



nassonia
Ensemble pour la forêt de demain



« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt domaniale de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

Tome1/2

Travail de fin d'études réalisé par

Arthur DUFOING

En vue de l'obtention du titre de Bachelier en Agronomie

Orientation Environnement

Promoteur : **dr. ir. Olivier BAUDRY**

Maitre de stage : **Gérard JADOU**L

Lieu de stage : ECOFIRST SCRL – Projet Nassonia – 12 Grand-rue 6870 Awenne

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

Remerciements

Je tiens tout d'abord à exprimer ma gratitude envers toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail de fin d'étude, tant au niveau de la conception théorique qu'aux inventaires de terrain.

En premier lieu, je voudrais remercier Monsieur Gérard JADOUL, maître de stage et coordinateur du projet Nassonia, pour l'accueil que j'ai pu recevoir et également pour ses conseils et son soutien tout au long de ce travail de recherche.

Je tiens également à remercier Monsieur Olivier BAUDRY, mon promoteur, de s'être investi dans mon projet d'étude et de ses conseils avisés lors des relectures.

Ensuite, un tout grand merci à Ophélie NOËL et Valentin CLAES, chargés de projet sur Nassonia et faisant partie de l'équipe Ecofirst avec laquelle j'ai principalement travaillé. Leurs conseils lors de l'utilisation d'outils cartographiques et de la construction de ce travail ont été d'une grande aide.

Je remercie également des membres du Département de la Nature et des Forêts du cantonnement de Nassogne en charge du projet Nassonia : Philippe MOES, Thierry PETIT et Benoît MACKELS ainsi que le Chef de cantonnement Stéphane ABRAS pour leur aide, leur disponibilité, les conseils et informations données lors de nos collaborations.

Il m'est important de remercier les différentes personnes qui m'ont accompagnés lors des inventaires de terrain : Ophélie NOËL, Philippe MOES, Thierry PETIT, Timothé LEYDER et Stéphane DUFOING et également Louise DUFOING et Marianne VOLVERT pour les relectures réalisées.

Pour terminer, je remercie également Bastien BESTGEN, étudiant en stage au sein du projet, avec lequel j'ai partagé des informations et données permettant d'agrémenter mon travail.

Table des matières

Remerciements	I
Table des matières	II
Table des figures.....	V
Liste des abréviations.....	1
Glossaire	2
Introduction.....	1
1. Introduction générale.....	1
Partie théorique	3
1. Enjeux écologiques des zones humides	5
A. Méthode de création	5
B. Le cycle de vie d'une mare.....	6
C. L'importance des micro-habitats.....	6
D. Les services écosystémiques rendus.....	7
E. Site pilote	8
2. Nassonia	11
A. Le projet Nassonia.....	11
3. Les espèces inventoriées.....	15
A. Amphibiens	16
B. Odonates.....	26
C. Botanique.....	47
4. Réponses aux hypothèses	50
A. Hypothèse 1 :	50
B. Hypothèse 2 :	50
C. Hypothèse 3 :	50
D. Hypothèse 4 :	50
E. Hypothèse 5 :	51
Partie pratique.....	53
1. Méthodologie	55
A. Catégorisation des mares	55
B. Inventaires	57
2. Résultats.....	61
A. Mares	61

B.	Amphibiens	66
C.	Odonates.....	72
3.	Discussion.....	75
A.	Hypothèse 1 :	75
B.	Hypothèse 2 :	76
C.	Hypothèse 3 :	77
D.	Hypothèse 4 :	78
E.	Hypothèse 5 :	79
4.	Conclusion	81
	Bibliographie	I
	Annexes	VII
	Abstract	LX

Table des figures

Figure 1 : Photo dorsale d'un triton palmé mâle - Auteur : Arthur Dufoing.....	20
Figure 2 : Grenouille verte hybride – Auteur : Arthur Dufoing.....	21
Figure 3 : Crapaud commun (Bufo bufo).....	22
Figure 4 : Grenouille rousse [Rana temporaria].....	23
Figure 5 : Agrion porte-coupe [Enallagma cyathigerum] mâle au stade mature - Auteur : Arthur Dufoing.....	28
Figure 6 : Libellule à quatre taches [Libellula quadrimaculata] mâle au stade mature - Auteur : Arthur Dufoing.....	28
Figure 7 : Exuvie d'une libellulidae - Auteur : Arthur Dufoing.....	29
Figure 8 : Caloptéryx vierge [Calopteryx virgo] mâle - Auteur : Arthur Dufoing.....	31
Figure 9 : Leste fiancé [Lestes sponsa] femelle - Auteur : Arthur Dufoing.....	32
Figure 10 : Leste dryade [Lestes dryas] mâle - Auteur : Arthur Dufoing.....	33
Figure 11 : Leste vert [Chalcolestes viridis] mâle - Auteur : Arthur Dufoing.....	33
Figure 12 : Reproduction d'agrions porte-coupe (Enallagma cyathigerum) - Auteur : Arthur Dufoing.....	34
Figure 13 : Critère diagnostique ; tache en forme de coupe sur S2.....	34
Figure 14 : Agrion jovencelle (Coenagrion puella) mâle - Auteur : Arthur Dufoing.....	35
Figure 15 : Critère diagnostique ; tache en forme de « U » sur S2.....	35
Figure 16 : Petite nymphe au corps de feu (Pyrrhosoma nymphula) mâle - Auteur : Arthur Dufoing.....	36
Figure 17 : <i>Æschne</i> affine mâle.....	37
Figure 18 : Anax empereur [Anax imperator] mâle - Auteur : Arthur Dufoing.....	39
Figure 19 : Cordulégastre annelé mâle.....	40
Figure 20 : Cordulie bronzée [Cordulia aenea].....	41
Figure 21 : Libellule à quatre taches [Libellula quadrimaculata] mâle - Auteur : Arthur Dufoing.....	42
Figure 22 : Libellule déprimée mâle.....	43
Figure 23 : Leucorrhine douteuse [Leucorrhinia dubia] mâle - Auteur : Arthur Dufoing.....	44
Figure 24 : Leucorrhine douteuse [Leucorrhinia dubia] femelle - Auteur : Arthur Dufoing....	44
Figure 25 : Sympétrum noir immature.....	45
Figure 26 : Les implantations des mares du projet Nassonia se situent en grande majorité (78%) dans des milieux ouverts ;.....	61
Figure 27 : L'implantation des mares dans l'échantillon est toujours majoritairement en milieu ouvert (67%) ;.....	61
Figure 28 : La répartition des surfaces des mares de la population implantées en milieux ouverts est très variée. 74% des mares de Nassonia ont une surface de 0 à 300 m ²	62
Figure 29 : La répartition des surfaces des mares de la population implantées en milieux forestiers est moins variée qu'en milieux ouverts. Cela est dû au faible nombre de mares forestières implantées pour le moment.	62
Figure 30 : La répartition des surfaces des mares dans l'échantillon implantées dans les milieux ouverts est également diversifiée. 64 % des mares échantillons ont une surface entre 0 et 300 m ²	63

Figure 31 : La répartition des mares dans l'échantillon implantées dans les milieux forestiers n'est pas très élargie. Cela reflète encore le nombre plus restreint de mares forestières.	63
Figure 32 : La distribution des années d'implantation des mares de la population se trouvant en milieux ouverts montre que celles-ci proviennent majoritairement du projet LIFE Tourbière (2003 - 2007) et de PwDR de 2021.....	64
Figure 33 : La distribution des années d'implantation des mares de la population se trouvant en milieux forestiers est une nouvelle fois moins importante qu'en milieux ouverts. La majorité de celle-ci est représentée par de nouvelles mares, créées lors d'un PwDR.	64
Figure 34 : La distribution des années de création des mares échantillons implantées en milieux ouverts est représentative de la population.	65
Figure 35 : La distribution des années de création des mares échantillons implantées en milieux forestiers est également représentative de la population et toujours moins fournie qu'en milieux ouverts.....	65
Figure 36 : Somme des amphibiens capturés/observés lors des inventaires dans chaque mares inventoriées.....	66
Figure 37 : Proportion de la diversité des espèces lors des captures et des observations. Le triton alpestre est le plus courant (56 %), suivi par le triton palmé (31 %) et la grenouille verte (12 %).	66
Figure 38 : Comparaison des moyennes des captures/observations d'amphibiens dans les différents milieux.	67
Figure 39 : Rapport des captures/observations d'amphibiens dans les mares échantillons en milieux ouverts.....	67
Figure 40 : Rapport des captures/observations d'amphibiens dans les mares échantillons en milieux forestiers.....	68
Figure 41 : Nombre moyen de tritons alpestres capturés par rapport à la surface des mares. La tendance des population est plutôt stable, d'autres critères doivent jouer sur le nombre capturés.....	69
Figure 42 : Nombre moyen de tritons palmés capturés par rapport à la surface des mares. Une préférence pour les mares de 80 à 200 m ² se dessine.	69
Figure 43 : Nombre moyen de grenouilles vertes observées par rapport à la surface des mares. Il semblerait que les populations ne sont pas très importantes dans les mares les plus petites.	70
Figure 44 : Comparaison des moyennes des captures des espèces d'amphibiens dans les mares de l'échantillon.....	71
Figure 45 : Moyenne du nombre d'individus de chaque espèce d'odonates observées à proximité de chaque mares de l'échantillon.....	72
Figure 46 : Comparaison de la présence de chaque espèce selon les milieux d'implantation des mares échantillons.	72
Figure 47 : Comparaison de la présence de chaque espèce d'odonates selon les surfaces des mares de l'échantillon.	73
Figure 48 : Comparaison de la présence de chaque espèces selon l'année de création des mares de l'échantillon.....	74

Figure 49 : Moyenne du nombre d'individus observés par rapport à l'âge des mares de l'échantillon. L'étang du CRIE (1865) à le plus d'individus observés (agrions jouvencelles), le reste est assez homogène.	74
Figure 50 : Moyenne d'individus capturés par milieux lors de chaque session. Une influence non négligeable de l'absence de précipitations pendant 5 semaines sur les population de tritons. Diminution de 60 et 80 % des captures de tritons alpestres et de 72 et 23 % pour les tritons palmés.....	75
Figure 51 : Nombre moyen de grenouilles vertes observées par rapport à l'année de création des mares des milieux ouverts.....	76
Figure 52 : Nombre moyen de tritons alpestres capturés par rapport aux surfaces des mares de chaque milieu.	77
Figure 53 : Nombre moyen de tritons palmés capturés par rapport aux surfaces des mares de chaque milieu.	78 77

Liste des abréviations

Aa : Aile(s) antérieure(s)

Ap : Aile(s) postérieure(s)

DEMNA : Département d'Etude du Milieu Naturel et Agricole

DNF : Département de la Nature et des Forêts

IR_(n) : Fourche interradielle (n)

Nrs : Radiale supplémentaire

Nta : Anténodale(s)

Pt : Ptérostigma

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

Glossaire

Amphibiotiques : Se dit d'animaux dont le cycle de vie se déroule dans deux milieux différents.

Anamniote : Groupe informel de vertébrés dont l'embryon ne possède pas d'amnios, l'enveloppe la plus interne du fœtus.

Annelures : Fissures d'un membre par boucle ou anneaux.

Anthénodales : Nervures transverses situées dans la partie antérieure des ailes, entre le nodus et la base. Abréviations : Nta

Antéhumérales : Bandes claires situées sur le thorax, antérieurement à la suture humérale.

Arculus : Nervure transverse épaisse, en forme de virgule, située dans la partie centro-basale de l'aile.

Bandes humérales : Bandes noires situées sur la suture humérale du thorax.

Epizootie : Epidémie qui frappe les animaux.

Etrépage : Pratique visant à décaisser et à exporter le sol superficiel et la végétation.

Exuvie : Dépouille larvaire.

Glandes parotoïdes : Glandes exocrines sous-cutanées situées sur le dos, le cou et les épaules de certains crapauds et salamandres.

Hyalines : Ailes d'insecte dites transparentes

Nervures : Filet corné qui se ramifie et soutient la membrane de l'aile.

Plis dorsolatéraux : Plis de la peau se situant sur le dos et les flancs.

Protocole ISEIA : Outil utilisé en Belgique afin de classer et quantifier les espèces potentiellement invasives et les espèces non-natives du territoire.

Pruine : Fine pellicule cireuse grise ou bleuâtre qui couvre tout ou une partie du corps de certaines odonates matures.

Ptérostigmas : Zone épaissie, opaque et souvent sombre située sur le bord antérieur de l'aile, près de l'extrémité. Abréviations : Pt.

Subnodus : Nervure oblique qui prend son origine au nodus.

Sutures : Lignes faisant la jonction de diverses parties du corps.

Tache caudale : Zone vivement colorée, située supérieurement près de l'extrémité de l'abdomen.

Taches postoculaires : Paire de marques claires situées en arrière de la tête (occiput) présente chez beaucoup de zygoptères.

Introduction

1. Introduction générale

« Si notre époque est qualifiée de cruciale par tous les spécialistes de la biodiversité car étant celle des choix, le premier qui s'impose est d'entreprendre les efforts pour transférer aux générations qui nous suivent un environnement de qualité ». (Heindrichs Bénédicte, 2022).

Les mares, les étangs et tous les autres milieux humides constituent des habitats particuliers dans notre pays car ils sont souvent d'origine anthropique. Ils représentent pourtant des habitats essentiels pour un grand nombre d'espèces de mammifères, d'oiseaux, d'amphibiens, de poissons et d'insectes. (Delmarche C et al., 2022).

L'objectif de cette étude est de réaliser un inventaire préliminaire des espèces d'amphibiens et d'odonates présentes sur le site du projet Nassonia dans et à proximité des mares. La réalisation de ces inventaires, de la prise de données des mares et le croisement de celles-ci a pour but d'analyser si la présence des populations a un rapport avec les caractéristiques physiques et biologiques des plans d'eau. Les résultats de ce croisement de données permettront de mieux appréhender les travaux d'aménagement des futures mares du projet dans le temps et dans l'espace.

Le travail se divisera en plusieurs grands chapitres, en commençant par la partie théorie. Celle-ci permettra d'introduire différents concepts utiles à la compréhension du sujet de l'étude. Les enjeux des zones humides seront abordés ainsi qu'une présentation du territoire de Nassonia. Les espèces inventoriées vont ensuite être décrites afin de mieux les identifier et de connaître leurs habitats, reproduction et période de vol. Au terme de ce grand chapitre, je tenterai de répondre aux hypothèses grâce aux informations fournies par la littérature décrite.

Ensuite, la partie pratique où seront décrits la méthodologie suivie pour la réalisation de l'étude et les résultats obtenus lors de celle-ci. Dans cette même partie, les résultats seront interprétés et complétés à l'aide de graphiques croisant différentes données pour tenter de répondre, une dernière fois aux hypothèses posées.

Pour terminer, une conclusion générale clôturera ce travail en offrant des pistes de réflexions sur la méthode employée ainsi que sur les résultats obtenus.

À la lecture de ce document, vous ne verrez pas de cartes descriptives. Celles-ci se trouvent dans le deuxième tome du document, le dossier cartographique.

Partie théorique

1. Enjeux écologiques des zones humides

Comme expliqué dans le livre « Mares et étangs : Ecologie, conservation, gestion et valorisation » de Beat OERTLI et Pierre-André FROSSARD, la différenciation entre les divers types de milieux aquatiques et plans d'eau n'est pas aisée et diverge selon la langue et au cours du temps. Cela est notamment le cas pour les mares et les étangs, rassemblés sous la même terminologie « *pond* » en anglais. Il existe plusieurs définitions en français tentant de les différencier. Les quelques définitions présentes dans ce livre se basent sur les critères morphométriques tels que la surface et la profondeur et sur des critères fonctionnels comme le développement potentiel de la végétation et la présence de l'eau au cours d'une année.

Dans le cadre de ce travail, ces deux définitions tirées de cet ouvrage seront utilisées afin de mieux appréhender le sujet :

- « L'*étang* est une surface d'eau stagnante, d'origine naturelle ou artificielle, avec une profondeur inférieure à 8m offrant la possibilité aux plantes aquatiques supérieures de se développer sur toute la surface des fonds, et avec une présence d'eau temporaire (quelques mois) ou permanente. Sa superficie est généralement comprise entre 5.000 m² et 5 hectares, mais peut parfois atteindre quelques dizaines d'hectares. »
- « La *mare* se distingue de l'étang par sa superficie plus petite, comprise entre 1 m² et 5.000 m². Sa profondeur est alors souvent inférieure à 2 mètres.

Grâce aux mesures réalisées lors de ce travail, le constat sera que le projet dans lequel se déploie cette étude accueille ces deux types de surface d'eau.

A. Méthode de création

Contrairement aux idées reçues, les mares sont des milieux généralement artificiels. Il est en effet très rare d'en trouver en milieu naturel car elles nécessitent certains critères pour se créer naturellement. Pour qu'une mare se crée seule, dans un milieu naturel, il faut tout d'abord une dépression où le sol se trouve être imperméable afin que l'eau ne s'échappe pas par gravité. Ces deux critères sont déjà très rares dans la nature. En plus de cela, pour que cette mare accueille de la végétation et des animaux, la profondeur doit être suffisante, irrégulière et avec un apport d'eau régulier pour contrer l'évaporation.

Etant donné qu'un tel milieu est rare naturellement, les mares ont donc une origine très souvent anthropique. C'est notamment le cas pour un grand nombre de celles présentes sur le site de l'étude. Différents projets ont été portés et ont été l'occasion de créer ces différents points d'eau, mais certains ont également été créés par hasard, notamment grâce aux traces laissés par les véhicules lors de la prospection/exploitation du bois, ce qui permet la création de points d'eau parfois permanents. Les chablis ont également un impact sur le ralentissement de certains ruisseaux, notamment à Nassonia. La présence de castor sur le territoire a également permis de créer des mares de façon « naturelle » grâce à la construction de barrages et à l'inondation de certaines zones. (DELMARCHE et al., 2022), (VALDEMARNE., 2014).

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

B. Le cycle de vie d'une mare

Toutes les mares se trouvant dans un milieu naturel ou qui ne sont pas entretenues ont une durée de vie limitée et variable en fonction de leur taille ou du milieu où elles se trouvent : ce phénomène de disparition progressif des mares est appelé l'atterrissement.

Tout d'abord, au fur et à mesure que la mare prend de l'âge, la matière organique va s'accumuler dans le bassin. Celle-ci peut avoir différentes sources : elle peut provenir du ruissellement des sédiments se trouvant en amont, de la végétation déjà présente dans la mare ou de la végétation extérieure, notamment des strates arborescentes et arbustives. Cette matière organique va alors se sédimenter et s'accumuler au fond de la mare, diminuant peu à peu la profondeur de celle-ci. En même temps, la végétation continue de coloniser non seulement la partie aquatique mais également les rives, ce qui a comme effet de diminuer petit à petit la surface initiale. Plus cette végétation est présente et dense, plus un tapis flottant se créera pour finalement fermer complètement la zone. À terme, la mare refermée va se transformer en zone humide puis en forêt. Tout au long de ce processus, les mares vont accueillir différentes espèces animales et végétales qui sont adaptées à une certaine quantité et qualité d'eau et de végétation. La suite du document montrera que les espèces cherchent des habitats particuliers pour chasser et se reproduire, il est donc important pour le projet Nassonia d'avoir un panel de mares diversifiés, à des stades d'évolution différents, afin de contenter un maximum d'espèces. (HOFFMANN. J., 2019)

C. L'importance des micro-habitats

Pour accroître la biodiversité présente dans les mares et les étangs, il est important d'augmenter le nombre de micro-habitats aux abords et dans les plans d'eau. Ces micro-habitats peuvent prendre plusieurs formes : des pentes douces, des zones de sable ou avec des roches de plus ou moins grande taille, des zones avec et sans végétation. Tous ces habitats présentent un nombre d'opportunité pour le développement de certains organismes. Certains, comme les pentes douces, permettent de créer un habitat de transition pour la faune. En effet, des berges trop abruptes peuvent empêcher certains animaux de se rendre dans l'eau mais également d'en sortir. Des zones d'ensoleillement sont également importantes pour certaines espèces, comme la grenouille verte tout comme les zones ombragées avec beaucoup de végétation apportent quant à elles abris et zones de chasse pour un grand nombre d'espèces.

Partie théorique - Enjeux écologiques des zones humides

D. Les services écosystémiques rendus

1) Services de régulation

Le ralentissement de l'écoulement des eaux de pluie par les bassins tels que les mares et les étangs permet le stockage de l'eau en surface, la recharge des nappes aquifères de la région et donc à la production d'eau potable. Ces eaux stagnantes fournissent un abri et de la nourriture à la faune locale, ce qui est également intéressant pour la pratique de la chasse.

Grâce au stockage des eaux de pluie excédentaires par les bassins, les plans d'eau permettent de limiter les dégâts occasionnés par les crues et contribuent donc au maintien des berges des cours d'eau. Cependant, lorsque les bassins ne peuvent plus retenir ces eaux excédentaires, les dégâts restent importants, c'est ce qu'il s'est notamment passé en Belgique en juillet 2021. (DELMARCHE et al., 2022), (LAMRAC., 2020).

2) Service de dépollution

Grâce aux processus de dénitrification, de sédimentation et d'assimilation par les plantes aquatiques, les eaux présentes dans ces bassins sont peu à peu dépolluées de leurs effluents domestiques, agricoles et industriels. Le projet Nassonia, dû à son emplacement, ne fait pas face à ce type de pollution, les cartes fournies dans le dossier correspondant en sont la preuve. (DELMARCHE et al., 2022), (LAMRAC., 2020).

3) Service de régulateur climatique

En plus de dépolluer les eaux, la végétation aquatique permet de stocker le carbone contenu dans l'atmosphère en l'absorbant et en le plaçant dans le sol et dans les sédiments sous forme de matière organique. Ce processus permet, à petite échelle, de lutter contre le réchauffement climatique. Au terme du renfermement de la mare, la création d'un tourbière permet également une fixation à long terme de la matière organique dans le sol. (DELMARCHE et al., 2022), (LAMRAC., 2020).

4) Services culturels et sociaux

En Belgique, ces services sont essentiellement liés aux loisirs comme la baignade, les sports nautiques ou encore la pêche. Ce n'est évidemment pas le cas au sein du projet Nassonia, les plans d'eau étant de trop petite taille et uniquement observables de plus ou moins loin, ils ont donc un rôle esthétique pour le public. Ce qui fait des zones humides accessibles des supports de choix pour sensibiliser le public scolaire ou privé à la biodiversité et à l'importance de la protection des milieux humides. (DELMARCHE et al., 2022), (LAMRAC., 2020).

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

E. Site pilote

Une nouvelle fois selon Colette Delmarche et ses collaborateurs du livre « Les habitats d'intérêts communautaires de Wallonie », historiquement, les grandes étendues d'eau douce présentes en Europe sont d'origines diverses. Elles peuvent parfois être naturelles, en étant causées par des phénomènes glaciaires ou par accumulation des précipitations dans les dépressions naturelles. Les étendues d'eau plus petites sont quant à elles souvent d'origine anthropique, que ce soit pour créer des annexes aux grands cours d'eau afin de faciliter la navigation ou pour la production d'énergie voire de pisciculture.

Dans le cas de la Belgique, et plus précisément la Wallonie, le relief ne permet pas de rencontrer de grands plans d'eau naturels. En effet, les lacs belges ont été créés à des fins de production, que ce soit pour la pisciculture ou pour gérer les flux d'eau à destination des industries. Les seules petites pièces d'eau d'origine naturelle dans notre région se trouvent sur les hauts plateaux de l'Ardenne, et ont une origine périglaciaire. Le reste des surfaces d'eau est pour l'essentiel d'origine anthropique, généralement créées pour la pisciculture, pour créer des conditions écologiques propices au développement de certaines espèces aquatiques au détriment d'autres plus herbacées.

Dans le cas du projet Nassonia, les mares et les étangs présents sont, pour la plupart, également d'origine anthropique. En effet, étant situé sur un plateau, le relief ne permet pas une création naturelle, sauf pour quelques exceptions rencontrées. La création des mares du projet s'est faite au fil du temps grâce à différents projets, qui ont modifié le paysage.

a) L'étang du CRIE du Fourneau Saint-Michel

La surface d'eau la plus ancienne du projet Nassonia mais également une des plus étendues est l'étang du CRIE du Fourneau Saint-Michel. Il se situe à proximité du point le plus bas du projet Nassonia et comporte des caractéristiques spécifiques par rapport aux autres mares de l'échantillon. La date exacte de sa création n'a pas pu être trouvée dans les documentations. Cependant, grâce à l'outil WalOnMap et à l'observation de la carte du dépôt de la guerre datant de 1865, il est possible d'observer l'apparition de cet étang. Étant absent de la carte précédente, datée en 1850, la datation de la surface d'eau a été faite selon l'année de son inscription sur une carte, à savoir 1865. Cet étang est particulier car il est directement accessible au public, il se trouve à quelques mètres d'un parking, d'un restaurant et de la route, il est très fréquenté. De plus, le CRIE et la voie d'accès au bâtiment se trouvant au bord de l'eau et, impose donc la présence des visiteurs.

Partie théorique - Enjeux écologiques des zones humides

b) Projet LIFE Tourbières

Le projet LIFE Tourbières est une initiative qui a débuté en 2003 et qui s'est terminée en 2007. C'est un projet de conservation et de restauration des habitats tourbeux et humides du plateau de Saint-Hubert qui s'est effectué en retirant des parcelles précédemment occupées par des peuplements de résineux. En profitant de la restauration des zones de tourbières, 24 grandes mares ont également été creusées.

Dans cette étude, les petites mares apparues grâce au bouchage des drains ne sont pas prises en compte, celles-ci se trouvant maintenant dans des zones de tourbières, leur nombre atteindrait les 2400 mares. Au terme de ce projet, un prix a été décerné et il a été sélectionné comme étant l'un des 26 « Best LIFE Nature Project » 2007-2008 grâce aux améliorations apportées, à sa pertinence et à son degré d'innovation. (Biodiversité.wallonie., 2010).

c) Projet éolien

Certaines mares, qui ne se trouvent pas dans le périmètre du projet Nassonia mais en périphérie, ont été incluses dans cette étude car elles ont un âge intermédiaire entre celles creusées lors du LIFE Tourbières et celles creusées plus récemment par le projet Nassonia. Un projet éolien, démarré en 2007, n'a finalement pas abouti. Il a cependant laissé derrière lui, en préalable à des mesures de compensation, une dizaine de mares qui contribuent à la diversification du paysage et à la rétention de l'eau sur le plateau du Fays. (JADOUL. G., 2023)

d) Programme wallon de Développement Rural (2020)

Le Programme wallon de Développement Rural 2014-2020 (PwDR) a pour but de soutenir les différents acteurs de la ruralité afin d'améliorer la compétitivité des secteurs agricole et sylvicole, de renforcer la complémentarité de ces deux secteurs et de favoriser un monde rural dynamique par l'amélioration de la qualité de vie et la création d'emplois.

Ce programme a déjà été plusieurs fois sollicité par l'équipe du projet Nassonia dans le but de recevoir des financements et a permis de restaurer des milieux Natura 2000 se trouvant sur le territoire des communes de Saint-Hubert, de Nassogne et de Tenneville. Un formulaire a permis d'identifier les besoins de restauration des milieux présents, à savoir la restauration des forêts de fonds de vallées de Saint-Michel-Freyr, la restauration de landes à bruyères, de landes humides et de tourbières et la création de mares forestières et en milieux ouverts.

Lorsque le PwDR a été sollicité pour la création de nouveaux plans d'eau, la présence de mares en milieu ouvert étant déjà importante, l'accent a donc été mis sur la création de mares en milieu forestier afin d'augmenter le réseau et de diminuer le fractionnement des habitats de ce type. Le but de cette action est d'améliorer le maillage écologique et de permettre le développement de différentes espèces telles que l'alyte accoucheur, la grenouille de Lessona ou encore la cigogne noire.

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

Trois besoins ont été identifiés afin de mener à bien ce projet :

- La restauration des habitats N2000, plusieurs d'entre eux étant déjà classés comme prioritaires au point de vue européen, et garantir le bon état de conservation de ceux-ci ;
- Accroître la capacité d'accueil des espèces Natura 2000 par le creusement des mares mais aussi la restauration de landes à bruyères et de tourbières, milieux également intéressants pour les espèces étudiées dans ce travail ;
- Accroître l'intérêt touristique et paysager de la zone en profitant de la proximité de sentiers. En effet, comme dit plus tôt, le projet Nassonia a également comme objectif d'instruire et de sensibiliser les promeneurs passant à proximité de lieux d'intérêt.

Ce projet a permis d'ajouter 21 mares de formes et de surfaces diverses à différents endroits du site. Les travaux ont été réalisés entre le 01/07/2021 et le 31/08/2021 car l'objectif était de bénéficier d'un sol sec afin de faciliter l'accès aux machines mais surtout de diminuer l'impact de celles-ci sur le sol. Un nouveau projet de création de plus de 50 mares a été déposé et vient d'être sélectionné. Il sera réalisé sur le terrain à l'automne 2023. (Agriculture.wallonie., 2023)

2. Nassonia

A. Le projet Nassonia

1) Cadre du projet Nassonia

Le Master plan du projet introduit Nassonia comme étant un projet de co-gestion de la forêt domaniale de Saint-Michel-Freyr, lancé, en 2017, grâce à un appel à projets. Piloté par la Région wallonne, ici représentée par son Département Nature et Forêts (DNF) du Service Public de Wallonie (SPW), le projet a vu le jour quand la Fondation Pairi Daiza a été choisie dans le but de mettre en place une gestion expérimentale et innovante des espèces et des habitats présents sur le site. Signé en 2018, le contrat qui unit la Région wallonne et le bureau d'étude Ecofirst, organisme mandaté par la Fondation Pairi Daiza, s'étend désormais sur 20 ans et pourra être renouvelé jusqu'à trois fois. Nassonia est donc un projet qui pourrait s'articuler sur les 75 prochaines années, avec la cohésion des équipes du DNF composée de trois agents et du Chef de cantonnement.

Lors du début de projet Nassonia, trois objectifs stratégiques ont été mis en place. Ceux-ci sont essentiels au bon développement du projet ainsi qu'à la bonne organisation entre les équipes qui le composent.

Le premier de ces trois objectifs est de renaturer le massif forestier sur lequel se trouve le projet en s'appuyant sur de précédentes initiatives lancées dans cette forêt, siège d'importants projets pilotes depuis plusieurs années et d'une gestion forestière déjà orientée « conservation de la nature ». L'objectif que s'est donné l'équipe de Nassonia est, dans les années à venir, d'arriver dans une stratégie de « laisser faire » afin de mettre en avant le développement naturel de la biodiversité et la conservation des espèces et habitats déjà présents sur le territoire, notamment dans des espaces précieux pour certaines espèces plus fragiles, comme des zones humides, des mares ou des tourbières. À ce stade du projet, c'est davantage une stratégie de « laisser faire sinon agir » qui est mise en place : dans le cas où certains habitats sont en mauvais état de conservation, ils sont restaurés avant de mettre en place la stratégie principale.

Un deuxième aspect, également très important pour le projet, est le développement d'un tourisme conscient, respectueux de la nature qui l'entoure et le plus durable possible. En effet, Nassonia est accessible par les chemins balisés qui le parcourent, uniquement à pied. Le déplacement en voiture est réservé aux personnes travaillant au sein du projet Nassonia comme les agents du DNF, les membres d'Ecofirst et les étudiants en stage. Les visiteurs ont l'occasion de retrouver des points d'observation de la vie sauvage comme la tour de Priesse, point de vue imprenable sur la fagne, ou encore l'observatoire de Bilaude qui a un panorama sur la plus grande surface d'eau du projet.

Enfin, bien que le projet ait un but de conservation, ce massif forestier reste encore géré avec un objectif de production de bois de qualité. En effet, l'accent est désormais mis sur la qualité, la valorisation locale et la durabilité des produits forestiers. Cependant, comme une grande partie de la surface passera dans un statut de Réserve naturelle domaniale interdisant l'exploitation forestière, les revenus de ce territoire diminueront.

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

2) Le site de l'étude

Comme présenté sur les cartes 1 et 2 du second tome de ce travail, le projet Nassonia prend place dans la forêt domaniale de Saint-Michel-Freyr, se trouvant elle-même dans le massif forestier Forêt de Saint-Hubert, en province de Luxembourg. Il a une surface totale de 1.684 hectares, s'étendant sur les communes de Nassogne, Saint-Hubert et Tenneville, et est principalement couvert par des milieux forestiers. Les peuplements de feuillus représentent 78% de la surface totale alors que les résineux en couvrent 12%. Les dix pourcents restants sont composés de milieux ouverts : des prairies, des mares, des étangs et des tourbières ou d'autres infrastructures. (JADOUL, G et al., 2020).

3) Hydrographie et topographie

La carte 3, présente dans le dossier cartographique, précise la localisation du site du projet, en Ardenne, à des altitudes comprises entre 294 m et 560 m. Son point le plus bas se trouve à proximité du Fourneau Saint Michel et le plus haut, au lieu-dit « Plain du Fays ». À l'Est et au Nord-Est, le plateau tourbeux du Fays, dépassant les 450 mètres d'altitude. C'est dans cette partie du territoire de Nassonia que la Wamme prend sa source. À l'Ouest, le relief est fortement marqué par la présence de la Masblette et de ses affluents. (Nassogne., 2017) (BAIJOT, T et al., 2022).

Il est évident que le site est, en plus de ses mares, parcouru par un réseau hydrique constitué de cours d'eau à débits variables. En effet, ce sont tous des cours d'eau non navigables prenant, pour la plupart, leur source à cet endroit. Ils se déversent ensuite dans la Wamme ou la Masblette, qui elles-mêmes se verseront, à terme, dans la Lesse, ceci est encore montré sur la carte numéro 3.

4) Situation bioclimatique

Le territoire du projet Nassonia se trouve dans trois zones bioclimatiques, à savoir la « Basse et Moyenne Ardenne », « l'Ardenne centro-orientale » et la « Haute Ardenne » (Carte 4). (BAIJOT, T et al., 2022).

Selon « l'aperçu des données climatiques des communes de Saint-Hubert, Nassogne et Tenneville où se situe l'EA », ces zones sont assez facilement décelables grâce aux conditions climatiques observables. En effet, de manière générale, les précipitations augmentent lorsque l'on monte en altitude tandis que les températures moyennes diminuent. Il est tout à fait courant d'observer des gelées tardives dans le domaine ainsi que la présence de neige collante, même s'il est plus courant d'en rencontrer dans les parties les plus hautes du projet.

5) Conservation de la nature

a) Types de strates du projet

La carte°5 met en avant que le projet Nassonia se situe sur un territoire plutôt diversifié, fracturé en plusieurs milieux. Les milieux ouverts, où la majorité des mares recensées sont présentes, représentent un peu plus de 10% de la surface totale et sont en grande majorité composés de molinies et de joncs, ces surfaces sont plutôt humides et constituent un paysage semblable aux fagnes. Les peuplements forestiers sont principalement constitués de feuillus (78%) et de résineux (12%), certaines parcelles sont cependant composées de ces deux grands groupes. (JADOUL, G et al., 2020).

b) Types de réserves

La carte 6 permet de mettre en évidence que, actuellement, le projet est constitué de différentes réserves forestières et naturelles où la législation en vigueur autorise certaines actions. Il est important de noter que le nombre de réserves va très sensiblement augmenter dans les prochaines années, principalement dans les forêts alluviales, les milieux ouverts mais aussi en futaie feuillue. Ces nouvelles réserves empêcheront les acteurs de la région de modifier les habitats et c'est dans celles-ci que la notion de « laisser faire » mentionnée plus tôt prendra tout son sens. (JADOUL, G et al., 2020).

c) Sites Natura 2000

Le projet Nassonia se trouve au centre de trois grandes zones ayant le statut Natura 2000 (Carte 7). Il est tout d'abord inclus dans le site « Haute Wamme et Masblette », qui s'étend de Saint-Hubert et la N89 au sud jusqu'à la N4 au nord-est. Au sud de la N89, se trouve le site de la « Forêt de Freyr » et, au nord-ouest, le site du « Bassin de la Lomme de Poix-Saint-Hubert à Grupont ».

Les sites Natura 2000 constituent un réseau écologique de grande importance car ils apportent un statut de protection et de conservation des habitats et des espèces à échelle européenne. Cependant, la présence de la Nationale 89 représente une fracture non négligeable dans le paysage et dans la possibilité de dispersion des espèces. Cet obstacle est une zone où les accidents entre les voitures et la petite et grande faune sont très courants et représente une rupture dans le maillage écologique de la région malgré des passages souterrains présents pour « favoriser » le passage des animaux

Comme vous pouvez le voir sur la carte 8, le territoire comprend 9 unités de gestions Natura 2000 sur les 14 existantes et est largement représentatif de l'UG-08. Ces unités sont déterminées selon la nature du biotope au moment du classement Natura 2000 réalisé au début des années 2000. Ce système typiquement wallon pose alors des règles afin de protéger et de gérer ces dites zones. Ci-dessous se trouvent les appellations des unités présentes sur le territoire du projet. (JADOUL, G et al., 2020), (Biodiversité.wallonie., 2011).

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

UG_01 : milieux aquatiques
UG_02 : milieux ouverts prioritaires
UG_05 : prairies de liaison
UG_06 : forêts prioritaires
UG_07 : forêts prioritaires alluviales
UG_08 : forêts indigènes de grand intérêt biologique
UG_09 : forêts habitats d'espèces
UG_10 : forêts non indigènes de liaison
UG_11 : terres de cultures et éléments anthropiques

6) Localisation des mares

a) Toutes les mares du projet

La localisation des mares du projet est un premier pas important dans la réalisation de ce travail. En effet, connaître leur surface, leur milieu d'implantation, leur âge et leur dispersion sur le territoire étudié est essentiel. Sur la carte 9, le nombre de mares identifiées au début de l'étude ainsi que leur répartition sur le territoire de Nassonia. Ces deux informations sont bien évidemment essentielles à l'élaboration d'un échantillon à inventorier.

La majorité des 120 mares identifiées se trouve dans la partie Est du site et, grâce au fond de carte, elles se trouvent en grande partie dans des zones ouvertes, largement consécutives du LIFE Tourbière (2003 – 2007). Ces caractéristiques seront abordées plus précisément dans la partie pratique de ce travail. À la suite de la carte numéro 9 se trouvent trois cartes zoomées sur les mares présentes sur le projet afin de visualiser la position et la diversité de la surface et de la forme de ces mares.

b) Les mares échantillons

Un échantillon de 49 mares a été créé pour réaliser l'étude. Ces mares se trouvent sur la carte 10 du dossier cartographique. Comme dans le point a), les trois cartes suivantes zooment sur les mares.

3. Les espèces inventoriées

Comme énoncé dans la question de recherche, lors de cette étude, l'inventaire et l'identification des espèces d'amphibiens et d'odonates présentes sur le site se sont avérés prépondérants. Ce chapitre mettra en avant les espèces retrouvées sur le territoire de Nassonia.

Dans un premier temps, ce deuxième chapitre abordera la classe des amphibiens en commençant par une définition suivie par une répartition géographique générale de ceux-ci en partant d'une échelle mondiale, pour passer à une échelle continentale, nationale et enfin, territoriale.

Le point suivant concernera l'anatomie générale de deux ordres suivis par le cycle de vie des amphibiens. Une comparaison entre les anoures et les urodèles sera faite. Pour terminer par l'introduction des espèces capturées et observées en détaillant les caractéristiques permettant de les identifier, ainsi que leurs habitats et leurs modes de reproduction. Enfin, les différentes menaces auxquelles font face les populations d'amphibiens seront abordées. Les résultats seront, quant à eux, introduits dans la partie pratique.

La deuxième partie de ce chapitre sera consacrée à l'introduction de la classe des odonates. Partie qui suivra le même schéma que celui faisant référence aux amphibiens. Les résultats des captures et les espèces identifiées seront également présentées dans la partie pratique du travail.

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

A. Amphibiens

Un amphibien est un « vertébré anamniote à peau nue, aux membres conformés en pattes, généralement capable de respirer hors de l'eau à l'état adulte, tel que le grenouille ou la salamandre. » Les amphibiens forment une classe divisée en trois ordres : les urodèles, les anoures et les apodes. (Larousse, 2023).

1) Répartition géographique

Il existe aujourd'hui plus de 7000 espèces d'amphibiens recensées, la majorité de ces espèces se trouvant dans les régions tropicales du globe tandis que les populations sont moins importantes dans les régions tempérées. Plus de 80 espèces se trouvent en Europe, elles sont subdivisées en trois groupes : les salamandres et les tritons sous le nom *Urodela*, les grenouilles et les crapauds, les *Anura* et les apodes, *Gymniophona*. Ce dernier groupe n'est cependant pas représenté sur notre continent. (UCIN, 2009).

Le continent européen, regorgeant de milieux variés, est le berceau d'une grande diversité d'espèces d'amphibiens. Ces espèces ne sont cependant pas réparties uniformément sur le territoire. En effet, une grande partie de celles-ci se retrouve en Europe Centrale, en Italie et dans la Péninsule Ibérique, les conditions de développement y étant plus favorables. Les différents climats observés en Europe ainsi que les variations d'altitude ont permis à des espèces de s'adapter à certains milieux très diversifiés.

En ce qui concerne la Wallonie, les amphibiens y sont répertoriés et suivis depuis 1996 afin d'évaluer la présence de chaque espèce sur le territoire, les facteurs qui les menacent et également les actions à entreprendre pour les protéger. Actuellement, 16 espèces sont répertoriées en région wallonne. En ce qui concerne le projet Nassonia, les inventaires précédemment réalisés sur le site et ses alentours confirmaient la présence de 11 de ces 16 espèces. (Biodiversité.wallonie) (SPAYBROEK, J et al., 2018).

De manière générale, l'ordre des amphibiens est le taxon le plus menacé par les activités humaines ; le rebouchages des bassins, la pisciculture et la pollution sont les principales menaces. (Rannap. R, Lõhmus. A, Briggs. L, 2009)

Partie théorique - Les espèces inventoriées

2) Anatomie générale

a) Les anoures

L'anoure est un vertébré amphibien dont la larve est aquatique (têtard) et dont l'adulte, dépourvu de queue, souvent apte au saut, peut vivre hors de l'eau, tels que les grenouilles et les crapauds. » (Larousse, 2023). Les crapauds, les grenouilles et les rainettes sont généralement identifiables grâce aux caractéristiques physiques suivantes :

- Un corps massif prolongé par une tête triangulaire ainsi que des membres antérieurs plus courts que les membres postérieurs ;
- Des membres postérieurs spécialisés pour le saut et la nage, nettement plus développés que les membres antérieurs ;
- Ils sont dépourvus de queue à l'âge adulte.

D'autres observations sont encore nécessaires pour déterminer à quel genre et à quelle espèce chaque individu correspond. Ces caractères sont les suivants :

- La forme de la pupille ;
- La taille du tympan ;
- La présence de sacs vocaux ;
- La présence de glandes parotoïdes ;
- La présence de plis dorsolatéraux ;
- L'importance de la palmure des membres postérieurs ;
- La présence de ventouses au bout des doigts des membres antérieurs. (SPAYBROEK, J et al., 2018).

b) Urodèles

Les urodèles sont décrits de la manière suivante : « Amphibien pourvu, à l'état adulte, de 4 membres, d'un corps allongé et d'une longue queue, tels que les tritons et salamandres. ». (Larousse, 2023).

Les caractéristiques suivantes sont nécessaires pour identifier l'ordre des urodèles :

- Pattes antérieures et postérieures de taille plus ou moins égale ;
- Orteils courts et épais ;
- Corps allongé ;
- Présence d'une queue ;
- Face ventrale colorée, différente pour chaque espèce. (SPAYBROEK, J et al., 2018).

c) Apodes

Les apodes n'étant pas présents sur le continent européen, ils ne seront donc pas abordés dans ce document.

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

3) Cycle de vie

Les amphibiens ont un cycle de vie divisé par deux styles de vie bien différents. Le premier est aquatique, le second est terrestre et ne débute seulement que lorsque les individus sont adultes. Le passage du premier style de vie à l'autre est possible grâce à la métamorphose, une phase où les amphibiens subissent des transformations morphologiques délicates. Voici ci-dessous les différents stades que suivent les amphibiens pour arriver à maturité ; (SPAYBROEK, J et al., 2018).

	Anoures	Urodèles
L'œuf	Certains sont déposés au bord de l'eau, protégés grâce à de la végétation aquatique ou d'autres objets ou chez l'alyte accoucheur, sont portés sur son dos jusqu'au moment de l'éclosion.	Ils sont pondus un à un et attachés à la végétation qui est ensuite enroulée autour afin de les protéger. Dans le cas de la salamandre tachetée, la fécondation et le développement embryonnaire se font en milieu terrestre. Les larves sont ensuite apportées le long des berges où elles se développeront en milieu aquatique.
Le têtard / la larve	L'embryon, se développe à l'intérieur de l'œuf, sort de sa capsule après une croissance d'environ deux semaines. La larve continue ensuite son développement pour se transformer en têtard. Lors de ce stade, les individus ont une tête arrondie, des branchies internes et la bouche et les intestins se forment. L'apparition de pattes postérieures et antérieures est observable. C'est alors, pendant une période allant de deux semaines à trois mois, que les têtards vont croître sans pour autant avoir de nouvelles évolutions morphologiques.	Après l'éclosion, passage à une phase larvaire. La larve d'urodèle a des caractéristiques semblables à celles des individus du stade adulte, plus elle grandit, plus les membres lui permettant une vie aquatique disparaissent. Cependant, il est possible que certains adultes présents dans un environnement stable et sans prédateur, conservent leurs branchies tout en ayant la capacité de se reproduire. Ces individus donneront de nouvelles larves ne pouvant pas se métamorphoser en adultes terrestres.
Le juvénile	Le juvénile émerge et ne peut pas encore se reproduire, il passe alors son temps à se nourrir et à trouver des abris pour hiberner et se reproduire l'année suivante.	
L'adulte	Après l'hibernation, les différentes espèces se réveilleront et, pour la plupart, migreront vers les points d'eau à proximité afin de débiter la période de reproduction.	Une fois matures sexuellement, les amphibiens chercheront des partenaires. Les mâles attirent les femelles grâce à des phéromones qu'ils libèrent. La reproduction se fera soit en milieu terrestre pour la salamandre tachetée ou en milieu aquatique pour les tritons.

(MIAUD, C et al., 2018), (SPAYBROEK, J et al., 2018).

Partie théorique - Les espèces inventoriées

4) Description des espèces

a) Le triton alpestre



Figure 7 : Photo d'un triton alpestre mâle. Auteur : Arthur Dufoing

Classification	
Règne	<i>Animalia</i>
Embranchement	<i>Chordata</i>
Classe	<i>Amphibia</i>
Ordre	<i>Urodela</i>
Famille	<i>Salamandridae</i>
Genre	<i>Ichthyosaura</i>
Espèce	<i>Ichthyosaura alpestris</i>
Triton alpestre	

Le triton alpestre, amphibien le plus observé sur le territoire de Nassonia, est un triton de taille moyenne pouvant atteindre 12 centimètres. Sa peau est lisse dans l'eau mais devient veloutée quand il est en phase terrestre. Il existe un dysmorphisme sexuel entre le mâle et la femelle. Bien qu'ils aient tous les deux une face ventrale dans les teintes orangées voire rouge, sans taches et un flanc tacheté de points noirs, la femelle a une face dorsale verdâtre voire grisâtre. Le mâle alpestre a, quant à lui, un dos plus bleuté et une crête dorsale peu développée et tachetée.

Habitat

Espèce diurne comme nocturne, il est retrouvable en milieu aquatique lors de la période de reproduction et aux stades d'œufs et larvaire. Le reste de l'année, les tritons alpestres se trouvent dans des milieux frais et humides. Ils se reproduisent dans de petits plans d'eau de paysages vallonnés comme des mares, des étangs ou des fossés inondés. Ils sont généralement observés dans des plans d'eau où la végétation est forestière mais il est possible d'en observer dans des points d'eau stagnante de milieux ouverts tels que des abreuvoirs, des douves, des bassins d'orage ou des bassins de jardin.

Reproduction

Lors de la période de reproduction, - s'étendant de février à juin -, les individus migrent vers les plans d'eau. Les mâles attirent alors les femelles grâce à des phéromones et déposeront ensuite un spermatophore sur le cloaque de celles-ci. Les femelles pourront pondre jusqu'à 250 œufs, un à la fois, dans la végétation aquatique où des feuilles immergées seront repliées afin de protéger les œufs. Ces derniers se retrouvent dans des plans d'eau stagnante ou peu courante, du mois d'avril au mois de juillet. Les larves se développeront d'avril à septembre avant d'entamer une vie terrestre. (SPAYBROEK, J et al., 2018), (JACOB, J-P et al., 2006).

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

b) Le triton palmé



Figure 1 : Photo dorsale d'un triton palmé mâle -
Auteur : Arthur Dufoing

Classification	
Règne	<i>Animalia</i>
Embranchement	<i>Chordata</i>
Classe	<i>Amphibia</i>
Ordre	<i>Urodela</i>
Famille	<i>Salamandridae</i>
Genre	<i>Lissotriton</i>
Espèce	<i>Lissotriton helveticus</i>
Triton palmé	

Identification

Plus petit que le triton alpestre, le triton palmé peut atteindre 9 centimètres de long. Il existe également un dysmorphisme sexuel entre les deux sexes. Le mâle a des pattes postérieures sombres et complètement palmées, une tête avec des rayures, une crête peu élevée et une queue se terminant par un filament plus ou moins long. La face dorsale, chez le mâle comme chez la femelle, est claire à brun foncé même si la coloration des femelles est généralement plus foncée et unie que celle des mâles. Sur la face ventrale, une gorge rose et un ventre jaunâtre souvent uniforme ou avec quelques petits points noirs sont visibles.

Habitat

En Wallonie, on les retrouve généralement dans de petits plans d'eau stagnante comme les mares ou les ornières inondées, dans des paysages agricoles et boisés. Le triton palmé peut cohabiter dans des eaux où des poissons sont présents mais évite généralement les eaux où les populations sont trop nombreuses.

Reproduction

La période de reproduction du triton palmé commence au mois de février jusqu'au mois de juin. Il se retrouve alors dans des eaux stagnantes ou peu courantes où les larves pourront être à l'abri. Comme pour le triton alpestre, les mâles attirent leurs congénères grâce à des phéromones.

Après la reproduction, les femelles peuvent pondre jusqu'à 500 œufs qu'elles déposent un à un en les protégeant dans la végétation. La période de ponte se déroule entre les mois d'avril et de juillet tandis que l'on peut observer les larves d'avril à septembre. (SPAYBROEK, J et al., 2018), (JACOB, J-P et al., 2006).

Partie théorique - Les espèces inventoriées

c) La grenouille verte



Classification	
Règne	<i>Animalia</i>
Embranchement	<i>Chordata</i>
Classe	<i>Amphibia</i>
Ordre	<i>Anura</i>
Famille	<i>Ranidae</i>
Genre	<i>Pelophylax</i>
Espèce	<i>Pelophylax kl. esculentus</i>
Grenouille verte ou Grenouille verte hybride	

Figure 2 : Grenouille verte hybride – Auteur :
Arthur Dufoing

Grenouille verte petite à moyenne, elle peut atteindre les 10 centimètres de long, elle a une peau lisse et brillante avec des plis dorsolatéraux bien visibles. Sa coloration est assez variable, les individus peuvent être vert clair à vert foncé, les pattes peuvent être partiellement brunes. Le bas du dos est couvert de grandes taches noires ainsi que sur les pattes et les flancs. Son museau est allongé et pointu, à la différence de la grenouille de Lessona, chez la grenouille verte hybride, le talon atteint le museau. Sa face ventrale est blanche et parsemée de taches sombres.

Habitat

Cette espèce est très répandue en Wallonie, c'est la plus courante des trois espèces de grenouilles vertes. Elle se trouve dans des points d'eau ensoleillés où la végétation est bien développée.

Reproduction

Elles se reproduisent pendant les mois de mai et de juin. Les femelles pondent jusqu'à 8000 œufs dans la végétation et les mâles sont territoriaux. (SPAYBROEK, J et al., 2018), (JACOB, J-P et al., 2006).

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

d) Le crapaud commun



Figure 3 : Crapaud commun (*Bufo bufo*)

Classification	
Règne	<i>Animalia</i>
Embranchement	<i>Chordata</i>
Classe	<i>Amphibia</i>
Ordre	<i>Anura</i>
Famille	<i>Bufo</i>
Genre	<i>Bufo</i>
Espèce	<i>Bufo bufo</i>
Crapaud commun	

Identification

Le plus grand des crapauds européens, sa taille varie selon son emplacement dans son aire de répartition. En Belgique, les individus mâles approchent les 8 centimètres alors que la femelle peut mesurer jusqu'à 11 centimètres. Il est reconnaissable par sa peau verruqueuse, son corps trapu et ses yeux cuivrés ou rouge avec des pupilles horizontales. Il possède deux glandes parotoïdes parallèles sur le dessus du crâne et des pieds partiellement palmés. Son dos est généralement homogène et de couleur grise, brune ou encore rougeâtre. La face dorsale est quant à elle plus claire et vaguement marbrée.

Habitat

Ce sont des amphibiens nocturnes et terrestres. Durant la journée, ils se réfugient sous la litière des feuilles ou sous d'autres objets. Ils peuvent vivre dans une grande variété d'habitats mais, en saison de reproduction, ils se trouvent principalement dans des points d'eau profonds, avec au minimum 50 centimètres de profondeur, et très ensoleillés comme des mares ou des lacs. Ces points d'eau doivent également comporter des supports végétaux, très importants lors de la ponte. Le reste du temps, le crapaud commun se trouve principalement dans des abris leur assurant une humidité constante.

Reproduction

Peu après l'hibernation, au printemps, les crapauds se déplacent en masse vers les eaux de reproduction, cette phase est mortelle pour un grand nombre d'entre eux. Les femelles peuvent pondre deux cordons pouvant atteindre 5 mètres de long, chaque cordon pouvant contenir jusqu'à 8000 œufs. Ces pontes se font à partir de la moitié du mois de février jusqu'à la mi-mai, les têtards sont présents dans les plans d'eau de la mi-mars à la mi-juillet. (SPAYBROEK, J et al., 2018), (JACOB, J-P et al., 2006), (MIAUD, C et al., 2018).

e) La grenouille rousse



Figure 4 : Grenouille rousse [*Rana temporaria*]

Classification	
Règne	<i>Animalia</i>
Embranchement	<i>Chordata</i>
Classe	<i>Amphibia</i>
Ordre	<i>Anura</i>
Famille	<i>Ranidae</i>
Genre	<i>Rana</i>
Espèce	<i>Rana temporaria</i>
Grenouille rousse	

Identification

La grenouille rousse est une grenouille brune de taille moyenne à grande, pouvant atteindre une longueur de 11 centimètres. Son museau est relativement court et tronqué et son tympan correspond environ au 3/4 de son œil. Celle-ci a une pupille horizontale. Son pied est partiellement palmé et lorsque l'on étire ses jambes devant le corps, le talon atteint l'œil. La lèvre supérieure est blanche et se couvre de points en s'assombrissant vers le museau. La coloration de la phase dorsale est plutôt variable : elle peut aller du brun clair au noir en passant par le rouge ou le jaune. Ses membres postérieurs sont barrés de sombre et son ventre est blanc et généralement moucheté.

Habitat

Toutes les espèces de la famille des *Ranidae* n'occupent pas le même milieu. Les grenouilles rousses, du genre *Rana* sont généralement plus fréquemment observables dans des milieux plus ombragés voire boisés, où l'eau est plus fraîche et où le manque de végétation n'est pas un problème pour la ponte. La grenouille rousse est principalement active la nuit, quand l'humidité extérieure est plus adaptée à ses besoins. Elle est peu exigeante, il est donc également possible de la retrouver dans des zones plus urbaines et agricoles avec un ensoleillement plus ou moins modéré.

Reproduction

Sa période de reproduction débute au mois de février et se termine à la fin du mois de mars. Les observer dans des zones forestières est fréquent car l'ensoleillement n'est pas essentiel à cette espèce. Une fois fécondées, les femelles peuvent pondre de 700 à 4000 œufs entre les mois de février et d'août. Les œufs des grenouilles rousses sont pondus sous forme d'amas et placés sur le bord des plans d'eau. (SPAYBROEK, J et al., 2018), (JACOB, J-P et al., 2006).

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

5) Les menaces

Comme une large partie de la faune mondiale, les amphibiens subissent une pression anthropique constante, en plus des pressions naturelles. Ces pressions représentent une menace importante concernant le maintien des populations.

a) Destruction des habitats

La destruction et la disparition des habitats est la première menace pesant sur les populations d'amphibiens en Europe. Cette destruction peut être plus ou moins rapide. En effet, il arrive que des habitats disparaissent en une journée alors que d'autres sont dégradés plus lentement. Les amphibiens sont particulièrement sensibles à ces modifications et pertes d'habitats car la qualité de l'eau est souvent dégradée par l'augmentation de la concentration en nutriments, par la baisse de la concentration en oxygène, l'absence de végétation aquatique, l'introduction d'un grand nombre de poissons et la diminution de l'abondance en macroinvertébrés suite à la modification de ces critères.

Cependant, si une modification peut engendrer une baisse de la population d'une espèce, cela ne veut pas dire que toutes les espèces vont en pâtir. En effet, tous les amphibiens ne vivent pas dans des milieux similaires, certains préfèrent l'ensoleillement, les grandes étendues d'eau et les milieux ouverts alors que d'autres s'accommodent parfaitement de petites surfaces dans des milieux fermés. (SPAYBROEK, J et al., 2018).

b) Agents pathogènes

Une autre menace, moins décelable que la première, est l'apparition d'agents pathogènes dans les milieux. L'infection par les souches *Batrachochytrium dendrobatidis* et *Batrachochytrium salamandrivorans* est la cause de l'effondrement d'une grande partie de la population d'amphibiens dans les zones contaminées.

Le champignon *Batrachochytrium dendrobatidis* ou la Chytridiomycose est maintenant répandu dans le monde entier et est la cause de la perte de 40 % des espèces d'Afrique centrale. La virulence de la souche wallonne semble cependant moins importante et représente pour le moment une menace plus modérée, ce qui n'empêche pas une manipulation très méticuleuse car les mutations de la souche peuvent la rendre plus agressive.

Un deuxième agent est lui plus spécifique aux salamandres et aux tritons : le *Batrachochytrium salamandrivorans*. Il a causé la perte de 96 % de la population de salamandres tachetées hollandaise en 3 ans. Ce pathogène est extrêmement virulent, des mesures doivent être prises pour éviter sa propagation ainsi qu'une épizootie dans toute la Wallonie. Son mode de transmission n'est pas encore connu mais vient probablement par l'intermédiaire de matériaux tels que les bottes, les chaussures ou pneus de véhicules. Il est donc important d'être prudents lors de la visite de sites et en particulier lorsque ces visites sont successives. Ce champignon serait originaire d'Asie orientale et semble cohabiter avec les espèces locales. Malheureusement ce n'est pas le cas pour les espèces européennes et nord-américaines.

Partie théorique - Les espèces inventoriées

Pour l'instant, aucune donnée ne montre que ces agents pathogènes se trouvent sur le territoire du projet Nassonia. En effet, l'accès en voiture par les touristes sur les routes du site n'est pas possible et ces mêmes visiteurs ne peuvent sortir des chemins balisés. Les rares fois où ces mares sont visitées, des mesures strictes en termes de propreté doivent être respectées. Tout cela a permis aux mares et aux populations du projet de ne pas être infectées. (RNF, 2013).

c) Prédation

Une menace tout à fait naturelle mais qui a tout de même un impact sur la population des espèces citées précédemment est la prédation. Dans cette partie, deux d'entre-elles vont être évoquées, l'une est menée par une espèce historiquement non représentée en Belgique et en Europe, la seconde par une espèce qui fait son retour dans le paysage belge depuis quelques années. (BESTGEN, B., 2023).

Le raton laveur

Comme constaté dès la première observation, au courant du mois de mars, la prédation sur le territoire du projet Nassonia est bien présente. En effet, un grand nombre de carcasses de crapauds communs et de grenouilles rousses jonchaient le sol à proximité de certaines mares du projet. Le nombre et la façon dont ces amphibiens avaient été consommés laissent penser qu'ils ont été prédatés par des ratons laveurs, espèce exotique envahissante, de plus en plus présente en Belgique.

Originaire d'Amérique du Nord et d'Amérique centrale, il a été importé par l'Homme en Allemagne dans les années 1930. Il s'est rapidement acclimaté à son nouvel environnement et a été découvert en Belgique à partir de 1980. Le raton laveur est un animal nocturne, très peu observable mais qui a un impact important sur les populations d'oiseaux et d'amphibiens de par sa prédation. Selon le protocole ISEIA, il se trouve dans la catégorie A2, c'est une espèce avec une distribution restreinte mais ayant un impact élevé. (DUYNSTEE, J., 2020), (THYSSEN, M).

La cigogne noire

Echassier dont la population belge ne fait que croître depuis quelques années, la cigogne noire est présente sur le territoire du projet Nassonia. Deux individus présents sont suivis grâce à des balises GPS placées sur leur dos lorsqu'ils sont jeunes, ce qui permet de déterminer leurs déplacements lors de la période de migration, leurs nids mais également les mares dans lesquelles ils vont se nourrir, entre autres d'amphibiens. L'impact de sa prédation est complètement naturel et observé fréquemment, contrairement à celui des ratons laveurs. Sur la carte 11, sont repris les points GPS de ces balises, ces données fournies par Bastien BESTGEN, étudiant également en stage chez Ecofirst, montrent la fréquentation des mares par l'individu étudié. (Notre nature, 2023).

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

B. Odonates

Les odonates sont un ordre d'insectes caractéristiques des plans d'eau. Cet ordre est composé de deux sous-ordres : les *Zygoptera* et les *Anisoptera*, autrement dit, les demoiselles et les libellules « vraies ».

Dans ce sous-chapitre, la répartition géographique de cet ordre à une échelle globale et nationale, le cycle de vie de ces insectes et les genres des odonates découverts sur les sites étudiés vont être abordés. Cette partie se clôturera par les menaces qui peuvent empêcher le bon développement des espèces.

1) Répartition géographique

Les odonates se retrouvent presque partout autour du globe. En effet, ces insectes sont absents du continent Antarctique, et plus spécifiquement en-dessous du 55^{ème} parallèle sud, nous n'en retrouvons aucun au-delà du 71^{ème} parallèle nord. Dans le reste du monde, les régions comprenant le plus d'espèces d'odonates sont les régions tropicales, où elles composent une grande partie de la faune locale. (KRIEG-JACQUIER, R., 2016).

En Belgique, plus de 70 espèces ont été recensées bien que le pays soit de petite taille. La Campine est la région présentant la plus grande richesse en termes de diversité odonatologique du pays, avec quelques 48 espèces observées. En Ardenne, les espèces observées sont généralement connues pour se développer à proximité de rivières. Les cours d'eau les plus intéressants pour leurs observations sont l'Ourthe, la Lesse et la Semois. En Ardenne, des zones de tourbières et des points d'eau, sont particulièrement intéressantes pour certaines espèces. (DIJKSTA K.D.B., 2007).

Partie théorique - Les espèces inventoriées

2) Anatomie générale

Plusieurs éléments permettent de reconnaître l'ordre des odonates parmi tous les autres insectes :

- La présence de deux grands yeux à facettes pouvant comporter 29 000 unités ;
- Une mâchoire dentée ;
- Quatre ailes allongées, nervurées et actionnées indépendamment par de puissants muscles ;
- Trois paires de pattes fortes orientées vers l'avant pour capturer des proies ;
- Comme tous les insectes, le corps des odonates se compose de trois parties, mais chez elles, l'abdomen est particulièrement développé et est constitué de dix segments. (Biodiversité.wallonie).

Après l'identification de l'ordre, il faut ensuite déterminer si nous faisons face à un zygoptère ou à un anisoptère, et ce, grâce à l'observation d'autres caractéristiques :

Caractéristiques	Zygotères	Anisoptères
Taille et morphologie	Fins et de petite taille	Plus grands et trapus
Ailes au repos	Fermées	Étalées
Forme des ailes	Postérieures et antérieures identiques	Postérieures et antérieures différentes
Yeux	Distants et écartés	Rapprochés, se touchent au moins en un point
Ailes	Ailes généralement hyalines et pédonculées, une tache colorée : le ptérostigma	Structure complexe de cellules et nervures. Zones colorées en plus du ptérostigma
Appareil reproducteur chez les mâles	Sous le second segment de l'abdomen, peu visible	Sous le second segment de l'abdomen, bien visible et avec un hameçon
Appendices anaux chez les mâles	Une paire de cercoïdes plus ou moins longs et une paire de cerques en-dessous	Une paire de longs cercoïdes et une lame supra-anale sous les cercoïdes
Appareil reproducteur chez les femelles	Ovipositeur situé sous le dernier segment de l'abdomen. Il sert à déposer les œufs dans les végétaux	Lame vulvaire sous le huitième segment de l'abdomen. Il sert à déposer les œufs dans l'eau

(DIJKSTA K.D.B.,2007).

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »



Figure 5 : Agrion porte-coupe [*Enallagma cyathigerum*] mâle au stade mature - Auteur : Arthur Dufoing



Figure 6 : Libellule à quatre taches [*Libellula quadrimaculata*] mâle au stade mature - Auteur : Arthur Dufoing

Partie théorique - Les espèces inventoriées

3) Cycle de vie

Les odonates sont dits amphibiotiques, c'est-à-dire que les larves se développent et continuent leur croissance dans l'eau alors que les adultes sont des animaux aériens. (DIJKSTA K.D.B.,2007).

Le cycle de vie de ces insectes comporte trois stades : l'œuf, la larve et l'adulte. Lors de la première phase, les œufs peuvent être déposés de plusieurs manières. La ponte peut se faire en vol, à la surface de l'eau ou en hauteur, les œufs peuvent être déposés sur des végétaux immergés ou insérés dans des tiges de plantes aquatiques émergentes. Les œufs peuvent encore être insérés ou déposés sur de la végétation se situant autour des points d'eau.

La phase larvaire est divisée en une succession de mues pouvant se répéter jusqu'à 15 fois. A chaque fois que la larve mue, elle se développe, se débarrasse de son ancienne peau et obtient de plus en plus de caractéristiques apparaissant chez les adultes. La durée de cette phase larvaire varie en fonction de plusieurs facteurs. En effet, pour certaines espèces, les larves émergent lors de la même année que la ponte alors que pour d'autres espèces, les œufs passent l'hiver et les larves émergent l'année suivante. Pour d'autres espèces encore, lorsque les œufs sont pondus en début de saison, les larves émergent la même année, alors que ceux pondus en fin de saison verront leurs larves sortir de l'eau lors de l'année suivante. Pour ces mêmes espèces, la température, l'acidité de l'eau et son oxygénation sont tout autant de facteurs modifiant la durée de cette phase cruciale.

Pour atteindre le dernier stade, les larves sortent de l'eau, se métamorphosent une dernière fois et donnent naissance à un adulte, on appelle cela l'émergence. Lors de cette phase, la libellule ou la demoiselle laisse derrière elle son exuvie, accrochée à la végétation, et s'envole dès que ses ailes sont déployées et sèches. Cela peut prendre quelques heures.

La phase de maturation sexuelle débute alors et peut s'étaler entre 5 jours et trois semaines. Pendant cette période, les individus passent leurs temps loin des points d'eau pour chasser d'autres insectes. Une fois matures sexuellement, les odonates passent leur temps à se reproduire le long de l'eau, les mâles patrouillent le long de l'eau et s'accrochent à toutes les femelles à proximité. (Biodiversité.wallonie).



Figure 7 : Exuvie d'une libellulidæ - Auteur : Arthur Dufoing

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

4) Description des espèces

a) Les demoiselles

Le premier ordre à être abordé est celui des zygoptères : les demoiselles. Il existe cinq familles représentées en Europe. Cependant, cette partie n'abordera que les espèces qui ont été observées et capturées sur le terrain au cours de l'étude.

L'identification des familles et des genres de zygoptères mais également d'anisoptères a été réalisée grâce aux guides Delachaux sur lesquels cette partie s'appuie. Les grilles de détermination écrites dans l'un de ces ouvrages ont été scrupuleusement suivies et ont permis de mettre en avant des critères diagnostiques permettant d'avancer dans la recherche. Un critère diagnostique est une caractéristique qui est propre à une famille ou à un genre. Pour reprendre l'exemple introduit dans l'un des guides : « A titre d'exemple, si « absence de taches postoculaires » est un critère diagnostique pour un groupe, cela implique que les autres possèdent tous des taches. ». (DIJKSTA K.D.B.,2007).

Caloptéryx vierge



Figure 8 : Caloptéryx vierge [*Calopteryx virgo*] mâle -
Auteur : Arthur Dufoing

Classification	
Règne	<i>Animalia</i>
Embranchement	<i>Arthropoda</i>
Classe	<i>Insecta</i>
Ordre	<i>Odonata</i>
Sous-ordre	<i>Zygoptera</i>
Famille	<i>Calopterygidae</i>
Genre	<i>Calopteryx</i>
Espèce	<i>Calopteryx virgo</i>
Caloptéryx vierge	

Identification

Facilement identifiable grâce à la coloration bleue-violacée de ses ailes, son corps est de couleur vert métallique. Sur le terrain, ces individus sont très mobiles et ont un vol semblable à un battement d'aile d'un papillon, alors que les autres espèces de zygoptères ont un vol que l'on peut qualifier de plus « direct ». Les ailes sont très larges aux extrémités et plus fines vers le corps et sont composées de nombreuses nervures. Il n'y a pas de ptérostigmas chez les mâles alors qu'il est blanchâtre chez les femelles. L'identification des espèces n'est pas aisée car les différences morphologiques sont insignifiantes mais la coloration alaire et corporelle des mâles permet de les différencier.

Habitat

Les espèces se trouvent généralement dans des milieux ouverts ou semi-ouverts, et à proximité d'eau courante mais il est également possible de les apercevoir près de points d'eau plus calme.

Période de vol

Leur présence est notée entre les mois de mai et d'août. (DIJKSTA K.D.B.,2007).

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

Les Lestes

	Leste fiancé	Leste dryade	Leste vert
Identification	Ailes à moitié déployées au repos, tête très large et yeux plutôt bleus. La femelle est verte, avec des taches triangulaires en S1 alors que les mâles ont un thorax vert, une pruine bleue sur S1, S2, S9 et S10. Le reste de l'abdomen est un dégradé passant du vert au rouge-orangé. Le ptérostigma est rectangle et sombre.	Semblable au Leste fiancé, la femelle a des taches rectangulaires en S1 et l'abdomen des deux sexes est plus large. Le dernier tiers de S2 n'a pas de pruine chez le mâle.	La coloration verte est plus vive que chez les autres, les appendices sont blanchâtres et les individus sont plus grands et se cachent généralement dans la végétation.
Habitat	Cherchent des eaux calmes, souvent temporaires où la végétation est abondante. Une diversité de micro-habitats est appréciée.		Des points d'eau stagnantes ou peu courantes bordés d'arbres et d'arbustes. Ne cherche pas forcément de points d'eau temporaires comme les <i>Lestes</i> .
Périodes de vol	De mai à octobre, avec un pic en août.		De mi-juillet à novembre, pic en août et en septembre.

(DIJKSTA K.D.B.,2007).

Classification	
Règne	<i>Animalia</i>
Embranchement	<i>Arthropoda</i>
Classe	<i>Insecta</i>
Ordre	<i>Odonata</i>
Sous-ordre	<i>Zygoptera</i>
Famille	<i>Lestidae</i>
Genre	<i>Lestes</i>
Espèce	<i>Lestes sponsa</i>
Leste fiancé	



Figure 9 : Leste fiancé [*Lestes sponsa*] femelle - Auteur : Arthur Dufoing.

Classification	
Règne	<i>Animalia</i>
Embranchement	<i>Arthropoda</i>
Classe	<i>Insecta</i>
Ordre	<i>Odonata</i>
Sous-ordre	<i>Zygoptera</i>
Famille	<i>Lestidae</i>
Genre	<i>Lestes</i>
Espèce	<i>Lestes dryas</i>
Leste dryade – Leste des bois	



Figure 10 : Leste dryade [*Lestes dryas*] mâle - Auteur : Arthur Dufoing

Classification	
Règne	<i>Animalia</i>
Embranchement	<i>Arthropoda</i>
Classe	<i>Insecta</i>
Ordre	<i>Odonata</i>
Sous-ordre	<i>Zygoptera</i>
Famille	<i>Lestidae</i>
Genre	<i>Chalcolestes</i>
Espèce	<i>Chalcolestes viridis</i>
Leste vert	



Figure 11 : Leste vert [*Chalcolestes viridis*] mâle - Auteur : Arthur Dufoing

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

Agrion porte-coupe



Classification	
Règne	<i>Animalia</i>
Embranchement	<i>Arthropoda</i>
Classe	<i>Insecta</i>
Ordre	<i>Odonata</i>
Sous-ordre	<i>Zygoptera</i>
Famille	<i>Coenagrionidae</i>
Genre	<i>Enallagma</i>
Espèce	<i>Enallagma cyathigerum</i>
Agrion porte-coupe – Portecoupe holarctique	

Figure 12 : Reproduction d'agrions porte-coupe (*Enallagma cyathigerum*) - Auteur : Arthur Dufoing

Identification

L'une des espèces les plus présentes en Europe, le mâle est identifiable grâce à deux tâches caractéristiques. La première et la moins évidente est sur le côté du thorax, un seul trait noir est observable. La seconde tache, la plus évidente, se trouve sur le deuxième segment de l'abdomen du mâle, une tache en forme de coupe ou de champignon est visible.

Habitat

Se retrouve dans tous les plans d'eaux stagnantes, avec une préférence pour les eaux acides sans poissons.

Période de vol

Du mois de mai à octobre. (DIJKSTA K.D.B.,2007).



Figure 13 : Critère diagnostique ; tache en forme de coupe sur S2

Agrion jouvencelle



Figure 14 : Agrion jouvencelle
(*Coenagrion puella*) mâle - Auteur :
Arthur Dufoing

Classification	
Règne	<i>Animalia</i>
Embranchement	<i>Arthropoda</i>
Classe	<i>Insecta</i>
Ordre	<i>Odonata</i>
Sous-ordre	<i>Zygoptera</i>
Famille	<i>Coenagrionidae</i>
Genre	<i>Coenagrion</i>
Espèce	<i>Coenagrion puella</i>
Agrion jouvencelle	

Identification

Espèce très semblable à *Enallagma cyathigerum* s'il n'est pas observé par photographie ou à la main. La couleur bleue du corps est plus pâle chez cette espèce. Elle est également très commune dans toute l'Europe et est reconnaissable à la tache en forme de « U » en S2 et aux deux lignes latérales sur le thorax, contrairement à une seule chez l'agrion porte-coupe. La femelle est de couleur verte pour cette espèce alors que la femelle porte-coupe est bleue.

Habitat

À proximité d'une grande diversité d'habitats avec la présence de végétation aquatique. Elle évite toutefois les zones tourbeuses et argileuses.

Période de vol

Observable d'avril à septembre mais plus commune de la mi-mai à la fin juillet.

(DIJKSTA K.D.B.,2007).



Figure 15 : Critère diagnostique ; tache en forme de « U » sur S2

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

Nymphe au corps de feu



Figure 16 : Petite nymphe au corps de feu (*Pyrrhosoma nymphula*) mâle - Auteur : Arthur Dufoing

Classification	
Règne	<i>Animalia</i>
Embranchement	<i>Arthropoda</i>
Classe	<i>Insecta</i>
Ordre	<i>Odonata</i>
Sous-ordre	<i>Zygoptera</i>
Famille	<i>Coenagrionidae</i>
Genre	<i>Pyrrhosoma</i>
Espèce	<i>Pyrrhosoma nymphula</i>
(Petite) nymphe au corps de feu	

Identification

Zygotère aux yeux et au corps rouges. Dans cette espèce, une diversité chez les femelles est notable, grâce à une variation de la proportion de la coloration rouge et noire. Les pattes sont noires et sont composées de points qui donnent un aspect de plume. Les ailes sont hyalines et ont un ptérostigma noirâtre.

Habitat

Présente dans les milieux humides avec des points d'eau stagnante où la végétation aquatique est riche.

Période de vol

Espèce précoce, observable d'avril à août avec un pic de présence en mai-juin.

(DIJKSTA K.D.B.,2007).

Partie théorique - Les espèces inventoriées

b) Les libellules

De même que pour la classification des zygoptères, afin de différencier les différentes familles d'anisoptères que rencontrées lors des inventaires de terrain, l'observation de caractéristiques morphologiques et comportementales, notamment celles reprises dans le tableau ci-dessous est impératif :

Caractères diagnostiques	Mâle : triangle anal et oreillettes	Triangle des ailes antérieures pointés vers	Comportement	Familles	
Yeux nettement séparés	Présents	Apex	Percheurs	<i>Gomphidae</i>	
Abdomen sombre à taches bleues. Femelle à ovipositeur complet	Présents ou absents		Patrouilleurs		<i>Aeshnidae</i>
Yeux se touchant en un point	Présents				<i>Cordulegastridae</i>
Bordure postérieure des yeux arquée à mi-hauteur. Corps vert métallique	Présents	Arrière		<i>Corduliidae</i>	
Abdomen souvent rouge ou avec pruine bleue.	Absents		Percheurs	<i>Libellulidae</i>	

(DIJKSTA K.D.B.,2007).

Æschne affine



Figure 17 : Æschne affine mâle

Classification	
Règne	<i>Animalia</i>
Embranchement	<i>Arthropoda</i>
Classe	<i>Insecta</i>
Ordre	<i>Odonata</i>
Sous-ordre	<i>Anisoptera</i>
Famille	<i>Aeshnidae</i>
Genre	<i>Aeshna</i>
Espèce	<i>Aeshna affinis</i>
Æschne affine	

Identification

Souvent confondue avec une autre espèce de ce genre, *Aeshna mixta*, cette libellule ressemble également à l'Anax empereur mais est de plus petite taille. La femelle est de couleur verte alors que le mâle arbore un abdomen de couleur bleue, barré de noir. Le thorax

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

est majoritairement bleu avec une partie verte. Les yeux de cette espèce sont collés et bleus vif. Le ptérostigma est un rectangle long et orangé.

Habitat

Ce sont des insectes patrouilleurs se trouvant dans des zones d'eau stagnante et d'assèchement riches en hélophytes.

Période de vol

Ces insectes sont observables du mois de mai à septembre avec un pic au mois d'août.

(DIJKSTA K.D.B.,2007), (INPN, 2023).

Partie théorique - Les espèces inventoriées

Anax empereur

Classification	
Règne	<i>Animalia</i>
Embranchement	<i>Arthropoda</i>
Classe	<i>Insecta</i>
Ordre	<i>Odonata</i>
Sous-ordre	<i>Anisoptera</i>
Famille	<i>Aeschnidae</i>
Genre	<i>Anax</i>
Espèce	<i>Anax imperator</i>
Anax empereur	

Identification

C'est un odonate très courant et identifiable à distance, cet insecte est patrouilleur et territorial. Il est commun de le voir « combattre » d'autres mâles de la même espèce mais également d'autres espèces. Le mâle a un abdomen bleu finement barré de noir et avec une tête vert pâle. Les ailes hyalines ont un ptérostigma rectangulaire et orangé.

Habitat

Points d'eau stagnante ou légèrement courante où la végétation est abondante.

Période de vol

D'avril à octobre pour le Nord de l'Europe, observation d'un pic de présence du mois de juin au mois d'août.

(DIJKSTA K.D.B.,2007).



Figure 18 : Anax empereur [*Anax imperator*] mâle - Auteur : Arthur Dufoing

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

Cordulégastre annelé

Classification	
Règne	<i>Animalia</i>
Embranchement	<i>Arthropoda</i>
Classe	<i>Insecta</i>
Ordre	<i>Odonata</i>
Sous-ordre	<i>Anisoptera</i>
Famille	<i>Cordulegastridae</i>
Genre	<i>Cordulegaster</i>
Espèce	<i>Cordulegaster boltonii</i>
Cordulégastre annelé	

Identification

Reconnaissable par ses couleurs noires et jaunes caractéristiques, ses yeux verts se touchent en un point et ses ailes sont hyalines avec un ptérostigma long, rectangulaire et noir.

Habitat

À proximité des cours d'eau, généralement des rivières.

Période de vol

Cette espèce est observable depuis le mois de mai jusqu'au mois de septembre.

(DIJKSTA K.D.B.,2007).

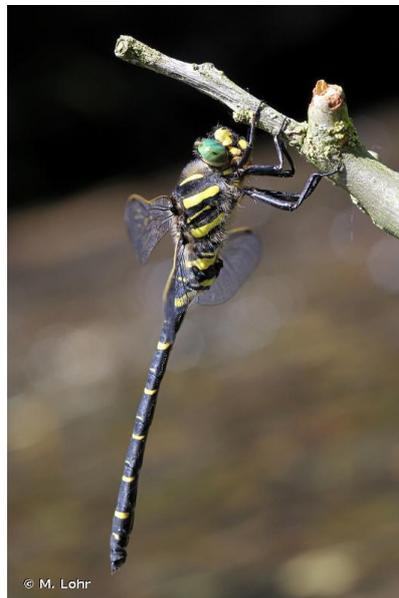


Figure 19 : Cordulégastre annelé mâle

Partie théorique - Les espèces inventoriées

Cordulie bronzée



Figure 20 : Cordulie bronzée [*Cordulia aenea*]

Classification	
Règne	<i>Animalia</i>
Embranchement	<i>Arthropoda</i>
Classe	<i>Insecta</i>
Ordre	<i>Odonata</i>
Sous-ordre	<i>Anisoptera</i>
Famille	<i>Corduliidae</i>
Genre	<i>Cordulia</i>
Espèce	<i>Cordulia aenea</i>
Cordulie bronzée	

Identification

Cette libellule a un corps arborant des couleurs vert métallique avec un abdomen assez élargi et des yeux également verts. Les ailes sont également hyalines mais, en plus d'un ptérostigma rectangulaire et noir, la base des ailes sont colorées d'une teinte safranée.

Habitat

Les mâles patrouillent le long des berges des mares et étangs avec un vol rapide souvent interrompu par une phase stationnaire. Généralement à proximité des eaux stagnantes des milieux ouverts comme des milieux forestiers.

Période de vol

De la fin du mois d'avril au mois d'août.

(DIJKSTA K.D.B.,2007).

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

Libellule à quatre taches



Classification	
Règne	<i>Animalia</i>
Embranchement	<i>Arthropoda</i>
Classe	<i>Insecta</i>
Ordre	<i>Odonata</i>
Sous-ordre	<i>Anisoptera</i>
Famille	<i>Libellulidae</i>
Genre	<i>Libellula</i>
Espèce	<i>Libellula quadrimaculata</i>
Libellule à quatre taches	

Figure 21 : Libellule à quatre taches
[*Libellula quadrimaculata*] mâle - Auteur : Arthur Dufoing

Identification

Cette espèce est identifiable grâce aux taches présentes sur chaque nodus de ses ailes ; des taches sombres à noirs en plus d'un ptérostigma rectangulaire sombre. Le corps des individus est brun et large avec des bords jaunes très visibles sur les coté de l'abdomen.

Habitat

Elle est présente à proximité des eaux stagnantes où la végétation aquatique est bien développée. Elle s'accommode très bien des plans d'eau acide.

Période de vol

De la fin du mois d'avril à la mi-septembre mais beaucoup plus abondantes durant l'été.

(DIJKSTA K.D.B.,2007).

Partie théorique - Les espèces inventoriées

Libellule déprimée

Classification	
Règne	<i>Animalia</i>
Embranchement	<i>Arthropoda</i>
Classe	<i>Insecta</i>
Ordre	<i>Odonata</i>
Sous-ordre	<i>Anisoptera</i>
Famille	<i>Libellulidae</i>
Genre	<i>Libellula</i>
Espèce	<i>Libellula depressa</i>
Libellule déprimée	

Identification

Cette libellule est facilement déterminée grâce à la couleur bleu azur de son abdomen et ses ailes colorées de taches noires à la base. Des taches jaunes sur le bord de l'abdomen, comme chez *libellula quadrimaculata* sont également observables.

Habitat

Très présente à proximité des eaux stagnantes, elle a une préférence pour les points d'eau petits, ensoleillés et avec peu de végétation. C'est également la première espèce à coloniser les nouvelles mares.

Période de vol

De la fin du mois d'avril à la mi-septembre mais plus abondante aux mois de mai et juin.

(DIJKSTA K.D.B.,2007).

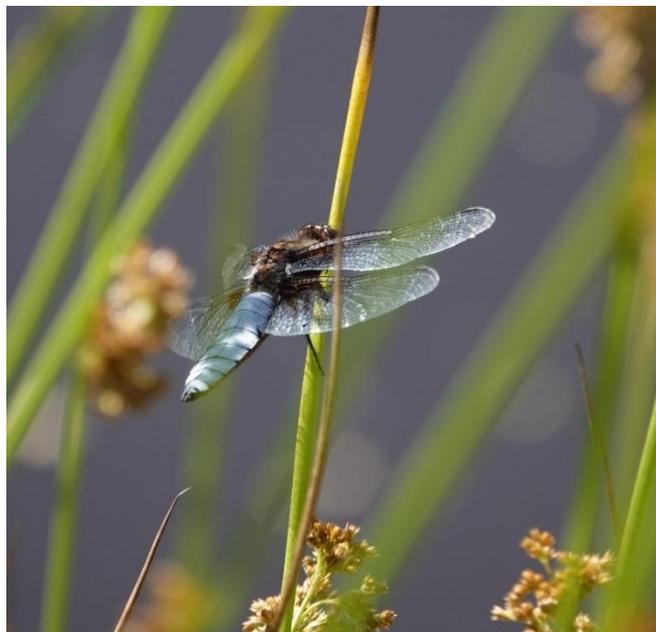


Figure 22 : Libellule déprimée mâle

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

Leucorrhine douteuse



Figure 23 : *Leucorrhine douteuse* [*Leucorrhinia dubia*] mâle - Auteur : Arthur Dufoing

Identification

Très semblable à une autre espèce, *Leucorrhinia rubicunda*, cette libellule a un corps rouge et noir, un abdomen large dans les premiers segments et plus fin vers le milieu. La base des ailes postérieures sont marquées de taches sombres. L'avant de la tête est de couleur jaune pâle distinctive.

Habitat

Présence notée dans les points d'eau acide comme les tourbières, mares et étangs et généralement en milieux boisés. Si des poissons sont présents, cette espèce sera absente du point d'eau.

Période de vol

De la moitié du mois d'avril au début du mois de septembre. Le pic de population se trouve de la fin du mois de mai à la mi-juillet.

(DIJKSTA K.D.B.,2007).

Classification	
Règne	<i>Animalia</i>
Embranchement	<i>Arthropoda</i>
Classe	<i>Insecta</i>
Ordre	<i>Odonata</i>
Sous-ordre	<i>Anisoptera</i>
Famille	<i>Libellulidae</i>
Genre	<i>Leucorrhinia</i>
Espèce	<i>Leucorrhinia dubia</i>
Leucorrhine douteuse	



Figure 24 : *Leucorrhine douteuse* [*Leucorrhinia dubia*] femelle - Auteur : Arthur Dufoing

Partie théorique - Les espèces inventoriées

Sympétrum noir

Classification	
Règne	<i>Animalia</i>
Embranchement	<i>Arthropoda</i>
Classe	<i>Insecta</i>
Ordre	<i>Odonata</i>
Sous-ordre	<i>Anisoptera</i>
Famille	<i>Libellulidae</i>
Genre	<i>Sympetrum</i>
Espèce	<i>Sympetrum danae</i>
Sympétrum noir	

Identification

Comme le nom de l'espèce l'indique, les mâles prennent une couleur noire à maturité alors que les femelles et les mâles, à un stade juvénile sont de couleur jaune. Les ailes sont totalement hyalines avec un ptérostigma noir.

Habitat

Présence dans les eaux acides mais également dans les eaux temporaires comme des fossés ou d'autres mares.

Période de vol

Assez tardif, visible à partir de la mi-juin jusqu'au mois de novembre avec un pic de population en août.

(DIJKSTA K.D.B.,2007).



Figure 25 : *Sympetrum noir* immature

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

5) Les menaces

a) Destruction des zones humides

La destruction des zones d'habitats et leur fractionnement est une des causes majeures de la déperdition des populations d'insectes tels que les odonates. Ces destructions physiques par la création de berges, l'assèchement ou le colmatage des mares et des ornières effacent durablement les zones de vie et de chasse de nombreuses espèces. En supprimant ces habitats, les individus doivent se déplacer sur de plus longues distances afin de trouver abris et nourriture ce qui, pour de nombreuses espèces, a pour conséquence la régression des populations.

b) L'acidification des eaux

L'augmentation du pH de l'eau peut provenir des retombées atmosphériques mais encore la nature des sols. Dans le cas de cette étude, les sols ardennais étant caractéristiquement acides, une distribution typique de ces conditions est visible sur le terrain, la dominance des espèces de joncs. Une autre conséquence de cette acidité est que certaines espèces animales ne peuvent s'acclimater et ne sont donc pas trouvables dans ces milieux.

c) Le changement climatique

Le dérèglement climatique a un fort impact sur les milieux aquatiques et encore plus sur les petites surfaces d'eau. En effet, l'augmentation moyenne des températures et des phénomènes extrêmes tels que les canicules et sécheresses ont un impact réel sur la modification de la température et l'oxygénation de l'eau. Même si une augmentation des températures semblerait être bénéfiques pour certaines espèces, la modification des rythmes des précipitations pourrait avoir un impact sur la qualité des milieux de vie. (DELMARCHE, C et al., 2020).

C. Botanique

La végétation à proximité des mares joue un rôle important tant au niveau de la biodiversité que de la rétention et la purification de l'eau. En effet, elle offre habitat et nourriture pour un grand nombre d'animaux. Lors des inventaires faunistiques, un recensement de la végétation présente sur une distance d'environ 5 mètres du bord des points d'eau a été faite.

Les mares du projet Nassonia étant simplement creusées puis laissées en évolution libre pour que la nature suive son cours, la végétation se trouvant aux alentours est, de manière générale, arrivée à ces endroits de manière naturelle. Le terme « en général » est ici utilisé car, certaines mares, creusées en 2021, se trouvant en zones d'étrépage, l'équipe du projet Nassonia a décidé de réintroduire de la callune dans ces milieux grâce à des graines provenant des bords de piste du champ d'aviation civil se trouvant à quelques kilomètres. D'autres mares se trouvent également à proximité de plantations de feuillus et de résineux.

Dans la suite de cette partie, la végétation se trouvant au bord des mares sera abordée et classée selon différentes strates : la strate arborescente, l'arbustive, l'herbacée, l'amphibie et la strate aquatique.

1) La strate arborescente

Cette première strate prend en compte les végétaux ligneux qui dépassent les 5 mètres de hauteur et se trouvent à moins de 5 mètres du bord de l'eau. Sauf exceptions, les mares se trouvant en milieux ouverts n'ont évidemment pas de données concernant cette strate. Les mares forestières sont quant à elles majoritairement dans des forêts composées de feuillus tels que le chêne, le hêtre ou le charme.

2) La strate arbustive

Cette seconde strate prend en compte les végétaux ligneux ne dépassant pas les 5 mètres de haut et composant une canopée plus basse que les végétaux de la strate arborescente. Dans cette strate, de jeunes arbres en semi naturel, plantés ou encore des haies.

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

3) Les strates herbacée et amphibie

Ces deux strates sont assez similaires, elles concernent les végétaux herbacés qui ne font pas plus de 1,5 mètres de haut, à l'exception des roseaux. Dans cette étude, la différence entre ces deux strates est que les plantes se trouvant dans la strate herbacée sont considérées en dehors de l'eau ou de la zone humide alentour alors que les végétaux de la strate amphibie ont soit une partie basse ou les racines dans l'eau alors que la partie aérienne est bien en dehors de l'eau. Une partie considérable de la fagne du plateau du Fays contient une zone humide où une grande partie des végétaux ont leurs pieds partiellement immergés, cette végétation est majoritairement représentée par les deux espèces suivantes :

a) La molinie

Présente essentiellement sur les hauts plateaux ardennais et notamment sur des argiles blanches, la molinie est une plante herbacée qui crée de vastes étendues presque monospécifiques sur des plateaux humides et tourbeux. Ce type de végétation recouvre au moins 50 % de son habitat. Elle est de couleur jaune paille en hiver et prend une couleur vert-bleu en été. Il a été observé que la molinie se trouve généralement dans la strate herbacée. Lorsque le milieu est trop humide, elle se fait remplacer par du jonc. (Biodiversité.wallonie).

b) Le jonc

Les plantes du genre *Juncus* sont des plantes herbacées vivaces ressemblant à des graminées et poussant dans des zones humides. Les espèces sont très nombreuses et difficilement différenciables. Dans le projet Nassonia, les joncs ont pu être observés à proximité de presque toutes les mares de l'échantillon. C'est une plante qui entre dans la catégorie des plantes de la strate amphibie car elle se trouve soit dans la mare lorsque l'eau n'est pas très profonde, soit dans une zone humide. (Aquaportail).

Partie théorique - Les espèces inventoriées

4) La strate aquatique

Cette dernière strate est composée de plantes ne se trouvant que dans le milieu aquatique et qui ne sont pas composées de parties aériennes. Ces plantes ont leurs racines en profondeur et prennent plus ou moins de place sur la surface totale.

a) Les potamots

La famille des Potamogetonacées est représentée partout dans le monde et se trouve dans les eaux douces généralement stagnantes. Il existe jusqu'à 90 espèces botaniques, sans compter les espèces hybrides. Cette plante est vivace et peut donc rapidement remplir une grande partie des plans d'eau où elle pousse. Ces feuilles vertes-rougeâtres flottantes sont un milieu très apprécié des grenouilles vertes qui ont pu être observées lors des inventaires, en particulier lors des chants nuptiaux. Le couvert qu'elle offre permet également de protéger une multitude d'organismes présents sous la surface de l'eau comme des alevins, des têtards et des tritons. (Aquaportail, 2019), (Passion bassin, 2023).

b) La callitriche

Aussi appelée « étoile d'eau » grâce à la répartition de ses feuilles, la callitriche est une plante herbacée aquatique rampant sur le sol ou sur la surface de l'eau. Elle est moins représentée que les potamots et est donc présente en plus petite quantité dans les bassins. Elle se retrouve cependant dans les nouvelles mares forestières, là où les potamots sont encore absents. Les amphibiens semblent favorablement présents dans ces végétaux et que certaines espèces déposent leurs œufs dans les feuillages, notamment le crapaud commun. (Aquaportail, 2019).

c) La lenticule

Cette plante flottante est très commune dans nos régions et recouvre une bonne partie des plans d'eau stagnante de petite taille. Lorsque les lenticules recouvrent la totalité de la surface de l'eau, il semblerait qu'une trop grande concentration de lenticule ne soit pas favorable à une grande population d'amphibien. En effet, la diminution de l'entrée des rayons du soleil dans l'eau rend le milieu moins accueillant pour de nombreuses espèces. (Aquaportail, 2009).

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

4. Réponses aux hypothèses

A. Hypothèse 1 :

« A la vue des différents besoins biologiques des espèces d'amphibiens, nous pouvons observer des tendances différentes selon le milieu. Les anoues seront plus fréquentes en milieux ouverts alors que les urodèles le seront dans les milieux forestiers. »

Cette partie théorique montre que, les grenouilles vertes sont les seules anoues recensées qui ont une nette préférence pour des mares plutôt ensoleillées. Cela veut également dire qu'elles peuvent se trouver dans des milieux forestiers où il y a un ensoleillement suffisant. En effet, un fort ensoleillement mêlé à une végétation bien développée produit un milieu propice à la présence de la grenouille lors de la saison de la reproduction et pour la ponte.

En ce qui concerne les espèces de tritons, celles-ci sont moins sélectives mais devraient avoir une plus grande appréciation des milieux forestiers. Il a été montré que la présence de végétation n'est pas autant importante que chez la grenouille verte, les dépôts végétaux des strates arbustives et arborescentes devraient suffire.

B. Hypothèse 2 :

« Les mares plus anciennes et ayant une végétation plus développée ont un intérêt pour les espèces d'anoues car celles-ci ont besoin de cette végétation pour la ponte. »

En effet, mis à part les grenouilles rousses qui pondent leurs œufs en amas au bord des cours d'eau, les crapauds communs et les grenouilles vertes se servent de la végétation aquatique pour y accrocher leurs œufs. Même si les pontes n'ont pas la même forme, il a été montré que la présence de végétation est vitale pour ces espèces.

C. Hypothèse 3 :

« La surface des plans d'eau a un effet sur la présence de certaines espèces d'amphibiens, selon l'espèce, une augmentation de la surface peut ne pas être intéressante. »

Cette caractéristique, selon les sources utilisées, ne devrait pas avoir d'impact significatif sur la présence de certaines espèces. Cependant, il serait compréhensible que la taille de la population augmente avec la taille des surfaces d'eau et du nombre de micro-habitats.

D. Hypothèse 4 :

« Selon les espèces d'odonates, la présence est modifiée selon la surface de la mare. Les individus plus mobiles ont un nombre constant en fonction de la surface alors que les plus fragiles ont une présence variable. »

La théorie introduite montre que les espèces d'anisoptères sont plus territoriales que les espèces de zygoptères. Il est donc probable que le nombre de libellules soit plus constant même si la surface des mares augmente et que ce nombre soit plus petit que celui des demoiselles, plus petites et moins territoriales.

E. Hypothèse 5 :

« Les mares les plus jeunes attirent certaines espèces pionnières, cet attrait diminuera avec le temps, d'autres espèces prendront alors leur place. »

Pour les amphibiens, les tritons palmés et alpestrès arriveront en premier, la description réalisée permet de d'avancer que ces espèces nécessitent moins de végétation que d'autres espèces. Il serait donc normal de les voir coloniser des plans d'eau. Un aspect important est que, si certaines jeunes mares se trouvent avoir un pH trop bas, il est possible que certaines de ces espèces d'amphibiens ne se trouvent pas dans les bassins.

Pour les odonates ce seront probablement les agrions jouvencelles et portes-coupe qui coloniseront en premier les surfaces d'eau. Cependant, les mares les plus jeunes ayant déjà quelques années, il est possible que les résultats ne montrent pas de résultats significatifs.

Partie pratique

Dans cette partie pratique, nous allons d'abord passer en revue les différentes méthodologies utilisées, en commençant par l'inventaire des mares. Celui-ci est très important car il a non seulement permis de localiser précisément les mares enregistrées mais également de connaître leur âge, le type de milieu dans lequel chacune évolue ainsi que leurs surfaces pour réaliser un échantillon.

1. Méthodologie

A. Catégorisation des mares

1) But et principe de l'échantillonnage

Le but de cet échantillonnage est de construire un panel de mares à inventorier tout en restant fidèle à la réalité du terrain. Le principe est donc de déterminer le nombre de mares connues et déjà localisées sur le territoire de Nassonia via les données fournies par Ecofirst et le DNF et de déterminer lesquelles seront incluses dans l'échantillon.

2) Matériel

Utilisation du logiciel QGIS, des données fournies par les maitres de stage ainsi que le logiciel QField afin de réaliser l'inventaire des surfaces des mares forestières creusées en 2021.

3) Mode opératoire

L'échantillonnage des mares à inventorier a débuté par la réception de la position de celles-ci via des couches shapefiles fournies puis introduites sur le logiciel QGIS. Ces données se trouvant sous deux types de couches différents. Dans un premier temps, il a été nécessaire de mettre ces données sous le même type. Les mares les plus jeunes étant localisées grâce à des points et non des polygones, nous nous sommes rendus une première fois sur le terrain afin de géolocaliser fidèlement chacune d'elles grâce à l'application QField.

La position des polygones a été vérifiée avant de réaliser la première sortie de terrain afin de déterminer si cela correspondait aux positions exposées via images satellite. L'imagerie utilisée pour cette partie est « Esri Imagery » étant donné que l'orthophotoplan de 2022 n'était pas encore disponible et que l'orthophotoplan daté de 2021 ne permettait pas de voir toutes les mares.

Cette première sortie a permis la prise en main le logiciel QField. Cet outil a permis d'avoir les informations de QGIS sur le terrain en plus de pouvoir ajouter et modifier des objets sur les couches avec précision grâce aux données GPS.

Une fois les mesures effectuées, le fichier contenant les modifications est transféré à l'ordinateur. En réouvrant QGIS, cette nouvelle couche est fusionnée avec la couche principale ainsi, sur une seule couche, toutes les mares recensées sur le territoire du projet Nassonia.

Une fois la géolocalisation faite et les mares numérotées, la surface et le périmètre sont calculés selon les polygones, à l'aide de la calculatrice de champs se trouvant dans la table d'attribut. Un rapport de ses deux valeurs est calculé pour obtenir la surface de contact de chaque mare afin d'observer un potentiel lien entre la présence d'animaux et cette surface de contact.

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

Pour l'âge des mares, l'année de création était soit déjà connue, notamment pour les mares forestières ou inscrites dans la table d'attribut initiale pour certaines mares plus anciennes. Pour celles où ces dates n'étaient pas connues, la datation a été réalisée sur base de consultation des orthophotoplans.

Pour réaliser un échantillon fidèle à ce que l'on retrouve sur le terrain, les mares à inventorier ont été choisies manuellement pour les raisons suivantes :

Tout d'abord, vu le nombre restreint de mares en milieu forestier, leur dispersion sur le territoire et le faible ratio entre mares en milieu forestier et mares en milieu ouvert, elles ont toutes été introduites dans l'étude.

Ensuite, un échantillonnage aléatoire et stratifié via le logiciel Excel ne permettant pas de veiller à la bonne dispersion des mares sur tout le territoire et donc à la représentativité de l'échantillon au niveau spatial. Pour terminer, certaines mares étant creusées en chapelet, il est recommandé dans ces cas-là de s'assurer que seulement certaines de ces mares ne soient prises en compte dans l'étude, ce qui est le cas des mares se trouvant au lieu-dit : chemin Lardinois.

Une fois cet échantillon réalisé, il a été nécessaire de consulter les agents DNF que l'accès aux mares soit intéressant et possible. Leur connaissance du terrain a été utile afin de mieux inventorier et interpréter les mares.

4) Résultats

Comme énoncé en partie théorique, les cartes n°9 et n°10 montrent respectivement les 120 mares géolocalisées et les 49 mares présentes dans l'échantillon final.

Partie pratique - Méthodologie

B. Inventaires

Différents inventaires ont été réalisés lors de ce stage : trois inventaires concernant la faune présente dans les mares et un inventaire botanique.

1) Inventaires faunistiques

a) Inventaire des amphibiens

But et principe de l'inventaire

Le but de cet inventaire est le recensement des espèces d'amphibiens présentes dans un échantillon des mares du projet Nassonia, durant l'année 2023, grâce à des captures à l'aide de nasses à tritons et des photos.

Le principe est de déterminer le nombre d'espèces différentes d'amphibiens présentes dans chaque mare. Grâce aux données récoltées lors de l'échantillonnage des mares et celles fournies par le DEMNA, l'objectif de déterminer si certains facteurs tels que l'âge, le milieu et la surface du point d'eau ont un impact sur la présence des dites espèces grâce à des données diffuses dans le temps.

Matériel

Nasses à triton en inox fournies	Gel hydroalcoolique	Eau
Clé de détermination des amphibiens adultes et des larves/têtards	Bottes	QField
Appareil photo Sony RX10IV	Bacs en plastiques	Pinceau
Solution de Virkon diluée à 1%	Pulvérisateur de 5 litres	Brosse

Mode opératoire

L'inventaire des amphibiens a été réalisé en trois phases réparties tout au long du stage. La première de celles-ci s'est déroulée les 17 et 18 avril 2023 pour noter la présence de traces de prédation, d'œufs et de quelques individus observés. Ce premier passage n'étant pas très précis et consistant, nous avons décidé de ne pas inclure les résultats, trop peu précis et peu nombreux.

La seconde phase de cet inventaire a duré deux semaines, du dimanche 7 mai 2023 au soir, pour la pose des premières nasses, au vendredi 19 mai 2023. Elle s'est traduite par le premier passage réalisé avec des nasses, mises à disposition par Ecofirst, selon le processus suivant :

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

- Nettoyage du matériel et vêtement ; enlèvement de potentiels éléments de contamination d'une mare à une autre.
- Identification du lieu idéal de placement de la nasse (eau peu profonde, sans abondance de végétation).
- Mise à l'eau des nasses en fin d'après-midi, l'entonnoir est placé afin de toucher le fond de la mare et pour que le côté supérieur de la nasse soit à l'air libre. Selon la taille de la mare et la diversité d'habitats, le nombre de nasse varie.
- En arrivant sur site le lendemain :
 - Prendre une photo dos au sud pour éviter un contre-jour à toute heure de la journée et avoir une systématisation de l'orientation de toutes.
 - Prendre une photo du numéro attribué à la mare.
 - Récupérer la nasse le matin ou en début d'après-midi.
- Ouvrir la nasse par la trappe se trouvant sur le dessus, attraper les amphibiens et macroinvertébrés pour les placer dans des bacs en plastique.
- Identification par clés de détermination
 - Les amphibiens ont été identifiés grâce à deux livres : l'un portant sur l'identification des adultes, l'autre ayant été conseillé par le DEMNA lors d'une réunion préparatoire à ce travail, et davantage spécialisé sur les pontes et les têtards et larves.
 - Les macroinvertébrés capturés seront placés dans des bacs en plastique blancs grâce à des pinceaux et ont été pris en photos.
- Prendre des photos de la capture et des individus.
- Remettre les animaux à l'eau.
- Se désinfecter les mains après les manipulations.
- Entre chaque site :
 - Retirer les boues et végétaux du matériel.
 - Désinfecter avec la solution avec le Virkon à 1% et laisser sécher 5 minutes.
 - Rincer le matériel et le laisser s'égoutter.
- En prévision de l'inventaire, un formulaire d'attributs a été créé sur QGIS permettant, une fois le projet transféré sur QField, d'entrer les données relatives aux captures telles que le numéro de la mare, les espèces capturées, le nombre d'individus, s'il y a présence d'œufs, de cadavres et une zone pour ajouter des commentaires.

La troisième phase s'est déroulée durant deux semaines également, du dimanche 4 juin 2023 jusqu'au 19 juin 2023. Cette dernière session d'inventaire a pour but de vérifier si la répartition entre les espèces est constante. Ce troisième passage s'est fait en parallèle du premier inventaire des odonates, les mares visitées étaient les mêmes afin de perturber au minimum les populations.

Partie pratique - Méthodologie

Préparation de la solution désinfectante

Une solution désinfectante a été utilisée afin de ne pas transmettre la contamination des champignons pathogènes *Batrachochytrium dendrobatidis* et *salamandrivorans*, la Chytridiomycose, particulièrement virulente pour les salamandres et les tritons. Nous l'avons préparée selon les étapes suivantes :

Matériel

Poudre de Virkon
Verre doseur

Balance de cuisine
Pulvérisateur de 5 litres

Mode opératoire

- Peser 50 grammes de poudre de Virkon ;
- Introduire la poudre dans un récipient contenant de l'eau pour la dissoudre.
 - Dissolution préalable importante car la solution mousse abondamment si l'eau est trop vite introduite.
- Verser le contenu dans le réservoir du pulvérisateur et mettre un trait. Agiter doucement pour dissoudre complètement la solution.
- Le produit se conserve quelques semaines, il aura perdu de son efficacité lorsque la coloration rose aura disparu.

b) Inventaire des odonates

But et principe de l'inventaire

Cet inventaire a pour but le recensement des espèces d'odonates présentes dans un échantillon des mares du projet Nassonia durant l'année 2023 grâce à des sessions de photographies à des périodes propices.

Le principe est la détermination du nombre d'espèces différentes d'odonates présents dans chaque mare et, grâce aux données récoltées lors de l'échantillonnage des mares et celles récoltées lors des précédents inventaires, la détermination de l'impact de certains facteurs tels que l'âge, le milieu et la surface sur la présence des dites espèces.

Matériel

Appareil photo Sony RX10iv

Boites en plastique transparent

Filets

Mode opératoire

L'inventaire des espèces d'odonates s'est également déroulé à différentes périodes et pendant des journées propices à la présence de ces insectes à proximité des mares (soleil, peu de vent). Dans un premier temps, l'inventaire s'est réalisé en même temps que la deuxième phase d'inventaire des amphibiens. La deuxième phase s'est quant à elle déroulée du vendredi 7 juillet 2023 au 18 juillet 2023, mais cette fois-ci, la météo n'étant pas toujours adéquate, il a été nécessaire de décaler certains jours afin de s'assurer de bons résultats.

Les deux inventaires ont également suivi un mode opératoire que voici :

- Prendre une photo du numéro de la mare visitée pour l'identifier ;
- Se déplacer autour de la mare pour observer les insectes se trouvant soit en vol, soit dans la végétation.

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

- Dans un premier temps, capturer les odonates avec le filet et prendre des photos des insectes capturés. Une fois l'identification maîtrisée, une simple observation ou photo est suffisante pour l'identification ;
- Les données ont été encodées sur l'application QField pour ensuite être ajoutées sur QGIS et, enfin, être transférées dans un fichier Excel pour analyse. Le formulaire a été réalisé selon le même principe que celui des amphibiens ;

2) Inventaire botanique

• But et principe de l'inventaire

Le but de cet inventaire est de recenser les espèces de végétaux présents dans un rayon de 5 mètres autour des berges des mares ainsi que la végétation se trouvant dans le milieu aquatique. Les strates déterminées sont l'arborescente, l'arbustive, l'herbacée et l'aquatique.

Le principe de la détermination de la diversité de végétaux, présente dans et à proximité des mares, est que certaines espèces d'animaux, ayant besoin de végétation pour la ponte et pour la chasse, la présence ou non de végétaux pourra donner une idée de la présence de certaines espèces même avant les inventaires.

c) Matériel

Utilisation de l'application PlantNet pour les espèces non connues.

d) Mode opératoire

Pour chaque strate, toutes les espèces présentes ont été identifiées et prises en photo. Ces données pourront, au terme du travail, permettre de déterminer le nombre d'espèces présentes autour de chaque mare et ainsi déterminer la diversité botanique.

Les espèces rencontrées ont été encodées sur l'application QField puis compilées dans un fichier Excel, pour analyse, selon le même principe de formulaire que précédemment.

2. Résultats

Lors des 30 jours de terrains nécessaires à la réalisation de ces trois groupes d'inventaires et grâce à l'aide des 5 personnes qui m'ont accompagné sur le terrain, c'est un total de 711 points de localisation qui ont été placés sur les 1.684 hectares que représentent le projet Nassonia.

A. Mares

1) Comparaison des résultats de la population de mares et de l'échantillon

L'inventaire préalable de toutes les mares du projet a, comme expliqué plus tôt dans ce document, permis de collecter des données afin de réaliser un échantillon représentatif de la réalité. Pour ce faire, trois points caractéristiques des mares du projet, le milieu d'implantation, la surface et l'âge, ont été choisis et comparés pour réaliser cet échantillonnage. Dans cette partie seront comparées les données obtenues avant et après l'échantillonnage.

a) Proportion des milieux d'implantation

Les premières caractéristiques permettant de réaliser le début de notre échantillon sont les milieux dans lesquels sont implantées les mares.

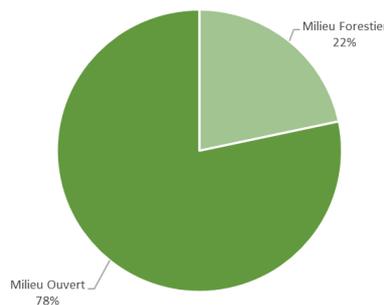


Figure 26 : Les implantations des mares du projet Nassonia se situent en grande majorité (78%) dans des milieux ouverts ;

Grâce à ces données, la construction de l'échantillon a été réalisée. La figure 27 montre un rapport similaire entre la population et l'échantillon.

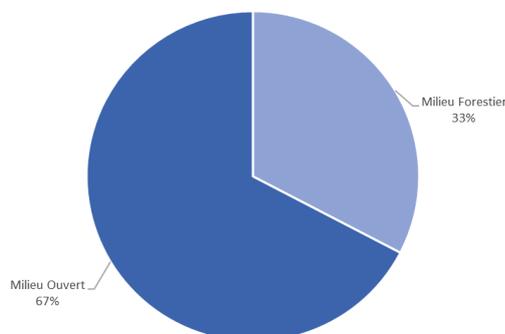


Figure 27 : L'implantation des mares dans l'échantillon est toujours majoritairement en milieu ouvert (67%) ;

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

b) Répartition des surfaces

Le deuxième jeu de données important permettant d'avancer dans l'élaboration de l'échantillon de mares à inventorier est la distribution des surfaces des plans d'eau. En effet, lors des divers travaux de création de mares, plusieurs surfaces différentes ont été creusées afin de créer le plus de diversité possible.

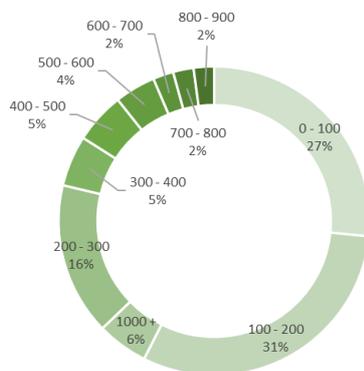


Figure 28 : La répartition des surfaces des mares de la population implantées en milieux ouverts est très variée. 74% des mares de *Nassonia* ont une surface de 0 à 300 m²

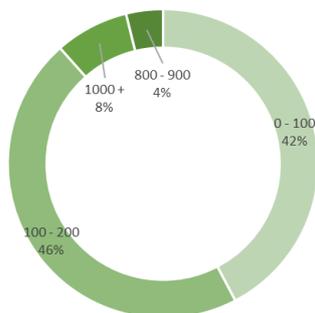


Figure 29 : La répartition des surfaces des mares de la population implantées en milieux forestiers est moins variée qu'en milieux ouverts. Cela est dû au faible nombre de mares forestières implantées pour le moment.

Partie pratique - Résultats

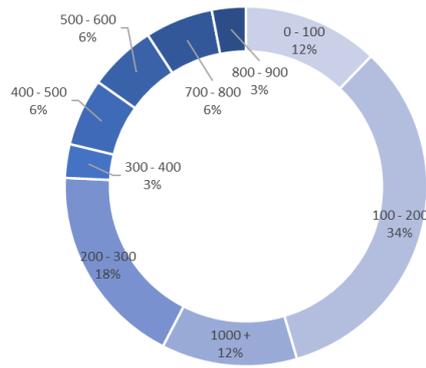


Figure 30 : La répartition des surfaces des mares dans l'échantillon implantées dans les milieux ouverts est également diversifiée. 64 % des mares échantillons ont une surface entre 0 et 300 m².

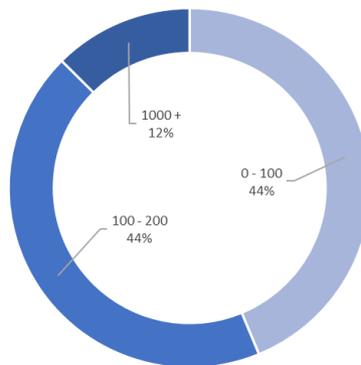


Figure 31 : La répartition des mares dans l'échantillon implantées dans les milieux forestiers n'est pas très élargie. Cela reflète encore le nombre plus restreint de mares forestières.

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

c) Répartition de l'âge

La dernière caractéristique qui a été interprétée correspond à l'année à laquelle chaque mare a été creusée. Cette dernière caractéristique est importante car elle pourra, selon les résultats, aider à créer de nouvelles mares si des variations de populations sont observées par rapport à ce critère. L'atterrissement inéluctable des mares au fur et à mesure modifie la végétation mais aussi la surface d'eau libre disponible. Ces deux variations doivent nécessairement avoir de l'influence sur la présence et la diversité des espèces.

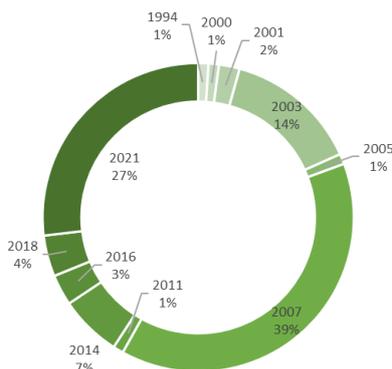


Figure 32 : La distribution des années d'implantation des mares de la population se trouvant en milieux ouverts montre que celles-ci proviennent majoritairement du projet LIFE Tourbière (2003 - 2007) et de PwDR de 2021.

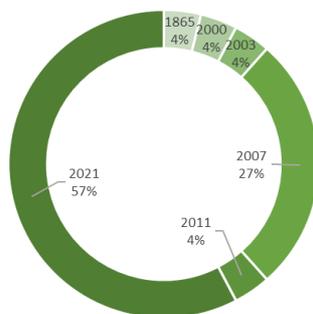


Figure 33 : La distribution des années d'implantation des mares de la population se trouvant en milieux forestiers est une nouvelle fois moins importante qu'en milieux ouverts. La majorité de celle-ci est représentée par de nouvelles mares, créées lors d'un PwDR.

Partie pratique - Résultats

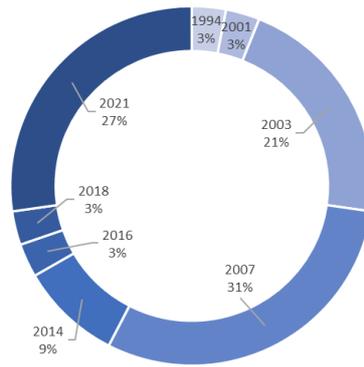


Figure 34 : La distribution des années de création des mares échantillons implantées en milieux ouverts est représentative de la population.

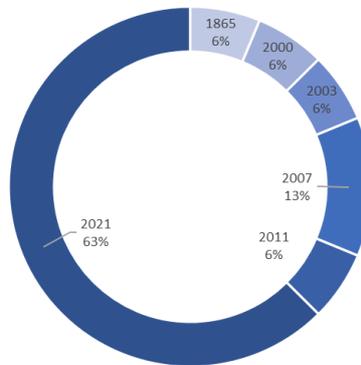


Figure 35 : La distribution des années de création des mares échantillons implantées en milieux forestiers est également représentative de la population et toujours moins fournie qu'en milieux ouverts.

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

B. Amphibiens

1) Données brutes amphibiens

Ce premier graphique en figure 36, montre les résultats obtenus lors des jours d'inventaires de terrains consacrés à l'inventaire d'amphibiens. Il permet déjà de se rendre compte des espèces d'amphibiens les plus fréquemment capturées et observées.

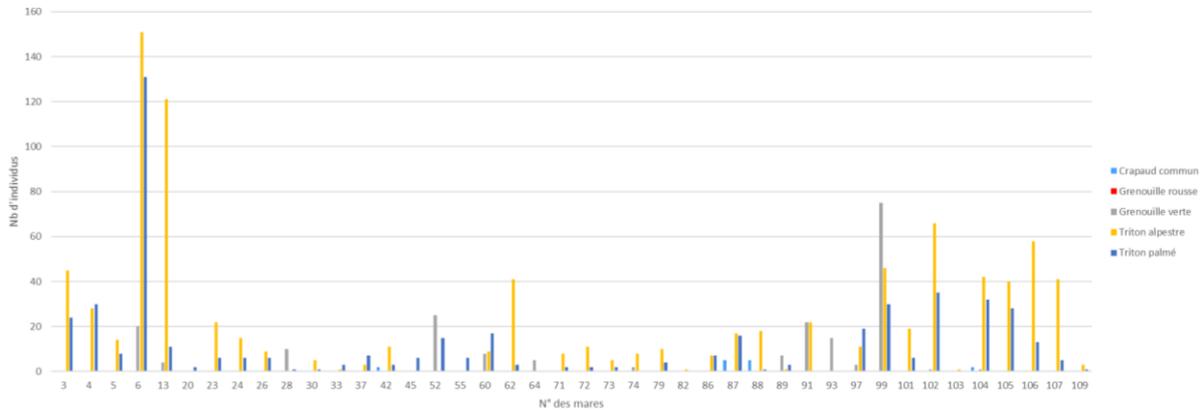


Figure 36 : Somme des amphibiens capturés/observés lors des inventaires dans chaque mares inventoriées.

Il est important de préciser que, pour la figure 37 présentée ci-dessous, les deux espèces de tritons ont été capturées à l'aide de pièges alors que les grenouilles vertes ont été uniquement observées et photographiées à l'exception de quelques individus isolés. Le dénombrement n'a donc pas la même précision.

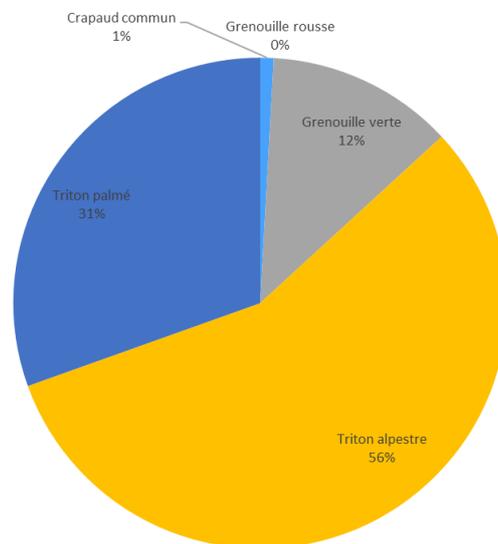


Figure 37 : Proportion de la diversité des espèces lors des captures et des observations. Le triton alpestre est le plus courant (56 %), suivi par le triton palmé (31 %) et la grenouille verte (12 %).

Partie pratique - Résultats

2) Données milieux

Dans le diagramme de la figure 38, les données récoltées montrent que les grenouilles vertes ont une nette préférence pour les milieux ouverts alors que pour les tritons, ce graphe semble nous montrer qu'aucune préférence n'est réellement présente.

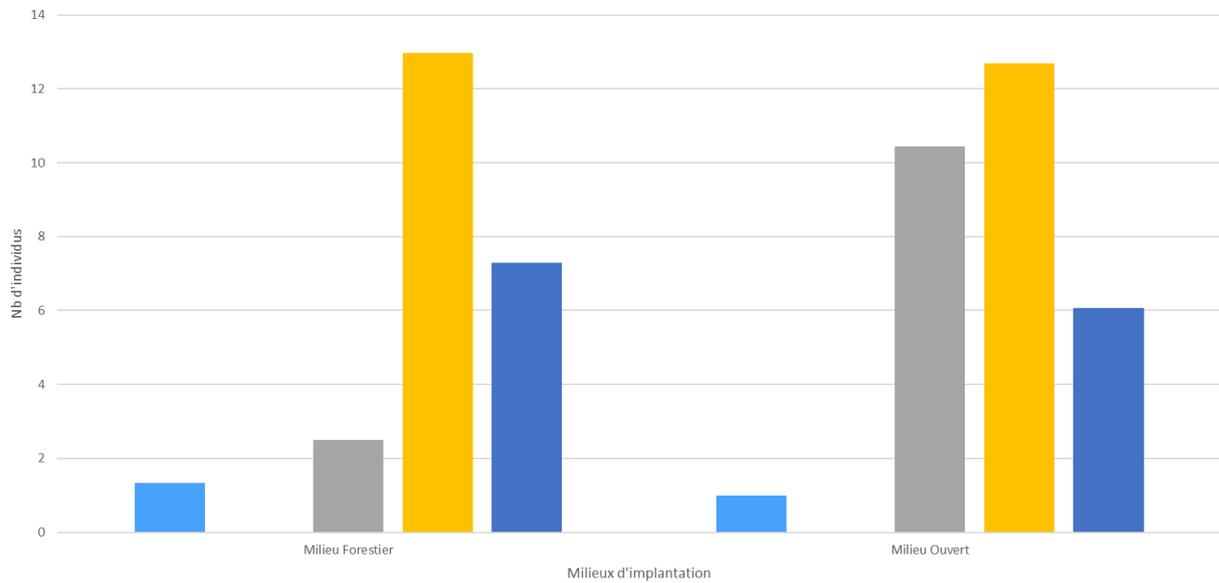


Figure 38 : Comparaison des moyennes des captures/observations d'amphibiens dans les différents milieux.

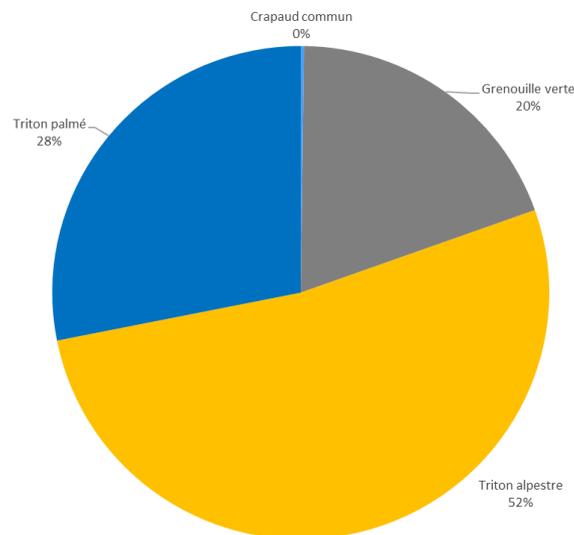


Figure 39 : Rapport des captures/observations d'amphibiens dans les mares échantillons en milieux ouverts.

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

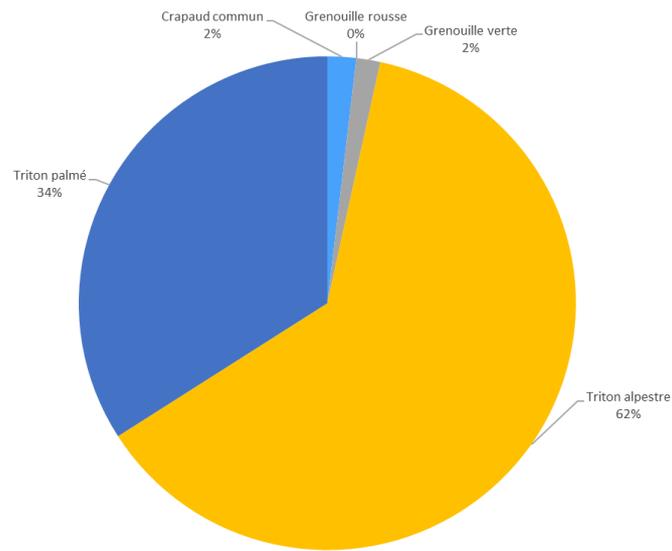


Figure 40 : Rapport des captures/observations d'amphibiens dans les mares échantillons en milieux forestiers.

Partie pratique - Résultats

3) Données surfaces

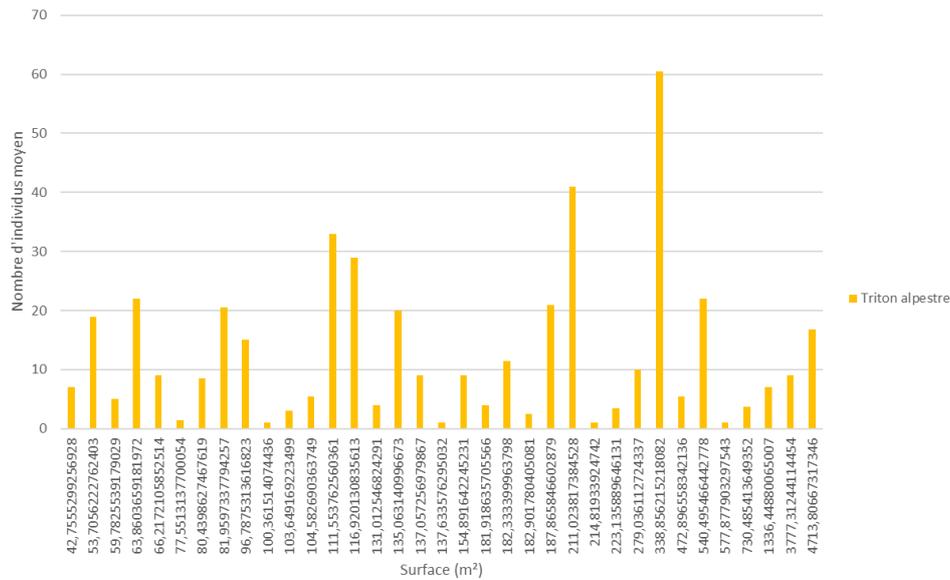


Figure 41 : Nombre moyen de tritons alpestres capturés par rapport à la surface des mares. La tendance des population est plutôt stable, d'autres critères doivent jouer sur le nombre capturés.

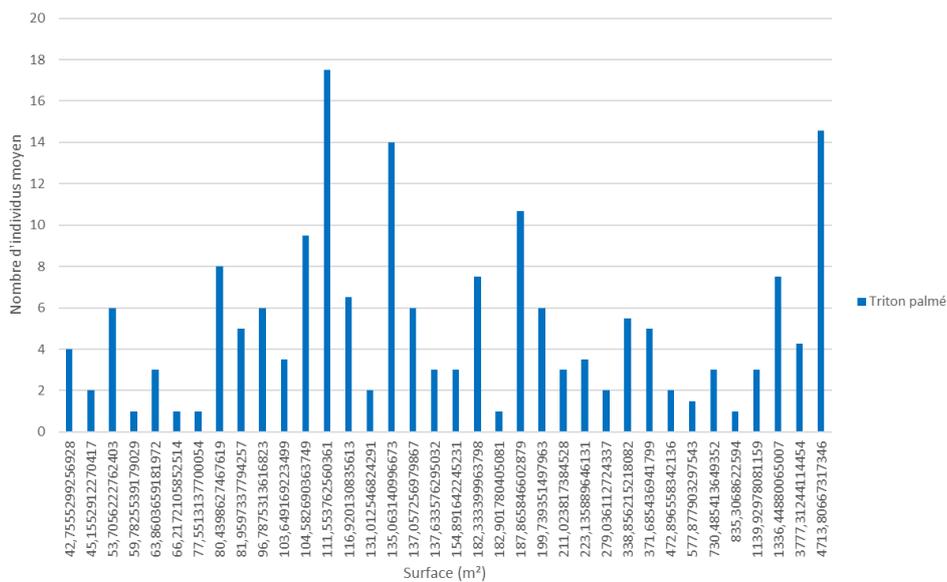


Figure 42 : Nombre moyen de tritons palmés capturés par rapport à la surface des mares. Une préférence pour les mares de 80 à 200 m² se dessine.

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

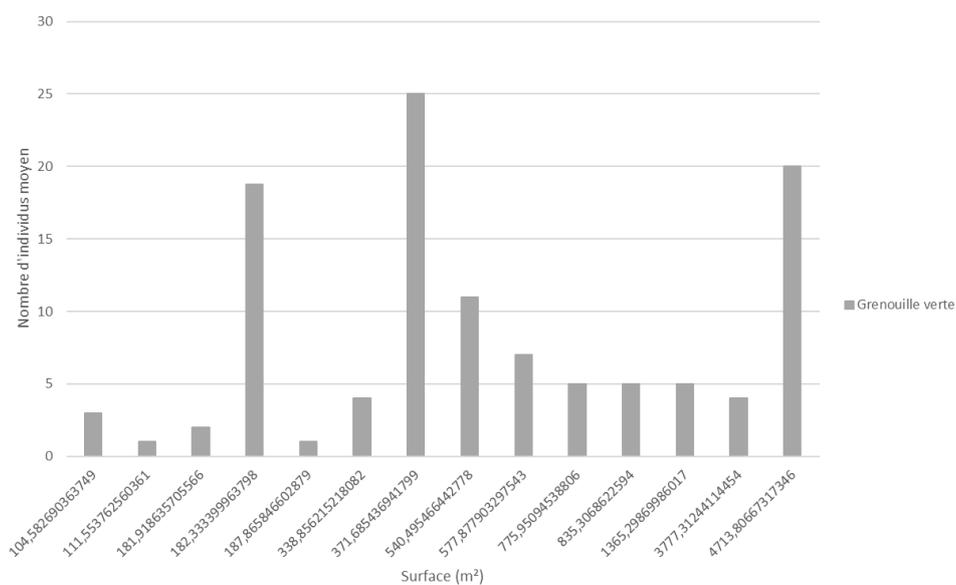


Figure 43 : Nombre moyen de grenouilles vertes observées par rapport à la surface des mares. Il semblerait que les populations ne sont pas très importantes dans les mares les plus petites.

Dans la figure 41, un pic important se dessine dans les résultats du triton alpestre. Ce pic peut s'expliquer par une préférence notable des mares de ce gabarit mais également par des résultats de capture semblant aberrant car, dans la mare n°13, une capture de 121 tritons alpestres a été faite le 10/05/2023. Ces résultats sortent complètement de la moyenne et pourraient donc fausser les résultats obtenus.

Partie pratique - Résultats

4) Données âges

L'histogramme de la figure 42 montre que, les deux espèces de tritons sont plutôt pionnières. En effet, ces espèces sont présentes en quantité dans les mares les plus jeunes. Les populations sont plutôt stables dans le temps, pour les données des mares de 2014, étant donné qu'une seule mare de 2014 n'a donné de résultats, la moyenne est égale au nombre de tritons et de grenouilles observées. Dans le cas des grenouilles vertes, cet histogramme montre que ces amphibiens sont plus présents dans les mares plus anciennes. Il peut donc exister une corrélation entre ces résultats et le développement de la végétation dans les mares.

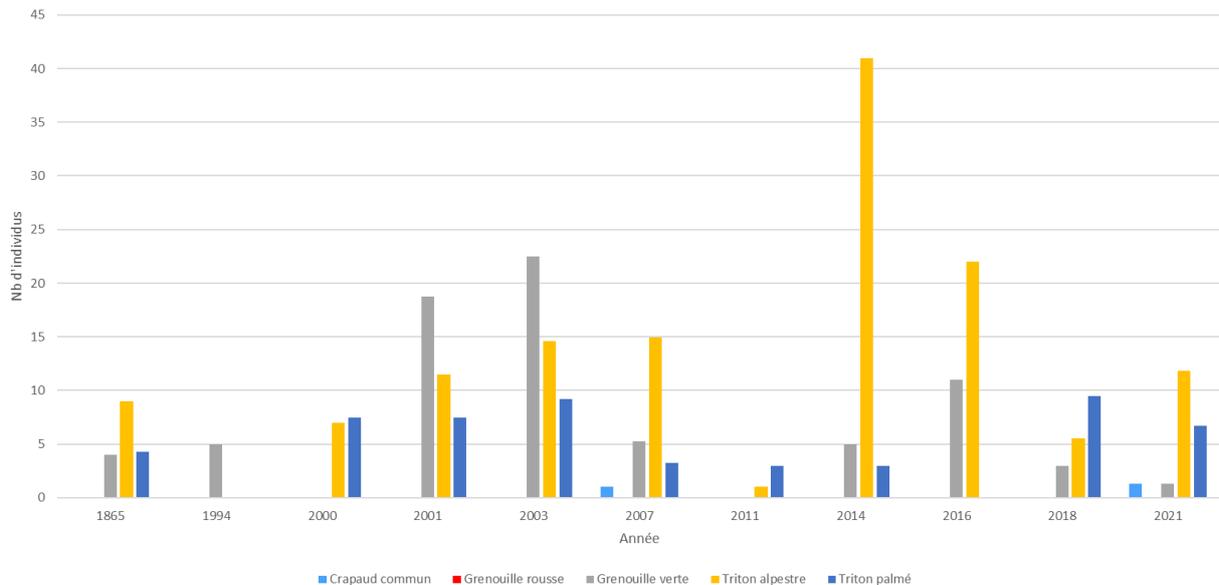


Figure 44 : Comparaison des moyennes des captures des espèces d'amphibiens dans les mares de l'échantillon.

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

C. Odonates

1) Données brutes odonates

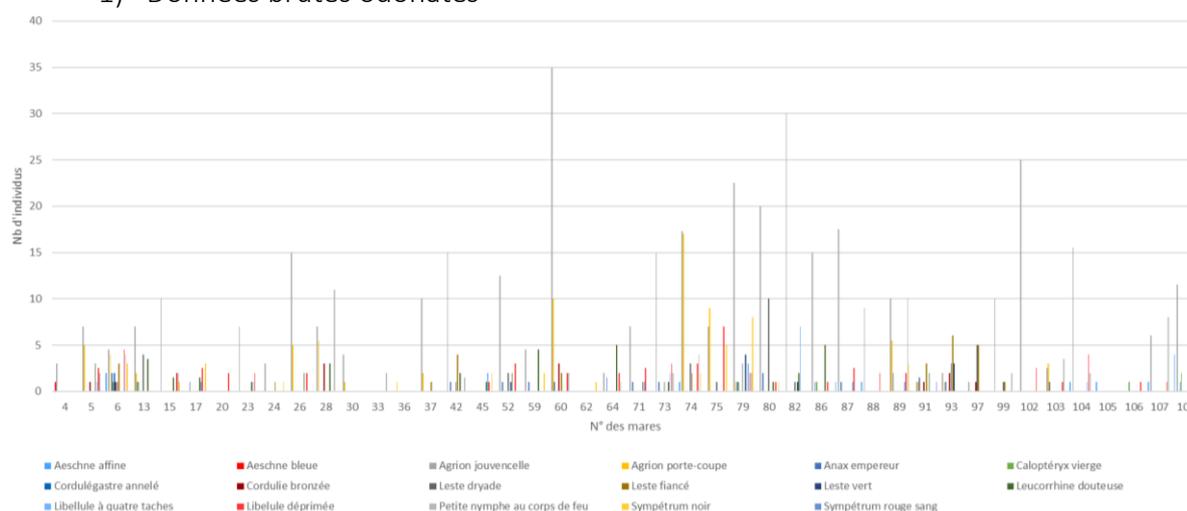


Figure 45 : Moyenne du nombre d'individus de chaque espèce d'odonates observées à proximité de chaque mares de l'échantillon.

La figure 43 montre la proportion des espèces d'odonates à proximité des mares. Cette figure permet d'observer que les espèces les plus courantes sont l'agrion jouvencelle et l'agrion porte-coupe. Les autres espèces ont une présence assez homogène.

2) Données milieux

L'histogramme de la figure 44 montre encore une fois une forte présence des agrions jouvencelle et porte-coupe dans les deux milieux. Il est également possible de remarquer que les Lestes dryades et les Lestes verts n'ont pas été inventoriés en milieux forestiers, tout comme les deux espèces de sympétrum. L'Aeschna bleue n'a quant à elle été observée qu'une seule fois, en milieu forestier.

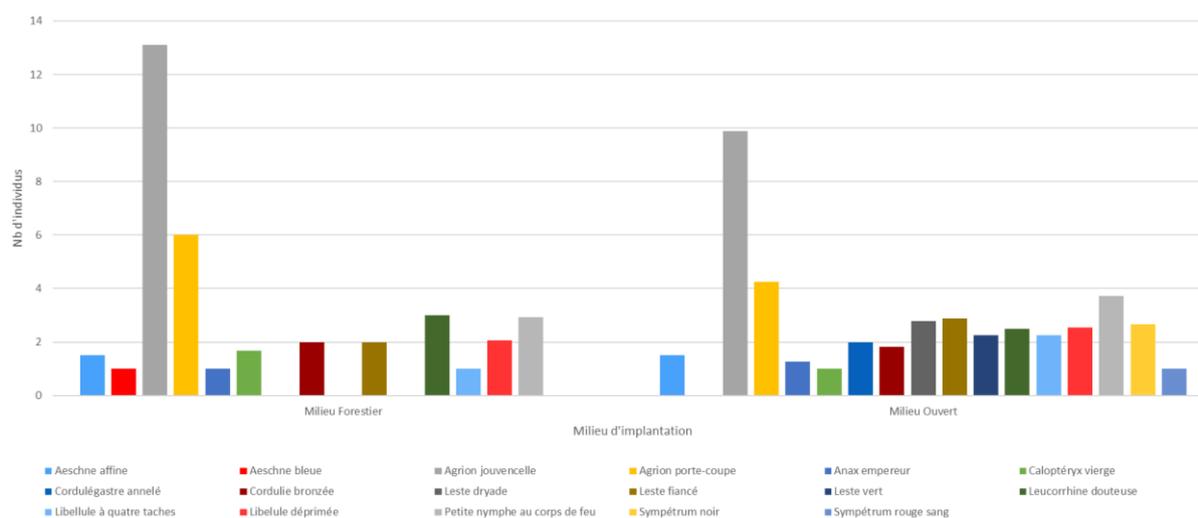


Figure 46 : Comparaison de la présence de chaque espèce selon les milieux d'implantation des mares échantillons.

Partie pratique - Résultats

3) Données surfaces

La figure 47 ne permet pas d'affirmer que certaines surfaces d'eau sont plus importantes que d'autres. La présence des espèces est encore homogène, les perturbations des observations peuvent être d'origine extérieures (météo, température, période).

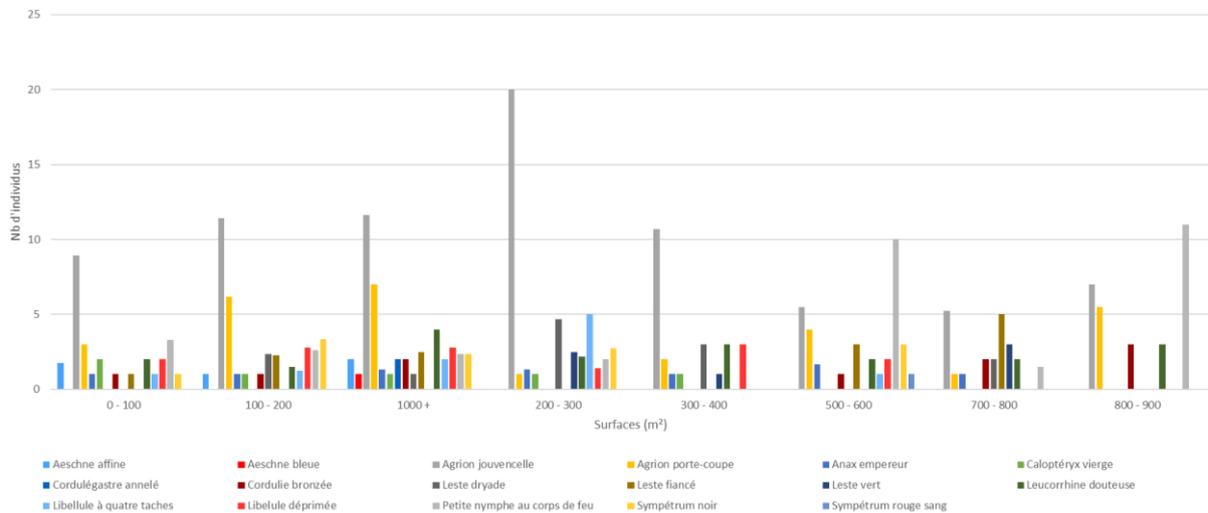


Figure 47 : Comparaison de la présence de chaque espèce d'odonates selon les surfaces des mares de l'échantillon.

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

4) Données âges

La figure 48 montre que, une plus grande diversité d'espèces est visible dans les mares présentes depuis 2003 – 2007 (mares du LIFE Tourbière). Les mares de 2021 hébergent également beaucoup d'espèces, tout comme les mares les plus anciennes. Le manque d'observation dans les autres mares peut être causé par des éléments extérieurs (météo, température, période) et/ou par le fait que les mares créés lors de ces années sont moins présentes dans l'échantillon.

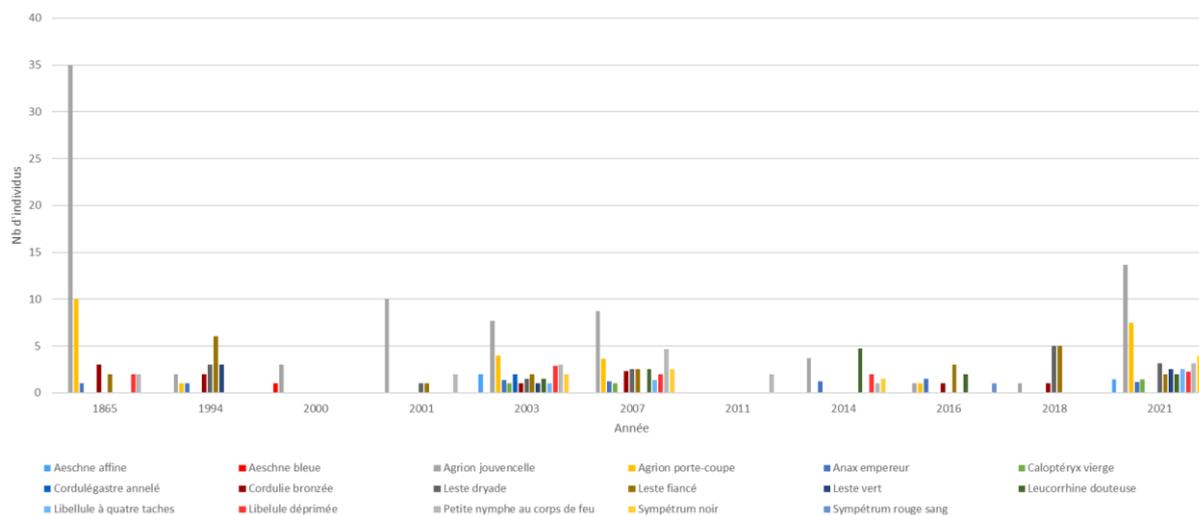


Figure 48 : Comparaison de la présence de chaque espèces selon l'année de création des mares de l'échantillon.

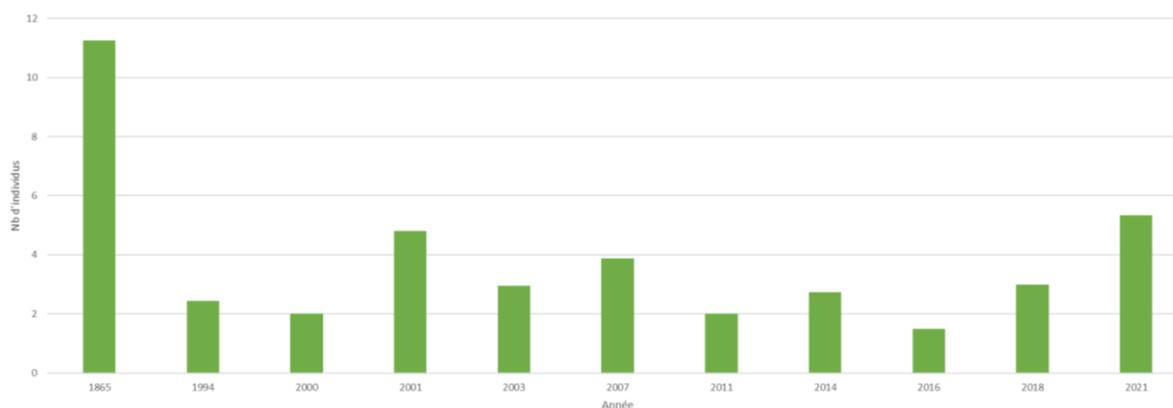


Figure 49 : Moyenne du nombre d'individus observés par rapport à l'âge des mares de l'échantillon. L'étang du CRIE (1865) à le plus d'individus observés (agrions jouvencelles), le reste est assez homogène.

3. Discussion

Dans cette dernière partie, des discussions vont être introduites via les différentes hypothèses posées au début de ce document. Ces discussions s'appuieront sur la théorie explorée et sur les résultats obtenus lors des inventaires réalisées sur le terrain.

A. Hypothèse 1 :

« A la vue des différents besoins biologiques des espèces d'amphibiens, nous pourrions observer des tendances différentes selon le milieu. Les anoures seront plus fréquentes en milieux ouverts alors que les urodèles le seront dans les milieux forestiers. »

La figure 38 montre les résultats obtenus lorsque l'on réalise une moyenne des captures d'amphibiens par rapport aux milieux d'implantation déterminés. Cet histogramme montre que les grenouilles vertes ont une préférence nette en ce qui concerne les mares des milieux ouverts, celles-ci étant plus exposées au soleil, elles offrent un environnement optimal pour cette espèce.

Cette même figure montre que les tritons alpestres et palmés ne montrent pas de préférence en ce qui concerne l'implantation des mares. Il est également possible de constater que les tritons alpestres sont plus courants que les tritons palmés. Cependant, il est important de mettre en avant que la mare n°13, identifiée comme se trouvant en milieu ouvert bien que se trouvant à proximité d'une forêt, a donné des résultats surprenant lors de la capture de tritons ; 121 tritons alpestres et 11 palmés. De plus, les conditions météorologiques survenues lors des captures de la dernière session ont sans aucun doute eu une incidence sur les résultats obtenus, voir la figure 49 ci-dessous et l'annexe 3 :

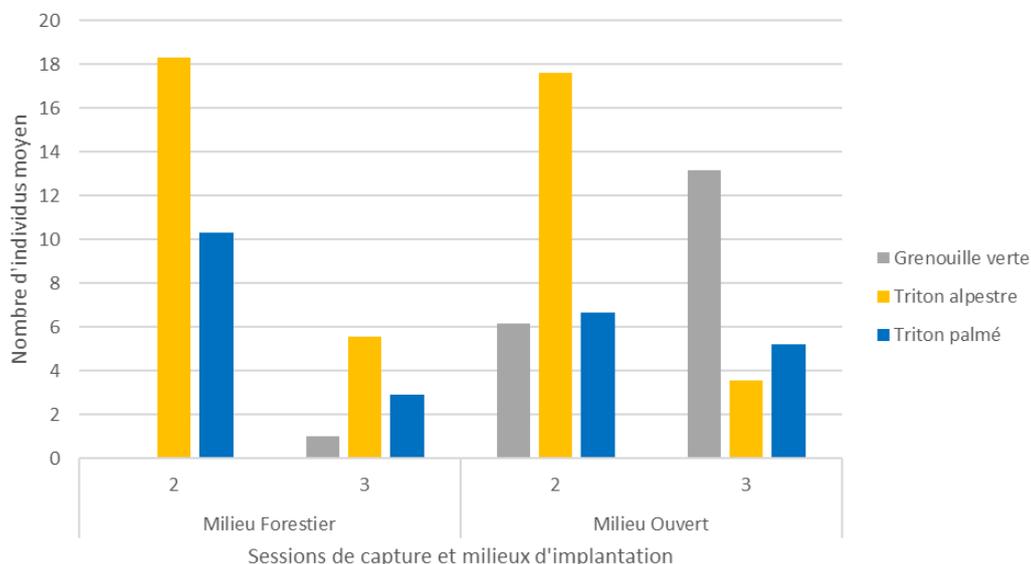


Figure 50 : Moyenne d'individus capturés par milieux lors de chaque session. Une influence non négligeable de l'absence de précipitations pendant 5 semaines sur la population de tritons. Diminution de 60 et 80 % des captures de tritons alpestres et de 72 et 23 % pour les tritons palmés.

En comparant les périodes de reproduction des espèces et les sessions de captures, il est possible d'affirmer que les conditions météo et donc la baisse de la quantité d'eau dans les mares sont les seuls facteurs observés à avoir eu un impact sur les résultats obtenus.

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

B. Hypothèse 2 :

« Les mares plus anciennes et ayant une végétation plus développée ont un intérêt pour les espèces d'anoures car celles-ci ont besoin de cette végétation pour la ponte. »

Comme l'a introduit la théorie, certaines espèces d'anoures semblent être plus présentes dans les mares creusées il y a plusieurs années. En effet, l'importance d'une colonisation végétale des mares pour la ponte est très importante pour les crapauds communs (même si ceux-ci ont été peu observés) et les grenouilles vertes. Ces espèces utilisent la végétation aquatique pour y accrocher leurs œufs en forme de filament pour les crapauds et sous forme d'un amas pour les grenouilles vertes. En isolant les données récoltées concernant l'observation des grenouilles vertes dans les milieux ouverts, il est en effet possible de remarquer une tendance de l'importance d'une mare développée pour cette espèce.

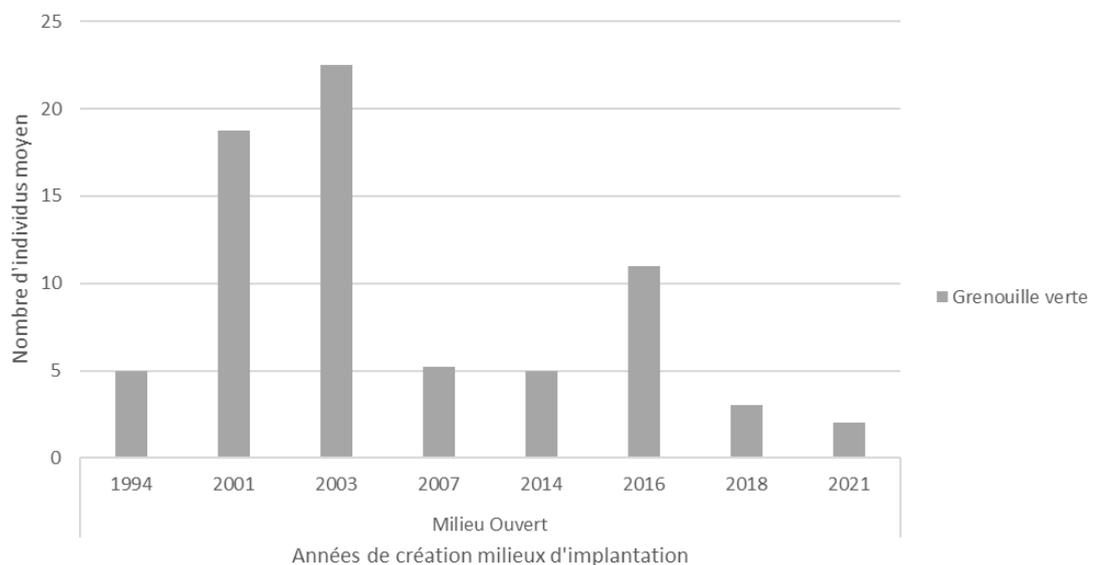


Figure 51 : Nombre moyen de grenouilles vertes observées par rapport à l'année de création des mares des milieux ouverts.

Cette tendance ne serait probablement pas observable si une population de grenouilles rousse suffisante avait été observée. En effet, à cause de la ponte spécifique à cette espèce, une prédation trop importante met en danger l'espèce qui pond sur le fond de l'eau, à proximité du rivage, dans de petites profondeurs.

C. Hypothèse 3 :

« La surface des plans d'eau a un effet sur la présence de certaines espèces d'amphibiens, selon l'espèce, une augmentation de la surface peut ne pas être intéressante. »

Pour le triton alpestre, la figure 41 ne montre pas de tendance particulière. En ajoutant la caractéristique des milieux afin d'affiner les résultats, nous pouvons observer dans la figure 51 que les mares forestières ont des populations plus grandes que dans les milieux ouverts pour une même surface. Cela met en évidence que, pour une même surface d'eau, cette espèce aura une population plus importante dans un milieu forestier. Etant donné qu'en dehors de leurs périodes de reproductions, les tritons alpestres se trouvent en milieux terrestres et recherchent notamment la fraîcheur constante des milieux forestiers, ces mares sont plus rapidement accessibles pour les individus.

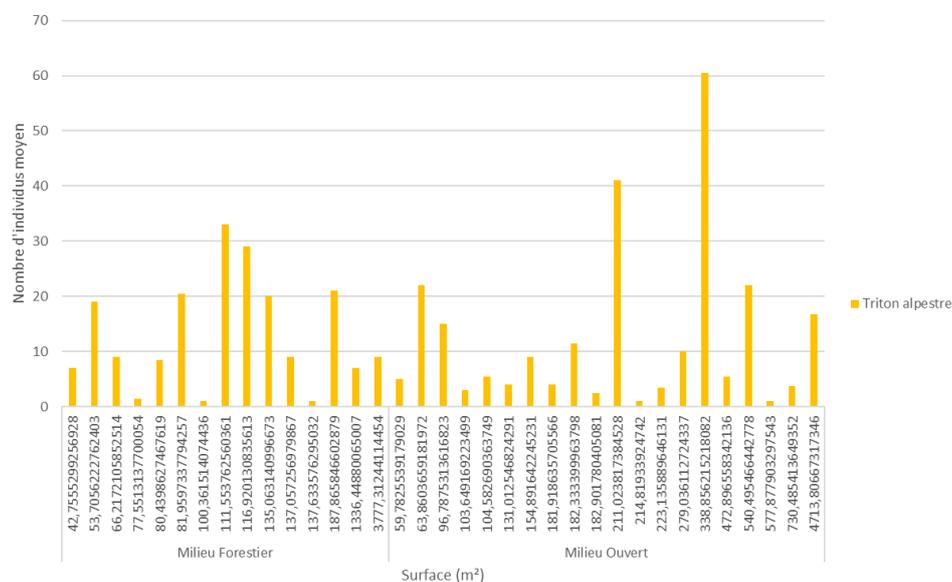


Figure 52 : Nombre moyen de tritons alpestres capturés par rapport aux surfaces des mares de chaque milieu.

La figure 52 montre que la différence des populations de tritons palmés est moins importante que celle des tritons alpestres. Il est également observable que même si la population en milieu ouvert est plus stable, une nette différence entre les deux milieux est observable, avec une préférence pour les mares forestières de 80 à 130m². Pour la grenouille verte, l'addition du caractère « milieu » n'a pas d'incidence sur l'interprétation des résultats.

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

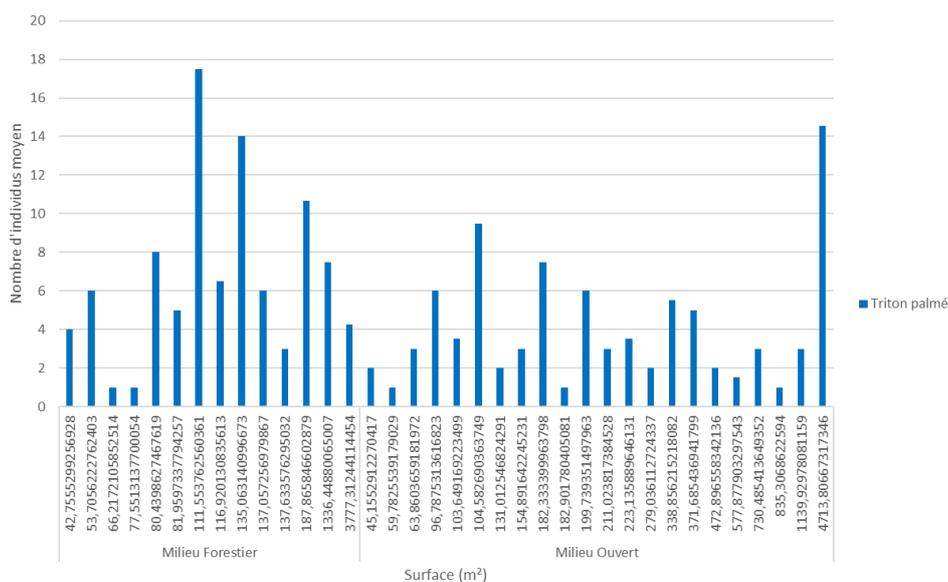


Figure 53 : Nombre moyen de tritons palmés capturés par rapport aux surfaces des mares de chaque milieu.

D. Hypothèse 4 :

« Selon les espèces d'odonates, la présence est modifiée selon la surface de la mare. Les individus plus mobiles ont un nombre constant en fonction de la surface alors que les plus fragiles ont une présence variable. »

La figure 47 ne permet pas d'affirmer que la taille des surfaces d'eau a un impact fort sur la population des différentes espèces d'odonates. Il est cependant possible de voir que les mares de 300 à 900 m² ont une diversité moins importante que les mares faisant de 0 à 200 m² et celle de plus de 1000 m². Cela peut être dû aux conditions météorologiques comme la présence de nuages et de vent mais également au fait que ces mares sont tellement grandes qu'il est difficile pour une personne seule de réaliser un inventaire précis sur de si petits animaux sur une si grande surface.

Cependant, il est tout de même possible d'affirmer que les demoiselles telles que les agrions jouvencelle et les agrions porte-coupe ont des populations plus concentrées que toutes les espèces de libellules rencontrées.

E. Hypothèse 5 :

« Les mares les plus jeunes attirent certaines espèces pionnières, cet attrait diminuera avec le temps, d'autres espèces prendront alors leur place. »

La présence d'une population dite pionnière n'est pas visible grâce aux données recueillies. Les mares les plus jeunes datant de 2021, il est probable que celles-ci soient déjà d'un âge trop avancé pour qu'une population pionnière soit constatée, même si une possible baisse de la population d'agrions jouvencelle et porte-coup est mise en avant. La taille des populations des autres espèces semble constante par rapport à l'âge des mares.

Nous pouvons cependant mettre en avant que les mares créées à l'occasion du LIFE Tourbière ont un fort intérêt biologique car, avec les mares de 2021, elles accueillent le plus grand nombre d'espèces.

4. Conclusion

L'objectif de ce travail de fin d'étude est de caractériser l'importance du réseau de mares présent dans la forêt de Saint-Michel Freyr en réalisant une série d'inventaires sur des populations d'amphibiens et d'odonates. Ces inventaires sont l'occasion de réaliser une première synthèse des espèces présentes sur le territoire en réalisant un « TO » en vue de futurs travaux.

Tout au long de ce document, des informations ont été mises en avant afin de répondre aux hypothèses posées. En premier lieu, une approche théorique de l'importance des mares dans l'environnement a permis de centrer le sujet. Après, une présentation spatiale du projet Nassonia a été réalisée avec des cartes fournies dans un document joint, ce qui permet de poser le contexte de l'étude et de se rendre compte de la réalité du terrain. Ensuite, les espèces qui ont été capturées et observées lors des inventaires ont été décrites afin de mieux interpréter les futurs résultats. Cette partie théorique s'est terminée par une première réponse aux hypothèses, basée uniquement sur les informations de la partie théorique.

Une fois les différents inventaires réalisés à l'aide de nasses, de filets et de photos, les données enregistrées ont permis la création de plusieurs graphiques afin de les interpréter. À la vue des résultats et du ressenti sur le terrain, la caractéristique ayant l'impact le plus significatif sur la présence et la taille des populations est le milieu d'implantation des mares. En effet, il a été démontré que les mares des milieux forestiers sont plus favorablement colonisées par des amphibiens tels que les tritons alpestres et les tritons palmés notamment à cause de leurs préférences pour les milieux plus ombragés et parce que les mares forestières se trouvent à proximité de leurs milieux d'hibernation. La grenouille rousse et le crapaud commun, bien que observés très brièvement à cause de la période d'inventaire et de la prédation, sont également demandeurs de mares dans ces milieux pour les mêmes raisons. Les milieux ouverts sont quant à eux plus intéressants pour les espèces de grenouilles vertes et la majorité des odonates car ces espèces ont soit besoin de soleil afin de sécher pour s'envoler, soit ont l'habitude de se placer à la surface de l'eau pour réguler leur température. La diversification de la taille des mares ne semble pas avoir d'impact particulier sur les populations inventoriées, cela reste probablement bénéfique pour d'autres êtres vivants et pour la diversification du paysage du projet. En ce qui concerne l'impact de l'âge d'une mare sur les populations, il est possible d'avancer que les deux espèces de tritons sont plutôt colonisatrices mais restent tout de même dans les mares quel que soit l'âge, à contrario, les grenouilles vertes semblent préférer des mares plus anciennes. Du point de vue des odonates, il serait intéressant de réaliser un inventaire lors de la première année d'implantation des mares afin de réellement savoir quelles sont les espèces les plus colonisatrices et également de réaliser des inventaires avec un plus grand nombre de personnes pour que les résultats soient plus précis.

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Freyr : effets du milieu, de l'âge et la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

Lors de cette étude, certaines limites ont été identifiées, elles devront donc être pensées et rectifiées en vue de futurs inventaires. Tout d'abord, certaines caractéristiques physiques du terrain et des mares n'ont pas toujours facilité la pose des nasses, celles-ci ne faisant que 50 cm de haut et qu'il est conseillé de laisser dépasser la face supérieure, la nasse ne peut être posées que dans des endroits dont la profondeur ne dépasse pas environ 45 cm. De plus, les mares subissant des transformations au fil du temps, les nasses ne peuvent être posées efficacement car les sédiments et la végétation altèrent par endroit le fond de l'eau et les berges, ceux-ci deviennent de plus en plus verticaux. Ensuite, l'inventaire des odonates à proximité des mares dépassant les 400 m² n'est pas toujours simple à cause de la surface à inventorier, de la taille des insectes, des conditions météorologiques et du fait que ce soit des animaux mobiles. Il serait donc intéressant de réaliser ces inventaires à plusieurs afin de couvrir un large terrain. Pour les futurs inventaires, je conseillerais donc de réaliser ceux-ci soit sur un échantillon plus petit, soit sur une période plus longue afin de réaliser des moyennes plus fidèles.

Pour conclure, le mode opératoire et les résultats obtenus permettent de réaliser un état des lieux de la diversité de ces milieux afin de poser une base pour les futurs travaux d'aménagement et pour de potentiels futurs stages. Il n'est cependant pas nécessaire de réaliser des travaux de création de nouvelles mares trop régulièrement. En effet, il a été démontré que l'entretien d'anciennes mares par la diminution de la végétation dense et l'extraction des sédiments permet de rouvrir les bassins et donc recommencer le cycle de vie d'une mare. (Rannap. R, Löhmus. A, Briggs. L, 2009)

Bibliographie

DIJKSTRA. Klass-Douwe B. *Guide des libellules de France et d'Europe*. Edition française. Paris : Delachaux et Niestlé 2007. 336p.

SPAYBROECK J., BEUKEMA W., BOK B., VAN DER VOORT J. *Guide Delachaux des amphibiens et des reptiles de France et d'Europe*. Edition française. Paris : Delachaux et Niestlé SA, 2018. 432p.

MIAUD Claude, MURATET Jean. *Les amphibiens de France. Guide d'identification des œufs et des larves*. Edition Quæ. Versailles, 2018. 226p.

OERTLI Beat, FROSSARD Pierre-André. *Mares et étangs. Ecologie, gestion, aménagement et valorisation*. Première édition. Presses polytechnique et universitaires romandes, 2013. [en ligne].

<https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=7XbmDAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=diff%C3%A9rence+mare+et+%C3%A9tang&ots=9TZEbVfN2X&sig=Klx1zsBkIY2WonAm9-0W7BgXhXc#v=onepage&q&f=false>

SMALLSHIRE Dave, SWASH Andy. *Guide photo des libellules d'Europe*. Edition française. Paris ; Delachaux et Niestlé, 2022. 306p.

DELMARCHE Colette, KEULEN Christine, COUVREUR Jean-Marc, DELESCAILLE Louis-Marie. *Les Habitats d'Intérêt Communautaire de Wallonie, Tome 3. Les habitats aquatiques*. DEMNA. Jambes, 2022. 136p.

LAROUSSE. Amphibien. Dans *Dictionnaire [en ligne]*. [Consulté le 13 avril 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/amphibien/3051>

UICN. Les amphibiens et les reptiles d'Europe en péril – UICN. *UICN* [en ligne]. 20 mai 2009. [Consulté le 13 avril 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.iucn.org/fr/content/les-amphibiens-et-les-reptiles-deurope-en-peril-ucn#:~:text=L'Europe%20abrite%2015%20esp%C3%A8ces,autre%20endroit%20de%20la%20plan%C3%A8te>

LA BIODIVERSITE EN WALLONIE. Amphibiens. *biodiversite.wallonie.be* [en ligne]. [Consulté le 13 avril 2023] Disponible à l'adresse : <http://biodiversite.wallonie.be/fr/amphibiens.html?IDC=790>

LAROUSSE. Anoure. Dans *Dictionnaire [en ligne]*. [Consulté le 13 avril 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/anoure/3765>

LA BIODIVERSITE EN WALLONIE. Anura. *biodiversite.wallonie.be* [en ligne]. [Consulté le 13 avril 2023] Disponible à l'adresse : <http://biodiversite.wallonie.be/fr/anura.html?IDC=572>

LAROUSSE. Urodèle. Dans *Dictionnaire [en ligne]*. [Consulté le 13 avril 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/urode%C3%A8le/80732>

DUYNSTEE Julie. « Je n'en avais encore jamais vu ! » : Quentin aperçoit un raton laveur sur le route de Ciney, un animal mignon mais... nuisible. *RTL info* [en ligne] 14/08/2020 à 7h18.

[Consulté le 13 avril 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.rtl.be/actu/je-nen-avais-encore-jamais-vu-quentin-aperçoit-un-raton-laveur-sur-la-route-de/2020-08-14/article/327029#:~:text=%22En%20Belgique%2C%20sa%20vitesse%20de,europ%C3%A9ns%22%2C%20indique%20Etienne%20Branquart>

THYSSEN Malene, VAN DIEPENBEEK Annemarie. Projet Espèces exotiques envahissantes Fiche signalétique Raton laveur. *biodiversité.wallonie.be* [en ligne] [Consulté le 13 avril 2023]. Disponible à l'adresse : <http://biodiversite.wallonie.be/servlet/Repository/?ID=33361>

NOTRE NATURE. Cigogne noire. *Notre nature*. [en ligne]. [Consulté le 13 avril 2023]. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.notrenature.be/banque-des-especes/cigogne-noire#:~:text=La%20cigogne%20noire%20est%20un,du%20sillon%20Sambre%20et%20Meuse>

LA BIODIVERSITE EN WALLONIE. Généralités. *biodiversite.wallonie.be* [en ligne]. [Consulté le 13 avril 2023]. Disponible à l'adresse : <http://biodiversite.wallonie.be/fr/generalites.html?IDC=3758>

KRIEG-JACQUIER Régis. Ecologie des libellules, Répartition et habitats. *ResearchGate* [en ligne]. Avril 2016 [Consulté le 13 avril 2023]. Disponible à l'adresse suivante : https://www.researchgate.net/publication/309587802_Ecologie_des_libellules_repartition_et_habitats

LE BLOG DE NASSOGNE. Nassonia : Où se situe exactement le forêt de Saint-Michel-Freyr ? *nassogne.eu* [en ligne] 04 mai 2017 [consulté le 13 avril 2023] Disponible à l'adresse : <http://www.nassogne.eu/archive/2017/05/04/nassonia-ou-se-situe-exactement-la-foret-de-saint-michel-fre.html>

LIFE TOURBIERE. *Projet LIFE de restauration des tourbières et des milieux humides de plateau de Saint-Hubert*. [en ligne] 01/12/2010. 28p. [Consulté le 13 avril 2023]. Disponible à l'adresse : <http://biodiversite.wallonie.be/fr/life-tourbieres-saint-hubert-2003-2007.html?IDC=3077>

LA BIODIVERSITE EN WALLONIE. Carte d'identité du projet LIFE Saint-Hubert (Tourbières). *biodiversite.wallonie.be* [en ligne]. [Consulté le 13 avril 2023] Disponible à l'adresse : <http://biodiversite.wallonie.be/fr/life-tourbieres-saint-hubert-2003-2007.html?IDC=3077>

GODEAU Jean-François, CARBONNELLE Sébastien, DERUME Mathieu, LOUTE Maïté, NYSSSEN Pierrette. *Inventaires biologiques réalisés à la suite du projet LIFE Elia-RTE (période 2018-2019)*. [en ligne]. Awenne : Ecofirst SCRL, 2020. 76p. [Consulté le 13 avril 2023] Disponible à l'adresse suivante : <https://www.ecofirst.eu/fr/nos-publications/fr-inventaires-biologiques-realises-a-la-suite-du-projet-life-elia-rte-rapport-final-2019>

GODEAU Jean-François, DERUME Mathieu, NYSSSEN Pierrette. *Inventaires biologiques réalisés sur les portées aménagées dans le cadre du LIFE Elia-RTE et du projet LIFE 2*. [en ligne]. Awenne : Ecofirst SCRL, 2021. 103 p. [Consulté le 13 avril 2023] Disponible à l'adresse suivante : <https://www.ecofirst.eu/fr/nos-publications/fr-inventaires-biologiques-realises-a-la-suite-du-projet-life-elia-rte-rapport-final-2020>

GODEAU Jean-François, DERUME Mathieu, NYSSSEN Pierrette. *Inventaires biologiques réalisés sur les portées aménagées dans le cadre du LIFE Elia-RTE et du projet « LIFE 2 »*. [en ligne]. Awenne : Ecofirst SCRL, 2021. 17p. [Consulté le 13 avril 2023] Disponible à l'adresse suivante : <https://www.ecofirst.eu/fr/nos-publications/fr-inventaires-biologiques-realises-sur-les-portees-amenagees-dans-le-cadre-du-life-elia-rte-et-du-projet-life2-rapport-2021>

UNTERMAIER Jean. Mares et réseaux de mares. *Zones Humides infos*. [en ligne] 3^{ème}-4^{ème} trimestres 2013. [Consulté le 13 avril 2023] N° 80-81. Disponible à l'adresse : <https://www.snnp.com/produit/n80-81-34-trimestres-2013-mares-et-reseaux-de-mares/>

BAIJOT Thomas, ABRAS Stéphane, CLAES Valentin, JADOUL Gérard. *Projet de plan d'aménagement Forêt domaniale de Saint-Michel et Freyr – Projet Nassonia*. EA35101. Marche-en-Famenne : 2022, 122p.

PROGEMME WALLON DE DEVELOPPEMENT RURAL 2014-2020 DOSSIER SOUMIS AU FINANCEMENT DU FEADER. *Projet de restauration de milieux Natura 2000*. Formulaire 744056-289430, 29/12/2020, 34p

JADOUL Gérard, CLAES Valentin, LOUTE Maïté. *Master Plan*. [en ligne]. Awenne : JADOUL Gérard, 2020. 167p. [Consulté le 13 avril 2023] Disponible à l'adresse : <https://www.nassonia.be/fr/approfondir/bibliotheque>

JACOB Jean-Paul, PERCSY Christiane, DE WAVRIN Hellin, GRAITSON Eric, KINET Thierry, DENOEL Mathieu, PAQUAY Marc, PERCSY Nicolas, REMACLE Annie. *Amphibiens et reptiles de Wallonie*. [en ligne]. Gembloux : Aves – Raïenne et du Centre de Recherche de la Nature, des Forêts et du Bois, 01/01/2006. 386p. [Consulté le 13 avril 2023]. (Série « Faune – Flore – Habitats », n°2). Disponible à l'adresse : <http://biodiversite.wallonie.be/fr/arbre-de-classification-scientifique.html?IDD=775&IDC=790>

LAUDELOUT Arnaud, KINET Thierry, PERCSY Christiane, BRIALMONT Monique. *Batraciens de Wallonie... Découvrez-les !*. Jambes : DGRNE. [Consulté le 13 avril 2023]. Disponible à l'adresse : <http://biodiversite.wallonie.be/fr/amphibiens.html?IDC=790>

LA BIODIVERSITE EN WALLONIE. *Inventaires faunistiques – appel à précautions !* <http://biodiversite.wallonie.be/fr/amphibiens.html?IDC=790>

LA BIODIVERSITE EN WALLONIE. Amphibiens. *biodiversite.wallonie.be* [en ligne]. [Consulté le 13 avril 2023] Disponible à l'adresse : <http://biodiversite.wallonie.be/fr/amphibiens.html?IDC=790>

JACOB Jean-Paul. *L'érosion de la biodiversité : les amphibiens et les reptiles*. [en ligne]. AVES-NATAGORA. Décembre 2006. [Consulté le 13 avril 2023]. Disponible à l'adresse : <http://biodiversite.wallonie.be/fr/amphibiens.html?IDC=790>

LES NATURALISTES BELGES. *Etude et protection de la nature de nos régions*. [en ligne] Bruxelles : juillet – décembre 2011. 36p. n° 4. Disponible à l'adresse : <http://biodiversite.wallonie.be/fr/libellules.html?IDC=801>

SERVICE PUBLIC DE WALLONIE, ENVIRONNEMENT ET RESSOURCES NATURELLES. Protection des espèces, demande de dérogation. *Demande soumise le 07/02/2022, numéro de dossier 1349480-617883.*

SERVICE PUBLIC DE WALLONIE, ENVIRONNEMENT ET RESSOURCES NATURELLES. Rapport de dérogation aux mesures de protection de certaines espèces pour motif scientifique. *Soumis le 09/01/2023 numéro de dossier 1587292-388604.*

GRUPE RNF. *thyle commun de suivi des Amphibiens des mares à l'aide d'Amphicaps.* 2013 [Consulté le 13 avril 2023].

NATAGORA, Les amphibiens. *natagora.be*. [en ligne]. [Consulté le 13 avril 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.natagora.be/les-amphibiens>

SNPN. Amphibiens. *snpn.mares-idf.fr*. [en ligne]. [Consulté le 13 avril 2023] Disponible à l'adresse : https://www.snpn.mares-idf.fr/presentation/presentation_biodiversite_amphibiens.php

Libellulesmaizieres.fr, *Inventaires des odonates du Parc de Brioux.* [en ligne]. [Consulté le 14 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <http://www.libellulesmaizieres.fr/odonates/morphologie.html>

AQUAPORTAIL.COM, *Genre Callitriche (Callitriches).* [en ligne]. [Consulté le 14 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.aquaportail.com/genre-callitriche-174.html>

PASSION BASSIN, *Potamot (Potamogeton) : caractéristiques, espèces, photos.* [en ligne]. [Consulté le 14 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://passionbassin.com/plantes-aquatiques-oxygenantes-pour-bassin/potamot/>

AQUAPORTAIL.COM, *Genre Potamogeton (Potamots).* [en ligne]. [Consulté le 14 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.aquaportail.com/genre-potamogeton-79.html>

BIODIVERSITE.WALLONIE.BE. *La biodiversité en Wallonie, F4.1 – Landes dégradées à [Molinia caerulea].* [en ligne]. [Consulté le 14 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <http://biodiversite.wallonie.be/fr/f4-13-landes-degradees-a-molinia-caerulea.html?IDC=1218>

AQUAPORTAIL.COM, *Genre Juncus (Joncs).* [en ligne]. [Consulté le 14 juillet 2023]. Disponible à l'adresse <https://www.aquaportail.com/genre-juncus-59.html>

CONSOGLOBE, *Comprendre la biodiversité – Vie et mort d'une mare naturelle.* [en ligne]. [Consulté le 14 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.consoglobe.com/mare-naturelle-cycle-vie-mort-cg>

VALDEMARNE.BE, *Une mare, c'est quoi ?* [en ligne]. [Consulté le 14 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.valdemarne.fr/newsletters/plan-bleu-du-val-de-marne/une-mare-cest-quoi#:~:text=%2D%20Certaines%20sont%20d'origine%20naturelle,remont%C3%A9e%20de%20la%20nappe%20phr%C3%A9atique.>

INPN, *Aeschna affinis*. [en ligne]. [Consulté le 01 août 2023]. Disponible à l'adresse : https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/65456

INPN, *Cordulegaster annelée*. [en ligne]. [Consulté le 01 août 2023]. Disponible à l'adresse : https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/199694/tab/fiche

LAMRAC, *Les biens et services écosystémiques*. [en ligne]. marisauxcerises.com. [Consulté le 09 août 2023]. Disponible à l'adresse : <https://marisauxcerises.com/les-biens-et-services-ecosystemiques/>

PNR, *Les zones humides, utiles à tous !* [en ligne]. pnr-scarpe-escaut.com. [Consulté le 09 août 2023]. Disponible à l'adresse : <http://www.pnr-scarpe-escaut.com/contenu-standard/les-zones-humides-utiles-tous>

AGRICULTURE.WALLONIE.BE, *Programme wallon de Développement Rural 2014-2020 – PwDR*. [en ligne]. Agriculture.wallonie.be. [Consulté le 09 août 2023] Disponible à l'adresse : <https://agriculture.wallonie.be/programme-wallon-de-developpement-rural-2014-2020>

RANNAP R, LÖHMUS A, BRIGGS L, *Restoring ponds for amphibians: a success story*. Springer Science+Business media B.V. 2009. [en ligne] 29 juillet 2009.

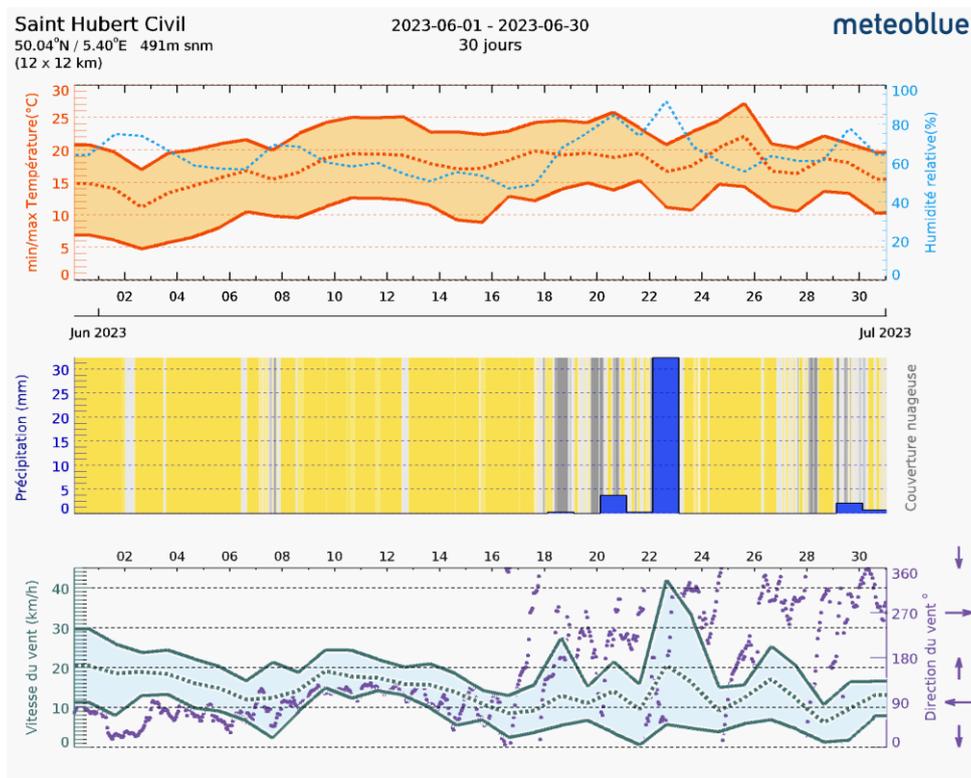
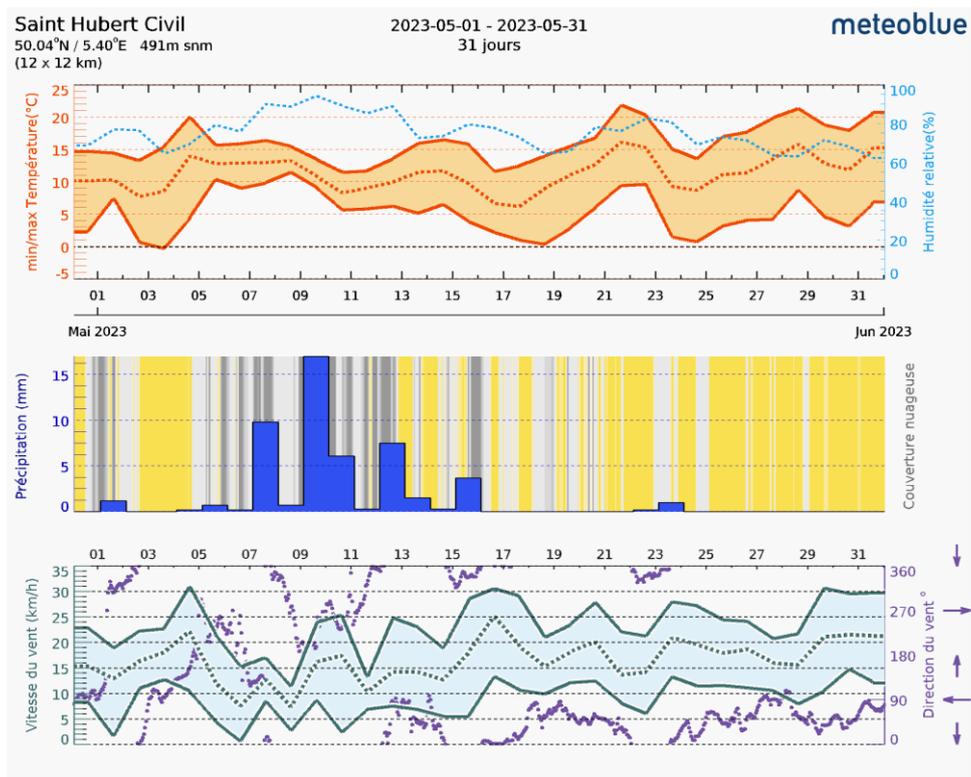
LAMBERT Michaela, N. DRAYER Andrea, LEUENBERGER Wendy, J. PRICE Steven. *Evaluation of created wetlands as amphibian habitat on a reforested surface mine*. ELSEVIER 2021.

Annexes

Annexe 1 : Tableau des captures et observations réalisées

Espèces	Nb d'individus
Crapaud commun	14
Grenouille verte	198
Triton alpestre	910
Triton palmé	492
Aeschne affine	8
Aeschne bleue	1
Agrion jovencelle	58
Agrion porte-coupe	19
Anax empereur	23
Caloptéryx vierge	7
Cordulégastre annelé	1
Cordulie bronzée	8
Leste dryade	14
Leste fiancé	10
Leste vert	4
Leucorrhine douteuse	25
Libellule à quatre taches	11
Libellule déprimée	36
Petite nymphe au corps de feu	24
Sympétrum noir	12
Sympétrum rouge sang	1

Annexe 3 : Données météorologiques de mai et juin 2023 à Saint-Hubert



Annexe 4 : Table de données récoltées lors du stage (Arthur Dufoing, août 2023)

Clé prim	fid	Numéro	Altitude	Milieu	Année	âge	St
1	2	2	0	Milieu Forestier	2007	16	
2	3	3	0	Milieu Forestier	2003	20	
3	3	3	0	Milieu Forestier	2003	20	
4	3	3	0	Milieu Forestier	2003	20	
5	3	3	0	Milieu Forestier	2003	20	
6	3	3	0	Milieu Forestier	2003	20	
7	3	3	0	Milieu Forestier	2003	20	
8	3	3	0	Milieu Forestier	2003	20	
9	3	3	0	Milieu Forestier	2003	20	
10	3	3	0	Milieu Forestier	2003	20	
11	4	4	0	Milieu Forestier	2000	23	
12	4	4	0	Milieu Forestier	2000	23	
13	4	4	0	Milieu Forestier	2000	23	
14	4	4	0	Milieu Forestier	2000	23	
15	4	4	0	Milieu Forestier	2000	23	
16	4	4	0	Milieu Forestier	2000	23	
17	4	4	0	Milieu Forestier	2000	23	
18	4	4	0	Milieu Forestier	2000	23	
19	4	4	0	Milieu Forestier	2000	23	
20	4	4	0	Milieu Forestier	2000	23	
21	5	5	0	Milieu Forestier	2007	16	
22	5	5	0	Milieu Forestier	2007	16	
23	5	5	0	Milieu Forestier	2007	16	
24	5	5	0	Milieu Forestier	2007	16	
25	5	5	0	Milieu Forestier	2007	16	
26	5	5	0	Milieu Forestier	2007	16	
27	5	5	0	Milieu Forestier	2007	16	
28	5	5	0	Milieu Forestier	2007	16	
29	5	5	0	Milieu Forestier	2007	16	
30	5	5	0	Milieu Forestier	2007	16	
31	5	5	0	Milieu Forestier	2007	16	
32	5	5	0	Milieu Forestier	2007	16	
33	5	5	0	Milieu Forestier	2007	16	
34	5	5	0	Milieu Forestier	2007	16	
35	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20	
36	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20	
37	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20	
38	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20	
39	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20	
40	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20	
41	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20	
42	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20	
43	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20	
44	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20	
45	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20	

Date_inv_amphi	Session_amphi	Espèce d'odonate	Nom latin (O)	Ni
Null		2 Null	Null	Ni
11/05/2023		2 Null	Null	Ni
18/04/2023		1 Null	Null	Ni
11/05/2023		2 Null	Null	Ni
11/05/2023		2 Null	Null	Ni
11/05/2023		2 Null	Null	Ni
11/05/2023		2 Null	Null	Ni
11/05/2023		2 Null	Null	Ni
15/06/2023		3 Null	Null	Ni
15/06/2023		3 Null	Null	Ni
18/05/2023		2		
18/05/2023		2		
18/05/2023		2		
18/05/2023		2		
16/06/2023		3		
16/06/2023		3		
16/06/2023		3		
16/06/2023		3		
		Aeschne bleue	Aeschne cyunea	
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella	
10/05/2023		2		
10/05/2023		2		
10/05/2023		2		
10/05/2023		2		
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella	
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella	
		Agrion porte-coupe	Enallagma cyathigerum	
		Cordulie bronzée	Cordulia aenea	
		Leucorrhine douteuse	Leucorrhinia dubia	
		Libellule à quatre taches	Libellula quadrimaculata	
		Libellule déprimée	Libellula depressa	
		Libellule déprimée	Libellula depressa	
		Petite nymphe au corps de feu	Pyrrhosoma nymphula	
		Petite nymphe au corps de feu	Pyrrhosoma nymphula	
11/05/2023		2		
11/05/2023		2		
11/05/2023		2		
11/05/2023		2		
11/05/2023		2		
11/05/2023		2		
11/05/2023		2		
11/05/2023		2		
11/05/2023		2		
15/06/2023		3		
15/06/2023		3		

	46	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20
	47	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20
	48	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20
	49	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20
	50	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20
	51	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20
	52	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20
	53	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20
	54	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20
	55	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20
	56	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20
	57	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20
	58	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20
	59	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20
	60	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20
	61	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20
	62	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20
	63	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20
	64	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20
	65	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20
	66	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20
	67	6	6	0	Milieu Ouvert	2003	20
	68	13	13	0	Milieu Ouvert	2007	16
	69	13	13	0	Milieu Ouvert	2007	16
	70	13	13	0	Milieu Ouvert	2007	16
	71	13	13	0	Milieu Ouvert	2007	16
	72	13	13	0	Milieu Ouvert	2007	16
	73	13	13	0	Milieu Ouvert	2007	16
	74	13	13	0	Milieu Ouvert	2007	16
	75	13	13	0	Milieu Ouvert	2007	16
	76	13	13	0	Milieu Ouvert	2007	16
	77	13	13	0	Milieu Ouvert	2007	16
	78	13	13	0	Milieu Ouvert	2007	16
	79	13	13	0	Milieu Ouvert	2007	16
	80	13	13	0	Milieu Ouvert	2007	16
	81	13	13	0	Milieu Ouvert	2007	16
	82	15	15	0	Milieu Ouvert	2003	20
	83	15	15	0	Milieu Ouvert	2003	20
	84	15	15	0	Milieu Ouvert	2003	20
	85	15	15	0	Milieu Ouvert	2003	20
	86	15	15	0	Milieu Ouvert	2003	20
	87	15	15	0	Milieu Ouvert	2003	20
	88	15	15	0	Milieu Ouvert	2003	20
	89	17	17	0	Milieu Ouvert	2003	20
	90	17	17	0	Milieu Ouvert	2003	20
	91	17	17	0	Milieu Ouvert	2003	20
	92	17	17	0	Milieu Ouvert	2003	20
	93	17	17	0	Milieu Ouvert	2003	20
	94	17	17	0	Milieu Ouvert	2003	20
	95	17	17	0	Milieu Ouvert	2003	20

15/06/2023	3		
15/06/2023	3		
15/06/2023	3		
15/06/2023	3		
15/06/2023	3		
15/06/2023	3		
15/06/2023	3		
15/06/2023	3		
		Aeschne affine	Aeschne affinis
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion porte-coupe	Enallagma cyathigerum
		Anax empereur	Anax imperator
		Caloptéryx vierge	Calopteryx virgo
		Cordulégastré annelé	Cordulegaster boltonii
		Cordulie bronzée	Cordulia aenea
		Leste dryade	Lestes dryas
		Leste fiancé	Lestes sponsa
		Libelule déprimée	Libellula depressa
		Libelule déprimée	Libellula depressa
		Petite nymphe au corps de feu	Pyrrhosoma nymphula
		Sympétrum noir	Sympetrum danae
10/05/2023	2		
10/05/2023	2		
10/05/2023	2		
10/05/2023	2		
19/06/2023	3		
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion porte-coupe	Enallagma cyathigerum
		Agrion porte-coupe	Enallagma cyathigerum
		Anax empereur	Anax imperator
		Anax empereur	Anax imperator
		Caloptéryx vierge	Calopteryx virgo
		Leste dryade	Lestes dryas
		Leucorrhine douteuse	Leucorrhinia dubia
		Leucorrhine douteuse	Leucorrhinia dubia
Null	2		
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Leucorrhine douteuse	Leucorrhinia dubia
		Leucorrhine douteuse	Leucorrhinia dubia
		Libelule déprimée	Libellula depressa
		Petite nymphe au corps de feu	Pyrrhosoma nymphula
		Sympétrum noir	Sympetrum danae
Null	2		
		Anax empereur	Anax imperator
		Leucorrhine douteuse	Chalcolestes viridis
		Leucorrhine douteuse	Chalcolestes viridis
		Libelule à quatre taches	Libellula quadrimaculata
		Libelule déprimée	Libellula depressa
		Libelule déprimée	Libellula depressa

	96	17	17	0	Milieu Ouvert	2003	20
	97	20	20	0	Milieu Ouvert	2003	20
	98	20	20	0	Milieu Ouvert	2003	20
	99	23	23	0	Milieu Ouvert	2003	20
	100	23	23	0	Milieu Ouvert	2003	20
	101	23	23	0	Milieu Ouvert	2003	20
	102	23	23	0	Milieu Ouvert	2003	20
	103	23	23	0	Milieu Ouvert	2003	20
	104	23	23	0	Milieu Ouvert	2003	20
	105	23	23	0	Milieu Ouvert	2003	20
	106	24	24	0	Milieu Ouvert	2003	20
	107	24	24	0	Milieu Ouvert	2003	20
	108	24	24	0	Milieu Ouvert	2003	20
	109	24	24	0	Milieu Ouvert	2003	20
	110	24	24	0	Milieu Ouvert	2003	20
	111	26	26	0	Milieu Ouvert	2007	16
	112	26	26	0	Milieu Ouvert	2007	16
	113	26	26	0	Milieu Ouvert	2007	16
	114	26	26	0	Milieu Ouvert	2007	16
	115	26	26	0	Milieu Ouvert	2007	16
	116	26	26	0	Milieu Ouvert	2007	16
	117	26	26	0	Milieu Ouvert	2007	16
	118	26	26	0	Milieu Ouvert	2007	16
	119	28	28	497	Milieu Ouvert	2007	16
	120	28	28	497	Milieu Ouvert	2007	16
	121	28	28	497	Milieu Ouvert	2007	16
	122	28	28	497	Milieu Ouvert	2007	16
	123	28	28	497	Milieu Ouvert	2007	16
	124	28	28	497	Milieu Ouvert	2007	16
	125	28	28	497	Milieu Ouvert	2007	16
	126	28	28	497	Milieu Ouvert	2007	16
	127	28	28	497	Milieu Ouvert	2007	16
	128	28	28	497	Milieu Ouvert	2007	16
	129	28	28	497	Milieu Ouvert	2007	16
	130	28	28	497	Milieu Ouvert	2007	16
	131	28	28	497	Milieu Ouvert	2007	16
	132	30	30	0	Milieu Ouvert	2007	16
	133	30	30	0	Milieu Ouvert	2007	16
	134	30	30	0	Milieu Ouvert	2007	16
	135	30	30	0	Milieu Ouvert	2007	16
	136	33	33	0	Milieu Forestier	2011	12
	137	33	33	0	Milieu Forestier	2011	12
	138	33	33	0	Milieu Forestier	2011	12
	139	36	36	0	Milieu Ouvert	2007	16
	140	36	36	0	Milieu Ouvert	2007	16
	141	37	37	0	Milieu Ouvert	2007	16
	142	37	37	0	Milieu Ouvert	2007	16
	143	37	37	0	Milieu Ouvert	2007	16
	144	37	37	0	Milieu Ouvert	2007	16
	145	37	37	0	Milieu Ouvert	2007	16

141,5996808	141,6	56,48715144	56,49	2,506638343	10
45,15529123	45,16	26,97927399	26,98	1,673832468	0
45,15529123	45,16	26,97927399	26,98	1,673832468	0
63,86036592	63,87	35,16819594	35,17	1,816036395	0
63,86036592	63,87	35,16819594	35,17	1,816036395	0
63,86036592	63,87	35,16819594	35,17	1,816036395	0
63,86036592	63,87	35,16819594	35,17	1,816036395	0
63,86036592	63,87	35,16819594	35,17	1,816036395	0
63,86036592	63,87	35,16819594	35,17	1,816036395	0
63,86036592	63,87	35,16819594	35,17	1,816036395	0
63,86036592	63,87	35,16819594	35,17	1,816036395	0
96,78753136	96,79	53,76765037	53,77	1,800074391	0
96,78753136	96,79	53,76765037	53,77	1,800074391	0
96,78753136	96,79	53,76765037	53,77	1,800074391	0
96,78753136	96,79	53,76765037	53,77	1,800074391	0
96,78753136	96,79	53,76765037	53,77	1,800074391	0
154,8916422	154,9	45,1871146	45,19	3,427749502	10
154,8916422	154,9	45,1871146	45,19	3,427749502	10
154,8916422	154,9	45,1871146	45,19	3,427749502	10
154,8916422	154,9	45,1871146	45,19	3,427749502	10
154,8916422	154,9	45,1871146	45,19	3,427749502	10
154,8916422	154,9	45,1871146	45,19	3,427749502	10
154,8916422	154,9	45,1871146	45,19	3,427749502	10
154,8916422	154,9	45,1871146	45,19	3,427749502	10
835,3068623	835,31	114,2169163	114,22	7,313167571	80
835,3068623	835,31	114,2169163	114,22	7,313167571	80
835,3068623	835,31	114,2169163	114,22	7,313167571	80
835,3068623	835,31	114,2169163	114,22	7,313167571	80
835,3068623	835,31	114,2169163	114,22	7,313167571	80
835,3068623	835,31	114,2169163	114,22	7,313167571	80
835,3068623	835,31	114,2169163	114,22	7,313167571	80
835,3068623	835,31	114,2169163	114,22	7,313167571	80
835,3068623	835,31	114,2169163	114,22	7,313167571	80
835,3068623	835,31	114,2169163	114,22	7,313167571	80
835,3068623	835,31	114,2169163	114,22	7,313167571	80
835,3068623	835,31	114,2169163	114,22	7,313167571	80
835,3068623	835,31	114,2169163	114,22	7,313167571	80
835,3068623	835,31	114,2169163	114,22	7,313167571	80
835,3068623	835,31	114,2169163	114,22	7,313167571	80
59,78255392	59,79	37,02771296	37,03	1,614636781	0
59,78255392	59,79	37,02771296	37,03	1,614636781	0
59,78255392	59,79	37,02771296	37,03	1,614636781	0
59,78255392	59,79	37,02771296	37,03	1,614636781	0
137,6335763	137,64	52,22860545	52,23	2,635267088	10
137,6335763	137,64	52,22860545	52,23	2,635267088	10
137,6335763	137,64	52,22860545	52,23	2,635267088	10
190,1414449	190,15	54,83772714	54,84	3,467359592	10
190,1414449	190,15	54,83772714	54,84	3,467359592	10
103,6491692	103,65	45,03788489	45,04	2,301287744	10
103,6491692	103,65	45,03788489	45,04	2,301287744	10
103,6491692	103,65	45,03788489	45,04	2,301287744	10
103,6491692	103,65	45,03788489	45,04	2,301287744	10
103,6491692	103,65	45,03788489	45,04	2,301287744	10

100 - 200			
0 - 100	Triton palmé	Lissotriton helveticus	2
0 - 100			
0 - 100	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	22
0 - 100	Triton palmé	Lissotriton helveticus	5
0 - 100	Triton palmé	Lissotriton helveticus	1
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100	Triton palmé	Lissotriton helveticus	6
0 - 100	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	15
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100			
100 - 200	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	9
100 - 200	Triton palmé	Lissotriton helveticus	4
100 - 200	Triton palmé	Lissotriton helveticus	2
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
800 - 900	Triton palmé	Ichthyosaura alpestris	1
800 - 900	Grenouille verte	Pelophylax kl. Esculentus	5
800 - 900	Grenouille verte	Pelophylax kl. Esculentus	5
800 - 900			
800 - 900			
800 - 900			
800 - 900			
800 - 900			
800 - 900			
800 - 900			
800 - 900			
800 - 900			
800 - 900			
0 - 100	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	5
0 - 100	Triton palmé	Lissotriton helveticus	1
0 - 100			
0 - 100			
100 - 200	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	1
100 - 200	Triton palmé	Lissotriton helveticus	3
100 - 200			
100 - 200	Null	Null	Null
100 - 200			
100 - 200	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	3
100 - 200	Triton palmé	Lissotriton helveticus	3
100 - 200	Triton palmé	Lissotriton helveticus	4
100 - 200			
100 - 200			

		Sympétrum noir	Sympetrum danae
08/05/2023	2		
		Libellule déprimée	Libellula depressa
08/05/2023	2		
08/05/2023	2		
09/06/2023	3		
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Leucorrhine douteuse	Leucorrhinia dubia
		Libellule à quatre taches	Libellula quadrimaculata
		Libellule déprimée	Libellula depressa
08/05/2023	2		
08/05/2023	2		
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Leste fiancé	Lestes sponsa
		Sympétrum noir	Sympetrum danae
17/05/2023	2		
17/05/2023	2		
06/06/2023	3		
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion porte-coupe	Enallagma cyathigerum
		Leucorrhine douteuse	Leucorrhinia dubia
		Leucorrhine douteuse	Leucorrhinia dubia
		Libellule déprimée	Libellula depressa
06/06/2023	3		
05/06/2023	3		
06/06/2023	3		
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion porte-coupe	Enallagma cyathigerum
		Agrion porte-coupe	Enallagma cyathigerum
		Cordulie bronzée	Cordulia aenea
		Cordulie bronzée	Cordulia aenea
		Leucorrhine douteuse	Leucorrhinia dubia
		Leucorrhine douteuse	Leucorrhinia dubia
		Petite nymphe au corps de feu	Pyrrhosoma nymphula
17/05/2023	2		
17/05/2023	2		
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion porte-coupe	Enallagma cyathigerum
17/05/2023	2		
17/05/2023	2		
		Petite nymphe au corps de feu	Pyrrhosoma nymphula
Null			
		Agrion porte-coupe	Enallagma cyathigerum
19/05/2023	2		
19/05/2023	2		
07/06/2023	3		
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion porte-coupe	Enallagma cyathigerum

3	11/07/2023	2	
2	09/06/2023	1	
7	11/07/2023	2	
1	11/07/2023	2	
1	11/07/2023	2	
2	09/06/2023	1	
3	11/07/2023	2	
1	11/07/2023	2	
1	11/07/2023	2	
15	14/07/2023	2	
5	14/07/2023	2	
2	06/06/2023	1	
2	14/07/2023	2	
2	06/06/2023	1	
11	05/06/2023	1	
7	06/06/2023	1	
3	14/07/2023	2	
2	05/06/2023	1	
9	14/07/2023	2	
1	05/06/2023	1	
5	06/06/2023	1	
3	06/06/2023	1	
3	14/07/2023	2	
11	05/06/2023	1	
4	05/06/2023	1	
1	14/07/2023	2	
2	05/06/2023	1	
1	08/07/2023	2	
10	08/07/2023	2	
2	08/07/2023	2	

	146	37	37	0	Milieu Ouvert	2007	16
	147	42	42	0	Milieu Ouvert	2007	16
	148	42	42	0	Milieu Ouvert	2007	16
	149	42	42	0	Milieu Ouvert	2007	16
	150	42	42	0	Milieu Ouvert	2007	16
	151	42	42	0	Milieu Ouvert	2007	16
	152	42	42	0	Milieu Ouvert	2007	16
	153	42	42	0	Milieu Ouvert	2007	16
	154	42	42	0	Milieu Ouvert	2007	16
	155	42	42	0	Milieu Ouvert	2007	16
	156	42	42	0	Milieu Ouvert	2007	16
	157	42	42	0	Milieu Ouvert	2007	16
	158	42	42	0	Milieu Ouvert	2007	16
	159	42	42	0	Milieu Ouvert	2007	16
	160	45	45	0	Milieu Ouvert	2007	16
	161	45	45	0	Milieu Ouvert	2007	16
	162	45	45	0	Milieu Ouvert	2007	16
	163	45	45	0	Milieu Ouvert	2007	16
	164	45	45	0	Milieu Ouvert	2007	16
	165	45	45	0	Milieu Ouvert	2007	16
	166	52	52	0	Milieu Ouvert	2003	20
	167	52	52	0	Milieu Ouvert	2003	20
	168	52	52	0	Milieu Ouvert	2003	20
	169	52	52	0	Milieu Ouvert	2003	20
	170	52	52	0	Milieu Ouvert	2003	20
	171	52	52	0	Milieu Ouvert	2003	20
	172	52	52	0	Milieu Ouvert	2003	20
	173	52	52	0	Milieu Ouvert	2003	20
	174	52	52	0	Milieu Ouvert	2003	20
	175	52	52	0	Milieu Ouvert	2003	20
	176	52	52	0	Milieu Ouvert	2003	20
	177	55	55	0	Milieu Ouvert	2007	16
	178	59	59	0	Milieu Ouvert	2014	9
	179	59	59	0	Milieu Ouvert	2014	9
	180	59	59	0	Milieu Ouvert	2014	9
	181	59	59	0	Milieu Ouvert	2014	9
	182	59	59	0	Milieu Ouvert	2014	9
	183	59	59	0	Milieu Ouvert	2014	9
	184	59	59	0	Milieu Ouvert	2014	9
	185	59	59	0	Milieu Ouvert	2014	9
	186	60	60	0	Milieu Forestier	1865	158
	187	60	60	0	Milieu Forestier	1865	158
	188	60	60	0	Milieu Forestier	1865	158
	189	60	60	0	Milieu Forestier	1865	158
	190	60	60	0	Milieu Forestier	1865	158
	191	60	60	0	Milieu Forestier	1865	158
	192	60	60	0	Milieu Forestier	1865	158
	193	60	60	0	Milieu Forestier	1865	158
	194	60	60	0	Milieu Forestier	1865	158
	195	60	60	0	Milieu Forestier	1865	158

100 - 200				
700 - 800	Crapaud commun	Bufo bufo		1
700 - 800	Crapaud commun	Bufo bufo		1
700 - 800	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris		9
700 - 800	Triton palmé	Lissotriton helveticus		3
700 - 800	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris		1
700 - 800	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris		1
700 - 800				
700 - 800				
700 - 800				
700 - 800				
700 - 800				
700 - 800				
1000 +	Triton palmé	Lissotriton helveticus		4
1000 +	Triton palmé	Lissotriton helveticus		2
1000 +				
1000 +				
1000 +				
1000 +				
300 - 400	Triton palmé	Lissotriton helveticus		3
300 - 400	Triton palmé	Lissotriton helveticus		7
300 - 400	Grenouille verte	Pelophylax kl. Esculentus		25
300 - 400	Triton palmé	Lissotriton helveticus		5
300 - 400				
300 - 400				
300 - 400				
300 - 400				
300 - 400				
300 - 400				
300 - 400				
100 - 200	Triton palmé	Lissotriton helveticus		6
1000 +	Null	Null	Null	N
1000 +				
1000 +				
1000 +				
1000 +				
1000 +				
1000 +				
1000 +				
1000 +	Grenouille verte	Pelophylax kl. Esculentus		3
1000 +	Grenouille verte	Pelophylax kl. Esculentus		5
1000 +	Triton palmé	Lissotriton helveticus		12
1000 +	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris		9
1000 +	Triton palmé	Lissotriton helveticus		3
1000 +	Triton palmé	Lissotriton helveticus		1
1000 +	Triton palmé	Lissotriton helveticus		1
1000 +				
1000 +				
1000 +				

		Leste fiancé	Lestes sponsa
18/04/2023	1		
18/04/2023	1		
19/05/2023	2		
19/05/2023	2		
07/06/2023	3		
07/06/2023	3		
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Anax empereur	Anax imperator
		Leste dryade	Lestes dryas
		Leste fiancé	Lestes sponsa
		Leucorrhine douteuse	Leucorrhinia dubia
		Petite nymphe au corps de feu	Pyrrhosoma nymphula
		Petite nymphe au corps de feu	Pyrrhosoma nymphula
19/05/2023	2		
07/06/2023	3		
		Leucorrhine douteuse	Leucorrhinia dubia
		Libellule à quatre taches	Libellula quadrimaculata
		Libellule déprimée	Libellula depressa
		Sympétrum noir	Sympetrum danae
18/04/2023	1		
12/05/2023	2		
12/06/2023	3		
12/06/2023	3		
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Anax empereur	Anax imperator
		Leste dryade	Lestes dryas
		Leste vert	Chalcolestes viridis
		Leucorrhine douteuse	Leucorrhinia dubia
		Libellule déprimée	Libellula depressa
11/05/2023	2		
Null			
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Anax empereur	Anax imperator
		Anax empereur	Anax imperator
		Leucorrhine douteuse	Leucorrhinia dubia
		Leucorrhine douteuse	Leucorrhinia dubia
		Sympétrum noir	Sympetrum danae
21/04/2023	1		
21/04/2023	1		
18/05/2023	2		
18/05/2023	2		
16/06/2023	3		
16/06/2023	3		
16/06/2023	3		
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion porte-coupe	Enallagma cyathigerum

1	08/07/2023	2	
15	08/07/2023	2	
1	08/07/2023	2	
1	08/07/2023	2	
4	08/07/2023	2	
2	08/07/2023	2	
2	07/06/2023	1	
1	08/07/2023	2	
1	08/07/2023	2	
2	08/07/2023	2	
1	07/06/2023	1	
2	08/07/2023	2	
5	12/06/2023	1	
20	08/07/2023	2	
1	12/06/2023	1	
2	08/07/2023	2	
1	08/07/2023	2	
2	08/07/2023	2	
3	12/06/2023	1	
5	12/06/2023	1	
4	08/07/2023	2	
1	12/06/2023	1	
1	08/07/2023	2	
7	12/06/2023	1	
2	08/07/2023	2	
2	08/07/2023	2	
50	16/06/2023	1	
20	18/07/2023	2	
10	18/07/2023	2	

	196	60	60	0	Milieu Forestier	1865	158
	197	60	60	0	Milieu Forestier	1865	158
	198	60	60	0	Milieu Forestier	1865	158
	199	60	60	0	Milieu Forestier	1865	158
	200	60	60	0	Milieu Forestier	1865	158
	201	62	62	0	Milieu Ouvert	2014	9
	202	62	62	0	Milieu Ouvert	2014	9
	203	62	62	0	Milieu Ouvert	2014	9
	204	64	64	517	Milieu Ouvert	2014	9
	205	64	64	517	Milieu Ouvert	2014	9
	206	64	64	517	Milieu Ouvert	2014	9
	207	64	64	517	Milieu Ouvert	2014	9
	208	64	64	517	Milieu Ouvert	2014	9
	209	64	64	517	Milieu Ouvert	2014	9
	210	64	64	517	Milieu Ouvert	2014	9
	211	64	64	517	Milieu Ouvert	2014	9
	212	71	71	0	Milieu Ouvert	2021	2
	213	71	71	0	Milieu Ouvert	2021	2
	214	71	71	0	Milieu Ouvert	2021	2
	215	71	71	0	Milieu Ouvert	2021	2
	216	71	71	0	Milieu Ouvert	2021	2
	217	71	71	0	Milieu Ouvert	2021	2
	218	71	71	0	Milieu Ouvert	2021	2
	219	71	71	0	Milieu Ouvert	2021	2
	220	71	71	0	Milieu Ouvert	2021	2
	221	71	71	0	Milieu Ouvert	2021	2
	222	72	72	0	Milieu Ouvert	2021	2
	223	72	72	0	Milieu Ouvert	2021	2
	224	72	72	0	Milieu Ouvert	2021	2
	225	72	72	0	Milieu Ouvert	2021	2
	226	72	72	0	Milieu Ouvert	2021	2
	227	72	72	0	Milieu Ouvert	2021	2
	228	72	72	0	Milieu Ouvert	2021	2
	229	72	72	0	Milieu Ouvert	2021	2
	230	72	72	0	Milieu Ouvert	2021	2
	231	72	72	0	Milieu Ouvert	2021	2
	232	72	72	0	Milieu Ouvert	2021	2
	233	72	72	0	Milieu Ouvert	2021	2
	234	72	72	0	Milieu Ouvert	2021	2
	235	73	73	0	Milieu Ouvert	2021	2
	236	73	73	0	Milieu Ouvert	2021	2
	237	73	73	0	Milieu Ouvert	2021	2
	238	73	73	0	Milieu Ouvert	2021	2
	239	73	73	0	Milieu Ouvert	2021	2
	240	73	73	0	Milieu Ouvert	2021	2
	241	73	73	0	Milieu Ouvert	2021	2
	242	73	73	0	Milieu Ouvert	2021	2
	243	73	73	0	Milieu Ouvert	2021	2
	244	73	73	0	Milieu Ouvert	2021	2
	245	73	73	0	Milieu Ouvert	2021	2

1000 +			
1000 +			
1000 +			
1000 +			
1000 +			
200 - 300	Triton palmé	Lissotriton helveticus	3
200 - 300	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	41
200 - 300			
1000 +	Grenouille verte	Pelophylax kl. Esculentus	5
1000 +			
1000 +			
1000 +			
1000 +			
1000 +			
1000 +			
100 - 200	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	7
100 - 200	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	1
100 - 200	Triton palmé	Lissotriton helveticus	2
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
400 - 500	Triton palmé	Lissotriton helveticus	2
400 - 500	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	9
400 - 500	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	2
400 - 500			
400 - 500			
400 - 500			
400 - 500			
400 - 500			
400 - 500			
400 - 500			
400 - 500			
400 - 500			
400 - 500			
400 - 500			
100 - 200	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	3
100 - 200	Triton palmé	Lissotriton helveticus	1
100 - 200	Triton alpestre	Lissotriton helveticus	2
100 - 200	Triton palmé	Lissotriton helveticus	1
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			

1	16/06/2023	1	
3	16/06/2023	1	
2	18/07/2023	2	
2	16/06/2023	1	
2	16/06/2023	1	
1	08/07/2023	2	
2	12/06/2023	1	
1	12/06/2023	1	
2	08/07/2023	2	
9	12/06/2023	1	
1	08/07/2023	2	
2	12/06/2023	1	
1	12/06/2023	1	
4	09/06/2023	1	
10	11/07/2023	2	
1	11/07/2023	2	
1	09/06/2023	1	
1	11/07/2023	2	
3	09/06/2023	1	
2	11/07/2023	2	
14	09/06/2023	1	
14	11/07/2023	2	
10	11/07/2023	2	
1	09/06/2023	1	
1	09/06/2023	1	
2	09/06/2023	1	
2	11/07/2023	2	
7	09/06/2023	1	
1	11/07/2023	2	
3	11/07/2023	2	
5	09/06/2023	1	
25	11/07/2023	2	
1	11/07/2023	2	
1	11/07/2023	2	
1	09/06/2023	1	
2	11/07/2023	2	
3	09/06/2023	1	

246	73	73	0	Milieu Ouvert	2021	2
247	74	74	0	Milieu Ouvert	2021	2
248	74	74	0	Milieu Ouvert	2021	2
249	74	74	0	Milieu Ouvert	2021	2
250	74	74	0	Milieu Ouvert	2021	2
251	74	74	0	Milieu Ouvert	2021	2
252	74	74	0	Milieu Ouvert	2021	2
253	74	74	0	Milieu Ouvert	2021	2
254	74	74	0	Milieu Ouvert	2021	2
255	74	74	0	Milieu Ouvert	2021	2
256	74	74	0	Milieu Ouvert	2021	2
257	74	74	0	Milieu Ouvert	2021	2
258	74	74	0	Milieu Ouvert	2021	2
259	74	74	0	Milieu Ouvert	2021	2
260	74	74	0	Milieu Ouvert	2021	2
261	74	74	0	Milieu Ouvert	2021	2
262	75	75	0	Milieu Ouvert	2021	2
263	75	75	0	Milieu Ouvert	2021	2
264	75	75	0	Milieu Ouvert	2021	2
265	75	75	0	Milieu Ouvert	2021	2
266	75	75	0	Milieu Ouvert	2021	2
267	75	75	0	Milieu Ouvert	2021	2
268	75	75	0	Milieu Ouvert	2021	2
269	79	79	0	Milieu Ouvert	2021	2
270	79	79	0	Milieu Ouvert	2021	2
271	79	79	0	Milieu Ouvert	2021	2
272	79	79	0	Milieu Ouvert	2021	2
273	79	79	0	Milieu Ouvert	2021	2
274	79	79	0	Milieu Ouvert	2021	2
275	79	79	0	Milieu Ouvert	2021	2
276	79	79	0	Milieu Ouvert	2021	2
277	79	79	0	Milieu Ouvert	2021	2
278	79	79	0	Milieu Ouvert	2021	2
279	79	79	0	Milieu Ouvert	2021	2
280	79	79	0	Milieu Ouvert	2021	2
281	79	79	0	Milieu Ouvert	2021	2
282	79	79	0	Milieu Ouvert	2021	2
283	80	80	0	Milieu Ouvert	2021	2
284	80	80	0	Milieu Ouvert	2021	2
285	80	80	0	Milieu Ouvert	2021	2
286	80	80	0	Milieu Ouvert	2021	2
287	80	80	0	Milieu Ouvert	2021	2
288	80	80	0	Milieu Ouvert	2021	2
289	80	80	0	Milieu Ouvert	2021	2
290	80	80	0	Milieu Ouvert	2021	2
291	82	82	0	Milieu Ouvert	2021	2
292	82	82	0	Milieu Ouvert	2021	2
293	82	82	0	Milieu Ouvert	2021	2
294	82	82	0	Milieu Ouvert	2021	2
295	82	82	0	Milieu Ouvert	2021	2

100 - 200				
100 - 200	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris		7
100 - 200	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris		1
100 - 200	Grenouille verte	Pelophylax kl. Esculentus		2
100 - 200				
100 - 200				
100 - 200				
100 - 200				
100 - 200				
100 - 200				
100 - 200				
100 - 200				
100 - 200				
100 - 200				
100 - 200				
100 - 200				
100 - 200	Null	Null	Null	N
100 - 200				
100 - 200				
100 - 200				
100 - 200				
100 - 200				
100 - 200				
200 - 300	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris		10
200 - 300	Triton palmé	Lissotriton helveticus		2
200 - 300	Triton palmé	Lissotriton helveticus		2
200 - 300				
200 - 300				
200 - 300				
200 - 300				
200 - 300				
200 - 300				
200 - 300				
200 - 300				
200 - 300				
200 - 300				
200 - 300				
200 - 300	Null	Null	Null	N
200 - 300				
200 - 300				
200 - 300				
200 - 300				
200 - 300				
200 - 300				
200 - 300				
200 - 300				
200 - 300	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris		1
200 - 300				
200 - 300				
200 - 300				
200 - 300				

17/05/2023	2		
06/06/2023	3		
05/06/2023	3		
		Aeschne affine	Aeschne affinis
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion porte-coupe	Enallagma cyathigerum
		Leste dryade	Lestes dryas
		Leste dryade	Lestes dryas
		Leste fiancé	Lestes sponsa
		Libelule déprimée	Libellula depressa
		Libelule déprimée	Libellula depressa
		Petite nymphe au corps de feu	Pyrrhosoma nymphula
		Sympétrum noir	Sympetrum danae
Null			
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion porte-coupe	Enallagma cyathigerum
		Leste dryade	Lestes dryas
		Libelule déprimée	Libellula depressa
		Sympétrum noir	Sympetrum danae
19/05/2023	2		
19/05/2023	2		
07/06/2023	3		
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion porte-coupe	Enallagma cyathigerum
		Anax empereur	Anax imperator
		Caloptéryx vierge	Calopteryx virgo
		Leste dryade	Lestes dryas
		Leste vert	Chalcolestes viridis
		Libellule à quatre taches	Libellula quadrimaculata
		Libelule déprimée	Libellula depressa
		Petite nymphe au corps de feu	Pyrrhosoma nymphula
		Sympétrum noir	Sympetrum danae
Null			
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Anax empereur	Anax imperator
		Leste dryade	Lestes dryas
		Leucorrhine douteuse	Leucorrhinia dubia
		Libelule déprimée	Libellula depressa
		Libelule déprimée	Libellula depressa
		Sympétrum noir	Sympetrum danae
19/05/2023	2		
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Leste dryade	Lestes dryas
		Leste vert	Chalcolestes viridis
		Leucorrhine douteuse	Leucorrhinia dubia

2	09/06/2023	1	
1	14/07/2023	2	
24	05/06/2023	1	
15	06/06/2023	1	
13	14/07/2023	2	
17	14/07/2023	2	
1	14/07/2023	2	
5	14/07/2023	2	
2	14/07/2023	2	
1	05/06/2023	1	
5	06/06/2023	1	
4	05/06/2023	1	
2	14/07/2023	2	
2	06/06/2023	1	
12	14/07/2023	2	
9	14/07/2023	2	
1	14/07/2023	2	
7	06/06/2023	1	
5	14/07/2023	2	
5	07/06/2023	1	
40	08/07/2023	2	
1	08/07/2023	2	
1	08/07/2023	2	
1	08/07/2023	2	
3	08/07/2023	2	
4	08/07/2023	2	
3	08/07/2023	2	
2	07/06/2023	1	
2	07/06/2023	1	
8	08/07/2023	2	
20	07/06/2023	1	
2	08/07/2023	2	
10	08/07/2023	2	
1	08/07/2023	2	
1	07/06/2023	1	
1	08/07/2023	2	
1	08/07/2023	2	
30	08/07/2023	2	
1	08/07/2023	2	
1	08/07/2023	2	
2	08/07/2023	2	

296	82	82	0	Milieu Ouvert	2021	2
297	86	86	0	Milieu Ouvert	2021	2
298	86	86	0	Milieu Ouvert	2021	2
299	86	86	0	Milieu Ouvert	2021	2
300	86	86	0	Milieu Ouvert	2021	2
301	86	86	0	Milieu Ouvert	2021	2
302	86	86	0	Milieu Ouvert	2021	2
303	86	86	0	Milieu Ouvert	2021	2
304	86	86	0	Milieu Ouvert	2021	2
305	86	86	0	Milieu Ouvert	2021	2
306	87	87	0	Milieu Forestier	2021	2
307	87	87	0	Milieu Forestier	2021	2
308	87	87	0	Milieu Forestier	2021	2
309	87	87	0	Milieu Forestier	2021	2
310	87	87	0	Milieu Forestier	2021	2
311	87	87	0	Milieu Forestier	2021	2
312	87	87	0	Milieu Forestier	2021	2
313	87	87	0	Milieu Forestier	2021	2
314	87	87	0	Milieu Forestier	2021	2
315	87	87	0	Milieu Forestier	2021	2
316	87	87	0	Milieu Forestier	2021	2
317	87	87	0	Milieu Forestier	2021	2
318	88	88	0	Milieu Forestier	2021	2
319	88	88	0	Milieu Forestier	2021	2
320	88	88	0	Milieu Forestier	2021	2
321	88	88	0	Milieu Forestier	2021	2
322	88	88	0	Milieu Forestier	2021	2
323	88	88	0	Milieu Forestier	2021	2
324	88	88	0	Milieu Forestier	2021	2
325	88	88	0	Milieu Forestier	2021	2
326	89	89	492	Milieu Ouvert	2007	16
327	89	89	492	Milieu Ouvert	2007	16
328	89	89	492	Milieu Ouvert	2007	16
329	89	89	492	Milieu Ouvert	2007	16
330	89	89	492	Milieu Ouvert	2007	16
331	89	89	492	Milieu Ouvert	2007	16
332	89	89	492	Milieu Ouvert	2007	16
333	89	89	492	Milieu Ouvert	2007	16
334	89	89	492	Milieu Ouvert	2007	16
335	89	89	492	Milieu Ouvert	2007	16
336	89	89	492	Milieu Ouvert	2007	16
337	89	89	492	Milieu Ouvert	2007	16
338	91	91	487	Milieu Ouvert	2016	7
339	91	91	487	Milieu Ouvert	2016	7
340	91	91	487	Milieu Ouvert	2016	7
341	91	91	487	Milieu Ouvert	2016	7
342	91	91	487	Milieu Ouvert	2016	7
343	91	91	487	Milieu Ouvert	2016	7
344	91	91	487	Milieu Ouvert	2016	7
345	91	91	487	Milieu Ouvert	2016	7

200 - 300			
200 - 300	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	3
200 - 300	Triton palmé	Lissotriton helveticus	3
200 - 300	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	4
200 - 300	Triton palmé	Lissotriton helveticus	4
200 - 300			
200 - 300			
200 - 300			
200 - 300			
200 - 300			
0 - 100	Crapaud commun	Bufo bufo	5
0 - 100	Triton palmé	Lissotriton helveticus	10
0 - 100	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	16
0 - 100	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	1
0 - 100	Triton palmé	Lissotriton helveticus	6
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100	Crapaud commun	Bufo bufo	5
0 - 100	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	1
0 - 100	Triton palmé	Lissotriton helveticus	1
0 - 100	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	17
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100			
500 - 600	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	1
500 - 600	Triton palmé	Lissotriton helveticus	1
500 - 600	Triton palmé	Lissotriton helveticus	2
500 - 600	Grenouille verte	Pelophylax kl. Esculentus	7
500 - 600			
500 - 600			
500 - 600			
500 - 600			
500 - 600			
500 - 600			
500 - 600			
500 - 600	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	22
500 - 600	Grenouille verte	Pelophylax kl. Esculentus	6
500 - 600	Grenouille verte	Pelophylax kl. Esculentus	16
500 - 600			
500 - 600			
500 - 600			
500 - 600			
500 - 600			

		Libellule à quatre taches	Libellula quadrimaculata
10/05/2023	2		
10/05/2023	2		
10/05/2023	2		
10/05/2023	2		
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Anax empereur	Anax imperator
		Caloptéryx vierge	Calopteryx virgo
		Leucorrhine douteuse	Leucorrhinia dubia
		Libelule déprimée	Libellula depressa
21/04/2023	1		
09/05/2023	2		
09/05/2023	2		
14/06/2023	3		
14/06/2023	3		
		Aeschne affine	Aeschne affinis
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Anax empereur	Anax imperator
		Libellule à quatre taches	Libellula quadrimaculata
		Libelule déprimée	Libellula depressa
		Libelule déprimée	Libellula depressa
21/04/2023	1		
21/04/2023	1		
09/05/2023	2		
09/05/2023	2		
		Aeschne affine	Aeschne affinis
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Libelule déprimée	Libellula depressa
17/05/2023	2		
17/05/2023	2		
17/05/2023	2		
19/06/2023	3		
		Agrion jouvencelle	
		Agrion porte-coupe	
		Agrion porte-coupe	
		Anax empereur	
		Libellule à quatre taches	
		Libelule déprimée	
		Petite nymphe au corps de feu	
		Sympétrum noir	
16/05/2023	2		
16/05/2023	2		
10/06/2023	3		
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion porte-coupe	Enallagma cyathigerum
		Anax empereur	Anax imperator
		Anax empereur	Anax imperator
		Cordulie bronzée	Cordulia aenea

7	08/07/2023	2		
15	07/07/2023	2		
1	07/07/2023	2		
1	07/07/2023	2		
5	19/06/2023	1		
1	07/07/2023	2		
1	07/07/2023	2		
20	14/06/2023	1		
15	07/07/2023	2		
1	14/06/2023	1		
1	07/07/2023	2		
3	14/06/2023	1		
2	07/07/2023	2		
1	07/07/2023	2		
12	14/06/2023	1		
6	07/07/2023	2		
2	07/07/2023	2		
10	14/07/2023	2		
5	19/06/2023	1		
6	14/07/2023	2		
2	06/06/2023	1		
1	19/06/2023	1		
2	19/06/2023	1		
10	06/06/2023	1		
3	14/07/2023	2		
1	11/07/2023	2		
1	11/07/2023	2		
1	05/06/2023	1		
2	11/07/2023	2		
1	05/06/2023	1		

	346	91	91	487	Milieu Ouvert	2016	7
	347	91	91	487	Milieu Ouvert	2016	7
	348	91	91	487	Milieu Ouvert	2016	7
	349	93	93	486	Milieu Ouvert	1994	29
	350	93	93	486	Milieu Ouvert	1994	29
	351	93	93	486	Milieu Ouvert	1994	29
	352	93	93	486	Milieu Ouvert	1994	29
	353	93	93	486	Milieu Ouvert	1994	29
	354	93	93	486	Milieu Ouvert	1994	29
	355	93	93	486	Milieu Ouvert	1994	29
	356	93	93	486	Milieu Ouvert	1994	29
	357	93	93	486	Milieu Ouvert	1994	29
	358	93	93	486	Milieu Ouvert	1994	29
	359	93	93	486	Milieu Ouvert	1994	29
	360	93	93	486	Milieu Ouvert	1994	29
	361	97	97	0	Milieu Ouvert	2018	5
	362	97	97	0	Milieu Ouvert	2018	5
	363	97	97	0	Milieu Ouvert	2018	5
	364	97	97	0	Milieu Ouvert	2018	5
	365	97	97	0	Milieu Ouvert	2018	5
	366	97	97	0	Milieu Ouvert	2018	5
	367	97	97	0	Milieu Ouvert	2018	5
	368	97	97	0	Milieu Ouvert	2018	5
	369	97	97	0	Milieu Ouvert	2018	5
	370	99	99	491	Milieu Ouvert	2001	22
	371	99	99	491	Milieu Ouvert	2001	22
	372	99	99	491	Milieu Ouvert	2001	22
	373	99	99	491	Milieu Ouvert	2001	22
	374	99	99	491	Milieu Ouvert	2001	22
	375	99	99	491	Milieu Ouvert	2001	22
	376	99	99	491	Milieu Ouvert	2001	22
	377	99	99	491	Milieu Ouvert	2001	22
	378	99	99	491	Milieu Ouvert	2001	22
	379	99	99	491	Milieu Ouvert	2001	22
	380	99	99	491	Milieu Ouvert	2001	22
	381	99	99	491	Milieu Ouvert	2001	22
	382	99	99	491	Milieu Ouvert	2001	22
	383	99	99	491	Milieu Ouvert	2001	22
	384	99	99	491	Milieu Ouvert	2001	22
	385	99	99	491	Milieu Ouvert	2001	22
	386	99	99	491	Milieu Ouvert	2001	22
	387	101	101	574	Milieu Forestier	2021	2
	388	101	101	574	Milieu Forestier	2021	2
	389	102	102	574	Milieu Forestier	2021	2
	390	102	102	574	Milieu Forestier	2021	2
	391	102	102	574	Milieu Forestier	2021	2
	392	102	102	574	Milieu Forestier	2021	2
	393	102	102	574	Milieu Forestier	2021	2
	394	102	102	574	Milieu Forestier	2021	2
	395	102	102	574	Milieu Forestier	2021	2

500 - 600			
500 - 600			
500 - 600			
700 - 800	Grenouille verte	Pelophylax kl. Esculentus	5
700 - 800	Grenouille verte	Pelophylax kl. Esculentus	5
700 - 800	Grenouille verte	Pelophylax kl. Esculentus	5
700 - 800			
700 - 800			
700 - 800			
700 - 800			
700 - 800			
700 - 800			
700 - 800			
700 - 800			
700 - 800			
100 - 200	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	5
100 - 200	Triton palmé	Lissotriton helveticus	16
100 - 200	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	6
100 - 200	Triton palmé	Lissotriton helveticus	3
100 - 200	Grenouille verte	Pelophylax kl. Esculentus	3
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	26
100 - 200	Grenouille verte	Pelophylax kl. Esculentus	0
100 - 200	Triton palmé	Lissotriton helveticus	19
100 - 200	Triton palmé	Lissotriton helveticus	5
100 - 200	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	11
100 - 200	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	7
100 - 200	Triton palmé	Lissotriton helveticus	2
100 - 200	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	2
100 - 200	Triton palmé	Lissotriton helveticus	4
100 - 200	Grenouille verte	Pelophylax kl. Esculentus	2
100 - 200	Grenouille verte	Pelophylax kl. Esculentus	33
100 - 200	Grenouille verte	Pelophylax kl. Esculentus	40
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
0 - 100	Triton palmé	Lissotriton helveticus	6
0 - 100	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	19
100 - 200	Triton palmé	Lissotriton helveticus	31
100 - 200	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	62
100 - 200	Triton palmé	Lissotriton helveticus	4
100 - 200	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	4
100 - 200	Grenouille verte	Pelophylax kl. Esculentus	1
100 - 200			
100 - 200			

		Leste fiancé	Lestes sponsa
		Leucorrhine douteuse	Leucorrhinia dubia
		Sympétrum rouge sang	Sympetrum sanguineum
16/05/2023	2		
05/06/2023	3		
05/06/2023	2		
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion porte-coupe	Enallagma cyathigerum
		Anax empereur	Anax imperator
		Cordulie bronzée	Cordulia aenea
		Leste dryade	Lestes dryas
		Leste fiancé	Lestes sponsa
		Leste vert	Chalcolestes viridis
16/05/2023	2		
16/05/2023	2		
16/05/2023	2		
16/05/2023	2		
05/06/2023	3		
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Cordulie bronzée	Cordulia aenea
		Leste dryade	Lestes dryas
		Leste fiancé	Lestes sponsa
16/05/2023	2		
16/05/2023	2		
16/05/2023	2		
16/05/2023	2		
16/05/2023	2		
05/06/2023	3		
05/06/2023	3		
05/06/2023	3		
05/06/2023	3		
16/05/2023	2		
04/06/2023	3		
10/06/2023	3		
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Leste dryade	Lestes dryas
		Leste fiancé	Lestes sponsa
		Petite nymphe au corps de feu	Pyrrhosoma nymphula
12/05/2023	2		
12/05/2023	2		
12/05/2023	2		
12/05/2023	2		
12/06/2023	3		
12/06/2023	3		
12/06/2023	3		
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Libelule déprimée	Libellula depressa

	396	102	102	574	Milieu Forestier	2021	2
	397	103	103	540	Milieu Forestier	2021	2
	398	103	103	540	Milieu Forestier	2021	2
	399	103	103	540	Milieu Forestier	2021	2
	400	103	103	540	Milieu Forestier	2021	2
	401	103	103	540	Milieu Forestier	2021	2
	402	103	103	540	Milieu Forestier	2021	2
	403	103	103	540	Milieu Forestier	2021	2
	404	103	103	540	Milieu Forestier	2021	2
	405	103	103	540	Milieu Forestier	2021	2
	406	103	103	540	Milieu Forestier	2021	2
	407	103	103	540	Milieu Forestier	2021	2
	408	104	104	540	Milieu Forestier	2021	2
	409	104	104	540	Milieu Forestier	2021	2
	410	104	104	540	Milieu Forestier	2021	2
	411	104	104	540	Milieu Forestier	2021	2
	412	104	104	540	Milieu Forestier	2021	2
	413	104	104	540	Milieu Forestier	2021	2
	414	104	104	540	Milieu Forestier	2021	2
	415	104	104	540	Milieu Forestier	2021	2
	416	104	104	540	Milieu Forestier	2021	2
	417	104	104	540	Milieu Forestier	2021	2
	418	104	104	540	Milieu Forestier	2021	2
	419	104	104	540	Milieu Forestier	2021	2
	420	104	104	540	Milieu Forestier	2021	2
	421	104	104	540	Milieu Forestier	2021	2
	422	104	104	540	Milieu Forestier	2021	2
	423	104	104	540	Milieu Forestier	2021	2
	424	105	105	574	Milieu Forestier	2021	2
	425	105	105	574	Milieu Forestier	2021	2
	426	105	105	574	Milieu Forestier	2021	2
	427	105	105	574	Milieu Forestier	2021	2
	428	105	105	574	Milieu Forestier	2021	2
	429	106	106	555	Milieu Forestier	2021	2
	430	106	106	555	Milieu Forestier	2021	2
	431	106	106	555	Milieu Forestier	2021	2
	432	106	106	555	Milieu Forestier	2021	2
	433	106	106	555	Milieu Forestier	2021	2
	434	106	106	555	Milieu Forestier	2021	2
	435	106	106	555	Milieu Forestier	2021	2
	436	107	107	545	Milieu Forestier	2021	2
	437	107	107	545	Milieu Forestier	2021	2
	438	107	107	545	Milieu Forestier	2021	2
	439	107	107	545	Milieu Forestier	2021	2
	440	107	107	545	Milieu Forestier	2021	2
	441	107	107	545	Milieu Forestier	2021	2
	442	107	107	545	Milieu Forestier	2021	2
	443	107	107	545	Milieu Forestier	2021	2
	444	107	107	545	Milieu Forestier	2021	2
	445	109	109	356	Milieu Forestier	2021	2

100 - 200			
100 - 200	Crapaud commun	Bufo bufo	0
100 - 200	Crapaud commun	Bufo bufo	0
100 - 200	Crapaud commun	Bufo bufo	0
100 - 200	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	1
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200	Crapaud commun	Bufo bufo	0
100 - 200	Triton palmé	Lissotriton helveticus	1
100 - 200	Crapaud commun	Bufo bufo	0
100 - 200	Crapaud commun	Bufo bufo	2
100 - 200	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	41
100 - 200	Triton palmé	Lissotriton helveticus	28
100 - 200	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	1
100 - 200	Triton palmé	Lissotriton helveticus	3
100 - 200	Grenouille verte	Pelophylax kl. Esculentus	1
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200			
100 - 200	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	23
100 - 200	Triton palmé	Lissotriton helveticus	25
100 - 200	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	17
100 - 200	Triton palmé	Lissotriton helveticus	3
100 - 200			
100 - 200	Crapaud commun	Bufo bufo	0
100 - 200	Triton palmé	Lissotriton helveticus	11
100 - 200	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	37
100 - 200	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	21
100 - 200	Triton palmé	Lissotriton helveticus	2
100 - 200			
100 - 200			
0 - 100	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	1
0 - 100	Triton palmé	Lissotriton helveticus	5
0 - 100	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	40
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100	Grenouille rousse	Rana temporaria	0

		Libelule déprimée	Libellula depressa
18/04/2023	1		
18/04/2023	1		
18/04/2023	1		
09/05/2023	2		
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion porte-coupe	Enallagma cyathigerum
		Anax empereur	Anax imperator
		Libelule déprimée	Libellula depressa
		Petite nymphe au corps de feu	Pyrrhosoma nymphula
		Petite nymphe au corps de feu	Pyrrhosoma nymphula
18/04/2023	1		
18/04/2023	1		
18/04/2023	1		
18/04/2023	1		
09/05/2023	2		
09/05/2023	2		
14/06/2023	3		
14/06/2023	3		
14/06/2023	3		
		Aeschne affine	Aeschne affinis
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Libellule à quatre taches	Libellula quadrimaculata
		Libelule déprimée	Libellula depressa
		Petite nymphe au corps de feu	Pyrrhosoma nymphula
		Petite nymphe au corps de feu	Pyrrhosoma nymphula
09/05/2023	2		
09/05/2023	2		
14/06/2023	3		
14/06/2023	3		
		Aeschne affine	Aeschne affinis
21/04/2023	1		
09/05/2023	2		
09/05/2023	2		
14/06/2023	3		
14/06/2023	3		
		Caloptéryx vierge	Calopteryx virgo
		Libelule déprimée	Libellula depressa
21/04/2023	1		
09/05/2023	2		
09/05/2023	2		
		Aeschne affine	Aeschne affinis
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Libelule déprimée	Libellula depressa
		Petite nymphe au corps de feu	Pyrrhosoma nymphula
		Petite nymphe au corps de feu	Pyrrhosoma nymphula
21/04/2023	1		

3	08/07/2023	2	
2	14/06/2023	1	
3	07/07/2023	2	
3	07/07/2023	2	
1	07/07/2023	2	
1	14/06/2023	1	
4	14/06/2023	1	
3	07/07/2023	2	
1	07/07/2023	2	
15	14/06/2023	1	
16	07/07/2023	2	
1	07/07/2023	2	
4	07/07/2023	2	
1	14/06/2023	1	
3	07/07/2023	2	
1	07/07/2023	2	
1	07/07/2023	2	
1	07/07/2023	2	
1	07/07/2023	2	
6	07/07/2023	2	
6	14/06/2023	1	
1	07/07/2023	2	
9	14/06/2023	1	
7	07/07/2023	2	

	446	109	109	356	Milieu Forestier	2021	2
	447	109	109	356	Milieu Forestier	2021	2
	448	109	109	356	Milieu Forestier	2021	2
	449	109	109	356	Milieu Forestier	2021	2
	450	109	109	356	Milieu Forestier	2021	2
	451	109	109	356	Milieu Forestier	2021	2
	452	109	109	356	Milieu Forestier	2021	2
	453	109	109	356	Milieu Forestier	2021	2
	454	109	109	356	Milieu Forestier	2021	2
	455	109	109	356	Milieu Forestier	2021	2
	456	109	109	356	Milieu Forestier	2021	2
	457	109	109	356	Milieu Forestier	2021	2
	458	109	109	356	Milieu Forestier	2021	2
	459	109	109	356	Milieu Forestier	2021	2

77,55131377	77,56	33,67527409	33,68	2,302850356	0
77,55131377	77,56	33,67527409	33,68	2,302850356	0
77,55131377	77,56	33,67527409	33,68	2,302850356	0
77,55131377	77,56	33,67527409	33,68	2,302850356	0
77,55131377	77,56	33,67527409	33,68	2,302850356	0
77,55131377	77,56	33,67527409	33,68	2,302850356	0
77,55131377	77,56	33,67527409	33,68	2,302850356	0
77,55131377	77,56	33,67527409	33,68	2,302850356	0
77,55131377	77,56	33,67527409	33,68	2,302850356	0
77,55131377	77,56	33,67527409	33,68	2,302850356	0
77,55131377	77,56	33,67527409	33,68	2,302850356	0
77,55131377	77,56	33,67527409	33,68	2,302850356	0
77,55131377	77,56	33,67527409	33,68	2,302850356	0
77,55131377	77,56	33,67527409	33,68	2,302850356	0
77,55131377	77,56	33,67527409	33,68	2,302850356	0

0 - 100	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	2
0 - 100	Triton palmé	Lissotriton helveticus	1
0 - 100	Triton alpestre	Ichthyosaura alpestris	1
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100			
0 - 100			

18/05/2023	2		
18/05/2023	2		
16/06/2023	3		
		Aeschne affine	Aeschne affinis
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Agrion jouvencelle	Coenagrion puella
		Anax empereur	Anax imperator
		Caloptéryx vierge	Calopteryx virgo
		Caloptéryx vierge	Calopteryx virgo
		Libelule déprimée	Libellula depressa
		Libelule déprimée	Libellula depressa
		Petite nymphe au corps de feu	Pyrrhosoma nymphula
		Petite nymphe au corps de feu	Pyrrhosoma nymphula
		Petite nymphe au corps de feu	Pyrrhosoma nymphula

4	18/07/2023	2	
13	16/06/2023	1	
10	18/07/2023	2	
1	16/06/2023	1	
3	16/06/2023	1	
1	16/06/2023	1	
1	16/06/2023	1	
2	16/06/2023	1	
1	16/06/2023	1	
1	16/06/2023	1	
1	16/06/2023	1	
1	16/06/2023	1	

Annexe 5 : Poster



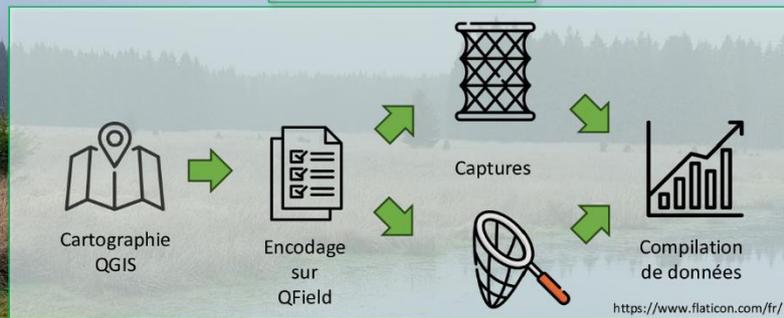
Stage – TFE – AA 2022-2023 Promoteur : Olivier **Baudry** Maitre de stage : Gérard **Jadoul** Etudiant : Arthur **Dufoing**

« Caractérisation de l'importance du développement d'un réseau de mares dans la forêt de Saint-Michel Frey : effets du milieu, de l'âge et de la surface sur les populations d'amphibiens et d'odonates ? »

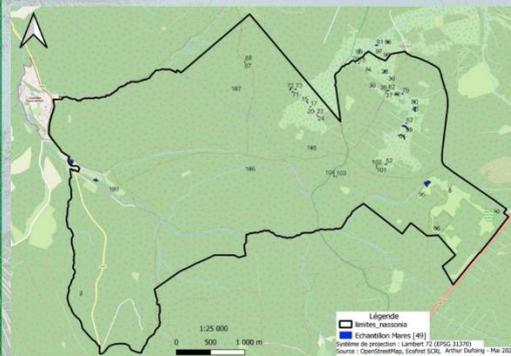
Problématique

Pour mieux comprendre la diversité présente sur son territoire, le projet Nassonia, lancé en 2018, réalise un état des lieux afin de mieux préparer les différents projets à venir. La caractérisation des mares et l'inventaire des classes d'amphibiens et d'odonates permet de réaliser une base de travail pour de futurs aménagement et réflexions.

Matériel et méthode



Résultats



Espèces	Nb d'individus
Crapaud commun	14
Grenouille verte	198
Triton alpestre	910
Triton palmé	492
Aesche affine	8
Aesche bleue	1
Agrion jouvencelle	58
Agrion porte-coupe	19
Anax empereur	23
Caloptéryx vierge	7
Cordulégastre anel	1
Cordulie bronzée	8
Leste dryade	14
Leste fiancé	10
Leste vert	4
Leucorrhine douteux	25
Libellule à quatre ta	11
Libellule déprimée	36
Petite nymphe au co	24
Sympétrum noir	12
Sympétrum rouge sa	1

Cette étude a répondu aux attentes posées des gestionnaires du projet qui étaient de réaliser une mise au point, un « T0 », en caractérisant les mares présentes sur le territoire grâce à des inventaires botaniques et faunistiques.

Ce travail a permis de voir que, le milieu d'implantation d'une mare a l'effet le plus important sur les populations d'amphibiens et d'odonates, la surface et l'âge nécessiteraient d'autres inventaires.

Les résultats obtenus dans cette étude ne sont probablement pas reproductibles à d'autres territoires, les caractéristiques physico-chimiques de la région étant particuliers.

Abstract

Les milieux humides constituent des habitats particuliers en Belgique et jouent un rôle important en fournissant de nombreux services écosystémiques, mais comme beaucoup d'autres habitats, ces milieux sont menacés par plusieurs facteurs. Afin de favoriser l'émergence de nouvelles espèces et le statut de celles déjà présentes, le projet Nassonia met en œuvre des actions d'implantation de mares.

Ce travail de fin d'étude a pour objectif de réaliser un échantillonnage témoin des classes d'amphibiens et d'odonates présents à proximités des mares du projet Nassonia. Pour ce faire, différentes méthodes seront utilisées et les résultats seront analysés afin de préparer de futurs aménagements.

Mots-clés : Mares – Amphibiens – Odonates – Biodiversité

Wetlands are special habitats in Belgium and play an important role in providing many ecosystem services, but like many other habitats, these environments are threatened by several factors. In order to promote the emergence of new species and the status of those already present, the Nassonia project implements actions to establish ponds.

This end-of-study work aims to carry out a control sampling of the classes of amphibians and odonates present near the ponds of the Nassonia project. To do this, different methods will be used and the results will be analyzed in order to prepare future developments.

Keywords: Ponds – Amphibians – Odonates – Biodiversity