



Mise en place de la méthode Syrph-the-Net sur deux Réserves naturelles régionales

Cécile CHAILLOT

Stage effectué du 03 avril au 31 août 2018 au Conservatoire d'espaces naturels de
Franche-Comté sous la direction scientifique de M. Langlois Dominique

Licence Professionnelle Métiers de la Protection et de la Gestion de l'Environnement,
Biologie Appliquée aux Ecosystèmes Exploités | Année 2017-2018

Université de Pau et des Pays de l'Adour
Collège STEE – UFR Sciences et Techniques de la Côte Basque
Conservatoire d'espaces naturels de Franche-Comté



Réserve Naturelle Régionale
TOURBIÈRE DE LA GRANDE PILE



Réserve Naturelle Régionale
VALLON DE FONTENELAY

"Le présent rapport constitue un exercice pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la responsabilité de l'Entreprise ou du Laboratoire d'accueil"

Résumé

Les espaces naturels protégés tels que les Réserves naturelles se doivent d'approfondir les connaissances naturalistes sur leur territoire. Dans ce contexte, une étude sur le peuplement en syrphidae, d'une durée de deux ans, est mise en place par le Conservatoire d'espaces naturels de Franche-Comté sur les trois Réserves naturelles régionales (RNR) dont il assure la gestion. Le présent rapport développe la mise en place de la méthode Syrph-the-Net et les résultats obtenus lors de cette première année d'étude sur les Réserves naturelles régionales du Vallon de Fontenelay et de la Tourbière de la Grande Pile, situées dans le département de la Haute-Saône (70). L'échantillonnage par tentes Malaise se déroule d'avril à fin septembre ou octobre, selon la saison, à raison de deux pièges par Réserve naturelle. Après comparaison des espèces de syrphes observées à une liste d'espèces prédites selon les habitats présents dans chaque site, il est possible de distinguer trois guildes : les espèces « au rendez-vous » (prédites et observées), celles manquantes (prédites mais non observées) et les inattendues (observées mais non prédites). L'analyse de ces différentes catégories permet de mettre en évidence les habitats ne remplissant pas leur fonction de réservoir de biodiversité et l'origine des éventuels dysfonctionnements constatés. D'après les premiers résultats obtenus avec les données récoltées d'avril à début août 2018, l'intégrité écologique des deux Réserves naturelles (32%), est considérée comme faible. A l'échelle des macro-habitats, les milieux forestiers semblent jeunes, manquant de vieux arbres et leur intégrité écologique est moyenne à faible. Les milieux ouverts sont en bon état pour la Réserve du Vallon de Fontenelay contrairement à ceux de la Tourbière de la Grande Pile. Enfin, les milieux tourbeux ont une intégrité écologique moyenne pour le bas-marais du Vallon de Fontenelay, en partie à cause de sa petite surface et une intégrité écologique faible pour la Réserve naturelle régionale de la Tourbière de la Grande Pile, possiblement due à une eutrophisation du milieu. La seconde année de piégeage permettra de confirmer ou infirmer ces hypothèses. Il serait également intéressant de vérifier la pertinence, ou non, d'encoder les habitats ayant un faible recouvrement surfacique qui entraînent la sous-estimation de l'intégrité écologique globale de chaque site.

Mots-clés : Tourbière, zone humide, syrphe, bio-indicateur, diagnostic écologique, intégrité écologique, fonctionnalité

Remerciements

Je tiens à remercier M. AUBERT Christophe, directeur du Conservatoire d'espaces naturels de Franche-Comté (CEN Franche-Comté), M. VAUTHIER Raphaël, responsable de secteur Jura et Haute-Saône, M. LANGLOIS Dominique, mon maître de stage et conservateur de la Réserve naturelle nationale du Ravin de Valbois ainsi que M. RAVENOT Frédéric, conservateur adjoint de cette Réserve naturelle. Je tiens également à remercier M. BETTINELLI Luc, conservateur de la Réserve naturelle régionale de la Tourbière de la Grande Pile et Mme PARIS Mélanie, conservatrice de la Réserve naturelle régionale du Vallon de Fontenelay. Par ailleurs, je remercie l'ensemble des salarié.e.s et stagiaires du CEN Franche-Comté qui m'ont chacun apporté leurs compétences, partagé leurs connaissances et ont contribué à l'ambiance chaleureuse et conviviale régnant au sein de l'association.

Je tiens aussi à remercier M. TISSOT Bruno, conservateur de la Réserve naturelle nationale du Lac de Remoray et M. CLAUDE Jocelyn, attaché scientifique de cette Réserve naturelle pour les appuis techniques concernant la compréhension et la manipulation du logiciel expert Syrph-the-Net.

Table des matières

Résumé	ii
Remerciements	iii
Introduction	1
1. Présentation de l'étude	2
1.1 Contexte de l'étude	2
1.2 Les syrphidae	2
1.2.1 <i>Des larves aux conditions environnementales exigeantes</i>	3
1.2.2 <i>Reflets de la fonctionnalité des habitats</i>	4
1.3 Sites étudiés	5
1.3.1 <i>RNR du Vallon de Fontenelay</i>	5
1.3.2 <i>RNR Tourbière de la Grande Pile</i>	6
2. Matériels et méthodes	6
2.1 Le système expert « Syrph-the-Net »	6
2.1.1 <i>La base de données Syrph-the-Net</i>	7
2.1.2 <i>Intérêts de la méthode</i>	9
2.2 Méthode d'échantillonnage	10
2.3 Habitats cibles	11
2.4 Description des habitats étudiés	13
3. Résultats – Discussion	15
3.1 Analyse Syrph-the-Net concernant la Réserve naturelle régionale du Vallon de Fontenelay	15
3.1.1 <i>Résultats globaux pour la Réserve naturelle du Vallon de Fontenelay</i>	15
3.1.2 <i>Résultats par macro-habitat</i>	16
3.2 Analyse Syrph-the-Net concernant la Réserve naturelle régionale de la tourbière de la Grande Pile	18
3.2.1 <i>Résultats globaux</i>	19
3.2.2 <i>Résultats comparés des sites de la Grande Pile et des Monts Reveaux</i>	21
Conclusion	25
Bibliographie – Webographie	26

Introduction

Le Conservatoire d'espaces naturels de Franche-Comté (CEN Franche-Comté) est une association loi 1901 qui a pour objectif la conservation des espaces naturels de cette région. Forts de plus de 950 salariés et plus de 7000 bénévoles au niveau national, les 29 CEN que compte le territoire national sont des organismes d'intérêt général et à but non lucratif. Leurs actions se déclinent en 4 axes principaux : connaître, protéger, gérer et valoriser. Pour ce faire, ces associations gèrent des espaces par la maîtrise foncière grâce à l'acquisition de sites ou par la maîtrise d'usage via notamment des baux avec le ou les différents propriétaires des parcelles concernées. Des études sont menées sur ces sites afin de connaître leurs patrimoines faunistique et floristique. Grâce à ces études, des enjeux sont identifiés et des mesures de gestion et de valorisation de ces patrimoines peuvent être mises en place. Le CEN Franche-Comté assure actuellement la gestion de 108 sites représentant plus de 1900 hectares dont une majorité de pelouses sèches (47%) et de tourbières (environ 25%). De plus, cette association gère une Réserve naturelle nationale (RNN), celle du Ravin de Valbois située à Cléron (25) au sud de Besançon ; ainsi que trois Réserves naturelles régionales (RNR) : côte de Mancy, dans le Jura (39), tourbière de la Grande Pile et Vallon de Fontenelay en Haute-Saône (70).

Ce stage, réalisé dans le cadre de la licence professionnelle Métiers de la Protection et de la Gestion de l'Environnement parcours Biologie Appliquée aux Ecosystèmes Exploités, porte sur l'étude du peuplement en Syrphidae des deux Réserves naturelles régionales de Haute-Saône (70). L'étude suivante entre donc dans l'action de connaissance des milieux menée par le CEN Franche-Comté et les Réserves naturelles. Il est en effet primordial de connaître les habitats et espèces présents sur les sites afin de pouvoir les préserver et mener des actions de gestion pertinentes. Ce présent rapport présente dans un premier temps la famille d'insectes choisie en tant que bio-indicatrice ainsi que les sites naturels étudiés. Une partie des résultats obtenus sera ensuite exposée après avoir explicité la technique d'évaluation des habitats utilisée et ses intérêts ainsi que la méthode d'échantillonnage.

1. Présentation de l'étude

1.1 Contexte de l'étude

Dans le but de mieux connaître le peuplement en syrphidae des trois Réserves naturelles régionales (RNR) dont il assure la gestion, le CEN Franche-Comté a mis en place un suivi du peuplement de cette famille de diptères. Ce programme porte sur une période de deux ans notamment afin de s'affranchir des aléas climatiques et d'échantillonner un maximum d'habitats possibles sur chaque Réserve naturelle. Deux des Réserves naturelles régionales ont prévu cette étude de la syrphidofaune dans leur plan de gestion, celui de la troisième est en cours de rédaction. Une quatrième Réserve naturelle, la RNR du Crêt des Roches, gérée par la Société d'histoire naturelle du pays de Montbéliard, applique également ce programme. Cette étude entre dans l'action d'amélioration des connaissances de ces sites protégés : d'une part en termes de faune invertébrée : notamment les syrphidae mais aussi les arachnides, formicidae, coléoptères, etc., sur chacun des sites susmentionnés et elle permet, d'autre part, d'enrichir leurs connaissances et leur compréhension sur la fonctionnalité de leurs habitats.

1.2 Les syrphidae

Les syrphidae sont une famille de l'ordre des diptères. Il en existe plus de 860 espèces en Europe, dont 543 en France et 350 dénombrées en région Franche-Comté (SPEIGHT M.C.D. et al., 2016). Ces espèces sont de formes très variées. Certaines sont mimétiques des abeilles, bourdons, guêpes, en particulier à cause de leur couleur noire et jaune tandis que d'autres arborent des couleurs plus discrètes. En vol, les syrphes sont particulièrement reconnaissables grâce à leur phase de vol stationnaire, ce qui permet de les repérer plus facilement en milieu naturel. Morphologiquement, cette famille de diptères a plusieurs particularités au niveau des nervures alaires. Ce sont ces critères qui permettent l'identification de cette famille : un « faux bord » et une cellule anale en pointe. De plus, la majorité des syrphes présente une « fausse veine » ou *vena spuria* (cf. Figure 1), plus ou moins visible selon l'espèce observée (SPEIGHT M.C.D. et al., 2007).

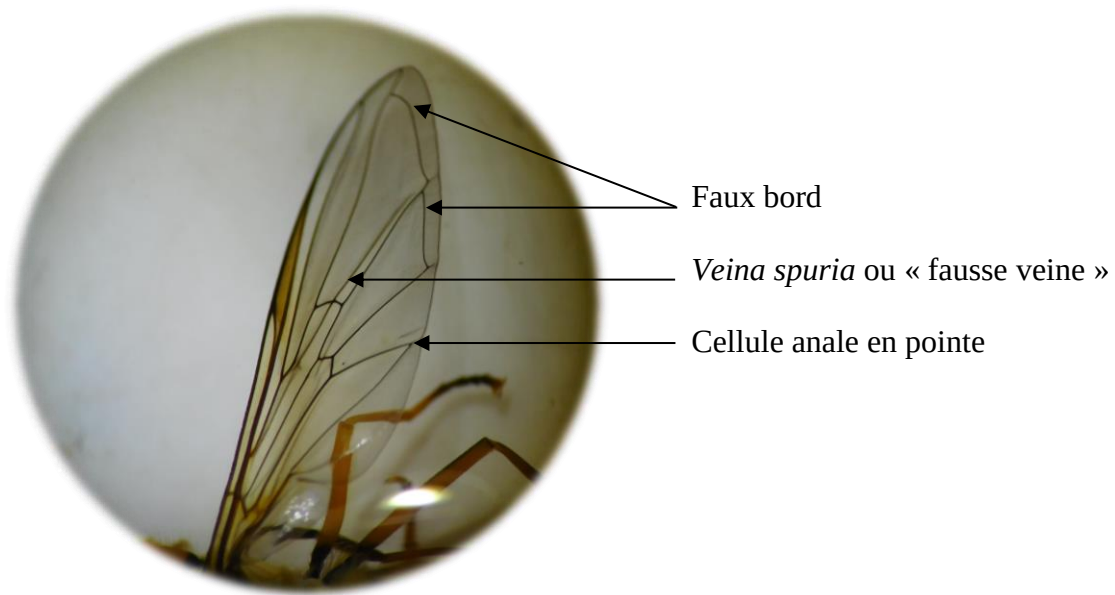


Figure 1 : Photo légendée d'une aile de syrphe (CHAILLOT C, 2018).

Les syrphes présentent différents stades de développement. De l'œuf, une larve éclore, celle-ci a un corps mou et comporte trois stades différents. La larve passe ensuite son stade de repos dans une pupe (cf. Figure 2) pour en sortir sous forme adulte. Les espèces peuvent être parfois plus facilement identifiables sous forme de larve ou grâce à leur pupa (SPEIGHT M.C.D. *et al.*, 2007). Cependant, elles sont également plus difficiles à observer sous ces formes que les imagos.



Figure 2 : Larves et pupes de syrphes (CHAILLOT C, 2016).

1.2.1 Des larves aux conditions environnementales exigeantes

La particularité des syrphes est la diversité de niches écologiques que ces espèces occupent à l'état larvaire. Ainsi, les larves occupent la plupart des habitats terrestres et aquatiques, à l'exception des eaux profondes (lacs) et des grottes (SPEIGHT M.C.D., 2017a), et à tout niveau : de la zone racinaire des graminées à la canopée des arbres. Ayant des habitats très différents, leurs régimes alimentaires le sont aussi. Ainsi, on retrouve chez les larves de syrphes les trois groupes trophiques : phytophage, zoophage et saprophage. En effet, bien que les adultes aient un régime essentiellement floricole : les mâles sont nectarifères et les femelles se nourrissent de nectar et de pollen, ce dernier permettant la maturation des œufs, les larves ont un régime alimentaire nettement différent (SPEIGHT M.C.D. *et al.*, 2007). Cette diversité d'habitats et de régimes alimentaires est illustrée sur la figure suivante (cf. Figure 3).

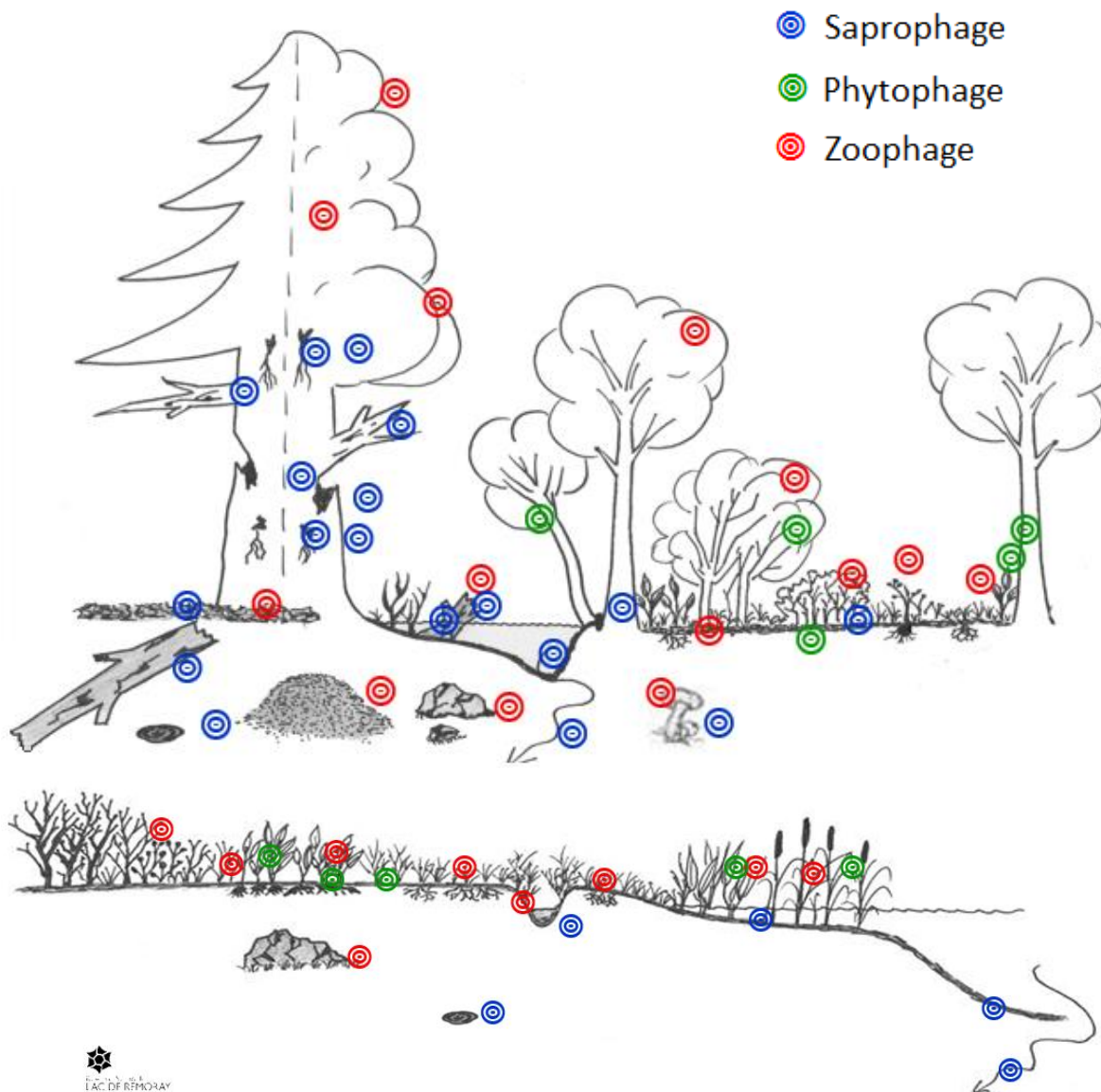


Figure 3 : Habitats et différents régimes alimentaires des larves de syrphes (D'après CLAUDE J., 2012).

1.2.2 Reflets de la fonctionnalité des habitats

De par les conditions environnementales strictes, propres à chaque espèce, nécessaires à leur développement, la présence de telle ou telle espèce de syrphe permet donc de renseigner sur le type d'habitat présent sur un site. De plus, ce groupe est particulièrement bien connu au niveau des habitats de vie, micro-habitats et traits de vie de chacune des espèces, le différenciant des autres groupes d'invertébrés. La large gamme d'habitats utilisés pour leur développement ainsi que la richesse littéraire à propos de leurs conditions de vie écologique et les clés d'identification existantes et accessibles à propos de cette famille en font un outil de bio-indication particulièrement fiable. En effet, d'autres familles d'insectes pourraient être utilisées en tant que bio-indicatrices des milieux mais le niveau de connaissance sur l'écologie des espèces et/ou l'existence de clés d'identification fonctionnelles font souvent défaut. Toutes ces informations connues par les syrphidologues sont rassemblées et codées numériquement dans la base de données du système expert « Syrph-the-Net ». Ainsi, les non-spécialistes tels que les gestionnaires d'espaces naturels peuvent facilement accéder à ces données et analyser le peuplement en syrphes observé sur le milieu qu'ils ont en charge (SPEIGHT M.C.D. *et al.*, 2007).

1.3 Sites étudiés

Dans cette étude, deux sites sont traités : la Réserve naturelle régionale du Vallon de Fontenelay et celle de la tourbière de la Grande Pile. Les deux autres sites mettant en place cette étude sont suivis par leur conservateur ou conservatrice : M. MALECOT Dominique pour la RNR côte de Mancy et Mme MAFFLI Caroline pour celle du Crêt des Roches. La suite de ce rapport se concentrera donc sur les deux premières Réserves naturelles citées, faisant l'objet de ce stage.

1.3.1 RNR du Vallon de Fontenelay

Cette Réserve naturelle de plus de 40 hectares, située dans les Monts de Gy, dans le département de la Haute-Saône (70), est classée en Réserve naturelle régionale depuis mai 2010. L'organisme gestionnaire de cette Réserve naturelle est le CEN Franche-Comté, qui assurait déjà la gestion de ce site depuis 1993. Localisé sur les communes de Bucey-lès-Gy et de Montboillon, ce site est principalement forestier et a pour principaux enjeux des pelouses marneuses et un bas-marais alcalin (*cf.* Figure 4) exceptionnellement bas en termes d'altitude (environ 300 m) (PARIS M., 2015). Ce sont ces habitats qui ont conduit au classement de ce site en Réserve naturelle régionale et qui seront donc caractérisés dans la suite de cette étude.



Figure 4 : Bas-marais alcalin de la Réserve naturelle régionale du Vallon de Fontenelay (CHAILLOT C., 2018)

1.3.2 RNR Tourbière de la Grande Pile

Ce site de 60 hectares, à 330 m d'altitude, également localisé dans le département de la Haute-Saône (70), se situe sur la commune de Saint-Germain et est classé Réserve naturelle régionale depuis juillet 2016, ce qui en fait la Réserve naturelle la plus récente de la région Bourgogne Franche-Comté. Celle-ci comprend plusieurs zones tourbeuses : le Bois de Question, le nord de l'étang des Monts Reveaux, la Petite Pile et la Grande Pile, illustrée ci-dessous (cf. Figure 5). Cette Réserve naturelle représente la plus grande tourbière de Franche-Comté dans le domaine Vosgien. C'est un site remarquable et connu internationalement puisqu'il comprend 3 à 4 m de tourbe et une quinzaine de mètres de sédiments lacustres, correspondant à plus de 130 000 ans d'histoire quand les autres tourbières permettent en général de reconstituer 15 000 ans au maximum. Cette particularité est due au fait que ce site ait été l'une des rares tourbières d'Europe épargnées par la dernière glaciation, celle du Würm, et a donc pu enregistrer l'histoire de la végétation, sans interruption, depuis la glaciation du Riss (BETTINELLI L. & MONCORGE S., 2015).



Figure 5 : Tourbière de la Grande Pile (CHAILLOT C., 2018)

2. Matériels et méthodes

2.1 Le système expert « Syrph-the-Net »

Mise en œuvre dans les années 1990 par l'Irlandais M.C.D. Speight, la base de données « Syrph-the-Net » regroupe toutes les informations, publiées ou non, connues sur les syrphes d'Europe : notamment sur leurs régimes alimentaires, leurs habitats de prédilection et leur degré de fidélité associé au stade larvaire ainsi que le degré de menace ou de déclin de population de chaque espèce. Elle couvre actuellement plus de 95% de la syrphidofaune de France et environ 80% de celle d'Europe. Cette base de données est régulièrement actualisée grâce aux études

réalisées constamment sur cette famille de diptères qui permettent, par les espèces inventoriées pour chaque étude, dans un site et département donnés, d'enrichir les connaissances sur cette famille (SPEIGHT M.C.D. *et al.*, 2007 ; SPEIGHT M.C.D., 2017a.).

2.1.1 La base de données Syrph-the-Net

Le principe de cette base de données est de fournir une liste d'espèces prédites en fonction des habitats donnés et fonctionne sous forme de présence/absence des espèces. Ainsi, le nombre et/ou le sexe des individus observés par espèce n'influe pas sur les résultats ni sur l'analyse de ceux-ci.

L'association entre habitats et espèces de syrphes est encodée dans « Syrph-the-Net » (StN). Etant donné les connaissances sur le développement larvaire des syrphes, une fidélité par type d'habitat peut leur être associée : « 3 » codant une forte préférence de l'espèce pour ce milieu, « 2 » codant une utilisation « normale » de ce macro-habitat par l'espèce et « 1 » signifiant que l'espèce est présente dans cet habitat seulement lorsqu'un habitat supplémentaire particulier est aussi représenté (SPEIGHT M.C.D. & CASTELLA E., 2016). En sélectionnant les habitats constituant le site d'étude, il est possible de prédire quelles espèces peuvent s'y trouver. Cependant, le terme d'« habitat » au niveau de la méthode Syrph-the-Net s'applique à l'échelle des syrphes, contrairement à l'utilisation usuelle de ce terme. Ainsi, il est nécessaire de convertir les habitats « usuels », décrits au niveau phytosociologique, en habitat « Syrph-the-Net ». Il existe pour cela un document nommé « Content & Glossary of terms » (SPEIGHT M.C.D. & CASTELLA E., 2016) facilitant cette conversion, utilisant les systèmes européens Corine Biotope, EUNIS ou encore la Directive Habitat. Cette conversion d'habitats « classiques » en habitats « Syrph-the-Net » reste néanmoins relativement délicate, comme explicité dans la partie 2.4 de ce rapport. L'élaboration de la liste d'espèces prédites s'effectue selon le schéma suivant (*cf.* Figure 6) :

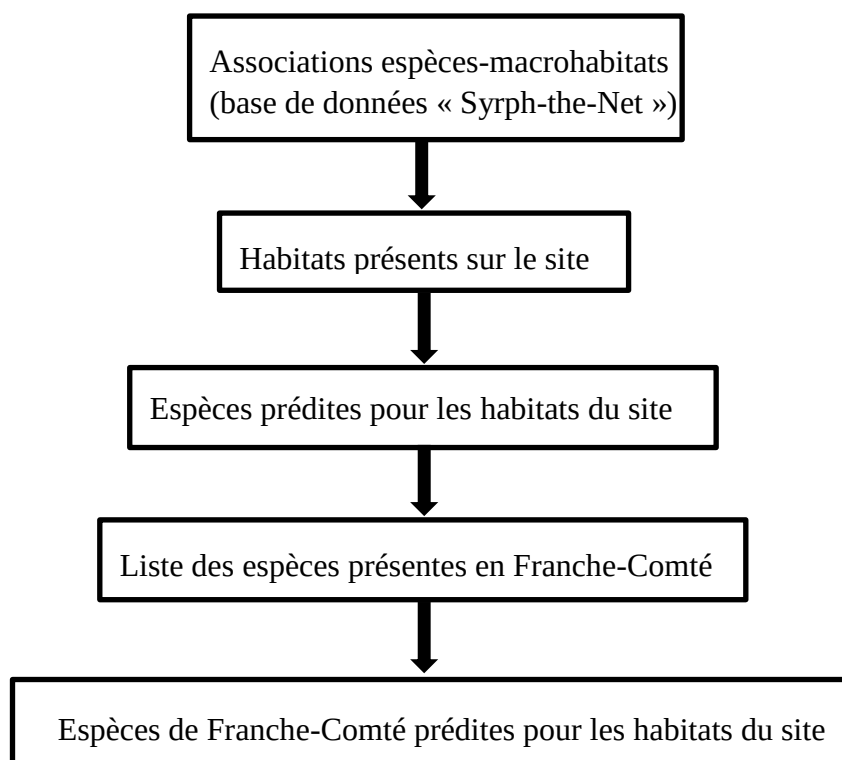


Figure 6 : Principe de l'élaboration de la liste d'espèces prédites (CLAUDE J. *et al.*, 2012 modifié)

La liste d'espèces de Franche-Comté comprend les quatre départements de cette région ainsi que le Jura Vaudois. Une fois la liste d'espèces prédites obtenue, elle peut être comparée à la liste d'espèces observées sur le site étudié. Cette dernière est réalisée grâce à une méthode de piégeage standardisée, expliquée dans la partie 2.2 suivante. De cette comparaison, trois groupes d'espèces sont différenciés, comme l'indique le schéma suivant (cf. Figure 7).

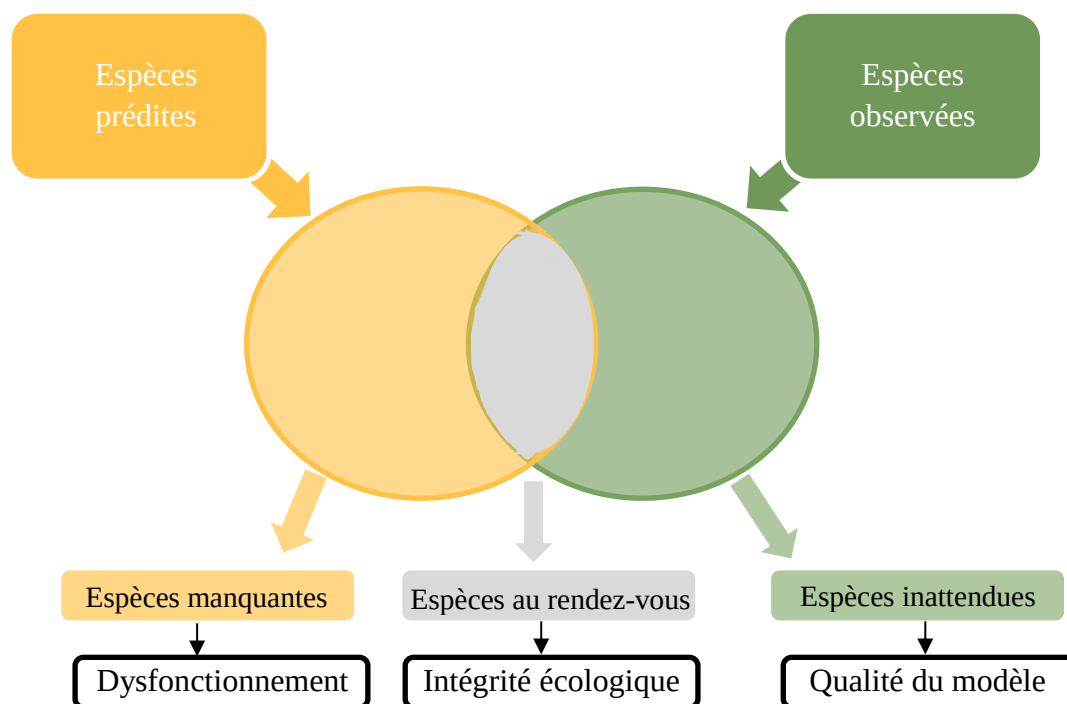


Figure 7 : Comparaison des listes d'espèces attendues et observées (CHAILLOT C, 2018)

Les espèces « manquantes » : prédites mais non observées, soulignent les dysfonctionnements dans les habitats du site. En effet, l'absence d'une espèce donnée révèle que les conditions propices à son développement ne sont pas réunies alors qu'elles devraient l'être d'après les habitats constituant ledit site. L'analyse des habitats présentant un fort taux d'espèces manquantes permet d'envisager des mesures de gestion visant à rétablir les conditions idéales de développement de celles-ci. En cela, les syrphes permettent de détecter de fins dysfonctionnements des habitats, difficilement détectables d'un point de vue phytosociologique par exemple.

Les espèces « au rendez-vous » : espèces prédites et effectivement observées, représentent l'intégrité écologique du milieu, le bon fonctionnement des habitats étudiés. L'intégrité écologique du milieu est qualifiée selon le rapport entre espèces « au rendez-vous » et espèces prédites. Cela permet de voir si ce milieu remplit bien sa fonction de réservoir de biodiversité. De la même manière la qualité de la description est évaluée grâce au rapport entre espèces « au rendez-vous » et espèces observées. Les seuils et classes de l'intégrité écologique et de la qualité de la description sont présentés dans le tableau suivant (cf. Tableau 1).

Tableau 1 : Classes de l'intégrité écologique (rapport espèces "au rendez-vous"/espèces prédites) et de la qualité de la description (rapport espèces « au rendez-vous »/espèces observées) (D'après CLAUDE J., 2012).

Intervalle	Intégrité écologique	Qualité de la description
[0-20%]	Très faible	Très insuffisante
[21-40%]	Faible	Insuffisante
[41-50%]	Moyenne	Moyenne
[51-75%]	Bonne	Bonne
[76-85%]	Très bonne	Très bonne
[86-100%]	Excellente	Excellente

Enfin, les espèces « inattendues » : non prédites mais observées, reflètent la qualité du modèle. En effet, s'il y a un nombre important d'espèces inattendues, cela peut signifier que le site a été auparavant mal caractérisé en termes d'habitats « Syrph-the-Net » ; un fort taux d'espèces inattendues peut également indiquer une bonne richesse des milieux à proximité du site étudié. Ce groupe d'espèces guide ainsi dans le choix des habitats choisis comme structurants au niveau du site.

2.1.2 Intérêts de la méthode

La méthode Syrph-the-Net est particulièrement appliquée aux milieux forestiers. En effet, les syrphes sont de bons bio-indicateurs de la qualité écologique des forêts puisqu'ils prennent en compte autant la maturité du peuplement forestier, son ancienneté ainsi que la continuité dans le temps et l'espace. En cela, cette famille de diptères prend plus de paramètres en compte que d'autres familles d'insectes, telles que les coléoptères saproxyliques, utilisées pour évaluer la qualité d'une forêt (SOISSON S., 2016). Ainsi, l'absence de certaines espèces de syrphes, liées aux dendrotelmes, galeries d'insectes et autres lésions des vieux bois vivants et morts, peut mettre en évidence le manque de gros bois morts au sol ou de gros et très gros bois morts debout dans une forêt. Par exemple, l'absence de *Temnostoma vespiforme*, indique un manque de gros bois morts au sol, à tous les niveaux de décomposition (TISSOT B. et al., 2014). Concernant les milieux humides, l'étude du peuplement en syrphidae via la méthode Syrph-the-Net permet de mettre en évidence de fins dysfonctionnements tels que des oscillations importantes et répétées de la nappe, la mise en circulation des eaux stagnantes (via d'anciens drains par exemple) et l'augmentation de sa vitesse de circulation ou encore un assèchement et minéralisation de la tourbe dus à un enrichissement trophique (CLAUDE J. et al., 2012 ; CLAUDE J. et al., 2015 ; GIRARD B. et al., 2016 ; LECONTE R., 2017). Bien que cette méthode puisse être lourde à mettre en place (prix des tentes Malaise, collecte et tri entomologique), elle permet de mettre en évidence d'éventuels dysfonctionnements difficilement décelables.

2.2 Méthode d'échantillonnage

Les syrphes sont piégés à l'aide d'un dispositif de piégeage standardisé, créé dans les années 1930 par M. Malaise. Ce piège passif à interception ressemble à une tente (cf. Figure 8) constituée de pans de moustiquaire et d'un flacon d'alcool à 70° récoltant les insectes à son extrémité.



Figure 8 : Tente Malaise 1 sur la RNR tourbière de la Grande Pile, en vue de face et de profil (CHAILLOT C., 2018).

Orientée selon l'axe nord-sud et perpendiculaire à l'axe de vol des insectes, le flacon collecteur vers le sud, les insectes dont le vol est interrompu par la tente montent vers le haut de celle-ci, puis se dirigent vers la lumière, donc le sud, et le flacon les collectant. Cette méthode d'échantillonnage fonctionne pour les insectes au vol adroit, qui montent face à un obstacle par « réflexion d'évasion », tels que les diptères ou hyménoptères (FIERS V., 2004). Les pièges sont donc en général adossés à une barrière géographique, du point de vue des insectes, c'est-à-dire le long d'une haie, d'une lisière de forêt, d'un bosquet... que les insectes auront tendance à contourner. Cette méthode de collecte est répliquable car standardisée, elle présente l'avantage de pouvoir être mise en place et suivie par des non-spécialistes bien que la pose de ces pièges doive être réalisée de manière à échantillonner de façon optimale. De par leur taille, ceux-ci ne collectent pas seulement leur environnement immédiat, permettant ainsi une étude à l'échelle du paysage (SPEIGHT M.C.D. et al., 2007).

Deux tentes Malaises (TM) sont placées sur chaque Réserve naturelle, celles-ci ont un rayon d'action d'environ 250 m. Usuellement, il est disposé deux pièges par habitat échantillonné. Cependant, dans le cadre de cette étude, le choix a été fait de placer une tente Malaise par habitat à caractériser par an. Ainsi, si la première ou la deuxième année de l'étude est mauvaise au niveau météorologique, les habitats d'intérêts auront été échantillonnés au moins une année. Le placement de ces pièges sera donc différent entre la première et la deuxième année de l'étude, dans le but d'échantillonner le maximum d'habitats caractérisant la Réserve naturelle et avoir ainsi une liste quasi exhaustive des espèces de syrphes présentes sur chaque site. Ce choix de piégeage limite l'exploitation des résultats obtenus cette année. En effet, en fonction du choix d'emplacement des tentes Malaise, toutes les espèces présentes dans chaque site ont pu ne pas être collectées, elles le seront plus sûrement lors de la seconde année

de piégeage. Cela peut donc engendrer un taux plus important d'espèces « manquantes » par site et donc sous-estimer l'intégrité écologique des habitats.

Après 15 jours de piégeage, les flacons des tentes Malaise sont récoltés et remplacés par de nouveaux flacons d'alcool. Les échantillons récoltés sont d'abord pesés avec une précision de 0.1g, selon le protocole décrit en annexe (cf. Annexe 1), afin de renseigner sur le poids de biomasse récolté à chaque période de piégeage pour chaque piège et, par la suite, pouvoir comparer l'évolution de la biomasse récoltée à long terme, sur plusieurs années. Un tri entomologique en fonction des différents spécialistes travaillant avec le CEN Franche-Comté est réalisé à l'ordre, au sous-ordre ou à la famille sur chaque flacon récolté. Ce premier tri des échantillons est réalisé dans le but de faciliter l'identification ultérieure des insectes autres que syrphidae par les spécialistes. Les syrphes sont ensuite identifiés à l'espèce par M. LANGLOIS Dominique et éventuellement confirmés par M. TISSOT Bruno ou M. SPEIGHT Martin pour les espèces les plus difficiles. Le piégeage par tente Malaise et un dispositif relativement coûteux et lourd à mettre en place mais il permet un apport considérable en termes de connaissances sur les insectes volants (coléoptères, hyménoptères, rhopalocères, etc.) sur le site étudié. Dans la suite de ce rapport, nous nous intéresserons donc essentiellement à la famille des syrphidae. Le plan d'échantillonnage de cette première année d'étude est présenté en annexe (cf. Annexe 2). Le piégeage est réalisé à partir de début avril jusqu'à fin septembre, début octobre en fonction des conditions météorologiques.

Afin de compléter les échantillonnages de la syrphidofaune dans chaque site, de la chasse à vue a été réalisée à l'aide d'un filet entomologique lors de chaque récolte des échantillons.

2.3 Habitats cibles

Le choix de la localisation des tentes Malaise s'est effectué selon plusieurs critères. En effet, l'élément essentiel est le type d'habitat que l'on souhaite caractériser tout en prenant en compte les couloirs de vol principaux des insectes, donc les milieux ouverts ou les lisières des milieux fermés ; l'orientation de la tente, nord-sud, ainsi que les possibles dérangements qui peuvent exister : passage de promeneurs, de faune sauvage... Ainsi, il est préférable de disposer les pièges hors du passage de promeneurs ou, le cas échéant, expliquer la présence de ceux-ci. En effet, il est primordial d'expliquer leur présence pour éviter leur vandalisme. De ce fait, il a été mis à proximité de chaque piège un panneau explicatif (cf. Annexe 3) pour justifier leur présence. Par ailleurs, l'emplacement des pièges est aussi guidé par les habitats situés à proximité des habitats d'intérêts. En effet, si l'on considère un habitat forestier, situé en bordure de Réserve naturelle et que ce même habitat est également présent en bordure extérieure de la Réserve naturelle. Il n'est pas pertinent d'échantillonner en lisière de cet habitat forestier puisque les insectes échantillonnés ne proviendront pas uniquement du site qui est l'objet de l'étude. Ainsi, les résultats ne seront donc pas fiables dans ce type d'échantillonnage.

De ce fait, les pièges ont été placés, comme évoqué précédemment, au niveau des habitats à forts enjeux sur chaque Réserve naturelle, pour cette première année de piégeage. Les tentes ont été mises sur les pelouses marneuses et le bas marais concernant le Vallon de Fontenelay (cf. Figure 9) et sur les hauts marais des Monts Reveaux et de la Grande Pile pour la Réserve naturelle du même nom (cf. Figure 10).

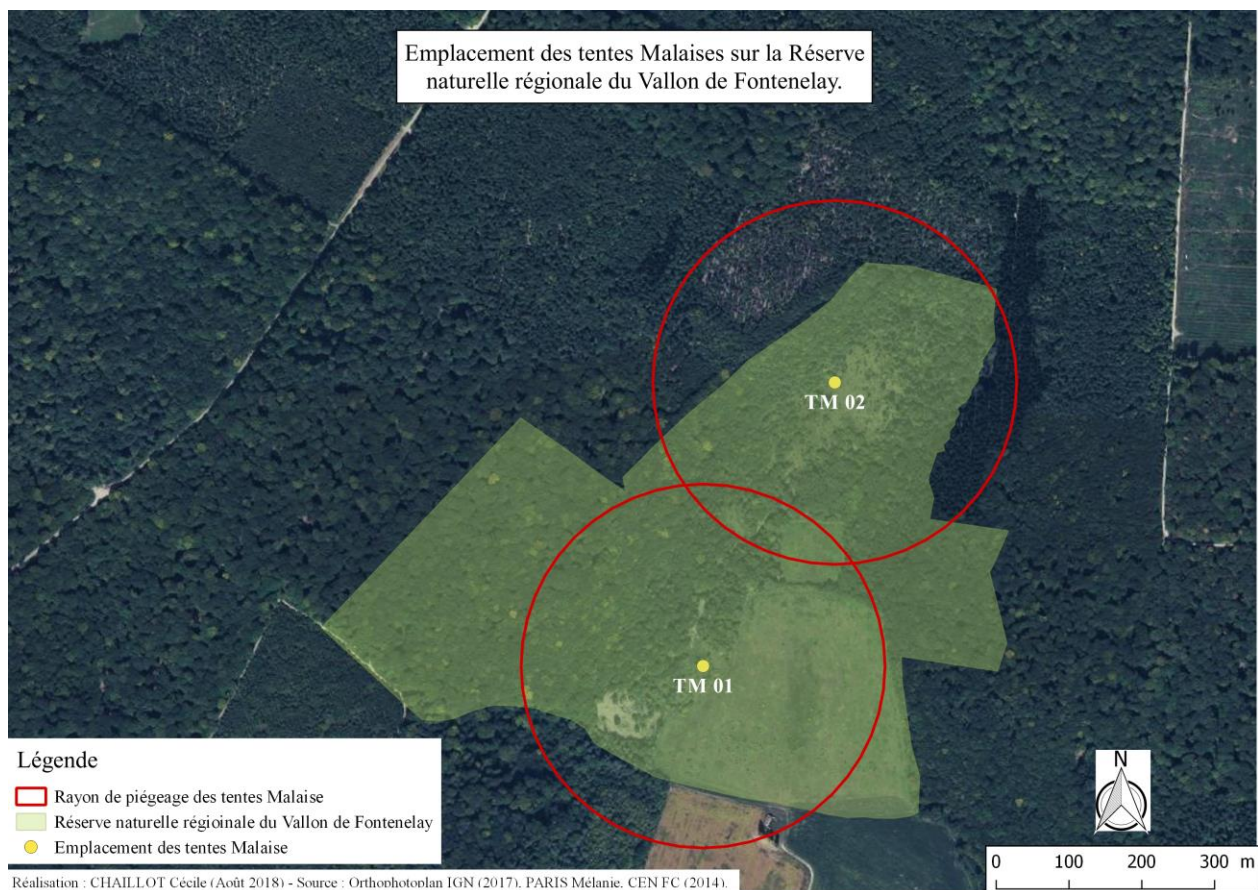


Figure 9 : Emplacement des tentes Malaises sur la RNR du Vallon de Fontenelay en 2018 (CHAILLOT C., 2018).

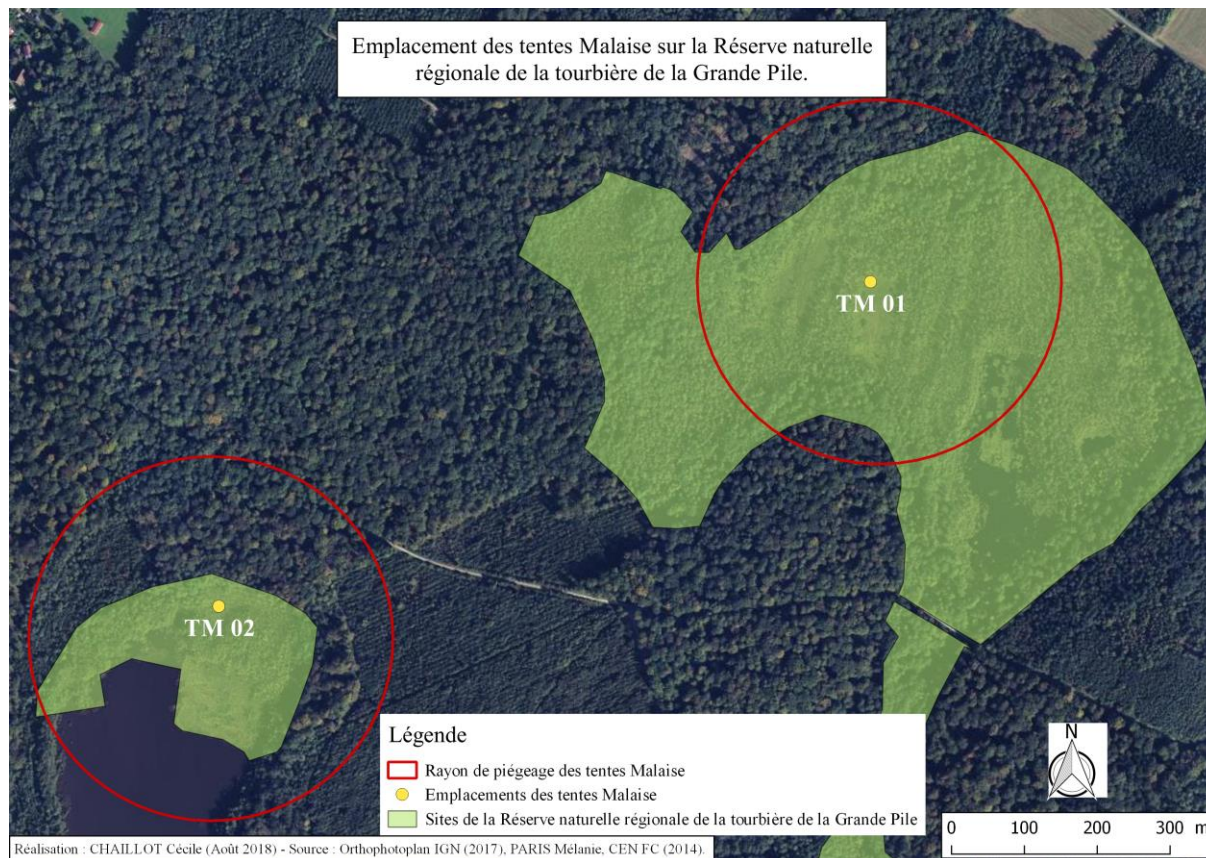


Figure 10 : Emplacement des tentes Malaises sur la RNR de la Tourbière de la Grande Pile en 2018 (CHAILLOT C., 2018).

2.4 Description des habitats étudiés

L'outil Syrph the Net propose une liste d'espèces attendues en fonction des habitats échantillonnés. Il est donc nécessaire de renseigner auparavant les habitats situés dans un rayon de 250m autour du piège, appelés macro-habitats par cette méthode et correspondant aux habitats phytosociologiques, de type Corine Biotope et EUNIS. Ces macro-habitats sont décrits du point de vue de l'animal visé, le syrphe. Il est également possible, dans le but d'avoir une description la plus fidèle possible, d'ajouter à chaque macro-habitat un ou des macro-habitats supplémentaires, situés à proximité de la tente Malaise dans un rayon d'une cinquantaine de mètres environ, tels que les berges d'un ruisseau, une source... Ces macro-habitats supplémentaires correspondent généralement à des habitats précis nécessaires à la vie de larves d'une espèce de syrphe donnée. Il est primordial de décrire les habitats tels qu'attendus, le climax qui est souhaité, et non de les décrire tels qu'ils sont actuellement. En effet, cela permettra ainsi de mettre en évidence les différents dysfonctionnements dans l'état actuel de l'habitat étudié. Des mesures de gestion en fonction des indices apportés par l'analyse du peuplement de syrphes pourront alors être envisagées pour permettre de tendre vers l'habitat objectif.

Les habitats étudiés pour la RNR du Vallon de Fontenelay ont été codés dans la base de données de la façon suivante (cf. Tableau 2) :

Tableau 2 : Correspondance entre habitats présents sur la Réserve naturelle du Vallon de Fontenelay et habitats Syrph-the-Net (CHAILLOT C., 2018).

Habitat	Code Corine	Habitat StN correspondant (surface)	Code StN	Macro-habitats supplémentaires
Tapis immergés de Characées	22.441	Bas-marais alcalin (0.1 ha)	611	712w, 731w/732w, 7442w, 733w
Sources et suintements	54.12			
Ruisseaux de tête de bassin	24.12			
Formations à Linaigrettes	54.23			
Pelouses marneuses	34.324	Prairie/pelouse de plaine alluviale non améliorée (1.7 ha)	23114	731o/732o
Végétations prairiales	38	Prairie/pelouse non améliorée (gen.) (8.4 ha)	231	7131o
Végétations rudérales	87.1			
Fruticées mésophiles	31.81	Broussailles/fourrés secs (1.0 ha)	162	
Chênaies à Molinie	41.51	Chênaie acidophile (gen.) (3.1 ha)	1123	
Chênaies-Charmaies mésohygroclines	41.24	Quercus/Carpinus/Ulmus (gen.) (5.7 ha)	1122	731f/732f, 7332f, 7442f
Hêtraies-Chênaies sur limons à chaillies	41.13	Hêtraie (Fagus) humide (gen.) (20.3 ha)	11212	
Aulnaie de bordure de ruisseau	44.31	Zone d'expansion des crues de ruisseau (gen.) (1.3 ha)	1133	

De la même manière, les habitats échantillonnés sur la RNR tourbière de la Grande Pile ont été codés dans le système Syrph-the-Net suivant le tableau ci-dessous (cf. Tableau 3) :

Tableau 3 : Correspondance entre habitats présents sur la Réserve naturelle de la tourbière de la Grande Pile et habitats Syrph-the-Net (StN) (CHAILLOT C., 2018).

	Habitat	Code Corine	Habitat StN correspondant (surface)	Code StN	Macro-habitats supplémentaires
Grande pile	Mares de tourbières pas ou peu végétalisées	24.45	Tourbière haute (1.6 ha)	631	712w, 7442w, 7462w
	Gouilles ou fosses de haut-marais à <i>Sphagnum cuspidatum</i>	54.542			
	Tremblant à laîche en ampoules	54.53			
	Tremblant à rhynchosphore blanc	54.6			
	Marais de transition à laîche à utricules velus	54.51			
	Haut-marais en croissance	51.111			
	Lande de haut-marais	51.113			
	Moliniaie de dégradation	51.2	Prairie/pelouse de plaine humide oligotrophe non améliorée (0.5 ha)	2311 32	
	Cariçaie à laîche en ampoules	51.15	Tourbière de transition (1.4 ha)	62	
	Groupement à molinie de la zone basse	54			
	Saulaie à saule à oreillettes	44.922	Saulaies marécageuses (NE)	613	
	Boulaie pubescente à laîches	44.A1	Forêt marécageuse à <i>Betula/Pinus</i> (gen.) (20.3 ha)	131	731f/732f, 7442f
	Boulaie pubescente à molinie	44.A1			
	Boulaie pubescente à coussins de polytrics	44.A1			
	Boulaie pubescente sur lande à chaméphytes	44.A1			
	Chênaie-boulaie	41.51	Chênaie acidophile (gen.) (NE)	1123	
Monts Reveaux	Caricetum elatae	53.2151	Roselière/magnocariçaie à grands carex (0.3 ha)	642	
	Sphagno-caricetum rostratae	54.531	Tourbière de transition (0.4 ha)	62	
	Sphagno-Caricetum lasiocarpae dominant	54.512			
	Sphagno-Caricetum lasiocarpae, faciès d'enfrichement	54.512			
	Lycopodio-Rhynchosporium dominant	54.6			
	Lycopodio-Rhynchosporium, faciès à molinie	54.6			
	Phragmitaie sur tourbe	53.11	Roselière (0.1 ha)	641	
	Sphagnetum magellanicum	51.11	Tourbière haute (0.3 ha)	631	7442w, 712w, 7462w
	Sphagnetum magellanicum, variante à callune	51.11			
	Sphagnetum magellanicum, faciès d'enfrichement	51.11			
	Vaccinio-Betuletum	44.A1	Forêt marécageuse à <i>Betula/Pinus</i> (gen.) (8.7 ha)	131	
	Boulaie à phragmites	44.A1			
	Boulaie à molinie	44.A1			
	Aulnaie marécageuse	44.91	Aulnaie marécageuse (gen.) (0.15 ha)	132	
	Chênaie	41.2	Quercus/Carpinus/Ulmus (gen.) (4.2 ha)	1122	731f/732f, 7442f

NE : surface non évaluée

Les macro-habitats supplémentaires sont suivis d'une lettre faisant référence au milieu auquel ils sont liés (f : forestier, w : humide, o : ouvert). Ceux utilisés dans cette étude sont : mare permanente (712), berge de ruisseau (7442) ou de mare permanente (7462), source (731/732), résurgence (733), bouse de vache (7131) et ruisseau saisonnier (7332).

La conversion de ces habitats phytosociologiques en habitats StN est susceptible d'être modifiée lors de la deuxième année de l'étude. En effet, comme expliqué précédemment, le groupe d'espèces « au rendez-vous » apporte des informations sur la bonne description du site étudié. L'enrichissement, grâce à la seconde année de piégeage, de la liste d'espèces observées permettra de mieux caractériser les habitats de chaque site, à l'échelle de la famille d'insectes étudiée, et donc de mieux les coder dans la base de données.

3. Résultats – Discussion

Ci-après sont exposés les résultats obtenus de la comparaison entre la liste d'espèces prédites et celle des espèces observées, pour chaque site échantillonné. La liste des espèces observées comporte les syrphes piégés entre le 10 avril pour Fontenelay ou le 11 avril pour la Grande Pile et le 6 août 2018. Les syrphes récoltés le 20 août n'étant pour le moment pas identifiés, ils ne sont donc pas inclus dans la liste d'espèces observées utilisée ici. Lors de la comparaison des résultats par le logiciel expert Syrph-the-Net, un filtre temporel a donc été appliqué, de février à juillet, dans le but de limiter le nombre d'espèces prédites. Les espèces tardives, de fin d'été, n'ayant pu être identifiées ou récoltées, l'absence de ce filtre augmenterait le nombre d'espèces « manquantes » et fausserait ainsi les résultats. Par ailleurs, il arrive de ne pas pouvoir trancher entre deux espèces, souvent lorsque ce sont des individus femelles. Dans ces cas particuliers, les individus sont inscrits sous forme de complexe. Quatre complexes sont ici utilisés : *Cheilosia albitarsis/ranunculi* ; *Microdon analis/major* ; *Microdon mutabilis/myrmicae* et *Paragus albifrons/pechiolli*.

3.1 Analyse Syrph-the-Net concernant la Réserve naturelle régionale du Vallon de Fontenelay

Durant les 132 jours de piégeage, les deux tentes Malaise ont permis d'inventorier 1398 syrphes de 87 espèces différentes (cf. Annexe 4). Parmi ces individus, certains n'ont pas pu être déterminés à l'espèce et sont donc notés sous forme de complexe, comme expliqué précédemment. Pour ce site, les 4 complexes cités ont été utilisés. De plus, la chasse à vue a permis d'ajouter 5 espèces à cette liste d'espèces observées. Les résultats sont analysés ci-après, dans leur ensemble puis pour chaque macro-habitat de la Réserve naturelle.

3.1.1 Résultats globaux pour la Réserve naturelle du Vallon de Fontenelay

Les résultats obtenus par l'analyse « Syrph-the-Net » de cette Réserve naturelle sont une excellente qualité du modèle (89%) et donc une bonne description des habitats. Cependant, l'intégrité écologique est faible (32%). Sur 242 espèces prédites et 87 observées, 77 sont expliquées : prédites et effectivement observées, 165 sont « manquantes » et 10 sont « inattendues ».

Parmi les 10 espèces inattendues, 5 proviennent des forêts de résineux, présentes en bordure ou aux alentours du site. Trois autres espèces inattendues sont également liées aux sources et résurgences ainsi qu'aux berges d'eaux stagnantes. Ces habitats d'eau courante et stagnante sont présents au sein de la Réserve mais ne peuvent être encodés en tant qu'habitats principaux. En effet, le logiciel expert « Syrph-the-Net » permet d'encoder des habitats aquatiques uniquement en tant qu'habitats supplémentaires d'un habitat principal. De plus, ces habitats supplémentaires ne peuvent être encodés seulement s'ils se trouvent dans un rayon de 50 m autour de la tente Malaise. Enfin, *Paragus pecchiolii* est une espèce inattendue liée aux milieux cultivés tels que les grandes cultures céréalières. Cette espèce « inattendue » est en réalité expliquée par la présence de champs cultivés, maïs et céréales, bordant le sud de la Réserve naturelle. Ces espèces apparaissant comme « inattendues » peuvent donc en réalité être expliquées.

Les espèces manquantes sont principalement des espèces dont les larves sont liées aux habitats concernant les arbres sur-matures sénescents (24 espèces), comportant notamment des dégâts d'insectes, des coulées de sève, de l'écorce décollée ou d'autres lésions caractéristiques des arbres âgés. Par ailleurs, plus de la moitié des espèces manquantes sont liées à la strate herbacée : 55 espèces se développant dans cette strate, notamment dans les feuilles et les tiges, et 32 espèces vivant au niveau de la base des tiges, vers la zone racinaire. Enfin, 36 espèces manquantes nécessitent des sols saturés en eau tels que la boue humide, la vase, la tourbe ou des débris végétaux détrempés.

L'analyse de la Réserve naturelle dans son ensemble souligne ainsi le déficit au niveau de la saturation des sols en eau, de la strate herbacée et des stades vieillissants de feuillus ainsi que les micro-habitats qui leur sont associés, permettant le développement larvaire de nombreuses espèces de syrphes.

3.1.2 Résultats par macro-habitat

Il est primordial d'analyser l'intégrité écologique pour chaque type de macro-habitat, afin de mieux comprendre d'où viennent les dysfonctionnements soulignés par la faible intégrité écologique de l'ensemble du site. Le graphique ci-dessous présente l'intégrité écologique obtenue pour chacun des habitats décrits (cf. Figure 11) :

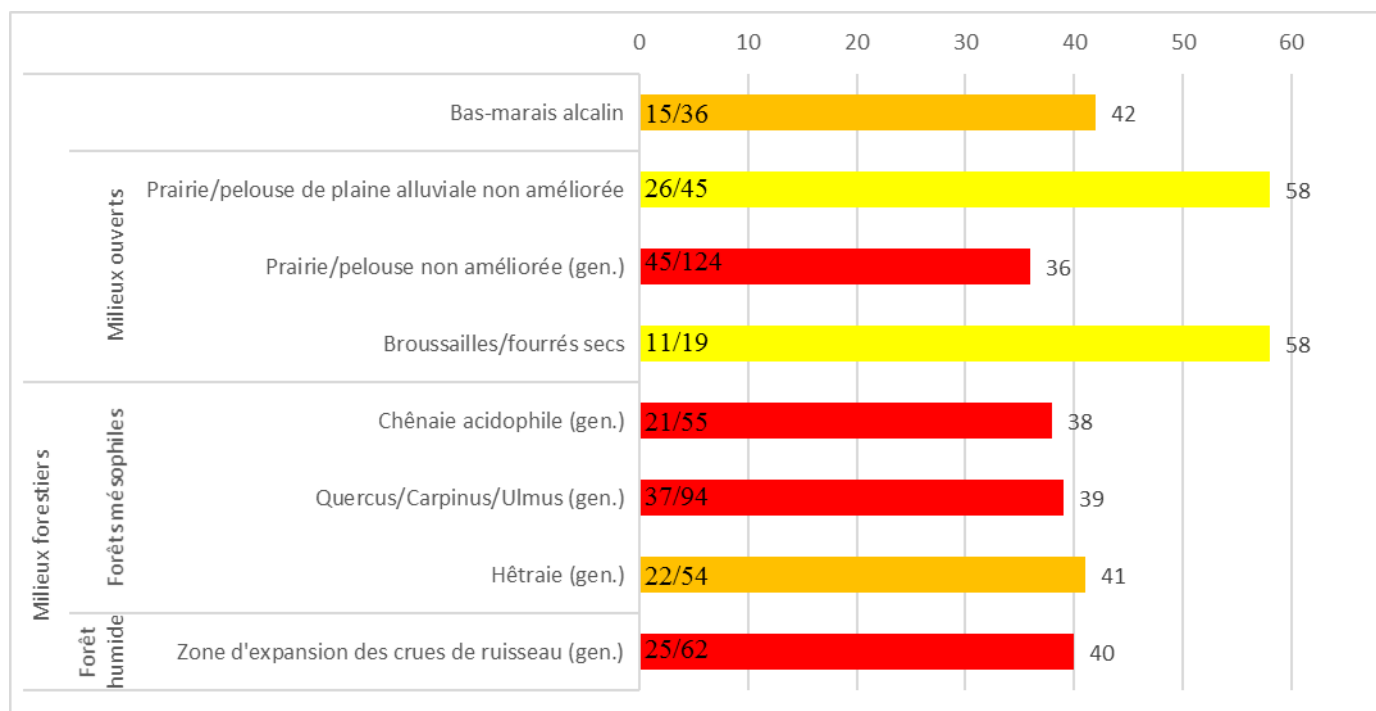


Figure 11 : Intégrité écologique (espèces au rendez-vous/espèces prédites) pour chacun des macro-habitats décrits de la Réserve naturelle du Vallon de Fontenelay (CHAILLOT C., 2018).

D'après la Figure 11, le bas-marais alcalin présente une intégrité écologique « moyenne » (42%). Les 21 espèces manquantes dans ce macro-habitat sont liées à des eaux oligotrophes (11) et mésotrophes (7). Cela indique ainsi un enrichissement trophique du bas-marais, trop conséquent pour permettre aux larves ne tolérant pas les eaux riches en matière organique de se développer.

Concernant les milieux ouverts, les pelouses marneuses (prairie/pelouse de plaine alluviale non améliorée) et les fruticées mésophiles (broussailles/fourrés secs) possèdent la meilleure intégrité écologique de la réserve, proche de 60%, considérée comme « bonne ». Le complexe prairial, rassemblant les végétations prairiales et rudérales, obtient en revanche une intégrité écologique faible, de 36%. Les 79 espèces manquantes de cet habitat proviennent dans la majorité de la strate herbacée (69), sur et dans les plantes de cette strate, et de la strate arbustive basse (8). Le complexe prairial, d'une surface non négligeable de plus de 8 hectares, n'est pas un habitat particulièrement ciblé par le piégeage en 2018. Cela pourrait expliquer cette faible intégrité écologique, sans doute sous-estimée. Il est prévu d'échantillonner ces prairies lors de la seconde année de l'étude, ce qui permettra sûrement d'améliorer leur « note ».

Enfin, les milieux forestiers, majoritaires sur cette Réserve naturelle, présentent tous une intégrité écologique proche de 40%. Les forêts mésophiles ont une intégrité écologique faible à moyenne : 38% pour la chênaie acidophile, 39% pour l'association Quercus/Carpinus/Ulmus et 41% pour la hêtraie. Ces macro-habitats présentent, respectivement, 34, 57 et 32 espèces manquantes dont beaucoup d'espèces en commun. Plus de la moitié de ces espèces sont liées aux arbres sur-matures sénescents et aux cavités de leurs troncs, caries, dégâts d'insectes, coulées de sève et autres lésions propres à ce stade de développement. Les habitats larvaires de la strate herbacée présentent également des déficits au vu de l'absence d'espèces

s'y développant : 6 espèces pour la chênaie et la hêtraie, 19 pour le macro-habitat *Quercus/Carpinus/Ulmus*.

Pour la forêt humide, la zone d'expansion des crues de ruisseau, son intégrité écologique est de 40%. Elle est donc qualifiée de faible, bien que proche d'une intégrité moyenne. La zone d'expansion des crues de ruisseaux présente 37 espèces manquantes dont les larves vivent au niveau des arbres sur-matures sénescents (10), de la zone racinaire des arbres et graminées (8), sur la strate herbacée (8) et des sols saturés en eau (9). Enfin, ce macro-habitat présente un défaut de syrphes liés aux eaux oligotrophes et mésotrophe, ce qui indiquerait une eutrophisation de ce milieu.

Les deux habitats à enjeux forts de la Réserve naturelle, le bas-marais alcalin et les pelouses marneuses, ont été correctement échantillonnés puisque les tentes Malaise sont chacune au cœur de l'habitat cible. De plus, cette année a été particulièrement favorable aux insectes au niveau météorologique. Les pelouses marneuses semblent avoir une bonne fonctionnalité, meilleure que le bas-marais. Cependant, il est nécessaire de souligner la très faible surface du bas-marais (0.1 ha), pouvant expliquer en partie une intégrité écologique basse. En effet, il est tout à fait normal de ne pas avoir une très grande intégrité écologique sur des habitats de petite voire de très petite taille. De plus, le site de bas-marais, exceptionnel pour cette altitude, est isolé géographiquement. Cette absence de connectivité avec des milieux du même type limite ainsi l'enrichissement du bas-marais en termes d'espèces. Par ailleurs, ce milieu est particulièrement contraignant au niveau des conditions écologiques, contrairement aux pelouses marneuses. Ces dernières, moins contraignantes et étant de surcroît en lisière de prairie, sont plus attractives pour les adultes de syrphes floricoles. Le complexe prairial ne présente pas une bonne intégrité mais ne fait pas partie des habitats cibles de cette première année de piégeage. Cette intégrité s'améliorera certainement avec la seconde session de piégeage dont il fera l'objet. Les milieux forestiers présentent principalement des lacunes au niveau des arbres de stade sur-mature. Ceci s'explique par le fait que les forêts de cette Réserve naturelle sont jeunes et ne présentent ainsi pas de vieux arbres. Les forêts humides semblent également présenter des défauts dans les habitats liés à l'eau. Finalement, il semble y avoir une eutrophisation du bas-marais et de l'aulnaie, au vu du manque d'espèces liées aux eaux oligotrophes et mésotrophes.

3.2 Analyse Syrph-the-Net concernant la Réserve naturelle régionale de la tourbière de la Grande Pile

Durant les 131 jours de piégeage, les deux tentes Malaise ont permis d'inventorier 592 individus (cf. Annexe 5) : 237 sur le site même de la Grande Pile (TM01) et 355 sur les Monts Reveaux (TM02). Au total, 63 espèces ont été recensées sur cette Réserve naturelle (39 à la Grande Pile, 51 aux Monts Reveaux) ainsi que les trois complexes *Microdon analis/major* ; *Microdon mutabilis/myrmicae* et *Paragus albifrons/pechiolli*. Une nouvelle espèce pour la Franche-Comté a été capturée sur le site des Monts Reveaux : *Mesembrius peregrinus*. Cette espèce n'était pas recensée en Franche-Comté mais elle est connue dans le Jura Suisse, elle figure donc déjà dans la liste d'espèces régionale ayant servi de filtre lors de l'élaboration de la liste d'espèces prédites. La chasse à vue a permis d'ajouter 4 nouvelles espèces à la liste d'espèces observées. Les résultats obtenus sont analysés dans les parties suivantes, à l'échelle

de la Réserve naturelle puis en mettant en parallèle les macro-habitats des deux zones étudiées, la Grande Pile et les Monts Reveaux.

3.2.1 Résultats globaux

L'analyse « "Syrph-the-Net » de cette Réserve naturelle, englobant toutes les espèces collectées sur les deux zones échantillonnées, indique tout d'abord une très bonne description des habitats (78%) et donc de la qualité du modèle. L'intégrité écologique est en revanche faible (32%) pour l'ensemble de ce site. En effet, sur 151 espèces prédites et 63 espèces observées, 49 sont « au rendez-vous » tandis que 102 sont manquantes et 14 sont inattendues.

Les espèces manquantes sont plutôt zoophages et leur développement est souvent lié aux arbres sur-matures sénescents, auxquels 16 espèces manquantes sont associées. 38 espèces utilisent la strate herbacée pour leur vie larvaire, sur et dans les plantes ainsi que la zone racinaire : 12 espèces sont liées à la base des tiges et 7 nécessitent des pucerons racinaires pour leur développement. Quatre autres espèces manquantes sont associées aux nids d'insectes sociaux. Une dernière guildes de 20 espèces dont les larves sont aquatiques, vivant principalement dans les sols saturés en eau tels que la boue humide et la vase ou encore les débris végétaux non ligneux détrempés est manquante.

Il est possible d'expliquer la présence de deux espèces inattendues, *Eupeodes corollae* et *Sphaerophoria scripta*, du fait de leur comportement migratoire (SPEIGHT M.C.D., 2017b). Ces espèces se développent normalement dans les prairies ou pelouses de plaine non améliorée. Sept autres espèces inattendues proviennent de ruisseaux saisonniers, de berges d'eau courante et de mares temporaires, habitats supplémentaires présents au sein de la Réserve naturelle mais non encodés en tant qu'habitats principaux. Les autres espèces inattendues sont liées aux hêtraies et aux forêts de conifères (3) présents à la marge et à proximité du site mais non analysés ici.

Le graphique suivant (cf. Figure 12) représente les différentes intégrités écologiques associées à chaque macro-habitat décrit de la Réserve naturelle.

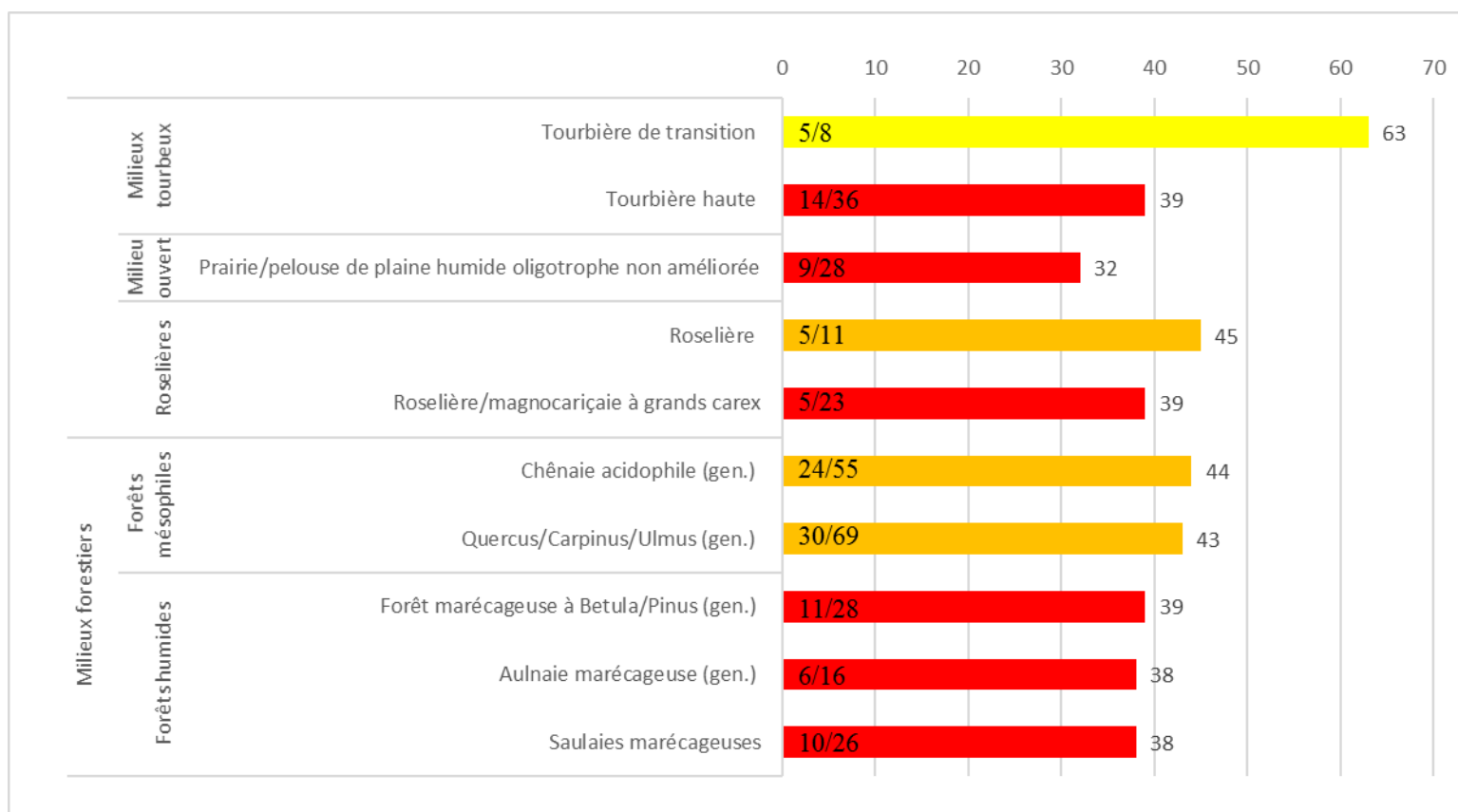


Figure 12 : Intégrité écologique (espèces au rendez-vous/espèces prédites) pour chacun des macro-habitats décrits de la Réserve naturelle de la Tourbière de la Grande Pile (CHAILLOT C., 2018).

Un seul habitat apparaît en bonne qualité écologique sur la Réserve naturelle de la Tourbière de la Grande Pile : la tourbière de transition avec une intégrité écologique de plus de 60%. Le second milieu tourbeux, la tourbière haute, présente une faible intégrité écologique (39%). Celle-ci présente en effet plus de 20 espèces manquantes, liées principalement à un manque d'eaux oligotrophes et mésotrophes. Ainsi, il semble que ce milieu s'eutrophise.

Le seul milieu ouvert décrit, la moliniaie de dégradation ou prairie/pelouse de plaine humide oligotrophe non améliorée selon la codification Syrph-the-Net, présente elle aussi une faible intégrité écologique (32%). La strate herbacée, notamment les micro-habitats sur et dans les plantes ainsi que les zones racinaires de celles-ci, est mal représentée puisque la majeure partie des espèces manquantes y sont liées. De plus, les espèces manquantes de cet habitat sont essentiellement phytophages et zoophages, confirmant l'hypothèse d'un déficit au niveau de la strate herbacée. Par ailleurs, 14 espèces (sur 19 manquantes) ne supportent pas les inondations à l'état larvaire et une partie des espèces inattendues ont un mode de vie larvaire aquatique. Ici, il semble que le milieu soit mal caractérisé selon les habitats Syrph-the-Net. En effet, une moliniaie est plus soumise à inondation qu'une prairie humide, l'habitat Syrph-the-Net ne correspond pas exactement à l'habitat actuel ici.

Les habitats de roselières décrits sur cette Réserve naturelle ont une intégrité écologique faible à moyenne : 39% pour la roselière/magnocariçaie à grands carex et 45% pour la roselière.

Une grande partie des espèces manquantes sont liées aux eaux stagnantes et sont tolérantes à l'inondation. Cela pourrait mettre en évidence une mise en mouvement des eaux de la roselière et à l'existence d'inondations trop irrégulières.

Les habitats forestiers représentent la plus grande partie de la surface globale de cette Réserve naturelle. Les forêts mésophiles et humides ont des intégrités écologiques comprises entre 38% et 44%, donc qualifiées de « faible » à « moyenne ». Les habitats de forêts mésophiles décrits sont des chênaies : une chênaie acidophile et une chênaie comportant du charme et des ormes (*Quercus/Carpinus/Ulmus*). Pour ces deux habitats, un peu plus de la moitié des espèces prédites est manquante. Ces dernières sont essentiellement liées aux arbres sur-matures sénescents : elles passent l'hiver dans des habitats propres aux arbres vieillissants tels que le bois pourri, sous l'écorce ou encore au niveau de la litière forestière et des racines d'arbres en décomposition.

Quant aux forêts humides, les espèces manquantes sont liées aux stades sur-matures sénescents et matures ainsi qu'au sol saturé en eau pour la bétulaie et l'aulnaie. La saulaie comporte des espèces manquantes seulement liées au sol saturé en eau. Pour les trois types d'habitats de forêts humides, un tiers à la moitié des espèces manquantes sont associées à des sols mal drainés ou gleyifiés, indiquant des oscillations de la nappe d'eau. Ainsi, il semble y avoir un déficit d'arbres vieillissants et un assèchement du sol au niveau de la forêt marécageuse à bouleaux et de l'aulnaie tandis que la saulaie est uniquement concernée par le manque de sol saturé en eau.

En somme, ce sont les forêts humides qui semblent en moins bon état écologique sur cette Réserve naturelle, possiblement à cause d'un manque d'arbres sénescents et d'oscillations de niveau d'eau. L'état de l'aulnaie, de la saulaie, de la prairie oligotrophe, des roselières et forêts mésophiles est à nuancer, compte tenu de leurs surfaces très réduites. Les milieux tourbeux sont en bon état pour la tourbière de transition et en faible intégrité écologique pour la tourbière haute. Cette dernière semble s'eutrophiser, au vu du manque d'espèces liées aux eaux moins chargées en matières organiques.

3.2.2 Résultats comparés des sites de la Grande Pile et des Monts Reveaux

L'analyse des sites de la Grande Pile et des Monts Reveaux indique une intégrité écologique faible, respectivement de 24 % et de 29%, pour une très bonne description des habitats (79%) concernant la Grande Pile et une bonne qualité du modèle pour le second site (71%).

La Grande Pile présente 128 espèces prédites pour 39 espèces observées, 31 sont « au rendez-vous », 97 sont manquantes et 8 sont inattendues. Pour les Monts Reveaux, moins d'espèces sont prédites (126) mais 51 espèces sont observées, un tiers de plus comparé au premier site. 36 espèces sont au rendez-vous tandis que 90 sont manquantes et 15 sont inattendues.

Pour les deux sites échantillonnés, la Grande Pile et les Monts Reveaux, les espèces manquantes sont principalement microphages et zoophages. Une grande partie des espèces

manquantes ont des vies larvaires associées aux arbres sur-matures sénescents, respectivement 18 et 19 espèces. Un déficit d'espèces, 35 à la Grande Pile et 21 aux Monts Reveaux, liées à la strate herbacée (dans et sur les plantes), est mis en évidence sur les deux sites. La zone racinaire des plantes présente également des lacunes puisque 14 espèces associées aux racines d'arbres en décomposition et aux racines de graminées sont absentes des Monts Reveaux et 13 espèces, liées à la base des tiges sont manquantes à la Grande Pile. Sur les deux sites, 4 espèces se développant dans les nids d'insectes sociaux au sol sont absentes.

Concernant les espèces manquantes dont les larves sont aquatiques, elles mettent en évidence sur le site de la Grande Pile un déficit en plantes aquatiques émergentes (9) et submergées (3) ainsi qu'en sols saturés en eau comme la boue humide ou la vase (10). Pour le site des Monts Reveaux, 17 espèces à mode de vie larvaire aquatique soulignent principalement un manque de sédiments et de débris submergés dans les sols saturés en eau.

Parmi les espèces observées mais non prédites, *Eupeodes corollae* et *Sphaerophoria scripta* pour les Monts Reveaux et seulement la première pour la Grande Pile sont migratrices (SPEIGHT M.C.D., 2017b) ce qui explique leur présence. En effet, leurs habitats de prédilection sont les prairies ou pelouses de plaine non améliorées.

Deux espèces inattendues sont liées aux hêtraies, frênaies et chênaies tandis que 2 autres sont liées aux forêts de conifères pour le site de la Grande Pile. Pour ce site, 3 autres espèces inattendues sont liées aux berges d'eau courante. Ces dernières sont présentes au sein de la Réserve naturelle mais n'ont été encodées qu'en tant qu'habitats supplémentaires, ce qui peut expliquer leur catégorisation en espèces inattendues. Ainsi, six espèces sur huit sont inattendues mais expliquées.

Pour le site des Monts Reveaux, les espèces inattendues non migratrices sont associées aux milieux humides. En effet, 6 espèces sont liées aux berges d'eau courantes et ruisseaux saisonniers, 2 aux mares temporaires et une espèce associée aux saulaies marécageuses. Deux autres espèces sont associées aux stades sur-matures des forêts de hêtres, des forêts alluviales ainsi qu'aux forêts de conifères. Il est tout à fait probable qu'il y ait des mares temporaires sur ce site, elles n'ont pas été détectées et n'ont pas fait l'objet d'intenses recherches. De plus, les berges de ruisseau sont pourtant encodées dans les habitats décrits pour ce site. Ces éléments permettent ainsi d'expliquer 8 des 15 espèces inattendues.

Le détail des intégrités écologiques obtenues par site et par macro-habitat est présenté ci-dessous (cf. Figure 13) :

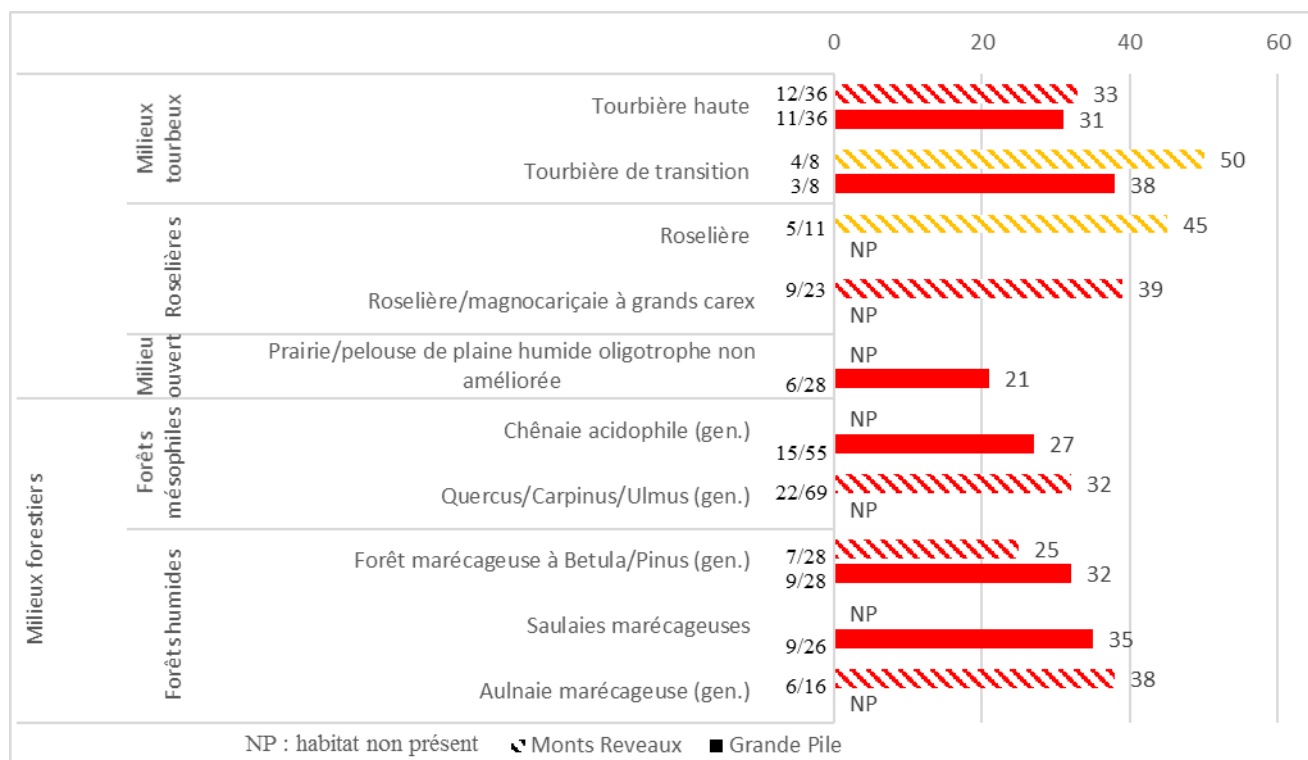


Figure 13 : Intégrité écologique (espèces au rendez-vous/espèces prédites) pour chacun des macro-habitats décrits des sites de la Grande Pile et des Monts Reveaux (CHAILLOT C., 2018).

D'après la figure précédente, les habitats décrits sur les Monts Reveaux semblent avoir une intégrité écologique légèrement supérieure à ceux décrits sur le site de la Grande Pile. En effet, deux macro-habitats décrits sur les Monts Reveaux, la tourbière de transition et la roselière, ont une intégrité écologique qualifiée de moyenne (respectivement 50% et 45%), tandis que les cinq autres macro-habitats des Monts Reveaux ainsi que la totalité de ceux décrits sur la Grande Pile ont une faible intégrité écologique, comprise entre 21% et 39%.

La tourbière haute, pour les deux sites échantillonnés, obtient une intégrité écologique faible, 33% pour les Monts Reveaux et 31% pour la Grande Pile. Les mêmes espèces sont manquantes, liées aux eaux oligotrophes et mésotrophes. L'absence de ces espèces semble indiquer une eutrophisation de cette tourbière. La tourbière de transition a une intégrité moyenne sur les Monts Reveaux (50%) et une faible intégrité (38%) sur la Grande Pile. En réalité, il y a seulement une espèce « au rendez-vous » de différence entre les deux zones mais le nombre d'espèces prédites pour cet habitat étant faible (8), cela influe énormément sur la note d'intégrité finale. Les espèces manquantes sont toutes liées aux sols mal drainés ou gleyifiés et la majorité est tolérante à l'inondation. Il est possible que l'absence de ces espèces soit due à des oscillations répétées des niveaux d'eau, entraînant des alternances de saturation en eau et d'assèchement du sol. Ainsi, les espèces à mode de vie larvaire strictement aquatique ne peuvent se développer.

Au niveau des roselières décrites sur les Monts Reveaux, la roselière a une intégrité écologique « moyenne » (45%) où les espèces manquantes sont liées aux eaux oligotrophes, mésotrophes et eutrophes stagnantes. De plus, des espèces inattendues liées aux mouvements

lents de l'eau sont observées. La roselière ou magnocariçaie à grands carex a quant à elle une faible intégrité écologique (39%), ses espèces manquantes sont également liées aux eaux stagnantes oligotrophes et mésotrophes. Il semble donc y avoir une mise en circulation de l'eau et des inondations trop irrégulières dans ces roselières et une eutrophisation dans la roselière à grands carex. En revanche, ces deux habitats représentent des petites surfaces, moins de 0.5 hectare, ce qui peut expliquer une faible intégrité écologique de ces milieux.

Seul un milieu ouvert est décrit sur la Réserve naturelle de la Tourbière de la Grande Pile, sur le site du même nom. Cette prairie de plaine non améliorée, une moliniaie de dégradation, présente une faible intégrité écologique (21%), principalement due à l'absence d'espèces liées aux sols mal drainés ou gleyifiés. De plus, cette moliniaie de dégradation est présente sur une petite surface, 0.5 hectare, ce qui peut expliquer ce manque d'intégrité écologique.

Concernant les milieux forestiers des deux sites caractérisés, tous ont une faible intégrité écologique, celle-ci oscillant entre 25% et 38%. Les habitats de forêts mésophiles, une chênaie acidophile à la Grande Pile et une forêt composée de chênes, charmes et ormes pour les Monts Reveaux possèdent respectivement 27% et 32% d'intégrité écologique. Les espèces manquantes de ces milieux sont liées aux arbres sur-matures sénescents, aux racines d'arbres en décomposition ainsi qu'à la présence de gros bois morts. Cela indique donc une forêt plutôt jeune ou gérée de façon à ne pas contenir de vieux arbres.

Pour la forêt marécageuse à *Betula* et *Pinus*, elle possède une note de 25% aux Monts Reveaux et de 32% à la Grande Pile en termes d'intégrité écologique. C'est le seul habitat sensiblement en meilleur état écologique pour la Grande Pile que pour les Monts Reveaux, mais ce sont seulement deux espèces « au rendez-vous » de différence. A nouveau, les espèces manquantes sont liées aux arbres de stade sur-mature sénescents, aux gros bois morts debout et au sol ainsi qu'aux racines des arbres en décomposition. Ces espèces sont également liées aux eaux oligotrophes ou mésotrophes, stagnantes et à mouvement lent. Il en résulte un possible eutrophisation de ces habitats humides, avec une accélération de la mise en circulation de l'eau. L'eutrophisation est confirmée par la présence de trois espèces inattendues vivant dans les eaux eutrophes. Enfin, la saulaie à la Grande Pile d'une intégrité écologique de 35% et l'aulnaie des Monts Reveaux également de faible intégrité écologique (38%), présentent toutes deux un déficit en espèces liées à la strate herbacée et aux sols mal drainés ou gleyifiés. La saulaie comporte aussi un manque d'eaux mésotrophes et oligotrophes stagnantes alors que pour l'aulnaie, ce sont plutôt les eaux mésotrophes et eutrophes qui font défaut. Le statut trophique d'une saulaie dépend de celui du cours d'eau qui l'alimente. Si celui-ci est chargé en éléments nutritifs, le milieu aura tendance à s'eutrophiser. En revanche l'aulnaie est alimentée par les eaux de ruissellement qui l'enrichissent ainsi en matières organiques, les eaux auront donc tendance à être eutrophe dans ces forêts. En outre, les habitats forestiers, mise à part la forêt marécageuse, ne sont présents que sur de petites surfaces de moins d'un hectare. Il est donc nécessaire de relativiser l'intégrité écologique attribuée à ces habitats ne pouvant en effet remplir pleinement leur rôle par leur taille réduite.

Au sein de la Réserve naturelle de la Tourbière de la Grande Pile, les principaux habitats faisant défaut sont les stades sur-mature de la strate arborée ainsi que les eaux stagnantes, oligotrophes et mésotrophes. Ces éléments semblent indiquer une eutrophisation des milieux

humides. En outre, il est nécessaire de s'interroger sur la prise en compte des habitats de petite surface, étant difficilement caractérisables par les habitats Syrph-the-Net. De ce fait, leur intégrité écologique peut être sous-estimée.

Conclusion

Les intégrités écologiques de chaque réserve et des habitats de celles-ci sont très certainement sous-estimées, du fait de la présence d'un seul piège par habitat au lieu de deux habituellement. Les pelouses marneuses et le bas-marais alcalin du Vallon de Fontenelay ont cependant été correctement échantillonnés puisque les tentes Malaise sont positionnées au cœur de chacun de ces habitats. Ces intégrités écologiques seront sûrement modifiées et améliorées par la seconde phase de piégeage prévue en 2019. De plus, certains habitats ne représentent que des petites surfaces, de l'ordre de 0.5 hectare, permettant d'expliquer la constatation d'une faible intégrité écologique. De par leur petite taille, ces habitats ne peuvent remplir pleinement leur fonction de réservoir de biodiversité et accueillir un grand nombre d'espèces différentes sur un espace restreint. En revanche, en analysant ensemble les résultats des deux sites de la Réserve naturelle de la Grande Pile, il est observé une meilleure intégrité des macro-habitats. Ainsi, l'ensemble des habitats, de petites surfaces ou non, composant ces deux sites permettent de faire de cette Réserve naturelle un milieu riche. De manière générale, le manque d'arbres sur-matures sénescents est commun à la plupart des habitats de forêts, mésophiles et humides. Cela peut être dû à la gestion de ces forêts : les parcelles forestières jouxtant les Réserves sont gérées pour la production de bois et ne favorisent donc pas en premier lieu les stades avancés des arbres. Concernant les milieux humides, ils semblent généralement sensibles à l'eutrophisation ou aux fluctuations des niveaux d'eau et à la mise en circulation de l'eau.

Bibliographie – Webographie

- BETTINELLI L. & MONCORGE S. Tourbière de la Grande Pile (Saint-Germain, 70). Dossier en vue d'une demande de classement en RNR. Conservatoire d'espaces naturels de Franche-Comté, Conseil régional de Franche-Comté. 2015. 52 p. et annexes.
- BETTINELLI L. Réserve naturelle régionale de la tourbière de la Grande Pile (Saint-Germain, 70). Bilan de la tranche 2016. Conservatoire d'espaces naturels de Franche-Comté, Conseil régional de Bourgogne-Franche-Comté. 2017. 9 p. et annexes.
- CLAUDE J., TISSOT B., MAZUEZ C., VIONNET G., SARTHOU J.P. & CHANAL F., Diagnostic écologique des principaux habitats de la Réserve Naturelle Nationale du lac de Remoray (25) par la méthode "Syrph the Net", Les amis de la réserve naturelle du lac de Remoray, Labergement-Sainte-Marie. 2012. 44 p. et annexes.
- CLAUDE J., TISSOT B. & SPEIGHT M., Diagnostic écologique de la Grande Seigne (Houtaud/ Les Granges Narboz -25) par la méthode « Syrph the Net » : Etat initial avant travaux de réhabilitation, Rapport d'étude, Les amis de la réserve naturelle du lac de Remoray, Labergement Sainte Marie, France. 2015. 23 p. et annexes.
- FIERS V. Guide pratique : Principales méthodes d'inventaire et de suivi de la biodiversité. Réserves naturelles de France, 2004. 263 p.
- GIRARD B., GAUDET S. & BOULARD L., Evaluation de l'intégrité écologique de la RNN du Marais Vernier par la méthode Syrph the net, Parc naturel régional des boucles de la seine normande. 2016. 82 p. et annexes.
- LECONTE R., Diagnostic écologique des habitats forestiers de la Réserve Naturelle Nationale de Chalmessin (Haute-Marne) par la méthode Syrph the Net – Conservatoire d'espaces naturels de Champagne-Ardenne. 2017. 28 p. et annexes
- PARIS M. Réserve Naturelle Régionale du Vallon de Fontenelay (Bucey-lès-Gy, Montboillon, 70), Plan de gestion 2015-2019. Conservatoire d'espaces naturels de Franche-Comté, Conseil régional de Franche-Comté. 2015. 180 p. et annexes.
- SOISSON A. Les syrphes, indicateurs de forêts anciennes ? Synthèse bibliographique des connaissances disponibles. Boîte à outils « Forêts anciennes du Massif central » : les syrphes. 2016. 8 p.
- SPEIGHT M. C. D. The Syrph the Net database of European Syrphidae (Diptera), past, present and future. *Syrph the Net, the database of European Syrphidae (Diptera)*, **96**. Syrph the Net publications, Dublin. 2017a. 19 p.
- Speight, M.C.D. Species accounts of European Syrphidae, 2017. *Syrph the Net, the database of European Syrphidae (Diptera)*, **97**, Syrph the Net publications, Dublin. 2017b. 294 p.
- Speight, M.C.D. & CASTELLA, E. StN Content and Glossary of terms 2016. *Syrph the Net, the database of European Syrphidae (Diptera)*, **94**, Syrph the Net publications, Dublin. 2016. 89 p.

SPEIGHT M.C.D., CASTELLA E. & SARTHOU J.-P. StN 2016. In: Syrph the Net on CD, Issue 11. Speight, M.C.D., Castella, E., Sarthou, J.-P. & Vanappelghem, C. (Eds.) ISSN 1649-1917 - Syrph the Net Publications, Dublin. 2016.

SPEIGHT M.C.D., SARTHOU V., SARTHOU J.P. & CASTELLA E. Le syrphé, l'ordinateur et la gestion de la biodiversité : Des insectes comme outils d'analyse et de gestion des réserves naturelles de Haute-Savoie, 2007. 59 p.

TISSOT B., CLAUDE J., SPEIGHT M. & Withers P., Diagnostic écologique des forêts du Risoux et du Massacre (39) par la méthode « Syrph the Net », Rapport d'étude pour le Pnr du Haut-Jura, Les amis de la réserve naturelle du lac de Remoray, Labergement Sainte Marie. 2014. 40 p. et annexes.

ANNEXES

Protocole de pesée des échantillons de tente Malaise

- 1) Peser la passoire de maille 0.55 mm et faire la tare de la balance avec celle-ci.
- 2) Passer, au-dessus d'un récipient, le flacon d'alcool récolté dans la passoire préalablement pesée et l'incliner afin de laisser s'écouler un maximum d'alcool.
- 3) Quand les gouttes s'écoulent à plus de 10 secondes d'intervalle, sécher l'échantillon en passant du papier absorbant sous la passoire, jusqu'à ce que le papier ne soit quasiment plus humide après passage sous la passoire.
- 4) Peser l'ensemble (passoire et échantillon) avec une précision de 0.1g.

	RNR Vallon de Fontenelay	RNR Tourbière de la Grande Pile
Pose des pièges	10 avril 2018	11 avril 2018
1 ^{ère} collecte	27 avril 2018	26 avril 2018
2 ^{ème} collecte	14 mai 2018	
3 ^{ème} collecte	28 mai 2018	
4 ^{ème} collecte	11 juin 2018	09 juin 2018
5 ^{ème} collecte	25 juin 2018	
6 ^{ème} collecte	09 juillet 2018	
7 ^{ème} collecte	23 juillet 2018	
8 ^{ème} collecte	06 août 2018	
9 ^{ème} collecte	20 août 2018	
10 ^{ème} collecte	Semaine 37	
11 ^{ème} collecte	Semaine 38/39	
Nombre total de jours piégés, au 20 août 2018	132	131

Annexe 2 : Plan d'échantillonnage 2018 par tentes Malaises sur les RNR du Vallon de Fontenelay et de la tourbière de la Grande Pile (CHAILLOT C., 2018).

Suivi des insectes volants

Ce piège, appelé tente Malaise, est disposé dans le cadre d'un suivi du peuplement de syrphes* de la réserve naturelle par le Conservatoire d'espaces naturels de Franche-Comté.

C'est un piège à interception, non attractif, permettant d'inventorier les insectes volants. Un grillage est placé entre la toile et le passage dans le flacon afin d'éviter le piégeage des odonates, des orthoptères et des lépidoptères.

Collectés tous les 7 à 15 jours, les individus piégés dans le flacon sont ensuite déterminés dans le but d'améliorer les connaissances sur la faune de la réserve naturelle et sur la fonctionnalité de ses habitats.

*Les syrphes forment une famille de mouches (ordre des diptères), dont certaines espèces ressemblent aux abeilles, bourdons ou guêpes, comme l'illustre la photo ci-dessous. Cependant, ils ne piquent pas !



Pour toute question ou information complémentaire, joindre le 03.81.53.04.14.

Annexe 3 : Panneau explicatif des tentes Malaise (CHAILLOT C., 2018).

Baccha elongata (Fabricius), 1775
Brachyopa scutellaris Robineau-Desvoidy, 1843
Brachypalpoides lentus (Meigen), 1822
Brachypalpus laphriformis (Fallen), 1816
Caliprobola speciosa (Rossi), 1790
Callicera aurata (Rossi), 1790
Chalcosyrphus eunotus Loew, 1873
Chalcosyrphus nemorum (Fabricius), 1805
Chalcosyrphus piger (Fabricius), 1794
Cheilosia albipila Meigen, 1838
Cheilosia albitarsis/ranunculi
Cheilosia fraterna (Meigen), 1830
Cheilosia mutabilis (Fallen), 1817
Cheilosia nebulosa (Verrall), 1871
Cheilosia pagana (Meigen), 1822
Cheilosia urbana (Meigen), 1822
Chrysotoxum bicinctum (L.), 1758
Chrysotoxum cautum (Harris), 1776
Chrysotoxum elegans Loew, 1841
Chrysotoxum festivum (L.), 1758
Chrysotoxum vernale Loew, 1841
Chrysotoxum verralli Collin, 1940
Criorhina asilica (Fallen), 1816
Criorhina berberina (Fabricius), 1805
Criorhina ranunculi (Panzer), 1804
Doros profuges (Harris), 1780
Epistrophe nitidicollis (Meigen), 1822
Epistrophella euchroma (Kowarz), 1885
Episyrrhus balteatus (DeGeer), 1776
Eristalinus sepulchralis (L.), 1758
Eristalis arbustorum (L.), 1758
Eristalis horticola (Degger)
Eristalis jugorum Egger, 1858
Eristalis pertinax (Scopoli), 1763
Eristalis tenax (L.), 1758
Eumerus amoenus Loew, 1848
Eumerus consimilis Simic & Vujic, 1996
Eumerus funeralis Meigen, 1822
Eumerus ornatus Meigen, 1822
Eupeodes corollae (Fabricius), 1794
Eupeodes latifasciatus (Macquart), 1829
Helophilus pendulus (L.), 1758
Helophilus trivittatus (Fabricius), 1805
Melanogaster nuda (Macquart), 1829
Melanostoma mellinum (L.), 1758
Melanostoma scalare (Fabricius), 1794
Meligramma cincta (Fallen), 1817

Meliscaeva auricollis (Meigen), 1822
Merodon albifrons Meigen, 1822
Microdon analis/major
Microdon devius (L.), 1761
Microdon mutabilis/myrmicae
Myathropa florea (L.), 1758
Neoascia meticulosa (Scopoli), 1763
Neoascia podagrica (Fabricius), 1775
Neoascia tenur (Harris), 1780
Orthonevra brevicornis Loew, 1843
Orthonevra geniculata (Meigen), 1830
Orthonevra nobilis (Fallen), 1817
Paragus albifrons/pechiolli
Paragus haemorrhous Meigen, 1822
Paragus pecchiolli Rondani, 1857
Parasyrphus macularis (Zetterstedt), 1843
Parasyrphus punctulatus (Verrall), 1873
Pipizella viduata (L.), 1758
Platycyberus ambiguus (Fallen), 1817
Platycyberus angustatus (Zetterstedt), 1843
Platycyberus clypeatus (Meigen), 1822
Platycyberus europaeus Goeldlin, Maibach & Speight, 1990
Platycyberus fulviventris (Macquart), 1829
Platycyberus immaculatus Ohara, 1980
Platycyberus occultus Goeldlin, Maibach & Speight, 1990
Platycyberus scutatus (Meigen), 1822
Rhingia campestris Meigen, 1822
Rhingia rostrata (L.), 1758
Sphaerophoria scripta (L.), 1758
Sphaerophoria taeniata (Meigen), 1822
Sphegina montana
Syrphoctonus pipiens (L.), 1758
Syrphoctonus ribesii (L.), 1758
Syrphoctonus vitripennis Meigen, 1822
Temnostoma bombylans (Fabricius), 1805
Temnostoma vespiforme (L.), 1758
Volucella bombylans (L.), 1758
Xanthogramma citrofasciatum (de Geer), 1776
Xanthogramma laetum (Fabricius), 1794
Xanthogramma pedissequum (Harris), 1776
Xanthogramma stackelbergi
Xylota abiens Meigen, 1822
Xylota jakutorum Bagatshanova, 1980
Xylota segnis (L.), 1758

Annexe 4 : Liste des espèces observées sur la Réserve naturelle régionale du Vallon de Fontenelay (LANGLOIS D., 2018).

Anasimyia lunulata (Meigen), 1822	M
Blera fallax (Linnaeus), 1758	G
Brachyopa panzeri Goffe, 1945	M
Brachyopa scutellaris Robineau-Desvoidy, 1843	
Brachypalpus laphriformis (Fallen), 1816	
Brachypalpus valgus (Panzer), 1798	G
Ceriana conopsoides (L.), 1758	M
Chalcosyrphus nemorum (Fabricius), 1805	
Chalcosyrphus valgus (Gmelin), 1790	G
Cheilosia fraterna (Meigen), 1830	
Cheilosia pagana (Meigen), 1822	M
Cheilosia urbana (Meigen), 1822	M
Chrysogaster virescens Loew, 1854	
Chrysotoxum bicinctum (L.), 1758	
Chrysotoxum festivum (L.), 1758	G
Chrysotoxum verralli Collin, 1940	
Criorhina asilica (Fallen), 1816	M
Criorhina berberina (Fabricius), 1805	M
Dasysyrphus albostrigatus (Fallen), 1817	G
Epistrophe eligans	M
Epistrophe nitidicollis (Meigen), 1822	
Epistrophella euchroma (Kowarz), 1885	G
Episyrphus balteatus (DeGeer), 1776	M
Eristalis pertinax (Scopoli), 1763	
Eristalis picea (Fallen), 1817	M
Eristalis similis (Fallen), 1817	
Eumerus funeralis Meigen, 1822	M
Eupeodes corollae (Fabricius), 1794	
Helophilus pendulus (L.), 1758	
Melanostoma mellinum (L.), 1758	
Melanostoma scalare (Fabricius), 1794	
Meligramma cincta (Fallen), 1817	M
Meliscaeva auricollis (Meigen), 1822	G

Mesembrius peregrinus (Loew), 1846	M
Microdon analis/major	
Microdon mutabilis/myrmicae	
Myathropa florea (L.), 1758	M
Neoascia meticulosa (Scopoli), 1763	
Neoascia podagrica (Fabricius), 1775	
Neoascia tenur (Harris), 1780	
Orhonevra brevicornis Loew, 1843	M
Orhonevra geniculata (Meigen), 1830	
Orhonevra nobilis (Fallen), 1817	M
Paragus albifrons/pechiolli	
Paragus haemorrhous Meigen, 1822	G
Parasyrphus punctulatus (Verrall), 1873	
Platycheirus angustatus (Zetterstedt), 1843	M
Platycheirus clypeatus (Meigen), 1822	
Platycheirus fulviventris (Macquart), 1829	M
Platycheirus occultus Goeldlin, Maibach & Speight, 1990	
Platycheirus scutatus (Meigen), 1822	G
Sericomyia silentis (Harris), 1776	G
Sphaerophoria scripta (L.), 1758	M
Syrphus ribesii (L.), 1758	G
Syrphus vitripennis Meigen, 1822	
Temnostoma apiforme (Fabricius), 1794	G
Temnostoma bombylans (Fabricius), 1805	
Temnostoma vespiforme (L.), 1758	M
Trichopsomyia flavitarsis (Meigen), 1822	M
Volucella inflata (Fabricius), 1794	M
Xanthandrus comtus (Harris), 1780	G
Xanthogramma stackelbergi	
Xylota abiens Meigen, 1822	M
Xylota jakutorum Bagatshanova, 1980	M
Xylota segnis (L.), 1758	
Xylota sylvarum (L.), 1758	

Annexe 5 : Liste d'espèces observées pour la Réserve naturelle régionale de la tourbière de la Grande Pile (LANGLOIS D., 2018). (Espèce uniquement observée sur les Monts Reveaux (M) ou sur la Grande Pile (G))

Intervenant	Idée originale	Bibliographie	Mise en place du protocole	Collecte des échantillons	Analyse des données	Rédaction
Principal	DL	CC	DL	CC	CC	CC
Secondaires		DL	LB, MP, CC		DL	

CC : Cécile CHAILLOT, stagiaire

DL : Dominique LANGLOIS, maître de stage

ML : Mélanie PARIS, conservatrice de la Réserve naturelle régionale du Vallon de Fontenelay

LB : Luc BETTINELLI, conservateur de la Réserve naturelle régionale de la Tourbière de la Grande Pile

Annexe 6 : Tableau des tâches réalisées pendant le stage (CHAILLOT C., 2018).

Semaine	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Bibliographie																						
Pose et collecte des pièges																						
Tri et détermination entomologique																						
Analyse des données																						
Rédaction																						

Annexe 7 : Calendrier du stage (CHAILLOT C., 2018).