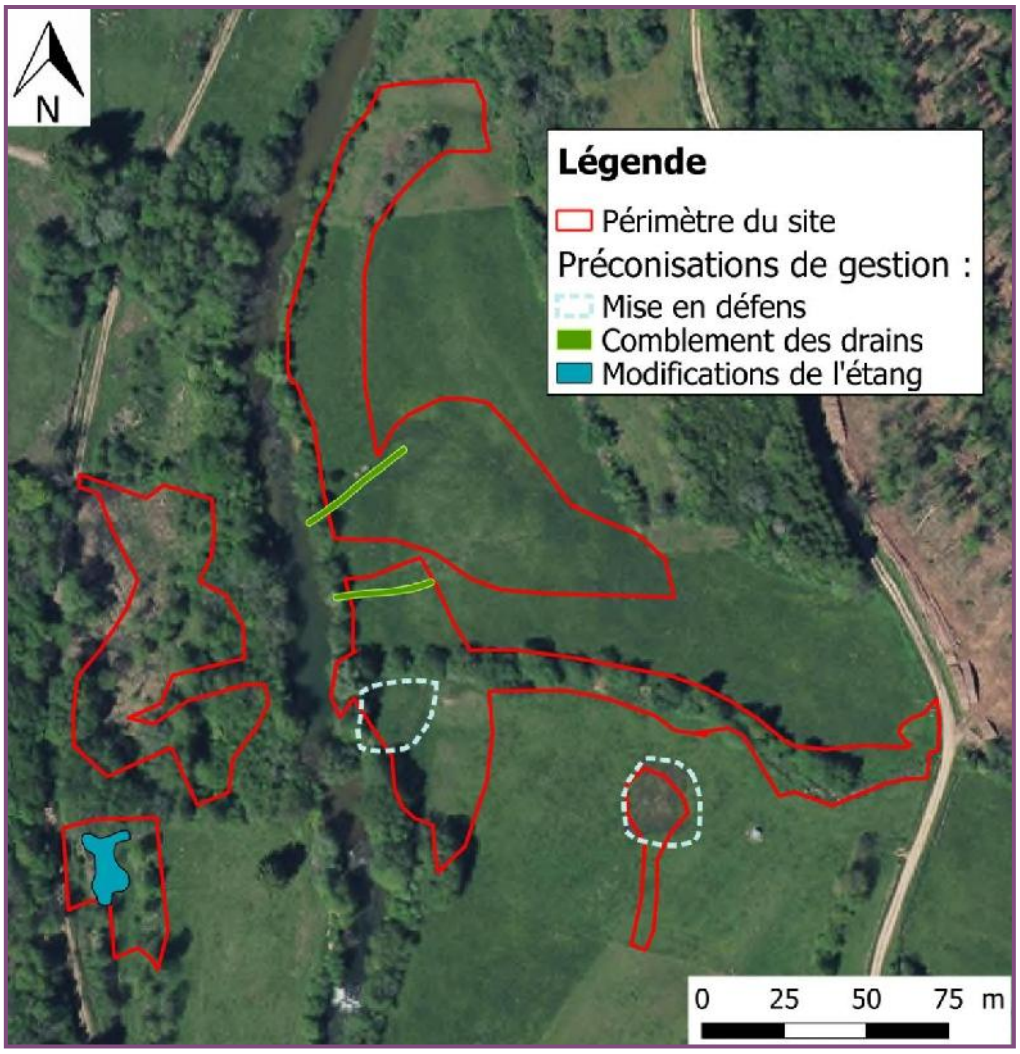
- Une **surveillance des pratiques agricoles** de la zone (et notamment du pâturage au sud de la rive gauche) permettrait de réagir rapidement si certaines s'avèrent trop intensives vis-à-vis du site.

- La **mise en défens de l'habitat** Junco inflexi – Menthetum longifoliae au sud (rive gauche) ainsi que du replat où serpente l'un des **bras de R2** pourraient être envisagés **si le pâturage s'avère trop intensif**. Ce bras de R2 est (ou pourrait être) le milieu de reproduction de plusieurs espèces comme *Cordulegaster boltonii* et *Coenagrion mercuriale* et le surpiétinement du lit serait fatal à ces espèces.

- Le **rebouchage complet des drains** permettrait de rétablir **l'équilibre hydrologique** propre à cette zone et, peut être, **d'inverser la tendance d'évolution des habitats** pour revenir à Junco inflexi – Mentehtum longifoliae.

- Certaines modifications pourraient être apportées à M1 pour rendre cet étang beaucoup plus attractif pour la faune. Une première mesure consisterait à **enlever l'intégralité des poissons** actuellement présents. Prédateurs des larves d'amphibiens, ils sont la principale cause de l'absence de ce taxon sur cet étang. Les berges, très abruptes, pourraient être **adoucies et retracées** de façon plus diversifiée. Une **diversification des profondeurs** de l'étang pourraient être créée par la même occasion.

- L'accompagnement du gestionnaire de la rive droite permettrait de **prévenir de futures coupes à blanc** (sur la ripisylve par exemple) tout en le conseillant sur une **gestion appropriée** à ce type de milieu. Selon les objectifs de cette personne, le milieu réouvert par cette coupe pourrait être entretenu pour reformer la mégaphorbiaie présente à l'origine (Epilobio hirsuti – Filipenduletum ulmariae). La gestion sera à adapter à l'évolution du milieu (fauche des jeunes ligneux, débroussaillage des ronciers et fourrés…).



Cartographie des préconisations de gestion

Liste des espèces contactées sur la zone "Desse"

Espèces		Date	Statut	Protection
Flore				
Acer campestre	Érable champêtre	2018	LC	-
Agrostis stolonifera	Agrostide stolonifère	2018	LC	-
Alnus glutinosa	Aulne glutineux	2018	LC	-
Briza media	Amourette commune	2018	LC	-
Bromopsis erecta	Brome érigé	2018	LC	-
Buxus sempervirens	Buis commun	2018	LC	-
Carex acutiformis	Laîche des marais	2018	LC	-
Carex sp.	Carex sp.	2018		-
Carex pendula	Laîche pendante	2018	LC	-
Centaurea jacea	Centaurée jacée	2018	LC	-
Cerastium fontanum subsp. vulg	Céraiste commune	2018	LC	-
Clinopodium vulgare	Sariette commune	2018	LC	-
Convolvulus arvensis	Liseron des champs	2018	LC	-
Convolvulus sepium	Liseron des haies	2018	LC	-
Cornus sanguinea	Cornouiller sanguin	2018	LC	-
Corylus avellana	Noisetier	2018	LC	-
Crataegus monogyna	Noire épine	2018	LC	-
Dactylis glomerata	Dactyle aggloméré	2018	LC	-
Dipsacus fullonum	Cabaret des oiseaux	2018	LC	-
Equisetum arvense	Prêle des champs	2018	LC	-
Equisetum palustre	Prêle des marais	2018	LC	-
Eupatorium cannabinum	Eupatoire à feuilles de chanvre	2018	LC	-
Euphorbia helioscopia	Euphorbe réveil matin	2018	LC	-
Festuca ovina	Fétuque des moutons	2018	LC	-
Filipendula ulmaria	Reine des prés	2018	LC	-
Frangula alnus	Bourdaine	2018	LC	-
Fraxinus excelsior	Frêne élevé	2018	LC	-
Galium album	Gaillet dressé	2018	LC	-
Galium aparine	Gaillet gratteron	2018	LC	-
Galium aparine subsp. spurium	Gaillet bâtard	2018	LC	-
Galium pumilum	Gaillet rude	2018	LC	-
Galium uliginosum	Gaillet aquatique	2018	LC	-
Geranium dissectum	Géranium découpé	2018	LC	-
Geranium robertianum	Herbe à Robert	2018	LC	-
Glyceria notata	Glycérie pliée	2018	LC	-
Hedera helix	Lierre grimpant	2018	LC	-
Heracleum sphondylium	Berce commune	2018	LC	-
Holcus lanatus	Houlque laineuse	2018	LC	-
Holcus mollis	Houlque molle	2018	LC	-
Hypericum tetrapterum	Millepertuis à quatre ailes	2018	LC	-
Hypochaeris radicata	Porcelle enracinée	2018	LC	-
Iris pseudacorus	Iris faux acore	2018	LC	-
Juglans regia	Noyer commun	2018		-
Juncus inflexus	Jonc glauque	2018	LC	-
Lathyrus pratensis	Gesse des prés	2018	LC	-
Leontodon sp.	Liondent sp.	2018		-
Leucanthemum vulgare	Marguerite commune	2018		-
Ligustrum vulgare	Troëne	2018	LC	-
Lonicera xylosteum	Chèvrefeuille des haies	2018	LC	-
Lotus corniculatus	Lotier corniculé	2018	LC	-
Lychnis flos-cuculi	Oeil-de-perdrix	2018	LC	-
Lycopus europaeus	Lycope d'Europe	2018	LC	-
Lysimachia nummularia	Herbe aux écus	2018	LC	-
Lysimachia vulgaris	Lysimaque commune	2018	LC	-
Medicago lupulina	Luzerne lupuline	2018	LC	-
Mentha aquatica	Menthe aquatique	2018	LC	-
Mentha longifolia	Menthe à longues feuilles	2018	LC	-
Mercurialis perennis	Mercuriale vivace	2018	LC	-
Myosotis laxa subsp. cespitosa	Myosotis gazonnant	2018	LC	-
Myosotis scorpioides	Myosotis des marais	2018	LC	-
Phragmites australis	Roseau commun	2018	LC	-
Plantago lanceolata	Plantain lancéolé	2018	LC	-
Potentilla reptans	Quintefeuille	2018	LC	-
Poterium sanguisorba	Pimprenelle à fruits réticulés	2018	LC	-
Ranunculus acris	Bouton d'or	2018	LC	-
Ranunculus repens	Renoncule rampante	2018	LC	-
Rhinanthus angustifolius	Rhinanthe à grandes fleurs	2018		-
Rubus caesius	Ronce à fruits bleus	2018	LC	-
Rubus fruticosus	Ronce commune	2018		-
Rumex acetosa	Oseille des prés	2018	LC	-
Rumex crispus	Patience crépue	2018	LC	-
Schedonorus pratensis	Fétuque des prés	2018	LC	-
Scutellaria galericulata	Scutellaire casquée	2018		-
Taraxacum officinale	Pissenlit	2018	LC	-
Tragopogon pratensis	Salsifis des prés	2018	LC	-
Trifolium pratense	Trèfle des prés	2018	LC	-
Trifolium repens	Trèfle rampant	2018	LC	-
Trisetum flavescens	Avoine dorée	2018	LC	-
Valeriana dioica	Valériane dioïque	2018	LC	-
Valeriana officinalis	Valériane officinale	2018	LC	-
Veronica chamaedrys	Véronique petit chêne	2018	LC	-
Viburnum lantana	Viorne mancienne	2018	LC	-
Viburnum opulus	Viorne obier	2018	LC	-
Vicia cracca	Vesce cracca	2018	LC	-
Vicia sativa subsp. sativa	Vesce cultivée	2018		-

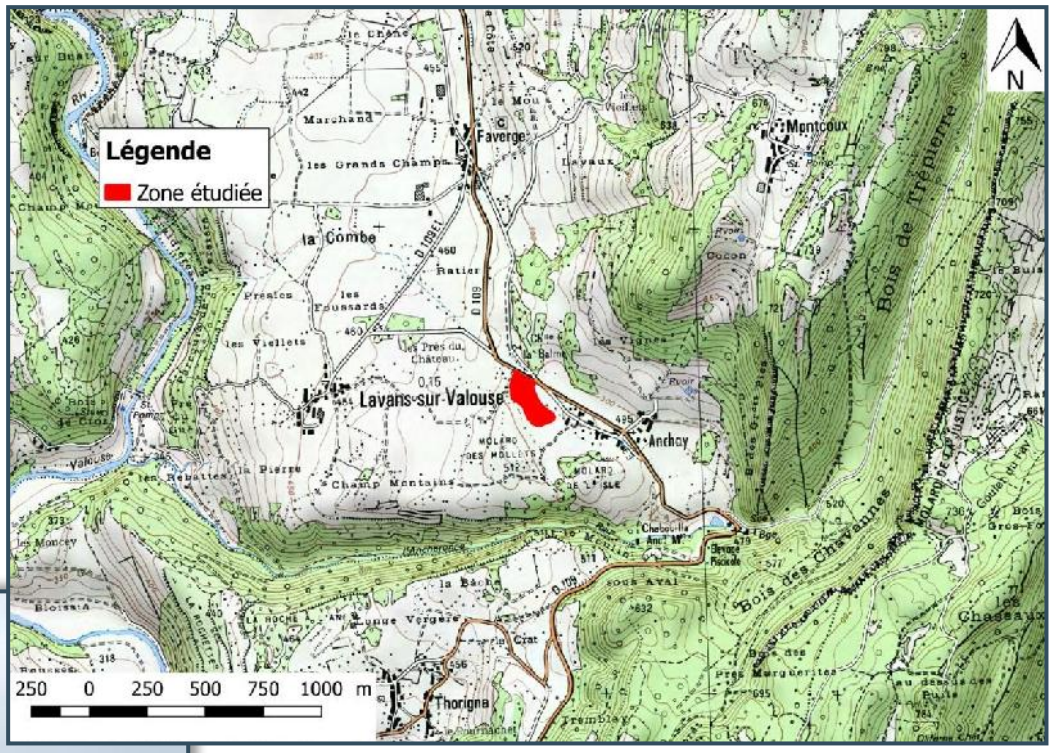
Liste des espèces contactées sur la zone "Desse"

Espèces		Date	Statut	Protection
Odonates				
Calopteryx splendens	Caloptéryx éclatant	2018	LC	-
Calopteryx virgo virgo	Caloptéryx vierge	2018	LC	-
Coenagrion mercuriale	**Agrion de Mercure**	**2018**	**NT**	**Nationale**
Coenagrion puella	Agrion jouvencelle	2018	LC	-
Cordulegaster boltonii boltonii	Cordulégastre annelé	2018	LC	-
Ischnura elegans	Agrion élégant	2018	LC	-
Libellula depressa	Libellule déprimée	2018	LC	-
Orthetrum coerulescens	Orthétrum bleuissant	2018	LC	-
Platycnemis pennipes	Agrion à larges pattes	2018	LC	-
Amphibiens				
Alytes obstetricans	Alyte accoucheur	2018	LC	Nationale
Pelophylax sp.	Grenouille verte sp.	2018	LC	Nationale
Salamandra salamandra	Salamandre tachetée	2018	LC	Nationale

Anchay (Lavans sur Valouse)

Une prairie humide en bout de plateau

Coordonnées GPS : X : 897444
Y : 6584707
Altitude : 492 m
Surface : 2,11 ha
Commune : Lavans sur Valouse
Nb habitats : 1 (aucun IC)
Nb propriétaires : 4
Nb relevés botaniques : 4
Diversité floristique : 38



Localisation du site

Le ruisseau central R1, rectifié sur toute sa longueur

Espèces patrimoniales		Date	Statut	Protection
Flore				
Lotus maritimus	Lotier maritime	2018	NT	-
Amphibiens				
Bombina variegata	Sonneur à ventre jaune	2018	VU	Nationale
Odonates				
Coenagrion mercuriale	Agrion de Mercure	2018	NT	Nationale

Tableau récapitulatif des espèces patrimoniales (protégées et/ou menacées) présentes sur le site

Situé en **bout de plateau**, juste avant que le relief ne soit plus accidenté, le site étudié est entouré de prairies et sa limite nord est matérialisée par la route D109. Il est constitué d'un **unique habitat** : Junco inflexi – Menthetum longifoliae. La zone s'articule autour d'un **ruisseau rectifié central** dans lequel vient se jeter un drain (D1). Ce dernier est alimenté par de l'eau provenant d'une buse inondant une partie du nord de la zone. Aujourd'hui, le site est majoritairement utilisé comme **prairie de pâturage** pour des bovins. Il semblerait que cette activité agricole soit exercée depuis plus de 80 ans sur le site et que la surface ait été maintenue par cette activité.
Seule **la route** vient faire **obstacle à la continuité écologique** de la zone, qui est reliée à la fois par le ruisseau en amont et aval et par les différents couloirs de haies et bosquets. Le ruisseau central continu sa course jusqu'aux abords du village où il est potentiellement utilisé à des fins d'irrigation.

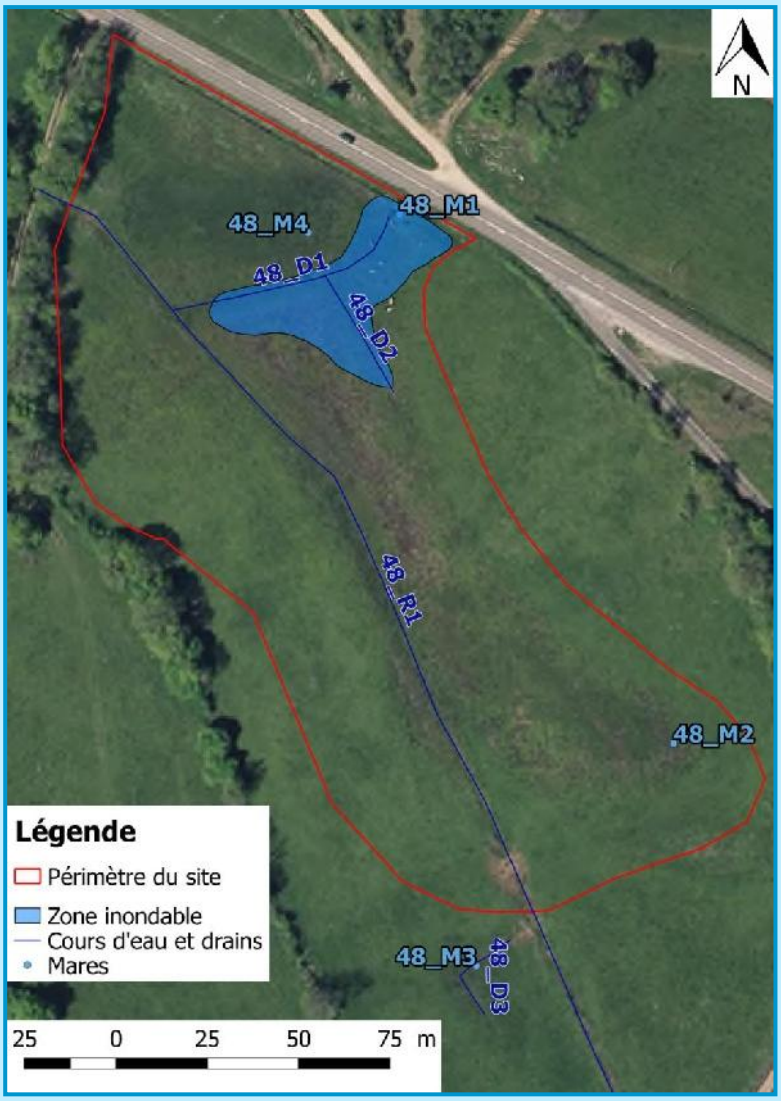
Un milieu humide de pente

Hydrographie :

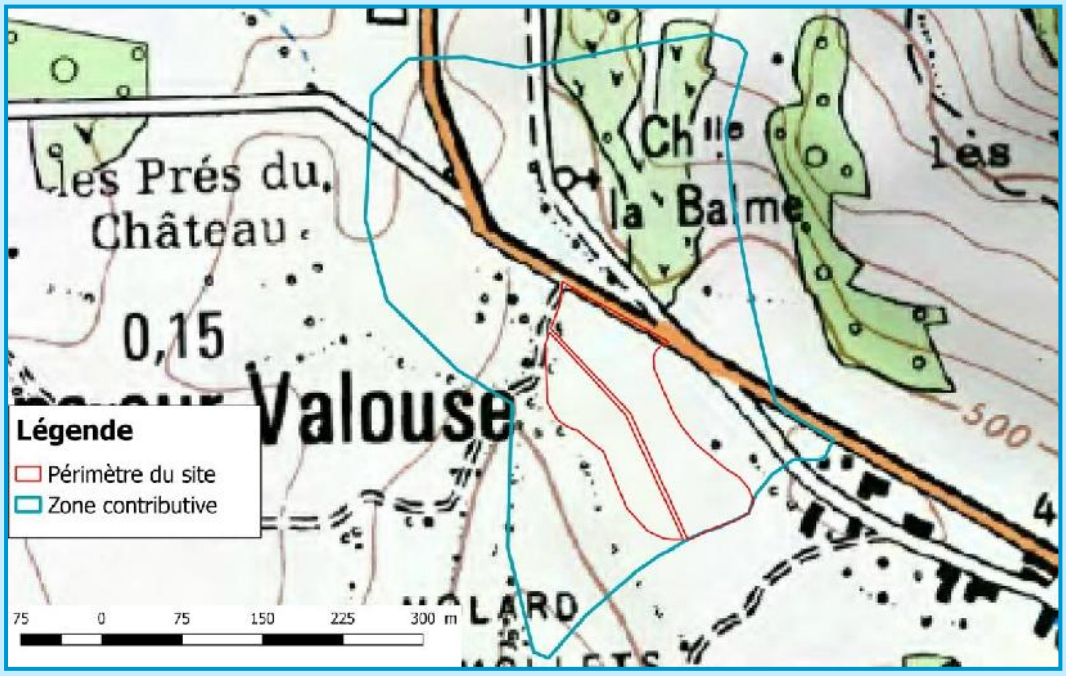
Le site est principalement structuré par le **ruisseau central** et la **zone inondable** au nord. Cette zone possède une partie assez profonde qui reste toujours en eau (M1) mais s'étend bien au-delà pendant une majeure partie de l'année.
Même en pleine canicule ces deux entités hydrologiques contiennent encore de l'eau. Ils sont donc tous les deux **victimes du surpiétinement** du troupeau de vaches qui viennent s'y abreuver.

Plusieurs autres drains sont observables sur la zone mais sont presque entièrement rebouchés et ne fonctionnent plus. Certains ont formé des dépressions et se transforment en **mares temporaires** (M2 par exemple), et d'autres sont encore en activité lors de gros épisodes pluvieux (D2).

La zone contributive (14,7 ha) fait environ **7 fois** la surface du site, ce qui est assez peu et s'explique par sa position en fin de plateau : l'eau du plateau ne parvient que peu dans cette vallée étroite et les reliefs alentours ne sont pas assez imposants pour drainer beaucoup d'eau.



Localisations des entités hydrologiques de la zone



Zone contributive

Odonates :

Coenagrion mercuriale mâle, crédit photo : CCPM

L'indice de Jackknife annonce que 74 % de la richesse réelle du milieu a été observée et les calculs annoncent une intégrité du peuplement d'odonates de 22 % seulement. Ces résultats peuvent être considérés comme exploitables (car l'indice de Jackknife est inférieur à 75 % de très peu). **7 espèces** d'odonates ont été observées dont **l'Agrion de Mercure**. Un seul individu a été observé sur le site et la reproduction de cette espèce sur la zone est donc sujette à controverse. Néanmoins, si le site présente des conditions favorables il est possible qu'une population s'installe. Or, cet agrion craint le **piétinement des berges** qui est particulièrement important ici ainsi que la **pollution des eaux** (des nappes d'huile ont été observées sur le site).

Les autres espèces contactées, dont *Orthetrum brunneum et Sympetrum striolatum* sont des exemples, ont été contactées principalement sur la zone inondable.

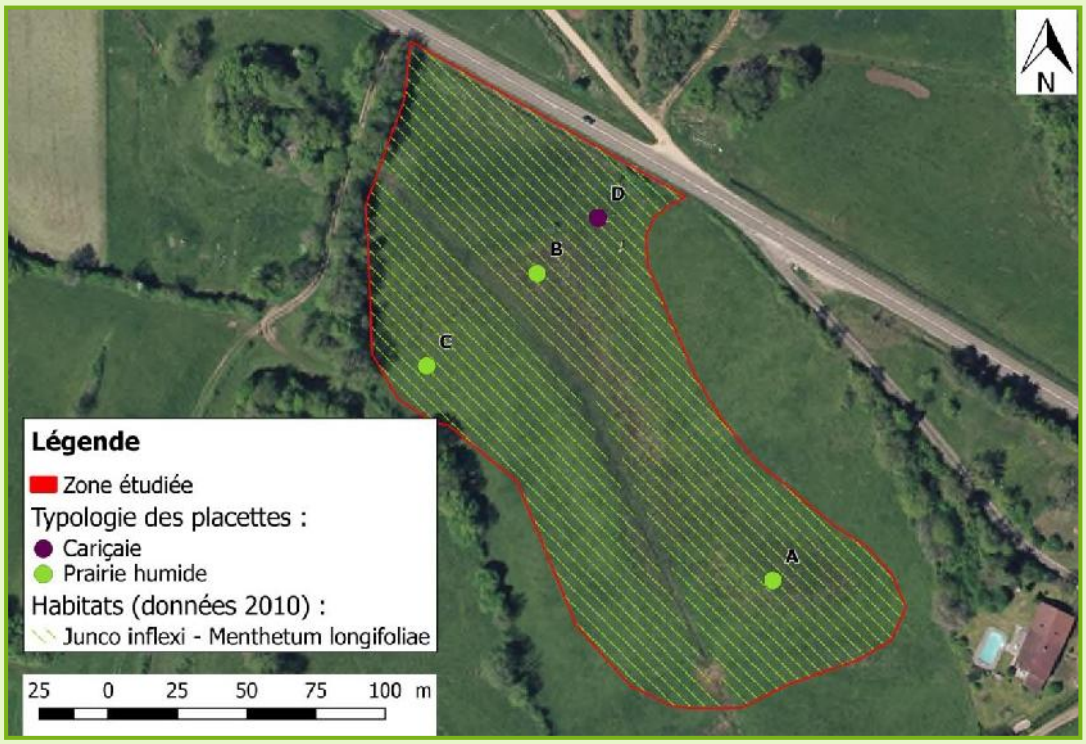
Amphibiens :

L'I2PA de ce site est particulièrement haut (1,59) du fait de la présence du **Sonneur à ventre jaune**, qui est l'unique espèce sténoèce présente dans les environs, et de l'équilibre entre les effectifs des espèces. *Bombina variegata* a été inventorié par **contact auditif** et sa localisation précise n'est pas connue. Mais sa présence aux abords du site et l'existence de **gouilles** dans le secteur inondable au nord permettent de supposer que certains individus côtoient la zone. Par ailleurs, l'absence d'autres anoures concurrentiels est également un point en faveur du Sonneur.

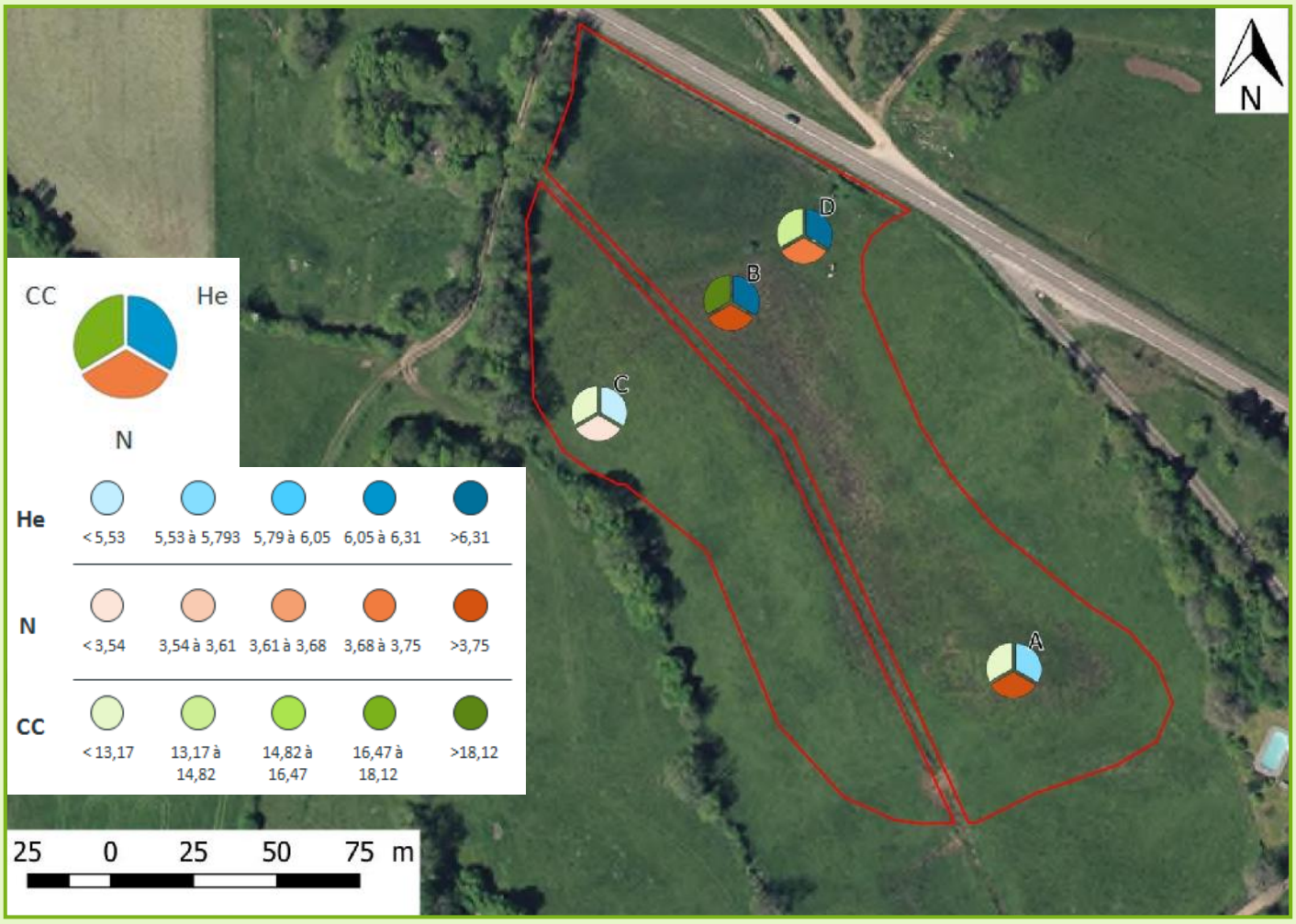
Notons aussi la présence de quelques **Tritons alpestres** et **palmés** qui fréquentent l'ensemble des entités hydrauliques encore en eau aux périodes d'inventaires (R1, D1 et M1).

Un unique habitat aux multiples faciès

Bien que la zone soit cartographiée comme n'ayant **qu'un seul habitat**, il est facile d'identifier plusieurs **faciès** dépendant de **l'hydrographie** de la zone. On peut différencier deux grands types. Des **faciès de cariçaies** avec des touradons de *Juncus inflexus* et de laîches diverses sont observables dans la zone inondable au nord et le long du ruisseau central. Le reste de la zone a un faciès de **prairie humide**. Toutefois, l'ensemble des placettes correspondent bel et bien à l'habitat annoncé par les données de 2010 avec la dominance nette de *Juncus inflexus* accompagné par *Mentha longifolia* et *Plantago major*.



Comparaison de la typologie des placettes avec les données habitats de 2010



Résultats des relevés botaniques : indices floristiques d'engorgement (He), de fertilité (N) et indice de qualité floristique (CC)

L'**indice floristique d'engorgement médian est de 6,06**, ce qui est une valeur usuelle pour ce type de zones humides. Sa variabilité est assez faible mais on observe tout de même des valeurs plus fortes dans la zone inondable, ce qui est logique compte tenu des quantités d'eau qui ruissellent sur cette partie.

L'**indice floristique de fertilité de la zone est de 3,73**, ce qui est légèrement élevé pour ce type de zone humide. La présence pendant une majeure partie de l'année d'un troupeau de bovins peut expliquer ces valeurs : leur fréquentation importante de la zone implique une surexposition aux excréments bovins riches en nutriments. La variabilité entre les placettes est très faible (0,37 entre les valeurs maximale et minimale) et peut s'expliquer par l'échantillonnage.

L'**indice de qualité floristique du site est de 12,99** : la zone a une population floristique globalement **typique des prairies humides**. On a toutefois une forte variabilité entre la zone inondable et le reste du site. La partie inondable est massivement peuplée par *Juncus inflexus* avec d'autres plantes à **stratégie compétitive et tolérante au stress** des milieux humides comme *Glyceria notata*. Ces plantes expliquent les valeurs élevées pour cette partie du site et témoignent d'un environnement n'ayant subit que peu de perturbations physiques depuis un certain temps. Le sol peu portant rend les déplacements des vaches difficiles et elles évitent ainsi la zone et ce depuis plusieurs décennies. Les plantes comme *Glyceria notata* ont ainsi pu se développer.

Des entités hydrologiques fortement menacées

Une des principales menaces pesant sur la zone est le **surpiétinement** du troupeau. En effet, la zone inondable et le ruisseau procurent de l'eau aux bovins qui viennent s'y abreuver directement. Les vaches traversent également le ruisseau à plusieurs endroits malgré l'existence d'un passage à gué où le ruisseau passe dans une buse. Cette **surfréquentation** mène à la **destruction partielle voire totale des berges et du lit du ruisseau**. La zone inondable est également touchée par ce phénomène mais en moindre mesure car les bêtes évitent ce sol à très faible portance.

Menaces	Niveau
Surpiétinement	Fort
Pollution	Moyen
Changement des pratiques	Faible

Tableau récapitulatif des principales menaces et estimation de leur niveau par dires d'expert (évaluation du risque et de la sensibilité du milieu)

La **pollution de l'eau** est à déplorer avec la présence de **déchets divers** (plastiques, bouteilles) et de chapes **d'huile** dans les entités M1, D1 et R1. Ces déchets proviennent certainement de la route qui marque la limite nord de la zone : les automobilistes se débarrassent de leurs déchets sur la route et les pots d'échappements de voitures rejettent des hydrocarbures. Ces polluants sont lessivés par la pluie qui les entraîne ensuite dans l'eau courante de la zone.

La gestion par le pâturage est bien ancrée sur cette zone mais il convient de garder un œil sur une possible **évolution des pratiques**. Dans le cas d'un changement de gestionnaire par exemple, il est important d'informer le nouvel agriculteur de la sensibilité de la zone et de l'accompagner lors de la mise en place de son itinéraire technique.

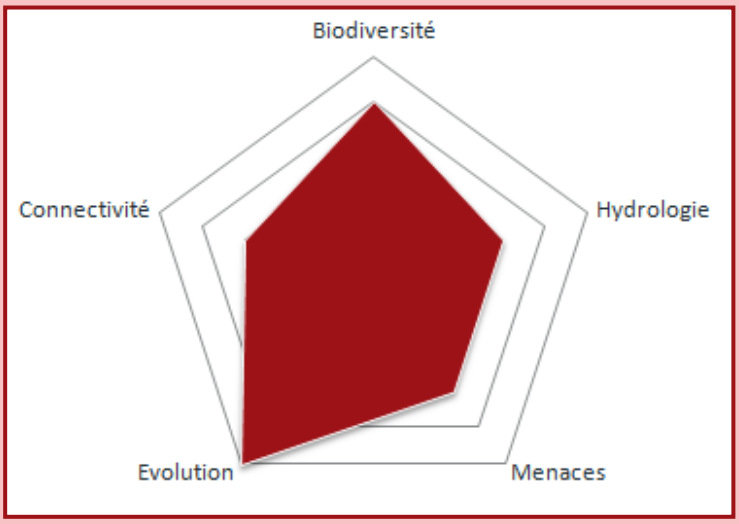
Fonctions		MH_48
Hydrologiques	Effet tampon	=
	Rechargement des nappes	=
	Stockage de l'eau	=
Biogéochimiques	Apports de matériaux	=
	Reprise de matériaux	=
	Epuration	-
Biologiques	Réservoir de biodiversité	+
	Productivité	+

Evaluation des fonctions de la zone et de leur intégrité

Les fonctions de la zone ne sont **pas homogènes** sur l'ensemble de celle-ci : les fonctions hydrologiques notamment, sont globalement bien remplies dans la zone inondable tandis que le reste de la zone est moins performant étant donné la **linéarité du cours d'eau central**. Ce dernier étant par ailleurs bien abîmé par le bétail, l'épuration de l'eau par la zone est gâchée par un **chargement très important en sédiments** dû à l'érosion des berges. Néanmoins, la biodiversité de la zone est plutôt intéressante avec des **espèces patrimoniales** et son caractère humide la rend particulièrement productive, c'est encore plus vrai en période de sécheresse.

Le site étudié pourrait être divisé en **deux parties** qui se contre balancent au niveau de l'état de conservation. Au niveau hydrologique et biologique, **la zone inondable est bien préservée** tandis que c'est l'inverse dans le reste de la zone où les dégâts causés sur le cours d'eau altèrent sont fonctionnement. La connectivité de la zone est plutôt bien assurée malgré la présence directe de la route au nord. La **gestion est bien adaptée** à la zone si on met de côté l'aspect destruction du cours d'eau. Ce sur piétinement est la menace principale qui pèse sur le site.

L'état de conservation de cette zone est donc particulièrement mitigé et varie beaucoup entre la zone inondable et le reste.



Evaluation des composantes de l'état de conservation

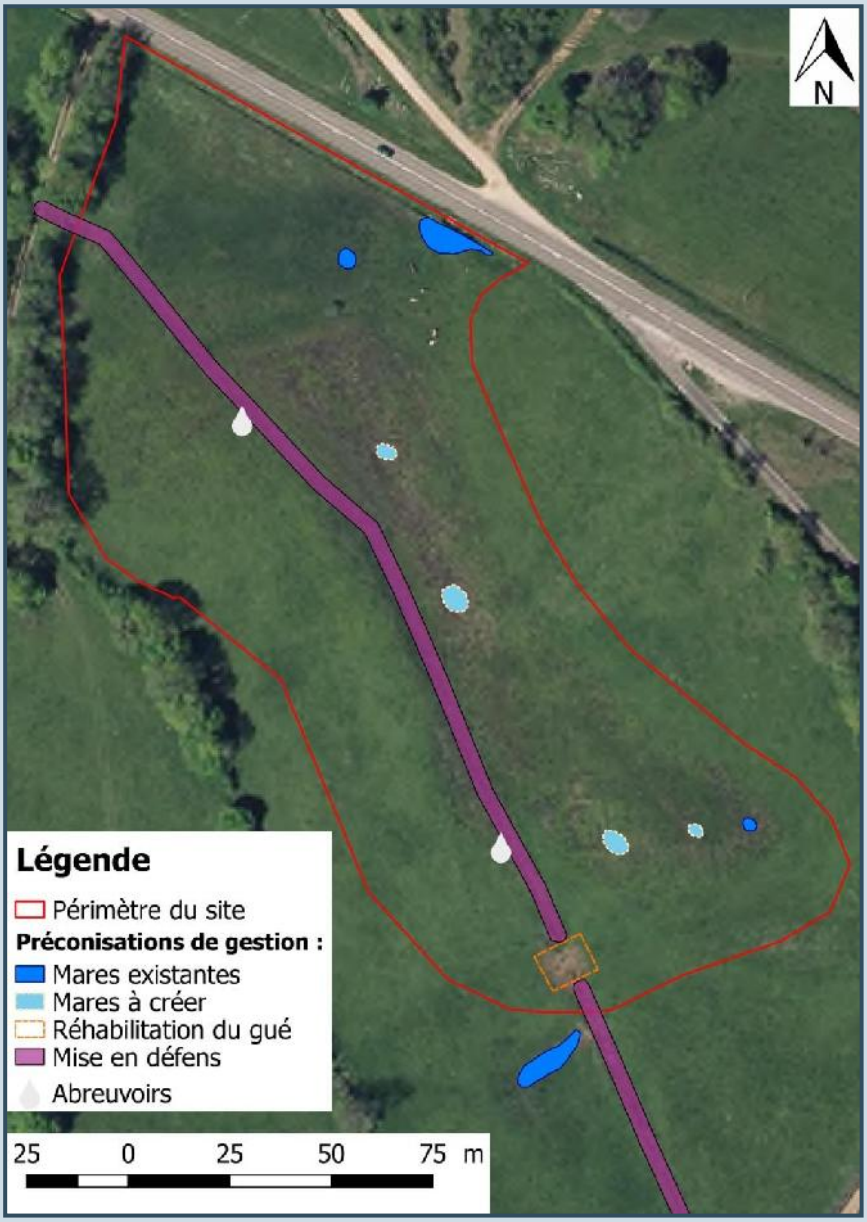
Protection et amélioration des entités hydrologiques

- La **mise en défens** du ruisseau (ou au moins d'une partie) est une mesure très importante. Tout le fonctionnement du site est perturbé par les dégradations causées au cours d'eau et le rétablissement d'un régime naturel non perturbé permettrait de rétablir plusieurs fonctions : hydrologiques avec un stockage d'eau plus important, géochimiques avec une épuration intacte et biologique avec l'arrivée d'espèces comme l'Agrion de Mercure qui fuit le piétinement. La mise en place de **clôtures** autour du ruisseau permettrait d'empêcher le passage des bovins. La **rénovation du gué** et sa **délimitation** par des clôtures assurera la connexion entre les prairies pour le pâturage.
  La zone inondable ne sera pas mise en défens pour permettre au troupeau d'accéder à la partie nord de la prairie mais les vaches ont tendance à éviter naturellement cette zone. Par ailleurs, les sabots creusent des gouilles qui s'emplissent d'eau et forment des **habitats favorables au Sonneur à ventre jaune**. Il conviendra de suivre **l'évolution du comportement du troupeau** suite à la mise en défens du ruisseau afin de s'assurer que la fréquentation de la zone inondable n'augmente pas, auquel cas sa mise en défens serait également nécessaire.

- La mise en place **d'abreuvoirs aménagés** permettra au troupeau d'avoir toujours accès à l'eau apportée par le ruisseau tout en protégeant ce dernier. Il existe plusieurs types d'abreuvoirs mais l'aménagement et le renforcement des berges pour faciliter l'accès au bétail semble bien adaptés à la situation. Des abreuvoirs pompant l'eau pourront également être installés en complément. Cette mesure n'a de sens que si la mesure précédente est réalisée.

- Une autre mesure plus ambitieuse serait le **reméandrement du ruisseau** afin d'améliorer les fonctions hydrauliques de ce dernier (stockage de l'eau et effet tampon). La **diversification de ses écoulements, de ses berges et de son lit** permettrait également d'attirer d'autres espèces que celles actuellement présentes (peu d'amphibiens et d'odonates y ont été contactés, la majorité se trouvant dans la zone inondable).

- D'anciens drains aujourd'hui partiellement rebouchés mais formant toujours des dépressions se transforment en **mares temporaires**. Creuser d'autres mares temporaires peu profondes sur le site permettrait de favoriser le Sonneur pour qui la notion de **réseau de mares** est très importante. La faible profondeur et le petit diamètre de ces dernières permettent un creusement manuel.



Cartographie des préconisations de gestion

Liste des espèces contactées sur la zone "Anchay"

Espèces		Date	Statut	Protection
Flore				
Agrostis stolonifera	Agrostide stolonifère	2018	LC	-
Cardamine udicola	Cardamine des milieux humides	2018		-
Carex hirta	Laîche hérissée	2018	LC	-
Carex spicata	Laîche en épis	2018	LC	-
Carex vulpina	Laîche des renards	2018	LC	-
Centaurea jacea	Centaurée jacée	2018	LC	-
Cerastium fontanum subsp. vulg	Céraiste commune	2018	LC	-
Cynosurus cristatus	Crételle des prés	2018	LC	-
Epilobium hirsutum	Épilobe hérissé	2018	LC	-
Galium palustre	Gaillet des marais	2018	LC	-
Glyceria notata	Glycérie pliée	2018	LC	-
Holcus lanatus	Houlque laineuse	2018	LC	-
Hypericum tetrapterum	Millepertuis à quatre ailes	2018	LC	-
Juncus inflexus	Jonc glauque	2018	LC	-
Lolium perenne	Ivraie vivace	2018	LC	-
Lotus maritimus	**Lotier maritime**	**2018**	**NT**	-
Lychnis flos-cuculi	Oeil-de-perdrix	2018	LC	-
Lysimachia nummularia	Herbe aux écus	2018	LC	-
Lysimachia vulgaris	Lysimaque commune	2018	LC	-
Medicago lupulina	Luzerne lupuline	2018	LC	-
Mentha aquatica	Menthe aquatique	2018	LC	-
Mentha longifolia	Menthe à longues feuilles	2018	LC	-
Myosotis scorpioides	Myosotis des marais	2018	LC	-
Plantago major	Grand plantain	2018	LC	-
Plantago major subsp. pleiosper	Plantain intermédiaire	2018	LC	-
Potentilla reptans	Quintefeuille	2018	LC	-
Prunella vulgaris	Brunelle commune	2018	LC	-
Ranunculus acris	Bouton d'or	2018	LC	-
Ranunculus polyanthemoides	Renoncule à segments étroits	2018		-
Ranunculus repens	Renoncule rampante	2018	LC	-
Rumex crispus	Patience crépue	2018	LC	-
Schedonorus arundinaceus	Fétuque Roseau	2018	LC	-
Schedonorus pratensis	Fétuque des prés	2018	LC	-
Taraxacum officinale	Pissenlit	2018	LC	-
Trifolium patens	Trèfle étalé	2018	LC	-
Trifolium pratense	Trèfle des prés	2018	LC	-
Trifolium repens	Trèfle rampant	2018	LC	-
Veronica beccabunga	Véronique des ruisseaux	2018	LC	-
Amphibiens				
Lissotriton helveticus	**Triton palmé**	**2018**	**LC**	**Nationale**
Ichthyosaura alpestris	**Triton alpestre**	**2018**	**LC**	**Nationale**

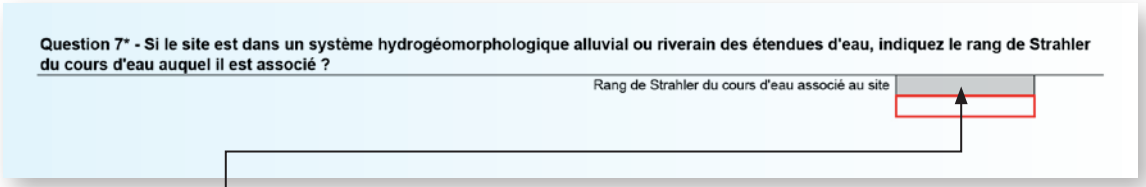
Espèces		Date	Statut	Protection
Bombina variegata	**Sonneur à ventre jaune**	**2018**	**VU**	**Nationale**
Rana temporaria	**Grenouille rousse**	**2018**	**LC**	**Nationale**
Odonates				
Coenagrion mercuriale	**Agrion de Mercure**	**2018**	**NT**	**Nationale**
Coenagrion puella	Agrion jouvencelle	2018	LC	-
Ischnura elegans	Agrion élégant	2018	LC	-
Libellula depressa	Libellule déprimée	2018	LC	-
Libellula quadrimaculata	Libellule à quatre taches	2018	LC	-
Orthetrum brunneum	Orthétrum brun	2018	LC	-
Sympetrum striolatum	Sympétrum fascié	2018	LC	-

Annexe 6 Construction de la zone contributive (méthode du MNHN)

Le MNHN a publié une méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides (Gayet et al. 2016) dans laquelle figure une méthode de délimitation de zones contributives à partir de scan 25 de cartes IGN. Cette zone contributive ou zone de bon fonctionnement désigne la surface totale alimentant la zone étudiée en eaux de ruissellement. Autrement dit, chaque goutte de pluie tombant dans cette zone pourrait atteindre la zone étudiée.

1.2 La zone contributive

Question 7* - Si le site est dans un système hydrogéomorphologique alluvial ou riverain des étendues d'eau, indiquez le rang de Strahler du cours d'eau auquel il est associé ?

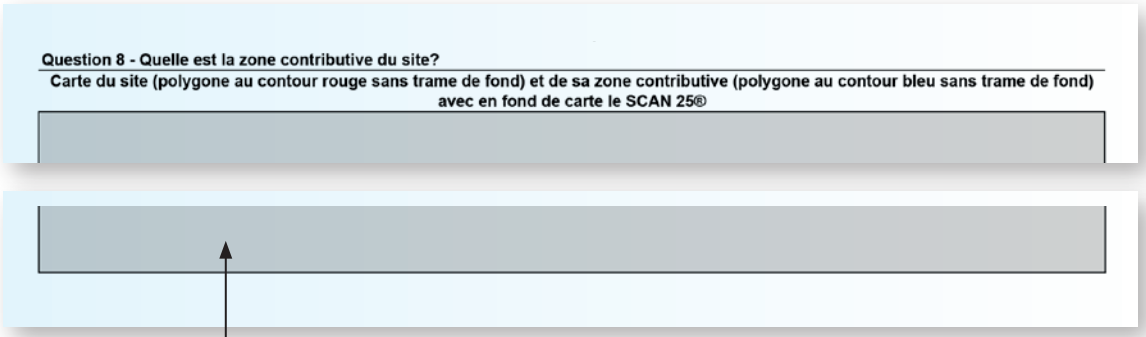


Fichier avec les rangs de Strahler des cours d'eau du Bureau de recherche géologique et minière fait sur la BD CARTHAGE®.

Pour les sites dans un système hydrogéomorphologique alluvial, indiquez le rang de Strahler du cours d'eau auquel est associé le site. Si aucun rang de Strahler n'est indiqué pour le cours d'eau auquel est associé le site, alors indiquez la valeur « 1 ». Si le site est associé à plusieurs cours d'eau (par ex. zone de confluence), indiquez le rang de Strahler le plus élevé de ces cours d'eau.

Pour les sites dans un système hydrogéomorphologique riverain des étendues d'eau, indiquez le rang de Strahler le plus élevé des cours d'eau qui alimentent l'étendue d'eau. Si aucun rang de Strahler n'est indiqué pour le cours d'eau qui alimente l'étendue d'eau, alors indiquez la valeur « 1 ».

Question 8 - Quelle est la zone contributive[25] du site ?



Collez une carte du site *(polygone au contour rouge sans trame de fond)* et de la zone contributive *(polygone au contour bleu sans trame de fond)* avec les SCAN 25® en fond de carte. La zone contributive doit occuper la plus forte proportion possible du cadre. Par défaut, le nord est en haut de la carte, indiquez-le si ce n'est pas le cas.

Pour établir la carte, utilisez la procédure qui vous paraît la plus appropriée pour délimiter la zone contributive du site tant que le périmètre délimité correspond bien à la définition. Il est recommandé de suivre les indications ci-après selon le système hydrogéomorphologique du site :

- système hydrogéomorphologique de dépression → suivre la procédure 1 p. 80 ;
- système hydrogéomorphologique de plateau ou de versant et bas-versant → suivre la procédure 2 p. 81 ;
- système hydrogéomorphologique alluvial ou riverain des étendues d'eau avec une petite zone contributive cartographiable manuellement sur SIG → suivre la procédure 3 p. 83 ;
- système hydrogéomorphologique alluvial ou riverain des étendues d'eau avec une zone contributive trop grande pour être cartographiée manuellement sur SIG → suivre la procédure 4 p. 85 ou 5 p. 87.

Ces cinq procédures sont mobilisables dans la plupart des cas. Cependant elles ne couvrent pas exhaustivement les situations rencontrées. Dans de tels cas, reportez-vous à la définition (voir note 3 de bas de page) pour délimiter la zone contributive.

[25] *La zone contributive du site est définie comme une étendue spatiale d'où proviennent vraisemblablement l'intégralité des écoulements superficiels et souterrains alimentant le site. Elle est délimitée par une analyse sommaire de la topographie. Dans les systèmes alluviaux et riverains des étendues d'eau, la zone contributive correspond au bassin versant du cours d'eau ou de l'étendue d'eau depuis l'exutoire le plus en aval et le plus proche du site.*

Occasionnellement, la zone contributive peut être constituée par le site lui-même ou par une étendue spatiale dont le périmètre est très similaire à celui du site (par ex. site dans un système hydrogéomorphologique de plateau alimenté principalement par les pluies).

Il est possible de corriger la zone contributive délimitée avec les SCAN 25® ou un MNT grâce à des connaissances de terrain (par ex. aménagement qui créé une dérivation totale des écoulements).

Les aménagements comme les fossés ne peuvent pas être considérés comme des éléments qui déconnectent le site des écoulements plus en amont (présence d'écoulements souterrains). Par exemple, si le périmètre d'un site est entouré de fossés, la délimitation de la zone contributive se fait tout de même d'après la topographie.

Dans le cas où les courbes de niveaux seraient invisibles sur SCAN 25® (par ex. zone contributive très urbanisée), il est facile de redessiner les courbes de niveau avec un MNT en suivant la procédure suivante sur SIG : *Raster* → *Extraction* → *Création de contours* → puis choisissez votre MNT dans *Fichier source (raster)*, entrez le nom du fichier résultat dans *Fichier de sorties pour les lignes de contours (vecteur)*, choisissez l'intervalle en mètres entre les courbes de niveaux dessinées dans *Intervalle entre les lignes de contours* (par ex. 20 m). Pour que l'altitude soit renseignée dans la table attributaire du fichier vecteur produit, cochez *Nom d'attribut*, puis *OK*. Voir exemple sur la procédure 4 p. 86.

Dans le cadre de la compensation : la zone contributive du site impacté avant impact et la même que celle avec impact envisagé et après impact, la zone contributive du site de compensation avant action écologique est la même que celle du site de compensation avec action écologique envisagée et après action écologique sauf si une perturbation majeure a affecté les écoulements dans la zone contributive du site impacté ou du site de compensation ou éventuellement quand le périmètre du site a évolué.

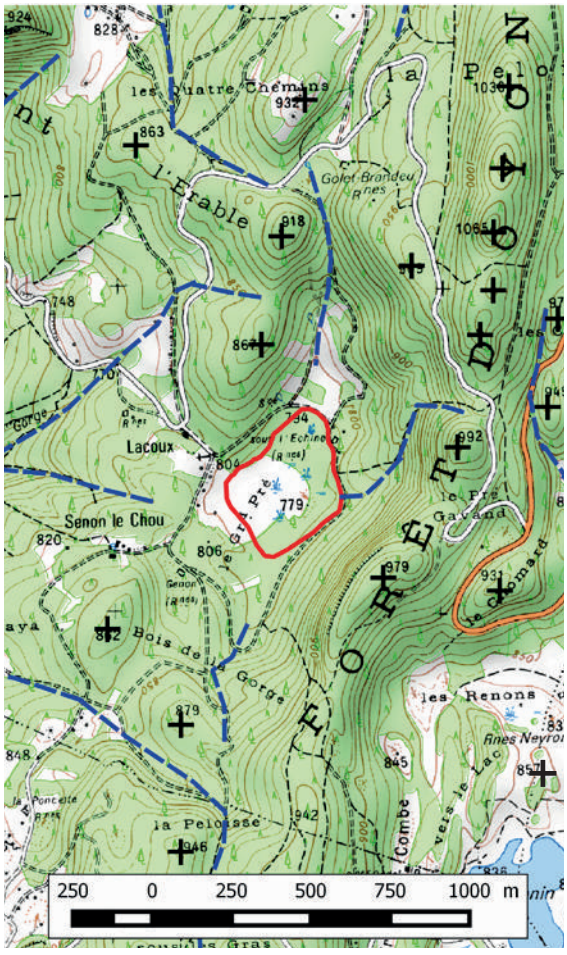
Procédure 1 - Site dans un système hydrogéomorphologique de dépression

Fichier « TRONCON_COURS_EAU.shp » du dossier « D_HYDROGRAPHIE » de la BD TOPO® et SCAN 25®.

1 Repérez les talwegs (*traits bleus pointillés*) et les sommets (*croix noires*) à proximité du site (*polygone au contour rouge sans trame de fond*) sur SCAN 25® pour avoir une première idée de sa zone contributive. Vous pouvez identifier certains talwegs en affichant le fichier « TRONCON_COURS_EAU.shp ».

La première fois que vous délimitez une zone contributive, dessinez les talwegs et sommets sur une carte imprimée pour avoir un aperçu de la zone contributive que vous délimiterez ensuite sur SIG.

1

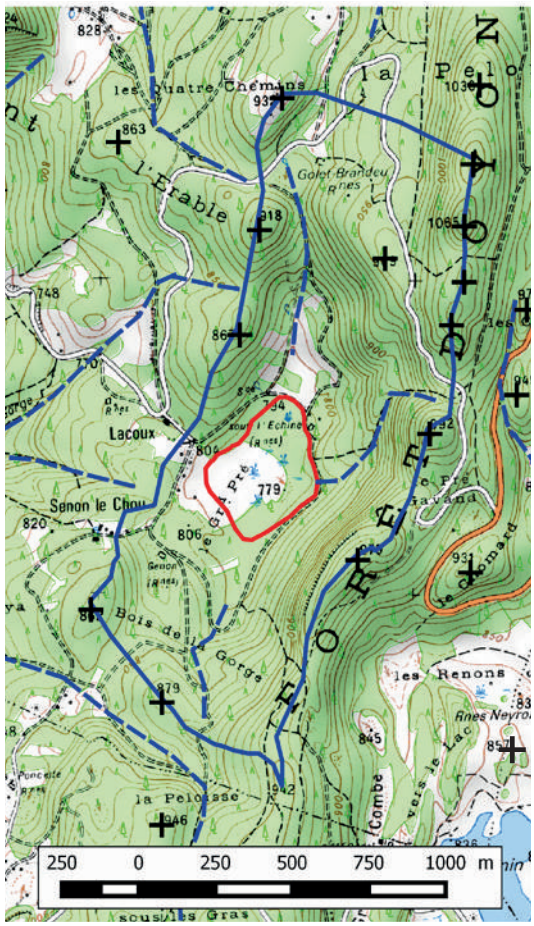


Fond de carte : SCAN 25®.

2

2 Tracez un polygone dont les côtés parcourent les sommets en incluant les écoulements parvenant au site. Vous obtenez la zone contributive *(polygone au contour bleu sans trame de fond)*.

Veillez à ce que le site soit bien entièrement inclus dans la zone contributive.



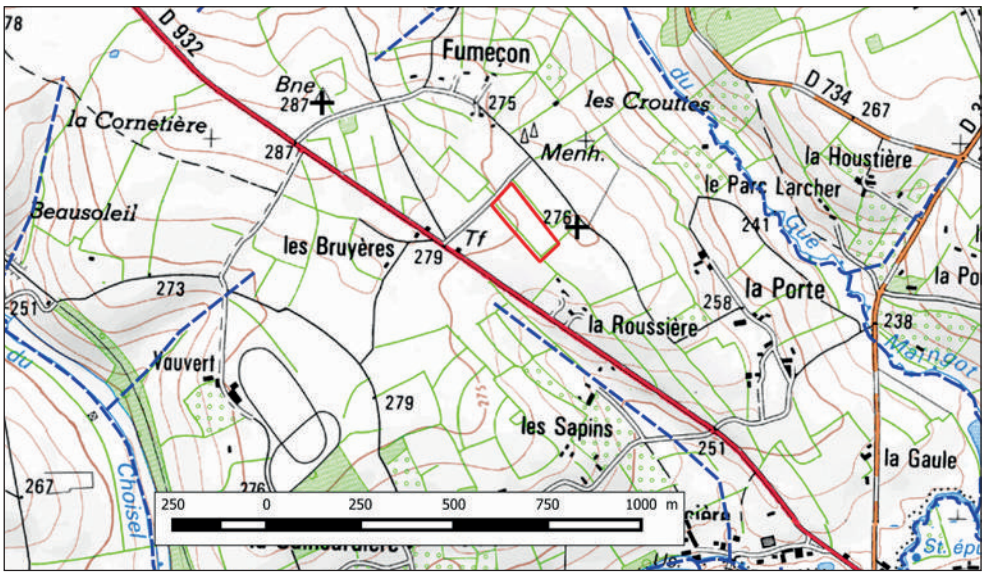
Fond de carte : SCAN 25®.

Procédure 2 - Site dans un système hydrogéomorphologique de plateau ou de versant et bas-versant

Fichier « TRONCON_COURS_EAU.shp » du dossier « D_HYDROGRAPHIE » de la BD TOPO® et SCAN 25®.

1 Repérez les talwegs (*traits bleus pointillés*) et les sommets (*croix noires*) à proximité du site (*polygone au contour rouge sans trame de fond*) sur SCAN 25® pour avoir une première idée de sa zone contributive. Vous pouvez aussi identifier certains talwegs en affichant le fichier « TRONCON_COURS_EAU.shp ». La première fois que vous délimitez une zone contributive, dessinez les talwegs et sommets sur une carte imprimée pour avoir un aperçu de la zone contributive que vous délimiterez ensuite sur SIG.

1

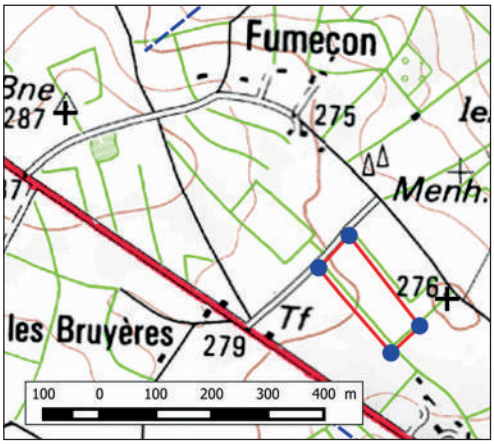


Fond de carte : SCAN 25®.

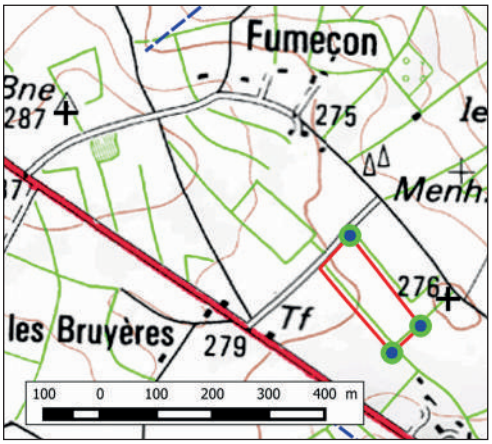
2 Repérez l'extrémité des angles convexes sur le périmètre du site (*points bleus*).

3 Repérez les extrémités des angles convexes qui incluent tous les écoulements parvenant au site (*points bleus cerclés de vert*). Il y en a le plus souvent au moins deux.

2



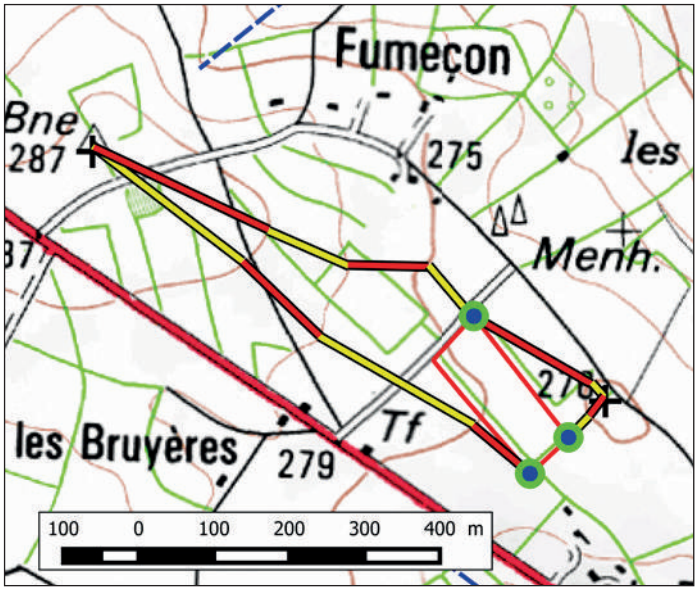
3



Fonds de carte : SCAN 25® IGN.

4 Depuis ces extrémités (obtenues en 3), dessinez un polygone avec des segments successifs qui coupent à angle droit les courbes de niveau immédiatement au-dessus (*traits rouges et jaunes*). Parcourez les sommets dont les écoulements parviennent au moins en partie jusqu'au site.

4

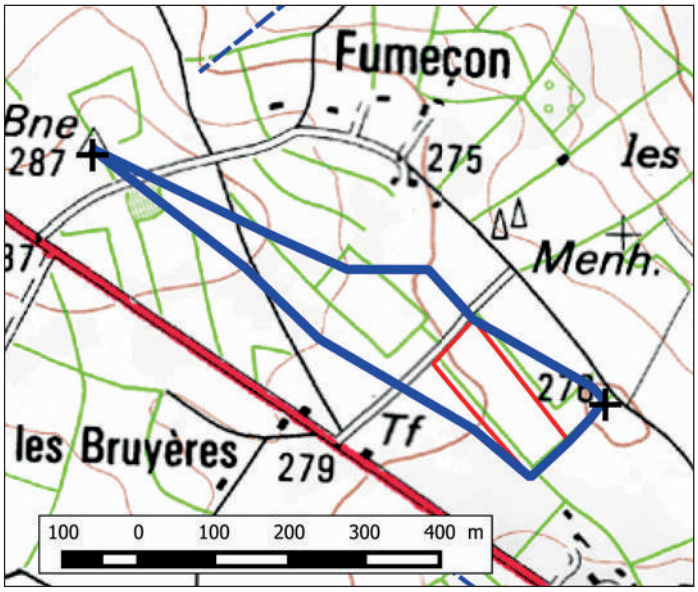


Fond de carte : SCAN 25®.

5 La zone contributive est le polygone dessiné (*polygone au contour bleu sans trame de fond*).

Veillez à ce que le site soit bien entièrement inclus dans la zone contributive.

5



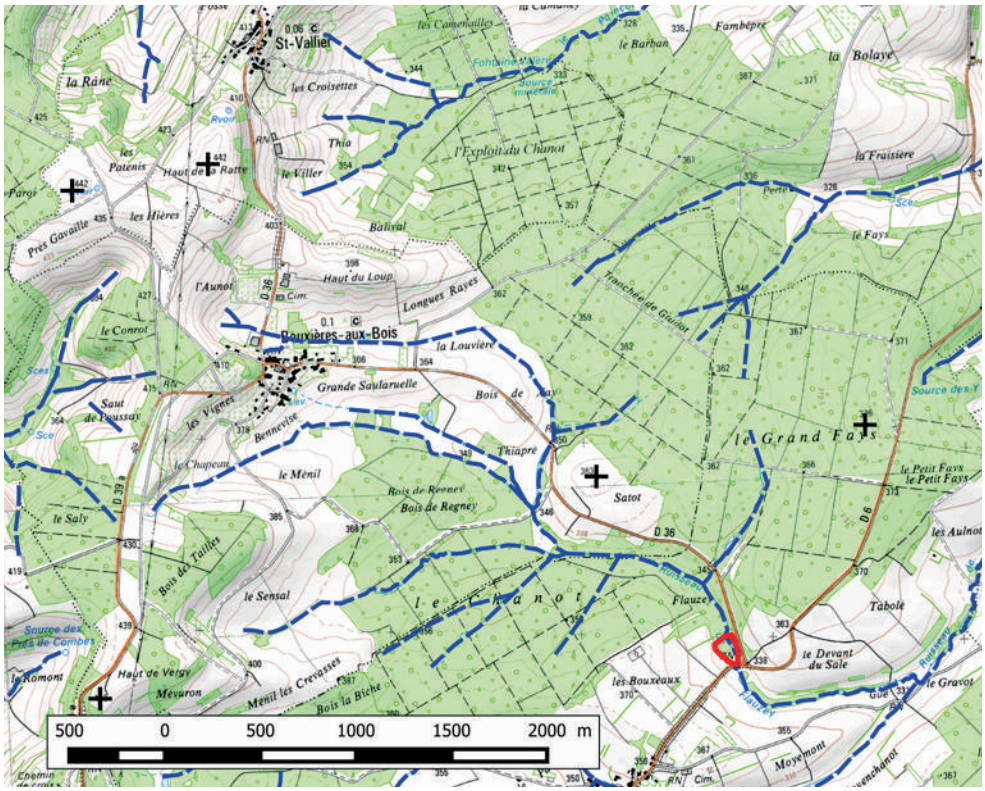
Fond de carte : SCAN 25®.

Procédure 3 - Site dans un système hydrogéomorphologique alluvial ou riverain des étendues d'eau avec une petite zone contributive, cartographiable manuellement sur SIG

Fichier « TRONCON_COURS_EAU.shp » du dossier « D_HYDROGRAPHIE » de la BD TOPO®, BD ORTHO® et SCAN 25®.

1 Repérez les talwegs (*traits bleus pointillés*) et les sommets (*croix noires*) à proximité du site (*polygone au contour rouge sans trame de fond*) sur SCAN 25® pour avoir une idée de sa zone contributive. Vous pouvez identifier certains talwegs en affichant le fichier « TRONCON_COURS_EAU.shp ». La première fois que vous délimitez une zone contributive, dessinez les talwegs et sommets sur une carte imprimée pour avoir un aperçu de la zone contributive que vous délimiterez ensuite sur SIG.

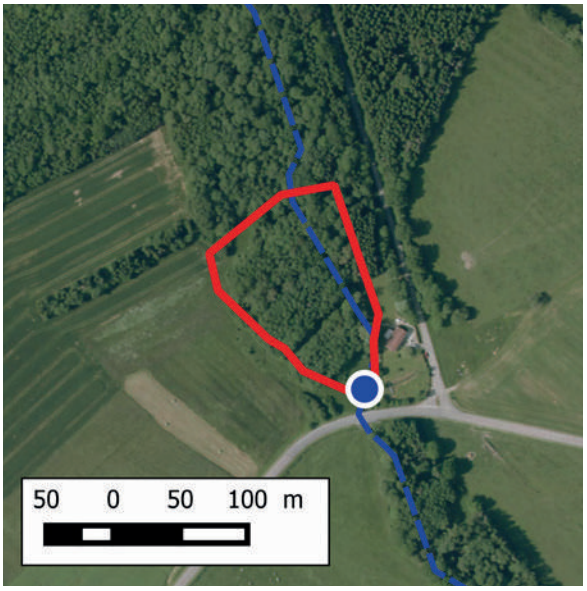
1



Fond de carte : SCAN 25®.

2

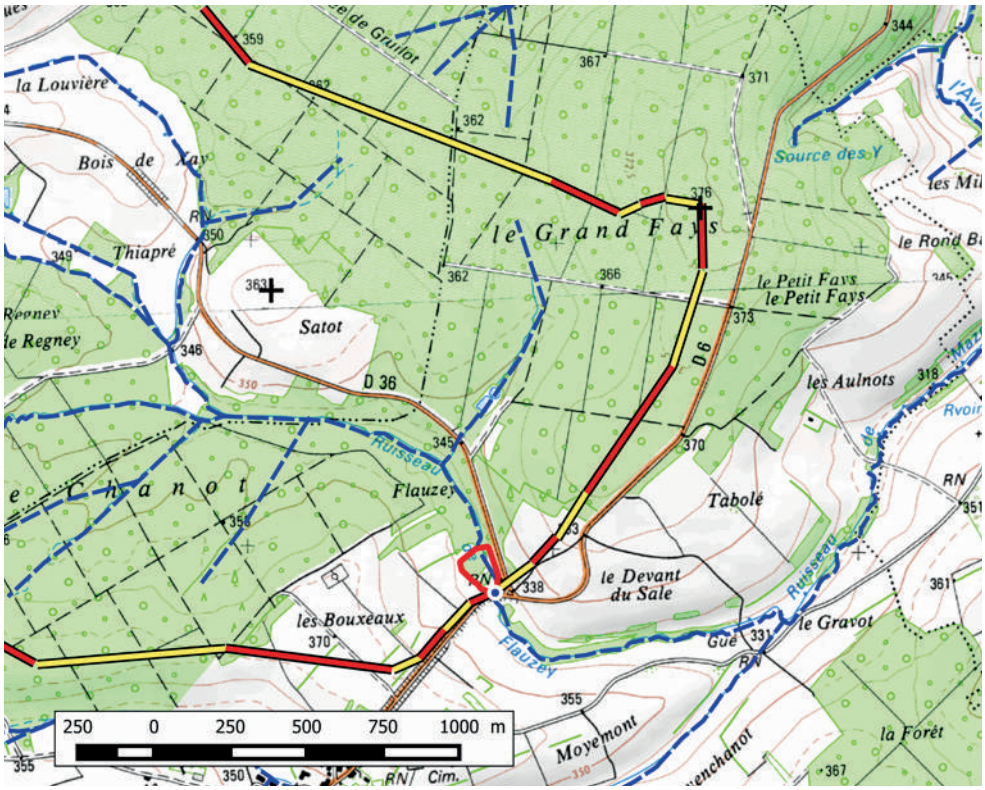
2 Identifiez sur la BD ORTHO® un exutoire (*point bleu au contour blanc*) sur le cours d'eau ou l'étendue d'eau auquel le site est associé pour que les écoulements parvenant au site (même durant les submersions) soient inclus dans la zone contributive. L'exutoire est rarement dans le site. Si le site est associé à plusieurs cours d'eau (par ex. zone de confluence), identifiez l'exutoire sur le cours d'eau au niveau de la confluence.



Fond de carte : BD ORTHO®.

3 Depuis l'exutoire, dessinez un polygone avec des segments successifs qui coupent à angle droit les courbes de niveau immédiatement au-dessus (*trais rouges et jaunes*), jusqu'aux sommets dont les écoulements parviennent au site.

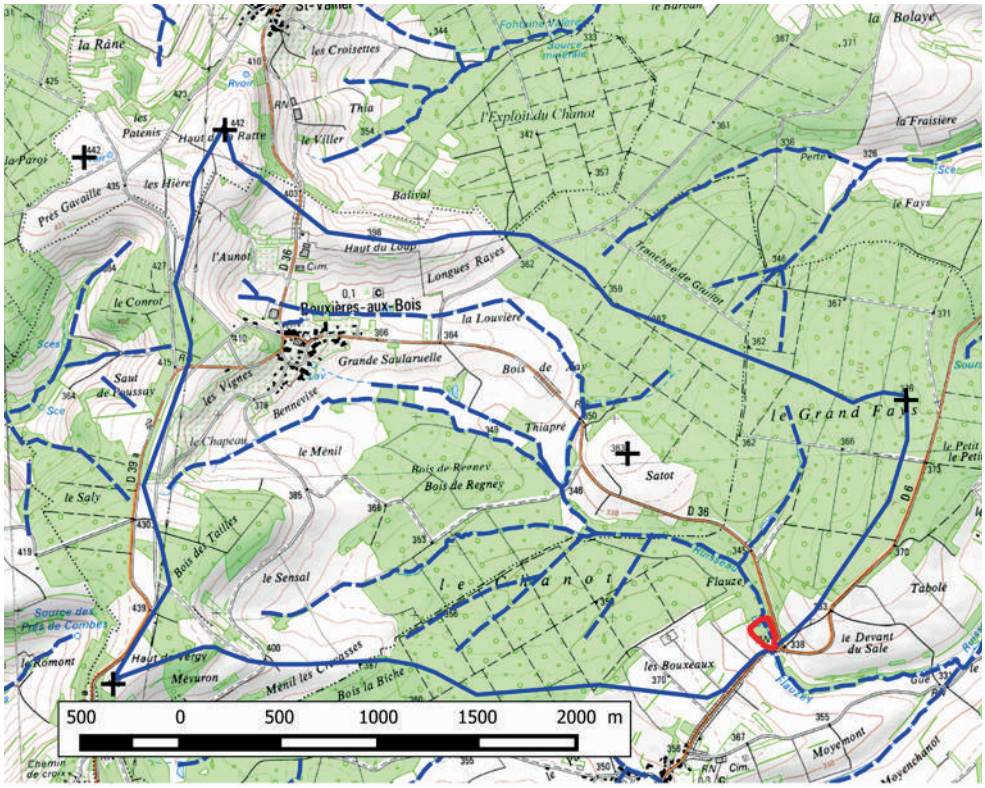
3



Fond de carte : SCAN 25®.

4 La zone contributive est le polygone dessiné (*polygone au contour bleu sans trame de fond*). Veillez à ce que le site soit bien entièrement inclus dans la zone contributive.

4



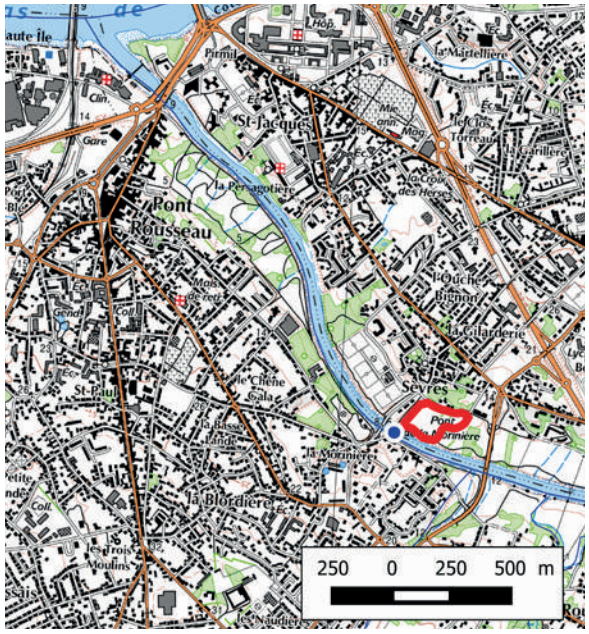
Fond de carte : SCAN 25®.

Procédure 4 (non automatisée) - Site dans un système hydrogéomorphologique alluvial ou riverain des étendues d'eau avec une zone contributive trop grande pour être cartographiée manuellement sur SIG

Fichier « TRONCON_COURS_EAU.shp » du dossier « D_HYDROGRAPHIE » de la BD TOPO®, SCAN 25® et le fichier « ZONE_HYDROGRAPHIQUE.shp » de la base de données CARTHAGE® disponible sur le site internet du SANDRE.

1 Identifiez un exutoire (*point bleu au contour blanc*) sur le cours d'eau ou l'étendue d'eau auquel le site (*polygone au contour rouge sans trame de fond*) est associé pour que les écoulements parvenant au site (même durant les submersions) soient inclus dans la zone contributive. L'exutoire est rarement dans le site. Si le site est associé à plusieurs cours d'eau (par ex. zone de confluence), identifiez l'exutoire sur le cours d'eau au niveau de la confluence.

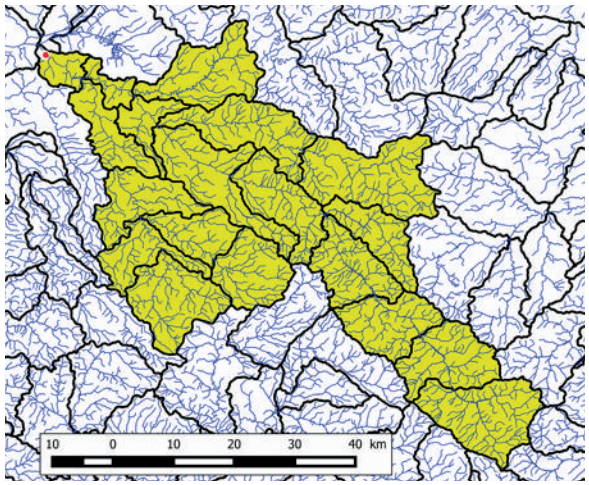
1



Fond de carte : SCAN 25®.

2 Identifiez les sous-bassins versants en amont du site sur le fichier «ZONE_HYDROGRAPHIQUE.shp» en vous aidant du fichier « TRONCON_COURS_EAU.shp » (*polygones aux contours noirs avec une trame de fond jaune*).

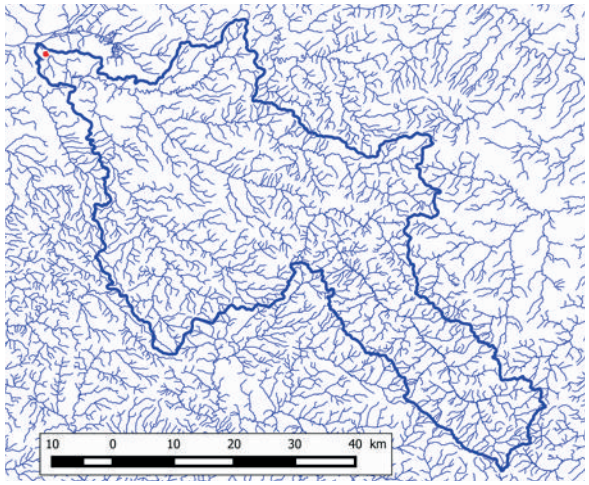
2



Fond de carte : BD TOPO® et CARTHAGE®.

3 Assemblez les sous-bassins versants qui incluent la zone contributive.

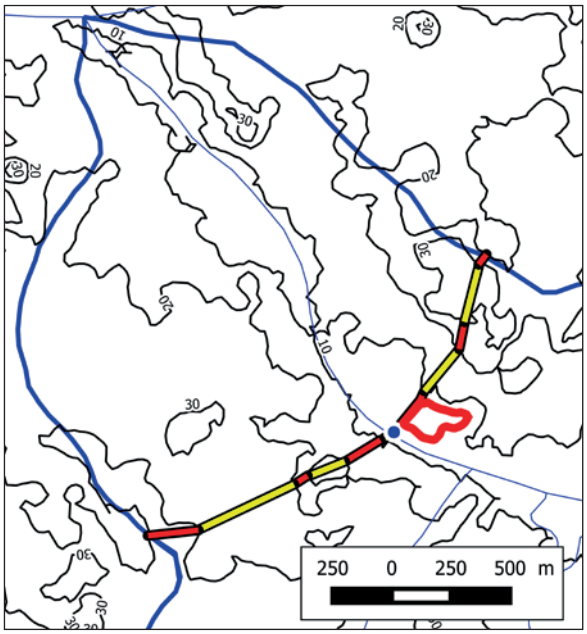
3



Fond de carte : BD TOPO®.

4 Sur le fichier où vous avez fusionné les sous-bassins versants qui incluent la zone contributive, supprimez la portion en aval du site. Pour supprimer cette portion depuis l'exutoire associé au site, dessinez des segments successifs coupant à angle droit les courbes de niveau au-dessus (*trais rouges et jaunes*), jusqu'à atteindre les limites du polygone obtenu en 3.

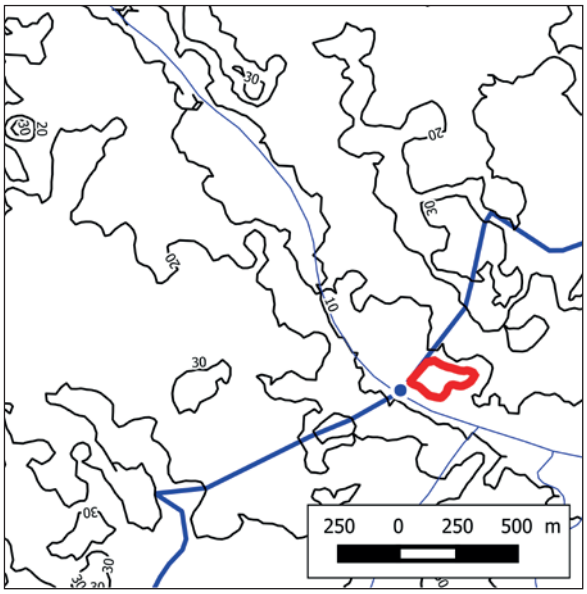
4



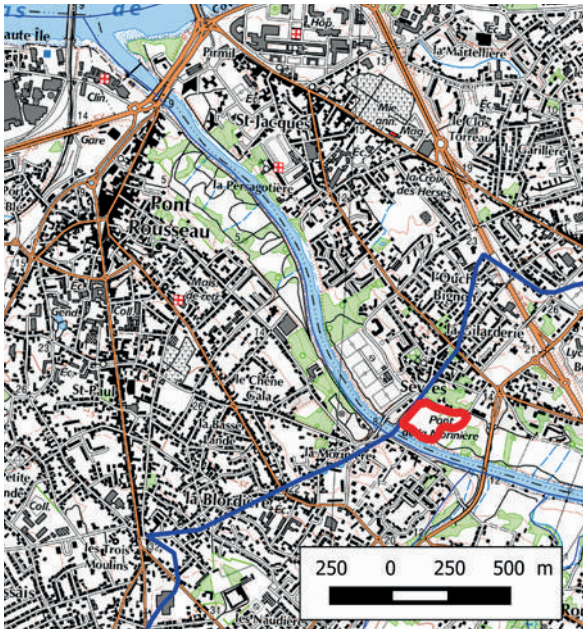
5 et 6 Supprimez la portion en aval de l'exutoire pour obtenir votre zone contributive (*polygone au contour bleu sans trame de fond*).

Veillez à ce que le site soit bien entièrement inclus dans la zone contributive.

5



6



Fond de carte : SCAN 25®.

Procédure 5 (automatisée) - Site dans un système hydrogéomorphologique alluvial ou riverain des étendues d'eau avec une zone contributive trop grande pour être cartographiée manuellement sur SIG

Fichier « TRONCON_COURS_EAU.shp » du dossier « D_HYDROGRAPHIE » de la BD TOPO®, BD ORTHO®, SCAN 25® et MNT au format raster pour une utilisation sur SIG (indications données sur le MNT national avec une résolution de 250 m).

Cette procédure avec un MNT grossier (ici la BD ALTI® - résolution de 250 m) est déconseillée pour les petites zones contributives.

1 Sur la BD ORTHO®, identifiez les coordonnées géographiques d'un exutoire (*point bleu au contour blanc*) sur le cours d'eau ou l'étendue d'eau auquel le site (*polygone au contour rouge sans trame de fond*) est associé de telle sorte que tous les écoulements parvenant au site (même durant les périodes de submersion) soient inclus dans la zone contributive délimitée depuis cet exutoire. L'exutoire n'est pas nécessairement dans le site. Si le site est associé à plusieurs cours d'eau (par ex. zone de confluence), identifiez les coordonnées géographiques de l'exutoire sur le cours d'eau au niveau de la confluence.

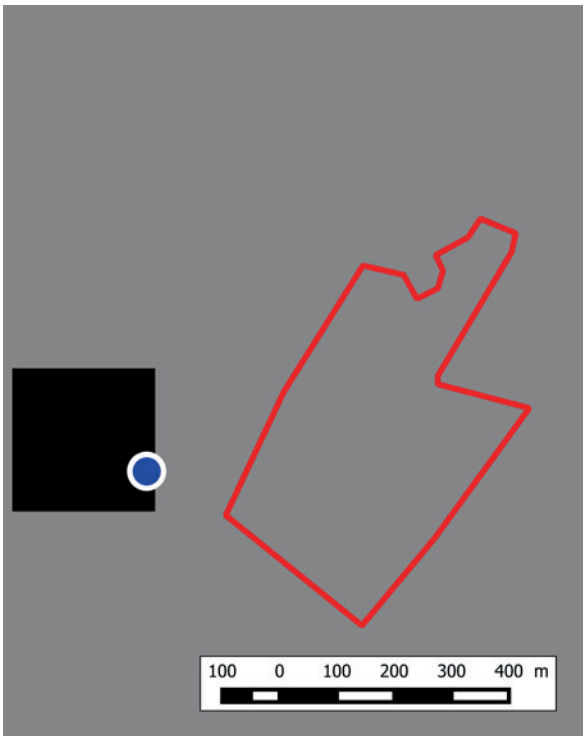
1

Fond de carte : BD ORTHO®.

2 Sur le MNT national avec une résolution de 250 m, identifiez en mode raster l'exutoire à partir duquel la zone contributive sera délimitée.

Suivez la procédure ci-après : *Traitements* → *Boîte à outils* → *Grass commands* → *Raster* → *r.water.outlet*. Choisissez le fichier MNT dans *Name of input raster map*. Dans *Easting coordinate of outlet point* et *Northing coordinate of outlet point* saisissez les coordonnées de l'exutoire. Puis *Run*. Vous obtenez un fichier raster qui contient l'exutoire (*polygone avec une trame de fond noire*).

2



3 Identifiez les sous-bassins versants en amont de l'exutoire en mode raster. Vous pouvez afficher le fichier des masses d'eau de type cours d'eau « MasseDEauRiviere_FXX.shp » pour avoir une première idée de la zone contributive du site.

Suivez la procédure ci-après : *Traitements* → *Boîte à outils* → *Grass commands* → *Raster* → *r.watershed*, choisissez votre fichier MNT dans *Elevation*, choisissez le fichier obtenu en 2 (fichier raster de l'exutoire) dans *Locations of real depressions*, indiquez la superficie minimale des sous-bassins versants calculés en amont de votre site dans *Minimum size of exterior watershed basin* (par ex. 10 000 m²), puis dans *Emprise de la région GRASS (xmin, xmax, ymin, ymax)*, cliquez sur *Sélectionner l'emprise depuis le canevas* et sélectionnez manuellement le secteur où vous souhaitez que les bassins versants soient déterminés. Puis *OK*. Le fichier Half-basins output layer obtenu contient des sous-bassins versants en format raster.

4 Convertissez les sous-bassins versants qui sont en format raster vers un format vecteur.

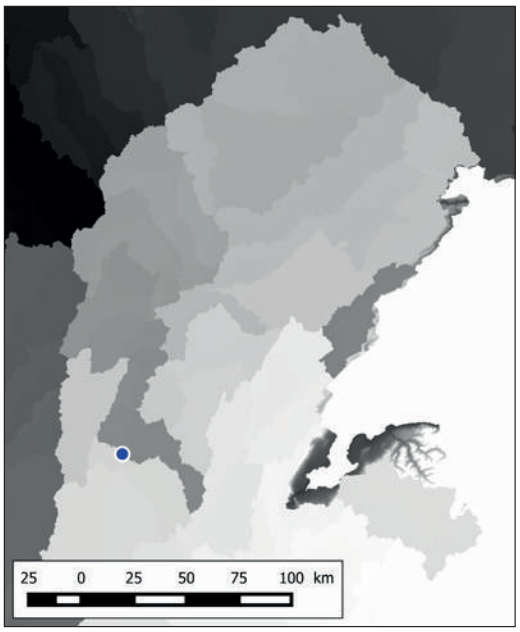
Suivez la procédure ci-après pour transformer le fichier *Half-basins output layer* en format raster (obtenu en 3) vers un format vecteur : *Raster* → *Conversion* → *Polygoniser*.

5 Assemblez les sous-bassins versants qui correspondent à la zone contributive (*polygone au contour noir avec une trame de fond jaune)*. Affichez le fichier des masses d'eau de type cours d'eau « MasseDEauRiviere_FXX.shp » peut vous aider à identifier les sous-bassins versants à assembler pour obtenir la zone contributive.

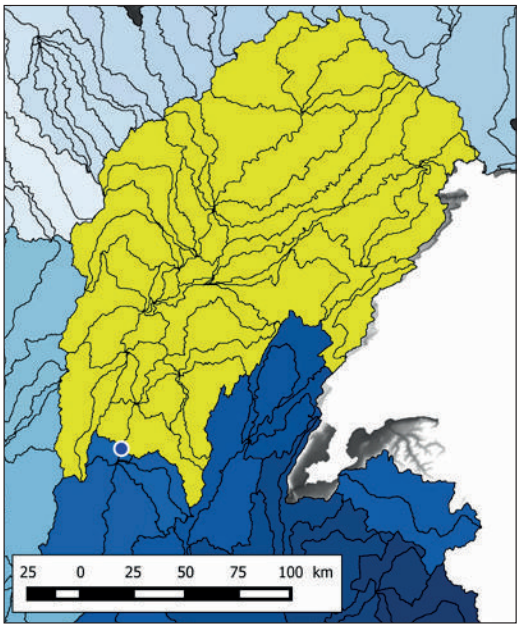
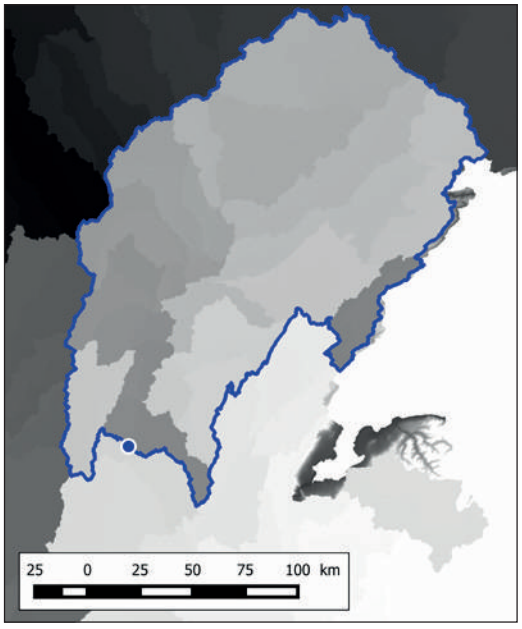
Suivez la procédure ci-après : sur le fichier vecteur obtenu en 4, sélectionnez les entités pertinentes en amont de l'exutoire identifié et fusionnez-les : *Editer* → *Fusionner les entités sélectionnées* pour obtenir votre zone contributive (*polygone au contour bleu sans trame de fond*).

6 Explorez la délimitation de la zone contributive sur SCAN 25® ou sur le fichier « TRONCON_COURS_EAU.shp » du dossier « D_HYDROGRAPHIE » de la BD TOPO® pour vérifier la délimitation de la zone contributive et éventuellement faire manuellement les corrections nécessaires sur le contour du polygone dessiné. Veillez à ce que le site soit bien entièrement inclus dans la zone contributive.

3



4



5