

LICENCE PROFESSIONNELLE DE BIOLOGIE APPLIQUÉE
AUX ÉCOSYSTÈMES EXPLOITÉS

**Diagnostic écologique d'un réseau de
mares forestières (Description, analyse et
préconisations de gestion)**



Figure 1: De gauche à droite : mare forestière, larve de Salamandre tachetée, Triton palmé.

Marion ANGELVIN

Apprentissage effectué du 5 septembre 2022 au 6 septembre 2023 sur les Espaces Naturels
Sensibles du Département de la Drôme

Encadrée par Yannick MASSE

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

Toutes les photos sont de Marion Angelvin sauf mention contraire.

Table des matières

Liste des figures	ii
Liste des tableaux	iii
1 Résumé	1
2 Remerciements	1
3 Avant-propos	2
3.1 Présentation de la structure	2
4 Introduction	1
4.1 Généralités	2
4.1.1 Présentation de la zone d'étude	2
4.1.2 Qu'est ce qu'une mare forestière ?	3
4.1.3 L'évolution d'une mare forestière	4
4.1.4 Taxons étudiés	5
5 Matériels et méthodes	5
5.1 Méthodologie générale	5
5.2 Caractérisation des mares	6
5.3 Inventaires des amphibiens	7
5.4 Inventaire des odonates	9
5.5 Inventaire floristique	13
6 Résultats et analyses	13
6.1 Caractérisation des mares	13
6.2 Inventaire des amphibiens et calcul de l'indice IECMA	16
6.3 Inventaire des odonates via le protocole STELI	19
6.4 Recensement de la flore et caractérisation des habitats	23
7 Discussion	25
7.1 Avantages et limites des méthodes utilisées	26
7.2 Perspectives et propositions d'actions	27
7.3 Proposition de gestion	27
7.3.1 Recommandations	27
7.3.2 Actions proposées	29

8 Conclusion	33
9 Bibliographie	33
10 Annexes	36
10.1 Annexe 1 : Fiche de caractérisation des mares du PRAM	36
10.2 Annexe 2 : Fiche de terrain utilisée pour le protocole POP Amphibien	38
10.3 Annexe 3 : Carte des habitats par mare (Mare Ronde, secteur S1	39
10.4 Annexe 4 : Carte des habitats par mare (Mare Longue, secteur S2	40
10.5 Annexe 5 : Carte des habitats par mare (Mare Chemin, secteur S3	41
10.6 Annexe 6 : Tableau des tâches	41
10.7 Annexe 7 : Calendrier du projet d'apprentissage	42

Liste des figures

1 De gauche à droite : mare forestière, larve de Salamandre tachetée, Triton palmé. .	1
2 Cartographie des Espaces Naturels Sensibles de la Drôme. Source : www.ladrome.fr	3
3 Périmètre de la zone d'étude.	3
4 Importance de la structure de la mare sur la diversité écologique (Office National des Forêts, Gestion des mares forestières de plaine, 2006)	4
5 Étapes de la dynamique de comblement d'une mare en contexte forestier. (Office National des Forêts, Gestion des mares forestières de plaine, 2006)	4
6 Prospection des mares via l'utilisation des amphicaps.	9
7 Localisation des secteurs aquatiques inventoriés dans la Forêt de Saou lors de la mise en place du protocole STELI en 2023. S1 (Mare Ronde), S2 (Mare Longue), S3 (Mare Chemin)	10
8 exemple de diagramme « radar » pour le réseau de mares de Saou suivant six paramètres environnementaux établis par le protocole STELI (présence d'hydrophytes, de rives herbacées, de turbidité, de traces d'eutrophisation, de rives boisées et d'hélophytes).	11
9 Les trois mares de la zone d'étude : Mare Ronde (S1); Mare Chemin (S3); Mare Longue (S2)	15
10 Principaux types d'alimentation en eau des mares Source : ONF, 2019	15
11 Différentes espèces d'amphibiens observées : <i>Pelophylax sp</i> ; femelle de <i>Lissotriton helveticus</i> ; mâle de <i>Lissotriton helveticus</i>	16
12 Différentes larves d'amphibiens observées : <i>Salamandra salamandra</i> ; <i>Pelophylax sp</i> ; <i>Alytes obstetricans</i>	17
13 Différentes espèces d'odonates observées (larve de <i>Cordulegaster bidentata</i> , imago de <i>Aeshna cyanea</i>) et détermination des exuvies à la loupe binoculaire.	20
14 <i>Epipactis palustris</i> sur les berges de la mare Longue (S2)	23

15	Caractéristiques de la mare et de son environnement, et effet de leur évolution sur la diversité végétale. Exemple : si l’ombrage sur le point d’eau augmente, alors le nombre d’espèces diminue.	25
16	Clé de décision simplifiée pour l’entretien et la restauration des mares forestières. Source : Prendre en compte la préservation des mares dans la gestion forestière, Centre régional de la propriété forestière, Société nationale de protection de la nature	28
17	Situation actuelle des mares de Saou. Comblement de la mare Longue (S2) par la végétation et notamment les troncs d’arbres morts dans la mare; envahissement des berges et des surfaces d’eau libre par la végétation sur la mare Chemin (S3); l’absence de berges en pentes douces sur la mare Ronde (S1).	29
18	Fiche de caractérisation des mares du PRAM	36
19	Fiche de caractérisation des mares du PRAM	37
20	Fiche de terrain utilisée pour le protocole POP Amphibien	38
21	Typologie des habitats ”Mare Ronde”	39
22	Typologie des habitats ”Mare Longue”	40
23	Typologie des habitats ”Mare Chemin”	41
24	Calendrier du projet d’apprentissage	42

Liste des tableaux

1	Récapitulatif des 20 critères retenus avec les seuils de notation. Source : G Maillet, T Le Cabec et C Bonnet-Rageade / CEN Isère 2017	7
2	Dates de passage par année d’application du protocole POP Amphibien en fonction de la phénologie du groupe et des sessions prévues par le protocole : en rouge = période défavorable, , en vert = période favorable avec date de prospection.	8
3	Caractérisation des secteurs aquatiques prospectés durant l’inventaire odonotologique du massif de Saou suivant des variables imposées par le protocole STELI	10
4	Dates de passage par année d’application du protocole STELI en fonction de la phénologie des Odonates et des sessions prévues par le protocole : en rouge = période défavorable, en orange = période peu favorable sauf pour certaines espèces, en vert = période favorable avec date de prospection.	12
5	Tableau basé sur la fiche de caractérisation du PRAM. Source : production personnelle.	14
6	Abondance et richesse des espèces observées durant l’utilisation du protocole POP Amphibien dans la zone d’étude des mares forestières de Saou.	16
7	Abondance des différents stades biologiques des espèces observées sur la zone d’étude.	17
8	Tableau basé sur les résultats du calcul de l’indice IECMA. Source : production personnelle.	18
9	Statuts de conservation en France des espèces observées l’année 2023 d’utilisation du protocole POP Amphibien dans le réseau des mares forestières de Saou (Drome, 26). ZNIEFF : X = espèces déterminantes ; menace (Liste Rouge Rhone-Alpes) : LC = préoccupation mineure, NT = quasi menacé, VU = vulnérable DD = Données insuffisantes ; Protégées : X= espèces protégées au niveau national	19
10	Classification de six variables imposées par le protocole STELI pour les trois secteurs inventoriés dans le réseau de mares forestières de Saou.	19

11	Abondance et richesse des espèces observées durant l'utilisation du protocole STELI dans la zone d'étude des mares forestières de Saou.	20
12	Degré d'autochtonie par espèce et par secteur de la zone d'étude : +++ = certaine, ++ = probable, + = possible, -=aucun indice.	21
13	Statuts de conservation en Drôme et sténoécie (tolérance écologique) des espèces observées l'année 2023 d'utilisation du protocole STELI dans le réseau des mares forestières de Saou (Drome, 26). ZNIEFF : X = espèces déterminantes. Rareté géographique : CC = très commune = C commune, AC = assez commune, PC = peu commune, R = rare ; menace : LC = préoccupation mineure, NT = quasi menacé, VU = vulnérable ; sténoécie : S = espèce sténoèce, E = espèce euryèce (DELIRY C, 2008)	22
14	Abondance et richesse des espèces végétales observées sur la zone d'étude des mares de Saou.	24
15	Tableau des tâches désignant les personnes intervenues à chaque phase importante du travail scientifique élaboré.	41

1 Résumé

Les mares forestières sont de petites zones humides d'eau douce. Elles sont sujettes à la dégradation, étant peu visibles de par leur taille et se confondant avec le milieu terrestre si elles s'assèchent. De plus, étant en milieu forestier, la dynamique de comblement est plus forte du fait des dépôts organiques des arbres environnants. Ce contexte forestier est également une contrainte diminuant l'ensoleillement de la mare, et donc le développement de la végétation aquatique.

L'objectif de ce travail a été de caractériser les différentes mares forestières situées en Forêt de Saou, d'étudier la biodiversité présente dans le but d'établir un état des lieux de ce réseau de mares en vue de rédiger des préconisations de gestion.

La caractérisation des mares a permis d'une part d'observer une relative différence dans leurs profils, et d'une autre une première vision d'ensemble sur le réseau.

La mise en place des protocoles d'inventaires concernant les amphibiens montre la présence effective de plusieurs espèces, et l'utilisation de l'indicateur associé (IECMA : Indice d'État de Conservation pour les Mares à Amphibiens) assure que le réseau semble favorable pour ce groupe.

Les inventaires des odonates ont mis en évidence la présence de plusieurs espèces affiliées à ce type de milieu, avec un degré d'autochtonie fort.

Grâce à ce diagnostic, des propositions d'actions de gestion ont pu être proposées pour maintenir la biodiversité de ces mares, habitat humide n'ayant aucun équivalent sur le massif de Saoû.

Mots clés : mares, forêt, zone humide, diagnostic, préconisations, amphibiens, odonates, indicateurs

2 Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au bon déroulement de mon apprentissage et qui m'ont aidé lors de la rédaction de ce rapport.

Tout d'abord, j'adresse mes remerciements à Mme. Isabelle POCHELON, cheffe du service Environnement - Sport - Nature. Je remercie également M. Nicolas PERRON, responsable de l'équipe des écogardes, de m'avoir accueillie.

Je remercie vivement mon maître d'apprentissage, M. Yannick MASSE, écogarde chargé des suivis scientifiques et naturalistes, qui m'a encadrée et formée durant cette année. Sa disponibilité m'a permis d'acquérir de nombreuses connaissances et compétences, notamment sur le suivi des rapaces rupestres et en herpétologie. Grâce à sa confiance, j'ai pu accomplir mes missions en autonomie ce qui m'a fortement enrichie personnellement.

Je remercie Camille LEMERRER, Cloe et Laurène DEMANGE du Groupe Sympetrum, pour m'avoir initiée à la détermination des larves, des exuvies d'odonates et des imagos.

Je remercie Lena BRUN et Lola NURY, stagiaires sur le suivi avifaune, pour leur compagnie et leurs regards affutés pour guetter faucons et aigles.

Je remercie Lea BIZARD, écologue et chargée de mission Flore au Conservatoire Botanique Alpin, de m'avoir accompagnée sur ma zone d'étude.

Je remercie Julie DRIEU pour ses secours en cartographie, Rémi ABEL-COINDOZ pour la chasse aux papillons. Je remercie également toute l'équipe des écogardes du département de la Drome et l'équipe de l'Auberge des Dauphins pour les bons moments partagés.

Je remercie Sophiane SELVAGGINI, Laurène DEMANGE, Arnaud AMAURY et Colin DEFORGE pour leur précieuse relecture.

Enfin, je tiens à remercier tous les bénévoles avec qui j'ai participé à des sorties naturalistes (prospections odonates, suivi avifaune, prospection lépidoptères, etc.)

Je souhaite une bonne continuation à toutes et tous !

3 Avant-propos

3.1 Présentation de la structure

Le service Environnement Sport Nature du Département de la Drôme est le service qui détient la compétence environnementale des collectivités territoriales. Les agents du service permettent au département de la Drôme d'être effectif dans la réalisation des missions qui lui sont affectées.

Le siège est situé à Valence (26), mais les résidences administratives des agents dépendent de leurs affectations. Ma résidence administrative était l'Espace Naturel Sensible de la Forêt de Saou.

Les compétences du Département de la Drôme en matière d'environnement sont très variées. Le département a notamment pour mission de préserver la qualité de l'air et de l'eau, de lutter contre le réchauffement climatique et d'agir pour le respect de la biodiversité par la gestion directe de 9 espaces naturels sensibles (ENS). Dans le cadre de mon travail, j'ai pu travailler notamment sur :

- La définition de la politique d'Espaces Naturels Sensibles
- La protection et la restauration des sites, des écosystèmes aquatiques et des zones humides
- La mise en place et l'exploitation de dispositifs de surveillance de la ressource en eau et des milieux aquatiques

Concernant la politique du Département de la Drôme en faveur des ENS, la vocation du département est de préserver, gérer durablement et ouvrir au public des sites remarquables. Début 2023, 31 sites drômois sont classés ENS pour une surface totale d'environ 7 250 hectares. Parmi ces 31 sites, 9 sont propriétés du Département.

Pour protéger, gérer, et accueillir du public sur ces espaces, le Département dispose de :

- 5 écocordes permanents et 5 renforts saisonniers (avril/octobre)
- 3 agents techniques
- 3 chargés de missions
- une maison de site (l'Auberge des Dauphins) pour le plus grand des ENS, la forêt de Saou, avec des médiateurs scientifiques et des chargés de mission culturels.

Pour fonctionner, la politique des Espaces naturels sensibles de la Drôme possède un budget s'élevant à 2,8 M€, dont 285 000 pour l'Auberge des Dauphins. Cette politique est financée par une part de la taxe d'aménagement, assise sur les autorisations d'urbanisme pour compenser l'artificialisation des sols. Cela permet donc de financer à la fois les actions d'acquisition, d'aménagement et de gestion d'espaces naturels « remarquables » qui peuvent être ouverts au public (sauf exception justifiée par la fragilité du milieu naturel) et de limiter l'étalement urbain en finançant des actions pour préserver d'autres types d'espaces naturels.

OÙ TROUVER LES ESPACES NATURELS SENSIBLES DANS LA DRÔME



22 ESPACES NATURELS SENSIBLES (ENS) LOCAUX sur tout le territoire en 2023

500 000 VISITEURS annuels sur l'ensemble des ENS départementaux

2355 HECTARES de forêts, landes, falaises et prairies, EN FORÊT DE SAOÛ

MONTAGNE DU SAPEY Grands paysages et biodiversité se conjuguent

9 ESPACES NATURELS SENSIBLES (ENS) propriétés du Département

MARAIS DES BOULIGONS Premier ENS départemental accessible aux personnes à mobilité réduite

FONT-D'URLE Immense alpage où transhument chaque été vaches, moutons et chevaux

6000 HECTARES au total sur l'ensemble des 9 ENS départementaux

5 MILLIONS D'ANNÉES enregistrées par les strates de calcaire et de marnes sur le site DU SERRE DE L'ÂNE

PARC DE LORIENT 151 espèces floristiques 37 espèces faunistiques

PLATEAU D'AMBEL Royaume du cerf

Figure 2: Cartographie des Espaces Naturels Sensibles de la Drôme. Source : www.ladrome.fr

4 Introduction

Les zones humides sont des espaces naturels dont les caractéristiques sont définies dans l'article L211-1 du code de l'environnement : « On entend par zone humide les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ». L'arrêté ministériel du 24 juin 2008 modifié détaille les critères pédologiques (types de sols, marques d'hydromorphie, cartes) et floristiques (espèces hygrophiles, habitats humides, cartes) qui permettent de déterminer la présence d'une zone humide. (Guide technique du SDAGE - Zones humides, juin 2018)

On estime qu'environ la moitié des zones humides françaises a disparu entre 1960 et 1990, dû majoritairement à la modification des pratiques agricoles et anthropiques de manière plus générale (EFESE, 2018). Grâce à la Convention de Ramsar (1971), ces milieux bénéficient depuis d'une certaine protection et d'une mise en valeur de leurs intérêts multiples.

En effet, les zones humides sont des outils pour la gestion de l'eau. Les petits plans d'eau, au même titre, rendent de nombreux services à l'homme, appelés services écosystémiques. Ainsi, les mares forestières offrent des services de provision (rétention de l'eau), de régulation (stockage de l'eau), culturels (vestiges patrimoniaux) et des services de support (biodiversité, cycle des nutriments) (EFESE, 2018). Chacun de ces services met en avant la valeur des zones humides et l'importance de leur préservation.

Pourtant, de nombreux pays industrialisés ont perdu 50 à 90% de leurs mares, dû à l'aménagement du territoire (Zones-humides infos n°80-81).

Concernant la réglementation, les zones humides en Europe, dont les mares forestières, sont prises en compte dans la directive cadre sur l'eau européenne qui spécifie que les États doivent se coordonner pour assurer la protection des milieux aquatiques (Parlement européen et Conseil de l'Union européenne, 2000). En France, l'article L211-1 du Code de l'environnement prévoit que les zones humides soient protégées (Ministère de la Transition écologique et solidaire, 2016) mais que, selon l'article R214-1, seules les interventions sur des zones humides dont la superficie est supérieure à 0,1 ha doivent faire l'objet d'une procédure de déclaration (Ministère de la Transition écologique et solidaire, 2017). Depuis 2019, l'Office Français de la Biodiversité a élargi sa définition des zones humides (article 23 de la loi du 24 juillet 2019) «on entend par zone humide les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire, **ou dont** la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année».

Dans le cadre des lois Grenelle I et II, le gouvernement a présenté en février 2010, un plan national d'actions pour la sauvegarde des zones humides applicable sur trois ans. Ce plan a été élaboré par le groupe national pour les zones humides installé en 2009.(N°78 - Outils juridiques pour la protection des espaces naturels)

Avec une superficie de 2 354 hectares, l'Espace Naturel Sensible de la Forêt de Saou est le plus grand des 9 ENS gérés par le département de la Drôme. Cet espace naturel accueille chaque année environ 130 000 visiteurs.

Le massif de Saou est reconnu pour abriter une faune et flore riche et d'exception : 1200 espèces végétales, 120 espèces d'oiseaux dont des espèces emblématiques comme l'Aigle royal et le Faucon pèlerin. Cette biodiversité est due à la présence de nombreux milieux naturels patrimoniaux (pelouses calcaires, habitats rocheux, sources, ruisseaux tufeux).

Ces espèces et ces habitats font l'objet de plusieurs études depuis le début des années 2000.

Dans le cadre de la rédaction du plan de gestion du site (amorcée en 2022), il a été décidé d'orienter les études vers des milieux moins connus mais tout aussi riches en termes de biodiversité, dont

un réseau de mares forestières. En effet, les mares forestières sont d'autant plus sujettes aux dégradations et à la disparition qu'elles sont plus difficilement détectables que les zones humides de grande taille. (ONF, Guide technique, 2019).

Comme de nombreuses autres, leur présence témoigne d'une présence humaine ancienne, que ce soit pour des objectifs d'élevage, d'agriculture, domestiques ou encore cynégétiques. (Réseaux mares de Bourgogne. 2014). Suite à une déprise pastorale, ces mares ont été abandonnées. Or, la richesse biologique des mares et leur maintien en bon état de conservation est souvent intimement lié à un certain entretien (Mares et réseaux de mares, 2020).

Les difficultés de détection des petites zones humides et des dispositifs légaux peu adaptés aux petits écosystèmes rendent ces milieux très vulnérables et difficiles à préserver. Or la disparition ou la dégradation des mares forestières entraînent des pertes concrètes, comme la perte d'habitat pour certaines espèces.

De par ces caractéristiques, la connaissance, la conservation voire la restauration de ces milieux originaux sont bénéfiques pour nos territoires. De plus, les zones humides sont peu présentes à l'échelle du massif, ce qui renforce la responsabilité de la structure dans la conservation de ces habitats et leurs espèces.

Le but de ce travail a donc été, dans le cadre de la rédaction du plan de gestion du site, d'étudier la biodiversité de ces mares afin de proposer des mesures de gestion adaptées.

Ainsi les objectifs de cette mission ont été les suivants :

- **Identifier et caractériser les mares présentes sur le secteur**
- **Réaliser un premier inventaire de biodiversité sur chacune des mares visitées et mettre en place des protocoles de suivis scientifiques qui soient pérennes dans le temps,**
- **Proposer des mesures concrètes de gestion et/ou de restauration afin de rétablir si nécessaire un intérêt écologique fort**

Ce réseau de mares forestières avait été identifié par l'ONF puis ajouté à la cartographie en ligne des zones humides de Rhône-Alpes réalisée par la DREAL en 2021. (Disponible à l'adresse : <https://carto.datara.gouv.fr/1/portail-zh-dreal-r84.map>)

En amont d'une potentielle gestion, il était donc indispensable de réaliser un état initial de la zone. La conclusion du diagnostic a permis de hiérarchiser les enjeux et des propositions de gestion ont pu être proposées. Ces propositions de gestion et les fiches actions seront intégrées au plan de gestion en cours de rédaction.

4.1 Généralités

4.1.1 Présentation de la zone d'étude

Le site d'étude (fig.3) se situe dans le département de la Drôme, sur la commune de Saoû, dans l'enceinte du synclinal. Son altitude est de 408m. La zone se situe en contrebas des hauteurs du massif de Saoû. Dans les talwegs, des résurgences sont observées à plusieurs endroits. Elles permettent en partie l'alimentation en eau des mares. Ce réseau de mares d'origine anthropique avait auparavant une fonction pour l'agriculture des fermes environnantes, faisant office de retenue d'eau. Le site s'étend sur environ 2ha.

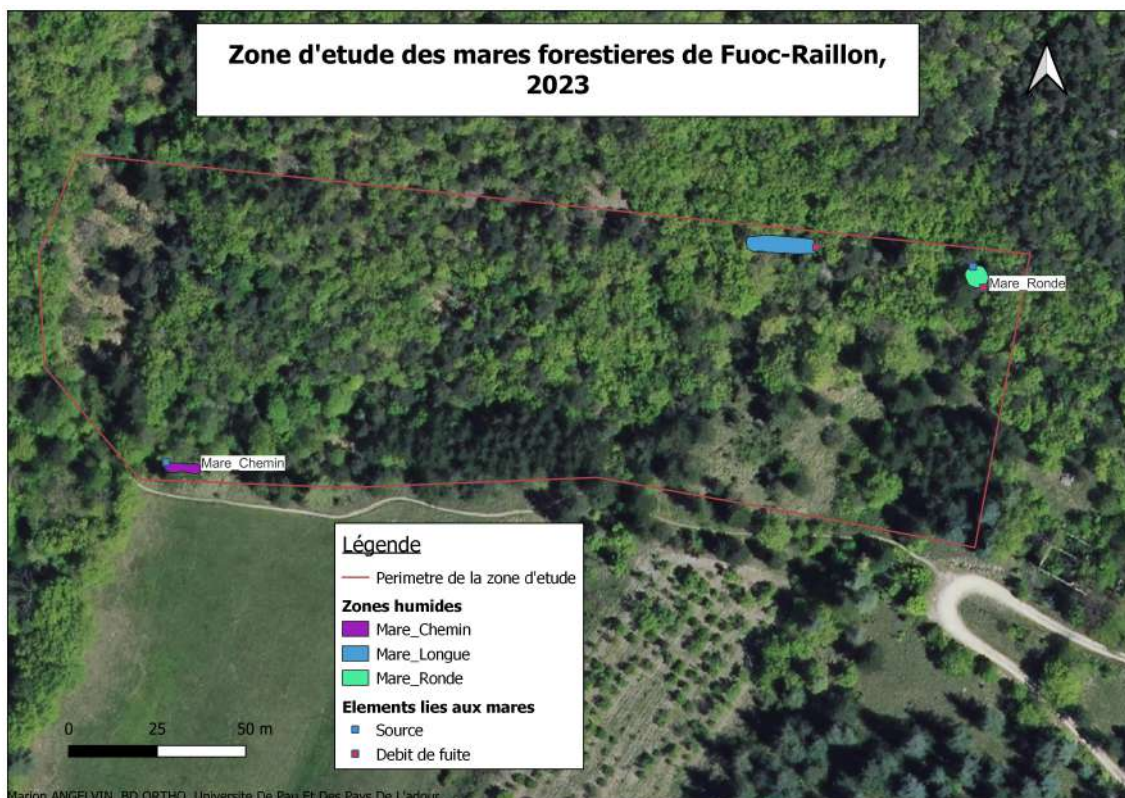


Figure 3: Périmètre de la zone d'étude.

4.1.2 Qu'est ce qu'une mare forestière ?

Une mare est une étendue d'eau de faible profondeur dont toutes les couches aquatiques sont soumises à l'action du rayonnement solaire.

Sa surface est inférieure à 5000 m². Alimentée par les eaux de pluie, le ruissellement ou par les nappes phréatiques, elle peut être d'origine naturelle mais a le plus souvent été créée par l'Homme. Le sol et la végétation présentent des caractéristiques qui témoignent de la présence d'eau au moins une partie de l'année.

Les mares forestières, sont entourées d'une strate arborescente développée et pouvant recouvrir tout ou partie de la mare. Ainsi, la surface de l'eau se trouve majoritairement à l'abri des rayonnements solaires nécessaires au développement de la végétation aquatique, qui est donc généralement peu abondante.

Peu de végétation aquatique signifie aussi une faible concentration en oxygène dissous issue de la photosynthèse. Cette faible concentration en oxygène limite les processus de dégradation des feuilles et autres débris végétaux qui s'accumulent progressivement au fond de la mare. (Réseaux mares de Bourgogne. 2014)

Le bon état de conservation d'une mare dépend de sa capacité d'accueil et de la diversité des espèces animales et végétales présentes à différents moments de leurs cycles de vie, que ce soit en tant qu'habitat, que lieu de nourrissage ou que lieu de reproduction. La mare connaît une richesse spécifique maximale lorsque l'équilibre entre tous les éléments biotiques et abiotiques est atteint mais l'espérance de vie de ce système est limitée, car il est continuellement en évolution.

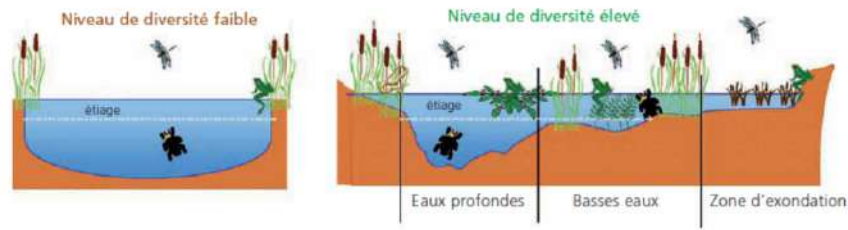


Figure 4: Importance de la structure de la mare sur la diversité écologique (Office National des Forêts, Gestion des mares forestières de plaine, 2006)

4.1.3 L'évolution d'une mare forestière

La mare n'est pas un écosystème figé, d'autant plus lorsqu'il s'agit d'une mare forestière. Une part croissante de matière organique n'est pas recyclée et se dépose au fond de la mare réduisant son volume et sa surface : ce processus naturel est nommé comblement. Ainsi, sans entretien, une mare forestière se comble après plusieurs dizaines d'années, en fonction des dynamiques présentes sur les sites.

C'est l'abandon de ces points d'eau initialement utilisés par l'Homme, qui entraîne une fermeture progressive de ces étendues d'eau de faible surface par boisement des berges. L'accumulation des feuilles et des branches, dont la décomposition "pollue" l'eau (de moins en moins oxygénée) accélère la formation de vase qui peu à peu va combler la mare. (Fig.5)

La présence de mares à différents stades d'évolution améliore la capacité d'accueil du réseau, en diversifiant les habitats. Ainsi, une mare végétalisée accueillera certaines espèces tandis qu'une mare pionnière, plus jeune et présentant peu de végétation, sera colonisée par d'autres espèces plus adaptées. (Office National des Forêts, Gestion des mares forestières de plaine, 2006)

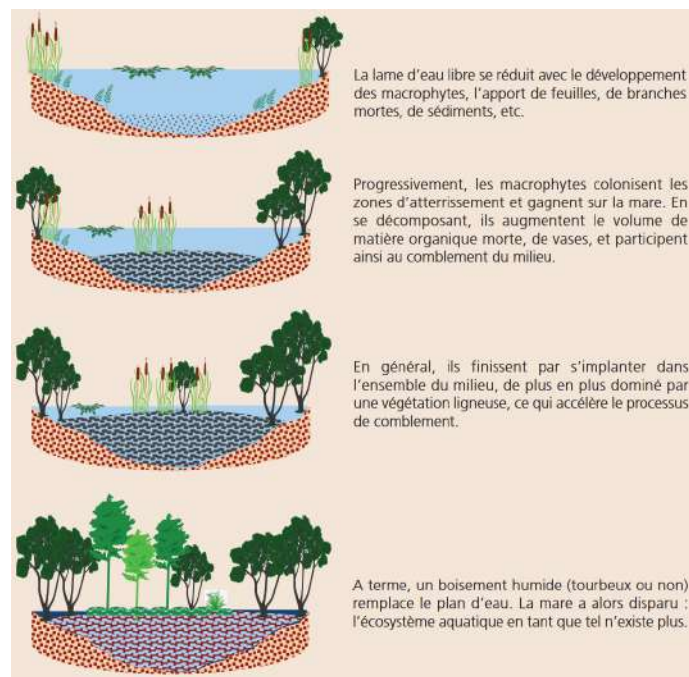


Figure 5: Étapes de la dynamique de comblement d'une mare en contexte forestier. (Office National des Forêts, Gestion des mares forestières de plaine, 2006)

4.1.4 Taxons étudiés

Les amphibiens

Les amphibiens ont la particularité de partager leur cycle vital entre les milieux terrestres et les milieux aquatiques. Les mares constituent donc des habitats privilégiés pour ces espèces, étant notamment indispensables à leurs cycles de développement et de reproduction. De toutes les classes de vertébrés étroitement associées aux zones humides, les amphibiens nous offrent probablement la meilleure opportunité de développer des bio évaluations des paysages dans lesquels les zones humides jouent un rôle important. (U.S. EPA,2002)

Les amphibiens jouent également le rôle d'espèce parapluie car, si la mare leur est favorable, elle devrait l'être aussi pour les autres espèces.(Maillet, Cabec, 2017)

Les odonates

Les odonates sont des insectes strictement liés aux habitats aquatiques et constituent un groupe parapluie. C'est un groupe assez diversifié et généralement le groupe d'invertébrés parmi les mieux connu (taxonomie, écologie. . .).(Oertli, 2008)

Leurs larves sont sensibles à la qualité de l'eau et au fonctionnement du milieu. Certaines libellules constituent d'excellents indicateurs de l'état de santé des écosystèmes : en effet plusieurs espèces sont sténoèces et nécessitent des conditions d'habitat spécialisées. La composition des peuplements des odonates peut décrire des phénomènes aussi divers que l'eutrophisation des eaux, l'assombrissement dû au couvert forestier, l'exploitation humaine des zones humides, la recolonisation ou la gestion de la végétation, l'intensification des pratiques agricoles ou piscicoles et le réchauffement du climat.

De plus, en comparaison avec d'autres groupes d'invertébrés aquatiques, les odonates constituent un matériel plus accessible concernant la capture et la détermination. (Oertli, 2008)

La flore

En forêt, dans un milieu relativement homogène, les mares deviennent un pôle d'attraction important pour une flore spécifique. Elle constitue alors un élément majeur pour la biodiversité du massif où elles se situent. Offrant des conditions particulières, notamment en termes d'hydromorphie, elles sont de véritables refuges pour bon nombre de plantes des milieux humides et aquatiques.(Réseaux mares de Bourgogne. 2014)

Les plantes aquatiques jouent un rôle clé dans l'installation et l'essor de la vie au fond de la mare. A la fois refuge, lieu de reproduction, source de nourriture et d'oxygène, elles sont vitales pour les animaux. Ce sont également de bons indicateurs de la qualité de l'eau : leur prolifération ou, au contraire, leur disparition peuvent indiquer des niveaux de pollutions particuliers.

5 Matériels et méthodes

5.1 Méthodologie générale

Pour réaliser un diagnostic initial sur ce réseau de mares, plusieurs taxons affiliés aux zones humides ont été inventoriés : les amphibiens, les odonates et la flore, qui sont de bons indicateurs de l'état des zones humides (Rhomeo, 2014). Les mares sont prospectées individuellement. Le but est de pouvoir comparer la richesse biologique des différentes mares entre elles et d'évaluer la capacité d'accueil biologique du réseau.

Ce diagnostic se base sur la mise en place de différents protocoles permettant de caractériser et calculer des indicateurs de biodiversité et de bon état de conservation des populations animales, végétales et de leurs habitats.

Ces protocoles ont été utilisés afin de répondre à la question suivante :

Quelles espèces d'amphibiens, d'odonates et de végétaux sont présentes dans ces mares forestières, et quelles mesures de gestion peuvent être préconisées pour préserver la qualité des habitats favorables à cette biodiversité ?

Les choix des taxons et des méthodes utilisées résultent d'une conciliation avec certaines contraintes :

- moyens humains : 1 apprentie recrutée pour réaliser le diagnostic, en parallèle d'autres missions liées à son poste (éco garderie, accueil du public, suivis avifaune et reptiles)

- les protocoles : doivent pouvoir être reproductibles les années suivantes par les agents de la structure. Incorporés à d'autres de leurs missions, il doivent donc être relativement simples à effectuer et non chronophages.

- choix des taxons : les groupes étudiés (amphibiens, odonates) regroupent des espèces dont l'identification est relativement simple, tout en étant des groupes inféodés aux milieux humides. Pour la flore, il était possible d'être accompagné par un expert (Conservatoire Botanique National Alpin). De plus, outre leur intérêt naturaliste, ces groupes sont de bons bioindicateurs de la qualité écologique des mares. (Rhomeo, 2014)

Les différentes composantes du diagnostic retenues afin d'avoir un inventaire général et une vision d'ensemble de l'état des milieux sont les suivantes :

- Caractérisation des mares
- Inventaires des amphibiens
- Inventaires des odonates
- Inventaire botanique

La totalité des inventaires de terrain a été réalisés de mars à juillet, en appliquant les protocoles standardisés (POP Amphibien, STELI) et selon la phénologie des différentes espèces.

5.2 Caractérisation des mares

Le secteur des mares à prospector a d'abord été identifié via la cartographie réalisée par la DREAL AURA en 2021.

Puis des journées de terrain ont été organisées afin d'examiner plus précisément ce réseau de mares. Cela a notamment permis, sur les 5 points d'eau identifiés initialement, de n'en garder que 3 qui correspondent réellement aux critères d'une mare forestière. Les 2 restants ont été caractérisés comme souille : des flaques boueuses naturelles, entretenues par la faune sauvage.

Une fois arrivé sur les mares à prospector, différentes photographies sont effectuées (mare + contexte). Une fiche de caractérisation (basée sur le travail du CEN Normandie dans le cadre du PRAM) est renseignée. Cette fiche est à consulter en annexe. (Annexe n°1)

5.3 Inventaires des amphibiens

Dans le cadre du protocole national d'étude des populations d'amphibiens (POP Amphibien), trois méthodes peuvent être utilisées. La capture par épuisette, la capture par pièges et les points d'écoute.

Au vu de la faible superficie des mares et d'une forte présence de la végétation aquatique, il a été choisi de capturer les individus à l'aide de pièges à amphibiens (Amphicapt), méthode jugée moins intrusive, permettant d'éviter une potentielle atteinte aux habitats aquatiques avec la capture à l'épuisette. En plus des amphicapt, des points d'écoute sont réalisés.

Ces pièges ont été construits et réalisés en suivant la fiche fournie par le groupe Amphibiens et Reptiles des Réserves Naturelles de France (Protocole commun de suivi des Amphibiens des mares à l'aide d'Amphicapt, 2013), et avec l'aide des stagiaires et de l'équipe des écogardes.

Les amphibiens étant un groupe d'espèces protégées au niveau national, il est "interdit de les détruire, capturer, transporter, perturber intentionnellement ou de les commercialiser" selon l'article L411-1 du code de l'environnement. Ces captures ont pu être effectuées sous couvert de la dérogation accordée par la DREAL aux écogardes du département de la Drôme.

Les inventaires réalisés par la mise en place d'Amphicapt ont permis de renseigner l'Indicateur d'État de Conservation des Mares à Amphibiens (IECMA), élaboré par le Conservatoire d'Espaces Naturels de l'Isère. C'est une des méthodes existantes pour décrire les mares et interpréter leur état de conservation.

L'intérêt de cet indice réside dans le large spectre qui est pris pour décrire le milieu, car il prend en compte 20 critères différents (tab.1), comme par exemple, de la richesse spécifique en amphibiens, le contexte immédiat, la superficie, la profondeur, la turbidité ou encore le nombre de pièces d'eau à moins de 500 m et la présence de pollution chimique ou organique visible.

L'indice IECMA a été élaboré pour harmoniser et comparer différents inventaires de mares. Il évalue la capacité d'une mare à accueillir les amphibiens en mettant en avant les paramètres favorisant leur présence et ceux la limitant.

On peut estimer qu'une mare est en bon état de conservation de manière générale si elle va dans le sens de ces critères. (Maillet, Cabec, 2017)

N°	Critère d'évaluation	Très favorable = 5 points	Favorable = 2 points	Défavorable = 0 point	Abréviations : Très favorable / Favorable / Défavorable
1	Contexte immédiat	Zones humides / Prairies / Bois de feuillus	Terres arables / Jardins / Bois résineux	Urbain / Bitume	ContexteF/ContexteM/ContexteNF
2	Superficie (S en m²)	S > 50	50 ≥ S > 10	S < 10	Sgrande/Smoyenne/Spetite
3	Profondeur (P en cm)	150 ≥ P ≥ 100	100 ≥ P ≥ 50	P > 150 ou P < 50	PF/Pmoy/PNF
4	Turbidité	Limpide	-	Trouble/Opaque	Limpide/TrouOpa
5	Nature du fond	Terrain naturel	Pierre / Béton / Caoutchouc	Plastique	FondN/FondM/FondP
6	Berges en pente douce	BPD ≥ ½ du périmètre	0 < BPD ≤ 1/2	BPD = 0	BergeN/BergeM/BergeNA
7	Recouvrement en hélophytes	Abondant	Clairsemé	Absence	HéloAbon/HéloClair/HéloAbs
8	Recouvrement en hydrophytes	Abondant	Clairsemé	Absence	HydroAbon/HydroClair/HydroAbs
9	Richesse spécifique en Amphibiens	Nb d'espèces ≥ 4	3 ≥ Nb d'espèces ≥ 1	Nb d'espèces = 0	RSabondante/RSmoy/RSnulle
10	Distance avec un peuplement source	≤ 500m	≤ 1000m	> 1000m	PSproche/PSmoy/PSdist
11	Distance à la pièce d'eau la plus proche	≤ 250m	≤ 500m	> 500m	PEPpro/PEPmoy/PEPéloigné
12	Nb de pièces d'eau à moins de 500m	≥ 2	1	0	DensFor/DensMoy/DensFai
13	Distance avec un site terrestre hivernal (pas pris en compte à moins de 100m)	250 ≥ P ≥ 100	500 ≥ P ≥ 250	P > 500	HiverPro/HiverMoy/HiverElol
14	Contigu d'un corridor linéaire	Corridor fonctionnel	Corridor altéré	Absence de corridor	CorFonc/CorAlt/CorNonFonc
15	Zone d'écrasement d'Amphibiens potentielle (à moins de 250m)	Pas de route ou non bitumée	Route bitumée "communale"	Route départementale ou nationale	EcrasFai/EcrasMoy/EcrasFort
16	Richesse en Amphibiens à proximité	Nb d'espèces ≥ 6	5 ≥ Nb d'espèces ≥ 3	2 ≥ Nb d'espèces ≥ 0	RSpAbon/RSpMoy/RSpFai
17	Poissons	Absence	-	Avérée ou Probable	PoisAbs/PoisPres
18	Déchets	Absence	Faible quantité	Quantité importante	DechAbs/DechMoy/DechAbon
19	Pollution chimique ou organique visible	Absente	-	Avérée	PolluAbs/PolluPres
20	Mesures de protection	Conventionnelle ou réglementaire	Propriétaire favorable	Aucune	ProfFor/ProfFav/ProtNulle

Classes de notation sur 100 :

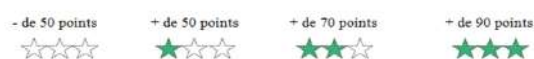


Table 1: Récapitulatif des 20 critères retenus avec les seuils de notation. Source : G Maillet, T Le Cabec et C Bonnet-Rageade / CEN Isère 2017

Application du protocole :

Localisation des points d'échantillonnage :

1 point d'échantillonnage correspond à un lot de 3 Amphicapt et 1 point d'écoute.
Les seaux sont séparés de 5 mètres les uns des autres pour ne pas se priver mutuellement de captures, mais constituer un même lot de pièges non dispersés.
Sur une petite pièce d'eau, telle une mare, on place 1 point d'échantillonnage.
Dans les très petites pièces d'eau inférieures à 10 m², le point d'échantillonnage correspondra dans ce cas à 1 seul Amphicapt.

Dans notre cas, il a été décidé de placer 2 Amphicapt dans les mares d'une surface inférieure à 50m², et un lot de 3 (un point d'échantillonnage) pour celle d'une surface supérieure à 50m². Nous obtenons donc un total de 7 Amphicapt, répartis dans 3 points d'eau différents.

Période :

Période														
	Janv.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai		Juin	Juil.		Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2023			16		26	27	28	18	19	20				

Table 2: Dates de passage par année d'application du protocole POP Amphibien en fonction de la phénologie du groupe et des sessions prévues par le protocole : en rouge = période défavorable, en vert = période favorable avec date de prospection.

Le suivi comprend 3 sessions dans l'année (tab.2). Une première en février-mars, une deuxième en mai, et la dernière en juillet.
La première opération s'est déroulée en soirée et les deux suivantes ont été réalisées en journée.

1ère session, fin février-début mars : Cette session a servi de repérage. En début de soirée, un point d'écoute et d'observation a été fait sur chaque point d'eau. Chaque espèce a été notée.

2e session, en mai : 3 soirs de suite, vers 18h, les Amphicapt ont été mis à l'eau à chaque point d'échantillonnage. Ils ont été relevés le lendemain en début de matinée et sont donc vidés et laissés hors d'eau durant la journée. Chaque amphibien a été identifié et sexé si possible. L'Amphicapt est vidé petit à petit dans un bac en plastique blanc pour bien repérer les animaux. Une fois comptabilisés, les animaux sont remis de suite à l'eau.

La quantité d'animalcules est notée (puces d'eau, etc.). Le nombre de prédateurs est noté : poissons, écrevisses, sangsues, dytiques, larves de libellules, reptiles.
Les mêmes points fixes d'écoute et d'observation de 5mn ont été faits que lors de la 1ere session.

3e session, en juillet : La même opération qu'en mai est effectuée en tous points (point d'écoute compris). Cette dernière session, compte tenu de la phénologie des espèces, a surtout concerné les larves.



Figure 6: Prospection des mares via l'utilisation des amphicapt.

La fiche de terrain utilisée pour le protocole est à consulter en annexe. (Annexe n°2)

5.4 Inventaire des odonates

L'inventaire de ce groupe se base sur le protocole STELI, le Suivi Temporel de l'Évolution des Libellules. L'objectif initial de ce protocole est de permettre d'évaluer les tendances d'évolution des populations d'odonates, en tant qu'indicateur de la biodiversité liée aux zones humides. Cet outil a été conçu initialement pour produire des tendances d'évolution des populations à l'échelle nationale voire régionale, mais il peut tout à fait permettre de récolter des données odonatologiques exploitables par le gestionnaire à l'échelle de son site (Vanappelghem et al. 2012).

Dans notre cas, nous l'avons adapté dans le but de réaliser un inventaire du peuplement le plus complet possible. Les données collectées sont des informations de présence/absence des espèces, complétées d'informations sur le degré d'autochtonie des espèces aux points d'eau en fonction de l'observation de leur comportement.

Application du protocole :

Les données récoltées sur les secteurs S1, S2 et S3 (fig.7) ont été regroupées pour ne constituer qu'un seul site d'échantillonnage au sens du STELI. En effet, à l'échelle d'analyse de ce programme, ces trois secteurs sont trop proches (moins de 500 m) les uns des autres pour être considérés indépendamment. Cependant, à l'échelle de la zone d'étude et dans la problématique qui intéresse directement le gestionnaire qui cherche à évaluer la dynamique odonatologique de chaque secteur, il nous est apparu opportun de bien différencier S1, S2 et S3.(Fig. 7)

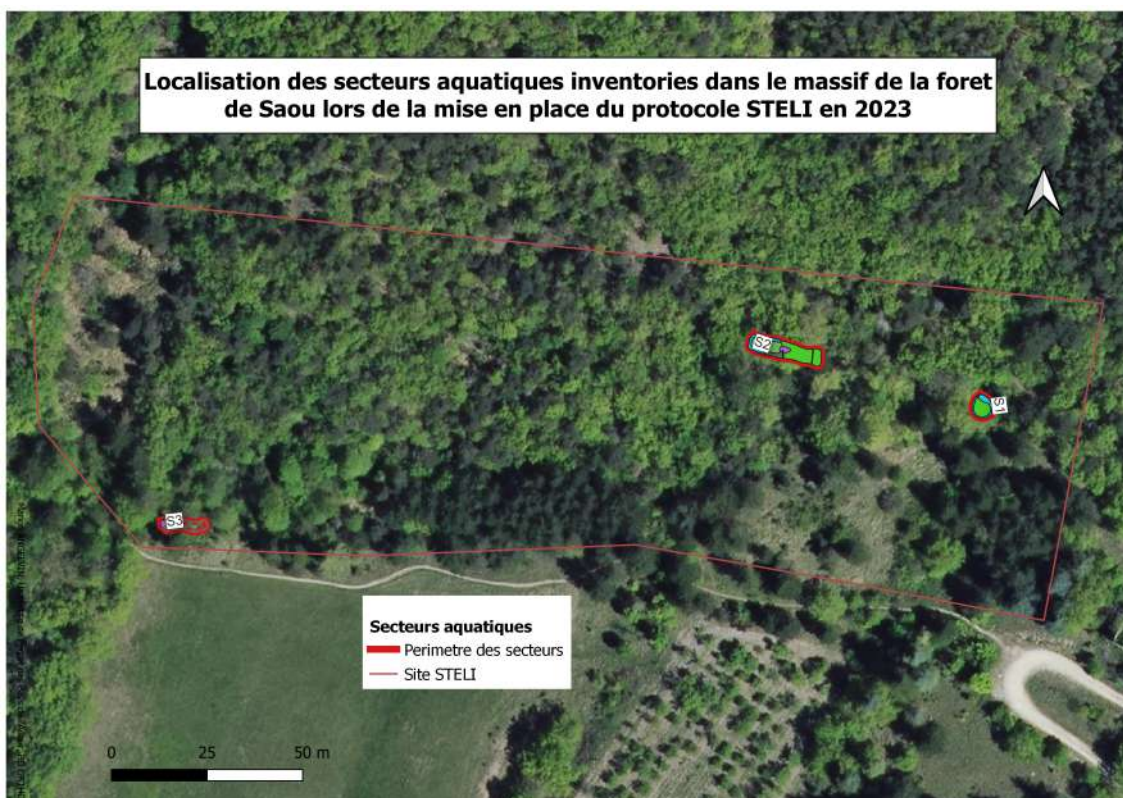


Figure 7: Localisation des secteurs aquatiques inventoriés dans la Forêt de Saou lors de la mise en place du protocole STELI en 2023. S1 (Mare Ronde), S2 (Mare Longue), S3 (Mare Chemin)

Variable STELI :

Les trois secteurs susceptibles d'accueillir des Odonates ont été classés suivant différentes variables (Tab. 3) imposées par le protocole STELI lors de la saisie des données (<http://steli.mnhn.fr/> : synthèse des infos à récolter).

Parmi ces variables, six ont été utilisées pour décrire sommairement les points d'échantillonnage prospectés des secteurs aquatiques rencontrés : l'eutrophisation et la turbidité de l'eau, la présence ou non d'hélophytes et d'hydrophytes (végétation aquatique), de ligneux et de strate herbacée sur les rives. Pour chaque secteur, nous donnons un classement (de 0 à 4) où nous avons observé chaque variable. Le gestionnaire du site disposera ainsi de données pour chaque secteur et pourra répondre à des interrogations du type : dans quels secteurs et sur quelles variables faut-il intervenir ?

Secteur	Turbidité	Eutrophisation	Hélophytes	Hydrophytes	Rives boisées	Rives herbacées
1	0	0	0	4	2	1
2	2	2	3	3	2	2
3	3	4	2	3	4	2

Table 3: Caractérisation des secteurs aquatiques prospectés durant l'inventaire odonatologique du massif de Saoû suivant des variables imposées par le protocole STELI

Pour que cela soit plus parlant, ces observations ont été présentées sous format d'un graphique en « radar » montrant, pour chaque critère, son degré de présence dans le réseau de mares par

rapport aux secteurs prospectés (un secteur représentant une mare). (Fig.8)

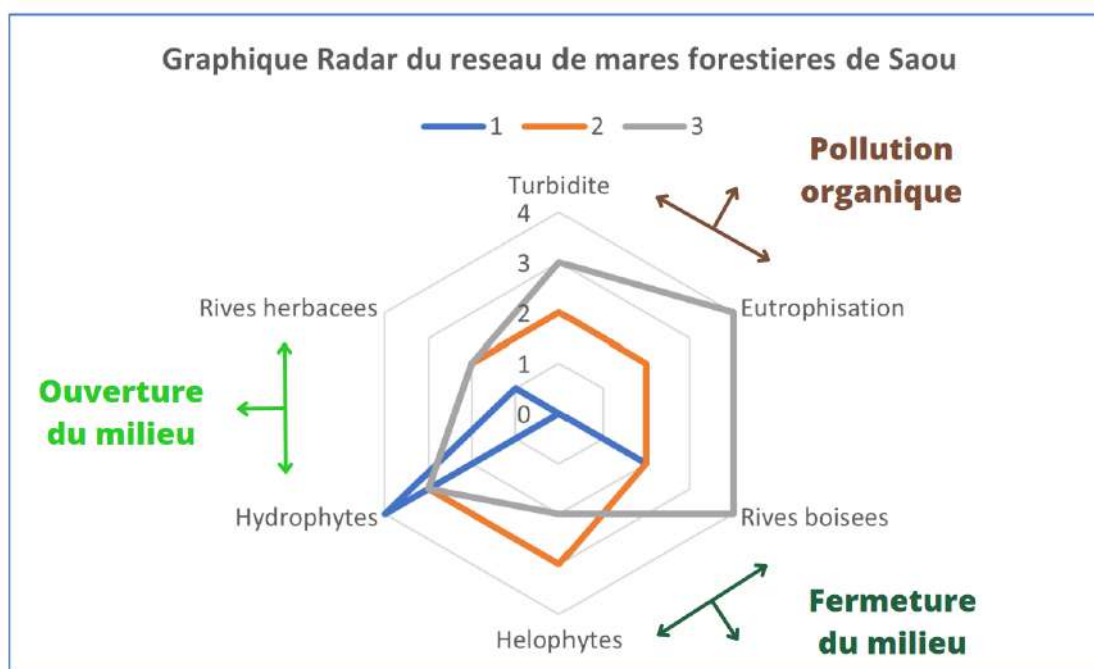


Figure 8: exemple de diagramme « radar » pour le réseau de mares de Saou suivant six paramètres environnementaux établis par le protocole STELI (présence d'hydrophytes, de rives herbacées, de turbidité, de traces d'eutrophisation, de rives boisées et d'hélophytes).

Mise en oeuvre des relevés odonatologiques :

La surface d'observation a été définie par différents points d'échantillonnage d'un rayon de 5-10 mètres.

Le relevé est divisé en deux temps :

- 1) un temps dédié à l'observation et à la capture des imagos et de leurs comportements ; au cours des visites, la durée de la prospection sera notée.
- 2) puis un temps dédié à la recherche des exuvies.

Le temps passé à la capture et à la détermination d'individus est décompté du temps d'observation. Les relevés ont été réalisés entre 10h et 16h, période optimale d'activité des imagos. Le protocole a été réalisé uniquement lorsque les conditions météorologiques étaient favorables le jour du relevé. Un tableau descriptif des conditions météorologiques favorables est à consulter en annexe.

Le protocole STELI exige de réaliser des inventaires sur trois périodes (printemps, début d'été et fin d'été ; tableau 3) et trois relevés par période, soit neuf relevés par an. Les agents du département ne peuvent réaliser qu'une seule session STELI par an, pour des questions budgétaires. Pour la première année (2023), un relevé a été effectué sur chaque période, de début mai à fin août en vue de pouvoir observer un maximum d'espèces. (Tab. 4)

Période					P1	P1-P2	P2-P3	P3				
P1 : Printemps												
P2 : Début d'été												
P3 : Fin d'été												
	Janv.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2023						8	17	6				

Table 4: Dates de passage par année d'application du protocole STELI en fonction de la phénologie des Odonates et des sessions prévues par le protocole : en rouge = période défavorable, en orange = période peu favorable sauf pour certaines espèces, en vert = période favorable avec date de prospection.

L'échantillonnage des exuvies, l'identification des stades biologiques et les comportements ont été rapportés suivant le standard préconisé par la Sfo (DOMMANGET, 2010) et dont les éléments sont pleinement compatibles avec la mise en œuvre du protocole STELI. L'autochtonie des individus observés, c'est-à-dire la preuve du développement larvaire complet de l'espèce dans l'habitat aquatique (DOMMANGET, 2004), a ensuite été renseignée. Cette dernière a un intérêt particulier pour un gestionnaire souhaitant s'assurer de l'état des populations, analyser le bon fonctionnement des chaînes trophiques et ainsi d'autant mieux adapter ses mesures de gestion sur le compartiment aquatique (MASSELOT et NEL, 2003). Cette notion est fondamentale pour mettre en évidence des modifications du peuplement odonatologique qui échappent parfois à l'observateur (accroissement important de populations, espèces « discrètes », espèces en dispersion...).

La typologie utilisée pour consigner ces informations est celle de la Sfo établie par DOMMANGET (2004) et précisée par VANAPPELGHEM (2007).

- **Stade biologique** : adulte, immature, émergent, exuvie, larve.
- **Comportements** : comportement d'appétence sexuelle (territorialité, poursuite, etc.), tandem, accouplement, ponte
- **Autochtonie**

Certaine : présence d'exuvies et/ou d'émergences.

Probable : présence de larves et/ou d'individus fraîchement émergés (ténéral) et/ou une femelle en activité de ponte dans un habitat aquatique potentiel pour l'espèce.

Possible : présence d'adultes des deux sexes dans un habitat aquatique potentiel pour l'espèce et de comportements de reproduction (comportements d'appétence sexuelle, tandems, accouplements, mâles territoriaux).

Inconnue : un ou plusieurs adultes ou immatures dans un habitat favorable ou non à l'espèce (sans comportement d'activité de reproduction) et/ou une femelle en activité de ponte dans un habitat non potentiel pour l'espèce et/ou des comportements territoriaux de mâles sans femelle observée.

L'objectif était d'obtenir un relevé aussi complet que possible des espèces présentes un jour donné au sein des différents secteurs et de réaliser des prospections globalement identiques à chaque passage pouvant être reproduites facilement par une personne familière du site.

Ainsi, pour chaque espèce et pour chaque secteur de la zone d'étude est noté :

- le nombre d'individus observés ;
- l'indice d'autochtonie selon les critères formellement établis par la Sfo (Houard, Ferrand. 2016).

5.5 Inventaire floristique

La phase de terrain a été réalisée sur un jour, le 12 juin. Pendant cette journée, l'ensemble des mares du réseau a été parcouru. La saison estivale est normalement la période la plus propice à l'observation de végétations humides et aquatiques.

Chaque mare forestière du réseau a fait l'objet d'un inventaire exhaustif de la flore qu'elle abrite. Chaque taxon a été identifié et noté dans le relevé. Un seul relevé a été effectué par mare, comprenant la végétation aquatique, la végétation des berges et la végétation du contexte forestier.

Le but de cet inventaire était de décrire la végétation présente sur les mares et dans leur contexte proche.

6 Résultats et analyses

6.1 Caractérisation des mares

L'utilisation des fiches de caractérisation a permis d'une part d'établir un état initial des caractéristiques des mares et d'une autre de mettre en avant les différences dans leurs profils.

	Mare_Ronde	Mare_Longue	Mare_Chemin
Stade d'évolution de la mare	Stade 3	Stade 4	Stade 4
Surface	20m2	75m2	30m2
Forme	Ovale	Rectangulaire	Patatoïde
Profondeur (Hauteur d'eau maximum observée)	60cm	60cm	70cm
Pourcentage de berges en pentes douces	0%	<50%	<25%
Régime hydrique	Mare permanente	Mare permanente	Mare permanente
Alimentation en eau	Axe de ruissellement + source	Source	Source
Exutoire	Débit de fuite	Débit de fuite	Indéterminé
Turbidité de l'eau	Limpide	Trouble	Trouble
Recouvrement de la végétation herbacée sur la surface de la mare	95% hydrophytes enracinés + 5% eau libre	25% hélrophytes + 70%hydrophytes enracinés + 3% algues filamenteuses + 2% eau libre	20% hélrophytes + 20% hydrophytes enracinés + 50% algues filamenteuses + 10% eau libre
Boisement/Embroussaillage des abords	<25%	<50%	<100%
Ombrage sur la surface de la mare par les ligneux (soleil au zénith)	<75%	<50%	<25%
Intervention possible	Reprofilage des berges, curage	Curage, débroussaillage	Curage, débroussaillage, reprofilage des berges

Table 5: Tableau basé sur la fiche de caractérisation du PRAM. Source : production personnelle.

Ainsi, nous pouvons observer que globalement les mares sont toutes dans les derniers stades d'évolution (recouvrement végétal important, et/ou envasement important) mais avec différents profils. La profondeur en eau reste satisfaisante même en plein été (dernier relevé en août). Cette première vision laisse envisager une différence dans la gestion préconisée. En effet, mare Longue et mare Chemin ont déjà un accès à la lumière satisfaisant, tandis que mare Ronde non. De même, mare Chemin présente des abords très embroussaillés, ou encore peu voire pas de berges en pentes douces sur son périmètre, comme mare Ronde.



Figure 9: Les trois mares de la zone d'étude : Mare Ronde (S1); Mare Chemin (S3); Mare Longue (S2)

Concernant le type d'alimentation en eau des mares, deux hypothèses sont faites :

- mare de type ruissellement (mare Ronde),
- mare de type résurgence (mare Ronde, Longue et Chemin)

Il est possible que les différents types se croisent, assurant une alimentation continue des mares, même en période de sécheresse.

Origine de l'eau	Catégories de mares La flèche indique la provenance principale de l'eau ou le sens d'écoulement.	Régimes
Nappe phréatique	Type 1 	Mare permanente si la nappe phréatique reste suffisamment alimentée. Le niveau de l'eau reflète le niveau de la nappe. Depuis 2003, de nombreuses mares de ce type s'assèchent entièrement et de façon prolongée.
Ruissellement	Type 2 	Mare permanente et/ou temporaire Le régime dépend des précipitations, de la surface du bassin versant, de la capacité de stockage de l'eau, de l'évaporation...
Crue	Type 3 	Mare permanente et/ou temporaire Le régime dépend de la périodicité des crues. Il existe souvent une nappe alluviale sous-jacente.
Impluvium direct	Type 4 	Mare permanente et/ou temporaire Le régime dépend de l'étanchéité du substrat et de l'âge de la mare. Plus elle est ancienne plus le sol s'est gorgé d'eau (formation d'une nappe).
Résurgence	Type 5 	Mare permanente tant que la source n'est pas tarie. Typique en milieu karstique (source limnocrène), mais aussi dans les sables et les zones tourbeuses (suintements).
Collecteur, ruisseau, fossé	Type 6 	Mare permanente et/ou temporaire Le régime dépend de la quantité d'eau apportée par le fossé (collecteur ou ruisseau) et de la capacité de stockage de la mare.

Figure 10: Principaux types d'alimentation en eau des mares Source : ONF, 2019

6.2 Inventaire des amphibiens et calcul de l'indice IECMA

Amphibiens recensés :

Au cours de l'année d'inventaire, 80 individus ont pu être déterminés, représentant 4 espèces. Deux espèces de reptiles inféodés aux milieux humides ont également été contactées : la couleuvre vipérine (*Natrix maura*) et la couleuvre à collier (*Natrix natrix*). Le triton palmé (*Lissotriton helveticus*) est l'espèce la plus abondante. A l'inverse, pour le crapaud accoucheur (*Alytes obstetricans*), un seul individu a été observé. (Tab.6)

Espèces observées	Mares prospectées			Abondance (Nombre total d'individus capturés) par espèce
	S1	S2	S3	
<i>Salamandra salamandra</i>	2	2	19	23
<i>Lissotriton helveticus</i>	8	8	12	28
<i>Anoure sp</i>	1	2	2	4
<i>Alytes obstetricans</i>		1		1
<i>Pelophylax sp</i>			14	14
<i>Natrix maura</i>	2	1	5	8
<i>Natrix natrix</i>		1		1
Abondance (Nombre total d'individus capturés) par secteur	13	15	52	
Abondance (Nombre total d'individus capturés) totale	80			
Richesse spécifique totale	6			
Richesse spécifique par secteur	3	4	4	

Table 6: Abondance et richesse des espèces observées durant l'utilisation du protocole POP Amphibien dans la zone d'étude des mares forestières de Saou.



Figure 11: Différentes espèces d'amphibiens observées : *Pelophylax sp*; femelle de *Lissotriton helveticus*; mâle de *Lissotriton helveticus*

Stades biologiques observés :

Les différents stades biologiques observés des amphibiens du réseau de mares révèlent que la to-

talité des espèces recensées (4) sont “reproductrices” : c’est à dire qu’au moins un individu a été observé à l’état larvaire. (Tab.7)

Espèces observées	Stades biologiques observés		
	Œuf	Larve	Adulte
<i>Salamandra salamandra</i>		23	
<i>Lissotriton helveticus</i>		11	17
<i>Anoure sp</i>		4	
<i>Alytes obstetricans</i>		1	
<i>Pelophylax sp</i>		2	12

Table 7: Abondance des différents stades biologiques des espèces observées sur la zone d’étude.



Figure 12: Différentes larves d’amphibiens observées : *Salamandra salamandra*; *Pelophylax sp*; *Alytes obstetricans*

Caractérisation des mares en fonction des variables de l’indice IECMA

L’indice IECMA a été calculé pour chacune des mares afin de comparer les résultats.

Les résultats montrent que le réseau est aujourd’hui assez favorable aux amphibiens (note moyenne = 72 points, assez favorable).(Tab.8)

Les facteurs négatifs retrouvés sont :

- La **turbidité de l’eau** : une eau turbide peut indiquer un manque en oxygénation de l’eau. Cela peut être dû à un manque de lumière de la mare, empêchant le développement des végétaux aquatiques qui permettent l’oxygénation de l’eau. Cela peut également être causé par les dépôts des feuilles au fond de la mare qui, selon les essences, peuvent colmater la mare et libérer des particules.

- Le **pourcentage faible de berges en pentes douces (BPD)** : les BPD permettent à différents stades de végétation de s’installer, en colonisant différentes profondeurs d’eau. Cela permet également à la faune un accès au plan d’eau, qui peut être rendu compliqué lorsque cet accès se fait par des pentes très abruptes. La présence de berges en pente douce permet d’éviter

que certaines espèces ne se noient comme la Salamandre tachetée (*Salamandra salamandra*).

- **La distance avec un peuplement source** : la connexion de la mare avec un autre peuplement d'Amphibiens situé à une distance franchissable (distance que les espèces peuvent parcourir en fonction de leur capacité de dispersion) permet à la fois d'assurer un brassage génétique et permet un mouvement de fuite/recolonisation en cas de perturbations sur le milieu.

- **Absence de corridor écologique** : Un corridor écologique est un espace reliant des écosystèmes ou des habitats naturels, qui permet le déplacement des espèces et donc le brassage génétique de leurs populations. Les mares forment un réseau entre elles, mais ce réseau est isolé d'autres zones humides.

Critères d'évaluation	Mare_Ronde	Mare_Longue	Mare_Chemin
Contexte immédiat	Bois de feuillus	Bois de feuillus	Bois de feuillus
Superficie (en m2)	25m2	75m2	30m2
Profondeur (en cm)	60cm	60cm	70cm
Turbidité	Limpide	Trouble	Trouble
Nature du fond	Naturel	Naturel	Naturel
Berges en pentes douces	0	0<BPD<1/2 du périmètre	0<BPD<1/2 du périmètre
Recouvrement en hélophytes	Absence	Abondant	Clairseme
Recouvrement en hydrophytes	Abondant	Abondant	Abondant
Richesse spécifique en amphibiens	2	3	3
Distance avec un peuplement source	>1000m	>1000m	>1000m
Distance à la pièce d'eau la plus proche	<250m	<250m	<250m
Nb de pièces d'eau à moins de 500m.	2	2	2
Distance avec un site terrestre hivernal	250>P>100	250>P>100	250>P>100
Contigu d'un corridor linéaire	Absence de corridor	Absence de corridor	Absence de corridor
Zone d'écrasement d'amphibiens potentielle (à moins de 250m)	Pas de route	Pas de route	Pas de route
Richesse en amphibien à proximité	6	6	6
Poissons	Absence	Absence	Absence
Déchets	Absence	Absence	Absence
Pollution chimique ou organique visible	Absence	Absence	Absence
Mesure de protection	ENS, N2000	ENS, N2000	ENS, N2000
Note IECMA	71 (Assez favorable)	76 (Assez favorable)	70 (Assez favorable)

Table 8: Tableau basé sur les résultats du calcul de l'indice IECMA. Source : production personnelle.

Patrimonialité du peuplement

Le contexte de mares forestières dans lequel se trouve la zone étudiée a une influence sur le peuplement d'amphibiens. En effet, *Salamandra salamandra* est connue pour son affinité avec le milieu forestier. *Lissotriton helveticus*, *Alytes obstetricans* et *Pelophylax sp* sont des espèces connues pour leur plasticité écologique importante. Le peuplement retrouvé semble assez commun, mais ce sont toutes des espèces protégées au niveau national. (Tab.9)

Espèces observées	ZNIEFF	Menace	Protégées
<i>Salamandra salamandra</i>	X	NT	X
<i>Lissotriton helveticus</i>	X	LC	X
<i>Alytes obstetricans</i>	X	LC	X
<i>Pelophylax sp</i>	X	DD	X

Table 9: Statuts de conservation en France des espèces observées l'année 2023 d'utilisation du protocole POP Amphibien dans le réseau des mares forestières de Saou (Drome, 26). ZNIEFF : X = espèces déterminantes ; menace (Liste Rouge Rhone-Alpes) : LC = préoccupation mineure, NT = quasi menacé, VU = vulnérable DD = Données insuffisantes ; Protégées : X= espèces protégées au niveau national

Croisement des données du POP Amphibien et du calcul de l'indice IECMA

Les résultats obtenus suite au protocole de recensement des amphibiens et ceux découlant du calcul de l'indice IECMA semblent s'accorder sur le fait que la mare la moins favorable aux amphibiens est la Mare ronde (S1). En effet, c'est la mare la moins ensoleillée. Une mare située en contexte entièrement boisé aura des herbiers aquatiques moins importants à cause de la diminution de l'ensoleillement, ce qui entraînera une baisse de la capacité d'accueil de la mare pour la reproduction des amphibiens. De plus, la chute des feuilles dans les mares entraîne des changements de pH qui ne sont pas favorables aux Amphibiens.(Maillet et al.) Concernant les deux autres mares, elles semblent plutôt favorables aux amphibiens.

6.3 Inventaire des odonates via le protocole STELI

Site STELI

Sur les 3 points d'échantillonnage prospectés (voir fig. 7) à chaque date de relevés, S2 (mare Longue) et S3 (mare Chemin) présentent des traces d'eutrophisation (présence d'algues filamenteuses). Tous les secteurs disposent d'hydrophytes.

L'eau n'est limpide que dans le S1 (mare Ronde). Nous remarquons que S3 est fortement constitué de rives boisées. (Tab.10)

Secteur	Turbidité	Eutrophisation	Hélophytes	Hydrophytes	Rives boisées	Rives herbacées
1	0	0	0	4	2	1
2	2	2	3	3	2	2
3	3	4	2	3	4	2

Table 10: Classification de six variables imposées par le protocole STELI pour les trois secteurs inventoriés dans le réseau de mares forestières de Saou.

Relevés odonatologiques

Au cours de l'année d'inventaire, 151 individus ont pu être déterminés, représentant 9 espèces. *Aeshna cyanea*, *Cordulegaster bidentata* et *Pyrrhosoma nymphula* sont les espèces les plus abond-

antes. A l'inverse, pour *Onychogomphus forcipatus*, un seul individu a été observé, et seulement 2 individus pour *Coenagrion puella*. (Tab.11)

Espèces observées	Site STELI n°1			Abondance (Nombre total d'individus capturés) par espèce
	S1	S2	S3	
<i>Aeshna cyanea</i>	52	37	5	94
<i>Cordulegaster bidentata</i>	12			12
<i>Cordulegaster boltonii</i>	3			3
<i>Pyrhosoma nymphula</i>	8	14	4	26
<i>Coenagrion puella</i>	2			2
<i>Libellula depressa</i>	1		2	3
<i>Ortehrum coerulescens</i>		3	2	5
<i>Sympetrum striolatum</i>		5		5
<i>Onychogomphus forcipatus</i>			1	1
Abondance (Nombre total d'individus capturés) par secteur	78	59	14	
Abondance (Nombre total d'individus capturés) totale	151			
Richesse spécifique totale	9			
Richesse spécifique par secteur	6	4	5	

Table 11: Abondance et richesse des espèces observées durant l'utilisation du protocole STELI dans la zone d'étude des mares forestières de Saou.

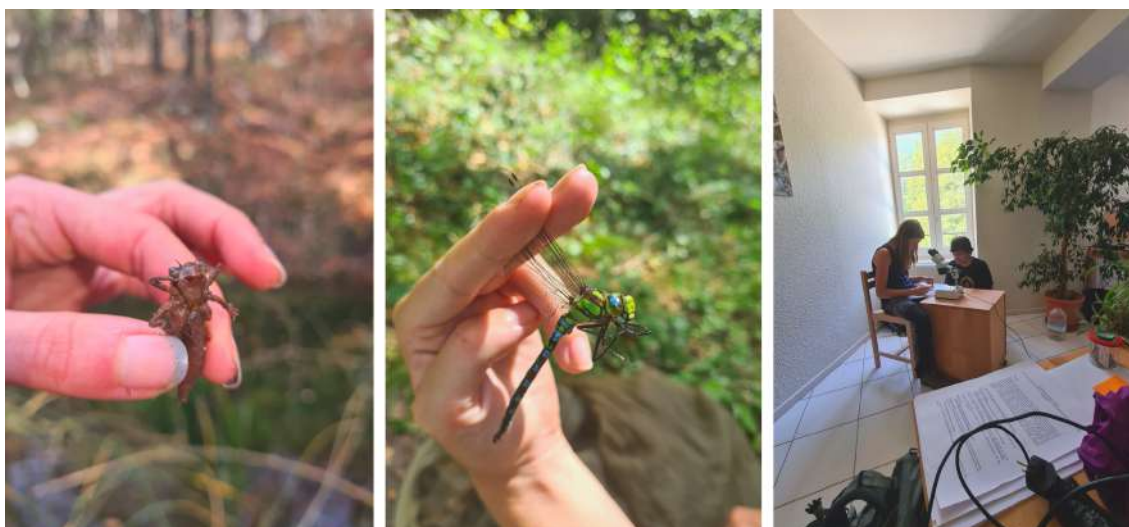


Figure 13: Différentes espèces d'odonates observées (larve de *Cordulegaster bidentata*, imago de *Aeshna cyanea*) et détermination des exuvies a la loupe binoculaire.

Autochtonie

Espèces observées	Site STELI n°1 : Réseau de mares forestière		
	S1	S2	S3
<i>Aeshna cyanea</i>	+++	++	++
<i>Cordulegaster bidentata</i>	+++		
<i>Cordulegaster boltonii</i>	+++		
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	++	+	+
<i>Coenagrion puella</i>	-		
<i>Libellula depressa</i>			+++
<i>Ortehrum coerulescens</i>		+++	+
<i>Sympetrum striolatum</i>		+++	+++
<i>Onychogomphus forcipatus</i>			-

Table 12: Degré d'autochtonie par espèce et par secteur de la zone d'étude : +++ = certaine, ++ = probable, + = possible, -=aucun indice.

Le degré d'autochtonie des Odonates du réseau de mares forestières de Saou révèle que la très grande majorité des espèces recensées (7) sont « reproductrices », c'est-à-dire avec une autochtonie probable (1) ou certaine (6) (Tab.12).

Caractérisation des habitats en fonction des variables STELI

L'analyse des six variables du protocole STELI permet une première approche de caractérisation des habitats des secteurs aquatiques du site étudié, à travers la perception des principales variables régissant la diversité odonatologique. Un gestionnaire peut ainsi repérer à l'échelle de son site quelles sont les variables à améliorer pour accroître la diversité odonatologique de celui-ci. Il peut également concrètement identifier sur quels secteurs il lui faudra focaliser les mesures de gestion. (HOUARD, FERRAND. 2016)

Dans le cas du réseau de mares forestières de Saou, des signes notables d'eutrophisation (prolifération d'algues filamenteuses) ont été observés dans deux secteurs (S1 et S2). Ces algues sont parfois susceptibles de devenir envahissantes dans les mares du fait de l'élévation de la température en saison estivale et de la lumière. (FROSSARD, OERTLI, 2013) Avec une présence tout de même importante de rives boisées, ces critères apparaissent comme une limite à l'expression optimale de la diversité odonatologique.

Les secteurs S2 et S3 présentent une certaine turbidité de l'eau. Une forte teneur de matière en suspension dans l'eau (turbidité importante) limite l'entrée de la lumière dans l'eau et par conséquent la production photosynthétique et le développement des plantes aquatiques (PELTRE et al., 2002 ; FROSSARD, OERTLI, 2013). Ceci va se traduire notamment par une oxygénation plus faible de l'eau. Des espèces sensibles à une baisse ou à une faible teneur en oxygène dans l'eau vont délaisser cet habitat. De plus, l'absence ou le faible nombre de plantes aquatiques est défavorable à la diversité odonatologique. En effet, les macrophytes tiennent un rôle majeur dans le développement des Odonates comme support de ponte et comme lieu de dissimulation pour les larves (GRAND et BOUDOT, 2006). Une turbidité trop importante est donc un frein au développement d'une plus grande biodiversité en Odonates.

Une des principales causes de cette turbidité peut être due à une dynamique de comblement importante avec la présence marquée de vase et de limon, qui sont des éléments se dispersant facilement. S3 est un secteur fortement embroussaillé (rives boisées). Il est important de gérer le degré d'ouverture des végétations rivulaires et périphériques des points d'eau afin de diversifier les microhabitats, ce qui fournira aux adultes des perchoirs, des zones de chasse et des couloirs facilitant leurs déplacements (Houard, Ferrand. 2016). Le gestionnaire devra surveiller notamment la dynamique des saules sur ce secteur et sur S2.

Patrimonialité du peuplement :

Espèces observées	ZNIEFF	Rareté	Menace	Sténoécie
<i>Aeshna cyanea</i>		C		E
<i>Cordulegaster bidentata</i>	X	R	VU	S
<i>Cordulegaster boltonii</i>	X	C		S
<i>Pyrhosoma nymphula</i>		C		E
<i>Coenagrion puella</i>		C		E
<i>Libellula depressa</i>		C		E
<i>Orthetrum coerulescens</i>	X	AC		S
<i>Sympetrum striolatum</i>		C		E
<i>Onychogomphus forcipatus</i>		AC		S

Table 13: Statuts de conservation en Drôme et sténoécie (tolérance écologique) des espèces observées l'année 2023 d'utilisation du protocole STELI dans le réseau des mares forestières de Saou (Drome, 26). ZNIEFF : X = espèces déterminantes. Rareté géographique : CC = très commune = C commune, AC = assez commune, PC = peu commune, R = rare ; menace : LC = préoccupation mineure, NT = quasi menacé, VU = vulnérable ; sténoécie : S = espèce sténoèce, E = espèce euryèce (DELIRY C, 2008)

La majorité des espèces sont connues pour leur plasticité écologique (espèces eurycetes, tableau 13). Elles peuvent se développer dans une large gamme d'habitats et se retrouvent dans la plupart des habitats aquatiques présents en Drôme. Plusieurs sont associées aux milieux pionniers, et/ou au mares de faibles surfaces, et de l'eau stagnante. Trois espèces associées à un habitat particulier : les zones de sources et suintement, et considérées comme d'intérêt patrimonial en Drôme (*Cordulegaster bidentata*, *Cordulegaster boltonii*, *Orthetrum coerulescens*) ont été recensées au cours de cet inventaire. L'intégration de ces trois espèces dans le groupe des espèces à haute valeur patrimoniale, présentant un enjeu de conservation pour le gestionnaire du site. L'intérêt patrimonial de ces trois espèces a pu être justifié par les éléments suivants (Tab. 13) :

- *Cordulegaster bidentata* : Espèce très sensible à la pollution du milieu. Elle exige une très bonne qualité de l'eau. De plus, c'est une espèce sténoèce typique des sources tufeuses et des herbiers à characées. Cette espèce est inscrite sur la liste rouge européenne comme vulnérable (menacé), de même sur la liste rouge du département de la Drôme, considérée comme vulnérable. Elle est menacée principalement par la disparition de son habitat, les zones de sources et de ruissellement tufeux. La conservation de ces zones sur le site est donc un enjeu fort du diagnostic.

- *Cordulegaster boltonii* : Les larves exigent également une bonne qualité biochimique et une bonne oxygénation de l'eau. Espèce sténoèce typique des ruisseaux et ruisselets en milieu boisé.

- *Orthetrum coerulescens* : Espèce sténoèce typique des filets d'eau permanents, des résurgences et des sources.

Croisement des données odonatologiques et des variables d'habitats :

D'une manière plus générale, le croisement des résultats des paramètres environnementaux et des données odonatologiques a permis de dégager plusieurs préconisations de gestion écologique notamment :

- la réouverture du milieu avec un export de grandes hélophytes
- la gestion du degré d'ouverture des végétations rivulaires et périphériques des points d'eau afin de diversifier les microhabitats (notamment le contrôle de la dynamique des saules)
- la préservation d'habitats typiques d'espèces d'intérêt patrimonial comme les zones de sources, suintement et résurgences tufeuses, habitats de reproduction de *Cordulegaster bidentata*, *Cordulegaster boltonii* et *Orthetrum coerulescens*.

Il serait intéressant de poursuivre l'application du STELI (au minimum sur cinq ans) avec un pas de temps régulier (tous les ans) pour permettre de suivre l'impact de la gestion après cette phase initiale.

6.4 Recensement de la flore et caractérisation des habitats

L'inventaire de chaque mare a permis d'inventorier 65 taxons (tab.14). La liste de ces espèces est présentée dans le tableau 14. Le nom de chacun des taxons est accompagné de son statut s'il en possède un. Aucun des taxons inventoriés n'est protégée régionalement/nationalement.

La Mare ronde est celle abritant le plus d'espèces (42). Mais les deux autres mares abritent plus d'espèces végétales inféodées au milieu humide. La diversité végétale globale est plus importante sur la Mare Ronde, mais les mares Ronde et Chemin abritent plus d'espèces végétales affiliées aux milieux humides.

La Mare ronde est également celle où l'on retrouve un cortège végétal typique du milieu forestier, notamment avec des espèces comme le Hêtre fayard *Fagus sylvatica* ou encore le Géranium sanguin *Geranium sanguineum*.

Sur les deux autres mares (Longue et Chemin), on retrouve des espèces végétales montrant un stade plutôt avancé du développement de la mare (stade "mature"), comme la Massette à feuille larges *Typha latifolia* ou encore le Saule à oreillette (*Salix aurita* et le Saule pourpre *Salix purpurea*).

Deux espèces remarquables (dont la rareté, la taille des populations ou le déclin justifient sa préservation) sont retrouvées sur la même mare (Mare Longue) : l'Epipactide des marais *Epipactis palustris* (Liste Rouge nationale :quasi menacée) et la Véronique en chaîne *Veronica catenata* (Liste Rouge AURA : quasi menacée).

Aucune espèce invasive n'a été observée.



Figure 14: *Epipactis palustris* sur les berges de la mare Longue (S2)

Nom latin	Nom vernaculaire	Statut	Mare_ronde	Mare_longue	Mare_chemin
1 <i>Acer campestre</i> L., 1753	Érable champêtre		X		
2 <i>Acer monspessulanum</i> L., 1753	Erable de montpellier		X		
3 <i>Acer opalus</i> Mill., 1768	Erable à feuille d'obier		X	X	
4 <i>Aphyllanthes monspeliensis</i> L., 1753	Aphyllante de Montpellier		X		X
5 <i>Aria edulis</i> (Willd.) M.Roem., 1847	Alisier blanc		X	X	X
6 <i>Bituminaria bituminosa</i> (L.) C.H.Stirt., 1981	Psoralée à odeur de bitume		X		
7 <i>Bromus racemosus</i> L., 1762	Brome en grappe		X		
8 <i>Buxus sempervirens</i> L., 1753	Buis toujours vert		X	X	
9 <i>Campanula rapunculus</i> L., 1753	Campanule raiponce		X		
10 <i>Carex acuta</i> L., 1753	Laïche aiguë		X		X
11 <i>Carex arenaria</i> L., 1753	Laïche des sables		X		
12 <i>Carex flacca</i> Schreb., 1771	Laïche glauque			X	
13 <i>Cephalanthera rubra</i> (L.) Rich., 1817	Céphalanthère rouge		X		X
14 <i>Chera</i> L., 1753			X		
15 <i>Cornus mas</i> L., 1753	Cornouiller mâle		X	X	
16 <i>Cotinus coggygria</i> Scop., 1771	Arbre à perruque		X	X	
17 <i>Daphne laureola</i> L., 1753	Daphné lauréole		X	X	
18 <i>Epipactis palustris</i> (L.) Grantz, 1769	Épipactide des marais	Liste rouge France - NT (quasi menacé)		X	
19 <i>Equisetum arvense</i> L., 1753	Prêle des champs			X	
20 <i>Eupatorium cannabinum</i> L., 1753	Eupatoire chanvrine		X	X	X
21 <i>Fagus sylvatica</i> L., 1753	Hêtre		X		
22 <i>Fraxinus excelsior</i> L., 1753	Frêne			X	X
23 <i>Galium mollugo</i> L., 1753	Galieil commun				X
24 <i>Genista pilosa</i> L., 1753	Genêt poilu		X		
25 <i>Genista tinctoria</i> L., 1753	Genêt des teinturiers				X
26 <i>Geranium sanguineum</i> L., 1753	Géranium sanguin		X		
27 <i>Hedera helix</i> L., 1753	Lierre grimpant		X	X	X
28 <i>Helleborus foetidus</i> L., 1753	Hellébore fétide		X	X	X
29 <i>Holcus lanatus</i> L., 1753	Houlque laineuse			X	
30 <i>Hypericum tetrapetrum</i> Fr., 1823	Millepertuis à quatre ailes		X		
31 <i>Hypopitys monotropa</i> Crantz, 1766	Monotrope sucepin			X	
32 <i>Juncus articulatus</i> L., 1753	Jonc articulé		X	X	X
33 <i>Juncus inflexus</i> L., 1753	Jonc glauque		X	X	X
34 <i>Juniperus communis</i> L., 1753	Genévrier commun		X		
35 <i>Ligustrum vulgare</i> L., 1753	Troène commun		X		
36 <i>Lythrum salicaria</i> L., 1753	Salicaire commune				X
37 <i>Mentha aquatica</i> L., 1753	Menthe aquatique				X
38 <i>Molinia arundinacea</i> Schrank, 1789	Molinie roseau				X
39 <i>Neottia ovata</i> (L.) Bluff & Fingerh., 1837	Néottie ovale		X		
40 <i>Ophrys apifera</i> Huds., 1762	Ophrys abeille			X	
41 <i>Pinus nigra</i> J.F.Arnold, 1765	Pin noir		X	X	
42 <i>Pinus sylvestris</i> L., 1753	Pin sylvestre		X	X	
43 <i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch., 1797	Potentille dressée				X
44 <i>Prunus spinosa</i> L., 1753	Prunier épineux				X
45 <i>Ptychotis saxifraga</i> (L.) Loret & Barrandon, 1876	Ptychotide saxifrage		X		
46 <i>Pulicaria dysenterica</i> (L.) Bernh., 1800	Pulicaire dysentérique		X		
47 <i>Quercus pubescens</i> Willd., 1796 [nom. et typ. cons.]	Chêne pubescent		X		
48 <i>Ranunculus repens</i> L., 1753	Renoncule rampante			X	
49 <i>Rubia peregrina</i> L., 1753	Garance voyageuse		X		
50 <i>Rubus</i> L., 1753 [nom. et typ. cons.]			X		
51 <i>Ruscus aculeatus</i> L., 1753	Fragon piquant		X		
52 <i>Salix aurita</i> L., 1753	Saule à oreillettes				X
53 <i>Salix purpurea</i> L., 1753	Saule pourpre			X	X
54 <i>Salvia pratensis</i> L., 1753	Sauge des prés		X		
55 <i>Sanicula europaea</i> L., 1753	Sanicle d'Europe		X		
56 <i>Schoenus nigricans</i> L., 1753	Choin noirissant				X
57 <i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Soják, 1972	Faux scirpe jonc		X	X	
58 <i>Senecio doronicum</i> (L.) L., 1759	Séneçon doronic		X		
59 <i>Silene italica</i> (L.) Pers., 1805	Silène d'Italie		X		
60 <i>Teucrium chamaedrys</i> L., 1753	Germandrée petit-chêne		X		
61 <i>Torminalis glaberrima</i> (Gand.) Sennikov & Kurtto, 2017	Sorbier alisier		X		
62 <i>Typha latifolia</i> L., 1753	Massette à feuilles larges			X	X
63 <i>Veronica beccabunga</i> L., 1753	Véronique des ruisseaux			X	
64 <i>Veronica catenata</i> Pennell, 1921	Véronique en chaîne	Liste rouge AURA - NT (quasi menacé)		X	
65 <i>Viburnum lantana</i> L., 1753	Viorne lantane		X		
Richesse spécifique totale par mare			42	25	22
Richesse spécifique du cortège végétal humide par mare			8	10	10

Table 14: Abondance et richesse des espèces végétales observées sur la zone d'étude des mares de Saou.

Habitats et profils de végétation retrouvés :

Faune et flore étant étroitement liées, l'étude de la végétation nous renseigne donc sur la capacité d'un point d'eau à accueillir une vie diversifiée.

La mare étant la plus ombragée, est celle dont l'embroussaillage des abords est le moins important (Mare Ronde) : l'ombrage vient des grands arbres en périphérie. L'ombrage sur les mares va limiter le développement d'une végétation aquatique diversifiée. De plus, les feuilles qui tombent créent du dépôt organique formant une vase épaisse au fond des mares.

Les deux autres mares (Mare Longue et Mare Chemin) ont des abords qui s'embroussaillent plus

fortement. Elles présentent également des fourrés de saules, espèces participant très souvent au comblement des mares.

D'autres paramètres conditionnent la diversification de la végétation aquatique.

Caractéristique	Evolution	Effet sur la diversité végétale
Ombrage	↗	↘
Abondance de poissons	↗	↘
Profondeur	↗	→
Surface	↗	↗
Naturalité*	↗	↗
Pente des berges	douce → abrupte	↘

Figure 15: Caractéristiques de la mare et de son environnement, et effet de leur évolution sur la diversité végétale. Exemple : si l'ombrage sur le point d'eau augmente, alors le nombre d'espèces diminue.

La répartition des plantes aquatiques montre une différence dans les stades d'évolution des mares. Deux ont des caractéristiques de mares plutôt âgées, la troisième dans un stade plus pionniers (tapis de characées). Les deux mares ayant un stade avancé semblent dominées par quelques espèces accompagnées d'autres plus sporadiques. En moyenne, les points d'eau étudiés abritent 30 espèces différentes. La diversité végétale diffère cependant selon les profils des mares.

Un habitats est considéré comme d'intérêt communautaire au titre de Natura 2000, il s'agit de :

- "Eaux oligo-mésotrophes calcaires avec végétation benthiques à characée" cet habitat est présent seulement sur la Mare Ronde.

Une cartographie fine des habitats a été réalisée par mare. Les cartes sont disponibles en annexe. (Annexe n°3,4,5)

7 Discussion

Le diagnostic écologique du réseau de mares forestières de la forêt de Saoû, dans le contexte de rédaction du plan de gestion du site, a constitué le cœur de ce travail.

Trois groupes ont été étudiés : les amphibiens, les odonates et la flore.

Les résultats des inventaires à l'échelle du réseau de mares montrent une diversité spécifique modeste, constituée d'espèces majoritairement communes mais pleinement dépendantes des milieux humides stagnants de faible surface que sont ces mares forestières.

Les différents protocoles mis en place ont permis d'inventorier plusieurs groupes de manière assez détaillée, tout en étant des méthodes peu chronophages qui pourront être pérennisées par le gestionnaire et les agents techniques afin de poursuivre ce travail de suivi.

De plus, la compilation des différents résultats, replacée dans une vision de conservation de ces zones humides, donne des précisions sur les actions à entreprendre pour maintenir la biodiversité

des mares forestières.

7.1 Avantages et limites des méthodes utilisées

La mise en place du protocole POP Amphibien est en lien direct avec le calcul de l'indice IECMA. Celui-ci a pour principal objectif d'évaluer la capacité d'une pièce d'eau à accueillir des amphibiens.

Le protocole est assez facile à mettre en œuvre, mobilise peu de moyens humains, matériels et financiers. Cependant, la construction des pièges est tout de même chronophage, et nécessite de mobiliser plusieurs personnes au risque d'abîmer le matériel.

Le groupe des amphibiens comprend peu d'espèces et ces dernières sont facilement identifiables, ce qui limite le biais observateur.

De plus, cet indice prend en compte le milieu et pas uniquement la richesse spécifique en amphibiens. C'est également un protocole standardisé au niveau national, ce qui permet de transmettre facilement les données à la Société Herpétologique de France, qui réalise ensuite des analyses statistiques nationales et régionales.

Cependant, il est important de noter que cela reste un indice initialement utilisé pour les amphibiens uniquement. Ainsi, même si ce groupe fait office d'espèce parapluie pour évaluer l'état d'un plan d'eau, il est indispensable d'élargir l'analyse à d'autres taxons, dans le but d'avoir une vision d'ensemble la plus objective possible.

La méthodologie retenue pour le protocole de collecte de données STELI repose sur la notion de « site occupancy » développée par MACKENZIE et al. (2006). Le concept du protocole repose sur des données de type inventaire récoltées de manière répétée sur les sites choisis par les observateurs. Le protocole peut être adapté en fonction des moyens humains disponibles : au choix, il est possible de faire 3, 6 ou 9 passages par an. Cela reste donc accessible même pour des gestionnaires de sites importants.

De même, cela reste un protocole peu chronophage car la richesse spécifique maximale en odonate est souvent atteinte assez rapidement (pour un étang d'environ 1,3 ha, le maximum de richesse spécifique est atteint en moyenne en 31 minutes de relevé, selon Cédric VANAPPELGHEM).

Cependant, les inventaires de cette année ne pourront pas servir d'état initial à ceux de l'année prochaine. En effet, 3 passages ont été réalisés, mais sur 3 périodes différentes. Or, dans un cadre de suivi temporel des populations, les 3 passages doivent être réalisés sur une période similaire.

Le protocole ne demande pas d'être expert sur l'identification des odonates, cependant, il est nécessaire, si ce n'est pas le cas, de pouvoir se faire assister dans la détermination, et demande tout de même une formation de base, pour utiliser correctement les clés et connaître les principaux critères. Pour les prochaines années afin de mettre en place correctement le protocole, il sera indispensable également de définir un couple site/observateur et celui-ci doit rester le même, afin de limiter les biais d'observation et de détection.

Si ce couple venait à changer, il faudra alors créer un nouveau compte avec le nouveau couple sur la base de données du protocole STELI.

Contrairement au protocole et à l'indice cité plus haut, le STELI ne prend en compte que la richesse spécifique en odonate. Afin d'avoir une analyse plus complète, il est intéressant de croiser ces informations avec les comportements des individus observés (afin de connaître les degrés d'affiliation au site), aux habitats de prédilection des différentes espèces et à leurs exigences écologiques.

Cette année les 3 passages se sont fait sur 3 périodes différentes afin d'inventorier le spectre le plus large possible des différentes espèces en fonction de leur phénologie et de leur période de vol (de mai à août).

Concernant la pertinence d'utiliser le taxon des odonates comme bio indicateurs des zones humides, les auteurs ont des propos mitigés. On peut résumer la situation comme suit : les odonates ne

sont certainement pas les meilleurs bio-indicateurs des zones humides, mais il s'agit du groupe d'invertébrés aquatiques le plus facilement accessible en termes de reconnaissance et de méthodes d'échantillonnage. (Protocole Odonates, 2011)

Concernant l'inventaire floristique réalisé, les données collectées de présence/absence permettent d'obtenir des informations basiques sur les cortèges végétaux présents, mais ne donnent pas d'informations quant à la dominance et l'abondance de certaines espèces par rapport à d'autres.

De manière plus générale, la zone étant diagnostiquée pour la première fois, les données récoltées sur la première année ne permettent pas de réaliser des analyses statistiques car les jeux de données ne sont pas assez conséquents. Cela limite de fait la précision des résultats.

Des travaux concernant l'inventaire et le diagnostic écologique de mares ont été réalisés par Hautot et Ruchon. Leur travaux s'inscrivent à plus grande échelle (souvent à l'échelle d'un département), avec des surfaces plus importantes de prospection. De nombreuses mares ont ainsi pu être localisées, caractérisées et diagnostiquées. Cependant, les inventaires faunistiques et floristiques restent assez succincts, du fait des nombreux points à inventorier. L'intégration, dans le diagnostic d'un réseau de mares, de protocoles nationaux standardisés est une démarche qui a permis la réalisation d'un diagnostic assez détaillé sur les taxons inventoriés, tout en permettant le partage des données au niveau national pour des analyses statistiques ultérieures, à plus grande échelle.

7.2 Perspectives et propositions d'actions

Les trois taxons étudiés (amphibiens, odonates, flore), figurent parmi les taxons les plus inventoriés lorsqu'il s'agit de zones humides. Cependant, d'autres groupes méritent tout autant, si ce n'est plus, un intérêt. Que ce soit de par leur position dans le réseau trophique ou bien dû à leur sensibilité à l'environnement (pollution, pH, température, oxygénation de l'eau), les coléoptères aquatiques et les mollusques sont des groupes à étudier en vue de compléter les résultats de ce diagnostic. Ces derniers constituent une part importante de la biodiversité spécifique des eaux stagnantes et sont reconnus pour être de bons indicateurs. (Zones Humides Infos ,n° 95-96, automne 2018. Utilisation des insectes en zones humides)

Le présent rapport et les résultats des inventaires ont permis de mettre en évidence une capacité d'accueil écologique plus ou moins favorable aux amphibiens et aux odonates en fonction des mares. Il peut donc être judicieux d'intervenir d'abord sur les mares jugées les moins favorables, puis de d'organiser les interventions sur l'ensemble du réseau de manière à toujours avoir une ou deux mares refuges (sans intervention) lorsqu'une autre subit des modifications. Ainsi, nous aurons un réseau de mares avec des profils différents, accueillant un panel relativement divers d'espèces.

7.3 Proposition de gestion

7.3.1 Recommandations

Les interventions sur une mare doivent s'envisager dans l'optique d'obtenir un meilleur fonctionnement écologique : amélioration des capacités d'accueil pour la faune et la flore, amélioration des données relatives à la ressource en eau et limitation de la dynamique de comblement.

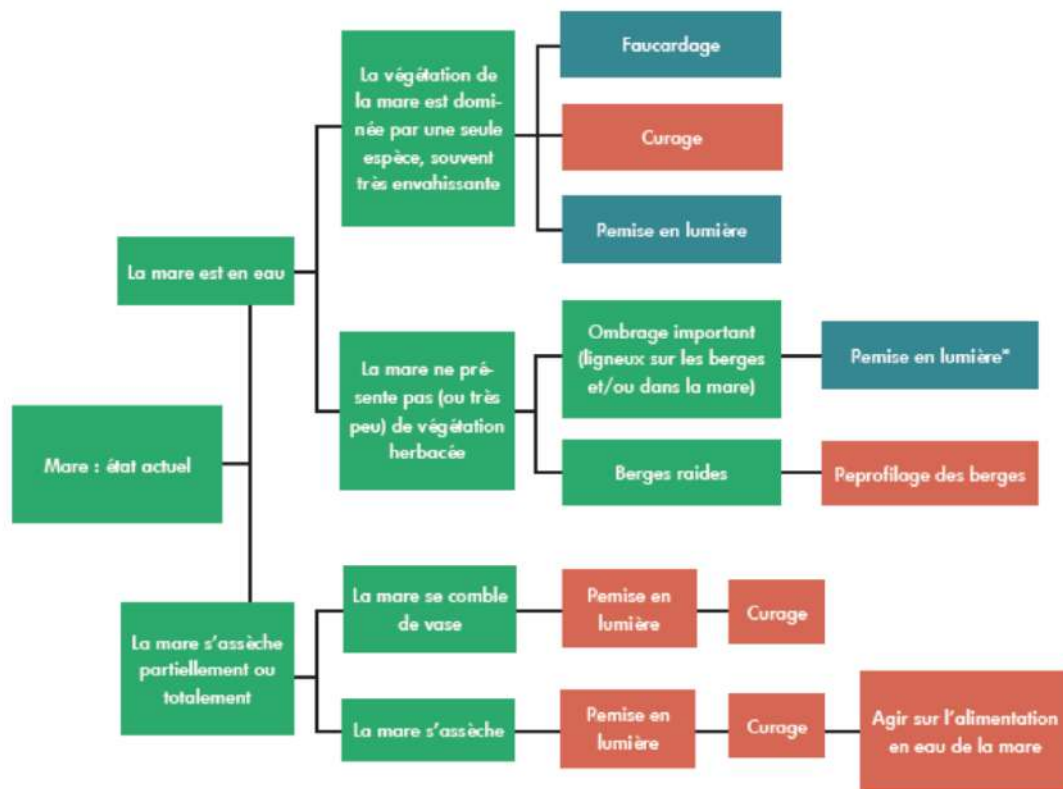


Figure 16: Clé de décision simplifiée pour l'entretien et la restauration des mares forestières. Source : Prendre en compte la préservation des mares dans la gestion forestière, Centre régional de la propriété forestière, Société nationale de protection de la nature

Le gestionnaire a ici la capacité d'influencer deux grands types de facteurs :

- les caractéristiques physiques de la mare : profondeur, forme de la mare, pente des berges, etc.
- la végétation ligneuse et herbacée dans la mare et à ses alentours.

Les cartographies réalisées d'habitats des mares permettent au gestionnaire d'identifier les zones concernées par les actions proposées. Elles sont disponibles en annexe (Annexe n°1,2 et3).

Si des interventions sont envisagées, il est cependant indispensable de :

- privilégier les interventions douces en réalisant les travaux en plusieurs fois si possible et/ou seulement sur une partie de la mare,
- dans la mesure du possible, pendant les travaux, assurer le maintien de zones refuges qui seront à l'origine de la recolonisation végétale et animale,
- prévoir des interventions hors de la période de reproduction d'un maximum d'espèces animales : éviter le printemps et le début de l'été.

Suite à la mise en évidence des différents enjeux présents sur le réseau de mares forestières de l'ENS de la Forêt de Saoû, un descriptif de ces enjeux (par mare) et des préconisations de gestion (suivant la figure 10) sont proposées.

Chaque action est hiérarchisée, c'est-à-dire classé par ordre d'importance :

« +++ » : Très important, à effectuer sur le court terme

« ++ » : Important, à effectuer sur le moyen terme
« + » : Importance moyenne / neutre, à effectuer sur le long terme



Figure 17: Situation actuelle des mares de Saou. Comblement de la mare Longue (S2) par la végétation et notamment les troncs d'arbres morts dans la mare; envahissement des berges et des surfaces d'eau libre par la végétation sur la mare Chemin (S3); l'absence de berges en pentes douces sur la mare Ronde (S1).

7.3.2 Actions proposées

Mare Ronde, secteur S1 (Priorité des actions ++)

Contexte

Plan d'eau permanent, d'environ 25m² avec une profondeur maximale de 60cm (en fin d'été), faisant partie d'un réseau de 3 mares forestières. Il abrite un cortège floral diversifié et affilié aux zones humides, et une faune commune mais protégée : Triton palmé, Salamandre tachetée, Grenouille verte, Couleuvre vipérine. Plusieurs espèces d'odonates sont également présentes.

Évolution prévisible sans intervention et conséquences possibles

- Comblement par les limons et les dépôts organiques lié aux arbres adjacents
- Développement de la végétation hydrophyte limitant le volume d'eau libre
- Impossibilité de diversification des plantes aquatiques dues à l'absence de berges en pentes douces, limitant également l'accès au plan d'eau pour la faune
- Fermeture du milieu par les arbres et leur houppier (ombre excessive), entraînant un manque de lumière

Ceci mènerait globalement à une disparition progressive du milieu, et donc à la perte des espèces qui en dépendent, et plus largement une perte de biodiversité.

Objectifs

- Maintenir l'écosystème de la mare

-
- Conserver la diversité des espèces rares et communes qui vivent dans ou en bordure des mares.

Description des travaux et mise en œuvre de l'action

Nature des travaux :

- Abattage de tous les pins noirs dans un périmètre de 6m autour de la mare
- Abattage des arbres menaçant de tomber dans la mare
- Prévoir un élagage : couper les branches d'arbres en surplomb de la mare pour la garder ensoleillée et éviter la chute de feuilles qui accélérerait le comblement.
- Prévoir un curage de la mare en 3 temps : d'abord sur la partie aval (sortie d'eau). Le curage consiste à retirer la vase sur une portion de la mare (en hiver).
- Prévoir un étirage : arracher une partie (1/3) des characées afin d'augmenter le volume d'eau libre.
- Prévoir un re profilage des berges : sur la même partie et lors du curage, en profiter pour re profiler une partie des berges en pentes douce

Précautions particulières :

Cette mare abrite une espèce remarquable et assez rare dû à une exigence écologique forte (*Cordulesgaster bidentata*). Il est donc indispensable de ne pas perturber le milieu dont elle dépend : l'arrivée d'eau de la mare, un maigre filet d'eau en amont.

Attention à ne pas effectuer une mise en lumière trop importante : cela pourrait provoquer une augmentation importante de la vitesse de décomposition de la matière organique présente dans la mare et une augmentation de la température, ce qui peut constituer une forte perturbation négative de son écologie.

Mare Longue, secteur S2 (Priorité des actions +++)

Contexte

Plan d'eau permanent, d'environ 75m² avec une profondeur maximale de 80 cm (en fin d'été). Il abrite un cortège floral diversifié et inféodé aux zones humides, et une commune mais protégée : Triton palmé, Salamandre tachetée, Alyte accoucheur, Couleuvre vipérine. Plusieurs espèces d'odonates sont également présentes.

Évolution prévisible sans intervention et conséquences possibles

- Comblement par le développement de la végétation aquatique (Massettes) et des essences pionnières comme le saule
- Développement des algues filamenteuses venant limiter l'entrée de la lumière dans l'eau et donc limitant les possibilités de photosynthèses pour les végétaux aquatiques. Rend également l'eau turbide.
- Présence de plusieurs troncs d'arbres morts dans le plan d'eau, augmentant la dynamique de comblement.
- Embroussaillage important de certaines berges, notamment un bouquet de saules.
- Le développement des ligneux peut mener à deux problématiques : leur fort besoin en eau (saule, aulne, frêne) peut accélérer l'assèchement de la mare, surtout en période de sécheresse; les racines peuvent venir fissurer le fond de la mare et donc provoquer une baisse du niveau d'eau par infiltration.

Ceci mènerait globalement à une disparition progressive du milieu, et donc à la perte des espèces qui en dépendent, et plus largement une perte de biodiversité.

Objectifs

- Maintenir l'écosystème de la mare
- Conserver la diversité des espèces qui vivent dans ou en bordure des mares.

Description des travaux et mise en œuvre de l'action

Nature des travaux :

- Abattage de tous les pins noirs dans un périmètre de 6m autour de la mare
- Exporter les deux troncs d'arbres morts présents dans le plan d'eau en dehors de ce dernier et les placer sur les berges à proximité afin d'en faire un abri pour les amphibiens et les reptiles. (Tanant, ONF, 2009)
- Prévoir un curage (retirer la vase) de la mare en 3 temps : d'abord sur la partie ouest, où les Massettes à feuilles larges sont très présentes
- Prévoir un étréage : arracher une partie (1/3) de la végétation aquatique afin d'augmenter le volume d'eau libre et limiter le comblement par les dépôts organiques
- Prévoir un faucardage : couper les grands hélrophytes (roseaux et massettes) pour limiter leur développement, sur une partie de la mare seulement
- Prévoir un écrémage/râtelage de la mare en retirant les algues filamenteuses au râteau (retirer environ les 2/3 d'algues si possible), pour éviter leur prolifération.
- Dessoucher ou arracher les saules s'étant installés dans la zone d'eau libre.

Précautions particulières :

Le débit de fuite de cette mare contribue à l'alimentation en eau d'une souille en aval, et d'un petit ruisseau tufeux, habitat d'une espèce patrimoniale rare (*Cordulesgaster bidentata*). Il est donc indispensable de ne pas perturber le milieu dont elle dépend.

Mare Chemin, secteur S3 (Priorité des actions +++)

Contexte

Plan d'eau permanent, d'environ 30m² avec une profondeur maximale de 70cm (en fin d'été), faisant partie d'un réseau de 3 mares forestières. Il abrite un cortège floral diversifié et affilié aux zones humides, et une faune commune mais protégée : Triton palmé, Salamandre tachetée, Grenouille verte, Couleuvre vipérine. Plusieurs espèces d'odonates sont également présentes.

Évolution prévisible sans intervention et conséquences possibles

- Embroussaillage des berges du aux développement des ligneux, notamment les saules, les frênes et les pruniers.
- Développement des algues filamenteuses venant limiter l'entrée de la lumière dans l'eau et donc limitant les possibilités de photosynthèses pour les végétaux aquatiques. Rend également l'eau turbide.
- La présence de plusieurs troncs d'arbres morts dans le plan d'eau, augmentant la dynamique de comblement.

-
- Peu de possibilités de diversification du cortège floral dû au manque de berges en pentes douces.
 - Comblement des zones d'eau libre par la présence de saules et le développement de la végétation aquatique.
 - Le développement des ligneux peut mener à deux problématiques : leur fort besoin en eau (saule, aulne, frêne) peut accélérer l'assèchement de la mare, surtout en période de sécheresse; les racines peuvent venir fissurer le fond de la mare et donc provoquer une baisse du niveau d'eau par infiltration.

Ceci mènerait globalement à une disparition progressive du milieu, et donc à la perte des espèces qui en dépendent, et plus largement une perte de biodiversité.

Objectifs

- Maintenir l'écosystème de la mare
- Conserver la diversité des espèces rares et communes qui vivent dans ou en bordure des mares.

Description des travaux et mise en œuvre de l'action

Nature des travaux :

- Abattage de tous les pins noirs dans un périmètre de 6m autour de la mare
- Débroussailler les berges de la mare en supprimant les ligneux (Tanant, ONF, 2009)
- Prévoir un curage de la mare en 3 temps : d'abord sur la partie est - Prévoir un étirage : arracher une partie (1/3) de la végétation aquatique afin d'augmenter le volume d'eau libre et limiter le comblement par les dépôts organiques
- Prévoir un faucardage : couper les grands hélrophytes (roseaux et massettes) pour limiter leur développement
- Prévoir un écrémage de la mare en retirant les algues filamenteuses au râteau (retirer environ les d'algues si possible), pour éviter leur prolifération.
- Dessoucher ou arracher les saules s'étant installés dans la zone d'eau libre.

Précautions générales

Pour toute matière enlevée de la mare, il est indispensable de la laisser à proximité du plan d'eau pendant plusieurs jours après extraction afin que les espèces puissent rejoindre la mare si besoin. Lors de l'abattage et débroussaillage des berges, ne pas faire tomber la végétation coupée dans la mare, la réutiliser pour faire des abris aux reptiles au pied des lisières.

Limiter le débroussaillage et l'abattage des arbres situés sur ou à proximité des berges abruptes, car leurs racines permettent de maintenir la berge et limiter l'effondrement.

Le curage doit être réalisé par des professionnels. Il y a un risque, en effet, de percer la couche d'argile imperméable.

Période d'intervention :

Les travaux peuvent être réalisés de septembre à février, afin de respecter la biologie du plus grand nombre d'espèces présentes sur le site.

Évaluation des actions

- Suivis scientifiques annuels des populations d'amphibiens (Protocole IECMA) et d'odonates (STELI)

- Veille de l'évolution de la végétation et des habitats par photographie (2/an, une l'été et une l'hiver)

8 Conclusion

Les mares forestières du massif de Saoû contiennent un fort potentiel écologique. Les protocoles d'inventaires standardisés et le calcul de l'indice IECMA ont en effet révélé la présence de 4 espèces d'amphibiens et 9 espèces d'odonates. Une diversité importante compte tenu de la petite surface de ces habitats humides. De plus, la caractérisation des mares et de leurs habitats ont mis en évidence la patrimonialité de certains habitats, et leur importance quant au maintien de la présence de certaines espèces, notamment *Cordulegaster bidentata* avec les sources tufeuses. Ce petit réseau de mares forestières est de fait un écosystème riche abritant des espèces et des habitats remarquables.

Mais ces mares subissent leur propre évolution naturelle. Intimement imbriquée à la forêt, parmi laquelle elle finit par se fondre totalement, la mare se transforme progressivement en boisement humide (ONF, Guide technique, 2019). Les mares forestières y sont d'autant plus confrontées du fait de leur proximité avec l'habitat forestier. La dynamique de fermeture progresse avec l'accumulation de dépôt organique : chute des feuilles d'arbres, accumulation des plantes aquatiques, chute des arbres adjacents, envahissement par les ligneux.

Ces mares constituent une zone humide à part entière pour les espèces dépendantes des points d'eau. Ce sont les seules mares naturelles connues du massif, venant s'ajouter à quelques plans d'eau (naturels et artificiels) : mare artificielle, bassin DFCl, ruisseau. À l'échelle du département, les plans d'eaux stagnants sont également peu représentés.

Cette étude écologique a permis de montrer l'importance de ces petites zones humides dans la conservation de la biodiversité, puis de proposer des actions de gestion. Ces propositions concernent deux grands types de facteurs : les caractéristiques physiques de la mare (profondeur, forme de la mare, pente des berges) et la végétation ligneuse et herbacée dans la mare et à ses alentours (Réseaux mares de Bourgogne. 2014). Les propositions d'actions présentées restent des pistes et doivent faire l'objet d'études plus détaillées. Elles représentent néanmoins un pré-diagnostic qui fournit un état initial du réseau de mares forestières et constituent un premier pas vers la restauration du réseau de mares forestières du massif de Saoû.

9 Bibliographie

Aborder la gestion conservatoire en faveur des Odonates - Guide technique, Octobre 2016, Office Pour les Insectes et leur Environnement

Arnaboldi F. et Alban N. (2006). La gestion des mares forestières de plaine. Office national des forêts, Direction territoriale Ile-de-France /Nord-Ouest. 215 p.

ASTERS, Conservatoire d'Espaces Naturels de Haute Savoie. Notice de présentation et gestion de la zone humide des Marais Noirs [en ligne] Commune d'Epagny, Juin 2013. 20 p.

Bensettiti F, Gaudillat V, Haury J. 2002. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 3 - Habitats humides. française LD editor. Paris: MATE/MAP/ MNHN, p457

Biotope. Espaces Naturels Sensibles, une politique des Départements en faveur de la nature et des paysages [en ligne], Juin 2015. 20 p.

DELIRY C. (coord.), 2008 – Atlas des libellules de la région Rhône-Alpes. Dir du Groupe Sympetrum et Museum d’Histoire Naturelle de Grenoble, ed Biotope, Mèze (Collection Parthénope), 408 p.

Dommanget J.-l. 2010. — Complément à l’inventaire des libellules de France. Programme national de collecte des données odonatologiques « Cilif ».

Evaluation française des milieux humides et aquatiques continentaux et de leurs services écosystémiques (EFESE). 2018. Les milieux humides et aquatiques continentaux

Gérard Herbuveaux, Michel Tanant, Jean-François Ponge, Jean-Jacques Morère, Bernadette Degove. Intégration des mares dans la gestion du massif forestier de Sénart (Essonne). 2009.

Gourmand, Vanappelgheim. 2012. STELI – Suivi Temporel des libellules

Groupe herpétologique drômois. Atlas préliminaire des reptiles et des amphibiens de la Drôme. 2010

Guide technique du SDAGE – Délimiter l’espace de bon fonctionnement des zones humides. Bassin Rhône -méditerranée. Juin 2018. 56 p.

IBEM : Indice de biodiversité des étangs et mares. Manuel d’utilisation. EIL, Genève.

Jean Pierre Boudot, Guillaume Doucet, Daniel Grand, 2019. Cahier d’identification des libellules de France, Belgique, Luxembourg et Suisse - 2ème édition. Biotope. 152 p.

Jean-Charles Villaret. 2019. Guide des habitats naturels et semi-naturels des Alpes. Naturalia Publications et Conservatoire botanique national alpin.

La Boite à Outils de Suivi des Zones humides. Rhomeo. 2014.

La foret de Saou et l’Auberge des Dauphins. 2eme édition, 2018. Histoires de patrimoines.

LEBRASSEUR J., 2013 – Note d’aide a la mise en place d’inventaire et de suivis des odonates. Rapport GRECIA dans el cadre de la déclinaison régionale du Plan d’action en faveur des Odonates. 19 p.

LPO Rhône-Alpes. (2015). Liste Rouge Des Amphibiens Menacés En Rhône-Alpes. Lyon.

Miaud C., Mutaret J. (2004). Identifier Les Œufs et Les Larves Des Amphibiens de France. Institut National de la Recherche Agronomique. Paris.

Oertli B. et Frossard P. A. (2013). Mares et étangs, écologie, gestion, aménagement et valorisation. Presses polytechniques et universitaires romandes, Coll. Gérer l’environnement. 480 p.

OERTLI B., 2008. The use of dragonflies in the assessment and monitoring of aquatic habitats, In Dragonflies and Damselflies : Model Organisms for Ecological and Evolutionary Research. ed. A. Córdoba-Aguilar, Oxford University Press, Oxford, New York. pp. 79-95.

Pond Conservation : the water habitats trust, Million ponds toolkit core sheets, Registered Charity No. 1107708 [en ligne]. Juin 2011. 74p.

Protocole commun de suivi des Amphibiens des mares à l'aide d'Amphicaps / GM 2013-1. 2013. 16 p.

Remi Duguet, Frederic Melki, 2003. Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg. Biotope. 480 p.

Réseaux mares de Bourgogne. 2014. Les mares forestières de Bourgogne, Valorisation et retours d'expériences.

U.S. EPA., 2002. Methods for Evaluating Wetland Condition: Using Amphibians in Bioassessments of Wetlands. Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. EPA- 822-R-02-022.

Xavier Houard, Maxime Ferrand, 2016. Utilisation du protocole STELI dans le cadre d'un inventaire initial des Odonates avec diagnostic écologique : l'exemple du parc départemental du Sausset. 20 p.

Zones Humides Infos (n° 80-81, 3e et 4e trimestres 2013). Spécial « Mares et réseaux de mares ».

Zones Humides Infos (n° 88-89, automne 2015). Agir en zone humide ordinaire

Zones Humides Infos (n° 95-96, automne 2018). Utilisation des insectes en zones humides

10 Annexes

10.1 Annexe 1 : Fiche de caractérisation des mares du PRAM

PRAM Normandie

Fiche de caractérisation de mare (Version 2017) (schéma consultable au verso)

Données générales

Identifiant PRAM :
% Si je ne le connais pas, j'attribue un code de mon choix :

Nom usuel de la mare :

Coordonnées GPS (à inscrire dans l'appareil ou sur une carte)
Lambert 93 ou WGS 84
X = Lat :
Y = Long :

Groupes faunistiques observés (à insérer s'ils sont différenciés, remplir la fiche inventaire correspondante)
 Amphibiens (grenouilles, crapauds, Tritons, Salamandres)
 Reptiles (serpents, tortues, lézards)
 Libellules (arcs, adultes ou jeunes) Poissons
 Invertébrés aquatiques Cératés, oies, cygnes
 Autres :

Présence de végétation aquatique (pourt ou à la surface de l'eau) : oui non

Caractéristiques abiotiques de la mare

Forme : ronde / ovale triangle carré / rectangle patte d'oie complexe (en L, digrèe)
Taille moyenne (surface de l'eau) : longueur = m largeur = m
Hauteur d'eau maximum observée aujourd'hui : 0 < 50 cm < 50 cm < 50 cm < 100 cm < Indéterminé
Nature du fond de la mare : matériau naturel béton brique autre :

Berges en pente douce (% du périmètre de la mare) : 0% < ≤ 25% < ≤ 50% < ≤ 75% < ≤ 100% = Indéterminé
Bourlet de carage en haut de berges : non oui = % du périmètre de la mare
Surpiétinement des abords : intense et total localisé faible à nul

Hydrologie

Régime hydrologique : mare permanente mare temporaire indéterminé
Liaison(s) avec le réseau hydrographique superficiel : aucun fossé, ruisseau drainage / pompage cours d'eau
 avec ruissellement autre (pénétre) :

Alimentation spécifique : aucune ruissellement voisin ruissellement distant source nappe plurial bief
 autre (pénétre) :

Turbidité de l'eau : limpide trouble L'eau a une couleur spécifique : non oui (pénétre) :

Zone tampon : oui non indéterminé Exutoire : surverse débit de fuite débordement indéterminé

Ecologie

Recouvrement de la végétation herbacée sur la surface de la mare :

Boisement / embroussement des abords : 0% < ≤ 25% < ≤ 50% < ≤ 75% < ≤ 100% = Indéterminé
Ombrage sur la surface de la mare par les ligneux (solal ou semi-solal) : 0% < ≤ 25% < ≤ 50% < ≤ 75% < ≤ 100% = Indéterminé

Usages

Usage(s) observé(s) de la mare : abreuvoir aménagé abreuvoir non aménagé collecte ruissellement pêche
 chasse réserve naturelle ornemental protection de la biodiversité patrimoine culturel / paysager pédagogique
 abandonné lagunage inconnu

Mare équipée d'une pompe à nez ? oui non

Présence de déchets ? aucun déchets verts (taille de haie, tonte...) ordures ménagères déchets recyclables (verres, plastique, métal) déchets dangereux (solvant, huile, batterie...) déchets inertes (gravats) meubles électroménager

Situation

Topographie : plateau versant fond de vallée autre :

Contexte (à quoi correspond la mare en situation de bief) : zone côtière falaise et rochers littoraux tourbière acide
 bas-marais / tourbière alcaline marais continental salé ou saumâtre pelouse sèche prairie mésophile
 prairie humide fourrés, bosquets lande humide lande sèche bois de feuillus bois de résineux culture
 jardin, parc, cour (de ferme) cimetière annexe routière / ferroviaire indéterminé

Petit patrimoine bâti associé ? aucun fond amphibie muret ponton enrochement autre :

Mare clôturée ? non en partie totalement Présence d'une haie en contact avec la mare ? oui non

Intervenir en faveur de cette mare...

Travaux à envisager : aucun curage reprofilage berges balçonnage débroussaillage pose de clôture
 aménagement d'abreuvoir lutte contre espèces exotiques envahissantes nettoyage déchets arrachage de végétation
 intervention sur fonctionnement hydraulique fauchage tardif de la périphérie autre :

Dans quel(s) objectif(s) ?

Figure 18: Fiche de caractérisation des mares du PRAM

Schéma de la mare et commentaires

										N ↑

Echelle : 1 côté de carré = m

N° des photos (localisation des prises de vue)

Légende

Commentaires

Merci de saisir cette fiche et de joindre vos photos sur l'application web : www.pramnormandie.com/API

Figure 19: Fiche de caractérisation des mares du PRAM

10.2 Annexe 2 : Fiche de terrain utilisée pour le protocole POP Amphibien

Suivis des Amphibiens
dans le cadre du protocole PopAmphibiens RNF/SHF



Fiche de relevé

<i>Site</i>		<i>Pièce d'eau</i>	<i>Point échantillonnage</i>	<i>Commune</i>	<i>Dpt</i>
<i>Année</i>	<i>Date</i>	<i>Opérateur soir</i>		<i>Opérateur matin</i>	
<i>T°C air</i>	<i>T°eau mini</i>	<i>T°eau maxi</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	
<i>Remarques sur le milieu</i>					

										AUTRE	Remarques
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-------	-----------

Amphicapt n°	<i>Heure de pose</i>			<i>Heure de retrait</i>		
Mâles						
Femelles						
Larves						
Indéterminés						
Animalcules : 0 < 10 < 20 < 50 < 100 < +						
Nb de poissons :		Nb de dytiques :		Nb de libellules :		Nb de sangsues :

Amphicapt n°	<i>Heure de pose</i>			<i>Heure de retrait</i>		
Mâles						
Femelles						
Larves						
Indéterminés						
Animalcules : 0 < 10 < 20 < 50 < 100 < +						
Nb de poissons :		Nb de dytiques :		Nb de libellules :		Nb de sangsues :

Amphicapt n°	<i>Heure de pose</i>			<i>Heure de retrait</i>		
Mâles						
Femelles						
Larves						
Indéterminés						
Animalcules : 0 < 10 < 20 < 50 < 100 < +						
Nb de poissons :		Nb de dytiques :		Nb de libellules :		Nb de sangsues :

Figure 20: Fiche de terrain utilisée pour le protocole POP Amphibien

10.3 Annexe 3 : Carte des habitats par mare (Mare Ronde, secteur S1)

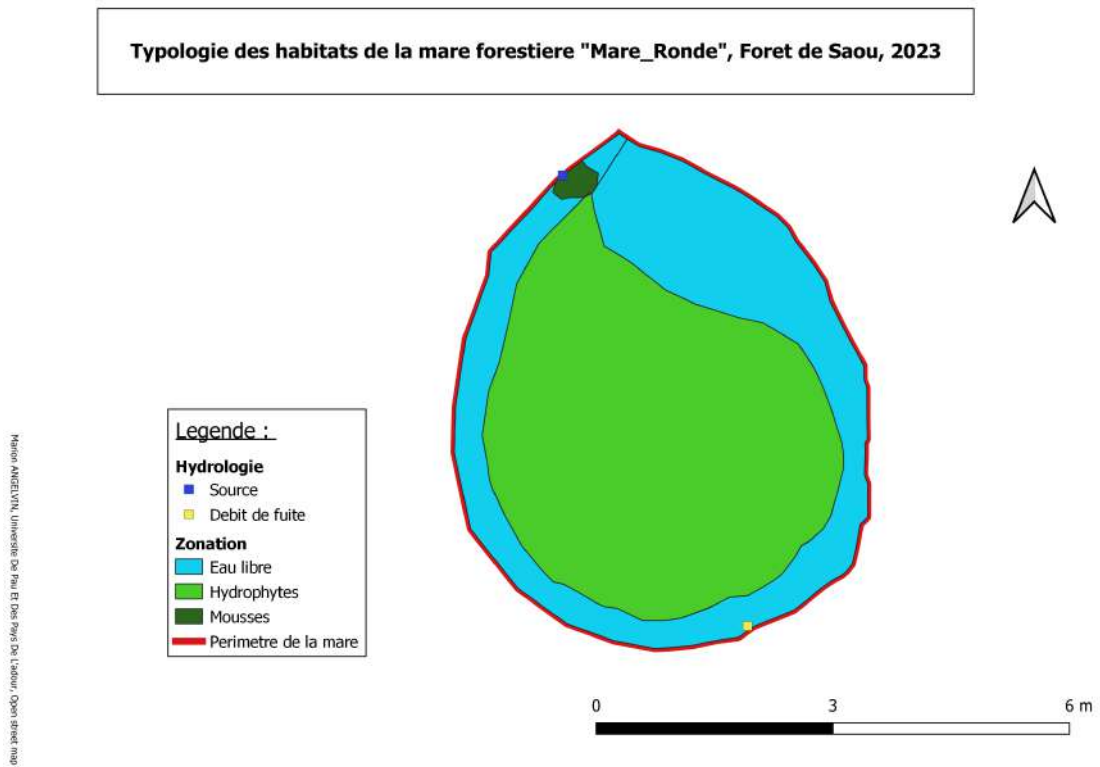


Figure 21: Typologie des habitats "Mare Ronde"

10.4 Annexe 4 : Carte des habitats par mare (Mare Longue, secteur S2)

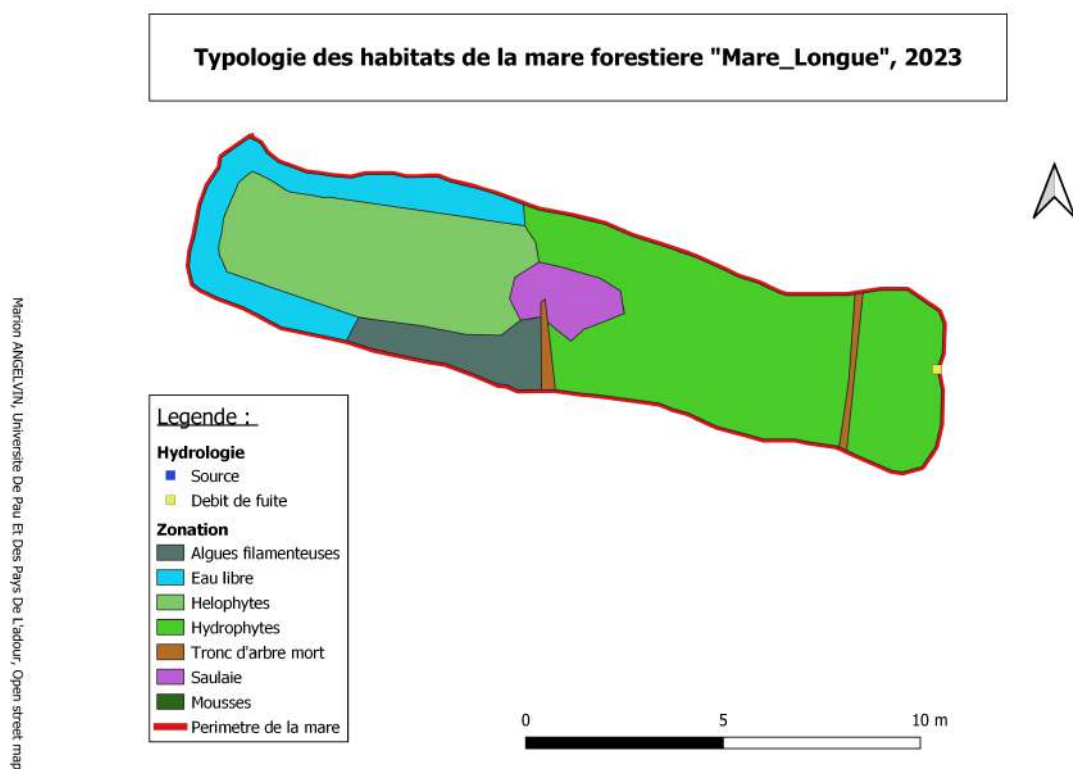


Figure 22: Typologie des habitats "Mare Longue"

10.5 Annexe 5 : Carte des habitats par mare (Mare Chemin, secteur S3)

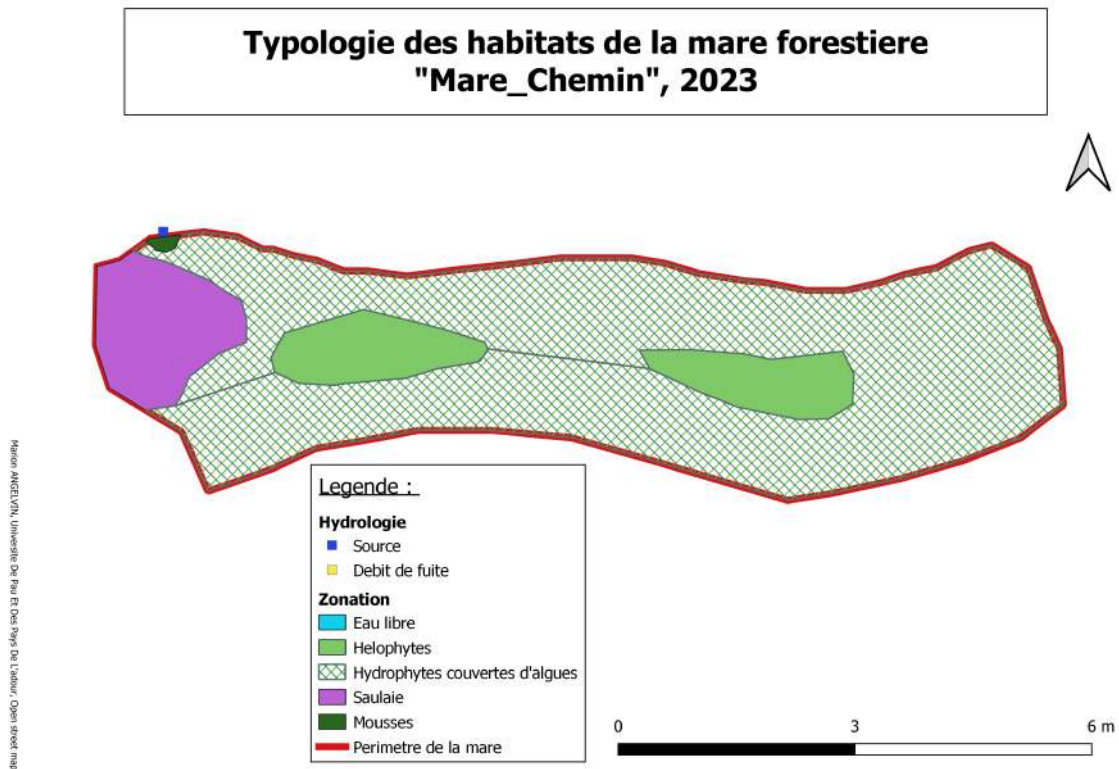


Figure 23: Typologie des habitats "Mare Chemin"

10.6 Annexe 6 : Tableau des taches

Intervenant	Idée originale	Bibliographie	Mise en place du protocole	Collecte de données	Rédaction
Principal	YM	MA	MA	MA	MA
Secondaires	OC ; MA	YM ; CD		YM ; LN ; LD ; C	

Table 15: Tableau des tâches désignant les personnes intervenues à chaque phase importante du travail scientifique élaboré.

10.7 Annexe 7 : Calendrier du projet d'apprentissage

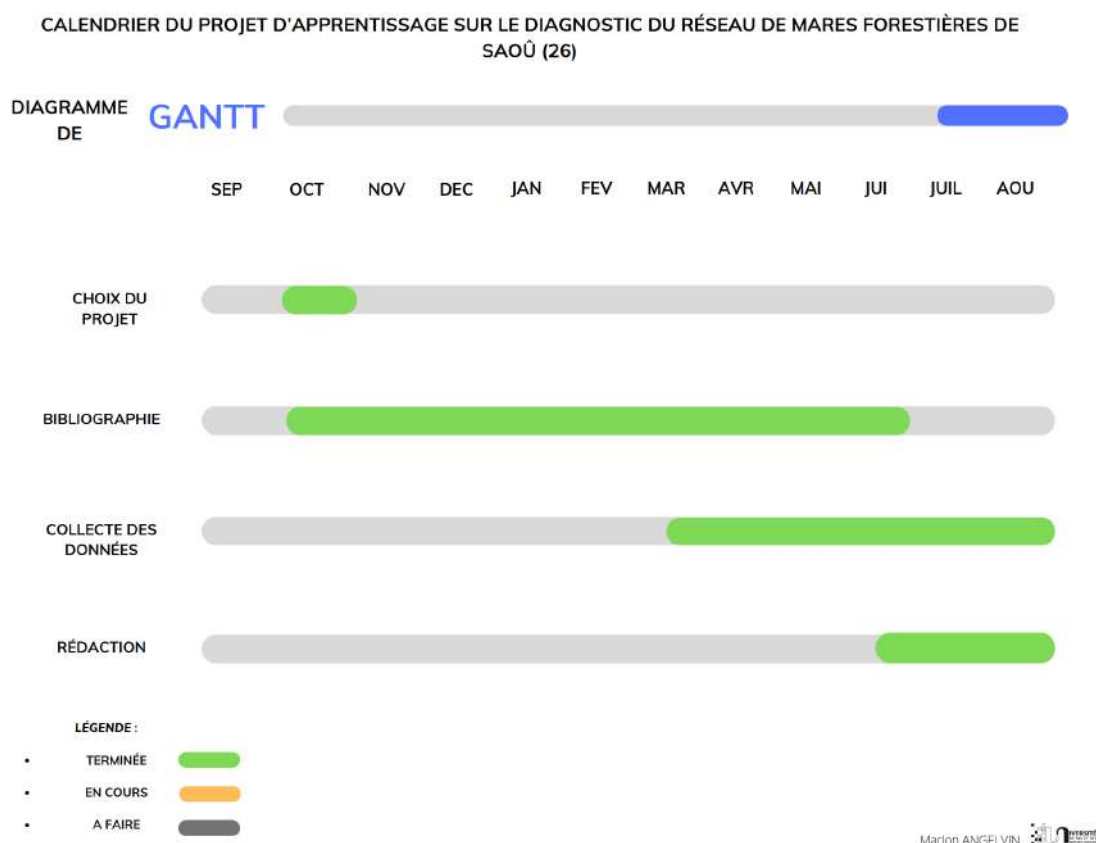


Figure 24: Calendrier du projet d'apprentissage