

---

# Rapport de stage individuel

## 5<sup>ème</sup> année

Réalisation d'inventaires faune/flore, suivi physico-chimique et morphologique de cours d'eau en préalable à des actions de restauration de milieux aquatiques

---

Syndicat Mixte des Basses Vallées Angevines  
et de la Romme

4 rue Saint-Etienne  
49100 Angers



Tuteur entreprise :

Sylvain Chollet

Technicien de rivière

Tuteur académique :

Sabine Greulich

Anaëlle Goubi

IMA

2021-2022

## ENGAGEMENT DE NON-PLAGIAT

Je, soussignée Anaëlle Goubi, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publié sur toutes formes de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce rapport ou mémoire. Signé par l'étudiante le 09/06/2022



# REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont accompagnée pendant ce stage de 5<sup>ème</sup> année et aidée à aller le plus loin possible dans cette expérience.

J'adresse tout d'abord mes plus sincères remerciements à toute l'équipe du Syndicat pour son accueil, sa bienveillance, et ses conseils qui ont fortement contribué à l'élargissement de mes connaissances et compétences.

Je tiens ainsi à remercier M. Sylvain Chollet, Technicien rivière au SMBVAR et tuteur professionnel de ce stage pour m'avoir épaulée et transmis ses connaissances. Les moments partagés sur le terrain ont fortement influé sur la connaissance des espèces faunistiques et floristiques ; les retours réflexifs sur la mise en œuvre du protocole de suivi avant et après travaux de plans d'eau ont permis d'aboutir à une version plus pragmatique de ce dernier, notamment lors de la réalisation et la construction du protocole de suivi température.

Je remercie ensuite Mme Coralie Debarre, Technicienne rivière au SMBVAR, pour m'avoir accompagnée également sur le terrain et donné son retour sur la construction du protocole de suivi avant et après travaux de plans d'eau. Je la remercie également pour les moments conviviaux où son implication lors des parties de palets a été plus que décisive dans notre équipe.

J'adresse ensuite mes remerciements à M. Bertrand Degrieck, Technicien rivière au SMBVAR, pour m'avoir guidée lors de sorties terrain et m'avoir fait participer à un échange avec un acteur du territoire. Je le remercie également pour m'avoir aidée à traverser un cours d'eau lors d'une réunion de visite de chantier.

Je tiens également à remercier Mme Anne-Laure Riobé, Chargée administrative du syndicat, pour avoir veillé à la gestion de l'ensemble des documents et du matériel de ce stage. J'ai apprécié nos échanges sur le fonctionnement du système public et sur divers sujets culturels.

Je remercie également Mme Elodie Gutierrez, Animatrice PAPI au sein du SMBVAR, pour sa franchise et ses conseils de communication. Sa convivialité, son esprit engagé et sa créativité ont abouti à un véritable chef d'œuvre d'animation sur les odonates.

J'adresse également mes remerciements à M. Jean Rousselot, Directeur du SMBVAR, pour m'avoir fait participer à des réunions auprès des élus lors de comité de pilotage et de comités techniques. Je le remercie également pour son aide lors de problèmes techniques ainsi que pour nos discussions sur les différents corps de métiers liés à la gestion des milieux aquatiques.

Je remercie aussi Mme Allison Frémont, assistante administrative du syndicat, pour nos discussions et sa convivialité malgré le peu de temps passé ensemble.

Je tiens ensuite à remercier M. Jean Pelé, Chargé de mission à la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO) Anjou, pour m'avoir aidée lors de campagnes pour la prospection d'odonates ainsi que pour son aide apportée lors de l'identification de certaines espèces d'odonates et de mammifères, et son partage de connaissances floristiques et faunistiques.

Je remercie par la suite M. Guillaume Thomassin, chargé d'étude au Conservatoire Botanique National de Brest (CBNB), pour m'avoir transmis ses connaissances sur l'identification de poacées en milieu prairial.

Je tiens à remercier Mmes Nadia Zacher et Coralie Le Dantec également stagiaires au sein du SMBVAR, pour leurs conseils et leur amitié.

Enfin, j'adresse mes remerciements à Mme Sabine Greulich, professeure à l'Ecole Polytechnique de l'Université de Tours de la filière Ingénierie des Milieux Aquatiques, pour avoir été la superviseuse et tutrice académique de ce stage.

# TABLE DES MATIERES

## TABLE DES FIGURES

## TABLE DES TABLEAUX

## GLOSSAIRE

## SIGLES

INTRODUCTION .....	1
I- CONTEXTE DU STAGE .....	2
A) PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE SON TERRITOIRE.....	2
B) DEROLE DE LA MISSION .....	3
II- SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE ET APPLICATION PAR LE SMBVAR .....	4
A) LE CONCEPT DE RESTAURATION DES MILIEUX AQUATIQUES.....	4
B) CONTEXTE REGLEMENTAIRE .....	5
C) EXEMPLE DE TRAVAUX DE RESTAURATION DES MILIEUX AQUATIQUES .....	5
C.1. L'aménagement d'ouvrage.....	5
C.2. La recharge granulométrique .....	6
C.3. Le reprofilage du lit .....	6
C.4. La remise dans le talweg .....	6
C.5. Le reméandrage .....	7
C.6. Suppression de plan d'eau .....	7
III- REALISATION ET CONSTRUCTION DU PROTOCOLE PLANS D'EAU .....	7
A) POURQUOI REALISER UN PROTOCOLE DE SUIVI DE PLANS D'EAU ? .....	7
B) COMMENT CONSTRUIRE LE PROTOCOLE DE SUIVI DE PLANS D'EAU ? .....	8
C) LES PARAMETRES RETENUS POUR LE PROTOCOLE DE SUIVI DE PLANS D'EAU .....	9
C.1. Suivi piézométrique .....	9
C.2. Suivi de la température .....	9
C.3. Suivi de la flore .....	9
C.4. Suivi des amphibiens .....	10
C.5. Suivi des odonates .....	11
D) ADAPTATIONS DU PROTOCOLE PLANS D'EAU SUITE A LA PRE-ETUDE .....	11
D.1. Protocole de pédologie .....	11
D.2. Protocole de température .....	11
D.3. Protocole de suivi des odonates .....	13
IV- REALISATION DES PROTOCOLES DE SUIVI AVANT TRAVAUX DU SYNDICAT .....	14
A) LES DIFFERENTS TYPES DE PROTOCOLES.....	14
B) LES SITES DE SUIVIS .....	14
C) RESULTATS.....	15
C.1. Résultats du protocole plan d'eau.....	15
C.1.1. Amphibiens .....	15
C.1.2. Odonates.....	16
C.1.3. Température .....	17
C.2- Résultats des protocoles indicateurs et espèces protégées.....	18
C.2.1. Amphibiens .....	18
C.2.2. Odonates.....	19
C.2.3. Flore.....	19
C.2.4. Physico-chimie .....	21
C.2.5. Hydromorphologie .....	22
C.2.6. Espèces protégées .....	23

<b>V- DISCUSSION.....</b>	<b>25</b>
A) PRECONISATIONS .....	25
A.1. <i>Intégration des résultats des protocoles indicateur et espèces protégées sur une partie des sites étudiés.....</i>	25
A.2. <i>Préconisations travaux.....</i>	25
A.3. <i>Préconisations espèces protégées.....</i>	26
B) RETOUR REFLECTIF SUR LES PROTOCOLES .....	27
C) PISTES D'AMELIORATIONS.....	28
<b>CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>28</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>29</b>
<b>TABLE DES ANNEXES .....</b>	<b>I</b>

## TABLE DES FIGURES

Figure 1 : État écologique des masses d'eau superficielles sur le territoire du SMBVAR état des lieux 2017, SMBVAR .....	2
Figure 2 : Impacts des plans d'eau sur les cours d'eau et milieux aquatiques, A. Goubi, 2022 .....	8
Figure 3 : Photographie et schéma du dispositif de mesure de température du SMBVAR, A.Goubi, 2022 .....	12
Figure 4 : Schéma du dispositif de mesure de température initial du SMBVAR, A.Goubi, 2022 .....	12
Figure 5 : Localisation des sites étudiés pendant ce stage, A.Goubi, 2022 .....	15
Figure 6 : Température de l'eau de surface et du fond de l'étang de la Prépancière .....	17
Figure 7 : Différence de température entre la surface et le fond de l'étang de la Prépancière par intervalle de temps .....	18
Figure 8 : Indices floristiques d'engorgement et de fertilité des sites indicateurs étudiés et selon le type de milieu .....	20
Figure 9 : Indices de diversité de Shannon et de Pielou des sites indicateurs étudiés et selon le type de milieu .....	20
Figure 10 : Part des espèces floristiques indicatrices de zone humide selon le type de milieu .....	21
Figure 11 : Analyse physico-chimique moyenne pour chaque point de suivi des sites étudiés .....	21
Figure 12 : Faciès d'écoulement et granulométrie dominante des sites indicateurs étudiés .....	22
Figure 13 : Bande riveraine des sites indicateurs étudiés selon les rives et la distance à la rive .....	22
Figure 14 : Exemple de profils en travers effectués durant le stage sur les site étudiés .....	23

## TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Indice d'intégrité du Peuplement d'Amphibiens, protocole plan d'eau.....	16
Tableau 2 : Indice d'intégrité du Peuplement d'Odonates, protocole plan d'eau .....	17
Tableau 3 : Indice d'intégrité du Peuplement d'Amphibiens, protocole indicateur .....	18
Tableau 4 : Indices du peuplement d'odonates, protocole indicateur.....	19
Tableau 5 : Indice de sinuosité, largeur de plein bord moyenne et hauteur de plein bord moyenne des sites étudiés .....	23
Tableau 6 : Espèces protégées détectées sur les sites étudiés .....	24
Tableau 7 : Sensibilité des espèces vis-à-vis des périodes d'interventions, adapté de Nord Nature Chico Mendès et LPO & EPF NPdC, 2019 .....	26

## GLOSSAIRE

**Abiotique** : Se dit d'un facteur lié au milieu et indépendant des êtres vivants (Glossaire eau, 2022).

**Annexe hydraulique** : Ensemble de zones humides alluviales en relation permanente ou temporaire avec le milieu courant par des connections soit superficielles soit souterraines (Glossaire eau, 2022).

**Arbre têtard** : Se dit d'un arbre dont les branches ou le tronc ont été coupés à plusieurs reprises. Cette technique de taille a pour objectif de favoriser le développement de repousses. (Bassin versant de la Sèvre nantaise, 2022).

**Autotrophie** : Se dit d'un organisme capable de synthétiser lui-même les matières organiques qui le composent à partir d'éléments minéraux (Dictionnaire Environnement, 2022).

**Bande enherbée** : Bande de couvert herbacé permanent, localisée par exemple sur un versant, au fond d'un vallon ou le long d'un cours d'eau. (Glossaire eau, 2022).

**Banquette alterne** : ouvrages latéraux alternés visant à rétrécir la largeur du lit localement (France Nature Environnement, 2010). Replat en petite terrasse et bourrelet, à très faible pente longitudinale, généralement aménagé sur un versant à forte déclivité pour lutter contre l'érosion (Larousse Éditions, 2022).

**Bassin hydrographique** : Terme utilisé pour désigner les grands bassins versants (Glossaire eau, 2022).

**Bassin versant** : Espace qui collecte l'eau s'écoulant à travers différents milieux, depuis les sources jusqu'aux exutoires. Il se délimite par des lignes de partage des eaux entre les différents bassins (Glossaire eau, 2022).

**Bio-indicateur** : Espèce vivante qui, par sa présence ou son absence, son abondance ou sa rareté, permet d'apprécier le degré de pollution de l'eau ou de l'air (Glossaire eau, 2022)

**Biotique** : Qui concerne la matière vivante, en opposition à facteur abiotique (Dictionnaire Environnement, 2022).

**Bloom algal** : Phénomène de prolifération exceptionnelle d'algues (Glossaire eau, 2022).

**Continuité écologique** : Libre circulation des organismes vivants et leur accès aux zones indispensables à leur reproduction, leur croissance, leur alimentation ou leur abri, le bon déroulement du transport naturel des sédiments ainsi que le bon fonctionnement des réservoirs (Glossaire eau, 2022).

**Embâcle** : Accumulation hétérogène de bois mort façonnée par les écoulements, entravant plus ou moins le lit et contre lesquels peuvent venir s'accumuler du bois dérivant et des déchets divers (Glossaire eau, 2022).

**Enrochement** : Un enrochement est un mode de protection d'un littoral meuble (rivière, fleuve, lac, étang, port de plaisance, etc) par la constitution d'un amas de blocs de pierres (Aquaportail, 2022).

**Étiage** : Période de plus basses eaux des cours d'eau et des nappes souterraines (généralement l'été pour les régimes pluviaux) (Glossaire eau, 2022).

**Faciès d'écoulement** : Les différents types d'écoulements qui caractérisent un cours d'eau. Unité morphodynamique d'un cours d'eau, présentant une homogénéité longitudinale de la pente de la surface de l'eau et des distributions des hauteurs d'eau, des vitesses du courant et de la granulométrie du substrat (Glossaire eau, 2022).

**Fascine** : Technique de génie végétal basée sur la mise en place de fagots de branches inertes ou vivantes, fixés par des pieux et recouverts de terre, placés en pied de berges (Actu-Environnement, 2022).

**Hélophyte** : Se dit d'une plante semi-aquatique dont les feuilles et les fleurs sont émergées au moins en partie (Glossaire eau, 2022).

**Horizon** : En pédologie, un horizon est une couche de sol homogène et sensiblement parallèle à la surface, constitué de plusieurs strates (ou couches) de natures et épaisseurs différentes (Aquaportail, 2022).

**Hydrophyte** : Se dit d'une plante aquatique dont les feuilles et les fleurs sont immergées (Glossaire eau, 2022).

**Hydromorphie** : Est hydromorphe ce qui présente des signes d'engorgement par l'eau (Aquaportail, 2022).

**Hygrophile** : Qualifie les plantes dont les besoins en eau sont importants. Un organisme hygrophile est, typiquement, une plante amphibie, qui aime l'humidité, qui vit dans les milieux humides, en zone palustre (Aquaportail, 2022).

**Incision** : Désigne un enfoncement généralisé du fond d'un cours d'eau, résultat d'une érosion (Glossaire eau, 2022).

**Lentique** : Qualifie l'ensemble des milieux aquatiques d'eau douce à circulation lente ou nulle (Aquaportail, 2022).

**Lit majeur** : Lit maximum qu'occupe un cours d'eau dans lequel l'écoulement ne s'effectue que temporairement lors du débordement des eaux hors du lit mineur en période de très hautes eaux (Glossaire eau, 2022).

**Lit mineur** : Partie du lit comprise entre des berges franches ou bien marquées dans laquelle l'intégralité de l'écoulement s'effectue la quasi-totalité du temps en dehors des périodes de très hautes eaux et de crues débordantes (Glossaire eau, 2022).

**Lotique** : Milieu aquatique relatif aux des eaux courantes (Aquaportail, 2022).

**Masse d'eau** : Portion de cours d'eau, canal, aquifère, plan d'eau ou zone côtière homogène. Il s'agit d'un découpage élémentaire des milieux aquatiques destinée à être l'unité d'évaluation de la directive cadre sur l'eau 2000/60/CE (Glossaire eau, 2022).

**Matelas alluvial** : Le matelas alluvial est une couche de matériaux de tailles différentes (rochers, galets, granulats, sables) qui tapisse le fond du lit de la rivière (Syndicat Mixte du Bassin Versant de la Têt, 2022).

**Méandre** : Tronçon compris entre deux points d'inflexion successifs. A l'extérieur de la courbe (ou extrados) la berge concave est érodée, abrupte, propice à l'érosion latérale. A l'intérieur de la courbe (ou intrados) la berge convexe est en pente douce, propice à la sédimentation (Glossaire eau, 2022).

**Nappe** : Zone du sous-sol dans laquelle l'eau occupe complètement les interstices de la roche (aquifère) et est susceptible de se déplacer latéralement sous l'effet de la gravité et des gradients de pression (Glossaire eau, 2022).

**Plaine alluviale** : Plaine formée par le dépôt d'alluvions provenant de l'érosion en amont (Glossaire eau, 2022).

**Plan d'eau** : Etendue d'eau douce continentale de surface, libre stagnante, d'origine naturelle ou anthropique, de profondeur variable. Il peut posséder des caractéristiques de stratification thermique (Glossaire eau, 2022).

**Phytosociologie** : Discipline botanique qui étudie les communautés végétales, en se basant sur des listes floristiques les plus exhaustives possibles. Elle est l'une des branches de l'étude de la végétation (Glossaire eau, 2022).

**Radier** : Partie d'un cours d'eau peu profonde à écoulement rapide dont la surface est hétérogène et « cassée » au-dessus des graviers/galets ou des substrats de cailloux (Glossaire eau, 2022).

**Recalibrage** : Intervention sur une rivière consistant à reprendre en totalité le lit et les berges du cours d'eau dans l'objectif prioritaire d'augmenter la capacité hydraulique. Élargissement et approfondissement du cours d'eau. Les écoulements se font alors de manière linéaire sans que la moindre diversité d'habitat ne puisse se recréer (Glossaire eau, 2022).

**Rectification** : Modification du tracé en plan du cours d'eau (raccourcissement d'une portion de cours d'eau sinueux ou méandriforme) permettant d'accroître sa capacité d'évacuation par augmentation de la vitesse du courant (Glossaire eau, 2022).

**Remembrement** : Désigne une restructuration forcée ou libre d'une parcelle existante avec une nouvelle répartition de l'assiette foncière entre les propriétaires (Dictionnaire Environnement, 2022).

**Retalutage** : opération qui consiste à adoucir la pente des berges, permettant l'installation d'une végétation graduelle (selon l'humidité) et de diminuer les phénomènes d'érosion (France Nature Environnement, 2010).

**Ripisylve** : Formation végétale qui se développe sur les bords des cours d'eau ou des plans d'eau situés dans la zone frontière entre l'eau et la terre (écotones). Elle est constituée de peuplements particuliers du fait de la présence d'eau pendant des périodes plus ou moins longues (saules, aulnes, frênes en bordure, érables et ormes plus en hauteur, chênes pédonculés, charmes sur le haut des berges) (Glossaire eau, 2022).

**Talweg** : Se définit par opposition à la ligne de crête. Ligne de fond d'une vallée (Glossaire eau, 2022).

**Taxon** : unité quelconque (genre, famille, espèce, sous-espèce, etc.) des classifications hiérarchiques des êtres vivants (Glossaire eau, 2022).

**Zone humide** : 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 (LegiFrance, 2010).

**Zone tampon** : Bande de terre entre des zones cultivées et un habitat naturel, aménagée pour limiter les effets de l'agriculture sur cet habitat. Les zones tampons peuvent être sèches (bandes enherbées, prairies, bois par exemple) ou humides (mares, roselières ou autres). Elles jouent un rôle primordial dans la protection de la ressource en eau contre les pollutions diffuses (Glossaire eau, 2022).



## SIGLES

AE : Agence de l'eau

BAOM : Boîte À Outils d'indicateurs de suivi et d'évaluation des Milieux Humide

CARHYCE : CARactérisation de l'HYdromorphologie des Cours d'Eau

CBNB : Conservatoire Botanique National de Brest

CE : Code de l'Environnement

CEN : Conservatoire des Espaces Naturels

CTEAU : Contrat Territorial Eau et Milieux Aquatiques

DCE : Directive Cadre européenne sur l'Eau

DDT : Direction Départementale des Territoires

DIG : Déclaration d'Intérêt Général

DLE : Dossier Loi sur l'Eau

DOCOB : DOcument d'OBJectif

EPAGE : Etablissement Public d'Aménagement et de Gestion des Eaux

EPCI : Etablissement Public de Coopération Intercommunale

FEDER : Fond Européen de Développement Régional

FMA : Forum des Marais Atlantiques

GEMAPI : Gestion des Milieux Aquatiques et de la Prévention des risques Inondations

IECMA : Indicateur d'Etat de Conservation des Mares à Amphibiens

HpB : Hauteur de plein Bord

LpB : Largeur de plein Bord

LPO : Ligue de Protection des Oiseaux

MAPTAM : Modernisation de l'Action Publique Territoriale et d'Affirmation des Métropoles

PAPI : Programme d'Actions de Prévention des Inondations

SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SIG : Système d'Information Géographique

SMBVAR : Syndicat Mixte des Basses Vallées Angevines et de la Romme

RhoMéO : Rhône-Méditerranée

## INTRODUCTION

Ressource naturelle essentielle à la vie, l'eau est un bien précieux fourni par la planète bleue. Composée à 70 % d'eau, la Terre ne dispose que de 3 % d'eau douce dont moins de 1 % directement exploitable par les êtres vivants (Morel, 2007). Ainsi, les écosystèmes dulcicoles abritent à eux seuls plus de 25% des vertébrés connus, plus de 126 000 espèces animales et 2600 plantes aquatiques (WWF, 2020). En outre, l'homme bénéficie depuis longtemps de services écosystémiques liés à ces milieux tels que la régulation, l'approvisionnement, le support, ou encore les services socio-culturels. Cependant, l'importance des enjeux socio-économiques et culturels liés à ces milieux commencent à voir le jour suite à leur dégradation par les pressions anthropiques telles que l'industrialisation, l'agriculture ou encore les besoins domestiques (Bogardi et al., 2012). Ainsi, dans un contexte de changement et de réchauffement climatique, la préservation de l'eau devient donc un enjeu planétaire.

Depuis 2000, la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE) fixe les orientations législatives et les objectifs afin de veiller au maintien de la qualité de l'eau, de lutter contre les pollutions et de rétablir la vie écologique dans les cours d'eau\* et écosystèmes dulcicoles. Pour gérer l'eau, le territoire français est divisé en 11 bassins hydrographiques\* dont le Bassin Loire-Bretagne. Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Loire-Bretagne (SDAGE Loire-Bretagne) établi en 2016 par le comité de Bassin, avait prévu 61 % de bon état des eaux d'ici 2021. Cela signifie que les cours d'eau, plans d'eau\* et masses d'eau\* doivent présenter une bonne qualité physico-chimique et biologique.

Le Syndicat des Basses Vallées Angevines et de la Romme (SMBVAR) participe donc à cet objectif. Le Syndicat a en effet à sa charge, une partie de la compétence Gestion des Milieux Aquatiques et de la Prévention des risques Inondations (GEMAPI) qui lui a été confiée par quatre intercommunalités.

La plupart des cours d'eau du territoire qu'occupe le SMBVAR ont subi de nombreuses actions anthropiques telles que du recalibrage\* lors du remembrement\*, la création de retenues d'eau, la concentration des eaux par des ouvrages hydrauliques, le drainage et prélèvement. Toutes ces modifications se traduisent majoritairement par des cours d'eau plutôt rectilignes, incisés\* et situés hors de leur talweg\*. En conséquence, il en résulte une diminution de capacité d'accueil de la biodiversité liée à une certaine homogénéisation des écoulements et/ou une déconnection des cours d'eau à leur lit majeur\* et annexes hydrauliques\* (SMBVAR, 2022). En réponse à ces altérations, le Syndicat porte plusieurs programmes de travaux de 6 ans appelés « Contrat Territorial Eau et Milieux Aquatiques (CTEAU) » qui agissent principalement sur la restauration hydromorphologique des cours d'eau. Pour ce faire, le syndicat doit mener des études préalables à l'établissement de ces travaux afin de dresser un diagnostic du territoire, de relever les enjeux et de constituer un état initial de référence avant travaux. Cet état initial pourra être par la suite comparé à un état post-travaux suite aux opérations de restauration.

C'est dans le cadre d'un de ces programmes de travaux que s'inscrit mon stage. Le premier objectif de ce stage est de réaliser des inventaires faune/flore et des suivis physico-chimiques et morphologiques des cours d'eau sur différents sites répartis sur le territoire du SMBVAR afin :

- (i) de prendre des mesures nécessaires de protection en cas de présence d'espèces protégées sur les sites visés par les travaux de restauration
- (ii) de dresser un état des lieux avant/après travaux pour évaluer l'effet des restaurations de cours d'eau sur les habitats, la qualité physico-chimique et biologique de l'eau.

Le deuxième objectif de ce stage, est de mettre en œuvre un protocole de suivi avant et après travaux de restauration de petits plans d'eau. En effet, le Syndicat prévoit dans les années futures un certain nombre d'opérations de restauration portant sur les plans d'eau et notamment la suppression de plans d'eau et il n'existait pas à ce jour, de protocole de suivi de ces plans d'eau.

Le présent rapport rendra compte du travail effectué lors de ce stage. Tout d'abord, le contexte du stage sera présenté, ensuite une synthèse bibliographique sera réalisée sur les travaux de restauration des milieux aquatiques. Dans un troisième temps, sera abordée la construction du protocole de suivi avant et après travaux de restauration de petits plans d'eau. Ensuite, la réalisation et les résultats des protocoles de suivi pour différents sites seront abordés. Enfin, la discussion des résultats clôturera ce rapport avec des préconisations travaux et un retour réflexif sur la méthode et des pistes d'amélioration.

## I- Contexte du stage

### A) Présentation de la structure d'accueil et de son territoire

Le Syndicat des Basses Vallées Angevines et de la Romme (SMBVAR), est un syndicat mixte fermé car il est uniquement composé d'intercommunalités sans aucune autre forme de collectivités territoriales (région, département, ...). Les intercommunalités qui le composent sont au nombre de quatre : la communauté de communes Anjou Loir et Sarthe ; la communauté de communes Vallées du Haut Anjou ; la communauté de communes Loire Layon Aubance et la communauté urbaine Angers Loire Métropole.

Le Syndicat a été créé en 2018 et fait suite à l'application de la loi n°2014-58 de Modernisation de l'Action Publique Territoriale et d'Affirmation des Métropoles (MAPTAM) qui rend obligatoire l'exercice de la compétence GEMAPI par les EPCI. Son territoire s'étend sur près de 1500 km<sup>2</sup> et il entreprend des actions sur cinq entités hydrographiques majeures que sont Loir, Sarthe, Mayenne, Maine et Romme.

La compétence GEMAPI vise à favoriser la coordination des territoires au regard des actions qu'entreprennent les collectivités pour la Gestion des Milieux Aquatiques et la Prévention des Inondations. Cette compétence est intrinsèquement liée à la DCE dont le but est respectivement de :

- rétablir la continuité écologique\*, préserver et de restaurer l'état des eaux superficielles et souterraines ;
- assurer la prévention des inondations au regard de la sécurité des personnes et des biens.

Le SMBVAR également reconnu Etablissement Public d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (EPAGE), a donc à sa charge les missions n° 1, 2, 5 et 8 définies dans l'article L211-7 du Code de l'environnement (CE) (Article L211-7 du CE, version en vigueur depuis le 23 février 2022):

- 1- L'aménagement d'un bassin ou d'une fraction de bassin hydrographique
- 2- L'entretien et l'aménagement d'un cours d'eau, canal, lac ou plan d'eau y compris les accès à ces cours d'eau, lacs ou plans d'eau,
- 5- La défense contre les inondations et contre la mer (dont la gestion des ouvrages de protection hydraulique),
- 8- La protection et la restauration des sites, des écosystèmes aquatiques et des zones humides ainsi que des formations boisées riveraines.

L'état des lieux effectué en 2017 par le SDAGE Loire-Bretagne, a permis de montrer que l'état des masses d'eau superficielles sur le territoire du SMBVAR était en majorité qualifié de mauvais état à état médiocre, avec seulement 8% de son territoire qualifié en bon état (Figure 1).

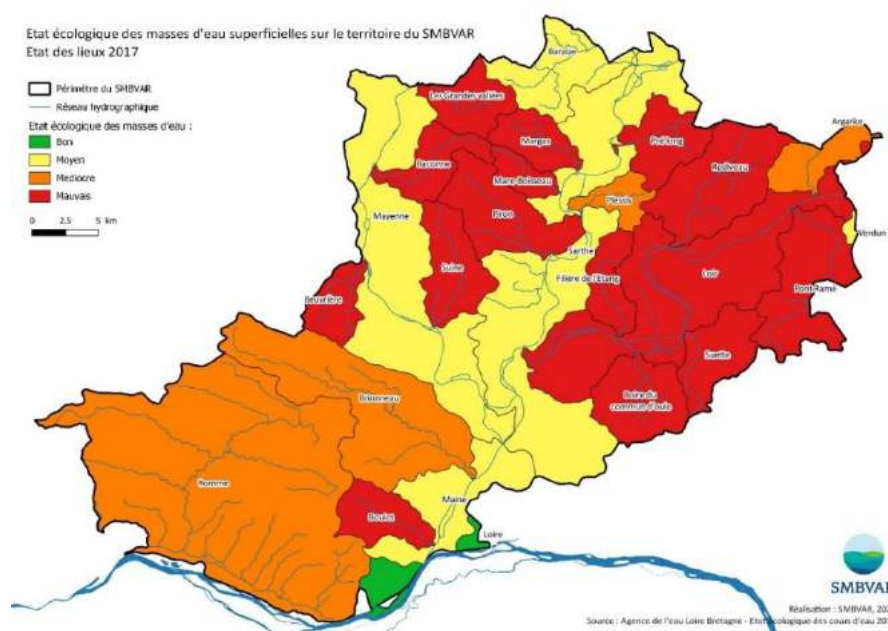


Figure 1 : État écologique des masses d'eau superficielles sur le territoire du SMBVAR état des lieux 2017, SMBVAR

Le syndicat a alors identifié différentes sources de pressions dont (SMBVAR, 2021):

- La dégradation morphologique (86% des masses d'eau) : liée au recalibrage, et pertes de zones humides
- Les dysfonctionnements hydrologiques (86% des masses d'eau) : prélèvement, drainage, imperméabilisation, accumulation de plans d'eau, état quantitatif des nappes\*, perte de haies, ...
- Apports diffus de pesticides (86 % des masses d'eau)
- Obstacles à l'écoulement (45 % des masses d'eau)

Pour répondre à ces problèmes, le syndicat entreprend ainsi des actions de restauration sur (SMBVAR, 2021):

- Les connections latérales entre le lit mineur\* et le lit majeur (ex : réhaussement du lit mineur, reméandrage)
- Les écoulements et le lit mineur (ex : diversification des habitats, création de banquettes, ...)
- Les fonctions rivulaires (ex : entretien de la ripisylve\* et des zones humides)
- La continuité écologique (ex : dérasement ou arasement d'ouvrage, ...)

D'autre part, il anime également un Programme d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI) qui a pour vocation de sensibiliser les acteurs du territoire au risque inondation ainsi qu'à sa gestion.

Pour mener à bien ces actions, la gouvernance du syndicat est menée par un comité syndical constitué de 34 élus des intercommunalités membres et l'équipe administrative et technique du syndicat (annexe 1).

## **B) Déroulé de la mission**

Le déroulé de la mission peut être divisé en trois temps forts.

### **La première période concerne les mois de Février et de Mars.**

Cette première période a été entièrement consacrée à la prise en main du poste. Cela comprend donc, la familiarisation du poste avec les outils de travail et les logiciels, la gestion des accès aux outils informatiques et techniques. Suite à cette première phase, je me suis familiarisée avec les protocoles à mettre en place pour le suivi avant travaux des différents sites. Ainsi, parmi les deux protocoles à suivre soit « Indicateurs » et « Espèces protégées », j'ai dû identifier les paramètres qui étaient à évaluer en premier selon le temps de réalisation sur le terrain et selon les périodes d'observations. Ainsi, afin d'optimiser le temps de collecte des informations sur le terrain, j'ai organisé mon emploi du temps et mes sorties sur l'entièreté de mon stage.

Par ailleurs, après avoir analysé les protocoles de suivis et particulièrement les données à recueillir, j'ai créé des bases de données ou modifié celles initialement présentes afin de réduire le temps de collecte sur le terrain. En effet, les données étant répertoriées sur Tablette avec un logiciel SIG (Système d'Information Géographique) « Qfield », j'ai créé des listes déroulantes dans les paramètres de saisie de données ainsi qu'autorisé la saisie de valeur unique afin de gagner du temps de saisie, d'analyse et d'éviter des erreurs de frappe ou de syntaxe.

A l'issue de cette organisation, j'ai réalisé une première sortie terrain de nuit, avec mon tuteur professionnel afin d'effectuer le premier passage d'inventaire des amphibiens, certaines espèces étant assez précoces (Grenouille agile par exemple).

Parallèlement, j'ai commencé à réfléchir à la création du protocole de suivi avant et après travaux sur petits plans d'eau. Ainsi, j'ai réalisé de nombreuses recherches bibliographiques afin de définir les futurs paramètres de suivi.

### **La deuxième période correspond aux mois d'Avril à Juillet.**

Cette deuxième période correspond en grande majorité à la construction et l'exécution des protocoles de suivis.

Ainsi, concernant la mission de protocole de suivi « indicateurs » et « espèces protégées », plusieurs sorties terrains ont été effectuées afin de réaliser l'état des lieux : 2 sorties terrains spécifiques Amphibiens (une de nuit et une de jour) ; 2 sorties terrains spécifiques Odonates ; 1 sortie terrain par site toutes les deux semaines pour relever la physico-chimie des indicateurs ; des relevés de l'hydromorphologie ainsi que des bandes riveraines simultanément aux sorties de physico-chimie ; 1 ou 2 sorties terrains spécifiques à la flore ; et 1 ou 2 sorties terrains spécifiques aux espèces protégées et habitats potentiels. Au total, cela représente environ 50 sorties terrains à la journée soit 2,5 mois cumulés. Une vidéo explicative sur une prospection spécifique Odonates a également été produite afin

d'expliquer une part du travail de stagiaire gestion des milieux aquatiques au sein du SMBVAR (cette vidéo est disponible via le lien suivant : <https://youtu.be/BodF7f5I-GE>).

Parallèlement au terrain, j'ai soigneusement préparé mes données (tri et identification photos, saisie à compléter, homogénéisation des données, ...) afin d'optimiser le temps de l'analyse qui aura lieu ultérieurement. Ainsi, les semaines s'organisaient de la manière suivante : semaines A (3 sorties terrains, 2 jours de bureau) et semaines B (3 jours de bureau et 2 sorties terrain).

Enfin, les jours de travail au bureau m'ont permis de commencer le protocole de suivi avant travaux des plans d'eau. Pendant cette période, quatre protocoles de suivi ont été entièrement rédigés : Amphibiens, Odonates, Pédologie (protocole qui sera abandonné ultérieurement pour des raisons techniques) et Température. Concernant le protocole température, nous avons construit le dispositif de mesure nous-mêmes et le protocole est partiellement testé sur l'un des sites de suivi avant travaux.

Pendant cette période, j'ai également réalisé des missions étroitement liées à mon stage : des mesures de débits et un suivi après travaux spécifique à la recherche d'agrions de Mercure. A cette fin, j'ai d'ailleurs produit une note de synthèse (annexe 2).

### **La troisième période correspond au mois d'Août.**

Cette dernière période a entièrement été consacrée à la fin de saisie des données et à leur analyse. Cela comprend donc la rédaction d'un rapport et des notes de synthèse qui sera par la suite transmise à la Direction Départementale des Territoires locale (DDT) (annexe 3), un atlas fournit en document annexe.

## **II- Synthèse bibliographique et application par le SMBVAR**

### **A) Le concept de restauration des milieux aquatiques**

Au regard de la littérature scientifique, il n'existe pas à proprement parler de définition internationale unanime de la restauration des milieux aquatiques. En effet, le concept de restauration des milieux aquatiques porte à débat selon la dimension qu'on lui accorde (politique, technique, sociale, scientifique, écologique, ...) (Morandi et al., 2018).

En France, il y a eu deux concepts majeurs de définition de la restauration des milieux aquatiques.

Le premier concept comporte une dimension hydraulique et paysagère. La restauration des milieux aquatiques est alors définie comme l'ensemble des actions visant à permettre le retour du cours d'eau à un état entretenu (c'est-à-dire avant son abandon par les locaux qui entretenaient son lit) (Morandi et al., 2018). L'objectif était de conserver un lien visuel et physique avec le cours d'eau, ce qui était réalisé par des travaux comme l'entretien de la végétation ou l'entretien de l'écoulement des eaux.

La deuxième conception de restauration des milieux aquatiques porte plutôt sur une dimension écologique et de développement durable. Cette conception est apparue dans les années 90 et est intrinsèquement liée à la loi sur l'eau du 3 janvier 1992, qui définit l'eau comme « patrimoine commun de la Nation » et qui vise à avoir une gestion durable et équilibrée de la ressource en eau tout en assurant la préservation des écosystèmes aquatiques (LOI N° 92-3 Du 3 Janvier 1992 Sur l'eau, 1992). Ainsi la restauration des milieux aquatiques est défini comme l'ensemble des actions qui vise à retrouver un bon fonctionnement écologique et hydromorphologique des cours d'eau qui ont été dégradés par les nombreux aménagements anthropiques (Morandi et al., 2018).

**Ainsi, dans ce rapport, la restauration des milieux aquatiques est définie comme l'ensemble des actions qui permettent de retrouver un bon fonctionnement écologique et hydromorphologique des milieux aquatiques tout en assurant une gestion responsable et sécuritaire de la ressource.**

Toutefois, la question de restauration des milieux aquatiques pose un problème lorsque l'on cherche à réhabiliter un milieu dans un état antérieur à celui qui a été dégradé. Cet état antérieur, est souvent qualifié d'état de référence. Il est nécessaire de définir cet état de référence afin de mieux piloter et évaluer les projets de restauration (Donadieu, 2022). Or, dans la littérature, cet état de référence fait l'objet de nombreux débats quant à sa définition. Parmi ces états de référence, les plus employés sont :

- La référence historique ou naturelle : elle correspond à un état du milieu avant l'influence humaine et est généralement considérée comme un idéal passé ou naturel (Morandi & Piégay, 2017). L'inconvénient principal de cet état de référence, est la difficulté à récolter des informations sur cet état en plus de définir à quelle temporalité il appartient. De plus, il a été démontré qu'il existe une co-évolution des hydrosystèmes entre les processus naturels et processus humains, ce qui remet en question cet état de référence, compte tenu de l'évolution du milieu au fil du temps (Dufour, 2018).
- La référence spatiale : elle correspond à la prise comme modèle d'un site considéré comme naturel ou peu modifié, situé à proximité du site étudié et au sein d'un même système (bassin versant\*, rivière, ...). Cependant, ce type de référence n'est pas le plus pertinent à employer car les conditions de fonctionnement peuvent varier et agir différemment sur les écosystèmes en place (Nicolas et al., 2013).

Dans le cadre de la restauration écologique, un 3ème type de référence peut être judicieux concernant les projets conduits par le SMBVAR. Il s'agit de la référence écologique qui est intrinsèquement liée au site étudié et qui vise à évaluer l'amélioration écologique d'un système. Cela signifie qu'elle cherche à quantifier la stabilité et la diversification du site en termes d'espèces et d'habitats, vis-à-vis des processus hydromorphologiques (Morandi & Piégay, 2017). Pour ce faire, elle est généralement construite à partir d'indicateurs ou d'indices (biotiques\* ou abiotiques\*) qui sont mesurés avant et après travaux de restauration, et suivis sur plusieurs années (Nicolas et al., 2013). Ainsi, la référence écologique est la référence du milieu avant travaux.

## B) Contexte réglementaire

La réglementation en vigueur concernant les travaux de restauration des milieux aquatiques relève de la loi sur l'eau et de ses rubriques. Ainsi selon la nomenclature, chaque opération de restauration peut être soumise à différents régimes (Déclaration ou Autorisation) selon l'ampleur, le type et les impacts liés aux travaux de restauration. Ainsi, avant toute opération de restauration, le syndicat doit fournir un ensemble de documents au service de police de l'eau de la DDT locale en préalable à la réalisation de ces travaux.

Il s'agit notamment : du Dossier Loi sur l'Eau (DLE) désignant la nature des travaux et d'une Déclaration d'Intérêt Général (DIG) désignant l'habilitation du maître d'ouvrage et les modalités financières.

Le syndicat doit également vérifier que les travaux prévus sont en conformité avec l'ensemble des documents de gestion présents sur le futur site de restauration tels que les SDAGE, les Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE), les Documents d'objectif de Natura 2000 (DOCOB), la présence d'espèce protégées etc...

## C) Exemple de travaux de restauration des milieux aquatiques

Le syndicat réalise de nombreux travaux de restauration qui visent l'amélioration qualitative et quantitative des masses d'eau de son territoire ainsi que le rétablissement de la continuité écologique. Ces travaux de restauration agissent sur différents compartiments des milieux aquatiques : lit mineur, lit majeur, berge, ripisylve, annexe hydraulique, .... Les actions de restauration étant très diversifiées, seules les opérations de restauration envisagées sur les sites étudiés lors de ce stage seront abordées : aménagement d'ouvrage, recharge granulométrique, reprofilage, remise dans le talweg, reméandrage et suppression de plan d'eau.

### C.1. L'aménagement d'ouvrage

Un certain nombre d'ouvrages transversaux bétonnés (buses ponceaux, ...), qui aujourd'hui n'ont plus d'usages économiques ou de fonction majeure, causent des dysfonctionnements de circulation des flux liquides (retenue d'eau, incision du lit à l'aval de l'ouvrage), des flux solides (rétention de sédiments) et biologiques (fragmentation de la continuité piscicole par exemple) (Biotec & Malavoi, 2007).

L'aménagement d'ouvrage consiste à proposer différents degrés de solution de restauration : un arasement d'ouvrage (abaissement partiel d'un ouvrage), le dérasement d'ouvrage (effacement total d'ouvrage), ou encore le remplacement d'un ouvrage de franchissement par un autre, plus adapté à la continuité écologique et moins impactant.



L'objectif d'une telle action est de redonner au cours d'eau son profil en long naturel (pente naturelle), d'améliorer une franchissabilité pour la faune piscicole, de réduire les effets du réchauffement de l'eau, d'améliorer les habitats et les écoulements, et de rétablir la continuité sédimentaire.

Cette opération d'aménagement nécessite une évaluation des risques d'érosion et son emprise afin qu'elle ne touche pas les infrastructures (routes, pont) et terrains naturels exploités.

### C.2. La recharge granulométrique

La recharge granulométrique, peut être proposée sur des cours d'eau à faible transport solide, ou sur des cours d'eau incisé, c'est-à-dire dont le fond du lit a été érodé et creusé par rapport à son fond initial et naturel, suite à l'extraction du matelas alluvial\*, à des actions de recalibrage, d'enrochement\*, de rectification\*, ... (Biotec & Malavoi, 2007).

La recharge granulométrique consiste à apporter au cours d'eau du nouveau matériel naturel de diverses tailles (du sable aux blocs).

Les effets de ce type de restauration sont les suivants : cela permettra au cours d'eau d'ajuster sa géométrie en long, en plan et en travers et de se recharger via l'érosion latérale. Cela permettra également de limiter l'érosion des sols et de favoriser différents faciès d'écoulement\* et donc diversifier les habitats. La recharge granulométrique est souvent utilisée lors d'action de réhaussement du fond du lit du cours d'eau. En plus des effets préalablement cités, cela permet de rehausser la ligne d'eau et d'augmenter ainsi la fréquence de débordement et la reconnexion avec la plaine alluviale\* et les annexes hydrauliques.

### C.3. Le reprofilage du lit

Le reprofilage avec rehaussement du fond du lit, est une suite d'opérations qui consistent à modifier la géométrie du lit mineur. Ce type de travaux consiste à retravailler la morphologie du cours d'eau dans son propre lit, lorsque celui-ci est suffisamment large. Ce type d'opération est particulièrement effectué dans un environnement urbain ou en présence de contraintes foncières, dans le cas où il ne serait pas possible d'effectuer une modification du tracé du cours d'eau hors du tracé actuel (Biotec & Malavoi, 2007).

Le reprofilage du lit consiste à diversifier les faciès d'écoulement et les habitats en retravaillant le profil des berges de manière à créer une sinuosité dans le lit du cours d'eau. Cela peut être effectué grâce à diverses techniques telles que la création de banquettes alternées\*, le réhaussement du fond du lit, ou encore la pose de fascines\*.

### C.4. La remise dans le talweg

La remise du cours d'eau dans son talweg est effectuée lorsque le cours d'eau a été déplacé hors de son lit d'origine et est retrouvé perché par rapport à ce qu'il devait être initialement.

La remise du cours d'eau dans son talweg consiste donc à remettre le cours d'eau dans le fond de vallée, soit le point le plus bas, pour le reconnecter à son espace de fonctionnalité (Agence Française de la Biodiversité, 2018). Pour ce faire, le fond de vallée doit préalablement être identifié suite à des relevés topographiques, à la lecture de cartes historiques ou orthophotos, ... Ensuite, cette opération peut être effectuée par différents moyens suivant la configuration du cours d'eau et son écoulement : création d'une excavation afin de vider les écoulements vers le nouveau cours d'eau, ou encore la création d'un nouveau lit.

Les effets d'une telle opération sont multiples à la fois hydromorphologiquement comme écologiquement. En effet, cela permet de restaurer la pente et/ou le profil en long du cours d'eau et de la même manière, diversifier les écoulements, les habitats et améliorer les échanges nappe/rivières, puisque le cours d'eau est redescendu. De plus, cela permet d'améliorer la régulation du régime des eaux à l'étiage\* par reconnexion avec les zones humides associées. La diversification des habitats, permettrait d'avoir une meilleure capacité d'accueil pour la faune et la flore attenante au milieu. Enfin, cela permettrait d'améliorer le processus d'auto-épuration et de contribuer à la réduction de la pollution et des risques inondation (effet tampon).

### C.5. Le reméandrage

Le reméandrage est une action de restauration qui survient lorsque les faciès d'écoulement, le profil en long, et les profils en travers sont très homogènes et très rectilignes en général (Biotec & Malavoi, 2007). Cette opération de restauration peut être effectuée sur tous les types de cours d'eau, ayant une vitesse de courant et un débit peu puissants, et hors contrainte foncière et urbaine. Elle s'applique tout particulièrement sur les cours d'eau qui étaient à l'origine sinueux mais dont le tracé d'origine a été recalibré et rectifié.

Le reméandrage (ou recréation de cours d'eau) consiste à remettre le cours d'eau dans ses méandres\* initiaux (ou à en créer de nouveaux). Cette opération de restauration nécessite un véritable dimensionnement préalable et doit rendre compte des conditions morphologiques du site et de la puissance du cours d'eau, compte tenu des phénomènes d'érosion qui sont en jeu. En effet, un cours d'eau dynamique aura tendance à emprunter le linéaire le plus court et donc à s'aplatir et faire migrer les méandres vers l'aval. Ce type d'opération peut être accompagné de la recréation de la ripisylve, qui consolide les berges ou encore à la création de banquettes alternées. Afin de garantir une certaine pérennité de ce type d'aménagement, des actions de stabilisation de berges sont effectuées à l'issue des extrados (zone d'érosion) des méandres afin de limiter l'érosion (enrochement, pose de fascine, ...).

La création de méandres a de nombreux effets. Tout d'abord, cela crée des zones d'érosion (extrados des méandres) et de dépôt (intrados). Cet effet, permet de diversifier les écoulements mais également le profil en travers ce qui, permet de diversifier les habitats et par conséquent d'augmenter la capacité d'accueil de la faune et de la flore. De plus, la création de méandres augmente la fréquence de débordement et la reconnexion du cours d'eau avec la plaine alluviale et les annexes hydrauliques. Cela permet de créer en plus des zones tampons\* et de réguler le niveau d'eau (étiage et inondation).

### C.6. Suppression de plan d'eau

La suppression partielle ou totale d'un plan d'eau (ici de moins de 1ha), est une action de restauration qui survient lorsque la dynamique fluviale et la continuité écologique de cours d'eau est perturbée (Anquetil, 2018).

Cette opération de restauration peut être effectuée de différentes manières. Dans tous les cas, il y a la plupart du temps, une vidange lente de l'étang avec limitation de départ des flux solides, ensuite, une pêche de sauvegarde peut être effectuée afin de préserver les individus présents initialement dans l'étang. La troisième étape consiste à mettre en assec l'étang, la végétation se développera petit à petit jusqu'à figer et/ou recréer une zone humide\* et fixer les sédiments. Enfin, les ouvrages de retenue peuvent être supprimés. En cas de présence d'un étang ou d'une mare sur cours d'eau, le lit mineur du cours d'eau pourra être redessiné dans l'emprise de l'ancien plan d'eau (Anquetil, 2018), (Syndicat d'Aménagement de la Vallée de l'Indre, 2015).

La suppression partielle ou totale d'un plan d'eau a de nombreux avantages. Elle permet tout d'abord de rétablir la continuité écologique, de limiter la dégradation de la qualité d'eau (oxygène, température, polluants), de rétablir des zones d'expansions des crues, de limiter la perte de débit d'étiage, ou encore de réduire l'incision du lit etc ... (Syndicat d'Aménagement de la Vallée de l'Indre, 2015).

## **III- Réalisation et construction du protocole plans d'eau**

### **A) Pourquoi réaliser un protocole de suivi de plans d'eau ?**

Les plans d'eau sont des étendues d'eau douce continentale de surface libre, stagnante, d'origine naturelle ou anthropique et de profondeur variable (SANDRE, 2005). Leur taille peut varier de moins de 1 ha à plusieurs centaines de kilomètres (EauFRANCE, 2022). Il en existe plus de 554 566 de plus de 1000 m<sup>2</sup> sur le territoire français (Anquetil, 2022).

Il existe différentes typologies de plans d'eau : selon leur taille et profondeur : lacs (en général > 200 ha et profondeur > 5 m), des étangs (en général 0.5-200 ha et profondeur < 5m) et des mares (<0.5 ha) (Anquetil, 2022) ; selon leur usages : pisciculture, gravière, irrigation, ... ou encore selon leur alimentation et restitution des eaux : en dérivation, sur cours, etc ... (Anquetil, 2022)



Les plans d'eau constituent de véritables réservoirs de biodiversité tant pour la faune que la flore. En effet, une étude portée par (Williams et al., 2020) sur les plans d'eau en milieu agricole, a montré une augmentation de 26% de la diversité par rapport au bassin où ils se trouvent ainsi qu'une augmentation de 181 % des espèces rares de plantes.

Cependant, si à l'origine de nombreux plans d'eau ont été créés dès l'Antiquité à des fins de défense, d'alimentation et d'énergie, la création de plans d'eau à des fins récréatives, d'agrément et d'irrigation a fortement augmenté à partir des années 60-80. Ils constituent même parmi les milieux aquatiques, la seule catégorie en expansion, souvent au détriment d'autres zones humides (Gabriel, 2005). En effet, s'ils constituent bien un réservoir de biodiversité, l'effet cumulé d'une multitude de plans d'eau sur un bassin, perturbe fortement le fonctionnement naturel de milieux aquatiques, comme les cours d'eau par exemple. Les principaux impacts sur les cours d'eau et milieux aquatiques sont les suivants (Figure 2) :

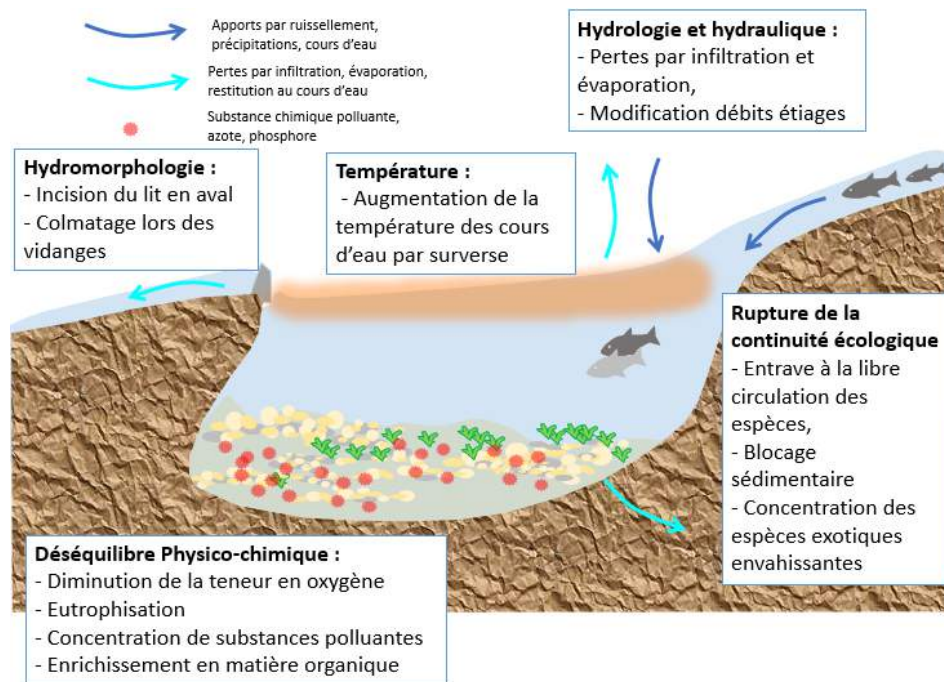


Figure 2 : Impacts des plans d'eau sur les cours d'eau et milieux aquatiques, A. Goubi, 2022

Or, malgré les impacts des plans d'eau sur les cours d'eau et les milieux aquatiques, ils sont rarement l'objet de suivi (Gabriel, 2005). C'est pourquoi, le Syndicat a demandé à engager la réalisation d'un protocole de suivi des petits plans d'eau, intégré à sa compétence de protection et de restauration des sites, des écosystèmes aquatiques et des zones humides. Ce protocole sera surtout employé sur des plans d'eau de type mare/étang et sur cours d'eau car ils sont jugés plus impactants sur les régimes hydrauliques et pour les zones humides.

## B) Comment construire le protocole de suivi de plans d'eau ?

De manière générale, la construction d'un protocole de suivi peut être établie en 5 étapes définies (Besnard & Salles, 2010) :

Tout d'abord la synthèse des données existantes : cette étape consiste à réaliser de nombreuses recherches bibliographiques, à faire appel à des spécialistes sur un sujet donné. Cela permet de faire un état général des connaissances sur le fonctionnement d'un milieu ou d'une espèce en particulier et de mieux comprendre comment cibler et orienter le protocole.

Ensuite, la réalisation de pré-études : cette étape consiste à tester un premier protocole, qui aura été réalisé suite à la première étape. Ce protocole pourra par la suite être modifié ou conservé selon les résultats obtenus et objectifs attendus. Cela permet d'avoir une vision de l'efficacité, de la difficulté technique ou opérationnelle de réalisation du protocole et de le perfectionner pour le long terme.

La troisième étape consiste à réaliser des tests de puissance. Il s'agit d'un outil statistique qui permet d'évaluer le temps de terrain nécessaire à la réalisation du protocole de suivi. Pour ce faire, des simulations de faux jeux de

données sont testés pour différentes tailles d'échantillons. Les jeux de données sont construits sur la base des informations récoltées lors des pré-études et des synthèses des données existantes. L'analyse de ces tests permettra ainsi d'optimiser le temps de terrain et la précision des résultats obtenus.

La quatrième étape consiste à analyser les données régulièrement après leur collecte. Cela permet, notamment lorsque les tests de puissances ne sont pas réalisés, d'affiner les résultats du protocole et de déterminer l'adéquation du protocole avec les objectifs visés.

La dernière étape et non des moindres, consiste à ajuster et modifier le protocole. Cela peut être effectué lorsqu'il est constaté que le protocole n'est pas ou plus adapté aux milieux ou aux méthodes disponibles.

### C) Les paramètres retenus pour le protocole de suivi de plans d'eau

Le protocole de suivi de plans d'eau s'appuie principalement sur la Boîte à Outils d'indicateurs de suivi et d'évaluation des Milieux Humides du bassin de la Loire (BAOMH LigérO) qui est une déclinaison sur le Bassin Loire-Bretagne du travail réalisé dans le cadre de RhoMéo (bassin Rhône-Méditerranée), adapté par le Conservatoire d'espaces naturels Centre-Val de Loire (Cen Centre-Val de Loire) et le Forum des Marais Atlantiques (FMA), l'Agence de l'Eau (AE) et le Fond Européen de Développement Régional (FEDER) Plan Loire (Version 1 Mai 2021) (Collectif LigérO, 2021).

Il comprend des suivis de facteurs abiotiques (piézométrie et température) et biotiques (amphibiens, odonates et flore). Le protocole de suivi est disponible en annexe 4.

#### C.1. Suivi piézométrique

Le suivi piézométrique permet de suivre le niveau d'eau d'une nappe souterraine grâce à la pression qu'exerce cette dernière en un point donné. Or, les zones humides exercent de nombreuses fonctions qui agissent sur l'équilibre et le développement du milieu grâce à des processus naturels.

Cette fonctionnalité peut être évaluée à l'échelle d'un site à l'aide du bilan hydrique qui traduit la différence entre les entrées d'eau (précipitations) et les sorties d'eau (ruissellement, évaporation et évapotranspiration) plus ou moins le changement de stockage de l'eau dans le sol. Ce bilan hydrique peut être approché au regard de la dynamique de la nappe d'eau dans le sol (Collectif LigérO, 2021). Cette dynamique est tout particulièrement importante puisque c'est elle qui régit la présence des espèces hygrophiles\* et des sols hydromorphes\*. Or ce processus a pu être modifié volontairement ou non par des actions anthropiques, ce qui dans certains cas aboutit à une perturbation du milieu et/ou à un changement d'environnement. A titre d'exemple, des actions de drainage ou de prélèvement d'un plan d'eau ou d'une zone humide peuvent conduire à un assèchement de cette dernière et donc à terme un abaissement de la nappe souterraine. A l'inverse, la suppression partielle ou totale d'un plan d'eau, pourrait permettre de gagner des zones d'infiltrations et ainsi de permettre à terme un rehaussement de la nappe d'eau. Ainsi, mesurer la dynamique de la nappe d'eau d'une zone humide par une étude piézométrique pourrait indiquer son évolution ou non à condition de positionner le piézomètre dans une nappe libre.

#### C.2. Suivi de la température

La température est un paramètre abiotique fondamental au fonctionnement des plans d'eau. Elle permet notamment de maintenir en équilibre tout un écosystème. En effet, la température influe directement sur certains paramètres chimiques (comme la saturation en oxygène ou le taux d'oxygène par exemple), dont dépendent les organismes vivants, soit directement (thermo-sensibilité et thermotolérance) ou indirectement (proie/prédateur, végétation/consommateurs primaires ...). Le réchauffement climatique ainsi que les fortes variations de température peuvent ainsi avoir un fort impact sur le fonctionnement des plans d'eau. C'est donc un paramètre important qu'il est nécessaire de surveiller.

#### C.3. Suivi de la flore

La végétation occupe une place essentielle au sein des écosystèmes. Du fait de sa nature autotrophe\*, elle constitue un véritable support de vie en fournissant à la fois nourriture et habitat pour la majorité des espèces animales. L'étude de la flore et des communautés végétales d'un milieu donne de nombreuses informations sur la qualité du

milieu et son fonctionnement. Elles sont par conséquent d'excellents descripteurs de l'état du milieu. En effet, compte tenu de leurs exigences et préférences écologiques, la présence ou l'absence de certaines espèces végétales ou communautés rend compte des conditions du milieu sur lequel elles se développent (Douville et al., 2017).

A titre d'exemple, la présence d'une nappe d'eau dans le sol constitue une contrainte pour les végétaux, les espèces étant plus ou moins tolérantes ou adaptées à celle-ci. Chaque espèce présente un optimum de développement qui peut être quantifié et utilisé pour évaluer le niveau d'humidité dans le sol. C'est pourquoi, l'étude de l'humidité du sol par les végétaux constitue un des indices utilisés dans ce protocole. La littérature a d'ailleurs démontré que le niveau moyen de la nappe dans le sol pouvait être évalué grâce à la végétation en place sur un site et son degré d'affinité à l'humidité des sols (Collectif LigéO, 2021).

En outre, la quantité de nutriments disponibles dans le sol (azote et phosphore), est également un des facteurs qui conditionne le développement de la végétation. Ainsi, de la même manière que pour l'humidité dans le sol, les plantes disposent également d'un optimum de développement au regard des nutriments présents dans le sol et qui peut être utilisé pour qualifier l'état d'un milieu. Ce descripteur est également utilisé en tant qu'indice dans ce protocole (Collectif LigéO, 2021). Dans tous les cas, il est important de rappeler qu'il faut étudier l'ensemble d'un cortège floristique et non pas une ou quelques espèces, car cela donne des informations plus justes et précises sur l'état du milieu.

#### C.4. Suivi des amphibiens

Les amphibiens font partie intégrante de la faune des plans d'eau et revêtent une importance primordiale pour le fonctionnement de ces derniers. En effet, ils contribuent à la structuration des communautés animales et végétales en tant qu'herbivores, proies et prédateurs (Maillet et al., 2017). De par leur cycle biologique comprenant une phase aquatique et une phase terrestre, ce taxon\* est un bon représentant de l'état des milieux dans lequel il évolue. En effet, ce taxon est largement reconnu en tant que bio-indicateur\* de l'état de zones humides : protocole Indicateur d'Etat de Conservation des Mares à Amphibiens (IECMA) (Maillet et al., 2017), projet RhoMéO (Collectif RhoméO, 2014), projet LigéO (Collectif LigéO, 2021), protocole POPAmphibien communauté (Barrioz & Miaud, 2020), Malette d'indicateurs de travaux et de suivis en zones humides (Forum des Marais Atlantiques, 2015), Méthode d'évaluation de l'état des milieux humides (United States Environmental Protection Agency, 2002).

Ainsi, ces organismes ont été qualifiés de bons indicateurs pour plusieurs raisons (United States Environmental Protection Agency, 2002), (Collectif LigéO, 2021), (Forum des Marais Atlantiques, 2015). Premièrement, leur sensibilité et vulnérabilité aux changements de leur environnement. Cela est principalement dû à leur mode de vie partagé entre environnement aquatique (ponte, reproduction, larve) et environnement terrestre (adultes) ainsi qu'à leur physiologie (peau fine et semi-perméable, respiration cutanée ...). Deuxièmement grâce à leur capacité de dispersion limitée avec un large panel d'habitats en matière de milieux de vie. Enfin grâce à leur facilité d'observation (facilement visibles, écoute et chants notamment pendant la reproduction, capture ...). Néanmoins, quelques critiques peuvent être émises sur le caractère indicateur des amphibiens.

D'une part, il sera nécessaire d'évaluer les communautés d'amphibiens et non une espèce en particulier en raison de leur cycle vital qui peut différer d'une espèce à l'autre. En effet, les études portées par United States Environmental Protection Agency, 2002, et Sewell & Griffiths, 2009, ont montré que la majorité des espèces d'amphibiens occupe des milieux aquatiques et terrestres à différents moments de l'année. En outre, cela signifie que ces espèces dépendent également du milieu terrestre auquel elles sont rattachées. Le fait d'étudier une communauté permet par conséquent, d'intégrer des données complémentaires sur l'état global du milieu, en plus d'apporter les informations propres à chaque espèce en matière de fonctionnement, d'habitats et d'exigences (Collectif LigéO, 2021).

D'autre part, leur grande plasticité en matière de sélection des sites de reproduction peut être discutée (Collectif LigéO, 2021). En effet, certains paysages artificiels peuvent servir d'habitat viables pour les amphibiens et il n'est pas rare d'en rencontrer dans des endroits tels que des bassins d'eaux pluviales, de rétention d'eau ou d'approvisionnement en eau pour le bétail (Bird et al., 2018). C'est par exemple, le cas de *Bombina variegata*, qui est capable de se reproduire dans des pièces d'eau polluées (Ministère de l'Ecologie, du développement Durable, des Transports et du Logement, 2011). Cela peut notamment s'expliquer par le fait que ces sites constituent des refuges locaux pour ces organismes (Caballero-Díaz et al., 2020), qui n'ont pas d'autre choix que de faire de ces milieux, leur habitat (Bird et al., 2018).

### C.5. Suivi des odonates

Les odonates (Libellules et demoiselles) constituent un groupe inféodé aux milieux aquatiques et sont considérés dans la littérature, comme des organismes ayant un rôle important dans le fonctionnement des milieux aquatiques puisqu'ils possèdent la qualification d'espèces dites « parapluie » (Collectif LigérO, 2021). Une espèce parapluie est une espèce dont l'étendue du territoire permet la protection d'un grand nombre d'espèces si celle-ci est protégée (Biodiversité positive, 2022). En effet, de par leur statut de prédateur, elles permettent de contribuer à la régulation de certaines populations de la faune aquatique. D'un autre côté, de part le statut de proies, elles participent au maintien et au développement d'autres espèces animales (Houard et al., 2012).

Les odonates sont de bons indicateurs de la dynamique et de la qualité des milieux aquatiques pour plusieurs raisons : ils sont tout d'abord représentatifs des zones humides, de par leur cycle biologique qui nécessite une phase aquatique (ponte, développement larvaire) et terrestre/aérien (imago, reproduction). Ensuite ils constituent un taxon largement répandu géographiquement ce qui facilite leur accessibilité et c'est un des groupes d'invertébrés les plus connus (taxonomie, écologie) dans la littérature. De plus, plusieurs espèces sont exigeantes en matière d'habitat et sont sensibles aux changements de milieu et il s'agit d'un groupe raisonnablement diversifié ce qui facilite l'identification.

Toutefois, quelques critiques peuvent être émises sur leur statut de bio-indicateur. En effet, il a été vu précédemment que les odonates sont pour l'entière majorité des prédateurs. Cela signifie donc qu'ils dépendent d'autres organismes qui sont leurs proies. Ainsi, ces organismes seraient situés plus bas dans le réseau trophique et seraient plus directement sujets aux variations de milieu que les odonates. Néanmoins, les odonates sont, comme vu précédemment, des espèces parapluies, ils sont donc de bons descripteurs biologiques pour comprendre les modifications de milieu et la qualité générale des habitats aquatiques (Houard et al., 2012). En effet, des études ont montré que les odonates, et plus particulièrement adultes, favoriseraient les milieux dans lesquels leurs larves auraient le plus de chance de survivre (Chevalier, 2016), (Golfieri et al., 2016). Cela implique donc qu'ils auraient des besoins bien particuliers en termes d'habitats tels que la présence de végétation flottante, d'hélophyte\* ou d'hydrophyte\*, la vitesse du courant ou le type de substrats. De plus, il a également été montré qu'il s'agit d'un bon indicateur de la dynamique et de l'impact sur la biodiversité des opérations de restauration d'un milieu humide (Collectif LigérO, 2021). Cela peut être expliqué notamment par le fait que les odonates sont des espèces migratrices et qu'ils peuvent coloniser rapidement des nouveaux milieux. Cela pourrait expliquer ainsi l'apparition ou la disparition de certaines espèces en cas de changement de milieu (Chevalier, 2016).

## **D) Adaptations du protocole plans d'eau suite à la pré-étude**

### D.1. Protocole de pédologie

A l'origine, le protocole de suivi de plan d'eau comportait un protocole de suivi de la pédologie (annexe 5). Ce paramètre avait été choisi car l'hydromorphie des sols pouvait être évaluée et caractérisée par les horizons\* rencontrés lors de prélèvements à la tarière. Il comprenait l'analyse de nombreux paramètres (couleur et clarté selon la charte de Munsell, texture, structure, présence ou non de racines ou de taches d'oxydation, plasticité, friabilité, humidité ou encore test de Von Post).

Cependant, après consultation du Syndicat, et après une première simplification du protocole, il a été décidé d'abandonner ce protocole.

Les raisons qui ont conduit à cet abandon sont surtout liées à deux contraintes techniques : le temps et la réalisation. Le protocole était en effet, trop long à mettre en place dans le cas où l'on effectuerait de nombreux relevés. Cela est en partie dû au grand nombre de descripteurs, ainsi qu'aux nombreuses manipulations. De plus, en cas de suppression de plan d'eau, la surface occupée par le plan d'eau à l'origine, ne pouvait pas être échantillonnée alors qu'après travaux elle pouvait l'être et cela aurait constitué un biais dans l'analyse. Enfin, l'évolution de l'hydromorphie des sols est observable selon les vitesses de réaction des milieux vis-à-vis de la restauration et le pas de temps de suivi qui peut être très variable sur un même site.

### D.2. Protocole de température

Le protocole de température comporte un dispositif de mesure de température qui a été fabriqué de manière artisanale par le SMBVAR et moi-même au cours de ce stage.



Le principe de mesure de la thermie d'un plan d'eau ici, est un dispositif avec une succession d'enregistreurs de température disposés le long de la colonne d'eau. Ainsi, un ou des enregistreurs de température seront mobiles et reliés à un flotteur, ce qui permettra aux enregistreurs de température de suivre les variations de niveau d'eau. Ils enregistreront notamment les valeurs de température à la surface et/ou le long de la colonne d'eau. Afin de maintenir à la verticale les enregistreurs de température sous l'eau, ils sont rattachés à un poids. Un enregistreur est fixe, et mesure la température du fond. Il est situé à 10 ou 20 cm du fond, le long d'une tige graduée, qui pourra être soulevée et coulissée pour récupérer les données. Enfin, l'ensemble de l'appareillage sera maintenu à un pieu gradué ce qui permet de garantir la stabilité horizontale de l'appareillage (Figure 3). Dans le cas où la variation du niveau d'eau serait importante, il serait intéressant de disposer d'un dispositif de mesure de la hauteur d'eau.

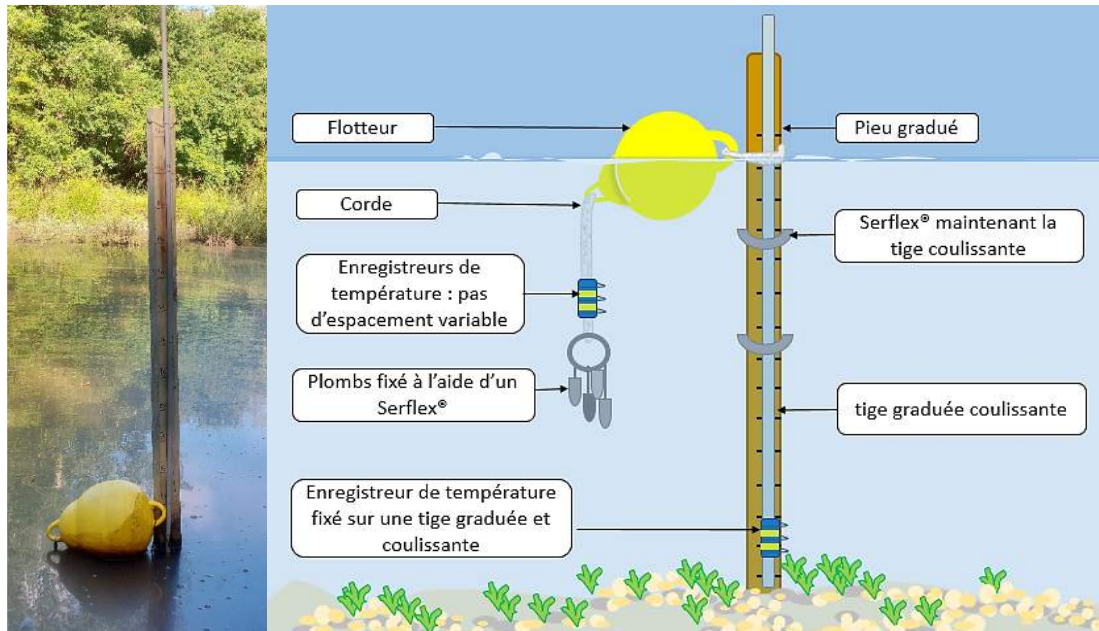


Figure 3 : Photographie et schéma du dispositif de mesure de température du SMBVAR, A.Goubi, 2022

Si sa disposition diffère légèrement du protocole d'origine cela est dû à des raisons pratiques et techniques. En effet, à l'origine, le dispositif de température était ancré dans le sol à l'aide d'un poids mort et stabilisé à l'aide d'un flotteur auxiliaire et d'un pieu. Le flotteur principal était attaché au poids mort par une corde de longueur égale à la profondeur maximale du plan d'eau (plus variation maximale de la hauteur d'eau), et les enregistreurs de températures (eux aussi mobiles), étaient rattachés au flotteur principal à intervalles réguliers le long de la colonne d'eau (Figure 4). Or, en réalisant le dispositif une première fois, il a été observé que plus le niveau d'eau baisserait, plus les enregistreurs d'eau se retrouveraient tous stockés au fond du plan d'eau. C'est en voyant ceci, que le dispositif a été changé, avec des enregistreurs mobiles le long de la colonne d'eau et un fixe pour le fond. De plus, les plans d'eau situés sur le territoire du SMBVAR n'ont généralement pas assez de hauteur d'eau pour un tel dispositif.

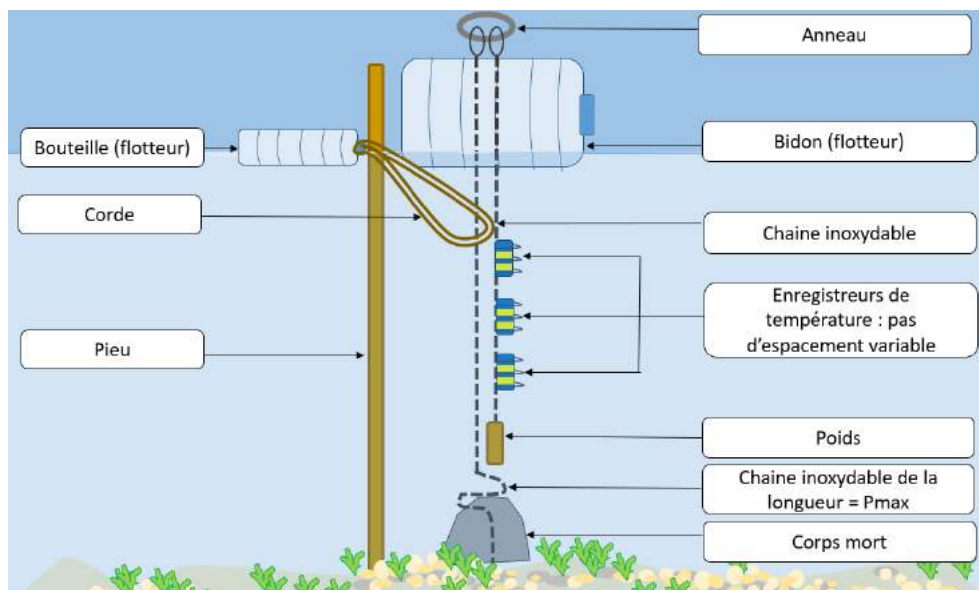


Figure 4 : Schéma du dispositif de mesure de température initial du SMBVAR, A.Goubi, 2022

### D.3. Protocole de suivi des odonates

A l'origine, le calcul de l'indicateur de suivi d'odonates était la somme de 2 paramètres et un bonus :

- L'indice de diversité de Simpson (1) qui traduit la diversité du peuplement ainsi que la dominance ou non d'une espèce par rapport à une autre (varie de 0 à 1) :

$$(1) D = 1 - \sum_{i=1}^T \frac{Ni(Ni-1)}{N(N-1)} \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} Ni = \text{le nombre d'individus de l'espèce } i \\ N = \text{le nombre total d'individus du relevé} \\ T = \text{le nombre total d'espèces du relevé} \end{array}$$

- L'indice d'intégrité relatif (2) qui traduit la proportion entre les espèces observées sur le site et les espèces présentes dans les communes contenant le site inventorié (varie de 0 à 1) :

$$(2) I2R = \frac{N_{\text{observé}}}{N_{\text{refcommune}}} \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} N_{\text{observé}} = \text{le nombre d'espèces observées sur le site} \\ N_{\text{refcommune}} = \text{le nombre d'espèces présentes dans la liste de référence des espèces des communes contenant le site inventorié} \end{array}$$

- Bonus : Les espèces observées qualifiées de rares ou très rares à l'échelle départementale apportent chacune 0,1 point de bonus au résultat

Lors des premiers calculs de l'indicateur (phase de pré-étude), il s'est avéré que l'indice sous-évaluait la qualité du milieu, qui en apparence paraissait de bonne qualité compte tenu de la diversité et de l'abondance de certaines espèces.

Le problème venait principalement de l'indice d'intégrité relatif et en particulier de la construction de la liste de référence des espèces présentes sur les communes contenant le site inventorié. En effet, la liste était construite en consultant le site Biodiv'PaysdeLoire (Conservatoire d'espaces naturels des Pays de la Loire, 2022), sur lequel sont répertoriées de nombreuses espèces par commune. Le nombre d'espèces présentes sur la liste de référence était donc la somme de toutes les espèces différentes inventoriées sur les communes contenant le site d'étude.

Cependant, les odonates ont une grande variabilité en termes de préférences écologiques. A titre d'exemple, les espèces *Calopteryx virgo* et *Calopteryx splendens*, espèces très communes sur le territoire affectionnent particulièrement les cours d'eau semi-ombragés et sont beaucoup moins présentes sur des milieux d'eau stagnante, il en est de même pour *Coenagrion mercuriale*, qui lui affectionne plutôt les eaux courantes vives et ensoleillées. Des espèces comme *Anax imperator* affectionnent beaucoup les milieux d'eau stagnante temporaire ou des mares permanentes fermées et beaucoup moins les mares permanentes ouvertes (Collectif LigéO, 2021).

Ainsi, la liste de référence contenait la totalité des espèces présentes sur les communes, peu importe leur affinité avec le milieu rencontré. Par conséquent, des espèces présentes sur les communes mais non inféodées au type de milieu aquatique étudié étaient tout de même comptabilisées dans le paramètre. Ainsi, cela augmentait le dénominateur de l'indice et donc sous-évaluait le paramètre et donc l'indicateur.

Pour remédier à ce problème, la construction de la liste de référence des espèces présentes sur les communes contenant le site inventorié a été revue et le paramètre indice d'intégrité du peuplement relatif est devenu l'indice d'intégrité du peuplement relatif sténoécie. Il se calcule de la même manière que le paramètre précédent. La sténoécie est le caractère d'un être vivant qui présente une faible capacité d'adaptation lors de variations de facteurs écologiques propres à son habitat (Dictionnaire Environnement, 2022). Ces espèces sont en général très appréciées en tant que bio-indicateur car elles témoignent plus spécifiquement de leurs milieux de vie et de leurs fonctionnements. Ainsi, la nouvelle liste de référence, prend en compte les préférences et affinités des espèces en fonction du type d'habitat.

La construction de cette liste est effectuée suivant diverses étapes :

- identification dans la liste des habitats odonatologiques, à quel type d'habitat est réalisé l'échantillonnage (tableaux 10 et 11 dans protocole plan d'eau annexe 4)
- relève de toutes les espèces d'odonates qui ont une affinité forte ou très forte avec le milieu (code 1 et 2 dans annexe 1 et annexe 2 du protocole plan d'eau (annexe 4) pour voir l'affinité des espèces d'odonates avec les habitats

odonatologiques lentiques\* et lotiques\* respectivement). La liste des espèces sténoèces de la zone humide pour ce type d'habitat est alors obtenue.

- création d'une deuxième liste en filtrant la première liste par les espèces d'odonates présentes dans le département (code 2 à 5 dans le tableau 13 et l'annexe 3 du protocole plan d'eau (annexe 4) pour voir l'indice de présence et de rareté des odonates du département du Maine-et-Loire). Ainsi, la liste des espèces sténoèces de la zone humide dans le département est obtenue. Cela permet de ne conserver que les espèces qui ont été déterminées au niveau départemental.

- création d'une dernière liste en filtrant la précédente liste par les espèces d'odonates présentes dans la/ou les communes contenant le site d'étude (consultable sur le site Biodiv'PaysdeLoire (Conservatoire d'espaces naturels des Pays de la Loire, 2022) sur lequel sont répertoriées de nombreuses espèces par commune). Ainsi, la liste des espèces sténoèces de la zone humide à échelle locale est obtenue. Cela permet de ne conserver que les espèces qui ont été déterminées au niveau local. En utilisant cette liste, et après calculs du paramètre et de l'indicateur, il s'est avéré que l'indice était plus pertinent. A titre d'exemple pour un site assez diversifié et contenant des espèces rares, l'indicateur est passé de 1,24 à 1,42.

## IV- Réalisation des protocoles de suivi avant travaux du syndicat

### A) Les différents types de protocoles

Dans le cadre de ce stage, deux types de protocoles ont été effectués, indépendamment l'un de l'autre et/ou complémentaires pour réaliser l'état des lieux initial. Ces deux protocoles ont été conçus et améliorés au fil des ans par les stagiaires du SMBVAR et discutés avec les partenaires techniques et scientifiques.

Le protocole indicateur (disponible annexe 6), est réalisé au préalable de la mise en œuvre de travaux de restauration de cours d'eau, et plutôt sur de longs linéaires. Il comprend un suivi hydromorphologique adapté du protocole CARactérisation de l'HYdromorphologie des Cours d'Eau CARHYCE (faciès d'écoulement, granulométrie, colmatage, bande riveraine, sinuosité, profil en travers), un suivi physico-chimique (température de l'eau et de l'air, pH, conductimétrie, oxygène dissout, saturation en oxygène, hauteur du niveau d'eau), un suivi des amphibiens, un suivi des odonates et un suivi floristique.

Le protocole espèces protégées (disponible annexe 7), est utilisé pour réaliser l'inventaire des espèces protégées au préalable à la mise en œuvre de travaux de restauration sur les milieux aquatiques. Il comprend la recherche d'espèces cibles ou de leurs habitats potentiels : espèces floristiques, odonates, lépidoptères (Cuivré des marais *Lycaena dispar*), coléoptères (Rosalie des Alpes *Rosalia alpina*, le Pique-prune *Osmoderma eremita*, le Grand Capricorne *Cerambyx cerdo* et la Lucane Cerf-volant *Lucanus cervus*), les amphibiens, les mammifères semi-aquatiques et terrestres, les reptiles, les chiroptères et les oiseaux. Dans certains cas, ce sont les habitats potentiels qui sont recherchés et les empreintes des individus plutôt que les individus en eux même car l'observation est difficile (reptiles, chiroptères, mammifères, coléoptères, oiseaux).

Le protocole plan d'eau a été également partiellement testé (Amphibiens, Odonates et Température).

### B) Les sites de suivis

Les 15 sites de suivis sont répartis sur 6 bassins versants (Baconne, Suine, Plessis, Piron, Romme et Suette). Le protocole espèces protégées a été réalisé sur la totalité des sites et le protocole indicateur sur 7. Un 1 site constitue un test protocole plan d'eau. Cela représente un linéaire total de 10,7 km et une superficie de 2,4 ha (Figure 5). Les sites ne nécessitant pas le protocole indicateur sont essentiellement des sites ponctuels (aménagement d'ouvrage ou de plan d'eau), l'étude du linéaire de cours d'eau serait donc optionnel.



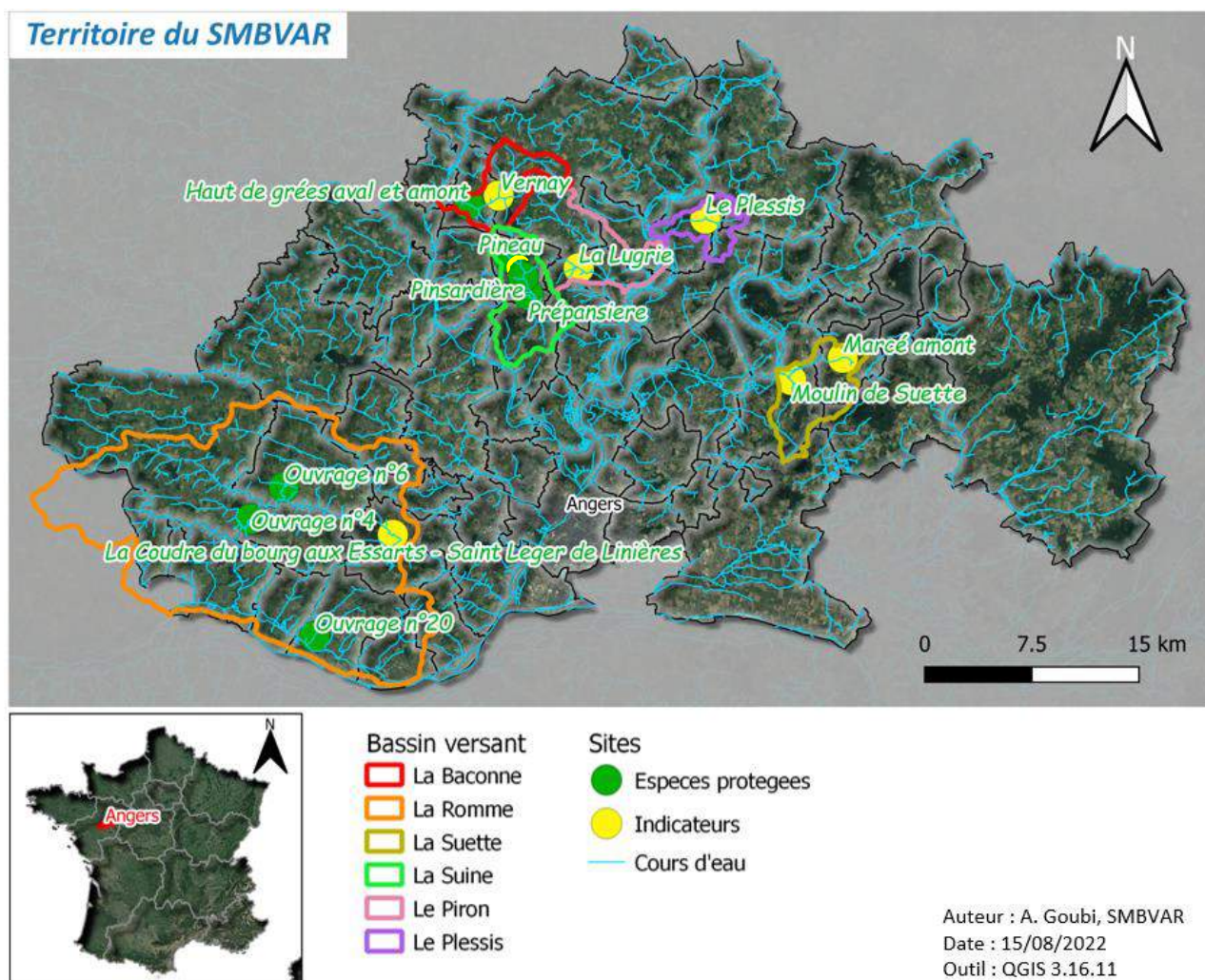


Figure 5 : Localisation des sites étudiés pendant ce stage, A.Goubi, 2022

## C) Résultats

Les résultats présentés sont une synthèse des résultats analysés sur l'ensemble du stage, d'autres résultats plus précis ont été également effectués au cours de ce stage mais ne peuvent pas être présentés compte tenu des consignes de rendu du rapport de stage. Ainsi, un document annexe (annexe 8) sera fourni et recensera l'ensemble des résultats attendants à ce stage (en termes de volume et de rendus).

### C.1. Résultats du protocole plan d'eau

#### C.1.1. Amphibiens

Au total, 3 prospections terrain spécifiquement dédiées aux amphibiens ont été réalisées dans le cadre des protocoles Indicateurs et espèces protégées et un total de 370 individus a été recensé dont 8 taxons différents. Néanmoins, les données issues de ces protocoles, sont utilisables pour le calcul de l'indicateur Amphibiens du protocole plan d'eau.

Le tableau suivant synthétise les indices pour le calcul de l'intégrité du peuplement d'amphibiens, qui est la résultante de la somme de l'indice de diversité de Simpson, de la sténoécie relative, de l'intégrité du peuplement relatif et du bonus (détail de calcul des indices en annexe 4).

L'indice de diversité de Simpson, traduit la diversité du peuplement d'Amphibiens ainsi que la dominance ou non d'une espèce par rapport à une autre, et plus la diversité est élevée, plus l'indice est proche de 1.

La sténoécie relative, traduit la proportion entre les espèces sténoèces inventoriées sur le site et les espèces sténoèces présentes dans les communes contenant le site inventorié. Ainsi, plus le nombre d'espèces sténoèces observées est proche du nombre d'espèces sténoèces attendues, plus l'indice est proche de 1.



L'indice d'intégrité relatif, traduit la proportion entre les espèces observées sur le site et les espèces présentes dans les communes contenant le site inventorié. Ainsi, plus le nombre d'espèces observées est proche du nombre d'espèces attendues, plus l'indice est proche de 1.

Le bonus représente les espèces observées sténoèces et qualifiées de rares ou très rares à l'échelle départementale, elles apportent chacune 0,1 point de bonus au résultat.

Au regard des résultats (Tableau 1), l'indice traduit bien le peuplement d'Amphibiens en termes de qualité (Sténoécie relative, bonus) et de quantité (indice de diversité de Simpson, intégrité du peuplement relatif).

Tableau 1 : Indice d'intégrité du Peuplement d'Amphibiens, protocole plan d'eau

Site	Indice de diversité de Simpson	Sténoécie relative	Intégrité du peuplement relatif	Bonus	Indice d'intégrité du Peuplement d'Amphibiens
Echelle	[0 ;1]	[0 ;1]	[0 ;1]	[+0.1/espèce rare ou très rare]	[0 ;3]+Bonus
La Lugrie	0.69	0.33	0.38	0.00	1.40
Pineau Plan d'eau	0.47	0.25	0.43	0.00	1.15
Pineau Zone humide	0.77	0.75	0.71	0.10	2.33
Pinsardièrre	0.19	0.25	0.43	0.00	0.87
Prépancière	0.75	0.75	0.71	0.00	2.21

Pour les sites les plus pauvres, ici Pineau plan d'eau et Pinsardièrre, l'indice illustre un peuplement Amphibien peu diversifié avec une espèce dominante par rapport aux autres (il s'agit ici de *Pelophylax* sp.). Ces deux sites ne semblent accueillir que partiellement l'ensemble du peuplement attendu puisque la sténoécie relative ainsi que l'indice d'intégrité du peuplement relatif ne dépassent pas 0.25 et 0.5 respectivement. A l'inverse, les sites de la Prépancière et de Pineau zone humide semblent être des habitats particulièrement favorables aux peuplement d'Amphibiens car l'indice est proche de 3. D'un point de vue qualitatif, les ¾ des espèces (sténoèces ou non attendues) ont été observées, le Pélodyte ponctué *Pelodytes punctatus*, espèce rare dans le département a même été observé sur le site du Pineau zone humide.

### C.1.2. Odonates

Au total, 2 prospections terrain spécifiquement dédiées aux odonates ont été réalisées, complétées par les espèces rencontrées lors des autres prospections et un total de 545 individus ont été recensés dont 32 espèces différentes. Néanmoins, les données issues de ces protocoles, sont utilisables pour le calcul de l'indicateur Odonates du protocole plan d'eau.

Le Tableau 2 synthétise les indices pour le calcul de l'intégrité du peuplement Odonates, qui est la résultante de la somme de l'indice de diversité de Simpson, de la sténoécie relative, et du bonus (détail de calcul des indices en annexe 4). L'efficacité d'échantillonnage a également été évaluée selon la méthode IBEM.

L'indice de diversité de Simpson, traduit la diversité du peuplement d'amphibiens ainsi que la dominance ou non d'une espèce par rapport à une autre, et plus la diversité est élevée, plus l'indice est proche de 1.

La sténoécie relative, traduit la proportion entre les espèces sténoèces inventoriées sur le site et les espèces sténoèces présentes dans les communes contenant le site inventorié. Ainsi, plus le nombre d'espèces sténoèces observées est proche du nombre d'espèces sténoèces attendues, plus l'indice est proche de 1.

Le bonus représente les espèces observées sténoèces et qualifiées de rares ou très rares à l'échelle départementale, elles apportent chacune 0,1 point de bonus au résultat.

Au regard des résultats, l'indice traduit bien le peuplement d'odonates en termes de qualité (Sténoécie relative, bonus) et de quantité (indice de diversité de Simpson).

Tableau 2 : Indice d'intégrité du Peuplement d'Odonates, protocole plan d'eau

Site	Indice de diversité de Simpson	Sténoécie relative	Bonus	Indice d'intégrité du Peuplement d'Odonates	Efficacité d'échantillonnage
Echelle	[0 ;1]	[0 ;1]	[+0.1/espèce rare ou très rare]	[0 ;2]+Bonus	
La Lugrie	-	-	-	-	-
Pineau Plan d'eau	0.86	0.60	0.00	1.46	Bon
Pineau Zone humide	0.92	0.63	0.10	1.65	Bon
Pinsardière	0.81	0.25	0.00	1.06	Bon
Prépancière	0.82	0.50	0.10	1.42	Bon

Aucun odonate n'a été retrouvé sur le site de la Lugrie, qui est une mare temporaire dans un secteur boisé. Cet habitat ne semble pas propice à accueillir les odonates. Concernant les autres sites, et notamment Pineau Plan d'eau, Pineau zone humide et Prépancière, l'indice semble bien représentatif du ressenti sur le terrain (indice proche de 2). Il existe une très bonne diversité du peuplement avec l'indice de diversité de Simpson supérieur à 0.80 et la qualité du peuplement semble être bonne puisque plus de la moitié des espèces attendues a été observée. Sur le site de Pineau zone humide, et de la Prépancière, où l'espèce rare qui a été retrouvée est le Leste dyade *Lestes dryas*.

L'indice semble bien calibré et représentatif puisque les secteurs riches et diversifiés ont leurs indices qui tendent vers 2 contrairement aux secteurs moins attractifs pour les odonates.

### C.1.3. Température

Le suivi de température a été testé sur l'étang de la Prépancière du 15/06/2022 au 20/07/2022. Le dispositif a été installé le 15/06/2022 et mesure la température toutes les 4 heures. Lorsqu'il a été installé, le niveau d'eau était de 50 cm. Lors de la première relève le 05/07/2022, le niveau d'eau était de 40 cm et lors de la deuxième relève le 20/07/2022, le niveau d'eau était de 20 cm. Deux enregistreurs de température ont été mis sur l'appareil, un fixé à 10 cm du fond et l'autre mobile à 10 cm sous la surface.

Aucun enregistreur de température n'a été installé sur le cours d'eau attenant au plan d'eau car il était en assec.

Ainsi, il est constaté que la température de surface est plus élevée que la température du fond, et que la différence diminue au fur et à mesure que le niveau d'eau diminue (Figure 6). La différence de température entre le fond de l'étang et la surface varie de + 5.45°C le 18/06/2022 (18h) à - 2.19°C le 06/07/2022 (14h).

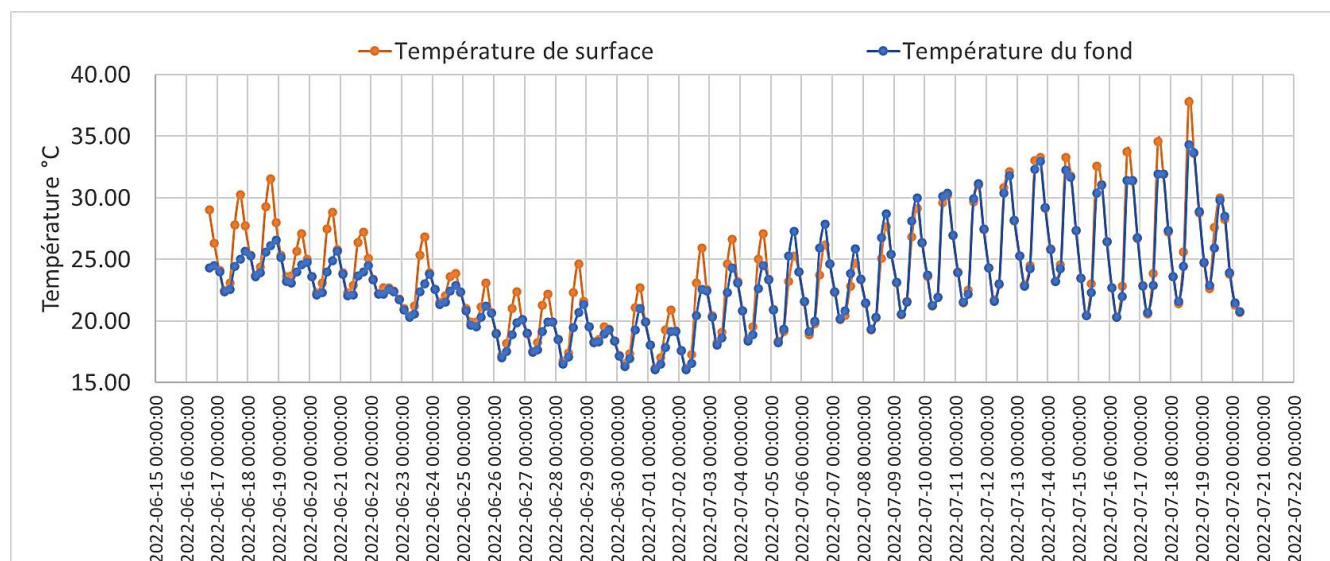


Figure 6 : Température de l'eau de surface et du fond de l'étang de la Prépancière

La différence de température entre le fond et la surface pour chaque jour et selon chaque pas de temps horaire permet de comprendre le fonctionnement thermique du plan d'eau. Ainsi, l'écart de température est minime entre 22h et 6h du matin (Figure 7). Cela indique une homogénéisation des températures du plan d'eau et donc un mélange des eaux de surface avec le fond qui se produit. À l'inverse, l'écart est de plus en plus important entre 10h et 18h.

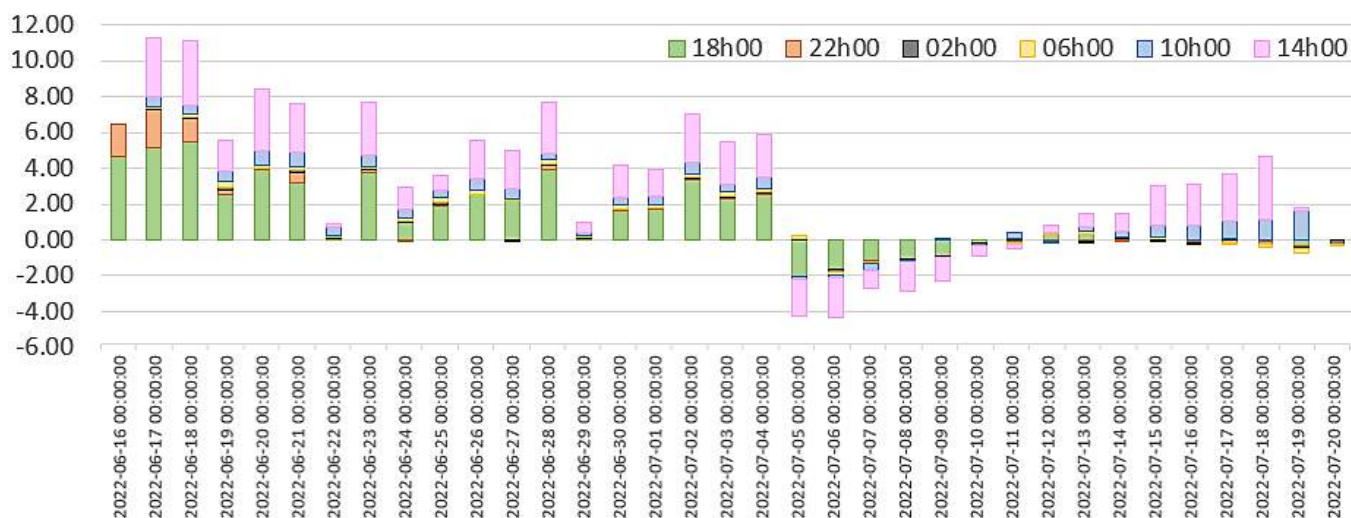


Figure 7 : Différence de température entre la surface et le fond de l'étang de la Prépandière par intervalle de temps

En revanche, un changement de la tendance de la température est remarquée à deux reprises. La première période va du 15/06/2022 au 04/07/2022 avec des écarts relativement positifs entre la surface et le fond. Par ailleurs, l'écart minime entre les températures du fond du 22/06/2022 et 29/06/2022 sont dus à la pluviométrie. En effet, un orage a éclaté durant la journée du 22/06/2022 et près de 13.7 mm d'eau sont tombés dans la journée (Infoclimat, 2022), il en est de même pour la journée du 29/06/2022 où 3 mm d'eau sont tombés.

La deuxième période va du 05/07/2022 au 11/07/2022, il semblerait que les températures du fond soient plus chaudes que les températures de surface. Différents facteurs pourraient expliquer cela. Tout d'abord, une erreur de manipulation suite à la remise de l'enregistreur de température de surface, ensuite, le niveau d'eau ayant baissé et les températures étant élevées (moyenne maximale 28.9), l'explication pourrait provenir du l'emmagasinement de la température par le sol du fond de l'étang.

La troisième période va du 12/07/2022 au 20/07/2022, l'écart entre les températures semble moins conséquent et le réchauffement des eaux semble être effectué sur une période plus courte (de 10h à 14h), cela peut être expliqué par le niveau d'eau de plus en plus bas. En effet, les enregistreurs de températures se sont retrouvés de plus en plus proches jusqu'à être au même niveau.

## C.2- Résultats des protocoles indicateurs et espèces protégées

### C.2.1. Amphibiens

Au total, 3 prospections terrain spécifiquement dédiées aux amphibiens ont été réalisées, complétées par les individus relevés lors des autres prospections terrain. Un total de 370 individus a été recensé dont 8 taxons différents.

Le Tableau 3 synthétise les indices pour le calcul de l'intégrité du peuplement des amphibiens, qui traduit la proportion entre les espèces observées sur chaque site et les espèces présentes dans les communes contenant le site inventorié. Ainsi, plus le nombre d'espèces observées est proche du nombre d'espèces attendues, plus l'indice est proche de 1.

Tableau 3 : Indice d'intégrité du Peuplement d'Amphibiens, protocole indicateur

Site	HG	CO	OD	LP	LC	LS	OC	OM	PL
Intégrité du peuplement	0.25	0.25	0.00	0.38	0.25	0.50	0.18	0.00	0.43
Site	MA	MO	PP	PZ	PC	PS	PI	PR	VE
Intégrité du peuplement	0.33	0.20	0.43	0.71	0.14	0.86	0.43	0.71	0.67

HG : Haut de grées amont et aval ; CO : La Coudre du bourg aux Essarts - Saint Léger de Linières ; OD : La Douinière Ouvrage n°20 ; LP : la Lugrie plan d'eau ; LC : la Lugrie cours d'eau ; LS : la Lugrie site ; OC : La Romme ouvrage n°4 - aval La Chaussée Hue Villemoisan ; OM : La Romme ouvrage n°6 - La Maussionnière Bécon les Granits ; PL : Le plessis 3G à 3k / 5K à 5N / 4B à 4D ; MA : Marcé amont ; MO : Moulin de Suetie ; PP : Pineau plan d'eau ; PZ : Pineau zone humide ; PC : Pineau cours d'eau ; PS : Pineau site ; PI : Pinsardière ; PR : Prépandière ; VE : Vernay.

Ainsi, au vu des résultats, les sites comportant des plans d'eau (LP, PL, PZ, PI, PR et VE), semblent être les plus attractifs pour les amphibiens et présentent des habitats favorables. Les données relatives uniquement aux cours d'eau en revanche, ont des indices d'intégrité assez bas (<0.43) et ne semblent pas favorables au développement des amphibiens. En revanche à l'échelle du site (LS, PS) les indices sont plus élevés. Ainsi, sur l'ensemble des sites inventoriés, trois sites présentent des habitats particulièrement favorables aux amphibiens et accueillent plus de la moitié des espèces attendues (Pineau zone humide, Prépancière et Vernay).

### C.2.2. Odonates

Au total, 2 prospections terrain spécifiquement dédiées aux odonates ont été réalisées, complétées par les espèces rencontrées lors des autres prospections et un total de 545 individus ont été recensés dont 32 espèces différentes.

Le tableau suivant synthétise les indices liés au peuplement Odonates. Ainsi : S représente la richesse spécifique qui est le nombre d'espèces différentes rencontrées sur le site ; H' représente l'indice de diversité de Shannon qui traduit la diversité spécifique du peuplement étudiés (annexe 4 pour le calcul). Ainsi, plus le peuplement est hétérogène plus H'augmente ; J' représente l'indice d'équitabilité de Piélou qui traduit la dominance ou non des espèces par rapport à d'autres dans un peuplement. Il varie de 0 (1 seule espèce présente et dominante) à 1 (équité-répartition parfaite entre les espèces).

*Tableau 4 : Indices du peuplement d'odonates, protocole indicateur*

Site	HG	CO	OD	LP	LC	LS	OC	OM	PL
S	6	6	1	0	8	10	2	1	11
H'	1.81	1.68	0.00	-	2.11	2.76	0.81	0.00	3.14
J'	0.70	0.65	-	-	0.70	0.83	0.81	-	0.91
Site	MA	MO	PP	PZ	PC	PS	PI	PR	VE
S	3	11	14	8	9	22	5	9	20
H'	1.58	2.56	3.15	2.86	3.09	3.55	2.06	2.66	3.66
J'	1.00	0.74	0.83	0.95	0.97	0.80	0.89	0.84	0.85

HG : Haut de grées amont et aval ; CO : La Coudre du bourg aux Essarts - Saint Léger de Linières ; OD : La Douinière Ouvrage n°20 ; LP : la Lugrie plan d'eau ; LC : la Lugrie cours d'eau ; LS : la Lugrie site ; OC : La Romme ouvrage n°4 - aval La Chaussée Hue Villemoisan ; OM : La Romme ouvrage n°6 - La Maussionnière Bécon les Granits ; PL : Le plessis 3G à 3k / 5K à 5N / 4B à 4D ; MA : Marcé amont ; MO : Moulin de Suette ; PP : Pineau plan d'eau ; PZ : Pineau zone humide ; PC : Pineau cours d'eau ; PS : Pineau site ; PI : Pinsardièrre ; PR : Prépancière ; VE : Vernay.

Au regard de la richesse spécifique et de l'indice de diversité de Shannon, les sites les plus diversifiés sont Pineau et Vernay, qui comportent tous les deux des habitats lotiques et lentiques. Les sites les moins favorables sont le plan d'eau de la Lugrie, et les ouvrages de la Romme. Ils se situent tous dans des endroits ombragés, très boisés, ou enfrichés et qui n'ont pas ou très peu de végétation aquatique. Concernant l'indice d'équitabilité de Piélou, celui-ci est élevé quel que soit le site (>0.65), ce qui traduit un peuplement relativement hétérogène et équilibré.

### C.2.3. Flore

Au total, 37 transects ont été réalisés (entre 3 et 8 transects par site) et 130 relevés floristiques (chaque transect comportait entre 2 et 5 relevés floristiques selon l'accès et la physionomie de la végétation en place). Ainsi, sur l'ensemble des relevés, 1291 plantes ont été identifiées dont 224 espèces différentes et 5 taxons déterminés au genre. Parmi les 224 espèces identifiées, 47 espèces font partie de la liste des espèces indicatrices de zone humide du bassin versant Loire-Bretagne (Lacroix, 2008). Au total, 13 types d'habitats ont été identifiés pour les relevés. Parfois, ils n'étaient représentatifs que d'un seul site tandis que d'autres le sont pour la quasi-totalité. Ainsi, seuls les habitats présentant le plus de site ou présentant un caractère bien particulier sont présentés ici.

Les résultats suivants synthétisent les indices liés aux relevés floristiques (indices d'Ellenberg voir calculs en annexe 6). Ainsi : F représente l'indice floristique d'engorgement et donne une idée du niveau moyen de la nappe, il est calculé à partir de la valeur indicatrice d'humidité de l'espèce (annexe 4 pour le calcul). Plus le niveau de la nappe est proche de la surface, plus l'indice est élevé, il varie en général de 1 à 10 ; N représente l'indice floristique de fertilité, il donne un indice sur la richesse moyenne en nutriment du sol. Plus l'indice est élevé, plus la disponibilité en nutriment et la productivité du site est élevée, il varie en général entre 1 à 9 ; H' représente l'indice de diversité de Shannon qui traduit la diversité spécifique du peuplement étudiés (annexe 4 pour le calcul). Ainsi, plus le peuplement est hétérogène plus H'augmente ; J' représente l'indice d'équitabilité de Piélou qui traduit la dominance ou non des

espèces par rapport à d'autres dans un peuplement. Il varie de 0 (1 seule espèce présente et dominante) à 1 (équi-répartition parfaite entre les espèces) ; Hu représente la proportion des espèces indicatrices de zone humide. Il varie de 0 (aucune espèce indicatrice) à 1 (toutes les espèces sont indicatrices de zone humide).

La figure 8 ci-dessous, représente les indices floristiques d'engorgement (F) et de fertilité (N) pour chaque site indicateur et selon 7 types de milieux. Il est ainsi remarqué que les milieux présentant un indice d'engorgement les plus élevés (>6), quel que soit le site sont les habitats cours d'eau, roselière et zone humide, cela indique que le niveau de la nappe est plus proche de la surface. A l'inverse les habitats les plus éloignés de la nappe, présentent des résultats plus faibles. Concernant l'indice floristique de fertilité, celui-ci semble stable quel que soit le type de milieu et atteint une valeur de 6 en moyenne, ce qui indique des milieux assez productifs et riches en nutriments. En revanche, cet indice est assez faible pour les habitats qualifiés de zone humide (moyenne de 4,5).

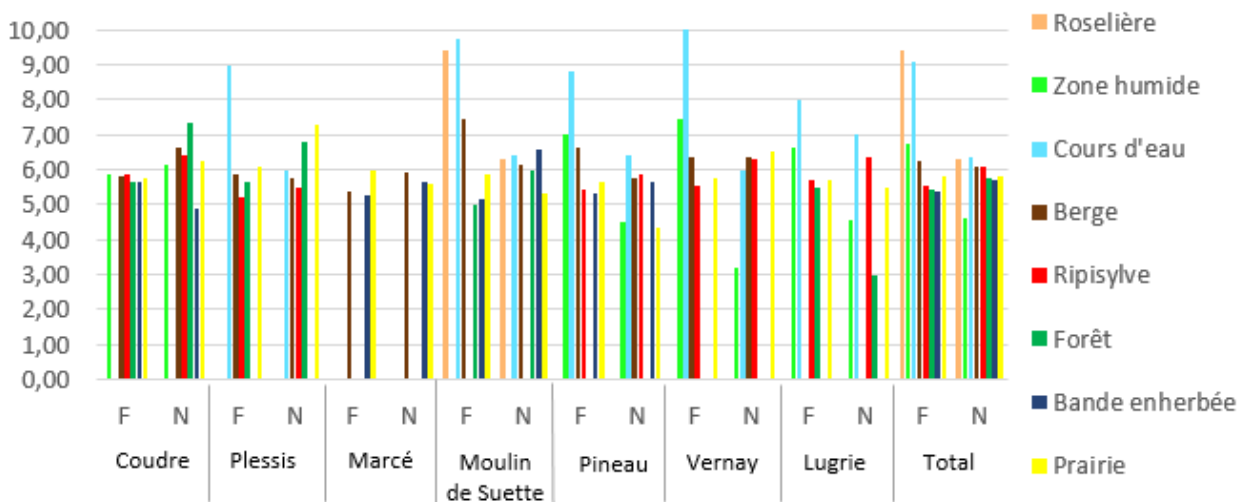


Figure 8 : Indices floristiques d'engorgement et de fertilité des sites indicateurs étudiés et selon le type de milieu

La figure 9 ci-dessous, représente les indices de diversité de Shannon ( $H'$ ) et de Pielou ( $J'$ ) pour chaque site et selon les mêmes 6 types de milieux que vu précédemment. Ainsi, au regard de l'indice de diversité de Shannon, les habitats présentant le plus de diversité floristique sont les zones humides et les berges. Le site de la Coudre en particulier présente une grande diversité floristique (proche de 5), ce qui peut être expliqué par la surface de prospection qui était de 2500 m<sup>2</sup> contrairement aux autres relevés qui ont été effectués entre 2 et 100 m<sup>2</sup>. Ensuite, l'indice de Pielou montre des valeurs assez élevées (>0.70) pour les milieux de type forêt, berge, ripisylve, prairie et bande enherbée, ce qui indique une bonne répartition des espèces présentes. En revanche, les milieux de type cours d'eau, roselière ou zone humide présentent des indices un peu plus faibles (autour de 0.60), ce qui indique qu'une ou deux espèces dominent ces milieux (ici *Phalaris arundinaceae* pour la Coudre, *Juncus effusus* pour le Pineau, *Juncus conglomeratus* pour Vernay, ou *Pulicaria dysenterica* pour la Lugrie).

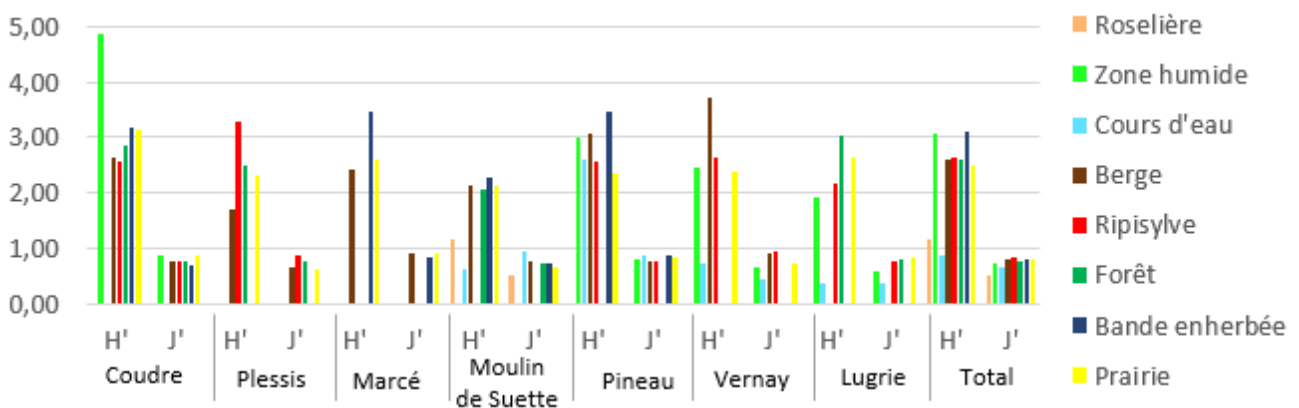


Figure 9 : Indices de diversité de Shannon et de Pielou des sites indicateurs étudiés et selon le type de milieu

La figure 10 ci-dessous, illustre la proportion des espèces floristiques indicatrices de zone humides sur l'ensemble des espèces trouvées selon chaque site et 6 types de milieux. Sans étonnement, les milieux présentant les indices les plus élevés (>0.60) sont les cours d'eau, la roselière et les zones humides. A l'inverse, les milieux de type prairie ou bande enherbée sont les milieux présentant le moins. Toutefois, l'on peut remarquer que certains milieux qualifiés



de zone humide ne comportent que peu d'espèces indicatrices de zones humides. C'est notamment le cas du site de la Coudre et de la Lugrie. Cela peut être expliqué par le fait que le taux de recouvrement de ces espèces n'est pas compris dans le calcul de l'indice.

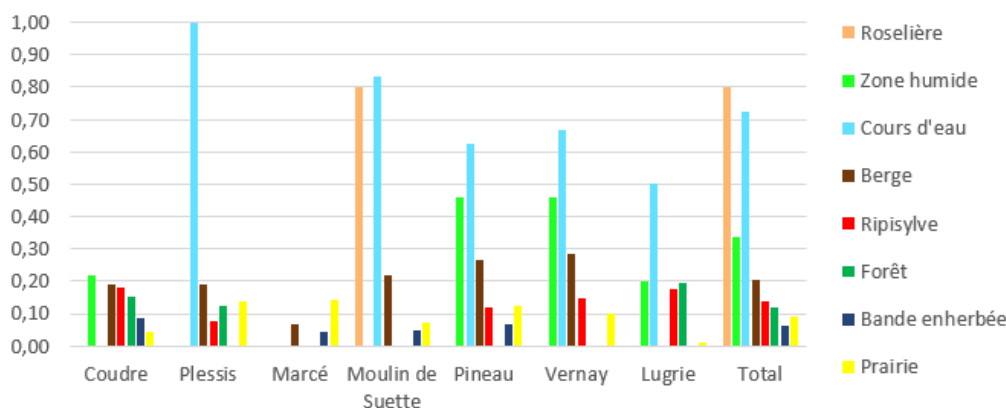


Figure 10 : Part des espèces floristiques indicatrices de zone humide selon le type de milieu

### C.2.4. Physico-chimie

L'analyse physico-chimique a été réalisée environ toutes les deux semaines sur chaque site et pour chaque point de relevé. En tout, 45 points de relevés pour la physico-chimie et 236 relevés.

Au regard des résultats (Figure 11), les sites du Plessis et du Moulin de Suette, sont les deux cours d'eau qui présentent la meilleure qualité physico-chimique, qualifiée de très bonne à bonne selon l'oxygène dissous et la saturation en oxygène. A l'inverse, le ruisseau de Marcé amont, présente des eaux qualifiées de mauvaises. Cela pourrait être en partie dû à l'eau stagnante et croupissante rencontrée sur place dans lequel de nombreux déchets ont été retrouvés (pneus, bouteilles). Le cours d'eau de la Coudre quant à lui, présente des eaux en bon état à l'amont (point 0 à point 3), et des eaux qualifiées de mauvais état plus en aval (point 4 à 8). Cela pourrait être en partie dû à la présence de la station d'épuration présente juste en amont du point 4. En effet, lors des prospections terrain, des odeurs d'eaux usées avaient été constatées ainsi qu'une coloration verte de l'eau. Cette coloration indique la prolifération d'un bloom algal, qui est favorisé par la présence de nutriments (azote, phosphore essentiellement) qui pourraient provenir des rejets d'eau usée. Ce bloom algal\* peut induire une consommation de l'oxygène présent et donc à terme, une asphyxie du milieu. Par ailleurs, les résultats semblent s'améliorer au point 8, cela peut être dû à l'éloignement de la source de pollution ou à la présence de la zone humide qui effectuerait un service auto-épuration de l'eau. Par ailleurs, sur tous les sites, il a été constaté que la qualité des paramètres d'oxygène diminuait en même temps que la hauteur d'eau. Cela peut être expliqué par de l'eau de moins en moins circulante et le réchauffement des eaux.

Site	Point	Cond	pH	O2	Sat% O2	Teau	Tair	Heau
		µS/cm		mg/L	%	°C	°C	cm
Coudre (BV Romme)	Point 0	670	8,3	7,65	71,9	13,0	17,4	5
	Point 1	617	8,4	7,55	72,1	12,2	18,0	9
	Point 2	592	8,2	7,20	65,8	10,7	16,3	4
	Point 3	535	8,3	7,42	69,0	12,8	16,6	13
	Point 4	727	8,3	4,76	44,4	14,5	20,5	5
	Point 5	726	8,1	3,85	35,8	13,8	20,4	9
	Point 6	710	8,0	2,85	28,5	12,3	19,5	20
	Point 7	752	8,0	2,25	22,4	14,7	21,8	15
	Point 8	722	8,1	3,51	38,0	15,3	22,6	16
Lugrie (BV Piron)	Point 0	520	8,0	6,78	66,3	13,7	20,7	11,7
	Point 1	790	8,3	8,09	75,6	10,8	12,4	5,0
	Point 2	520	8,3	8,92	82,2	11,7	16,4	7,5
	Point 3	665	8,3	9,39	88,1	12,0	16,7	9,8
	Point 4	572	7,8	5,81	55,2	12,6	17,0	15,5
	Point 5	570	8,0	6,12	58,4	13,9	18,9	24,0
	Point 6	565	8,0	7,85	75,7	13,0	19,6	9,3
	Point 7	560	8,1	6,50	64,8	13,6	23,2	17,3
	Point 8	503	7,8	5,87	57,5	12,9	18,6	10,0
Pineau (BV Suine)	Point 1	305	7,8	7,24	60,3	11,4	16,7	4
	Point 2	300	7,5	5,07	47,8	12,7	20,1	8
	Point 3	323	7,7	6,28	57,6	11,9	19,0	6
	Point 4	470	7,7	5,47	53,2	12,7	20,8	17
	Point 5	533	7,8	5,98	59,4	12,9	20,8	21
	Point 6	570	7,9	6,18	62,9	14,5	21,3	9
	Point 7	580	8,4	5,64	61,0	18,6	30,2	2
Vernay (BV Baconné)	Point 0	433	8,1	6,42	65,6	15,8	22,9	15
	Point 1	436	7,8	6,73	68,3	16,2	23,8	8
	Point 2	424	7,8	4,99	49,8	15,9	24,1	45
	Point 3	400	8,1	5,77	60,9	16,1	24,0	21
Plessis (BV Plessis)	Point 0	820	8,5	8,29	78,9	12,6	19,1	9
	Point 1	852	8,4	8,66	79,3	10,7	15,2	13
	Point 2	892	8,5	8,88	80,1	10,5	15,3	10
	Point 3	884	8,5	8,89	80,8	10,7	14,9	21
	Point 4	899	8,3	7,81	72,1	12,5	17,4	21
	Point 5	863	8,3	7,48	71,5	13,2	18,1	9
	Point 6	953	8,5	9,45	87,8	10,7	14,1	8
	Point 7	770	8,2	6,85	65,6	12,6	14,9	3
	Point 8	950	8,5	9,19	84,4	10,4	13,4	4
Marcé amont (BV Suette)	Point 1	927	7,7	1,23	12,4	14,4	19,2	13
	Point 2	650	7,9	5,13	55,5	20,9	23,7	
Moulin de Suette (BV Suette)	Point 0	772	8,2	8,32	85,7	16,9	23,3	4
	Point 1	740	8,0	8,31	84,8	16,3	19,5	21
	Point 2	736	8,3	9,13	92,0	15,1	18,8	12
	Point 3	754	8,2	8,98	90,3	16,0	21,1	13



Figure 11 : Analyse physico-chimique moyenne pour chaque point de suivi des sites étudiés

### C.2.5. Hydromorphologie

L'hydromorphologie a été évaluée selon différents paramètres : faciès d'écoulement, granulométrie, colmatage, bande riveraine, sinuosité, profil en travers. Les résultats présentés ici seront abordés le plus synthétiquement possible. Ainsi au total, 13.4 kilomètres de linéaire de cours d'eau ont été parcourus et 59 profils transversaux ont été réalisés (de 2 à 13 profils selon les sites).

#### Faciès d'écoulement et granulométrie

Les faciès d'écoulement sont des sections de cours d'eau, qui sont globalement homogènes en termes de vitesse de courant, de hauteur d'eau, de granulométrie ou de pente. Ainsi, la plupart des cours d'eau étudiés ici présentent des faciès majoritairement plats lenticques (plus de 70%) (Figure 12A). Seul le site de Moulin de Suette présente des faciès majoritairement plats courants (51%). Les radiers\* quant à eux sont représentés moins de 10% pour chaque site. Cela indique donc que la majorité des cours d'eau étudiés ici sont homogènes et ne présentent que peu de diversité d'écoulement et donc potentiellement une plus faible diversité d'habitats. Cette homogénéité se retrouve également dans la granulométrie dominante qui est majoritairement du sable (fin ou grossier) pour la quasi-totalité des sites (Figure 12B). Les sites présents sur le bassin versant de la Suette, présentent tous les deux une granulométrie majoritaire fine (limon et argile).

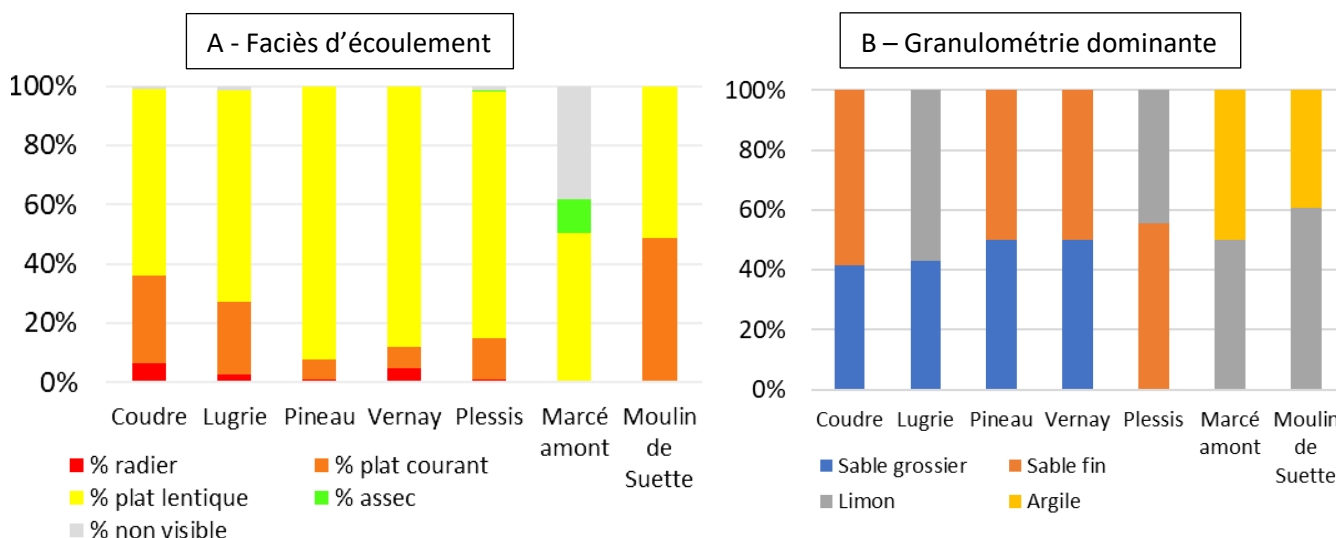


Figure 12 : Faciès d'écoulement et granulométrie dominante des sites indicateurs étudiés

#### Bandes riveraines

Concernant les bandes riveraines, celles-ci sont également homogènes, quelle que soit la rive et la distance au cours d'eau (Figure 13). Ainsi, pour tous les sites la bande riveraine de 5-10 m majoritaire est la surface enherbée sans ripisylve (+50% pour la plupart des sites), cela inclue les prairies, les cultures, les bandes enherbées etc... Concernant la bande de 0-5 mètres majoritaire pour la quasi-entière des sites il s'agit de la surface enherbée qui comporte une ripisylve. Seul le site du Plessis, entouré de forêt a une bande riveraine différente.

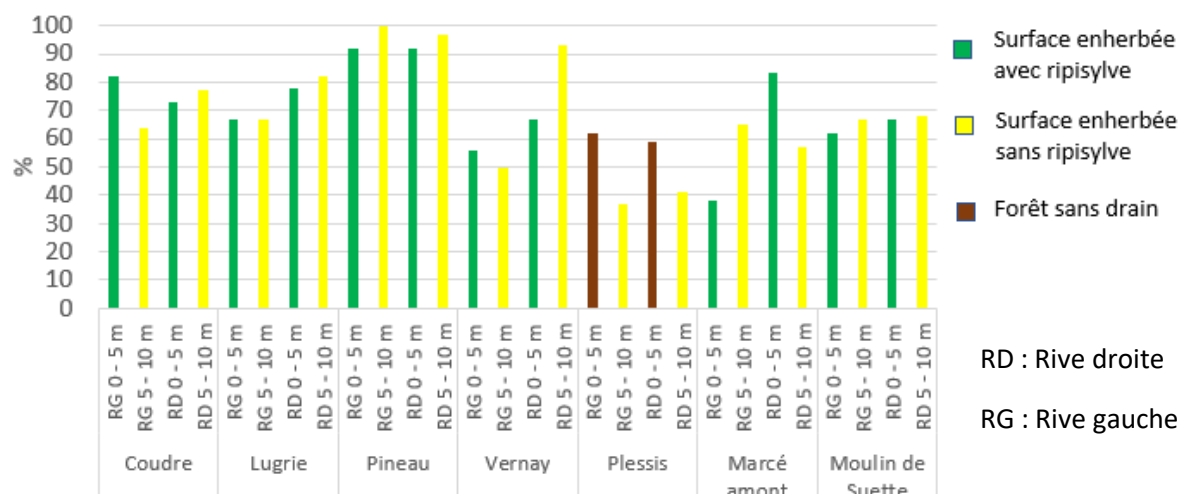


Figure 13 : Bande riveraine des sites indicateurs étudiés selon les rives et la distance à la rive

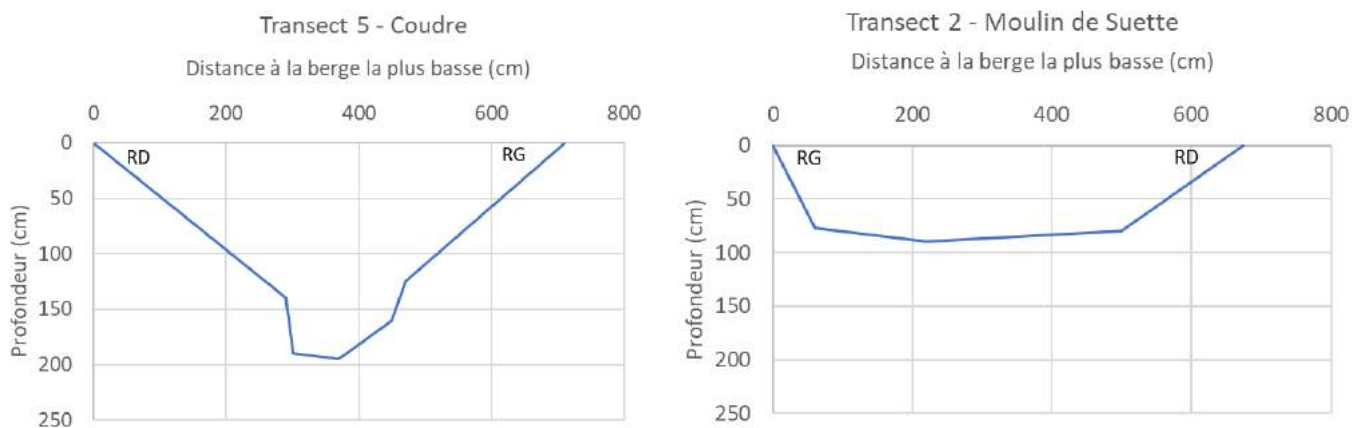
### Sinuosité, largeurs de plein bord et profils en travers

Concernant la sinuosité du cours d'eau, celle-ci est quasi inexistante (Tableau 5). Elle est égale à 1 quel que soit le cours d'eau, cela indique que les cours d'eau ici, sont rectilignes et ne comportent pas ou peu de méandres.

Les largeurs de plein bord Lpb (largeur du lit qui correspond à la hauteur d'eau juste avant débordement) sont toutes très larges en moyenne allant de 3 m à 6 m. Les hauteurs de plein bord Hpb quant à elles sont assez profondes avec environ 1 m de dénivélé. Plus le rapport Lpb/Hpb est fort, moins le lit du cours d'eau est encaissé. A titre d'exemple (Figure 14), le profil 5 de la Coudre présente un rapport Lpb/Hpb de 3.91 contre 7.50 pour celui du transect 2 de Moulin de Suetie. Ces rapports restent tout de même forts et traduisent des cours d'eau larges, avec une incision du lit mineur.

*Tableau 5 : Indice de sinuosité, largeur de plein bord moyenne et hauteur de plein bord moyenne des sites étudiés*

Site	Coudre	Lugrie	Pineau	Vernay	Plessis	Marcé amont	Moulin de Suetie
Lpb moyenne (m)	4.77	3.18	3.18	3.10	3.30	3.55	6.09
Hpb moyenne (m)	1.28	1.00	1.04	0.89	0.83	0.95	1.01
Rapport Lpb/Hpb	3.73	3.18	3.06	3.48	3.98	3.74	6.03
Indice de sinuosité	1.00	1.11	1.00	1.00	1.05	0.99	1.00



*Figure 14 : Exemple de profils en travers effectués durant le stage sur les sites étudiés*

L'ensemble des résultats d'hydromorphologie sont donc cohérents avec l'état des lieux des eaux superficielles du territoire du SMBVAR en 2017, où 86% des masses d'eau ont été dégradées suite à des travaux de recalibrage et de rectification. Cela se traduit par des cours d'eau rectilignes, incisés et avec une faible diversité des faciès d'écoulement (généralement plat lentique).

### C.2.6. Espèces protégées

Les espèces protégées ont été recherchées pendant l'intégralité des prospections terrain. Une à deux prospections terrain spécifiquement dédiées à la recherche d'espèces protégées ont été effectuées par site.

L'inventaire des espèces protégées et habitats potentiels (Tableau 6) montre que chaque site possède au moins une espèce protégée et/ou un habitat favorable à la présence de ces espèces. Tous les groupes taxonomiques ont été retrouvés hormis les Lépidoptères.

Les amphibiens représentent le groupe d'espèces protégées le plus prépondérant en termes de diversité (8 espèces sur les 12 ont été trouvées) et d'abondance (Complexe Pelophylax : 154 individus, Crapaud épineux 75 individus, Grenouille agile 48 individus). Seuls les ouvrages n°6 et 20 situés sur le bassin versant de la Romme ne comportaient pas d'observation de ce taxon.

Concernant les Odonates, l'agrion de Mercure a été retrouvé à plusieurs reprises. Sur le bassin versant de la Suetie, le site Moulin de Suetie comporte des habitats favorables à cette espèce (eaux courantes et vives, milieux ouverts avec végétation aquatique). En revanche, le site de Marcé ne semble pas favorable à cette espèce, la présence de cette espèce pourrait provenir d'un site situé à proximité de ce dernier, qui a été restauré récemment et qui comporte une grande population d'agrions de Mercure. La Cordulie à corps fin a été retrouvée non loin de l'ouvrage



n°6 de la Romme. Cette espèce était sûrement de passage, elle a été retrouvée le long d'un chemin assez loin des milieux aquatiques. Le site ne présentant pas d'habitats favorables au développement de cette espèce (cours d'eau enfriché et très ombragé), elle semble plutôt liée au plan d'eau situé plus en aval.

Concernant les reptiles et les mammifères seuls quelques individus ont été repérés. Il s'agit pour les reptiles du lézard vert occidental, de l'orvet fragile, de la couleuvre helvétique et de la couleuvre d'esculape. Pour ce qui est des mammifères, seuls le lapin de Garenne et l'écureuil roux ont été observés. L'écureuil roux sur le site de la Lugrie a été observé à plusieurs reprises le long de la même ripisylve, il semblerait qu'il utilise cette ripisylve comme corridor écologique. Pour les Chiroptères, seuls des habitats favorables tels que les arbres à cavité ont été retrouvés.

Concernant les coléoptères, un seul individu a été repéré sur le site de Vernay, il s'agit de la Rosalie des alpes. Néanmoins, tous les sites comportent des habitats favorables à ces espèces, notamment les arbres à cavité, les arbres têtards\* et les arbres morts.

Pour ce qui est de l'avifaune, seuls quelques individus ont été repérés, l'avifaune étant difficilement évaluée lors des prospections terrain. Toutefois, de nombreux sites présentent des habitats favorables à ces espèces (essence d'arbres diversifiée, arbres de haujet, arbre à cavité, ...).

Enfin la flore protégée observée fait intégralement partie de la famille des Orchidées. Ainsi, l'espèce qui a été le plus retrouvée est l'Epipactis à larges feuilles suivi de l'Orchis bouc.

Par ailleurs, il est important de signaler la présence de deux espèces de Jussie sur le plan d'eau du Pineau. Deux foyers de propagation d'une dizaine de m<sup>2</sup> sont présents sur le plan d'eau ainsi que quelques inflorescences sur tout le pourtour de l'étang.

*Tableau 6 : Espèces protégées détectées sur les sites étudiés*

Site	Amphibiens	Reptiles	Odonates	Coléoptères	Lépidoptères	Mammifères	Chiroptères	Avifaune	Flore	Habitats	Espèce exotique envahissante
Haut de grée	Cpe										
Vernay	Cpe, Cep, Gag, Rar	Lvo	Adm	Rda				Cel, Pno	Elf	Aac, Aeh, Amo, Ate, Sou	
Lugrie	Cpe, Gag, Sta, Tpa					Ero, Lrt				Aac, Aeh, Amo, Ate,	
Prépancière	Cpe, Gag, Rar, Sta, Tpa	Che							Pfv	Aac, Aeh, Ate	
Pinsardière	Cpe, Gag, Tpa										
Pineau	Cpe, Cep, Gag, Ppo, Rar, Tcr, Tpa	Ces, Lvo				Ero		Cef	Ofl, Obo	Aac, Aeh, Amo, Ate	Jgf, Jra
Plessis	Cpe, Gag, Cep					Lga			Elf	Aac, Aeh, Amo, Ate	
Moulin de Suette	Cpe, Cep		Adm							Aeh, Amo	
Marcé amont	Cep, Gag		Adm							Aeh, Amo	
Coudre	Cpe, Cep	Lvo, Ofa				Ter				Aac, Aeh, Amo, Ate, Sou	
Ouvrage n°4	Cpe, Gag								Elf	Amo	
Ouvrage n°6			Ccf							Aeh	
Ouvrage n°20										Aeh	

Aac : Arbre à cavité ; Adm : Agrion de Mercure ; Aeh : Arbre en haujet ; Amo : Arbre mort ; Ate : Arbre têtard ; Ccf : Cordulie à corps fin ; Cef : Chouette effraie ; Cel : Chardonneret élégant ; Cep : Crapaud épineux ; Ces : Couleuvre d'Esculape ; Che : Couleuvre helvétique ; Cpe : Complexe Pelophylax ; Elf : Epipactis à larges feuilles ; Ero : Ecureuil roux ; Gag : Grenouille agile ; Lga : Lapin de Garenne ; Lrt : Lérot ; Lvo : Lézard vert occidental ; Obo : Orchis bouc ; Ofa : Orvet fragile ; Ofi : Orchis à larges feuilles ; Pfv : Platanthère à feuilles verdâtres ; Pno : Pic noir ; Ppo : Pélodyte ponctué ; Rar : Rainette arboricole ; Rda : Rosalie des Alpes ; Sta : Salamandre tachetée ; Sou : Souche ; Tcr : Triton crêté ; Ter : Terrier ; Tpa : Triton palmé.

## V- Discussion

### A) Préconisations

#### A.1 Intégration des résultats des protocoles indicateur et espèces protégées sur une partie des sites étudiés

Les protocoles indicateurs et espèces protégées ont permis de mettre en évidence des cours d'eau qui ont été largement impactés par des actions anthropiques : faciès d'écoulement homogènes, cours d'eau rectiligne, lit incisé, ... ce qui provoque par conséquent une faible diversité d'habitats et donc diminution de la capacité d'accueil de la biodiversité. Toutefois, ces sites présentent un bon potentiel écologique compte tenu de la diversité faunistique et floristique inventoriée. De nombreuses espèces protégées ont été retrouvées et chaque site comportait au moins un habitat favorable à l'accueil de ces espèces. Concernant la Rosalie des Alpes notamment, tous les vieux arbres et arbres à cavité inventoriés pourront être maintenus et mis en défens lors des chantiers afin d'assurer leur conservation et pérennité. Pour les sites accueillant l'Agrion de Mercure, les travaux de restauration devraient être orientés de manière à favoriser l'installation de cette espèce (substrat caillouteux, eaux vives, amélioration de l'ensoleillement, ...) et les zones où il a été retrouvé mis en défens du passage des engins de chantier.

Concernant le site du Pineau et en particulier de la Jussie présente dans le plan d'eau, si la prolifération n'est pas trop diffuse, elle reste tout de même importante et pourrait être problématique en cas d'inaction. Elle pourrait atteindre le cours d'eau et la zone humide situés sur le même secteur suite au transport de quelques fragments par la faune aquatique (oiseaux notamment). Ainsi, une opération de restauration envisageable par le syndicat serait la suppression totale du plan d'eau. Premièrement, cela permettrait d'assécher le secteur de la Jussie et de limiter voire supprimer sa présence dans le secteur. Deuxièmement, cela permettrait de restituer à la nappe et au cours d'eau, la quantité d'eau retenue par le plan d'eau. Enfin du point de vue de la biodiversité, ce plan d'eau n'était pas très intéressant vis-à-vis des amphibiens et de la flore. Le peuplement d'odonates en revanche était assez diversifié et intéressant. Par ailleurs, cette opération de restauration serait peu impactante compte tenu de la présence de la zone humide présente sur le site. Cette zone, pourrait grâce aux travaux, constituer le refuge des espèces du plan d'eau et avoir un meilleur fonctionnement grâce à la restitution de l'eau au cours d'eau et à la nappe.

Concernant les opérations de restauration des milieux aquatiques, il est complexe de juger du juste équilibre entre laisser un milieu qui semble déjà en bon état et agir sur ce milieu en vue de l'améliorer, au risque de perturber son fonctionnement. Ici, c'est le cas du plan d'eau de la Pinsardière. Il s'agit d'un plan d'eau isolé dans un secteur bocager qui constitue un véritable refuge pour les espèces locales et notamment les amphibiens. Cependant, celui-ci est connecté au cours d'eau et pourrait causer des dommages sur ce dernier. Ainsi, une des opérations de restauration envisagées serait de déconnecter le plan d'eau au cours d'eau tout en conservant ce plan d'eau afin qu'il reste un réservoir de biodiversité.

#### A.2. Préconisations travaux

##### Information-communication

Avant tout démarrage de la phase de chantier, les acteurs du territoire et riverains concernés par le chantier devront être informés de l'ampleur, de l'objectif et de la nature des travaux. Cela peut être fait via des réunions, la presse ou l'affichage en mairie.

##### Principes généraux

Les travaux de restauration nécessitent une certaine organisation de l'espace de travail. Pour ce faire, il sera nécessaire de sectoriser le chantier selon ses usages afin de garantir une certaine sécurité, efficacité et meilleure visibilité (Nord Nature Chico Mendès et LPO & EPF NPdC, 2019). Ainsi les zones suivantes pourront être définies : une base de vie comprenant réfectoire et sanitaires, zone de stockage des déblais, zone de stockage du matériel et de stationnement des engins de chantier, un plan de circulation afin d'éviter au maximum la surface impactée et les éléments remarquables (arbres, ripisylve, sol, ...).

Le chantier devra être organisé pour limiter l'introduction d'espèces animales à l'intérieur. Ainsi, il faudra veiller à installer des clôtures sur l'entièreté de la zone de chantier. L'utilisation de bâches ou revêtements lisses sont particulièrement conseillés (Nord Nature Chico Mendès et LPO & EPF NPdC, 2019). De même, des points d'eau ou bourbiers créés lors du chantier peuvent constituer des habitats favorables, ils devront être vidés régulièrement. Le matériel de chantier (buses, tuyaux, parpaings, bâches, ...) peut également constituer un piège pour les animaux à la fois. Afin de prévenir des pollutions, une aire imperméabilisée devra être installée afin de stocker les polluants issus des engins de chantier (hydrocarbures, vidange, ...). Elle devra faire l'objet de surveillance en prévention de fuite accidentelles. Les déchets devront être évacués dans des structures adaptées.

### Spécificité de chaque compartiment et travaux

Concernant les travaux en eux-mêmes, différentes recommandations peuvent être faites selon les compartiments touchés.

Ainsi, pour le lit mineur : aucun engin ne devra être directement présent dans le cours d'eau (Syndicat des Trois Rivières, 2018), des précautions seront à prendre afin d'éviter le déplacement vers l'aval de sédiments potentiellement pollués. Les matériaux utilisés pour le reprofilage du lit ou la recharge granulométrique devront être locaux ou équivalents à ce qui est déjà en place (Syndicat des Trois Rivières, 2018).

Concernant les berges et en particulier lors d'opération de retalutage\*, le chantier devra être isolé afin de ne pas entraîner de la matière vers l'aval. La nature du sol devra également être adaptée à la végétation en place.

Pour ce qui est des zones humides, les travaux ne devront pas modifier la topographie du site et les zones d'expansion de crue.

La gestion de la ripisylve devra faire l'objet d'une attention toute particulière. Les arbres remarquables ou morts devront être conservés, le bois malade ou parasité pourra être détruit afin de limiter la propagation de ces dernières et le matériel devra être nettoyé. Les interventions sur la ripisylve devront être effectuées de l'amont vers l'aval afin de récupérer les débris de chantier à l'aval. La ripisylve initialement en place devra être préservée au maximum afin de constituer un corridor écologique, l'élagage et le débroussaillage sont préconisés lorsque celle-ci gêne l'écoulement des eaux ou que le milieu manque de luminosité et est bien trop enfriché (Syndicat des Trois Rivières, 2018).

Les embâcles\* du site devront également être gérés de l'aval vers l'amont uniquement en cas de gêne du bon écoulement des eaux.

Enfin, la gestion des espèces envahissantes devra faire l'objet de surveillance et de traitement adéquats. Ainsi, les engins devront être inspectés et nettoyés, les fragments de végétations et déchets devront être stockés sur une surface imperméable et non perforante puis être évacués hors du site afin d'éviter la propagation et l'implantation de ces espèces sur des secteurs non atteints.

### A.3. Préconisations espèces protégées

La présence d'espèces protégées sur les sites à restaurer nécessite quelques aménagements et préconisations. La présence d'une seule de ces espèces pourrait remettre en question la nature et la localisation des travaux. Ainsi, l'état des lieux initial devrait permettre d'établir des mesures selon la séquence ERC : Eviter, Réduire, Compenser.

Ainsi, une première mesure consisterait à définir une période d'intervention des travaux qui se situerait hors période de reproduction, de nidification, d'hibernation ou de floraison. Afin de concilier une perturbation minimale des espèces présentes et conditions hydrologiques (crues, zone inondable, sol meuble, ...), la période d'intervention des travaux la plus favorable serait en automne de mi-septembre à mi-novembre (Tableau 7), période choisie par le SMBVAR pour effectuer les travaux.

*Tableau 7 : Sensibilité des espèces vis-à-vis des périodes d'interventions, adapté de Nord Nature Chico Mendès et LPO & EPF NPdC, 2019*

Enjeux	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Amphibiens												
Reptiles												
Insectes												
Avifaune												
Chiroptères												
Flore												
Eaux												

Sensibilité faible

Sensibilité moyenne

Sensibilité forte

Déconseillé

En amont ou au début de la phase de chantier, des pêches de sauvegardes doivent être organisées en cas de présence d'individus sur le site (Amphibiens). Ils devront être relocalisés dans des zones humides ou habitats favorables situés à proximité de la zone de chantier mais non impactés par les travaux. Les habitats de type terriers devront être conservés et signalés.

Concernant la flore et les habitats favorables tels que les arbres têtards, les arbres morts, les arbres à cavité ou vieux individus, il faudra veiller à les préserver sur place et à les conserver pour la résilience de l'écosystème. Ainsi, chaque habitat devra être balisé et protégé (marquage direct, rubalise, piquet, clôture, ...) afin que ces habitats ne soient pas exposés aux engins de chantier et détruits ou détériorés par ensevelissement, écrasement ou erreur humaine.

## B) Retour réflexif sur les protocoles

### Protocole Plan d'eau

Le protocole de suivi avant et après travaux de plans d'eau réalisé pour le Syndicat sera surtout employé sur des plans d'eau de type mare/étang et sur cours d'eau car ils sont jugés plus impactants sur les régimes hydrauliques et pour les zones humides. Il pourra toutefois être utilisés sur d'autres types de cours d'eau du même calibre.

La construction d'un protocole plan d'eau optimal est un exercice complexe car il faut prendre en compte les contraintes techniques et financière de la structure porteuse. C'est à ce titre que certains paramètres du protocole ont été abandonnés (pédologie) ou modifiés (température, odonates). D'autres paramètres auraient également pu être pris en compte comme la pression de pratiques agricoles, la mesure du taux de nitrates, de phosphore ou d'oxygène dans l'eau. Cependant, ajouter ces paramètres à l'analyse à l'heure actuelle constituerait une charge de travail trop importante concernant l'application sur le terrain et son utilisation. En effet, les travaux engagés par le syndicat vont dans le sens du rétablissement de la continuité écologique. Le protocole plan d'eau a été construit de manière optimale pour rendre compte de l'évolution des milieux. Il n'a pas vocation à être le plus exhaustif possible et ne fait pas l'objet de suivi de travaux de construction d'infrastructures ... Toutefois, ce protocole pourra bien sûr, faire l'objet de modifications en ajoutant de nouveaux paramètres de suivis.

### Protocole Indicateur et espèces protégées

La méthode de suivi avant et après travaux est complète dans son ensemble. Elle permet de rendre compte de la qualité du milieu selon un nombre limités de paramètres qui apportent des connaissances différentes selon ce qui est observé (faune, flore, hydromorphologie, physicochimie, ...). Le temps de prospection terrain et le temps alloué au traitement des données est bien optimisé, sans qu'il n'y ait une surcharge de travail, mais cela nécessite une bonne organisation de son temps de travail.

L'étude de portion témoin en amont et en aval du secteur de restauration sur chaque cours d'eau est également très appréciable, cela permettra de rendre compte des effets de restauration ou non sur ces secteurs.

### Inventaires de suivi

L'inventaire de suivi présente toutefois des limites.

Tout d'abord il y a de nombreux paramètres qui s'appuient sur une caractérisation subjective de l'observateur. Elle peut non seulement fluctuer d'une année à l'autre selon l'observateur qui effectue le suivi (biais observateur) mais elle peut aussi varier selon le même observateur durant une même campagne de suivi. En effet, la caractérisation d'un paramètre par un même observateur peut être influencée suivant le moment où a été faite la prospection durant la campagne de suivi. A titre d'exemple, certains faciès d'écoulement ont pu être caractérisés de plats courants au début de la campagne alors qu'ils ne l'étaient peut-être pas, l'œil de l'observateur n'étant pas encore habitué aux faciès d'écoulement du secteur. Ainsi, des faciès d'écoulement qui auraient été classés comme plat courant au début de la prospection aurait dus/pus être classés comme plats lenticules s'ils avaient été prospectés plus en aval dans la campagne de suivi.

Concernant la charge de prospection terrain et le nombre de paramètres à retenir, elle est relativement importante. Cela peut conduire à une généralisation du paramètre en question en cas de forte fréquence d'observation.

Par ailleurs l'inventaire faunistique et floristique présente un grand biais de détection, suivant le temps alloué à chaque site pour la prospection, ce qui peut grandement influencer les résultats. A titre d'exemple, un site sur lequel la prospection aurait été effectuée plus longuement qu'un autre, aurait statistiquement permis à l'observateur de détecter une plus grande diversité d'espèces.

D'autre part, les résultats comprennent l'ensemble des individus observés sur chaque site, y compris ceux qui ont été observés hors prospection de recherche spécifique. Cela indique donc que certains individus ont été référencés à un instant t, la présence et la détection des individus étant aléatoire durant une journée, certaines espèces présentes sur les sites ont donc pu échapper à l'observation. De plus, la détection des espèces peut également être également biaisée par les conditions météorologiques qui peuvent drastiquement changer pendant une même journée. A titre d'exemple, les odonates sont beaucoup plus difficiles à détecter en cas de pluie ou le lendemain

d'une averse. Enfin, l'identification de certaines espèces floristiques ou faunistiques peut également constituer un biais par rapport à l'état des connaissances de l'observateur. Certaines espèces étant très proches et difficiles à démarquer les unes des autres, il y a pu avoir des confusions qui auraient eu directement une influence sur les résultats.

### C) Pistes d'améliorations

Des pistes d'améliorations peuvent être proposées sur le protocole de suivi.

Tout d'abord, afin de limiter l'influence du temps de prospection par site, on pourrait définir des temps d'observation calibrés pour la recherche des espèces faunistiques et floristiques, cela permettrait de pondérer les résultats par le temps de prospection.

Concernant le matériel alloué aux stagiaires, le SMBVAR ne dispose que d'une seule tablette de terrain. Or cette année, deux stagiaires ont eu besoin d'utiliser la tablette de terrain. La gestion du temps et des prospections terrain a donc dû être réorganisée afin de pouvoir effectuer les deux stages simultanément. En effet, c'est en partie une des raisons qui ont fait que la prospection terrain a été effectuée sur 4 mois alors qu'elle a duré en réalité 2 mois et demi. Toutefois, cela a permis de réaliser un prétraitement des données entre chaque cession de terrain. Je recommanderai toutefois au syndicat d'investir dans une deuxième tablette de terrain.

Enfin, concernant le protocole flore le relevé phytosociologique\* est très chronophage. En temps normal, le protocole préconise d'effectuer trois passages pour une campagne de terrain. Cependant cette année, un seul passage a été effectué pour le relevé phytosociologique de chaque site, compte tenu des conditions matérielles précédemment citées. Quelques relevés ont tout de même été réalisés deux fois cependant, il n'y avait pas de différences notables entre les deux relevés. Ainsi, une seule prospection terrain pourrait être effectuée pour les relevés phytosociologiques en préconisant une période printanière avancée afin d'observer la floraison des individus plus précoces et plus tardifs. En revanche la recherche des espèces protégées devra tout de même faire l'objet de recherche pendant 3 campagnes.

## Conclusion et Perspectives

Pour conclure, la restauration des milieux aquatiques est un domaine complexe pour lequel il est nécessaire de bien comprendre le fonctionnement et les enjeux. Cette restauration des milieux aquatiques se fait généralement par la réalisation de travaux hydromorphologiques. Néanmoins, avant toute action, il faut dresser un état initial qui servira d'état de référence et permettra de proposer des préconisations travaux adéquates. Cela peut être la protection d'espèces protégées, la gestion d'espèces exotiques envahissantes.

En définitive, l'objectif du stage effectué au sein du Syndicat Mixte des Basses Vallées Angevines et de la Romme était double.

Le premier objectif était de réaliser un état des lieux avant travaux sur des sites pour lesquels le Syndicat engagera des actions de restauration dans le cadre du CTEau 2021-2026. Pour ce faire, deux protocoles de suivis ont été réalisés suivant la recherche d'espèces protégées ou l'évaluation d'un état initial. A ce titre, des inventaires faunistiques et floristiques ont été réalisés sur les taxons suivants : Amphibiens, Reptiles, Odonates, Coléoptères, Lépidoptères, Mammifères terrestres et semi-aquatiques, Chiroptères et Avifaune. Des suivis morphologiques (faciès d'écoulement, granulométrie, colmatage, bande riveraine, sinuosité, profil en travers) et physico-chimiques (température de l'eau et de l'air, pH, conductimétrie, oxygène dissout, saturation en oxygène, hauteur du niveau d'eau) ont également été réalisés. Cela a permis de mettre en évidence des cours d'eau rectilignes, incisés et avec des faciès d'écoulement homogènes. L'état des lieux initial a également permis de qualifier la biodiversité des sites étudiés, notamment par l'observation d'espèces protégées telles que la Rosalie des Alpes, le Pélodyte ponctué, le Triton crêté ou la Platanthère à feuilles verdâtres.

Le deuxième objectif était de mettre en œuvre un protocole de suivi avant et après travaux de restauration sur petits plans d'eau. Pour ce faire, le protocole se base sur des indicateurs de suivis standardisés et facilement applicables. Les indicateurs de suivis sélectionnés permettent de rendre compte du fonctionnement global des plans d'eau étudiés ainsi que des écosystèmes qui en ressortent. Ils sont au nombre de cinq : température, piézométrie, amphibiens, odonates et flore. Le protocole a été adapté en fonction du territoire et des enjeux du syndicat.

Ce stage a été très enrichissant pour moi, il m'a permis d'acquérir de nouvelles compétences, notamment l'identification des odonates adultes ainsi que la création d'un Atlas avec l'outil adéquat du logiciel de cartographie. J'ai également pu me rendre compte des différentes dimensions de la gestion de projet lors des réunions mensuelles ou comités techniques et de pilotage. J'ai également pu m'exercer en quasi-totale autonomie, ce qui m'a permis d'affiner des compétences organisationnelles entre la gestion des prospections terrain, le traitement des données et la rédaction du protocole plan d'eau.

Enfin, les données rendues à l'issue de ce stage, permettront au syndicat de réaliser un bilan des effets des actions de restauration lors de suivis post-travaux. Le protocole plan d'eau réalisé lors de ce stage pourra par la suite être testé et utilisé sur d'autres plans d'eau. Il pourra faire l'objet de modifications en cas de besoin ou de progrès techniques.

## BIBLIOGRAPHIE

- Actu-Environnement. (2019). *L'actualité de l'Environnement*. Actu-Environnement; Actu-environnement. <https://www.actu-environnement.com/>
- Agence Française de la Biodiversité. (2018). *Le retour du cours d'eau dans son talweg*.
- Anquetil, H. (2018). *Les plans d'eau: Quels impacts sur la ressource en eau et les milieux? Comment les réduire ?* 20.
- Anquetil, H. (2022). Quels impacts des plans d'eau sur la ressource en eau et les milieux naturels ? . . *Définition*, 85.
- Aquaportail. (2022). *Aquaportail—Dictionnaire*. AquaPortail. <https://www.aquaportail.com/definition-4503-enrochement.html>
- Barrioz, M., & Miaud, C. (2020). *Protocoles de suivi des populations d'amphibiens de France, 'POPAmphibien Communauté'*. Société Herpétologique de France.
- Bassin versant de la Sèvre nantaise. (2022). *La Sèvre Nantaise et ses affluents*. <https://www.sevre-nantaise.com/lexique/arbre-tetard>
- Besnard, A., & Salles, J.-M. (2010). *Suivi scientifique d'espèces animales—Aspects méthodologiques essentiels pour l'élaboration de protocoles de suivis*.
- Biodiversité positive. (2022). *Espèce parapluie*. <http://www.biodiversite-positive.fr/lexique/espece-parapluie/>
- Biotec, & Malavoï, J. R. (2007). *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau*. Agence de l'eau Seine-Normandie.
- Bird, R. J., Paterson, E., Downie, J. R., & Mable, B. K. (2018). Linking water quality with amphibian breeding and development: A case study comparing natural ponds and Sustainable Drainage Systems (SuDS) in East Kilbride, Scotland. *The Glasgow Naturalist*, 27(Supplement), 49–66. <https://doi.org/10.37208/tgn27s09>
- Bogardi, J. J., Dudgeon, D., Lawford, R., Flinkerbusch, E., Meyn, A., Pahl-Wostl, C., Vielhauer, K., & Vörösmarty, C. (2012). Water security for a planet under pressure: Interconnected challenges of a changing world call for sustainable solutions. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4(1), 35–43. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2011.12.002>
- Caballero-Díaz, C., Sánchez-Montes, G., Butler, H. M., Vredenburg, V. T., & Martínez-Solano, Í. (2020). The Role of Artificial Breeding Sites in Amphibian Conservation: A Case Study in Rural Areas in Central Spain. *Herpetological Conservation and Biology*, 18.
- Chevalier, G. (2016). *Peut-on utiliser les odonates comme bio-indicateur ?* PolytechTours.
- Collectif LigéO. (2021). *La Boîte à outil de suivi des milieux humides LigéO* (Version 1; p. 173).
- Collectif RhoméO. (2014). *La Boîte à outils de suivi des zones humides*.
- Conservatoire d'espaces naturels des Pays de la Loire. (2022). *Biodiv/Pays de la Loire*. <https://biodiv-paysdelaloire.fr/>
- Dictionnaire Environnement. (2022). *Dictionnaire environnement*. <https://www.dictionnaire-environnement.com/>
- Donadieu, P. (2022). *Les références en écologie de la restauration*. 12.
- Douville, C., Zambettakis, C., François, R., Dardillac, A., Gourvil, J., Filoche, S., & Millet, J. (2017). *Livret d'accompagnement des deux recueils de fiches « flore » et « végétations » caractéristiques des zones humides du bassin Seine-Normandie*. 98.
- Dufour, S. (2018). *Restauration de la nature et état de référence: Qui décide au juste des objectifs, et comment? 7*.
- EauFRANCE. (2022). *Les lacs, étangs et autres plans d'eau*. Eaufrance. <https://www.eaufrance.fr/les-lacs-etangs-et-autres-plans-deau>
- Forum des Marais Atlantiques. (2015). *Mallette d'indicateurs de travaux et de suivis en zone humides* (p. 189). Agence de l'eau Loire-Bretagne et Conseil régional des Pays de la Loire.
- France Nature Environnement. (2010). *Morphologie des cours d'eau*. [https://www.gesteau.fr/sites/default/files/guide\\_morpho\\_bd.pdf](https://www.gesteau.fr/sites/default/files/guide_morpho_bd.pdf)



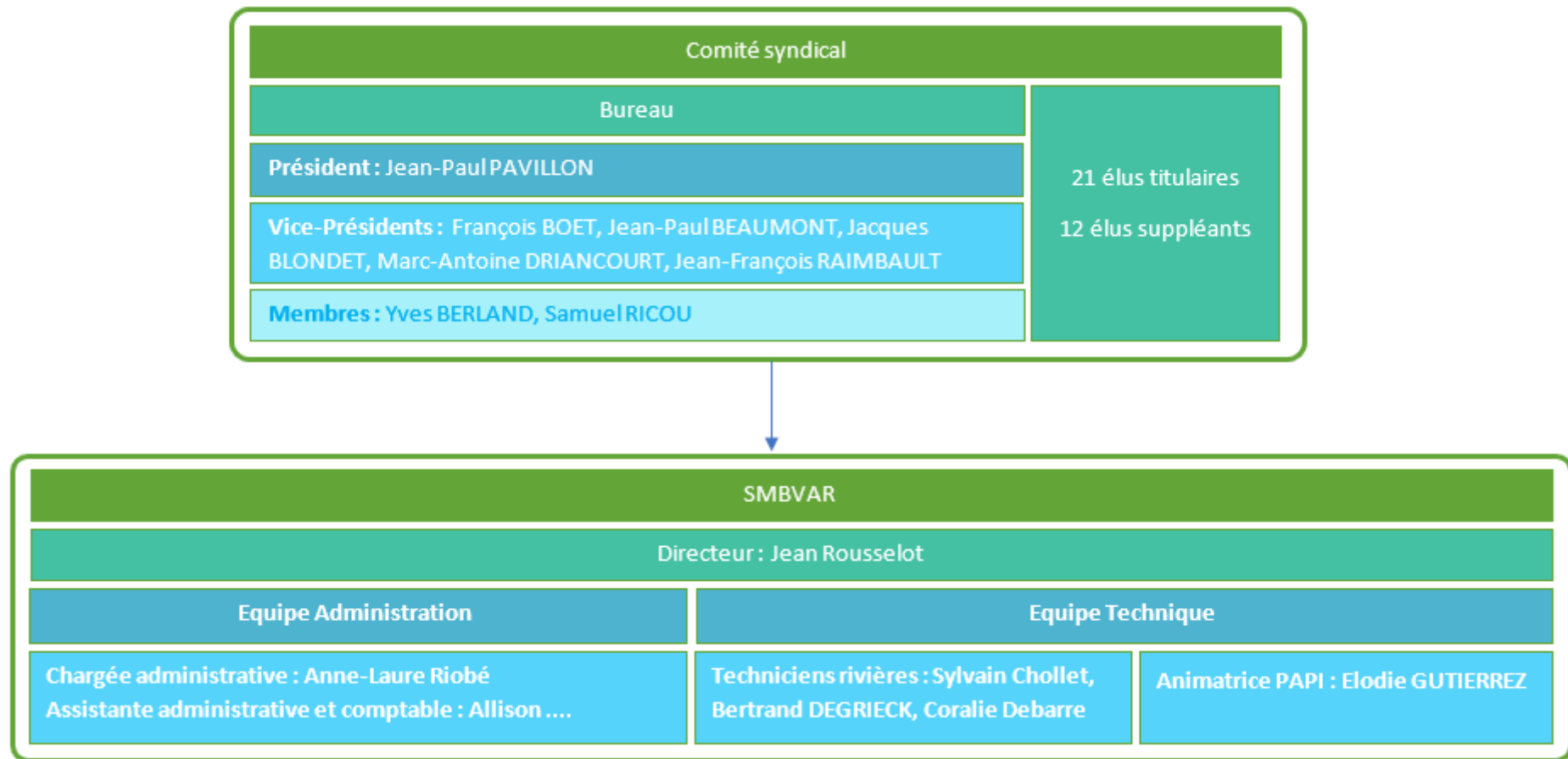
- Gabriel, G. (2005). *Inventaire des plans d'eau—Territoire du SAGE du bassin de la rivière Vendée—Mise en place d'une méthodologie & Création d'un outil d'aide à la décision* (p. 102).
- Glossaire eau. (2022). *Glossaire eau, milieux marins et biodiversité*. <https://glossaire.eauetbiodiversite.fr/concept/annexe-hydraulique>
- Golfieri, B., Hardersen, S., Maiolini, B., & Surian, N. (2016). Odonates as indicators of the ecological integrity of the river corridor: Development and application of the Odonate River Index (ORI) in northern Italy. *Ecological Indicators*, 61, 234–247. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.09.022>
- Houard, X., Jaulin, S., Dupont, P., & Merlet, F. (2012). *Définition des listes d'insectes pour la cohérence nationale de la TVB Odonates, Orthoptères et Rhopalocères*.
- Infoclimat. (2022). *Angers-Beaucouzé (Maine-et-Loire—France) | Relevés météo en temps réel—Infoclimat*. <https://www.infoclimat.fr/observations-meteo/temps-reel/angers-beaucouze/07230.html>
- Lacroix, P. (2008). *Déclinaison en Pays de la Loire de la liste des plantes indicatrices de zones humides inscrites à l'arrêté interministériel du 24 juin 2008*. 51.
- Larousse Éditions. (2022). *Dictionnaire de français Larousse*. <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/dulcicole/26956>
- LegiFrance. (2010). *Article L211-1—Code de l'environnement*. [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000006832982/2007-10-16](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000006832982/2007-10-16)
- Article L211-7, Code de l'Environnement (2022). [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000041411598/](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000041411598/)
- LOI n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau, 92-3 (1992).
- Maillet, G., Le Cabec, T., & Bonnet-Rageade, C. (2017). *Protocole IECMA - Indicateur d'Etat de Conservation des Mares à Amphibiens*.
- Ministère de l'Ecologie, du développement Durable, des Transports et du Logement. (2011). *Plan national d'actions en faveur du sonneur à ventre jaune (Bombina variegata) 2011-2015*.
- Morandi, B., & Piégay, H. (2017). *Restauration de cours d'eau en France: Comment les définitions et les pratiques ont-elles évolué dans le temps et dans l'espace, quelles pistes d'action pour le futur ?* 27, 14.
- Morandi, B., Piégay, H., & Vivier, A. (2018). *Restauration de cours d'eau en France: Comment les définitions et les pratiques ont-elles évolué dans le temps et dans l'espace, quelles pistes d'action pour le futur ?* 4.
- Morel, J. (2007). *Les ressources en eau sur Terre: Origine, utilisation et perspectives dans le contexte du changement climatique – un tour d'horizon de la littérature* (p. 30). <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00134979/document>
- Nicolas, V., Chocat, B., Loudière, D., Dupont, P., Le Fur, S., Rey, F., Moussard, S., Babut, E., Pagotto, C., Oppeneau, E., Costes, C., Bouteloup, C., Goetchebeur, P., Jourdan, S., Cherier, G., Mesquita, J., Angibault, D., Paillard, C., Saulais, M., ... Vendeuvre, I. (2013). *Ingénierie écologique appliquée aux milieux aquatiques—Pourquoi? Comment ?* (p. 357) [Ouvrage collectif]. ASTEE.
- Nord Nature Chico Mendès et LPO, & EPF NPdC. (2019). *Biodiversité & chantiers—Comment concilier nature et chantiers urbains*. EGF.BTP, Paris.
- SANDRE. (2005). *Description des plans d'eau* [Text]. <https://www.sandre.eaufrance.fr/definition/PLA/2005-1/TypePla>
- Sewell, D., & Griffiths, R. (2009). Can a Single Amphibian Species Be a Good Biodiversity Indicator? *Diversity*, 1(2), 102–117. <https://doi.org/10.3390/d1020102>
- SMBVAR. (2021). *Commission Mayenne*. [https://www.smbvar.fr/wp-content/uploads/2021/02/2021\\_02\\_12\\_PPT\\_Commission\\_Mayenne.pdf](https://www.smbvar.fr/wp-content/uploads/2021/02/2021_02_12_PPT_Commission_Mayenne.pdf)
- SMBVAR. (2022). *Accueil Syndicat Mixte des Basses Vallées Angevines et de la Romme*. SMBVAR. <https://www.smbvar.fr/>
- Syndicat d'Aménagement de la Vallée de l'Indre. (2015). *Fiche technique 5: 'Effacement de plan d'eau sur cours'*.
- Syndicat des Trois Rivières. (2018). *CTMA Guirande Courance Mignon 2016-2021—Dossier de Déclaration d'Intérêt Général et Dossier de demande d'autorisation environnementale—Note complémentaire (Ref. 79-2018-00065)*.
- Syndicat Mixte du Bassin Versant de la Têt. (2022). *Restaurer le transport solide*. <https://www.bassinset.fr/gerer-nos-milieux/restaurer-le-transport-solide>
- United States Environmental Protection Agency. (2002). *Methods for Evaluating Wetland Condition: Using Amphibians in Bioassessments of Wetlands*. 48.
- Williams, P., Biggs, J., Stoate, C., Szczer, J., Brown, C., & Bonney, S. (2020). Nature based measures increase freshwater biodiversity in agricultural catchments. *Biological Conservation*, 244, 108515. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108515>
- WWF. (2020). *Living Planet Report—2020: Bending the curve of biodiversity loss* (WWF, Gland, Suisse). Almond, R.E.A., Grooten M. and Petersen, T. (EDs).

## Table des annexes

<b>ANNEXE 1 : ORGANIGRAMME DU SMBVAR .....</b>	<b>II</b>
<b>ANNEXE 2 : NOTE DE SYNTHÈSE DE LA RECHERCHE D'AGRION DE MERCURE.....</b>	<b>III</b>
<b>ANNEXE 3 : NOTES DE SYNTHÈSE POUR LA DDT PAR BASSIN VERSANT .....</b>	<b>XII</b>
<b>ANNEXE 4 : PROTOCOLE DE SUIVI AVANT ET APRES TRAVAUX DE PLANS D'EAU.....</b>	<b>LXVIII</b>
<b>ANNEXE 5 : PROTOCOLE DE SUIVI AVANT ET APRES TRAVAUX DE PLANS D'EAU : PEDOLOGIE.....</b>	<b>LXVIII</b>
<b>ANNEXE 6 : PROTOCOLE DE SUIVI AVANT ET APRES TRAVAUX DE COURS D'EAU : PROTOCOLE INDICATEUR .....</b>	<b>CLXV</b>
<b>ANNEXE 7 : PROTOCOLE DE SUIVI AVANT ET APRES TRAVAUX DE COURS D'EAU : PROTOCOLE ESPECES PROTEGEES....</b>	<b>CXCII</b>
<b>ANNEXE 8 : LISTE ET EXEMPLE DE RESULTATS ATTENANTS A CE STAGE .....</b>	<b>CCVI</b>



## ANNEXE 1 : ORGANIGRAMME DU SMBVAR



## ANNEXE 2 : NOTE DE SYNTHÈSE DE LA RECHERCHE D'AGRION DE MERCURE



**SMBVAR**

GESTION DES MILIEUX AQUATIQUES  
ET PRÉVENTION DES INONDATIONS

RECONNU EPAGE

---

83, rue du Mail - BP 80011  
49020 ANGERS Cedex 02

**SUIVI APRES TRAVAUX SUR COURS D'EAU**

**INVENTAIRE DE PRESENCE D'ESPECES  
PROTEGEES**

**RUISSEAU DE MARCE**

## TABLE DES MATIERES

OBJECTIF DE L’ACTION .....	1
CARACTERISTIQUE DE L’ESPECE .....	1
CONTEXTE GENERAL DE LA MISSION .....	1
LOCALISATION DU SECTEUR D’ETUDE .....	2
COMPARAISON AVANT ET APRES TRAVAUX .....	4
RECHERCHE DE L’AGRION DE MERCURE.....	4
CONCLUSIONS .....	6
SOURCES.....	6

### Objectif de l'action

**Recherche spécifique de l'Agrion de mercure (*Coenagrion mercuriale*) à l'année N+1 après travaux, initialement présent sur le site avant travaux**

### Caractéristique de l'espèce



Agrion de Mercure mâle,  
Photo : Anaëlle Goubi, 23/06/2022

#### Taille :

Abdomen mâle : 19-27 mm ; abdomen femelle : 21-27 mm

#### Description :

Le mâle : Demoiselle au corps bleu et noir, dessin caractéristique en forme de tête de taureau sur le deuxième segment, les cercoïdes sont plus longs que les cerques.

La femelle : Demoiselle au corps verdâtre, avec la face dorsale de l'abdomen noir. Bord du prothorax subrectiligne avec un petit lobe médian.

**Période d'observation :** Mai à septembre

#### Habitat :

Cette espèce affectionne les eaux courantes, bien oxygénées et claires avec une végétation hygrophile et aquatique abondante (INPN). Elle est retrouvée typiquement dans les petites rivières ou les ruisseaux. La ponte est effectuée sur de la végétation immergée (INPN). L'espèce est globalement bien distribuée en France, mais est en régression (Boudot et al., 2019). Cet agrion est

sensible à l'assèchement et à l'ombrage.

#### Statut :

Espèce protégée et déterminante ZNIEFF ; Liste rouge mondiale et européenne des espèces menacées (NT), Liste rouge des odonates de France métropolitaine (LC), Liste rouge régionale des odonates des Pays de la Loire (NT)

### Contexte général de la mission

La restauration morphologique du ruisseau de Marcé à Marcé et Seiches-sur-le-Loir réalisée par le Syndicat Mixte des Basses Vallées Angevines et de la Romme intervient dans le cadre de l'objectif d'atteinte du bon état écologique des masses d'eau de la Directive Cadre sur l'Eau et de sa compétence de Gestion des Milieux Aquatiques.

Initialement, le ruisseau de Marcé présentait de fortes actions anthropiques : rectification et recalibrage, il possédait donc un lit très encaissé et rectiligne et était situé hors de son talweg sur certains secteurs (Setec Hydratec, 2021). En conséquence, le cours d'eau ne présentait qu'une faible diversité d'écoulements et d'habitats, avec un état écologique et morphologique dégradé.

L'objectif principal des travaux était donc de retrouver un bon état écologique du cours d'eau, notamment par une action de restauration morphologique qui permettrait l'amélioration des conditions d'écoulement et la diversification des habitats et donc de la faune aquatique, et en particulier l'Agrion de mercure.

Pour ce faire, le Syndicat a engagé Setec Hydratec en 2021 pour répondre à ces besoins. Ainsi, la restauration du cours d'eau comprenait :

- La restauration morphologique du cours d'eau sur un linéaire de 2200 m entre la route départementale n°109 (RD 109) à Marcé et la route départementale n° 766 à Seiches-sur-Loir
- La réfection de deux ouvrages transversaux situés aux lieux-dits de Pont Herbaux et Grand Chaussé.

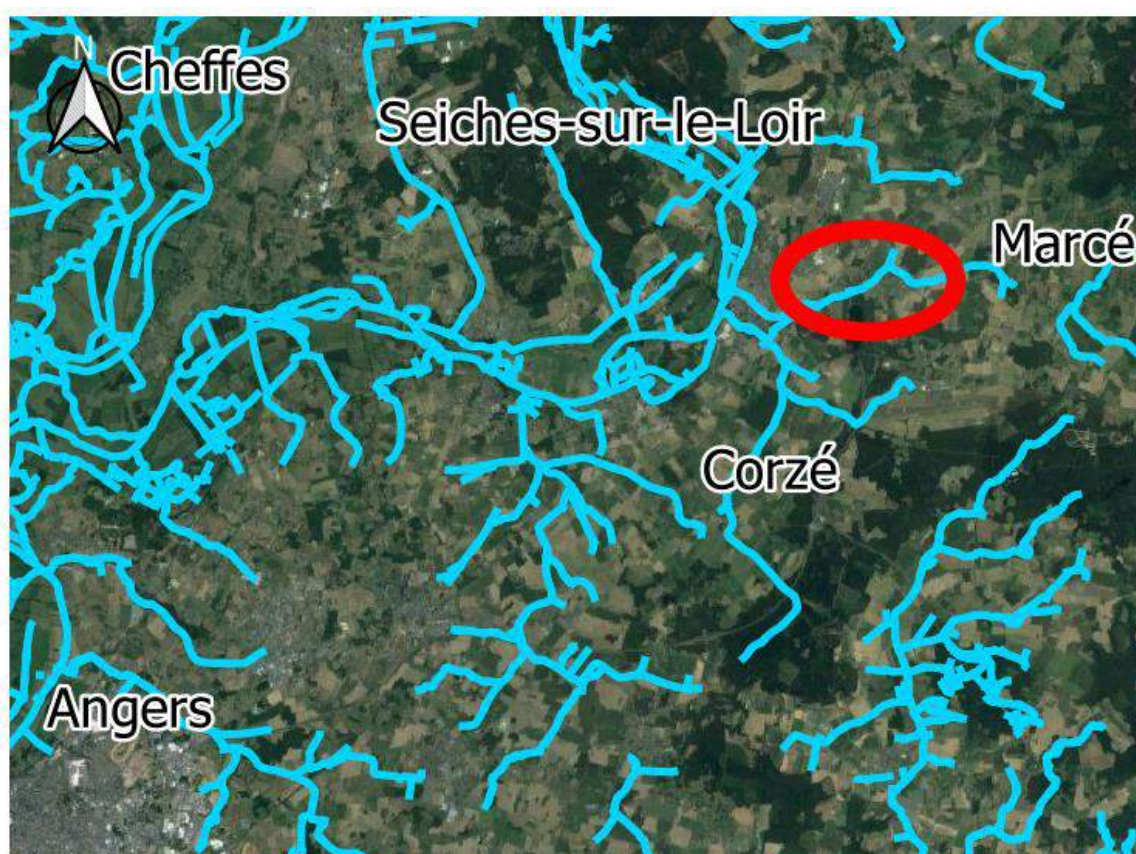
Sur le linéaire en amont de l'autoroute A11, les substrats et faciès d'écoulement du cours d'eau ont été diversifiés grâce à une recharge granulométrique dans son cours naturel.

Sur le linéaire en aval de l'autoroute A11, le cours d'eau a été déplacé et remis dans son talweg d'origine par des actions de reméandrage et recalibrage. Cela a permis de diversifier les habitats et les écoulements. Un passage à gué a été créé afin de remplacer des ouvrages de franchissements agricoles et des ouvrages de franchissement transversaux ont été remplacés.

### Localisation du secteur d'étude


L'action de restauration du cours d'eau a été effectuée dans le Maine-et-Loire (49), sur les communes de Marcé et Seiches-sur-Loir.

#### Localisation générale



— Cours d'eau

0 1 2 3 4 km



Source : SMBVAR

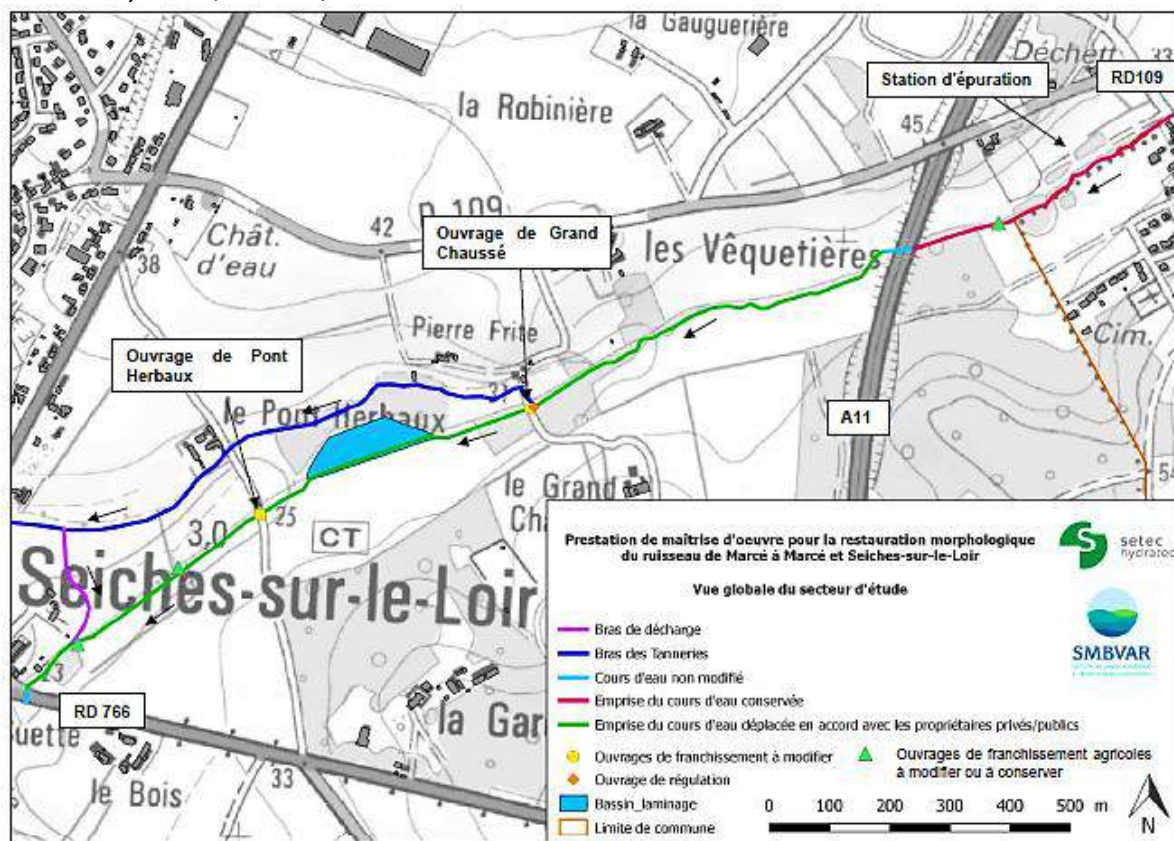
Auteur : A. Goubi, 28/06/2022

Outil : QGIS 3.4.6.



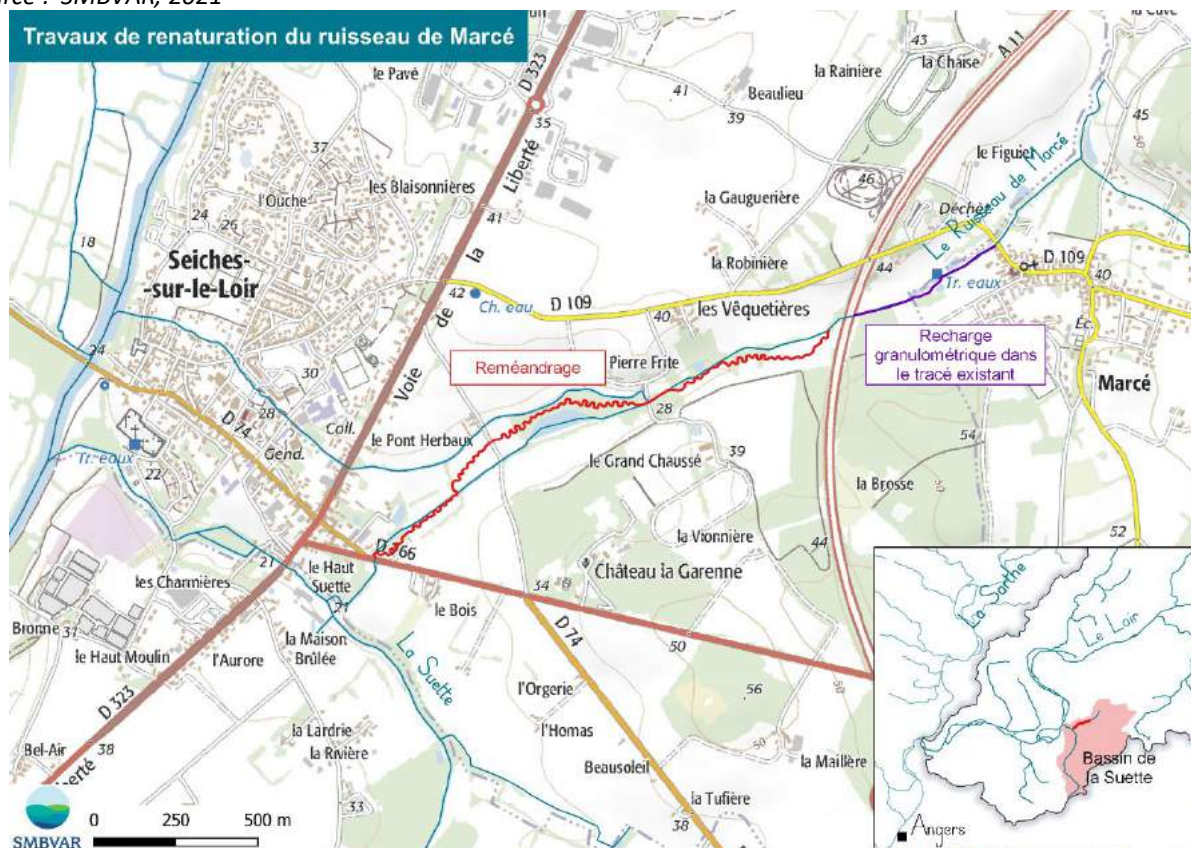
## Etat initial

Source : Setec hydratec ; SMBVAR, 2021



## Etat après travaux :

Source : SMBVAR, 2021



### Comparaison avant et après travaux

La photo ci-dessous permet de comparer l'ancien tracé du cours d'eau avec le nouveau tracé

**Tracé du cours d'eau 25/05/2022 :**

Source : SMBVAR, 2022



Ancien tracé

Nouveau tracé

### Recherche de l'Agrion de mercure

La recherche de l'Agrion de mercure sur le site a été effectuée avant travaux en 2020, par Nathan Lavaux et en deux passages. Le premier étant partagé entre le 18/05/2020 et le 19/05/2020 et l'autre le 20/07/2020.

Lors du premier passage du 18/05/2020, la prospection a été effectuée de 14h à 16h, pour une température située entre 20-25°C, et une couverture nuageuse nulle. Le premier passage du 19/05/2020 a été effectué entre 13h30 et 15h30, pour une température située entre 20-25°C et une couverture nuageuse nulle. Le deuxième passage du 20/07/2020 a été effectué de 11h00 à 15h50, pour une température située entre 22-25 °C et une couverture nuageuse nulle.

Après travaux, la recherche de l'Agrion de mercure a été effectuée en 2022, par Anaëlle Goubi, en deux passages. Le premier étant partagé entre le 01/06/2022 pour la partie en aval de l'autoroute et entre le 23/06/2022 pour la partie en amont de l'autoroute. Le deuxième passage après travaux a eu lieu le 18/07/2022.

Concernant le premier passage le 01/06/2022, celui-ci a été effectué entre 14h30 et 16h30, pour une température moyenne de 25°C et une couverture nuageuse nulle. Le premier passage du 23/06/2022, a été effectué entre 14h30 et 16h, pour une température moyenne de 26°C et une couverture nuageuse de 50%. Concernant le deuxième passage du 18/07/2022, celui-ci a été effectué entre 14h00 et 16h00, la température moyenne était de 40°C, en période de canicule.

Ci-dessous, une cartographie représentant la localisation de l'agrion de mercure avant et après travaux.





- Agrion de mercure avant travaux en 2020 (N-1)
- Agrion de mercure après travaux en 2022 (N+1), premier passage
- Agrion de mercure après travaux en 2022 (N+1), deuxième passage
- Cours d'eau

Source : SMBVAR  
Auteur : A. Goubi  
Date : 25/07/2022  
Outil : QGIS 3.4.6

Le tableau suivant résume les relevés d'agrions de mercure qui ont été effectués avant et après travaux :

	Avant travaux		Après travaux	
	Passage 1	Passage 2	Passage 1	Passage 2
<b>Zone 1</b>	60	60	3	7
<b>Zone 2</b>	40	10	0	1
<b>Zone 3</b>	30	0	7	6
<b>Zone 4</b>	20	0	2	4
<b>Total passage 1</b>	150		12	
<b>Total passage 2</b>	70		18	
<b>Total global</b>	220		30	

Ainsi, avant les travaux, l'Agrion de mercure est très présent sur le site avec un total de 150 Agrions au premier passage et 70 au second. Après les travaux, l'Agrion de mercure semble nettement moins présent avec 12 agrions identifiés sur site au premier passage et 18 au second. Cela implique une baisse de 92 % de l'observation de la population initialement présente au premier passage contre 74% au deuxième passage.

### Conclusions

La diminution de l'observation d'Agrion de mercure peut être expliquée par diverses raisons.

Tout d'abord, bien que les travaux aient été effectués par tronçons et en alternance, avec des zones de refuge pour permettre de réduire l'impact sur l'Agrion de mercure, la résilience de la population et sa capacité à s'adapter face au changement d'environnement a pu perturber le développement de la population. Ainsi, en dépit des mesures effectuées par le SMBVAR pour la conservation de l'Agrion de mercure lors de la réalisation des travaux de restauration, une baisse de la population de ce dernier est observée pour l'instant. Cependant, la restauration ayant pour principal but d'améliorer les habitats et la diversité des écoulements, il se pourrait que dans quelques années la population d'agrions se développe.

La deuxième raison qui pourrait expliquer ce décalage est la temporalité des recherches de l'agrion de mercure. En effet, le premier passage de suivi avant travaux a été effectué en mai 2020 tandis que celui après travaux a été effectué en juin. Cette différence de temporalité pourrait ainsi influencer sur le nombre d'agrion visibles. A titre d'exemple, le second passage de juillet 2022 a été effectué à une température très élevée (40°C), et à cette température l'activité des odonates pourrait être diminuée ce qui ne facilite pas leur observation (SFO & MNHN, 2011).

Enfin, le fait que les relevés aient été effectués par deux opérateurs différents pourrait constituer un biais.

### Sources

Boudot J.-P., Doucet G., Grand D., (2019). *Cahier d'identification des Libellules de France, Belgique, Luxembourg et Suisse* – Deuxième édition. Biotope, Mèze, (collection Cahier d'identification), 152 p.

Inventaire National du Patrimoine Naturel (2022). Agrion de mercure. [en ligne] consulté le 25/07/2022 sur : [https://inpn.mnhn.fr/espece/cd\\_nom/65133](https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/65133)

Setec Hydratec, Syndicat Mixte des Basses Vallées Angevines et de la Romme (2021). *Prestation de maîtrise d'œuvre pour la restauration morphologique du ruisseau de Marcé à Marcé et Seiches-sus-le-Loir. – Extrait du rapport de la phase Avant.*

Société Française d'Odonatologie, Muséum National d'Histoire Naturelle (2011). *Suivi temporel des Libellules STELI*. Cadre du Plan National d'Action en faveur des Odonates et du programme Vigie-Nature, 5 p.

**ANNEXE 3 : NOTES DE SYNTHESE POUR LA DDT PAR BASSIN VERSANT**



**SMBVAR**

GESTION DES MILIEUX AQUATIQUES  
ET PRÉVENTION DES INONDATIONS

RECONNU EPAGE

---

83, rue du Mail - BP 80011  
49020 ANGERS Cedex 02

# **NOTE PREALABLE A LA REALISATION DE TRAVAUX SUR COURS D'EAU**

## **INVENTAIRE DE PRESENCE D'ESPECES PROTEGEES ET MESURES DE PROTECTION POUR**

**HAUT DE GREE AVAL ET AMONT (BV DE LA  
BACONNE)  
VERNAY (BV DE LA BACONNE)**



## Table des matières

1	Identité du demandeur .....	3
2	Objet de la note .....	3
3	Méthodologie d'inventaire.....	4
4	Résultats et mesures de prises en compte.....	4
4.1	Flore.....	5
4.2	Odonates .....	5
4.3	Lépidoptères .....	5
4.4	Coléoptères.....	5
4.5	Chiroptères .....	5
4.6	Amphibiens .....	6
4.7	Reptiles .....	6
4.8	Oiseaux .....	6
4.9	Mammifères semi-aquatiques et terrestres .....	7
4.10	Synthèse .....	7

## 1 Identité du demandeur

La présente note complémentaire à la réalisation de travaux est établie par le  
Syndicat Mixte des Basses Vallées Angevines et de la Romme  
83, rue du Mail – BP 80011  
49020 ANGERS cedex 2

Représenté par Monsieur le Président, Jean-Paul PAVILLON

Numéro de SIRET : 200 080 828 00011

Le syndicat mixte des basses vallées angevines et de la Romme (SMBVAR) a été créé en avril 2018 pour assurer la préservation et la restauration du bon état écologique des cours d'eau et des milieux aquatiques non domaniaux, ainsi que la prévention des inondations sur le périmètre du bassin de la Maine, des confluences des basses vallées angevines, et du bassin de la Romme.

Personne référente :

Sylvain CHOLLET, technicien de rivière secteur Sarthe rive droite/Mayenne

Téléphone : 02 41 05 45 04 – E-mail : [sylvain.chollet@smbavr.fr](mailto:sylvain.chollet@smbavr.fr)

## 2 Objet de la note

La présente note retranscrit les résultats d'inventaire de présence d'espèces protégées réalisé en 2022 sur 2 sites du territoire du SMBVAR concernés par des travaux de restauration des milieux aquatiques en 2023.

Les sites se situent sur le bassin versant de la Baconne.

La note présente la méthodologie d'inventaire utilisée, les résultats puis les mesures d'évitements qui seront prises en phase chantier pour chaque site.

La description des travaux programmés sur chaque site sont décrit dans la notice préalable à la réalisation de travaux sur cours d'eau lié au présent document.

### 3 Méthodologie d'inventaire

Les espèces sont recherchées à la fois sur les secteurs concernés par les travaux d'aménagement (linéaires, plans d'eau...), mais également au niveau des zones potentielles de circulation des engins (chemins d'accès, bande riveraine). L'objectif est de détecter la présence d'espèces protégées, et non de recenser toutes les espèces présentes sur le secteur et les alentours concernés par les travaux.

Les espèces sont d'abord ciblées en fonction des secteurs grâce à la bibliographie et aux bases de données. Toutefois, en raison d'un manque de données/de connaissances dans certains secteurs, les espèces sont de nouveau ciblées après un passage sur site permettant ainsi de se faire une idée des habitats présents et des espèces qui y sont associées mais également des enjeux pour tel ou tel taxon. Ainsi, la liste d'espèces à rechercher n'est pas fixe mais variable d'une année à l'autre en fonction des secteurs étudiés et des habitats présents.

Quel que soit le groupe taxonomique étudié, plusieurs passages sont réalisés par site. En fonction du groupe étudié et des méthodes de prospections, les passages peuvent correspondre à des sessions de prospections dédiées à la recherche de telle espèce (ex les odonates) ou à des observations relevées lors d'un passage sur site (ex l'avifaune) ayant une autre finalité (ex mesure physico-chimique). En cas de contact avec une espèce, celle-ci est géolocalisée, et si besoin photographiée pour validation.

**Le protocole de recherche d'espèces protégées est fourni en annexe 1.**

### 4 Résultats et mesures de prises en compte

Le tableau ci-dessous synthétise les périodes favorables et défavorables par taxons pour effectuer des interventions. La période la plus favorable pour réaliser les travaux est l'automne puisqu'elle correspond à une période de basses eaux (facilitant les travaux) et qu'elle exclut les périodes de reproduction et d'hibernation de la majorité des taxons étudiés. Les chantiers seront réalisés à l'automne 2023 (septembre-novembre).

Tableau I : Récapitulatif des périodes favorables et défavorables d'interventions pour les taxons recherchés (Source : Leray et al., 2016 ; Dupont et Brault, 2020)

	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Insectes												
Amphibiens/Reptiles												
Avifaune												
Chiroptères												
Mammifères												
Flore												

Légende : Vert : périodes favorables aux interventions ; Rouge : périodes défavorables aux interventions

Les paragraphes ci-dessous listent, par taxon, les enjeux et les grandes préconisations d'évitements à prendre.

#### 4.1 Flore

Aucune espèce recherchée n'a été trouvée sur le site Haut de Grée aval et amont.

Les prospections ont permis de trouver sur le site de Vernay en sous étage d'une peupleraie (au niveau de l'affluent de la Baconne) *Epipactis helleborine* (Epipactis à larges feuilles).

Les préconisations à prendre pour les espèces floristiques, consiste à réaliser les travaux hors de la période de floraison des espèces présentes sur site et/ou sur les chemins d'accès (Brault, 2020 ; Dupont et Brault, 2020).

#### 4.2 Odonates

Aucune espèce recherchée n'a été trouvée sur le site Haut de Grée aval et amont

Un cœur copulatoire d'Agrion de Mercure a été repéré sur Vernay. Toutefois, l'identification reste incertaine. Le syndicat dispose de photographies de ce couple. Toutefois, l'agrion de Mercure ne semble pas menacé par les travaux programmés. En phase chantier, le secteur sera mis en défens afin de s'assurer qu'aucun engin ne s'y déplace. Les travaux vont apporter un substrat caillouteux favorable à l'installation d'une végétation aquatique. C'est autant d'éléments favorables à l'installation de l'Agrion de Mercure.

#### 4.3 Lépidoptères

Le cuivré des marais n'a été trouvé sur aucun des 2 sites.

#### 4.4 Coléoptères

Le site de Haut de Grée ne semble pas présenter d'habitats favorables pour les coléoptères (vieux individus, arbres à cavité, arbre têtard).

Le site de Vernay comporte de nombreux habitats favorables aux coléoptères. La présence de vieux arbres (Frênes, chênes notamment) est confirmée (76 individus). Un individu adulte de *Rosalia alpina* (Rosalie des Alpes), a été retrouvé en aval du site, le long d'un chemin pédestre.

Pour les coléoptères et en particulier la Rosalie des Alpes, tous les vieux arbres et arbres à cavité inventoriés seront maintenus et mis en défens lors des chantiers. Lors des travaux, il convient donc de mettre en défens ces arbres grâce à leur géolocalisation afin d'éviter de les abattre (Leray *et al.*, 2016).

L'entretien prévu sur ces sujets participe à leur pérennité et à leur état de conservation.

De plus, si l'opportunité est donnée, de nouveaux arbres têtards seront créés lors du traitement de la végétation préparatoire au chantier afin de renouveler l'habitat des insectes.

#### 4.5 Chiroptères

La présence de vieux arbres (Frênes, chênes notamment) est confirmée sur Vernay (76 sujets) et aucun sur Haut de Grée aval et amont. Les ouvrages en présence ne sont pas favorables (pont sur Haut de Grée bétonné et sans cavités.)

Pour les chiroptères, tous les arbres morts, sénescents ou à cavité seront maintenus et mis en défens lors des chantiers. Lors des travaux, il convient donc de mettre en défens ces arbres grâce à leur géolocalisation afin d'éviter de les abattre (Leray *et al.*, 2016). L'entretien prévu sur ces sujets participe à leur pérennité et à leur état de conservation. De plus, les travaux sont réalisés en octobre, hors période de reproduction et d'hibernation.

#### 4.6 Amphibiens

Haut de Grée aval et amont : une grenouille verte (*Pelophylax sp.*)

Vernay : 24 Grenouilles vertes (*Pelophylax sp.*), 19 Crapauds épineux (*Bufo spinosus*), 5 Grenouilles agiles (*Rana dalmatina*), et 8 Rainettes arboricoles (*Hyla arborea*).

Veille sur la présence d'amphibiens lors des opérations de reprofilages et de reconstitution du matelas alluvial (Haut de Grée aval et amont et Vernay).

De manière générale pour les amphibiens, la préconisation est de réaliser les travaux en dehors des périodes de reproduction. Ainsi, les travaux auront lieu d'octobre à novembre.

#### 4.7 Reptiles

Haut de Grée aval et amont : Aucune espèce recherchée n'a été trouvée

Vernay : Un lézard vert occidental a été observé sur la partie amont.

Aucun habitat potentiel pour les reptiles n'a été observé.

Pour ce qui est des reptiles, leur capacité de déplacement laisse sous-entendre que des destructions directes sont peu probables (Leray *et al.*, 2016). Si les travaux débutent en septembre, il faudra vérifier que les habitats potentiels recensés lors de l'état initial ne présentent pas d'œufs étant donné que certaines espèces de reptiles se reproduisent tardivement (Leray *et al.*, 2016).

Les travaux devront tout de même avoir lieu en dehors de la période d'activité des reptiles, qui est de mars-avril à septembre. Par ailleurs, il est possible de créer des habitats potentiels pour ce taxon. Pour cela, il faut créer des tas de pierres et de bois constitués de bloc et de branches de différents diamètres dans des secteurs ensoleillés.

#### 4.8 Oiseaux

Le site de Haut de Grée est présent à proximité d'une zone urbaine et comprend une ripisylve parsemée et un milieu forestier. Le site de Vernay est situé dans un milieu naturel, avec diverses essences d'arbres, un milieu forestier. En revanche, la ripisylve est quasi-inexistante sur ce site.

Un pic noir (*Dryocopus martius*) et deux chardonnerets élégants (*Carduelis carduelis*) ont été observés sur le site de Vernay. De plus, la présence du pic noir est fortement marquée par la présence de cavités sur de nombreux arbres, en rive gauche de Vernay. Lors des travaux, il convient donc de mettre en défens ces arbres grâce à leur géolocalisation afin d'éviter de les abattre (Leray *et al.*, 2016).

La capacité de déplacement et de fuite des oiseaux laisse penser qu'il y a très peu de risque que les travaux provoquent de la destruction directe d'individus adultes. Afin de ne pas détruire des nids, des couvées ou encore des habitats, il convient de réaliser les travaux en dehors de la période de reproduction (Leray *et al.*, 2016 ; Dupont et Brault, 2020).

#### 4.9 Mammifères semi-aquatiques et terrestres

Aucune espèce recherchée n'a été contactée sur les 2 sites

Concernant les capacités de déplacements des mammifères, il est peu probable que des destructions directes lors des travaux aient lieu.

#### 4.10 Synthèse

Le tableau ci-après synthétise les espèces observées sur les sites :

Tableau II : Synthèse des résultats des prospections d'espèces protégées au préalable des travaux de restauration sur l'ensemble des sites d'études

Nom du site	Flore	Amphibiens	Avifaunes	Coléoptères	Chiroptères	Odonates	Mammifères	Lépidoptères	Reptiles
Haut de Grée aval et amont	/	Cpe	/	/	/	/	/	/	/
Vernay	Elf	Cpe, Cep, Gag, Rar	Cel, Pno, Hab	Rda, Hab	Hab	Adm	/	/	Lvo

Liste des abréviations utilisées :

Adm : Agrion de Mercure ; Cel : Chardonneret élégant ; Cep : Crapaud épineux ; Cpe : Complexe Pelophylax ; Elf : Epipactis à larges feuilles ; Gag : Grenouille agile ; Hab : Habitat ; Lvo : Lézard vert occidental ; Pno : Pic noir ; Rar : Rainette arboricole ; Rda : Rosalie des Alpes ; / : aucune observation.



## Annexe A : relevés faunistiques des 2 sites

Nom de l'espèce	Haut de Grée aval et amont	Vernay
Amphibiens		
Crapaud épineux		X (18/05) 1 ; (22/06) 7 ; (20/07) 9 ; (22/07) 8
Grenouille agile		X (18/05) 1 ; (22/06) 1 ; (08/07) 1 ; (20/07) 2
Grenouille verte	X (20/05) 1	X (09/05) 1 ; (18/05) 4 ; (02/06) 4 ; (22/06) 8 ; (22/07) 7
Rainette arboricole		X (20/07) 5 ; (22/07) 3
Reptiles		
Lézard vert occidental		X (18/05) 1
Oiseaux		
Chardonneret élégant		X (22/06) 2
Pic noir		X (09/05) 1
Insectes		
Anax empereur	X (20/07) 1	X (08/06) 1 ; (22/06) 1
Caloptéryx splendide	X (08/06) 3	X (09/05) 1
Caloptéryx vierge	X (08/06) 19 ; (20/07) 1	X (09/05) 3 ; (18/05) 9 ; (08/06) 1 ; (08/07) 1 ; (20/07) 4
Agrion de Mercure		X (02/06) 2
Agrion joli	X (08/06) 2	X (18/05) 2 ; (02/06) 1 ; (08/06) 1 ; (22/06) 1 ; (20/07) 4
Agrion mignon		X (02/06) 1 ; (08/06) 1 ; (22/06) 1
Cordulégastre annelé		X (20/07) 1
Crocothémis écarlate		X (08/06) 3
Agrion Porte-coupe		X (08/06) 1 ; (22/06) 2 ; (20/07) 2
Agrion élégant		X (18/05) 1 ; (22/06) 1 ; (20/07) 8
Leste barbare		X (20/07) 1
Leste fiancé		X (20/07) 1
Leste verdoyant		X (22/06) 1
Libellule fauve		X (08/06) 2
Libellule quadrimaculée		X (02/06) 1 ; (08/06) 1
Orthétrum réticulé		X (05/05) 1 ; (08/07) 4
Agrion à larges pattes	X (08/06) 12 ; (20/07) 7	X (18/05) 1 ; (22/06) 1

Petite nymphe au corps de feu	X (08/06) 1 ; (20/07) 1	X (09/05) 6 ; (18/05) 1 ; (02/06) 7 ; (08/06) 1 ; (22/06) 1
Sympétrum méridional		X (22/06) 1
Sympétrum strié		X (02/06) 3 ; (08/06) 3
Rosalie des Alpes		X (08/07) 1



**SMBVAR**

GESTION DES MILIEUX AQUATIQUES  
ET PRÉVENTION DES INONDATIONS

RECONNU EPAGE

---

83, rue du Mail - BP 80011  
49020 ANGERS Cedex 02

# **NOTE PREALABLE A LA REALISATION DE TRAVAUX SUR COURS D'EAU**

## **INVENTAIRE DE PRESENCE D'ESPECES PROTEGEES ET MESURES DE PROTECTION POUR LA LUGRIE (BV PIRON)**

## Table des matières

1	Identité du demandeur .....	3
2	Objet de la note .....	3
3	Méthodologie d'inventaire.....	4
4	Résultats et mesures de prises en compte.....	4
4.1	Flore.....	5
4.2	Odonates .....	5
4.3	Lépidoptères .....	5
4.4	Coléoptères.....	5
4.5	Chiroptères .....	5
4.6	Amphibiens .....	5
4.7	Reptiles .....	6
4.8	Oiseaux .....	6
4.9	Mammifères semi-aquatiques et terrestres .....	6
4.10	Synthèse .....	7

## 1 Identité du demandeur

La présente note complémentaire à la réalisation de travaux est établie par le  
Syndicat Mixte des Basses Vallées Angevines et de la Romme  
83, rue du Mail – BP 80011  
49020 ANGERS cedex 2

Représenté par Monsieur le Président, Jean-Paul PAVILLON

Numéro de SIRET : 200 080 828 00011

Le syndicat mixte des basses vallées angevines et de la Romme (SMBVAR) a été créé en avril 2018 pour assurer la préservation et la restauration du bon état écologique des cours d'eau et des milieux aquatiques non domaniaux, ainsi que la prévention des inondations sur le périmètre du bassin de la Maine, des confluences des basses vallées angevines, et du bassin de la Romme.

Personne référente :

Sylvain CHOLLET, technicien de rivière secteur Sarthe rive droite / Mayenne

Téléphone : 02 41 05 45 04 – E-mail : [sylvain.chollet@smbavr.fr](mailto:sylvain.chollet@smbavr.fr)

## 2 Objet de la note

La présente note retranscrit les résultats d'inventaire de présence d'espèces protégées réalisé en 2022 sur un site du territoire du SMBVAR concernés par des travaux de restauration des milieux aquatiques en 2023.

Les sites se situent sur le bassin versant du Piron.

La note présente la méthodologie d'inventaire utilisée, les résultats puis les mesures d'évitements qui seront prises en phase chantier pour chaque site.

La description des travaux programmés sur chaque site sont décrit dans la notice préalable à la réalisation de travaux sur cours d'eau lié au présent document.



### 3 Méthodologie d'inventaire

Les espèces sont recherchées à la fois sur les secteurs concernés par les travaux d'aménagement (linéaires, plans d'eau...), mais également au niveau des zones potentielles de circulation des engins (chemins d'accès, bande riveraine). L'objectif est de détecter la présence d'espèces protégées, et non de recenser toutes les espèces présentes sur le secteur et les alentours concernés par les travaux.

Les espèces sont d'abord ciblées en fonction des secteurs grâce à la bibliographie et aux bases de données. Toutefois, en raison d'un manque de données/de connaissances dans certains secteurs, les espèces sont de nouveau ciblées après un passage sur site permettant ainsi de se faire une idée des habitats présents et des espèces qui y sont associées mais également des enjeux pour tel ou tel taxon. Ainsi, la liste d'espèces à rechercher n'est pas fixe mais variable d'une année à l'autre en fonction des secteurs étudiés et des habitats présents.

Quel que soit le groupe taxonomique étudié, plusieurs passages sont réalisés par site. En fonction du groupe étudié et des méthodes de prospections, les passages peuvent correspondre à des sessions de prospections dédiées à la recherche de telle espèce (ex les odonates) ou à des observations relevées lors d'un passage sur site (ex l'avifaune) ayant une autre finalité (ex mesure physico-chimique). En cas de contact avec une espèce, celle-ci est géolocalisée, et si besoin photographiée pour validation.

**Le protocole de recherche d'espèces protégées est fourni en annexe 1.**

### 4 Résultats et mesures de prises en compte

Le tableau ci-dessous synthétise les périodes favorables et défavorables par taxons pour effectuer des interventions. La période la plus favorable pour réaliser les travaux est l'automne puisqu'elle correspond à une période de basses eaux (facilitant les travaux) et qu'elle exclut les périodes de reproduction et d'hibernation de la majorité des taxons étudiés. Les chantiers seront réalisés à l'automne 2023 (septembre-novembre).

Tableau I : Récapitulatif des périodes favorables et défavorables d'interventions pour les taxons recherchés (Source : Leray et al., 2016 ; Dupont et Brault, 2020)

	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Insectes												
Amphibiens/Reptiles												
Avifaune												
Chiroptères												
Mammifères												
Flore												

Légende : Vert : périodes favorables aux interventions ; Rouge : périodes défavorables aux interventions

Les paragraphes ci-dessous listent, par taxon, les enjeux et les grandes préconisations d'évitements à prendre.

#### 4.1 Flore

Aucune espèce recherchée n'a été trouvée sur le site.

Les préconisations à prendre pour les espèces floristiques, consiste à réaliser les travaux hors de la période de floraison des espèces présentes sur site et/ou sur les chemins d'accès (Brault, 2020 ; Dupont et Brault, 2020).

#### 4.2 Odonates

Aucune espèce recherchée n'a été trouvée sur le site.

#### 4.3 Lépidoptères

Le cuivré des marais n'a pas été trouvé sur le site.

#### 4.4 Coléoptères

La présence de vieux arbres (Frênes, chênes, saules) est confirmée sur la Lugrie (24 individus).

Pour ce groupe d'espèces l'identification des arbres à cavité représentant un habitat potentiel a été réalisé en 2022. L'entretien prévu sur ces sujets participe à leur pérennité et à leur état de conservation.

Lors des travaux, il convient donc de mettre en défens ces arbres grâce à leur géolocalisation afin d'éviter de les abattre (Leray *et al.*, 2016).

Pour les coléoptères, tous les vieux arbres et arbres à cavité inventoriés seront maintenus et mis en défens lors des chantiers. De plus, si l'opportunité est donnée, de nouveaux arbres têtards seront créés lors du traitement de la végétation préparatoire au chantier afin de renouveler l'habitat des insectes.

#### 4.5 Chiroptères

La présence de vieux arbres (Frênes, chênes, saules) est confirmée sur la Lugrie (24 individus).

Pour ce groupe d'espèces l'identification des arbres à cavité représentant un habitat potentiel a été réalisé en 2022. L'entretien prévu sur ces sujets participe à leur pérennité et à leur état de conservation.

Lors des travaux, il convient donc de mettre en défens ces arbres grâce à leur géolocalisation afin d'éviter de les abattre (Leray *et al.*, 2016).

Pour les Chiroptères, tous les arbres morts, sénescents ou à cavité seront maintenus et mis en défens. De plus, les travaux sont réalisés en octobre, hors période de reproduction et d'hibernation.

#### 4.6 Amphibiens

La Lugrie (Mare) : 5 Grenouilles vertes (*Pelophylax sp.*) ; 16 Grenouilles agiles (*Rana dalmatina*) ; 16 larves de Salamandre tachetée (*Salamandra salamandra*) ; 4 Tritons palmés (*Lissotriton helveticus*).

La Lugrie (cours d'eau) : 13 Grenouilles vertes (*Pelophylax sp.*), 3 Crapaud épineux (*Bufo spinosus*).

Veille sur la présence d'amphibiens lors des opérations de reprofilage et lors du comblement de l'ancien lit.

De manière générale pour les amphibiens, la préconisation est de réaliser les travaux en dehors des périodes de reproduction. Ainsi, les travaux auront lieu d'octobre à novembre.

#### 4.7 Reptiles

Aucune espèce recherchée n'a été trouvée sur le site.

Aucun habitat potentiel pour les reptiles n'a été observé.

Pour ce qui est des reptiles, leur capacité de déplacement laisse sous-entendre que des destructions directes sont peu probables (Leray *et al.*, 2016). Si les travaux débutent en septembre, il faudra vérifier que les habitats potentiels recensés lors de l'état initial ne présentent pas d'œufs étant donné que certaines espèces de reptiles se reproduisent tardivement (Leray *et al.*, 2016).

Les travaux devront tout de même avoir lieu en dehors de la période d'activité des reptiles, qui est de mars-avril à septembre. Par ailleurs, il est possible de créer des habitats potentiels pour ce taxon. Pour cela, il faut créer des tas de pierres et de bois constitués de bloc et de branches de différents diamètres dans des secteurs ensoleillés.

#### 4.8 Oiseaux

Le site de la Lugrie fait partie d'un maillage forestier et prairial plus ou moins dense avec ripisylve non entretenue. Les cortèges d'oiseaux contactés sont donc inféodés à ce type de milieux sans enjeux fort au-delà la période de reproduction.

Comme pour les reptiles, la capacité de déplacement et de fuite des oiseaux laisse penser qu'il y a très peu de risque que les travaux provoquent de la destruction directe d'individus adultes. Afin de ne pas détruire des nids, des couvées ou encore des habitats, il convient de réaliser les travaux en dehors de la période de reproduction (Leray *et al.*, 2016 ; Dupont et Brault, 2020).

#### 4.9 Mammifères semi-aquatiques et terrestres

L'écureuil roux a été retrouvé à deux reprises le long de la ripisylve. Un lérrot a été retrouvé mort dans le milieu forestier sans aucune marque de prédation.

Concernant les capacités de déplacements des mammifères, il est peu probable que des destructions directes lors des travaux aient lieu.

#### 4.10 Synthèse

Le tableau ci-après synthétise les espèces observées sur les sites :

Tableau II : Synthèse des résultats des prospections d'espèces protégées au préalable des travaux de restauration sur l'ensemble des sites d'études

Nom du site	Flore	Amphibiens	Avifaunes	Coléoptères	Chiroptères	Odonates	Mammifères	Lépidoptères	Reptiles
La Lugrie	/	Cep, Cpe, Gag, Sta, Tpa	Hab	Hab	Hab	/	Ero ; Lrt	/	/

Liste des abréviations utilisées :

Cep : Crapaud épineux ; Cpe : Complexe Pelophylax ; Ero : Ecureuil roux ; Gag : Grenouille agile ; Hab : Habitat ; Lrt : Lérot ; Sta : Salamandre tachetée ; Tpa : Triton palmé ; / : aucune observation.

Annexe A : relevés faunistiques le site

Nom de l'espèce	La Lugrie
Amphibiens	
Crapaud épineux	X (13/06) 3
Grenouille agile	X (10/03) 7 ; (13/06) 1 ; (19/07) 8
Grenouille verte	X (12/04) 2 ; (15/04) 8 ; (10/05) 6 ; (09/05) 2
Salamandre tachetée	X (10/03) 16
Triton palmé	X (10/03) 3 ; (09/05) 1
Insectes	
Anax empereur	X (13/06) 3 ; (19/07) 1
Agrion délicat	X (13/06) 3
Agrion joli	X (25/05) 1 ; (13/06) 1
Agrion mignon	X (13/06) 4 ; (19/07) 4
Agrion Porte-coupe	X (25/05) 1 ; (13/06) 1 ; (19/07) 1
Agrion de Vander Linden	X (13/06) 2
Agrion élégant	X (13/06) 1 ; (19/07) 10
Leste verdoyant	X (13/06) 1
Libellule quadrimaculée	X (13/06) 2
Agrion à larges pattes	X (28/04) 18 ; (10/05) 1
Mammifères	
Ecureuil roux	X (15/04) 1 ; (28/04) 1
Lérot	X (28/04) 1





**SMBVAR**

GESTION DES MILIEUX AQUATIQUES  
ET PRÉVENTION DES INONDATIONS

RECONNU EPAGE

---

83, rue du Mail - BP 80011  
49020 ANGERS Cedex 02

# **NOTE PREALABLE A LA REALISATION DE TRAVAUX SUR COURS D'EAU**

## **INVENTAIRE DE PRESENCE D'ESPECES PROTEGEES ET MESURES DE PROTECTION POUR PLESSIS (BV PLESSIS)**

## Table des matières

1	Identité du demandeur .....	3
2	Objet de la note .....	3
3	Méthodologie d'inventaire.....	4
4	Résultats et mesures de prises en compte.....	4
4.1	Flore.....	5
4.2	Odonates .....	5
4.3	Lépidoptères .....	5
4.4	Coléoptères.....	5
4.5	Chiroptères .....	5
4.6	Amphibiens .....	6
4.7	Reptiles .....	6
4.8	Oiseaux .....	6
4.9	Mammifères semi-aquatiques et terrestres .....	6
4.10	Synthèse .....	7

## 1 Identité du demandeur

La présente note complémentaire à la réalisation de travaux est établie par le  
Syndicat Mixte des Basses Vallées Angevines et de la Romme  
83, rue du Mail – BP 80011  
49020 ANGERS cedex 2

Représenté par Monsieur le Président, Jean-Paul PAVILLON

Numéro de SIRET : 200 080 828 00011

Le syndicat mixte des basses vallées angevines et de la Romme (SMBVAR) a été créé en avril 2018 pour assurer la préservation et la restauration du bon état écologique des cours d'eau et des milieux aquatiques non domaniaux, ainsi que la prévention des inondations sur le périmètre du bassin de la Maine, des confluences des basses vallées angevines, et du bassin de la Romme.

Personne référente :

Bertrand DEGRIECK, technicien de rivière secteur Sarthe rive gauche / Loir

Téléphone : 02 41 05 45 03 – E-mail : [bertrand.degriECK@smbavr.fr](mailto:bertrand.degriECK@smbavr.fr)

## 2 Objet de la note

La présente note retranscrit les résultats d'inventaire de présence d'espèces protégées réalisé en 2022 sur 1 sites du territoire du SMBVAR concernés par des travaux de restauration des milieux aquatiques en 2023-2024.

Les sites se situent sur le bassin versant du Plessis.

La note présente la méthodologie d'inventaire utilisée, les résultats puis les mesures d'évitements qui seront prises en phase chantier pour chaque site.

La description des travaux programmés sur chaque site sont décrit dans la notice préalable à la réalisation de travaux sur cours d'eau lié au présent document.

### 3 Méthodologie d'inventaire

Les espèces sont recherchées à la fois sur les secteurs concernés par les travaux d'aménagement (linéaires, plans d'eau...), mais également au niveau des zones potentielles de circulation des engins (chemins d'accès, bande riveraine). L'objectif est de détecter la présence d'espèces protégées, et non de recenser toutes les espèces présentes sur le secteur et les alentours concernés par les travaux.

Les espèces sont d'abord ciblées en fonction des secteurs grâce à la bibliographie et aux bases de données. Toutefois, en raison d'un manque de données/de connaissances dans certains secteurs, les espèces sont de nouveau ciblées après un passage sur site permettant ainsi de se faire une idée des habitats présents et des espèces qui y sont associées mais également des enjeux pour tel ou tel taxon. Ainsi, la liste d'espèces à rechercher n'est pas fixe mais variable d'une année à l'autre en fonction des secteurs étudiés et des habitats présents.

Quel que soit le groupe taxonomique étudié, plusieurs passages sont réalisés par site. En fonction du groupe étudié et des méthodes de prospections, les passages peuvent correspondre à des sessions de prospections dédiées à la recherche de telle espèce (ex les odonates) ou à des observations relevées lors d'un passage sur site (ex l'avifaune) ayant une autre finalité (ex mesure physico-chimique). En cas de contact avec une espèce, celle-ci est géolocalisée, et si besoin photographiée pour validation.

**Le protocole de recherche d'espèces protégées est fourni en annexe 1.**

### 4 Résultats et mesures de prises en compte

Le tableau ci-dessous synthétise les périodes favorables et défavorables par taxons pour effectuer des interventions. La période la plus favorable pour réaliser les travaux est l'automne puisqu'elle correspond à une période de basses eaux (facilitant les travaux) et qu'elle exclut les périodes de reproduction et d'hibernation de la majorité des taxons étudiés. Les chantiers seront réalisés à l'automne 2023-2024 (septembre-novembre).

Tableau I : Récapitulatif des périodes favorables et défavorables d'interventions pour les taxons recherchés (Source : Leray et al., 2016 ; Dupont et Brault, 2020)

	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Insectes												
Amphibiens/Reptiles												
Avifaune												
Chiroptères												
Mammifères												
Flore												

Légende : Vert : périodes favorables aux interventions ; Rouge : périodes défavorables aux interventions

Les paragraphes ci-dessous listent, par taxon, les enjeux et les grandes préconisations d'évitements à prendre.

#### 4.1 Flore

Les prospections ont permis de trouver sur le site du Plessis, 6 plants d'*Epipactis* à larges feuilles (*Epipactis helleborine*) en sous étage de forêt et répartie sur deux secteurs (4 plants dans le secteur aval au niveau du chemin boisé et 2 plants en partie amont, dans la forêt).

Les préconisations à prendre pour les espèces floristiques, consiste à réaliser les travaux hors de la période de floraison des espèces présentes sur site et/ou sur les chemins d'accès (Brault, 2020 ; Dupont et Brault, 2020).

#### 4.2 Odonates

Aucune espèce recherchée n'a été trouvée sur le site.

#### 4.3 Lépidoptères

Le cuivré des marais n'a été trouvé sur le site.

#### 4.4 Coléoptères

La présence de vieux arbres (Frênes, chênes) est confirmée sur le site (30 sujets) et certains présentaient des trous d'envol d'insecte xylophage sans toutefois avoir de contact visuel avec les adultes.

Pour ce groupe d'espèces l'identification des arbres à cavité et têtard représentant un habitat potentiel a été réalisé en 2022. L'entretien prévu sur ces sujets participe à leur pérennité et à leur état de conservation.

Lors des travaux, il convient donc de mettre en défens ces arbres grâce à leur géolocalisation afin d'éviter de les abattre (Leray *et al.*, 2016).

Pour les coléoptères, tous les vieux arbres et arbres à cavité inventoriés seront maintenus et mis en défens lors des chantiers. De plus, si l'opportunité est donnée, de nouveaux arbres têtards seront créés lors du traitement de la végétation préparatoire au chantier afin de renouveler l'habitat des insectes.

#### 4.5 Chiroptères

La présence de vieux arbres (Frênes, chênes ; peupliers notamment) est confirmée sur le site (30 sujets).

Pour ces deux groupes d'espèces l'identification des arbres à cavité représentant un habitat potentiel a été réalisé en 2022. L'entretien prévu sur ces sujets participe à leur pérennité et à leur état de conservation.

Lors des travaux, il convient donc de mettre en défens ces arbres grâce à leur géolocalisation afin d'éviter de les abattre (Leray *et al.*, 2016).

Pour les Chiroptères, tous les arbres morts, sénescents ou à cavité seront maintenus et mis en défens. Les structures des ponts ne sont pas impactées par les travaux. De plus, les travaux sont réalisés en octobre, hors période de reproduction et d'hibernation.

#### 4.6 Amphibiens

Plessis : 8 Grenouilles vertes (*Pelophylax sp.*), 1 Crapaud épineux (*Bufo spinosus*) (têtard), 1 Grenouille agile (*Rana dalmatina*).

Veille sur la présence d'amphibiens lors des opérations de reprofilages et de reméandrage et lors du comblement de l'ancien lit.

De manière générale pour les amphibiens, la préconisation est de réaliser les travaux en dehors des périodes de reproduction. Ainsi, les travaux auront lieu d'octobre à novembre.

#### 4.7 Reptiles

Aucune espèce recherchée n'a été trouvée sur le site.

Pour ce qui est des reptiles, leur capacité de déplacement laisse sous-entendre que des destructions directes sont peu probables (Leray *et al.*, 2016). Si les travaux débutent en septembre, il faudra vérifier que les habitats potentiels recensés lors de l'état initial ne présentent pas d'œufs étant donné que certaines espèces de reptiles se reproduisent tardivement (Leray *et al.*, 2016).

Par ailleurs, des habitats potentiels peuvent être créés. Pour cela, il faut créer des tas de pierres et de bois constitués de bloc et de branches de différents diamètres dans des secteurs ensoleillés.

#### 4.8 Oiseaux

Le site fait partie d'un maillage forestier et prairial plus ou moins dense avec ripisylve non entretenue. Les cortèges d'oiseaux contactés sont donc inféodés à ce type de milieux sans enjeux fort au-delà la période de reproduction.

Comme pour les reptiles, la capacité de déplacement et de fuite des oiseaux laisse penser qu'il y a très peu de risque que les travaux provoquent de la destruction directe d'individus adultes. Afin de ne pas détruire des nids, des couvées ou encore des habitats, il convient de réaliser les travaux en dehors de la période de reproduction (Leray *et al.*, 2016 ; Dupont et Brault, 2020).

#### 4.9 Mammifères semi-aquatiques et terrestres

Le Lapin de Garenne a été retrouvé sur le site.

Concernant les capacités de déplacements des mammifères, il est peu probable que des destructions directes lors des travaux aient lieu.



#### 4.10 Synthèse

Le tableau ci-après synthétise les espèces observées sur les sites :

Tableau II : Synthèse des résultats des prospections d'espèces protégées au préalable des travaux de restauration sur l'ensemble des sites d'études

Nom du site	Flore	Amphibiens	Avifaunes	Coléoptères	Chiroptères	Odonates	Mammifères	Lépidoptères	Reptiles
Plessis	Elf	Cpe, Cep, Gag	/	Hab	Hab	/	Lga	/	/

Liste des abréviations utilisées :

*Cep* : Crapaud épineux ; *Cpe* : Complexe *Pelophylax* ; *Elf* : *Epipactis* à larges feuilles ; *Gag* : Grenouille agile ;  
*Lga* : Lapin de Garenne ; *Hab* : Habitats ; / : aucune observation.

Annexe A : relevés faunistiques du site

Nom de l'espèce	Plessis
Amphibiens	
Crapaud épineux	X (04/05) 1
Grenouille agile	X (04/07) 1
Grenouille verte	X (15/04) 7
Insectes	
Aesche affine	X (13/05) 3
Anax empereur	X (31/05) 5 ; (04/07) 5
Agrion joli	X (13/05) 2 ; (31/05) 2 ; (13/06) 1 ; (04/07) 8
Agrion mignon	X (31/05) 2 ; (13/06) 1 ; (04/07) 2
Crocothémis écarlate	X (04/07) 9
Gomphe joli	X (13/05) 1 ; (31/05) 4
Libellule déprimée	X (13/05) 4 ; (31/05) 3
Libellule fauve	X (13/06) 1
Libellule quadrimaculée	X (13/05) 1 ; (31/05) 2
Orthétrum réticulé	X (04/07) 1
Sympétrum strié	X (04/07) 3
Mammifères	
Lapin de Garenne	X (15/04) 1



**SMBVAR**

GESTION DES MILIEUX AQUATIQUES  
ET PRÉVENTION DES INONDATIONS

RECONNU EPAGE

---

83, rue du Mail - BP 80011  
49020 ANGERS Cedex 02

# **NOTE PREALABLE A LA REALISATION DE TRAVAUX SUR COURS D'EAU**

## **INVENTAIRE DE PRESENCE D'ESPECES PROTEGEES ET MESURES DE PROTECTION POUR**

**LA COUDRE (BV ROMME)  
OUVRAGE 4 (BV ROMME)  
OUVRAGE 6 (BV ROMME)  
OUVRAGE 20 (BV ROMME)**

## Table des matières

1	Identité du demandeur .....	3
2	Objet de la note .....	3
3	Méthodologie d'inventaire.....	4
4	Résultats et mesures de prises en compte.....	4
4.1	Flore.....	5
4.2	Odonates .....	5
4.3	Lépidoptères .....	5
4.4	Coléoptères.....	5
4.5	Chiroptères .....	5
4.6	Amphibiens .....	6
4.7	Reptiles .....	6
4.8	Oiseaux .....	7
4.9	Mammifères semi-aquatiques et terrestres .....	7
4.10	Synthèse .....	7

## 1 Identité du demandeur

La présente note complémentaire à la réalisation de travaux est établie par le  
Syndicat Mixte des Basses Vallées Angevines et de la Romme  
83, rue du Mail – BP 80011  
49020 ANGERS cedex 2

Représenté par Monsieur le Président, Jean-Paul PAVILLON

Numéro de SIRET : 200 080 828 00011

Le syndicat mixte des basses vallées angevines et de la Romme (SMBVAR) a été créé en avril 2018 pour assurer la préservation et la restauration du bon état écologique des cours d'eau et des milieux aquatiques non domaniaux, ainsi que la prévention des inondations sur le périmètre du bassin de la Maine, des confluences des basses vallées angevines, et du bassin de la Romme.

Personne référente :

Coralie DEBARRE, technicienne de rivière secteur Romme / Brionneau / Boulet

Téléphone : 02 41 05 44 26 - E-mail : [coralie.debarre@smbvar.fr](mailto:coralie.debarre@smbvar.fr)

## 2 Objet de la note

La présente note retranscrit les résultats d'inventaire de présence d'espèces protégées réalisé en 2022 sur 4 sites du territoire du SMBVAR concernés par des travaux de restauration des milieux aquatiques en 2023-2024.

Les sites se situent sur le bassin versant de la Romme.

La note présente la méthodologie d'inventaire utilisée, les résultats puis les mesures d'évitements qui seront prises en phase chantier pour chaque site.

La description des travaux programmés sur chaque site sont décrit dans la notice préalable à la réalisation de travaux sur cours d'eau lié au présent document.

### 3 Méthodologie d'inventaire

Les espèces sont recherchées à la fois sur les secteurs concernés par les travaux d'aménagement (linéaires, plans d'eau...), mais également au niveau des zones potentielles de circulation des engins (chemins d'accès, bande riveraine). L'objectif est de détecter la présence d'espèces protégées, et non de recenser toutes les espèces présentes sur le secteur et les alentours concernés par les travaux.

Les espèces sont d'abord ciblées en fonction des secteurs grâce à la bibliographie et aux bases de données. Toutefois, en raison d'un manque de données/de connaissances dans certains secteurs, les espèces sont de nouveau ciblées après un passage sur site permettant ainsi de se faire une idée des habitats présents et des espèces qui y sont associées mais également des enjeux pour tel ou tel taxon. Ainsi, la liste d'espèces à rechercher n'est pas fixe mais variable d'une année à l'autre en fonction des secteurs étudiés et des habitats présents.

Quel que soit le groupe taxonomique étudié, plusieurs passages sont réalisés par site. En fonction du groupe étudié et des méthodes de prospections, les passages peuvent correspondre à des sessions de prospections dédiées à la recherche de telle espèce (ex les odonates) ou à des observations relevées lors d'un passage sur site (ex l'avifaune) ayant une autre finalité (ex mesure physico-chimique). En cas de contact avec une espèce, celle-ci est géolocalisée, et si besoin photographiée pour validation.

**Le protocole de recherche d'espèces protégées est fourni en annexe 1.**

### 4 Résultats et mesures de prises en compte

Le tableau ci-dessous synthétise les périodes favorables et défavorables par taxons pour effectuer des interventions. La période la plus favorable pour réaliser les travaux est l'automne puisqu'elle correspond à une période de basses eaux (facilitant les travaux) et qu'elle exclut les périodes de reproduction et d'hibernation de la majorité des taxons étudiés. Les chantiers seront réalisés à l'automne 2023-2024 (septembre-novembre).

Tableau I : Récapitulatif des périodes favorables et défavorables d'interventions pour les taxons recherchés (Source : Leray et al., 2016 ; Dupont et Brault, 2020)

	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Insectes												
Amphibiens/Reptiles												
Avifaune												
Chiroptères												
Mammifères												
Flore												

Légende : Vert : périodes favorables aux interventions ; Rouge : périodes défavorables aux interventions

Les paragraphes ci-dessous listent, par taxon, les enjeux et les grandes préconisations d'évitements à prendre.



#### 4.1 Flore

La Coudre du bourg aux Essarts – Saint Léger de Linière : Aucune espèce recherchée n’a été trouvée.

Ouvrage 4 : Aucune espèce recherchée n’a été trouvée.

Ouvrage 6 : Epipactis à larges feuilles (*Epipactis helleborine*), en aval du site et sur une zone non impactée par la restauration

Ouvrage 20 : Aucune espèce recherchée n’a été trouvée.

Les préconisations à prendre pour les espèces floristiques, consiste à réaliser les travaux hors de la période de floraison des espèces présentes sur site et/ou sur les chemins d’accès (Brault, 2020 ; Dupont et Brault, 2020).

#### 4.2 Odonates

La Coudre du bourg aux Essarts – Saint Léger de Linière : Aucune espèce recherchée n’a été trouvée.

Ouvrage 4 : Aucune espèce recherchée n’a été trouvée.

Ouvrage 6 : La Cordulie à corps fin (*Oxygastra cortusii*)

Ouvrage 20 : Aucune espèce recherchée n’a été trouvée.

La Cordulie à corps fin a été retrouvée non loin de l’ouvrage n°6 de la Romme. Cette espèce était sûrement de passage, elle a été retrouvée le long d’un chemin assez loin des milieux aquatiques. Le site ne présentant pas d’habitats favorables au développement de cette espèce (cours d’eau enfriché et très ombragé), elle semble plutôt liée au plan d’eau situé plus en aval.

#### 4.3 Lépidoptères

Le cuivré des marais n’a été trouvé sur aucun des 4 sites.

#### 4.4 Coléoptères

La présence de vieux arbres (Frênes, chênes) est confirmée sur La Coudre du bourg aux Essarts (24 individus) ; l’ouvrage n°4 (1 individu) ; l’ouvrage n°6 (5 individus) ; l’ouvrage n°20 (2 individus).

Pour ce groupe d’espèces l’identification des arbres à cavité représentant un habitat potentiel a été réalisé en 2022. L’entretien prévu sur ces sujets participe à leur pérennité et à leur état de conservation.

Lors des travaux, il convient donc de mettre en défens ces arbres grâce à leur géolocalisation afin d’éviter de les abattre (Leray *et al.*, 2016).

Pour les coléoptères, tous les vieux arbres et arbres à cavité inventoriés seront maintenus et mis en défens lors des chantiers. De plus, si l’opportunité est donnée, de nouveaux arbres têtards seront créés lors du traitement de la végétation préparatoire au chantier afin de renouveler l’habitat des insectes.

#### 4.5 Chiroptères

La présence de vieux arbres (Frênes, chênes) est confirmée sur la Coudre du bourg aux Essarts (24 individus) ; l’ouvrage n°4 (1 individu) ; l’ouvrage n°6 (5 individus) ; l’ouvrage n°20 (2 individus). Les ouvrages en présence ne sont pas favorables (absence de cavité).

Pour ce groupe d'espèces l'identification des arbres à cavité représentant un habitat potentiel a été réalisé en 2022. L'entretien prévu sur ces sujets participe à leur pérennité et à leur état de conservation.

Lors des travaux, il convient donc de mettre en défens ces arbres grâce à leur géolocalisation afin d'éviter de les abattre (Leray *et al.*, 2016).

Pour ce groupe d'espèces l'identification des arbres à cavité représentant un habitat potentiel a été réalisé en 2022. L'entretien prévu sur ces sujets participe à leur pérennité et à leur état de conservation.

Lors des travaux, il convient donc de mettre en défens ces arbres grâce à leur géolocalisation afin d'éviter de les abattre (Leray *et al.*, 2016).

Pour les Chiroptères, tous les arbres morts, sénescents ou à cavité seront maintenus et mis en défens. De plus, les travaux sont réalisés en octobre, hors période de reproduction et d'hibernation.

#### 4.6 Amphibiens

La Coudre du bourg aux Essarts – Saint Léger de Linière : 12 Grenouilles vertes (*Pelophylax sp.*) ; 1 Crapaud épineux (*Bufo spinosus*)

Ouvrage 4 : 3 Grenouilles vertes (*Pelophylax sp.*) ; 1 Grenouille agile (*Rana dalmatina*).

Ouvrage 6 : Aucune espèce recherchée n'a été trouvée.

Ouvrage 20 : Aucune espèce recherchée n'a été trouvée.

Veille sur la présence d'amphibiens lors des opérations de reprofilage ou d'aménagement d'ouvrages et lors du comblement de l'ancien lit.

De manière générale pour les amphibiens, la préconisation est de réaliser les travaux en dehors des périodes de reproduction. Ainsi, les travaux auront lieu d'octobre à novembre.

#### 4.7 Reptiles

La Coudre du bourg aux Essarts – Saint Léger de Linière : 1 Orvet fragile (*Anguis fragilis*) ; 1 Lézard vert occidental (*Lacerta bilineata*)

Ouvrage 4 : Aucune espèce recherchée n'a été trouvée.

Ouvrage 6 : Aucune espèce recherchée n'a été trouvée.

Ouvrage 20 : Aucune espèce recherchée n'a été trouvée.

Pour ce qui est des reptiles, leur capacité de déplacement laisse sous-entendre que des destructions directes sont peu probables (Leray *et al.*, 2016). Si les travaux débutent en septembre, il faudra vérifier que les habitats potentiels recensés lors de l'état initial ne présentent pas d'œufs étant donné que certaines espèces de reptiles se reproduisent tardivement (Leray *et al.*, 2016).

Les travaux devront tout de même avoir lieu en dehors de la période d'activité des reptiles, qui est de mars-avril à septembre. Par ailleurs, il est possible de créer des habitats potentiels pour ce taxon. Pour cela, il faut créer des tas de pierres et de bois constitués de bloc et de branches de différents diamètres dans des secteurs ensoleillés.

## 4.8 Oiseaux

La Coudre du bourg aux Essarts – Saint Léger de Linière : 1 Orvet fragile (*Anguis fragilis*)

Ouvrage 4 : Aucune espèce recherchée n'a été trouvée.

Ouvrage 6 : Aucune espèce recherchée n'a été trouvée.

Ouvrage 20 : Aucune espèce recherchée n'a été trouvée.

Les 3 ouvrages sont des sites très enfrichés qui présentent une ripisylve non entretenue. Le site de la Coudre du bourg aux Essarts – Saint Léger de Linière est un site qui fait partie d'un maillage bocagé plus ou moins dense avec une ripisylve fortement dégradée. Les cortèges d'oiseaux contactés sont donc inféodés à ce type de milieux sans enjeux fort au-delà la période de reproduction.

Comme pour les reptiles, la capacité de déplacement et de fuite des oiseaux laisse penser qu'il y a très peu de risque que les travaux provoquent de la destruction directe d'individus adultes. Afin de ne pas détruire des nids, des couvées ou encore des habitats, il convient de réaliser les travaux en dehors de la période de reproduction (Leray *et al.*, 2016 ; Dupont et Brault, 2020).

## 4.9 Mammifères semi-aquatiques et terrestres

Aucune espèce recherchée n'a été contacté sur les 4 sites. Seul le site de la Coudre comporte des terriers.

Concernant les capacités de déplacements des mammifères, il est peu probable que des destructions directes lors des travaux aient lieu.

## 4.10 Synthèse

Le tableau ci-après synthétise les espèces observées sur les sites :

Tableau II : Synthèse des résultats des prospections d'espèces protégées au préalable des travaux de restauration sur l'ensemble des sites d'études

Nom du site	Flore	Amphibiens	Avifaunes	Coléoptères	Chiroptères	Odonates	Mammifères	Lépidoptères	Reptiles
Coudre	/	Cep, Cpe	Hab	Hab	Hab	/	Hab	/	Lvo , Ofa
Ouvrage n°4	/	Cpe, Gag	Hab	Hab	Hab	/	/	/	/
Ouvrage n°6	Elf	/	Hab	Hab	Hab	Cac	/	/	/
Ouvrage n°20	/	/	Hab	Hab	Hab	/	/	/	/

Liste des abréviations utilisées :

Cac : Cordulie à corps fin ; Cep : Crapaud épineux ; Cpe : Complexe Pelophylax ; Gag : Grenouille agile ; Lvo : Lézard vert occidental ; Ofa : Orvet fragile ; Hab : Habitats ; / : aucune observation.

## Annexe A : relevés faunistiques des 4 sites

Nom de l'espèce	La Coudre du bourg aux Essarts – Saint Léger de Linière	Ouvrage n°4	Ouvrage n°6	Ouvrage n°20
Amphibiens				
Crapaud épineux	X (30/03) 1			
Grenouille agile		X (28/06) 1		
Grenouille verte	X (04/05) 1 ; (19/05) 4 ; (15/06) 6 ; (06/07) 1	X (19/05) 3		
Reptiles				
Lézard vert occidental	X (01/06) 1			
Orvet fragile	X (01/06) 1			
Insectes				
Anax empereur	X (15/06) 1 ; (06/07) 1			
Caloptéryx spendide	X (01/06) 1 ; (15/06) 1			
Caloptéryx vierge				X (19/05) 1
Agrion joli	X (15/06) 23			
Crocothémis écarlate	X (15/06) 1			
Agrion élégant	X (15/06) 2	X (28/06) 1		
Cordulie à corps fin			X (28/06) 1	
Agrion à larges pattes	X (01/06) 2 ; (15/06) 2 ; (06/07) 2	X (28/06) 3		



**SMBVAR**

GESTION DES MILIEUX AQUATIQUES  
ET PRÉVENTION DES INONDATIONS

RECONNU EPAGE

---

83, rue du Mail - BP 80011  
49020 ANGERS Cedex 02

# **NOTE PREALABLE A LA REALISATION DE TRAVAUX SUR COURS D'EAU**

**INVENTAIRE DE PRESENCE D'ESPECES  
PROTEGEES ET MESURES DE PROTECTION  
POUR  
MARCE AMONT (BV SUETTE)  
MOULIN DE SUETTE (BV SUETTE)**



## Table des matières

1	Identité du demandeur .....	3
2	Objet de la note .....	3
3	Méthodologie d'inventaire.....	4
4	Résultats et mesures de prises en compte.....	4
4.1	Flore.....	5
4.2	Odonates .....	5
4.3	Lépidoptères .....	5
4.4	Coléoptères.....	5
4.5	Chiroptères .....	5
4.6	Amphibiens .....	6
4.7	Reptiles .....	6
4.8	Oiseaux .....	6
4.9	Mammifères semi-aquatiques et terrestres .....	7
4.10	Synthèse .....	7

## 1 Identité du demandeur

La présente note complémentaire à la réalisation de travaux est établie par le  
Syndicat Mixte des Basses Vallées Angevines et de la Romme  
83, rue du Mail – BP 80011  
49020 ANGERS cedex 2

Représenté par Monsieur le Président, Jean-Paul PAVILLON

Numéro de SIRET : 200 080 828 00011

Le syndicat mixte des basses vallées angevines et de la Romme (SMBVAR) a été créé en avril 2018 pour assurer la préservation et la restauration du bon état écologique des cours d'eau et des milieux aquatiques non domaniaux, ainsi que la prévention des inondations sur le périmètre du bassin de la Maine, des confluences des basses vallées angevines, et du bassin de la Romme.

Personne référente :

Bertrand DEGRIECK, technicien de rivière secteur Sarthe rive gauche / Loir

Téléphone : 02 41 05 45 03 – E-mail : [bertrand.degriECK@smbavr.fr](mailto:bertrand.degriECK@smbavr.fr)

## 2 Objet de la note

La présente note retranscrit les résultats d'inventaire de présence d'espèces protégées réalisé en 2022 sur 2 sites du territoire du SMBVAR concernés par des travaux de restauration des milieux aquatiques en 2023-2024.

Les sites se situent sur le bassin versant de la Suette.

La note présente la méthodologie d'inventaire utilisée, les résultats puis les mesures d'évitements qui seront prises en phase chantier pour chaque site.

La description des travaux programmés sur chaque site sont décrit dans la notice préalable à la réalisation de travaux sur cours d'eau lié au présent document.

### 3 Méthodologie d'inventaire

Les espèces sont recherchées à la fois sur les secteurs concernés par les travaux d'aménagement (linéaires, plans d'eau...), mais également au niveau des zones potentielles de circulation des engins (chemins d'accès, bande riveraine). L'objectif est de détecter la présence d'espèces protégées, et non de recenser toutes les espèces présentes sur le secteur et les alentours concernés par les travaux.

Les espèces sont d'abord ciblées en fonction des secteurs grâce à la bibliographie et aux bases de données. Toutefois, en raison d'un manque de données/de connaissances dans certains secteurs, les espèces sont de nouveau ciblées après un passage sur site permettant ainsi de se faire une idée des habitats présents et des espèces qui y sont associées mais également des enjeux pour tel ou tel taxon. Ainsi, la liste d'espèces à rechercher n'est pas fixe mais variable d'une année à l'autre en fonction des secteurs étudiés et des habitats présents.

Quel que soit le groupe taxonomique étudié, plusieurs passages sont réalisés par site. En fonction du groupe étudié et des méthodes de prospections, les passages peuvent correspondre à des sessions de prospections dédiées à la recherche de telle espèce (ex les odonates) ou à des observations relevées lors d'un passage sur site (ex l'avifaune) ayant une autre finalité (ex mesure physico-chimique). En cas de contact avec une espèce, celle-ci est géolocalisée, et si besoin photographiée pour validation.

**Le protocole de recherche d'espèces protégées est fourni en annexe 1.**

### 4 Résultats et mesures de prises en compte

Le tableau ci-dessous synthétise les périodes favorables et défavorables par taxons pour effectuer des interventions. La période la plus favorable pour réaliser les travaux est l'automne puisqu'elle correspond à une période de basses eaux (facilitant les travaux) et qu'elle exclut les périodes de reproduction et d'hibernation de la majorité des taxons étudiés. Les chantiers seront réalisés à l'automne 2023-2024 (septembre-novembre).

Tableau I : Récapitulatif des périodes favorables et défavorables d'interventions pour les taxons recherchés (Source : Leray et al., 2016 ; Dupont et Brault, 2020)

	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Insectes												
Amphibiens/Reptiles												
Avifaune												
Chiroptères												
Mammifères												
Flore												

Légende : Vert : périodes favorables aux interventions ; Rouge : périodes défavorables aux interventions

Les paragraphes ci-dessous listent, par taxon, les enjeux et les grandes préconisations d'évitements à prendre.

#### 4.1 Flore

Aucune espèce recherchée n'a été trouvée sur les 2 sites.

Les préconisations à prendre pour les espèces floristiques, consiste à réaliser les travaux hors de la période de floraison des espèces présentes sur site et/ou sur les chemins d'accès (Brault, 2020 ; Dupont et Brault, 2020).

#### 4.2 Odonates

L'Agrion de Mercure a été retrouvé sur les deux sites.

L'Agrion de Mercure n'est pas menacé par les travaux programmés. Sur le site de Marcé amont, un seul individu a été observé, très en amont et dans un milieu qui ne lui est pas favorable (cours d'eau enfriché, ombragé et avec de l'eau stagnante sans végétation aquatique). Deux individus ont été observés sur Moulin de Suette, au niveau de la roselière, l'eau y est assez courante. Ces individus pourraient provenir de la population initialement présente sur la commune de Marcé, où un cours d'eau a été restauré en 2021.

En phase chantier, le secteur sera mis en défens afin de s'assurer qu'aucun engin ne s'y déplace. Les travaux vont apporter un substrat caillouteux favorable à l'installation d'une végétation aquatique et le traitement préalable de la végétation aux abords du chantier va améliorer l'ensoleillement du cours d'eau. C'est autant d'éléments favorables à l'installation de l'Agrion de Mercure.

#### 4.3 Lépidoptères

Le cuivré des marais n'a été trouvé sur aucun des 2 sites.

#### 4.4 Coléoptères

La présence de vieux arbres (Frênes, chênes, saules) est confirmée sur le site de Marcé amont (32 sujets) et de Moulin de Suette (23 sujets).

Pour ce groupe d'espèces l'identification des arbres à cavité et têtard représentant un habitat potentiel a été réalisé en 2022. L'entretien prévu sur ces sujets participe à leur pérennité et à leur état de conservation.

Lors des travaux, il convient donc de mettre en défens ces arbres grâce à leur géolocalisation afin d'éviter de les abattre (Leray *et al.*, 2016).

Pour les coléoptères, tous les vieux arbres et arbres à cavité inventoriés seront maintenus et mis en défens lors des chantiers. De plus, si l'opportunité est donnée, de nouveaux arbres têtards seront créés lors du traitement de la végétation préparatoire au chantier afin de renouveler l'habitat des insectes.

#### 4.5 Chiroptères

La présence de vieux arbres (Frênes, chênes, saules) est confirmée sur le site de Marcé amont (32 sujets) et de Moulin de Suette (23 sujets).

Pour ce groupe d'espèces l'identification des arbres à cavité et têtard représentant un habitat potentiel a été réalisé en 2022. L'entretien prévu sur ces sujets participe à leur pérennité et à leur état de conservation. Lors des travaux, il convient donc de mettre en défens ces arbres grâce à leur géolocalisation afin d'éviter de les abattre (Leray *et al.*, 2016).

Pour les coléoptères, tous les vieux arbres et arbres à cavité inventoriés seront maintenus et mis en défens lors des chantiers. De plus, si l'opportunité est donnée, de nouveaux arbres têtards seront créés lors du traitement de la végétation préparatoire au chantier afin de renouveler l'habitat des insectes.

Pour les Chiroptères, tous les arbres morts, sénescents ou à cavité seront maintenus et mis en défens. De plus, les travaux sont réalisés en octobre, hors période de reproduction et d'hibernation.

#### 4.6 Amphibiens

Marcé amont : 1 Grenouille agile (*Rana dalmatina*), 11 têtards de Crapaud épineux (*Bufo spinosus*).

Moulin de Suette : 5 Grenouilles vertes (*Pelophylax sp.*), 39 têtards de Crapaud épineux (*Bufo spinosus*).

Veille sur la présence d'amphibiens lors des opérations de reprofilages et lors du comblement de l'ancien lit (Marcé amont et Moulin de Suette)

De manière générale pour les amphibiens, la préconisation est de réaliser les travaux en dehors des périodes de reproduction. Ainsi, les travaux auront lieu d'octobre à novembre.

#### 4.7 Reptiles

Aucune espèce recherchée n'a été trouvée sur les 2 sites.

Pour ce qui est des reptiles, leur capacité de déplacement laisse sous-entendre que des destructions directes sont peu probables (Leray *et al.*, 2016). Si les travaux débutent en septembre, il faudra vérifier que les habitats potentiels recensés lors de l'état initial ne présentent pas d'œufs étant donné que certaines espèces de reptiles se reproduisent tardivement (Leray *et al.*, 2016).

Par ailleurs, des habitats potentiels peuvent être créés. Pour cela, il faut créer des tas de pierres et de bois constitués de bloc et de branches de différents diamètres dans des secteurs ensoleillés.

#### 4.8 Oiseaux

Le site de Marcé amont fait partie d'un maillage forestier et prairial plus ou moins dense avec ripisylve non entretenue. Le site de Moulin de Suette, fait partie d'un maillage bocager. Les cortèges d'oiseaux contactés sont donc inféodés à ce type de milieux sans enjeux fort au-delà la période de reproduction.

Comme pour les reptiles, la capacité de déplacement et de fuite des oiseaux laisse penser qu'il y a très peu de risque que les travaux provoquent de la destruction directe d'individus adultes. Afin de ne pas détruire des nids, des couvées ou encore des habitats, il convient de réaliser les travaux en dehors de la période de reproduction (Leray *et al.*, 2016 ; Dupont et Brault, 2020).

#### 4.9 Mammifères semi-aquatiques et terrestres

Aucune espèce recherchée n'a été contacté sur les 2 sites.

Concernant les capacités de déplacements des mammifères, il est peu probable que des destructions directes lors des travaux aient lieu.

#### 4.10 Synthèse

Le tableau ci-après synthétise les espèces observées sur les sites :

Tableau II : Synthèse des résultats des prospections d'espèces protégées au préalable des travaux de restauration sur l'ensemble des sites d'études

Nom du site	Flore	Amphibiens	Avifaunes	Coléoptères	Chiroptères	Odonates	Mammifères	Lépidoptères	Reptiles
Marcé amont	/	Cep, Gag,	Hab	Hab	Hab	Adm	/	/	/
Moulin de Suette	/	Cpe, Cep	Hab	Hab	Hab	Adm	/	/	/

Liste des abréviations utilisées :

Adm : Agrion de Mercure ; Cep : Crapaud épineux ; Cpe : Complexe Pelophylax ; Gag : Grenouille agile ; Hab : Habitats ; / : aucune observation.

Annexe A : relevés faunistiques des 2 sites

Nom de l'espèce	Marcé amont	Moulin de Suette
Amphibiens		
Crapaud épineux	X (25/04) 11	X (09/05) 39
Grenouille agile	X (18/07) 1	
Grenouille verte		X (25/04) 1 ; (09/05) 2 ; (23/06) 1
Insectes		
Caloptéryx splendide		X (23/05) 7 ; (23/06) 1 ; (04/07) 9
Caloptéryx vierge		X (23/06) 1
Agrion délicat		X (23/06) 2
Agrion de Mercure	X (23/05) 1	X (09/05) 1 ; (01/06) 1
Agrion joli		X (04/07) 2
Agrion mignon		X (23/06) 1
Agrion élégant		X (23/06) 3 ; (04/07) 11
Leste fiancé		X (23/06) 1
Libellule fauve		X (01/06) 1 ; (23/06) 5 ; (04/07) 2
Orthétrum brun	X (18/07) 1	X (04/07) 1
Agrion à larges pattes	X (18/07) 1	X (23/06) 2 ; (04/07) 24
Mammifères		
Renard roux		X (18/07) 1





**SMBVAR**

GESTION DES MILIEUX AQUATIQUES  
ET PRÉVENTION DES INONDATIONS

RECONNU EPAGE

---

83, rue du Mail - BP 80011  
49020 ANGERS Cedex 02

# **NOTE PREALABLE A LA REALISATION DE TRAVAUX SUR COURS D'EAU**

**INVENTAIRE DE PRESENCE D'ESPECES  
PROTEGEES ET MESURES DE PROTECTION  
POUR  
PINEAU (BV SUINE)  
LA PREPANCIERE (BV SUINE)  
LA PINSARDIERE (BV SUINE)**

## Table des matières

1	Identité du demandeur .....	3
2	Objet de la note .....	3
3	Méthodologie d'inventaire.....	4
4	Résultats et mesures de prises en compte.....	4
4.1	Flore.....	5
4.2	Odonates .....	5
4.3	Lépidoptères .....	5
4.4	Coléoptères.....	5
4.5	Chiroptères .....	5
4.6	Amphibiens .....	6
4.7	Reptiles .....	6
4.8	Oiseaux .....	7
4.9	Mammifères semi-aquatiques et terrestres .....	7
4.10	Synthèse .....	8

## 1 Identité du demandeur

La présente note complémentaire à la réalisation de travaux est établie par le  
Syndicat Mixte des Basses Vallées Angevines et de la Romme  
83, rue du Mail – BP 80011  
49020 ANGERS cedex 2

Représenté par Monsieur le Président, Jean-Paul PAVILLON

Numéro de SIRET : 200 080 828 00011

Le syndicat mixte des basses vallées angevines et de la Romme (SMBVAR) a été créé en avril 2018 pour assurer la préservation et la restauration du bon état écologique des cours d'eau et des milieux aquatiques non domaniaux, ainsi que la prévention des inondations sur le périmètre du bassin de la Maine, des confluences des basses vallées angevines, et du bassin de la Romme.

Personne référente :

Sylvain CHOLLET, technicien de rivière secteur Sarthe rive droite / Mayenne

Téléphone : 02 41 05 45 04 – E-mail : [sylvain.chollet@smbavr.fr](mailto:sylvain.chollet@smbavr.fr)

## 2 Objet de la note

La présente note retranscrit les résultats d'inventaire de présence d'espèces protégées réalisé en 2022 sur 3 sites du territoire du SMBVAR concernés par des travaux de restauration des milieux aquatiques en 2023-2024.

Les sites se situent sur le bassin versant de la Suine.

La note présente la méthodologie d'inventaire utilisée, les résultats puis les mesures d'évitements qui seront prises en phase chantier pour chaque site.

La description des travaux programmés sur chaque site sont décrit dans la notice préalable à la réalisation de travaux sur cours d'eau lié au présent document.

### 3 Méthodologie d'inventaire

Les espèces sont recherchées à la fois sur les secteurs concernés par les travaux d'aménagement (linéaires, plans d'eau...), mais également au niveau des zones potentielles de circulation des engins (chemins d'accès, bande riveraine). L'objectif est de détecter la présence d'espèces protégées, et non de recenser toutes les espèces présentes sur le secteur et les alentours concernés par les travaux.

Les espèces sont d'abord ciblées en fonction des secteurs grâce à la bibliographie et aux bases de données. Toutefois, en raison d'un manque de données/de connaissances dans certains secteurs, les espèces sont de nouveau ciblées après un passage sur site permettant ainsi de se faire une idée des habitats présents et des espèces qui y sont associées mais également des enjeux pour tel ou tel taxon. Ainsi, la liste d'espèces à rechercher n'est pas fixe mais variable d'une année à l'autre en fonction des secteurs étudiés et des habitats présents.

Quel que soit le groupe taxonomique étudié, plusieurs passages sont réalisés par site. En fonction du groupe étudié et des méthodes de prospections, les passages peuvent correspondre à des sessions de prospections dédiées à la recherche de telle espèce (ex les odonates) ou à des observations relevées lors d'un passage sur site (ex l'avifaune) ayant une autre finalité (ex mesure physico-chimique). En cas de contact avec une espèce, celle-ci est géolocalisée, et si besoin photographiée pour validation.

**Le protocole de recherche d'espèces protégées est fourni en annexe 1.**

### 4 Résultats et mesures de prises en compte

Le tableau ci-dessous synthétise les périodes favorables et défavorables par taxons pour effectuer des interventions. La période la plus favorable pour réaliser les travaux est l'automne puisqu'elle correspond à une période de basses eaux (facilitant les travaux) et qu'elle exclut les périodes de reproduction et d'hibernation de la majorité des taxons étudiés. Les chantiers seront réalisés à l'automne 2023-2024 (septembre-novembre).

Tableau I : Récapitulatif des périodes favorables et défavorables d'interventions pour les taxons recherchés (Source : Leray et al., 2016 ; Dupont et Brault, 2020)

	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Insectes												
Amphibiens/Reptiles												
Avifaune												
Chiroptères												
Mammifères												
Flore												

Légende : Vert : périodes favorables aux interventions ; Rouge : périodes défavorables aux interventions

Les paragraphes ci-dessous listent, par taxon, les enjeux et les grandes préconisations d'évitements à prendre.

#### 4.1 Flore

Pineau : 3 Orchis bouc (*Himantoglossum hircinum*) , 2 Epipactis à larges feuilles (*Epipactis helleborine*), 3 Orchis à feuilles lâches (*Anacamptis laxiflora*)

Prépancière : Platanthère à fleurs verdâtres (*Platanthera chlorantha*)

Pinsardièrre : Aucune espèce recherchée n'a été trouvée.

Les prospections ont permis de trouver sur le site du Pineau dans la partie enherbée entre le plan d'eau et le cours d'eau plusieurs pieds d'Orchis bouc. Des Orchis à feuilles lâches ont également été retrouvées plus en aval dans la prairie et l'Epipactis à larges feuilles a été retrouvée dans la prairie en aval du site. Concernant les Platanthères à fleurs verdâtres retrouvées sur le site de la Prépancière, celles-ci étaient présentes sur la digue du plan d'eau, dans un milieu forestier.

Les préconisations à prendre pour les espèces floristiques, consiste à réaliser les travaux hors de la période de floraison des espèces présentes sur site et/ou sur les chemins d'accès (Brault, 2020 ; Dupont et Brault, 2020).

#### 4.2 Odonates

Aucune espèce recherchée n'a été trouvée sur les 3 sites.

#### 4.3 Lépidoptères

Le cuivré des marais n'a été trouvé sur aucun des 3 sites.

#### 4.4 Coléoptères

La présence de vieux arbres (Frênes, chênes) est confirmée sur le site du Pineau (31 individus) et de la Prépancière (4 individus), aucun habitat favorable n'a été recensé sur le site de la Pinsardièrre.

Pour ce groupe d'espèces l'identification des arbres à cavité représentant un habitat potentiel a été réalisé en 2022. L'entretien prévu sur ces sujets participe à leur pérennité et à leur état de conservation.

Lors des travaux, il convient donc de mettre en défens ces arbres grâce à leur géolocalisation afin d'éviter de les abattre (Leray *et al.*, 2016).

Pour les coléoptères, tous les vieux arbres et arbres à cavité inventoriés seront maintenus et mis en défens lors des chantiers. De plus, si l'opportunité est donnée, de nouveaux arbres têtards seront créés lors du traitement de la végétation préparatoire au chantier afin de renouveler l'habitat des insectes.

#### 4.5 Chiroptères

La présence de vieux arbres (Frênes, chênes) est confirmée sur le site du Pineau (31 individus) et de la Prépancière (4 individus), aucun habitat favorable n'a été recensé sur le site de la Pinsardièrre.

Pour ce groupe d'espèces l'identification des arbres à cavité représentant un habitat potentiel a été réalisé en 2022. L'entretien prévu sur ces sujets participe à leur pérennité et à leur état de conservation.

Lors des travaux, il convient donc de mettre en défens ces arbres grâce à leur géolocalisation afin d'éviter de les abattre (Leray *et al.*, 2016).

Pour les Chiroptères, tous les arbres morts, sénescents ou à cavité seront maintenus et mis en défens. De plus, les travaux sont réalisés en octobre, hors période de reproduction et d'hibernation.

#### 4.6 Amphibiens

Pineau (Plan d'eau) : 12 Grenouilles vertes (*Pelophylax sp.*) ; 1 Crapaud épineux (*Bufo spinosus*) ; 4 Rainettes arboricoles (*Hyla arborea*)

Pineau (Zone humide) : 7 Grenouilles vertes (*Pelophylax sp.*) ; 8 Grenouilles agiles (*Rana dalmatina*) ; 2 Pélodytes ponctués (*Pelodytes punctatus*) ; 1 Triton crêté (*Triturus cristatus*) ; 4 Triton palmé (*Lissotriton helveticus*)

Pineau (cours d'eau) : 4 Grenouilles vertes (*Pelophylax sp.*)

Prépancière : 25 Grenouilles vertes (*Pelophylax sp.*) ; 14 Grenouilles agiles (*Rana dalmatina*) ; 25 Rainettes arboricoles (*Hyla arborea*) ; 6 Salamandres tachetées (*Salamandra salamandra*) ; 6 Tritons palmés (*Lissotriton helveticus*)

Pinsardière : 36 Grenouilles vertes (*Pelophylax sp.*) ; 1 Grenouille agile (*Rana dalmatina*) ; 3 Tritons palmés (*Lissotriton helveticus*)

Veille sur la présence d'amphibiens lors des opérations de reprofilages et lors du comblement de l'ancien lit ou du plan d'eau.

De manière générale pour les amphibiens, la préconisation est de réaliser les travaux en dehors des périodes de reproduction. Ainsi, les travaux auront lieu d'octobre à novembre.

#### 4.7 Reptiles

Pineau : Deux couleuvres d'Esculape (*Zamenis longissimus*) ont été retrouvées et un lézard vert occidental (*Lacerta bilineata*)

Prépancière : Une couleuvre helvétique (*Natrix helvetica*) a été retrouvée

Pinsardière : Aucune espèce recherchée n'a été trouvée.

Pour le site du Pineau, les couleuvres ont été retrouvées loin du site de restauration, sous un hangar abandonné. Le lézard vert a également été retrouvé loin, sur le chemin en direction du plan d'eau. Concernant le site de la Prépancière la couleuvre a été retrouvée dans l'étang au niveau des joncs.

Pour ce qui est des reptiles, leur capacité de déplacement laisse sous-entendre que des destructions directes sont peu probables (Leray *et al.*, 2016). Si les travaux débutent en septembre, il faudra vérifier que les habitats potentiels recensés lors de l'état initial ne présentent pas d'œufs étant donné que certaines espèces de reptiles se reproduisent tardivement (Leray *et al.*, 2016).

Comme pour les Amphibiens, les travaux devront avoir lieu en dehors de la période d'activité des reptiles, qui est de mars-avril à septembre. Par ailleurs, des habitats potentiels sur les sites peuvent être créés. Pour

cela, il faut créer des tas de pierres et de bois constitués de bloc et de branches de différents diamètres dans des secteurs ensoleillés.

#### 4.8 Oiseaux

Le site du Pineau est partagé entre un plan d'eau, une zone humide et un cours d'eau très enfriché en milieu bocagé. Le site de la Prépancière est un étang en milieu bocagé, avec une peupleraie et le site de la Pinsardière est un étang en milieu prairial.

Des pelottes de déjection de chouette effraie (*Tyto alba*) ont été retrouvées sous le même hangar abandonné que les couleuvres d'Esculape sur le site du Pineau.

Les cortèges d'oiseaux contactés sont donc inféodés à ce type de milieux sans enjeux fort au-delà la période de reproduction.

Comme pour les reptiles, la capacité de déplacement et de fuite des oiseaux laisse penser qu'il y a très peu de risque que les travaux provoquent de la destruction directe d'individus adultes. Afin de ne pas détruire des nids, des couvées ou encore des habitats, il convient de réaliser les travaux en dehors de la période de reproduction (Leray *et al.*, 2016 ; Dupont et Brault, 2020).

#### 4.9 Mammifères semi-aquatiques et terrestres

Aucune espèce recherchée n'a été contacté sur les sites de la Prépancière et de la Pinardière. Un écureuil roux a été observé sur le site du Pineau.

Concernant les capacités de déplacements des mammifères, il est peu probable que des destructions directes lors des travaux aient lieu.

## 4.10 Synthèse

Le tableau ci-après synthétise les espèces observées sur les sites :

Tableau II : Synthèse des résultats des prospections d'espèces protégées au préalable des travaux de restauration sur l'ensemble des sites d'études

Nom du site	Flore	Amphibiens	Avifaunes	Coléoptères	Chiroptères	Odonates	Mammifères	Lépidoptères	Reptiles
Pineau	Obo, Ofi, Efi	Cpe, Cep, Gag, Rar, Ppo, Tcr, Tpa	Hab, Cef	Hab	Hab	/	Ero	/	Lvo, Ces
Prépancière	Pfv	Cpe, Rar, Gag, Sta, Tpa	Hab	Hab	Hab	/	/	/	Che
Pinsardière	/	Cpe, Gag, Tpa	/	/	/	/	/	/	/

Liste des abréviations utilisées :

Cpe : Complexe Pelophylax ; Cep : Crapaud épineux ; Cef : Chouette effraie ; Efi : Epipactis helleborine ; Ero : Ecureuil roux ; Gag : Grenouille agile ; Obo : Orchis bouc ; Ofi : Orchis à feuilles lâches ; Pfv : Platanthère à fleurs verdâtres ; Ppo : Pélodyte ponctué ; Rar : Rainette arboricole ; Sta : Salamandre tachetée ; Tcr : Triton crêté ; Tpa : Triton palmé ; Che : Couleuvre helvétique ; Ces : Couleuvre d'Esculape, Lvo : Lézard vert occidental ; Hab : Habitats ; / : aucune observation.



## Annexe A : relevés faunistiques des 3 sites

Nom de l'espèce	Pineau	Prépancière	Pinsardière
<b>Amphibiens</b>			
Crapaud épineux	X (02/03) 1		
Grenouille agile	X (02/03) 8 ; (09/03) 1	X (02/03) 11 ; (22/07) 3	X (02/03) 1
Grenouille verte	X (11/04) 3 ; (20/04) 1 ; (05/05) 2 ; (09/05) 13 ; (22/07) 5	X (09/05) 25	X (02/03) 5 ; (09/05) 12 ; (22/07) 19
Pélodyte ponctué	X (02/03) 1 ; (08/06) 1		
Rainette arboricole	X (09/05) 5	X (09/05) 25	
Salamandre tachetée		X (02/03) 6	
Triton crêté	X (09/05) 1		
Triton palmé	X (02/03) 4	X (02/03) 6	X (02/03) 3
<b>Reptiles</b>			
Lézard vert occidental	X (21/06) 1		
Couleuvre d'Esculape	X (08/06) 2		
Couleuvre helvétique		X (08/06) 1	
<b>Oiseaux</b>			
Chouette effraie	X (08/06)		
<b>Insectes</b>			
Anax empereur	X (08/06) 1 ; (20/07) 1	X (16/06) 3	
Agrion délicat	X (21/06) 1 ; (20/07) 1	X (08/06) 1	
Agrion joli	X (08/06) 8	X (08/06) 19	X (08/06) 4
Agrion mignon	X (08/06) 7		
Crocothémis écarlate	X (02/06) 1 ; (08/06) 3 ; (20/07) 2	X (20/07) 1	
Agrion de Vander Linden	X (21/06) 1		
Naïade au corps vert	X (21/06) 1		
Agrion Porte-coupe	X (05/05) 3 ; (18/05) 1 ; (08/06) 1 ; (20/07) 6		
Gomphe joli	X (18/05) 1 ; (21/06) 1		
Agrion élégant	X (20/04) 3 ; (05/05) 3 ; (18/05) 2 ; (08/06) 3 ; (20/07) 16	X (08/06) 9	X (08/06) 2
Leste barbare	X (20/07) 1		X (22/07) 1
Leste dryade	X (08/06) 1 ; (20/07) 1	X (08/06) 2	
Leste fiancé		X (08/06) 6 ; (20/07) 3	
Libellule déprimée		X (16/06) 4	X (08/06) 1
Libellule fauve	X (08/06)		

Libellule quadrimaculée	X (18/05) 1		
Orthétrum à stylets blancs	X (08/06) 1		
Orthétrum réticulé	X (21/06) 1		
Agrion orangé	X (08/06) 6		
Agrion à larges pattes	X (20/04) 10 ; (02/06) 1 ; (08/06) 3 ; (21/06) 2 ; (20/07) 3		X (08/06) 1
Petite nymphe au corps de feu	X (18/05) 1		
Sympétrum méridional	X (08/06) 1		
Sympétrum sanguin	X (20/07) 1	X (08/06) 4 ; (20/07) 3	
Sympétrum strié	X (08/06) 3		
Mammifères			
Campagnol sylvestre	X (21/06) 3		
Ecureuil roux	X (22/06) 1		
Lièvre	X (08/07) 2		

**ANNEXE 4 : PROTOCOLE DE SUIVI AVANT ET APRES TRAVAUX DE PLANS D'EAU**

# Programme de suivi des plans d'eau du SMBVAR Suivi avant/après travaux **PROTOCOLES**



# Table des matières

I - Suivi des facteurs abiotiques.....	1
A - Suivi Piézométrique .....	2
1. Principe de la méthode .....	3
2. Fondement scientifique.....	3
3. Domaine d'application et périodicité.....	4
4. Méthode d'échantillonnage .....	4
4.1 Matériel .....	4
4.2 Préconisations .....	4
4.3 Choix des sites et stratégie d'échantillonnage .....	5
4.4 Installation du piézomètre .....	5
4.5 Réalisation du relevé .....	7
4.6 Recueil des données.....	7
5. Analyse des données .....	8
5.1 Principe.....	8
5.2 Méthode de calculs .....	8
B- Suivi de Température .....	10
1. Principe de la méthode .....	11
2. Fondement scientifique.....	11
3. Domaine d'application et périodicité.....	11
4. Méthode d'échantillonnage .....	11
4.1 Matériel .....	11
4.2 Préconisations .....	11
4.3 Choix des sites et stratégie d'échantillonnage .....	12
4.4 Installation du dispositif de mesure de température.....	12
4.5 Réalisation du relevé .....	14
4.6 Recueil des données.....	14
5. Analyse des données .....	14
5.1 Principe.....	14
5.2 Méthode de calculs .....	15
II- Suivi des facteurs biotiques.....	17
A- Suivi de la Flore .....	18
1. Principe de la méthode .....	19
2. Fondement scientifique.....	19
3. Domaine d'application et périodicité.....	19

4.	Méthode d'échantillonnage .....	20
4.1	Matériel .....	20
4.2	Préconisations .....	20
4.3	Choix des sites et stratégie d'échantillonnage .....	20
4.4	Réalisation du relevé .....	27
4.5	Recueil des données .....	27
5.	Analyse .....	28
5.1	Principe .....	28
5.2	Méthode de calculs .....	28
B- Suivi des amphibiens .....		32
1.	Principe de la méthode .....	33
2.	Fondement scientifique .....	33
3.	Domaine d'application et périodicité .....	34
4.	Méthode d'échantillonnage .....	35
4.1	Matériel .....	35
4.2	Préconisations .....	35
4.3	Choix des sites et stratégie d'échantillonnage .....	35
4.4	Recueil des données .....	37
5.	Analyse des données .....	38
5.1	Principe .....	38
5.2	Méthode de calculs .....	39
C- Suivi des Odonates .....		43
1.	Principe de la méthode .....	44
2.	Fondement scientifique .....	44
3.	Domaine d'application et périodicité .....	45
4.	Méthode d'échantillonnage .....	46
4.1	Matériel .....	46
4.2	Préconisations .....	46
4.3	Choix des sites et stratégie d'échantillonnage .....	46
4.4	Réalisation du relevé .....	47
4.5	Recueil des données .....	47
5.	Analyse .....	50
5.1	Principe .....	50
5.2	Méthode de calculs .....	51

Le but de ce document est de présenter les méthodes utilisées lors des suivis dits indicateurs. Ces suivis sont réalisés au préalable de la mise en œuvre de travaux de restauration de plans d'eau. Ces méthodes sont volontairement globales puisqu'elles se veulent d'être applicables n'importe où et non pas uniquement sur un site spécifique.

Le suivi avant/après travaux comprend un suivi de facteurs abiotiques (piézométrie et température) et de facteurs biotiques (amphibiens, odonates et flore).

Les protocoles sont menés en année n-1 ou n-2 des travaux de restauration des milieux aquatiques par une personne interne du SMBVAR (stagiaire). Ces mêmes protocoles sont de nouveau réalisés lors des suivis post-travaux en année n+1, n+3 et/ou n+5 par une autre personne interne du SMBVAR.

Ce protocole s'appuie principalement sur la Boîte à Outils d'indicateurs de suivi et d'évaluation des Milieux Humides du bassin de la Loire (BAOMH LigéO) qui est une déclinaison sur le Bassin Loire-Bretagne du travail réalisé dans le cadre de RhoMeO (bassin Rhône-Méditerranée), adapté par le Conservatoire d'espaces naturels Centre-Val de Loire (Cen Centre-Val de Loire) et le Forum des Marais Atlantiques (FMA), l'agence de l'eau et le FEDER Plan Loire (Version 1 Mai 2021).

Citation : Collectif LigéO. (2021). *La Boîte à outil de suivi des milieux humides LigéO* (Version 1; p. 173).



# I - Suivi des facteurs abiotiques







A - Suivi  
Piézométrique

## 1. Principe de la méthode

L'indicateur s'appuie sur la distribution des niveaux de la nappe au cours de l'année et sur plusieurs années de suivi. Pour ce faire, des piézomètres sont installés dans la zone d'étude et des relevés des niveaux de la nappe sont fréquemment effectués. Les valeurs de profondeur d'eau relevées seront positives lorsque la nappe se situe dans le sol et négatives lorsqu'elles dépassent la surface du sol, étant donné que le niveau de référence sera la surface du sol. Une fois l'ensemble des relevés effectués, l'indicateur est caractérisé par une analyse des données statistiques descriptives (minimum, maximum, médiane, 1<sup>er</sup> quartile et 3<sup>ème</sup> quartile) représentée graphiquement par une boîte à moustaches. Une droite de régression linéaire sera par la suite calculée entre les valeurs médianes des différentes années de suivi et la valeur de la pente de cette droite, indiquera la tendance et l'importance d'évolution du niveau de la nappe au cours de ces années de suivis. *In fine*, cette méthode permettra de traduire la dynamique hydrologique de la zone humide.

## 2. Fondement scientifique

Les zones humides exercent de nombreuses fonctions qui agissent sur l'équilibre et le développement du milieu grâce à des processus naturels. Parmi ces fonctions, on relève les fonctionnalités hydrologiques/hydrauliques qui participent à la régulation de la dynamique hydrologiques. En effet, elles agissent en tant que zones tampons et permettent par exemple, de stocker l'eau lors des périodes de crues et à l'inverse, de restituer progressivement l'eau au milieu lors des périodes de sécheresse. Cette fonctionnalité des zones humides peut être évaluée à l'échelle d'un site à l'aide du bilan hydrique qui traduit la différence entre les entrées d'eau (précipitations) et les sorties d'eau (ruissellement, évaporation et évapotranspiration) plus ou moins le changement de stockage de l'eau dans le sol. Ce bilan hydrique peut être approché au regard de la dynamique de la nappe d'eau dans le sol (Collectif LigéO, 2021).

Cette dynamique est tout particulièrement importante puisque c'est elle qui régit la présence des espèces hygrophiles et des sols hydromorphes.

Or ce processus a pu être modifié de manière volontairement ou non par des actions anthropiques, ce qui dans certains cas aboutit à une perturbation du milieu et/ou à un changement d'environnement. A titre d'exemple, des actions de drainage ou de prélèvement d'un plan d'eau ou d'une zone humide peuvent conduire à un assèchement de cette dernière et donc à terme un abaissement de la nappe souterraine. A l'inverse, la suppression partielle ou totale d'un plan d'eau, pourrait permettre de gagner des zones d'infiltrations et d'ainsi permettre à terme un rehaussement de la nappe d'eau.

Ainsi, mesurer la dynamique de la nappe d'eau d'une zone humide par une étude piézométrique pourrait indiquer son évolution ou non à condition de positionner le piézomètre dans une nappe libre.

Les piézomètres sont des dispositifs de mesures qui permettent de suivre le niveau d'eau d'une nappe souterraine grâce à la pression qu'exerce cette dernière en un point donné.

Il est toutefois important de noter que cet indicateur n'a de réelle valeur qu'à moyen et long terme. En effet, à court terme, les variations de niveau d'eau de la nappe peuvent être masquées par les fluctuations des apports atmosphériques extérieurs (Collectif LigéO, 2021)

De plus, afin de garantir la représentativité des mesures par rapport au fonctionnement du site, il sera important de bien positionner les piézomètres.

### 3. Domaine d'application et périodicité

L'indicateur est applicable pour tous les types de plans d'eau, que cela soit des sites permanents ou temporairement en eau.

Une fréquence de relevé manuelle tous les 10 à 15 jours est jugée suffisante pour juger de l'évolution de l'hydropériode (Forum des Marais Atlantiques, 2014). En cas de relevé avec une sonde automatique, on pourra relever une valeur par jour.

Les relevés de données doivent être effectués tout au long de l'année, entre le 1<sup>er</sup> septembre de l'année n-1 au 31 août de l'année n, car cette période représente l'équivalent d'une année hydrologique pour le bassin de la Loire et intègre les périodes de plus hautes eaux et basses eaux (Collectif LigéRO, 2021).

Le calcul de l'indicateur peut être effectué annuellement, en revanche son interprétation pour l'évolution du milieu doit être réalisée tous les 5 ans (Collectif LigéRO, 2021). Néanmoins, dans le cas de suivi de travaux, cette interprétation pourra être effectuée plus rapidement. En effet, (Collectif LigéRO, 2021), des travaux comme le comblement d'un fossé conduisent à une diminution de l'écart relatif entre les distributions des niveaux d'eau de la nappe étudiée.

Concernant le suivi avant travaux, il est préconisé de réaliser un état initial sur plusieurs années au minimum 3 ans (Rolan-Meynard et al., 2019).

### 4. Méthode d'échantillonnage

#### 4.1 Matériel

- Des piézomètres
- Des sondes piézométriques et barométriques
- Une masse
- Une tarière
- Des bouchons de tête de piézomètre
- Des bouchons de fond des piézomètres
- Du sable
- De l'argile

#### 4.2 Préconisations

Les piézomètres étant installés pendant plusieurs années de suivi, il est important de veiller à la maintenance du matériel. Ainsi, il conviendra de vérifier le bon fonctionnement du dispositif plus ou moins régulièrement et en particulier pendant les premiers mois suivant l'installation. En effet, les piézomètres peuvent être dégradés au cours du temps. A titre d'exemple, le tubage du piézomètre pourra être déformés par des mouvements de terrain, les crépines du tubage colmatés ou encore la protection de surface du piézomètre non étanche, ...(Quiot & Guérin, 2019).

Concernant l'analyse des résultats et l'interprétation de l'indicateur, il est essentiel de recueillir les données de pluviométrie du site afin d'affiner l'interprétation. De plus, réaliser une sortie préalable sur le site et déterminer les modes d'alimentation du site étudié peut également aider à l'interprétation.



L'installation d'un piézomètre peut nécessiter une déclaration de travaux, on pourra donc contacter la DDT avant installation.

### 4.3 Choix des sites et stratégie d'échantillonnage

La localisation du piézomètre doit refléter la dynamique du fonctionnement hydrologique du site. Pour ce faire, il doit être placé dans une zone représentative du site notamment d'un point de vue topographique et hydrologique. Ainsi, on pourra privilégier la pose du piézomètre dans un milieu très représenté sur le site et on évitera de le poser dans des zones creuses ou hautes du site étudié.

Par ailleurs, dans le cas d'actions de restauration, la pose d'un seul piézomètre n'est pas suffisante. Les effets de restaurations sur la nappe peuvent varier spatialement, il est donc préconisé de poser au minimum un second piézomètre sur les zones d'impacts potentiels de la restauration (Collectif LigéO, 2021).

Enfin, lors de la pose des piézomètres, il faut prendre en compte les usages liés au site dans lequel il est implanté. A titre d'exemple, dans un secteur d'élevage, il faudrait protéger le piézomètre par un enclos afin qu'il ne soit pas détérioré par les animaux ou encore marquer le piézomètre afin de le rendre visible dans un secteur fauché.

### 4.4 Installation du piézomètre

Il existe dans le commerce, des piézomètres préfabriqués qui sont prêts à l'emploi. Autrement, il est possible de fabriquer son propre piézomètre.

#### Fabrication artisanale du piézomètre :

Tout d'abord acheter un tube PVC de 50 mm de diamètre. Le découper d'une longueur qui n'excède pas 2 m, l'objectif étant de mesurer la variation du niveau de la nappe dans la partie supérieure du sol). Ensuite, il faut déterminer où placer le piézomètre afin de déterminer la hauteur du tube qui doit dépasser du sol. Ainsi généralement on distingue :

- Les sites sans submersion : faire dépasser le tube de 50 cm du sol
- Les sites avec submersion (plans d'eau, crues, ...) : faire dépasser le tube de 40 cm au-dessus du niveau d'eau le plus haut connu

Une fois cela déterminé, il faut réaliser la crépine du tube dans toute la partie qui sera implantée dans le sol. La crépine est un ensemble de perforations dans le tube qui devrait permettre le passage de l'eau dans le tube, mais pas la matière minérale. Pour ce faire, deux méthodes peuvent être employées :

- Trous circulaires de diamètre 5 mm réalisés à la perceuse : tous les 10 cm, puis tourner  $\frac{1}{4}$  de tour et percer tous les 10 cm également mais de manière intercalée par rapport aux premiers
- Fente de 1 à 2 mm de largeur réalisés à la meuleuse ou à la scie circulaire, puis tourner  $\frac{1}{2}$  de tour et percer tous les 10 cm également mais de manière intercalée par rapport aux premiers

Le piézomètre doit être bouché à la base afin de ne pas faire remonter de matière solide ou de sédiments lors de son insertion dans le sol

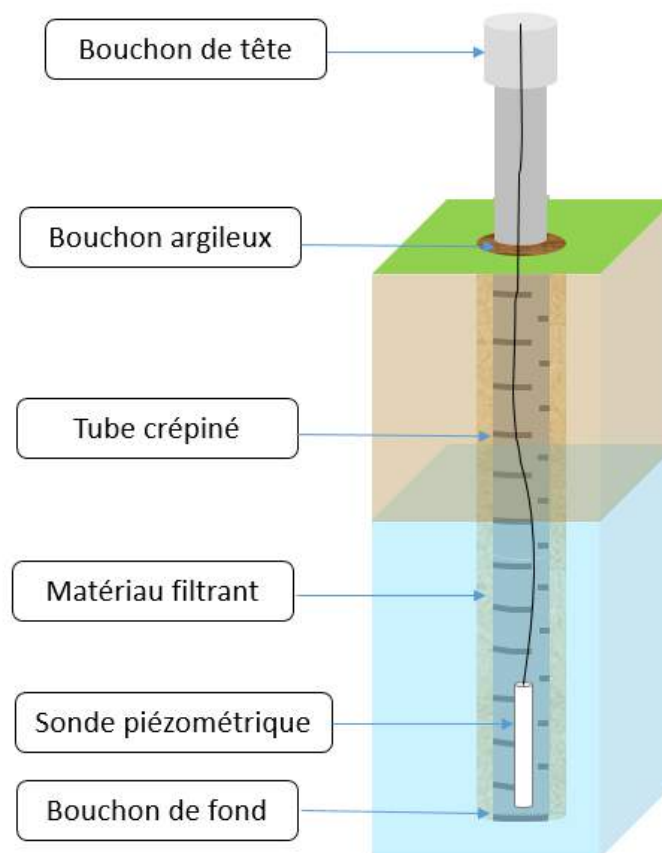
### Implantation du piézomètre dans le sol :

L'implantation du piézomètre peut être manuelle. Dans un premier temps, un sondage à la barre ou canne pédologique pourra être effectué afin de vérifier la profondeur à laquelle le tube piézométrique pourra être enfoncé dans le sol (Collectif LigérO, 2021). En général, le niveau de la nappe minium est indiqué par la limite haute de l'horizon réduit (horizon gris-bleuâtre), le piézomètre devra par conséquent, y être enfoncé d'au moins 25 cm (Forum des Marais Atlantiques, 2014). Une fois cela réalisé, un forage à la tarière (manuelle ou thermique) sera réalisé jusqu'à la profondeur souhaitée. Le piézomètre devra alors être enfoncé à l'aide d'une masse si nécessaire. En revanche, il est important de ne pas frapper directement le piézomètre avec la masse car cela pourrait l'endommager, une planche en bois entre la masse et le tube ou une tête de frappe pourront être utilisés (Forum des Marais Atlantiques, 2014).

Ensuite, il faudra combler avec un matériau filtrant (exemple sable) ou le matériel extrait et en surface, placer un bouchon d'argile autour du trou afin d'éviter les infiltrations d'eau ou la chute de petits animaux ((Forum des Marais Atlantiques, 2014) ;(Coélys, s. d.)). Il faudra munir le piézomètre d'un bouchon afin d'éviter l'infiltration d'eau de pluie à l'intérieure ou l'introduction

Enfin, il faudra matérialiser le niveau 0 du piézomètre, par un marquage ou une barre métallique (généralement le niveau de la surface du sol), afin de vérifier qu'il n'y ait pas de mouvement de terrain et ajuster les valeurs en conséquence.

La Figure 1 ci-dessous, illustre l'implantation d'un piézomètre dans le sol.



*Figure 1 : Schéma d'installation d'un piézomètre ainsi que de la sonde piézométrique, (A. Goubi, 2022)*

## 4.5 Réalisation du relevé

Une fois le piézomètre installé, les relevés de niveau d'eau pourront être réalisés manuellement ou automatiquement.

Pour ce relevé manuel, celui-ci peut être effectué avec une sonde sonore ou lumineuse.

Ainsi, il faudra introduire la sonde sonore ou lumineuse à l'intérieur du tube piézométrique. Lorsque la sonde émet un signal sonore et/ou lumineux, cela indique que la sonde a rencontré le niveau de l'eau. Il faudra alors relever le niveau de graduation à laquelle a été enfoncé la sonde. Ce niveau devra être considéré comme positif s'il est inférieur à la surface du sol et négatif s'il est supérieur à la surface du sol.

Pour le relevé automatique, un capteur de pression piézométrique sera également installé à l'intérieur du tube piézométrique. Ce capteur, mesure la pression absolue en profondeur ce qui correspond à la somme de la pression atmosphérique et de la pression due à la colonne d'eau dans le tube pour la convertir en hauteur d'eau selon la formule (1) :

$$(1) P = \rho \cdot g \cdot h \rightarrow h = \frac{P}{\rho \cdot g}$$

Avec :

P : la pression de la colonne d'eau en N/m<sup>2</sup>

$\rho$  : la masse volumique de l'eau en kg/m<sup>3</sup> ( $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ )

g : l'intensité de pesanteur 9,81 N/kg

h : la hauteur (ou profondeur d'eau) en m

Ainsi, afin d'obtenir la pression liée uniquement à la colonne d'eau, il est nécessaire d'installer un capteur de pression atmosphérique (baromètre) à la surface du sol qui permettra de soustraire la pression atmosphérique à la pression absolue.

## 4.6 Recueil des données

Le recueil des données pourra être effectué sur un fichier Excel.

A chaque relève il faudra indiquer :

- L'identifiant du piézomètre
- Le nom du site
- Le nom du bassin versant
- La date de relève
- L'heure de relève
- La température de l'air
- La hauteur de la nappe
- Le nom de l'opérateur

## 5. Analyse des données

### 5.1 Principe

L'indice sera fondé dans un premier temps sur le calcul de valeurs statistiques descriptives. Dans un second temps, une droite de régression linéaire sera par la suite calculée entre les valeurs médianes des différentes années de suivi. La valeur de la pente de cette droite, indiquera la tendance et l'importance d'évolution du niveau de la nappe au cours de ces années de suivis.

### 5.2 Méthode de calculs

Les calculs devront être effectués sur les valeurs qui représentent une année hydrologique soit, du 1<sup>er</sup> septembre de l'année N-1 au 31 août de l'année N. Il faudra préciser pour chaque calculs le nombre de données qui ont participés au calcul de l'indicateur afin d'avoir du recul sur l'interprétation sachant, que plus les calculs seront effectués sur un grand nombre de données, plus l'indicateur sera précis.

Pour rappel, les valeurs de profondeur de nappe situées en-dessous de la surface du sol sont comptées comme positives et les valeurs situées au-dessus de la surface du sol sont considérées comme négatives.

#### Minimum :

Relever la valeur minimale de profondeur de nappe (valeur au-dessus de la surface du sol)  
Fonction sur EXCEL : =Min(plage de valeur)

#### Maximum :

Relever la valeur maximale de profondeur de nappe (valeur au-dessous de la surface du sol)  
Fonction sur EXCEL : =Max(plage de valeur)

#### Médiane :

Relever la valeur médiane de profondeur de nappe, soit la valeur qui sépare la moitié supérieure et la moitié inférieure d'un ensemble de données.  
Fonction sur EXCEL : =Mediane(plage de valeur)

Ou :

Trier l'ensemble des données par ordre croissant et attribuer un rang par ordre croissant à chaque valeur :

- si le nombre des données est un nombre impair : relever la valeur situé au rang  $(n+1)/2$
- si le nombre des données est un nombre pair : relever la valeur moyenne des valeurs de rang  $(n/2)$  et  $(n+1)/2$

Avec  $n$ = nombre de valeurs que contient l'ensemble de la plage de données



### Premier quartile et troisième quartile :

Relever le premier et le troisième quartile de profondeur de nappe, soit respectivement, la valeur qui sépare  $\frac{1}{4}$  des valeurs inférieures et  $\frac{3}{4}$  des valeurs inférieures.

Fonction sur EXCEL : =quartile(plage de valeur, quart)

avec quart=1 pour premier quartile et quart=3 pour troisième quartile

Ou :

Trier l'ensemble des données par ordre croissant et attribuer un rang par ordre croissant à chaque valeur :

- relever la valeur au rang  $0.25 \cdot n$ , arrondi au supérieur pour le 1<sup>er</sup> quartile
- relever la valeur au rang  $0.75 \cdot n$ , arrondi au supérieur pour le 3<sup>ème</sup> quartile

Avec  $n$  = nombre de valeurs que contient l'ensemble de la plage de données

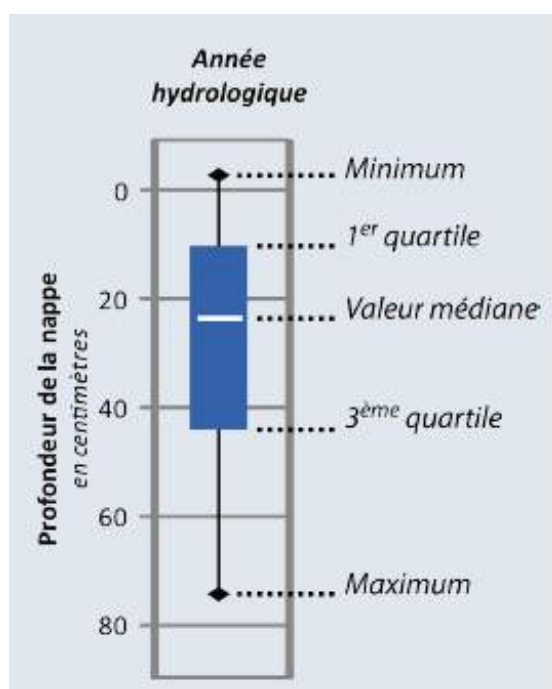
Une fois cela effectué on pourra :

1) Construire la droite de régression linéaire sur les valeurs médianes des profondeurs piézométrique entre au moins 3 années de suivis

Il faudra pour cela, utiliser la courbe de tendance linéaire sur un graphique et choisir de montrer l'équation et le coefficient de corrélation.

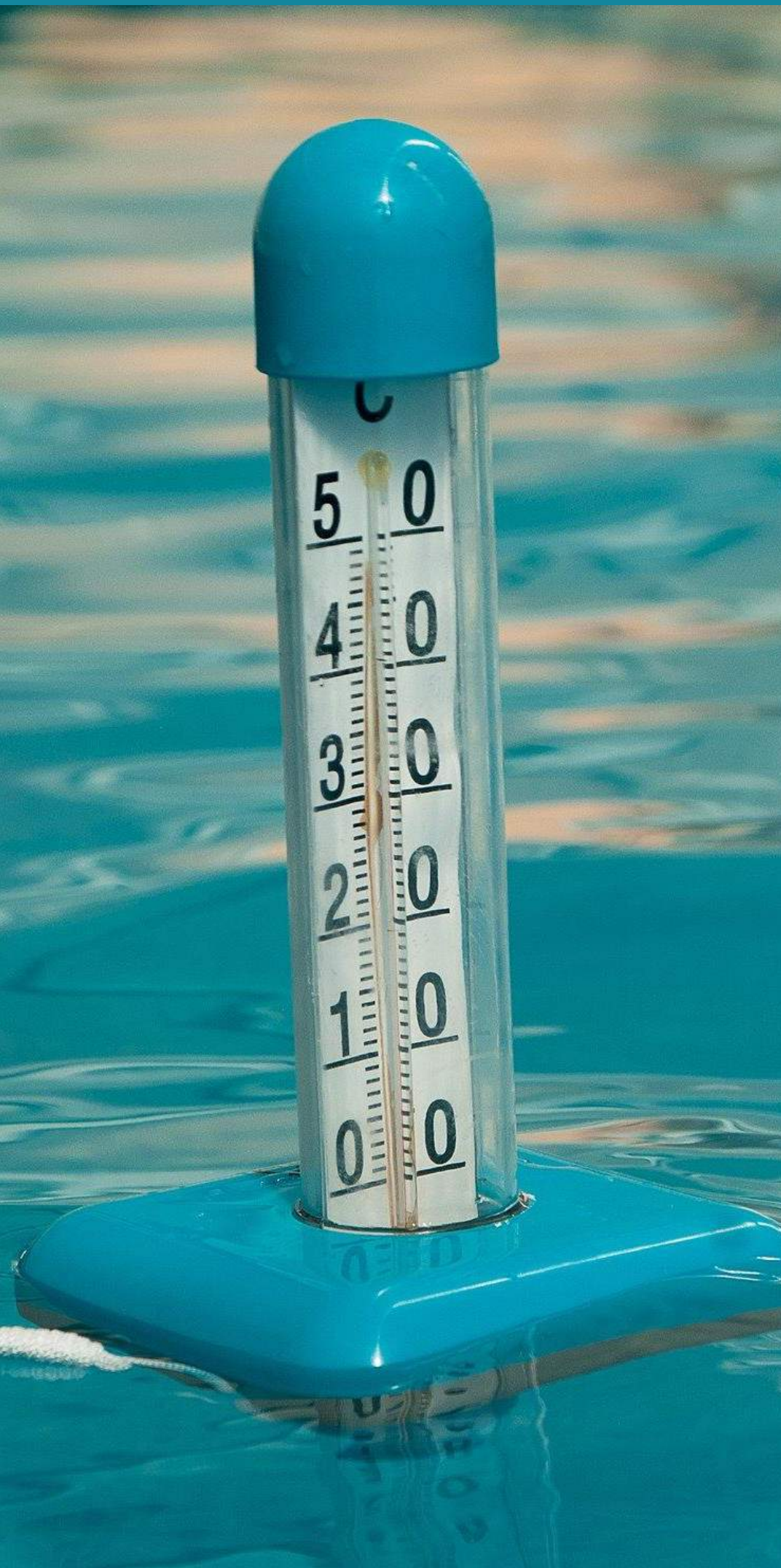
La pente de la droite indique la tendance et l'importance de l'évolution (Collectif LigérO, 2021). Ainsi, un coefficient directeur de la droite positif indique une tendance à la hausse du niveau de la nappe et donc une tendance positive de l'évolution du fonctionnement hydrologique de la zone humide.

2) Construire des boîtes à moustaches qui est la représentation graphique de l'indicateur (Figure 2) :



Concernant l'analyse des boîtes à moustache, plus l'espace interquartile est petit, moins les niveaux de nappe varient au cours de l'année. De plus, le positionnement de la médiane entre les deux quartiles indique également la tendance globale du niveau de la nappe au cours de l'année.

*Figure 2 : Boîte à moustache de la profondeur d'une nappe lors d'une année hydrologique, source : Collectif LigérO, 2021*



B- Suivi de  
Température

## 1. Principe de la méthode

La température du plan d'eau est mesurée à la surface et en profondeur tout au long de l'année à l'aide de capteur. Les cours d'eau à proximité seront également pourvus de sonde température.

## 2. Fondement scientifique

La température est un paramètre abiotique fondamental au fonctionnement des plans d'eau. Elle permet notamment de maintenir en équilibre tout un écosystème. En effet, la température influe directement sur certains paramètres chimiques (comme la saturation en oxygène ou le taux d'oxygène par exemple), dont dépendent les organismes vivants, soit directement (thermo-sensibilité et thermo-tolérance) ou indirectement (proie/prédateur, végétation/consommateurs primaires ...).

Le réchauffement climatique ainsi que les fortes variations de température peuvent ainsi avoir un fort impact sur le fonctionnement des plans d'eau. C'est donc un paramètre important qu'il est nécessaire de surveiller.

## 3. Domaine d'application et périodicité

Selon (Touchart, 1999) : « Les températures de l'eau varient selon quatre échelles de temps principales, l'irrégularité interannuelle, le cycle annuel, les variations interdiurnes et le cycle diurne. Le caractère polymictique des étangs rend essentielle l'étude des deux échelles les plus courtes. ». Ainsi étant donné que les petits plans d'eau ont généralement un caractère polymictique, c'est à dire, que le brassage de l'eau s'effectue plusieurs fois par an, il serait intéressant d'étudier la température de l'eau tous les jours de l'année, avec un pas de temps de 1h.

Cependant, pour des raisons pratiques (traitement de données), le SMBVAR souhaite effectuer les séries de mesures avec un pas de temps de 6 heures.

## 4. Méthode d'échantillonnage

### 4.1 Matériel

- Enregistreurs de température
- Flotteur
- Corde
- Pieu gradué
- Tige graduée
- Serflex®
- Poids

### 4.2 Préconisations

Il faudra tout d'abord veiller à contacter les acteurs du plan d'eau, cela permet de connaître les usages du plan d'eau ainsi que de demander des autorisations d'installation, et d'accès au plan d'eau. De plus, cela peut permettre d'obtenir tout type d'information sur le plan d'eau (physico-chimies, espèces, ...)

Ensuite, il faudra obtenir les caractéristiques physiques et hydro-morphologiques du plan d'eau (profondeur maximale, fluctuation maximale du niveau d'eau ou marnage, ...), afin d'estimer notamment la profondeur maximale du plan d'eau (et/ou la fluctuation maximale du niveau d'eau ou marnage). Cela permettra ainsi, d'adapter en conséquence le dispositif de mesure de température.

Concernant les moyens humains, il est conseillé que la localisation des points de mouillages soit effectuée par 1 à 2 personnes, et que la pose du dispositif ainsi que lors du suivi 2 personnes soient présentes.

Enfin, le matériel devra être nettoyé et désinfecté après chaque campagne (appareillage, chaussures, waders ...) afin de limiter la propagation d'agents pathogènes entre les plans d'eau.

### 4.3 Choix des sites et stratégie d'échantillonnage

Dans la littérature, la grande majorité des mesures de température de plan d'eau s'effectue dans des lacs et sur une seule verticale située dans la zone la plus profonde du plan d'eau (Choffel et al., 2017). Néanmoins, une étude portée par (Abbasi et al., 2016), a montré que pour les plans d'eau plus petits, la température mesurée dans la zone la plus profonde ne peut pas être considérée comme homogène sur toute la surface de la masse d'eau. De plus, la zone la plus profonde des petits plans d'eau n'est généralement pas située au milieu du plan d'eau mais est plutôt excentrée au niveau des retenues (Choffel et al., 2017).

Ainsi, il serait intéressant de prévoir un plan de mouillage pour les mesures de température. Ce plan de mouillage peut être effectué selon la bathymétrie, dans des zones homogènes en profondeur (Choffel et al., 2017), avec au moins une mesure dans la zone la plus profonde du plan d'eau.

De plus, on retiendra également les critères suivants pour le choix des zones d'installation des dispositifs de suivi thermiques (Foissy et al., 2018):

- Etre dans une zone relativement étendue et plate
- Etre placé dans une zone abritée des flux entrants et sortants
- Ne pas impacter les activités du plan d'eau (vidange, nautisme, pêche)
- Ne pas être installé trop près des retenues avec soutirage

Dans le cas où le plan d'eau serait sur cours d'eau, il serait intéressant de mesurer la température du cours d'eau en amont du plan d'eau et à l'aval du plan d'eau afin d'évaluer le degré de réchauffement du cours d'eau. Il faudra relever la position des enregistreurs de température ainsi que la distance par rapport au plan d'eau.

### 4.4 Installation du dispositif de mesure de température

Le dispositif de température, a été fabriqué de manière artisanale par le SMBVAR et sa disposition diffère légèrement du protocole d'origine pour des raisons pratiques et techniques (voir protocole de base nommé « Protocole\_piézo-métrique2022 »).

Le principe de mesure de la thermie d'un plan d'eau, est un dispositif avec une succession d'enregistreurs de température disposés le long de la colonne d'eau.

Ainsi, un ou des enregistreurs de température seront mobiles et reliés à un flotteur, ce qui permettra aux enregistreurs de température de suivre les variations de niveau d'eau. Ils enregistreront

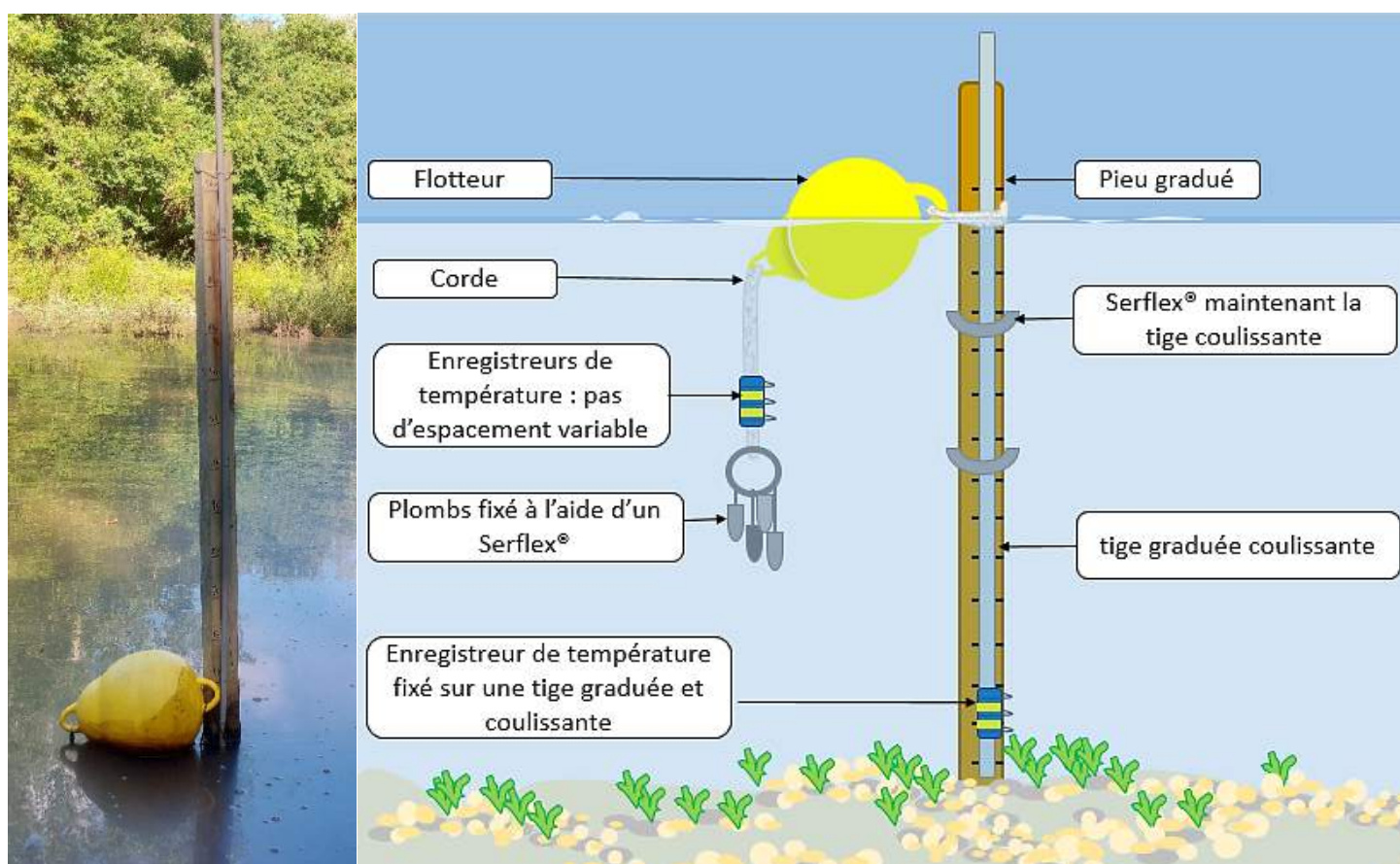


notamment les valeurs de température à la surface et/ou le long de la colonne d'eau. Afin de maintenir à la verticale les enregistreurs de température sous l'eau, ils seront rattachés à un poids.

Un enregistreur sera fixe, et mesurera la température du fond. Il sera situé à 10 ou 20 cm du fond, le long d'une tige graduée, qui pourra être soulevée et coulissée pour récupérer les données.

Enfin, l'ensemble de l'appareillage sera maintenu à un pieu gradué de garantir la stabilité horizontale de l'appareillage (Figure 3).

Dans le cas où la variation du niveau d'eau serait importante, il serait intéressant de disposer d'un dispositif de mesure de la hauteur d'eau.



Concernant la mise à l'eau du dispositif, il faut d'abord visualiser la localisation des mouillages (carte bathymétrique, profondimètre, ...). Ensuite, il faut installer le pieu et l'enfoncer dans le sol de manière à ce qu'il soit bien fixe. Pour continuer, il faudra installer la tige coulissante avec l'enregistreur de température qui mesurera la température du fond du plan d'eau. Il faudra noter sur la tige métallique, un repère métrique par rapport au pieu gradué afin que le dispositif soit toujours remis à la même position suite à la relève pour la récupération de données. Enfin, le dispositif avec le flotteur devra venir par-dessus le premier dispositif.

## 4.5 Réalisation du relevé

Le SMBVAR dispose d'enregistreurs HOBO® Pendant® MX Température (MX2201). Ces enregistreurs sont étanches, permettent de mesurer la température, avec une mémoire de plus de 96 000 mesures et une autonomie de 1 à 2 ans.

Ces appareils fonctionnent principalement grâce au système Bluetooth (portée 30 m), via une application : HOBOMobile® app, à partir de laquelle la programmation des appareils ainsi que la récupération des données peuvent s'effectuer.

Pour collecter les données, il suffira de récupérer l'enregistreur (hors de l'eau), et de le connecter au Bluetooth, l'application permettra de récupérer un fichier excel et des graphiques qui pourront être transmis soit par mail.

## 4.6 Recueil des données

Lors des sessions sur le terrain, il faudra relever la position GPS du mouillage et remplir la fiche terrain suivante (Tableau 1).

**TABLEAU 1 : FICHE TERRAIN TEMPERATURE, ADAPTEE DE (FOISSY ET AL., 2018)**

Nom du site	
Intitulé campagne	
Opérateurs	

Date	Heure de début	Heure de fin	Cote du plan d'eau	Météo

Mouillage thermie	Profondeur (m)	Heure	Intervalle d'enregistrement (min)	Date du départ d'enregistrement	Heure du début d'enregistrement	Nombre de sondes
pose						
relevé						

## 5. Analyse des données

### 5.1 Principe

L'analyse des données de température pourra se baser sur deux ou trois paramètres :

- La représentation graphique de la température située en profondeur et celle de la température mesurée à la surface
- La différence de température entre le fond du plan d'eau et la surface

## 5.2 Méthode de calculs

### Représentation graphique de la température

Concernant la représentation de la température de fond et de surface, on pourra utiliser le graphique de type nuage de points sur Excel.

La représentation graphique permettra d'observer les fluctuations de température entre le jour et la nuit et permettra de voir les tendances du fonctionnement thermique du plan d'eau (Figure 4).

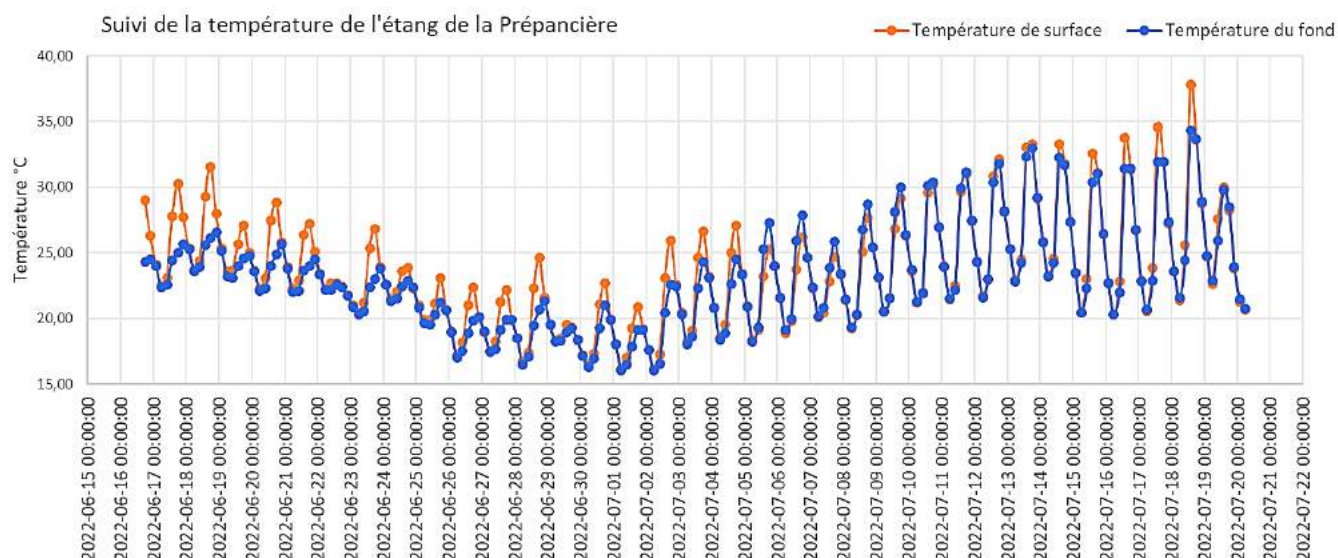


Figure 4 : Exemple de représentation graphique sur l'étang de la Prépancière

En cas de plan d'eau à proximité du cours d'eau, on pourra également rajouter les fluctuations du cours d'eau et regarder l'influence ou non du plan d'eau sur le cours d'eau.

### Différence de température entre le fond du plan d'eau et la surface :

La différence de température entre le fond et la surface peut permettre de comprendre le fonctionnement thermique du plan d'eau. Lorsque l'écart est minime, cela peut indiquer une homogénéisation du plan d'eau et donc un mélange des eaux du plan d'eau. Cela se voit particulièrement si l'on utilise le graphique de barres empilées sur Excel (Figure 5)

Bien sûr, lors de l'interprétation des résultats, il faudra prendre également en compte la variation de la hauteur d'eau du plan d'eau.

En cas de plan d'eau à proximité du cours d'eau, on pourra également rajouter les fluctuations du cours d'eau et regarder l'influence ou non du plan d'eau sur le cours d'eau.



Figure 5 : Différence de température entre la surface et le fond de l'étang de la Prépancière



## II- Suivi des facteurs biotiques







A- Suivi de la  
Flore



## 1. Principe de la méthode

Le site de suivi est prospecté entièrement et la flore du site est déterminée. Pour ce faire, des relevés floristiques vont être effectués dans chaque unité végétale phytosociologique du site. Les relevés seront effectués régulièrement le long de transects et positionnés dans les endroits les plus caractéristiques de chaque unité végétale homogène. Pour chaque relevé, la flore présente est identifiée, le recouvrement ainsi que les strates verticales de chaque espèce sont notés, la taille et la position du relevé.

Par la suite, différents indices sont calculés en fonction des préférences écologiques des plantes retrouvées sur site. D'autres indices de diversité donnent également une indication sur la qualité du site.

## 2. Fondement scientifique

La végétation occupe une place essentielle au sein des écosystèmes. Du fait de sa nature autotrophe, elle constitue un véritable support de vie en fournissant à la fois nourriture et habitat pour la majorité des espèces animales. L'étude de la flore et des communautés végétales d'un milieu donne de nombreuses informations sur la qualité du milieu et son fonctionnement. Elles sont par conséquent d'excellents descripteurs de l'état du milieu. En effet, compte tenu de leurs exigences et préférences écologiques, la présence ou l'absence de certaines espèces végétales ou communautés rend compte des conditions du milieu sur lequel elles se développent. (Douville et al., 2017)

A titre d'exemple, la présence d'une nappe d'eau dans le sol constitue une contrainte pour les végétaux, à laquelle les espèces sont plus ou moins tolérantes et adaptées. Chaque espèce présente un optimum de développement qui peut être quantifié et utilisé pour évaluer le niveau d'humidité dans le sol. C'est pourquoi, l'étude de l'humidité du sol par les végétaux constitue un des indices utilisés dans ce protocole. La littérature a d'ailleurs démontré que le niveau moyen de la nappe dans le sol pouvait être évalué grâce à la végétation en place sur un site et leur degré d'affinité à l'humidité des sols (Collectif LigéO, 2021).

En outre, la quantité de nutriments disponibles dans le sol (azote et phosphore), est également un des facteurs qui conditionne le développement de la végétation. Ainsi, de la même manière que pour l'humidité dans le sol, les plantes disposent également d'un optimum de développement au regard des nutriments présents dans le sol et qui peut être utilisé pour qualifier l'état d'un milieu. Ce descripteur est également utilisé en tant qu'indice dans ce protocole (Collectif LigéO, 2021).

Dans tous les cas, il est important de rappeler qu'il faut étudier l'ensemble d'un cortège floristique plutôt que seulement une ou quelques espèces, car cela donne des informations plus justes et précises sur l'état du milieu.

## 3. Domaine d'application et périodicité

L'indicateur est applicable à pratiquement toutes les zones humides. En revanche, lorsque l'engorgement des sols n'est pas assez avéré ou la nappe trop profonde, l'indicateur peut être calculé mais en complément d'autres indices (Collectif LigéO, 2021). De plus, il est à noter que les comparaisons des valeurs indicatrices entre sites sont à éviter en raison du type de zones humides, du substrat et du pH.

Concernant la périodicité de l'indicateur, un seul passage suffit pour réaliser le relevé phytosociologique. La période idéale de relevé est en général en fin de printemps (mai-juin), car c'est une période de transition d'observation entre des espèces floristiques précoces et plus tardives. De

plus, d'une année à l'autre, il faudra veiller à conserver les mêmes périodes de passage (Collectif LigérO, 2021).

Dans le cadre de suivi de restauration, il est préconisé de réaliser un état initial avec 1 ou deux campagnes de suivi avant travaux, puis de réaliser un passage tous les deux ans après travaux, qui pourront être espacés plus tard (année N+5 à année N+10) (Collectif LigérO, 2021).

## 4. Méthode d'échantillonnage

### 4.1 Matériel

- Tablette de terrain avec logiciel SIG
- Décamètre
- Guide d'identification des plantes

### 4.2 Préconisations

Lors de la réalisation du relevé, les milieux ouverts sont à prioriser avec au moins la moitié des relevés du site effectués en milieux ouverts compte tenu de la vitesse d'évolution de ces milieux, hors sites boisés notamment.

### 4.3 Choix des sites et stratégie d'échantillonnage

Dans le cadre d'une évaluation de la restauration, il est important de considérer non pas le site mais la zone d'influence des travaux qui peut être de surface identique ou plus restreinte. La localisation des transects de placettes vise donc à traduire l'évolution de la zone d'impact potentielle et s'articule très facilement avec les transects de placettes utilisés pour l'évaluation de l'état global de la zone humide (Collectif LigérO, 2021).

Dans le cadre d'une suppression de plan d'eau, partielle ou totale sur cours d'eau, ce protocole indique comment choisir les sites d'échantillonnage en fonction d'un plan d'eau ou d'un cours d'eau.

#### Étape 1 : Prospection du site

Les relevés effectués sur le site doivent être représentatifs de la végétation globale du site et rendre compte de l'hétérogénéité de l'habitat. Pour ce faire, il faut prospecter entièrement le site afin de repérer des unités végétales homogènes (figure 6). Cette homogénéité floristique, qui est exprimée par une composition spécifique et une physionomie structurale, traduit logiquement l'homogénéité écologique (Delassus, 2015) . En d'autres termes, il faut repérer l'uniformité des couleurs et des textures dans la végétation et la stratification verticale. Ensuite, il faut s'assurer qu'au sein de ces formations la composition des espèces floristiques est homogène (SMBVAR, 2020).



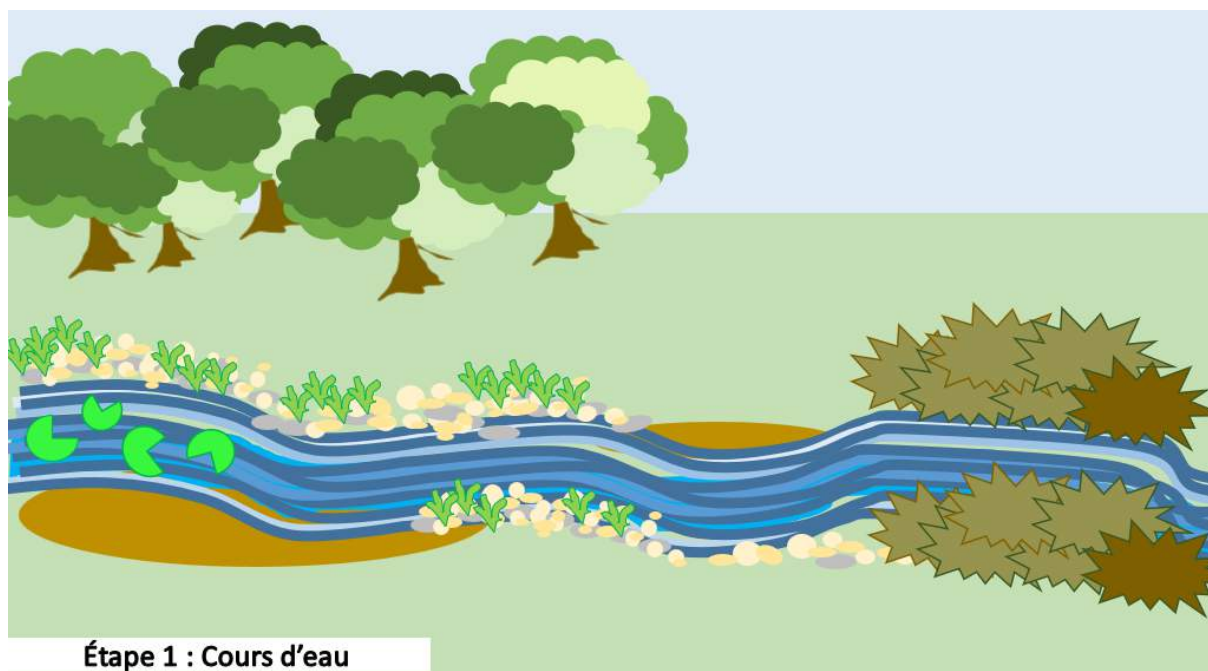
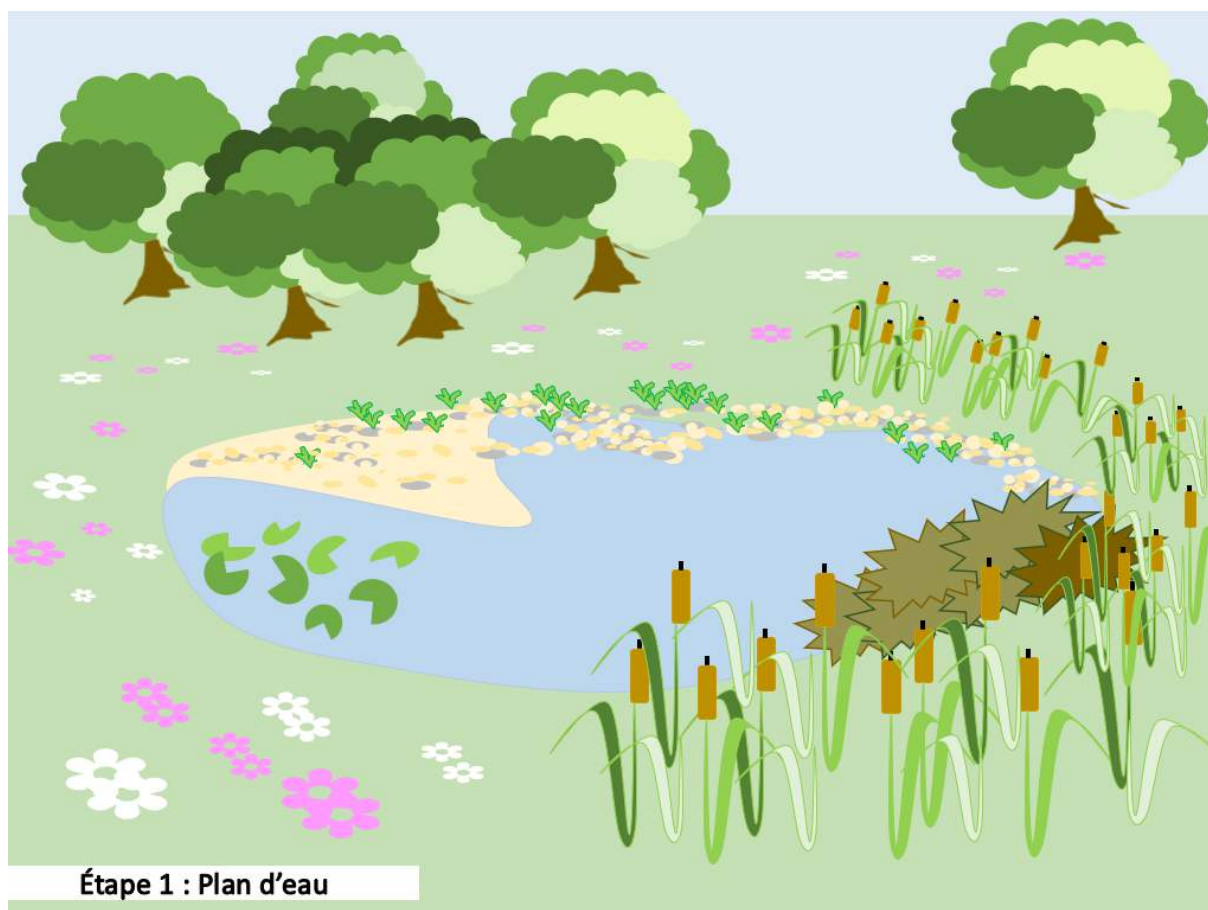


Figure 6 : Schématisation du relevé floristique : Étape 1 Prospection du site, (A. Goubi, 2022)

### Étape 2 : Découpage du site selon les différentes unités végétales

Après avoir prospecter le site, il faut définir les limites de ces unités végétales homogènes. Ces unités végétales correspondent aux unités phytosociologiques (Figure 7).

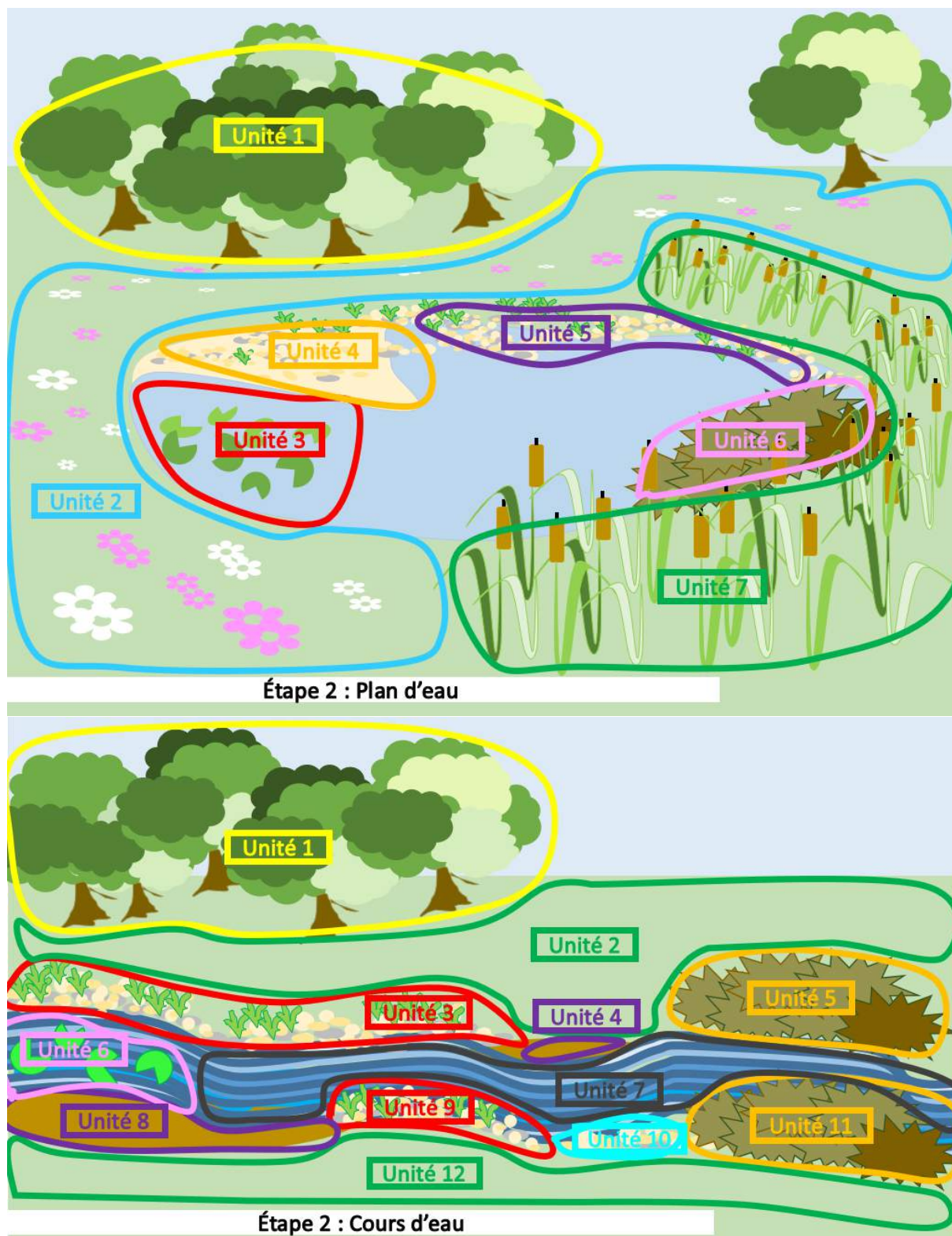
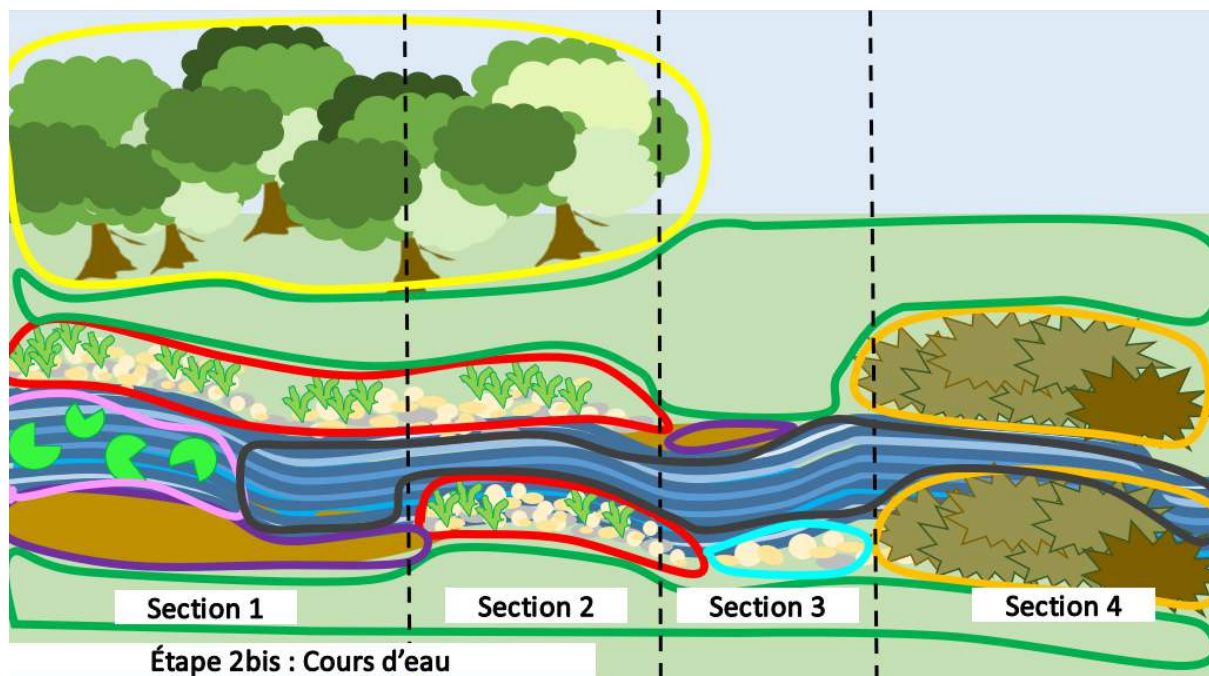


Figure 7 : Schématisation du relevé floristique : Étape 2 Découpage du site selon les différentes unités végétales, (A. Goubi, 2022)



### Étape 2bis dans le cas d'un cours d'eau : Définition de sections homogènes

Une fois cela effectué, on peut définir des sections homogènes du site en fonction de la répartition transversale des unités végétales homogènes, afin de prévisualiser le positionnement des futurs transects (Figure 8).



*Figure 8 : Schématisation du relevé floristique : Étape 2bis Définition de sections homogènes, (A. Goubi, 2022)*

### Étape 3 et Étape 4 : Positionnement des transects et des relevés

Une fois les différentes sections et unités repérées, il faut choisir l'emplacement des transects et de quadrats. Cependant, il est difficile de définir des emplacements précis compte tenu de la grande diversité de nature et de configuration des zones humides (Collectif LigéRO, 2021).

Aussi bien pour le cas plan d'eau que pour le cas Cours d'eau, le nombre de transects et de point d'échantillonnage varie en fonction de la taille du site. Par ailleurs, les positionnements des relevés et des transects ne doivent pas être influencés par la volonté d'inclure un maximum d'espèce ou une plante rare (Collectif LigéRO, 2021).



### Cas du plan d'eau

Les plans d'eau sont des étendues d'eau douce aux formes variables, où le niveau d'eau peut varier fortement au cours de l'année, il est par conséquent difficile de déterminer des règles de disposition systématiques des transects et des quadrats.

Concernant le positionnement des transects, ceux-ci doivent être placés dans un emplacement qui paraît le plus caractéristique de chaque unité végétale homogène (Figure 9). De plus, afin d'éviter l'effet de lisière il est préférable de positionner le transect au centre de l'unité. Des relevés surfaciques seront à réaliser à intervalles réguliers le long de ces transects (Figure 10).

La longueur des transects reste variable selon la typologie des sites. Néanmoins, la longueur des transects varie généralement entre 100 et 800 mètres, comportant entre 5 et 20 relevés par transects espacés de 20 à 50 mètres (Collectif LigéO, 2021).

Dans le cas de petites unités végétales (grèves, berges, ...), la disposition des relevés peut être réduite et seulement à seulement 1m<sup>2</sup> voire 0.25 m<sup>2</sup>, peuvent être échantillonnés par quadrats (Collectif LigéO, 2021).

Dans tous les cas, le nombre de relevé minimal pour un site de type plan d'eau ou zone humide est de 3 (Collectif LigéO, 2021).

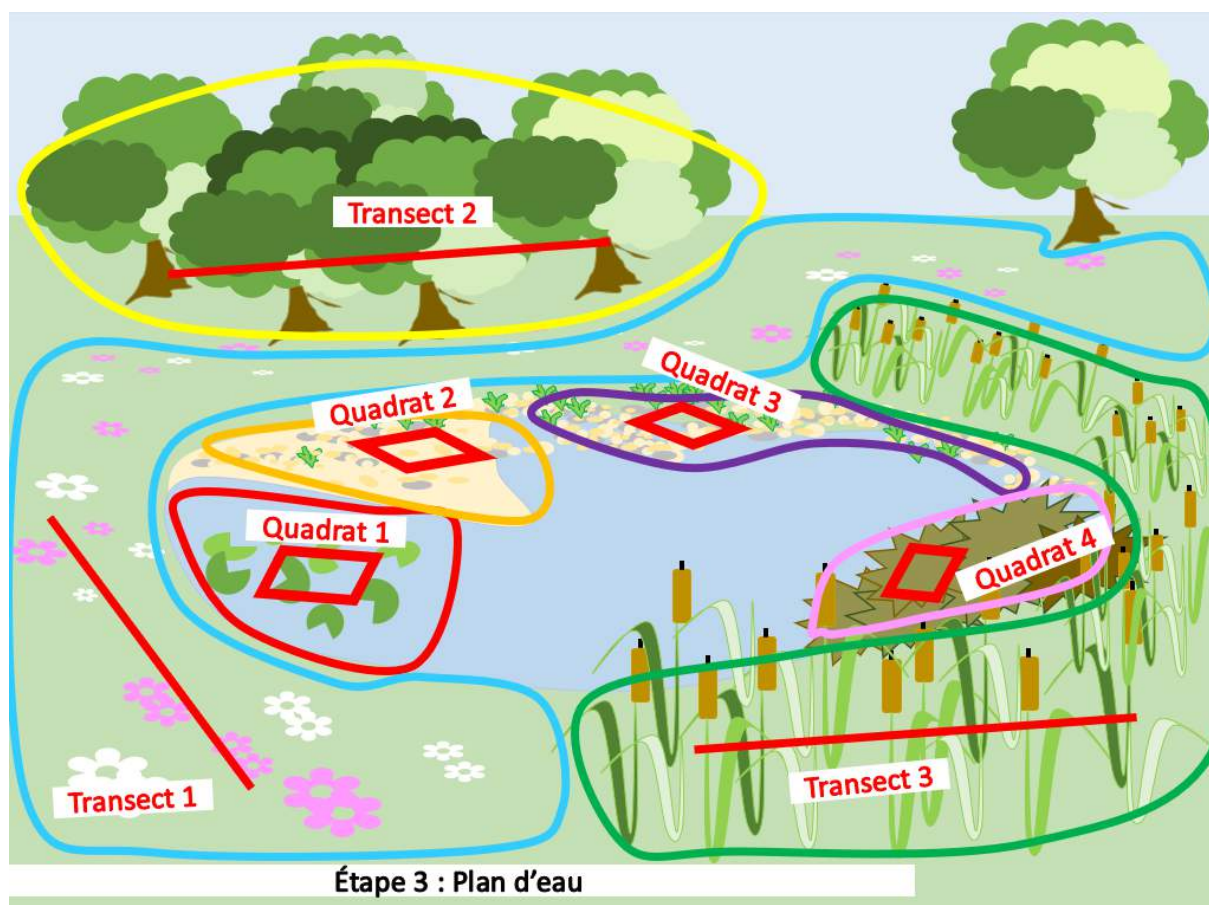


Figure 9 : Schématisation du relevé floristique : Étape 3 Positionnement des transects et des quadrats cas du plan d'eau, (A. Goubi, 2022)

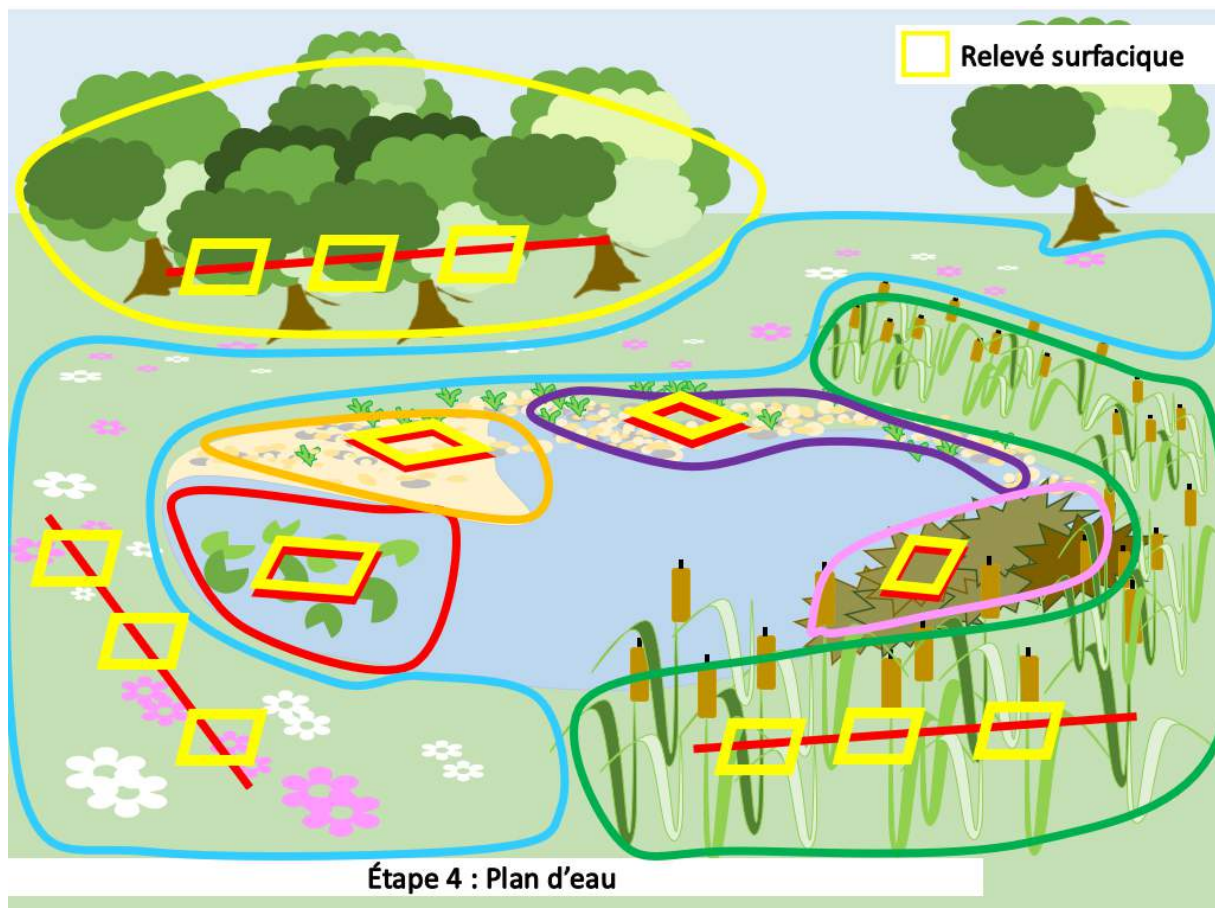


Figure 10 : Schématisation du relevé floristique : Étape 4 Positionnement des relevés cas du plan d'eau, (A. Goubi, 2022)

### Cas du cours d'eau

Concernant le cas des cours d'eau, les transects doivent être placés perpendiculairement par rapport au cours d'eau et doivent traverser l'ensemble des unités végétales homogènes identifiées sur chaque section. De plus, ils doivent être placés, à l'instar du plan d'eau, dans des emplacements qui paraissent les plus caractéristiques de chaque unité. De même, afin d'éviter l'effet de lisière il est préférable de positionner le transect au centre de l'unité et d'éviter les zones hétérogènes (Figure 11).

Par conséquent, le nombre de transects et la longueur des transects varie en fonction des unités végétales homogènes identifiées sur le site (minimum 2) (SMBVAR, 2020).

Note : si des relevés hydromorphologiques ont été effectués sur le cours d'eau, il serait intéressant de réaliser les transects floristiques au droit des transects des profils transversaux.

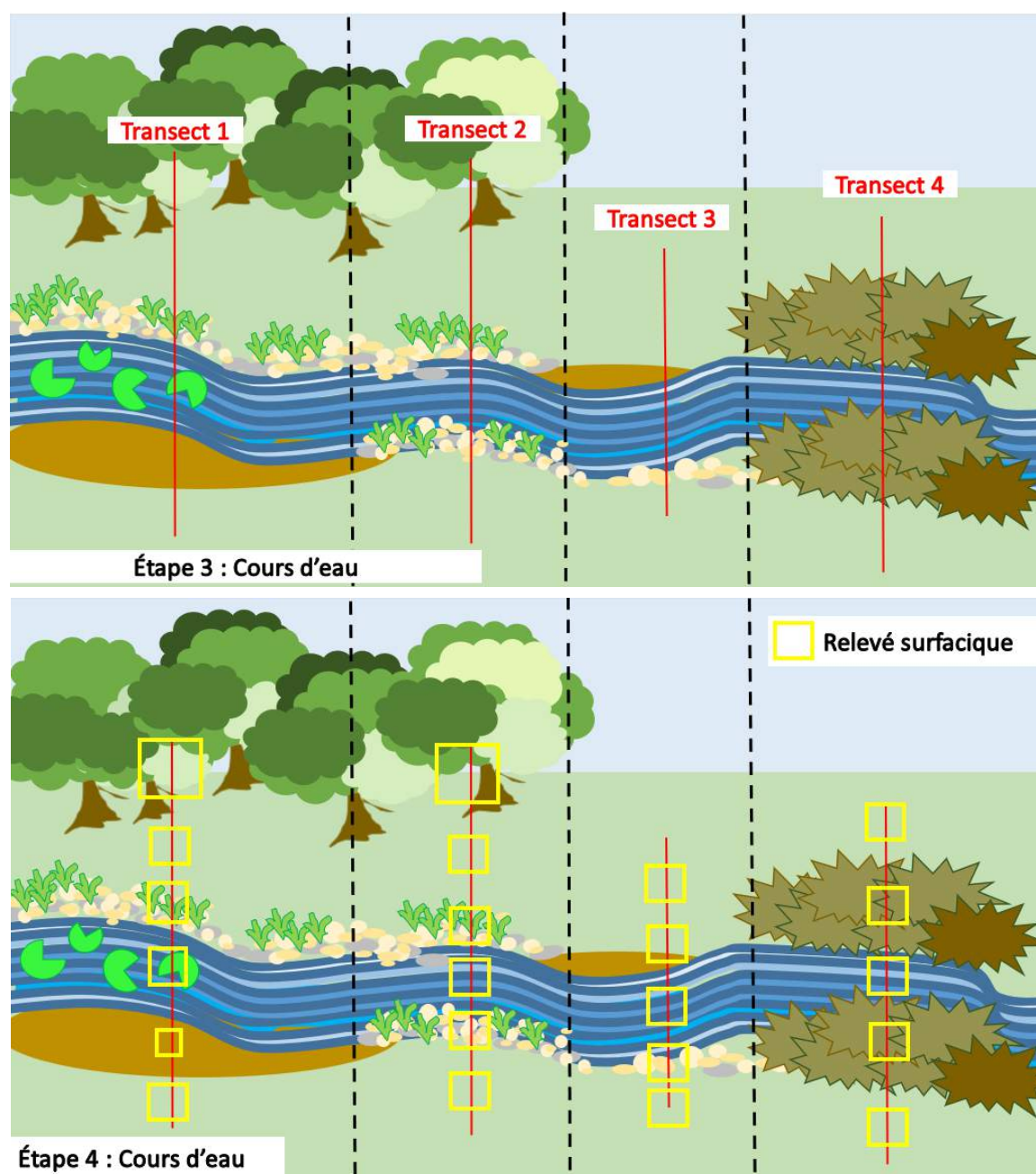


Figure 11 : Schématisation du relevé floristique : Étape 3 et 4 : Positionnement des transects et positionnement des relevés par unité floristique homogène, (A. Goubi, 2022)



## 4.4 Réalisation du relevé

Concernant la réalisation des relevés, et particulièrement leur surface, ceux-ci seront considérés représentatif de la végétation en place à condition qu'ils soient effectués sur une surface suffisamment grande pour contenir pratiquement toutes les espèces présentes dans l'unité homogène (Delassus, 2015). On parle alors généralement d'aire minimale.

Cette aire minimale est définie selon la physionomie de la végétation. Ainsi dans le cadre du protocole Ligéro (Collectif Ligéro, 2021), l'aire minimale a été définie comme suit, selon le type de végétation en place (Tableau 2) :

**TABLEAU 2 : AIRE MINIMALE DE RELEVÉ EN FONCTION DE LA PHYSIONOMIE DE LA VÉGÉTATION, ADAPTE DE (COLLECTIF LIGÉRO, 2021)**

Type de structure	Taille du relevé	Physionomie
Végétation herbacée aquatique et terrestre rase	4 m <sup>2</sup> (2x2)	Végétation aquatique, végétation amphibie des bordures d'eaux courantes, végétation pionnière des grèves exondées, végétation fontinale, communauté de petites hélophytes
Végétation herbacée moyenne et haute végétation	16 m <sup>2</sup> (4x4)	Bas-marais et marais de transition, communauté de grandes hélophytes, haut marais, magnocariçaie, mégahorbiaies, coupes et ourlets forestiers, prairies humides à dominantes de graminées, prairies mésophiles et méso xérophile,
Végétation de landes ou de fourrés	49 m <sup>2</sup> (7x7)	Fourré humide, landes et landines
Boisements	225 m <sup>2</sup> (15x15)	Boisement de conifères humides, Boisement de feuillus humide

## 4.5 Recueil des données

Le recueil des données pour être effectué directement sur le terrain sur tablette :

- Le positionnement des transects, des relevés et leurs identifiants (bassin versant, n° du transect, n° du relevé) seront à répertorier sur QGIS à l'aide du logiciel de terrain.
- Les données des relevés en eux-mêmes seront à répertorier directement sur un fichier Excel « Suivi\_floreXXXX » (XXXX étant l'année de suivi). Un fichier modèle est disponible au Syndicat (fichier « Suivi\_flore2022 » à réadapter selon les besoins). Les données à répertorier sont : l'identifiant du relevé, le nom du site, le nom du bassin versant, la date de réalisation du relevé, le n° du transect, le n° du relevé, l'unité végétale homogène du relevé, la surface prospectée, le coefficient d'abondance de Braun-Blanquet, le pourcentage de recouvrement en termes de strate herbacée, arbustive ou arborée, et enfin des commentaires

Pour chaque relevé, les espèces végétales seront à déterminer au niveau taxonomique le plus bas (à l'espèce ou au genre) et leur niveau dans la stratification verticale végétale sera donnée en pourcentage pour chaque strate. On distingue ainsi (LPO Isère & CAUE de l'Isère, 2016):

- la strate herbacée (jusqu'à 1 m de hauteur),
- la strate arbustive (entre 1 m et 8 m de hauteur),
- la strate arborée (plus de 8 m).

De plus, pour chaque espèce végétale, il faudra reporter leur taux de recouvrement en utilisant les coefficients d'abondance de Braun-Blanquet (Tableau 3).

**TABLEAU 3 : COEFFICIENTS D'ABONDANCE DE BRAUN-BLANQUET, ADAPTE DE (DELASSUS, 2015)**

Coefficient d'abondance de Braun-Blanquet	Taux de recouvrement
+	< 1% espèces disséminées
1	< 5%, espèces peu abondantes
2	[5% ; 25%], espèces assez abondantes
3	]25% ; 50%], espèces assez abondantes
4	]55% ; 75%], espèces abondantes
5	> 75 %, espèces très abondantes



Attention : Pour des raisons techniques, le symbole « + » sera remplacé par le symbole « ! » dans le fichier Excel «Suivi\_floreXXXX»

## 5. Analyse

### 5.1 Principe

L'indice floristique sera fondé sur 5 paramètres :

- L'indice floristique d'engorgement qui donne un indice du niveau moyen de la nappe,
- L'indice floristique de fertilité qui donne un indice sur la richesse moyenne en nutriment d'une zone humide,
- L'indice de diversité de Shannon qui traduit la diversité spécifique d'un peuplement étudié,
- L'indice d'équitabilité de Pielou (varie de 0 à 1) qui traduit la dominance ou non des espèces par rapport à d'autres espèces dans un peuplement,
- La proportion de plantes indicatrices de zones humides (varie de 0 à 1) qui traduit le caractère zone humide du site étudié (optionnel).

### 5.2 Méthode de calculs

Indice floristique d'engorgement :

L'indice floristique d'engorgement (1) donne un indice du niveau moyen de la nappe, il se calcule de la manière suivante pour chaque relevé :

$$(1) \quad He = \frac{\sum(F*r)}{\sum(r)}$$

Avec :

F = la valeur indicatrice d'humidité l'espèce i

r = le recouvrement moyen en pourcentage de l'espèce i

L'indice floristique d'engorgement du site est la médiane de l'ensemble des valeurs d'indice floristique d'engorgement de chaque relevé du site.

Ainsi, plus l'indice floristique est élevé, plus le niveau moyen de la nappe est proche de la surface. La gamme de valeur varie de 1 à 10 en théorie (Collectif LigéO, 2021).

Concernant la valeur de recouvrement moyen en pourcentage est déduit de son coefficient d'abondance de Braun-Blanquet, et s'obtient grâce à la table de conversion de conversion suivante (Tableau 4) :

**TABLEAU 4 : TABLE DE CONVERSION DU COEFFICIENT D'ABONDANCE DE BRAUN-BLANQUET EN RECOUVREMENT MOYEN, ADAPTE DE (BRUHIER ET AL., 1998)**

Coefficient d'abondance de Braun-Blanquet	Recouvrement moyen
+	0,1 %
1	5 %
2	17,5 %
3	37,5 %
4	62,5 %
5	87,5 %

Concernant la valeur indicatrice d'humidité (F), elle apporte une indication sur les préférences écologiques des espèces végétales en termes d'humidité du sol. Elle est disponible dans le fichier excel « Baseflore » pour les plantes de France métropolitaine et provient du référentiel de Julve. En complément, il est également possible de retrouver cette valeur dans le référentiel d'Ellenberg qui donne des valeurs indicatrices pour les plantes vasculaires d'Europe centrale.

#### Indice floristique de fertilité :

L'indice floristique de fertilité (2) donne un indice sur la richesse moyenne en nutriments (azote et phosphore) d'une zone humide, il se calcule de la manière suivante pour chaque relevé :

$$(2) \quad Ht = \frac{\sum(N \cdot r)}{\sum(r)}$$

Avec :

N = la valeur indicatrice de nutriment l'espèce i

r = le recouvrement moyen en pourcentage de l'espèce i

L'indice floristique de fertilité du site est la médiane de l'ensemble des valeurs d'indice floristique de fertilité de chaque relevé du site.

Ainsi, plus l'indice floristique est élevé, plus la disponibilité en nutriment (azote et phosphore) est élevée et plus la productivité du site est élevée. La gamme de valeur varie en théorie de 1 (milieux très pauvres en nutriments) à 9 (milieux très riches en nutriments) ; en pratique elle varie de 2 à 7 pour les zones humides (Ligéro).

Concernant la valeur de recouvrement moyen en pourcentage, celui-ci s'effectue de la même manière que pour l'indice floristique d'engorgement (tableau 4).

Concernant la valeur indicatrice en nutriment (N), elle apporte une indication sur les préférences écologiques des espèces végétales en termes de disponibilité en nutriments. Elle est disponible dans le fichier Excel « Baseflore » pour les plantes de France métropolitaine et provient du référentiel de

Julve. En complément, il est également possible de retrouver cette valeur dans le référentiel d'Ellenberg qui donne des valeurs indicatrices pour les plantes vasculaires d'Europe centrale.

#### L'indice de diversité de Shannon

L'indice de diversité de Shannon qui traduit la diversité spécifique d'un peuplement étudié, il se calcule de la manière suivante (3) :

$$(3) \quad H' = \sum (P_i * \log_2(P_i))$$

Avec :

$P_i$  = la proportion de l'espèce  $i$  dans le relevé  $P_i = S^*(r_i/r)$  ;

où  $S$  correspond à la richesse spécifique ;

où  $r_i$  correspond à l'abondance de l'espèce  $i$  (on peut utiliser pour cela le recouvrement moyen de l'espèce  $i$ )

et où  $r$  correspond à l'abondance totale (on peut utiliser la somme de tous les recouvrements moyen des espèces contenues dans le relevé) (Hydro-M, 2017).

L'indice de Shannon permet d'évaluer la diversité spécifique d'un peuplement étudié. Ainsi, plus le peuplement est homogène (ou plus une espèce domine par rapport aux autres), plus  $H'$  est proche de 0. A l'inverse, plus le peuplement est hétérogène, plus  $H'$  augmente. L'indice de Shannon est à son maximum lorsque toutes les espèces présentes dans un peuplement ont le même nombre d'individus.

Cependant, comme l'indice dépend à la fois des fréquences relatives des espèces et du nombre de celles-ci, deux peuplements différents peuvent présenter un même indice de diversité mais avec des richesses taxonomiques différentes (Hydro-M, 2017). Les comparaisons se font plus facilement par l'intermédiaire de l'indice d'équitabilité de Piérou (voir ci-dessous).

#### Indice d'équitabilité de Piérou :

L'indice d'équitabilité de Piérou traduit la dominance ou non des espèces par rapport à d'autres espèces dans un peuplement. Il se calcule de la manière suivante (4) :

$$(4) \quad J' = \frac{H'}{H_{max}}$$

Avec :

$H'$  : l'indice de diversité de Shannon

$H_{max}$  = la diversité maximale théorique  $H_{max} = \log_2(S)$

où  $S$  correspond à la richesse spécifique

L'indice d'équitabilité de Piérou permet d'évaluer l'hétérogénéité de distribution des effectifs au sein des espèces dans un peuplement. Il varie de 0 (1 seule espèce présente et dominante) à 1 (équilibre et équi-répartition parfaite des espèces dans un peuplement).



Proportion de plantes indicatrices de zone humide (optionnel) :

La proportion de plantes indicatrices de zones humides (varie de 0 à 1) qui traduit le caractère zone humide du site étudié. Il se calcule de la manière suivante (5) :

$$(5) \quad Hu = \frac{Nh}{N}$$

Avec :

Nh : le nombre d'espèces indicatrices de zone humide

N : la richesse spécifique du relevé

Ainsi, cela permettra de suivre l'évolution du caractère zone humide ou non avant ou après les travaux de restauration.

Concernant le caractère indicateur de plante indicatrice de zone humide, celui-ci peut être retrouvé dans « la déclinaison en Pays de Loire de la liste des plantes indicatrices de zones humides inscrites à l'arrêté interministériel du 24 juin 2008 » (Lacroix & Le Bail, 2009)



B- Suivi des  
amphibiens



## 1. Principe de la méthode

Les amphibiens sont recherchés et identifiés durant 3 campagnes (de jour comme de nuit), selon différentes méthodes telles que l'écoute du chant, la recherche d'individus, de larve ou de pontes à la lampe et/ou à l'épuisette.

Cet indicateur définit un Indice d'Intégrité du Peuplement d'Amphibien qui vise à comparer un peuplement observé d'amphibiens par rapport à un peuplement attendu.

## 2. Fondement scientifique

Les amphibiens font partie intégrante de la faune des plans d'eau et revêtent une importance primordiale pour le fonctionnement de ces derniers. En effet, ils contribuent à la structuration des communautés animales et végétales en tant qu'herbivores, compétiteurs, proies et prédateurs (Maillet et al., 2017). De par leur cycle biologique comprenant une phase aquatique et une phase terrestre, ce taxon est un bon représentant de l'état des milieux dans lequel il évolue. En effet, ce taxon est largement reconnu en tant que bio indicateur de l'état de zones humides : protocole IECMA (Indicateur d'Etat de Conservation des Mares à Amphibiens) (Maillet et al., 2017), projet RhoMéo (Collectif Rhoméo, 2014), projet Ligéro (Collectif Ligéro, 2021), protocole POPAmphibien communauté (Barrioz & Miaud, 2020), Malette d'indicateurs de travaux et de suivis en zones humides (Forum des Marais Atlantiques, 2015), Méthode d'évaluation de l'état des milieux humides (United States Environmental Protection Agency, 2002).

Ainsi, ces organismes ont été qualifiés de bons indicateurs pour plusieurs raisons (United States Environmental Protection Agency, 2002), (Collectif Ligéro, 2021), (Forum des Marais Atlantiques, 2015):

- Leur sensibilité et vulnérabilité aux changements de leur environnement, principalement dues à leur mode de vie partagé entre environnement aquatique (ponte, reproduction, larve) et environnement terrestre (adultes) ainsi qu'à leur physiologie (peau fine et semi-perméable, respiration cutanée ...);
- Leur capacité de dispersion limitée avec un large panel d'habitats en matière de milieux de vie;
- Leur facilité d'observation (facilement visibles, écoute et chants notamment pendant la reproduction, capture ...).

Néanmoins, quelques critiques peuvent être émises sur le caractère indicateur des amphibiens.

D'une part, il sera nécessaire d'évaluer les communautés d'amphibiens et non une espèce en particulier en raison de leur cycle vital qui peut différer d'une espèce à l'autre. En effet, les études portées par United States Environmental Protection Agency, 2002, et Sewell & Griffiths, 2009, ont montré que la majorité des espèces d'amphibiens occupe des milieux aquatiques et terrestres à différents moments de l'année. En outre, cela signifie que ces espèces dépendent également du milieu terrestre auquel elles sont rattachées. Le fait d'étudier une communauté permet par conséquent, d'intégrer des données complémentaires sur l'état global du milieu, en plus d'apporter les informations propres à chaque espèce en matière de fonctionnement, d'habitats et d'exigences (Collectif Ligéro, 2021).

D'autre part, il leur est reproché leur grande plasticité en matière de sélection des sites de reproduction (Collectif Ligéro, 2021). En effet, certains paysages artificiels peuvent servir d'habitat

viables pour les amphibiens et il n'est pas rare d'en rencontrer dans des endroits tels que des bassins d'eaux pluviales, de rétention d'eau ou d'approvisionnement en eau pour le bétail (Bird et al., 2018). C'est par exemple, le cas de *Bombina variegata*, qui est capable de se reproduire dans des pièces d'eau polluées ou de mauvaise qualité d'eau (Ministère de l'Écologie, du développement Durable, des Transports et du Logement, 2011). Cela peut notamment s'expliquer par le fait que ces sites constituent des refuges locaux pour ces organismes (Caballero-Díaz et al., 2020), qui n'ont pas d'autre choix que de faire de ces milieux, leur habitat (Bird et al., 2018).

### 3. Domaine d'application et périodicité

Les inventaires de suivis des sites devront être effectués à trois reprises lors des périodes de reproduction des amphibiens. Ce système permettra de pouvoir identifier l'ensemble des espèces potentiellement présentes sur le site comprenant les espèces précoces (qui se reproduisent tôt dans l'année) et les espèces tardives (qui se reproduisent tardivement dans l'année).

Le Tableau 5 indique les périodes de passages et les espèces à rechercher pour chaque passage :

**TABLEAU 5 : CALENDRIER DE PASSAGE AINSI QUE LES ESPECES A RECHERCHER POUR CHAQUE PASSAGE, ADAPTE DE (BARRIOZ & MIAUD, 2020), (COLLECTIF LIGERO, 2021)**

Passage	Périodicité	Espèces recherchées
1 <sup>er</sup> passage	En fin d'hiver (généralement entre le 15 février et le 15 mars) <b>DIURNE ou NOCTURNE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• les Grenouilles agile, rousse et des champs (chant et ponte)</li> <li>• le Crapaud commun (chant et ponte)</li> <li>• la Salamandre tachetée (larve)</li> <li>• les Tritons (adultes)</li> <li>• le Pélodyte ponctué (chant et ponte)</li> </ul>
2 <sup>ème</sup> passage	En milieu de saison (généralement entre le 15 avril et le 15 mai) <b>NOCTURNE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• le Crapaud calamite (chant et ponte)</li> <li>• le Crapaud vert (chant et ponte)</li> <li>• la Rainette verte et méridionale (chants)</li> <li>• l'Alyte accoucheur (chant)</li> <li>• les Grenouilles vertes (chants)</li> <li>• le Pélodyte ponctué (chant et ponte)</li> <li>• les Tritons (adultes)</li> <li>• la Salamandre tachetée (larve)</li> <li>• le Sonneur à ventre jaune (chant)</li> <li>• les autres espèces aux stades larvaires ou adultes</li> </ul>
3 <sup>ème</sup> passage	en fin de printemps / début d'été (généralement entre le 15 juin et le 15 juillet) <b>DIURNE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• les Grenouilles vertes (chants)</li> <li>• le Sonneur à ventre jaune (chant, larves)</li> <li>• les Rainettes (chants)</li> <li>• les autres espèces aux stades larvaires ou adultes</li> </ul>

Les sites de suivis devront être effectués de préférence le même jour ou à la rigueur dans la même semaine et ne devra pas être effectué pendant les jours de pluie ou de vent important (présence de vague à la surface de l'eau) (Collectif LigéRO, 2021). De plus, il est recommandé que le premier passage soit réalisé à partir de températures nocturnes proches de 4°C et après un épisode pluvieux (Collectif LigéRO, 2021).

De plus, afin de ne pas surcharger le travail de terrain, la durée de prospection ne devra pas excéder plus de 4h (1/2 journée) étant donné que certaines prospections seront effectuées la nuit.

La fréquence de suivi est recommandée tous les deux ans et est estimée suffisante pour montrer les tendances de population (popamphibiens)

## 4. Méthode d'échantillonnage

### 4.1 Matériel

- Epuisette de pisciculture ou d'aquariophilie
- Lampe torche
- Lampe frontale
- Waders ou cuissardes
- Ouvrage de détermination des amphibiens
- Appareil photo
- Tablette avec fichier excel « Suivi\_amphibiens »
- GPS

### 4.2 Préconisations

Il est important de noter que ce protocole nécessite une autorisation auprès de la DREAL affiliée à la région dans laquelle est effectué l'échantillonnage en raison de la capture d'individus à l'épuisette, et ce même s'ils sont relâchés immédiatement sur site.

De plus, il est également important de respecter les mesures de précautions sanitaires lors de chaque campagne de terrain. En effet, « à l'échelle mondiale, les amphibiens subissent d'importants déclin de population dus à la Chytridiomycose, une maladie émergente provoquée par le champignon *Batrachochytrium dendrobatidis* » (Dejean et al., 2010). Ainsi avant toute sortie et après toute prospection terrain, il sera nécessaire de désinfecter le matériel (bottes, épuisettes, ...) ainsi qu'entre chaque site de prospection différents (changement de plan d'eau, ...). Cette opération se fera ainsi près du véhicule ou au local pour être loin du milieu à prospecter. Pour ce faire, une solution à base de Virkon® à 1% sera utilisée (Dejean et al., 2010).

Enfin, une prospection préalable de jour est recommandée avant tout échantillonnage sur un site, afin de repérer les accès ou tout obstacles.

### 4.3 Choix des sites et stratégie d'échantillonnage

Le choix des sites dépendra avant tout de la faisabilité de l'étude (accès, technique, ...) et des objectifs de l'étude (suivi de plan d'eau particuliers, étude de présence ou absence, étude de recherche, de gestion, ...) (Barrioz & Miaud, 2020).

Concernant les plans d'eau plus particulièrement, la prospection devra se faire entièrement sur les petits plans d'eau d'une surface inférieure à 250 m<sup>2</sup> (LPO AURA, 2020). A l'inverse, il faudra définir au moins 3 sites de suivi pour un plan d'eau de plus grande envergure (Barrioz & Miaud, 2020). Il faudra toutefois veiller à ne pas dépasser un maximum de 10 sites de suivi afin de pouvoir réaliser la prospection terrain en 4h maximum ou une demi-journée (Barrioz & Miaud, 2020).

Dans le cas de projets de restauration, des sites de suivi seront peut-être amené à disparaître ou à devenir inaccessibles. Dans ce cas, il faudra veiller à exclure ces sites des suivis. A l'inverse, il est possible d'ajouter des sites aux suivis notamment lors de la création de mare (Barrioz & Miaud, 2020).

Dans tous les cas, il faudra veiller à respecter une pression d'échantillonnage équitablement répartie sur la totalité du site (Barrioz & Miaud, 2020).

Lors de la prospection du plan d'eau, plusieurs méthodes d'échantillonnage seront à mettre en œuvre simultanément et permettront de compléter les informations sur l'ensemble des espèces potentiellement présentes sur le site. (environ 10-15 minutes pour 50-100 m<sup>2</sup>) (Barrioz & Miaud, 2020)

#### Méthode de prospection à vue (nuit et jour) :

Cette méthode consiste à repérer et identifier visuellement les amphibiens, pontes et larves lors de la prospection des sites.

#### Méthode du point d'écoute (jour et nuit) :

La méthode du point d'écoute vise à identifier les amphibiens grâce à leur chant. Pour ce faire, une fois arriver sur le site d'échantillonnage ou à proximité, il faut attendre 2-3 minutes que le calme se réinstalle puis écouter et identifier le chant des amphibiens pendant 5 minutes (Barrioz & Miaud, 2020).

Le dossier « Chants\_amphibiens » est mis à disposition au sein du SMBVAR et contient les champs de certains amphibiens (alyte accoucheur, sonneur à ventre jaune, crapaud calamite, crapaud commun, rainette verte, pélodyte ponctué, grenouille agile et grenouille rousse).

#### Méthode de la recherche à la torche (nuit) :

La méthode de la recherche à la torche vise à rechercher les individus à vue de nuit. Pour ce faire, il suffit de se munir d'une lampe torche d'une puissance de l'ordre de 150 lumens afin que la lumière puisse bien pénétrer à travers la surface en eau, ou de bien éclairer et capter les mouvements en bords de berge ou aux environs de la végétation aquatique (environ 10-15 minutes pour 50-100 m<sup>2</sup>) (Barrioz & Miaud, 2020)

#### Méthode de capture à l'épuisette (jour et nuit) :

La méthode de recherche à l'épuisette consiste à capturer des individus, les identifier, les dénombrer puis les relâcher. Pour ce faire, il suffit d'identifier les habitats dans lesquels pourraient se trouver les amphibiens (berges, herbiers aquatiques, végétation aquatique, fond du plan d'eau dans les débris détritiques, ...) puis de donner trois coups d'épuisette vers soi en suivant trois direction rayonnantes (Barrioz & Miaud, 2020).

Cette pêche devra être réalisée à minima dans trois emplacements distants de plusieurs mètres. Il faut compter trois points de pêche pour 50 m<sup>2</sup> (Barrioz & Miaud, 2020). Un maximum de temps de 20 minutes sera consacré par plan d'eau (Collectif LigéRO, 2021).

Il est important de noter que cette méthode d'échantillonnage nécessite une autorisation auprès de la DREAL affiliée à la région dans laquelle est effectué l'échantillonnage.

## 4.4 Recueil des données

Le recueil des données se réalisera directement sur logiciel SIG et sur la couche cartographique « Amphibiens ». Cela permettra dans un premier temps de localiser directement les amphibiens sur site, et dans un second temps, d'extraire les données en un fichier Excel qui sera par la suite, exploitable pour l'analyse.

Lors du recueil pour chaque amphibien il faudra noter : le nom de l'observateur, la date, le nom du site, le nom du bassin versant, le numéro de passage, l'heure de début et de fin du relevé, la température de l'air, la nébulosité, le vent, la méthode de prospection, le nom de l'espèce, ainsi que son nombre, son stade, son sexe, et son comportement (Barrioz & Miaud, 2020).

Le tableau suivant (Tableau 6) rassemble l'ensemble des données à remplir sur la couche cartographique « Amphibiens » ainsi que les valeurs que peuvent prendre chaque descripteur :

**TABLEAU 6 : DESCRIPTEURS DU SUIVI DES AMPHIBIENS AINSI QUE LES VALEURS A REMPLIR**

Nom du champ QGIS	Description	A remplir
id	Identité du relevé	Numéro d'identification
opérateurs	Nom des opérateurs	Nom des opérateurs : Ex : John Smith ou encore John Smith/Jane Doe si plusieurs opérateurs
Nom_site	Nom du site du relevé	Nom du site
BV	Nom du bassin versant étudié	Nom du bassin versant étudié
Num_passag	Numéro du passage du relevé	Numéro du passage du relevé
Date	Date du relevé (AAAA/MM/JJ)	Calendrier ex : 2022/03/02
Heure_deb	Heure de début du relevé	Ex : 15:30
Heure_fin	Heure de fin du relevé	Ex : 16:00
Temperatur	Température de l'air au moment du relevé	Ex : 17
Ciel	Couverture nuageuse	Ex : Ensoleillé, couverture nuageuse 20%, pluie, ...
Vent	Force du vent	Se référer à l'échelle de Beaufort pour la force du vent.  Choix possibles : Force 0 Force 1 Force 2 Force 3 Force 4 Force 5 Null
Nom_Espece	Nom de l'espèce trouvée	Nom de l'espèce trouvée en nom vernaculaire : Ex : Grenouille agile
Nombre	Nombre d'individu trouvé pour un même état et un même comportement	Ex : 2
Etat	Etat et stade des individus observés	Choix possibles :



		Adulte Juveniles Larves Ponte Chant <i>Null</i>
Comportement	Comportement des individus observés hors « Chant »	Ex : accouplement
Sexe	Sexe des individus observés	Choix possibles :  Male Femelle Male-Femelle <i>Null</i>
Type_detec	Type de détection de l'individu	Ex : Vue, pêche de capture, chant
CommentR	Commentaires divers sur le relevé	Ex : identification fiable, ...

Remarque :

- Pour un relevé sur un même passage, il faut recréer un nouveau point et le nommer avec le même identifiant (1 pour le premier point et 1 par exemple pour le deuxième point), ensuite, il faudra également inscrire tous les paramètres à l'identique entre tous les points ayant le même identifiant.
- Pour le nombre d'individus, si celui-ci semble supérieur à 10, on peut considérer les classes suivantes (BAOM Ligéro):
  - Classe 1 : 1 à 10 individus (noter le nombre exact)
  - Classe 2 : 11 à 50 individus
  - Classe 3 : 51 à 500 individus
  - Classe 4 : + 500 individus

## 5. Analyse des données

### 5.1 Principe

L'indice d'intégrité du peuplement d'amphibien sera fondé sur 3 paramètres et un bonus :

- L'indice de diversité de Simpson qui traduit la diversité du peuplement ainsi que la dominance ou non d'une espèce par rapport à une autre (varie de 0 à 1) ;
- La sténoécie relative, qui traduit la proportion entre les espèces sténoèces inventoriées sur le site et les espèces sténoèces présentes dans les communes contenant le site inventorié (varie de 0 à 1)
- L'indice d'intégrité relatif (varie de 0 à 1), qui traduit la proportion entre les espèces observées sur le site et les espèces présentes dans les communes contenant le site inventorié (varie de 0 à 1)
- Bonus : Les espèces observées sténoèces et qualifiées de rares ou très rares à l'échelle départementale apportent chacune 0,1 point de bonus au résultat (voir liste de référence des amphibiens par département).

Ainsi, l'indice d'intégrité du peuplement résultera de la somme de ces trois paramètres donnant un indice qui variera de 0 à 3 si l'on exclue les points bonus.

## 5.2 Méthode de calculs

### Indice de diversité de Simpson :

L'indice de diversité de Simpson qui traduit la diversité du peuplement ainsi que la dominance ou non d'une espèce par rapport à une autre.

L'indice de diversité de Simpson (1) se calcule de la manière suivante :

$$(1) \quad D = 1 - \sum_{i=1}^T \frac{Ni(Ni-1)}{N(N-1)}$$

Avec :

Ni = le nombre d'individus de l'espèce i

N = le nombre total d'individus du relevé

T = le nombre total d'espèces du relevé

Concernant Ni, il est possible de sommer le nombre d'individus exact avec les classes en transformant les classes ainsi (classe 2 = 25 individus, classe 3 = 250 individus et classe 4 = 500 individus) (Collectif LigéO, 2021).

Cet indice mesure donc la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce. Ainsi, plus la diversité du site est élevée plus l'indice sera proche de 1.

Par ailleurs, plus le nombre d'espèces du relevé sera élevé, plus cet indice sera élevé. De manière analogue, pour un même nombre d'espèces, plus les espèces sont équitablement réparties, plus l'indice sera élevé.

Toutefois, il faut noter que cet indice donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares. Le fait d'ajouter des espèces rares à un échantillon ne modifie pratiquement pas la valeur de l'indice de diversité.

### Sténoécie relative :

La sténoécie est le caractère d'un être vivant qui présente une faible capacité d'adaptation lors de variations de facteurs écologiques propres à son habitat (Dictionnaire Environnement, 2022). Ces espèces sont en général très appréciées en tant que bio indicateur car elles témoignent plus spécifiquement de leur milieu de vie et de son fonctionnement (Collectif LigéO, 2021).

La sténoécie relative (2) se calcule de la manière suivante :

$$(2) \quad SR = \frac{N_{\text{sténo\_observé}}}{N_{\text{sténo\_commune}}}$$

Avec :

Nsténo\_observé : le nombre d'espèces **sténoèces** observées sur le site **ET** qui sont présentes **dans la liste de référence des espèces sténoèces** des communes contenant le site inventorié

Nsténo\_commune : le nombre d'espèces **sténoèces** présentes dans la **liste de référence des espèces sténoèces** des communes contenant le site inventorié



**Attention :**

- Les espèces sténoèces qualifiées de très rares (code 3) dans la liste de référence des espèces sténoèces départementale, ne seront pas prises en compte dans le calcul de la sténoécie relative, que cela soit pour les espèces sténoèces observées **et** présentes dans la liste de référence départementale ou les espèces sténoèces attendues à l'échelle communale (BAOM Ligéro).
- Les espèces observées qui ne sont pas encore répertoriées dans la liste de référence des communes du site d'étude (consultable sur le site Biodiv' Pays de la Loire (Conservatoire d'espaces naturels des Pays de la Loire, 2022)), ne doivent pas être prises en compte dans le calcul de la sténoécie relative.

Cet indice permet donc de comparer la liste des espèces sténoèces observées sur le site avec la liste des espèces sténoèces des communes contenant le site d'étude. Ainsi, plus la valeur de cet indice est élevée (proche de 1), plus le nombre d'espèces sténoèces observées est proche du nombre d'espèces sténoèces attendues.

Concernant la liste de référence des espèces sténoèces des communes contenant le site d'étude, cette dernière s'obtient en comparant la liste de référence des espèces sténoèces départementale (Collectif Ligéro, 2021) avec les espèces présentes et répertoriées dans les communes du site d'étude (consultable sur le site Biodiv' Pays de la Loire (Conservatoire d'espaces naturels des Pays de la Loire, 2022), sur lequel sont répertoriées de nombreuses espèces par commune). Il faudra ainsi attribuer le caractère « Sténoèce » aux espèces retrouvées dans les communes du site d'étude qui font partie de la liste de référence des espèces sténoèces départementale.

Ci-dessous, le Tableau 7 issu du protocole Ligéro (Collectif Ligéro, 2021), qui indique la liste de référence Amphibiens du Maine-et-Loire.

Les individus surlignés en jaune sont considérés comme des espèces sténoèces tandis que celles surlignées en rouge sont les espèces exotiques envahissantes. Concernant les classes de rareté, elles sont réparties en 3 catégories : 1 – Commun ; 2- Rare ; 3- Très rare ; la note 0 a été attribuée aux espèces non signalées sur le département.

**TABEAU 7 : LISTE DE REFERENCE AMPHIBIENS DU MAINE-ET-LOIRE, ADAPTE DE (COLLECTIF LIGERO, 2021)**

Espèce nom	Classe de rareté
<i>Alytes obstetricans</i>	2
<i>Bombina variegata</i>	3
<i>Bufo spinosus</i>	1
<i>Epidalea calamita</i>	2
<i>Hyla arborea</i>	1
<i>Hyla meridionalis</i>	0
<i>Ichthyosaura alpestris</i>	3
<i>Lissotriton helveticus</i>	1
<i>Lissotriton vulgaris</i>	2
<i>Lithobates catesbeianus</i>	0
<i>Pelobates cultripes</i>	3
<i>Pelobates fuscus</i>	0
<i>Pelodytes punctatus</i>	2
<i>Pelophylax sp.</i>	1
<i>Rana dalmatina</i>	1
<i>Rana temporaria</i>	3
<i>Salamandra salamandra</i>	1
<i>Triturus cristatus</i> x <i>T. marmoratus</i>	0
<i>Triturus cristatus</i>	1
<i>Triturus marmoratus</i>	2
<i>Xenopus laevis</i>	3
<b>Nombre de taxon par département</b>	<b>17</b>
<b>Nombre d'espèces sténoèces par département (liste de référence)</b>	<b>12</b>

Indice d'intégrité relatif :

L'indice d'intégrité relatif permet de rendre compte de la proportion entre les espèces observées sur le site et les espèces présentes dans les communes contenant le site inventorié.

L'indice d'intégrité relatif (3) se calcule de la manière suivante :

$$(3) \quad I2R = \frac{N_{\text{observé}}}{N_{\text{refcommune}}}$$

Avec :

N\_observé : le nombre d'espèces observées sur le site

N\_refcommune : le nombre d'espèces présentes dans la **liste de référence des espèces** des communes contenant le site inventorié (cf x)

Cet indice permet donc de comparer la liste des espèces observées sur le site avec la liste des espèces des communes contenant le site d'étude. Ainsi, plus la valeur de cet indice est élevée (proche de 1), plus le nombre d'espèces observées est proche du maximum d'espèces possibles du site.

Concernant la liste de référence des espèces des communes contenant le site d'étude, celle-ci s'obtient en consultant le site Biodiv' Pays de la Loire (Conservatoire d'espaces naturels des Pays de la Loire, 2022), sur lequel sont répertoriées de nombreuses espèces par commune.

Bonus :

Les espèces sténoèces observées et qualifiées de rares (code 2) ou de très rares (code 3) à l'échelle départementale rapportent chacune 0,1 point de bonus au résultat.

Indice d'intégrité du peuplement d'amphibiens :

L'indice d'intégrité du peuplement d'amphibiens résultera de la somme des trois paramètres (D, SR, I2R) ainsi que des points bonus, donnant un indice qui variera de 0 à 3 si l'on exclue les points bonus.

L'indice d'intégrité relatif (4) se calcule de la manière suivante :

$$(4) \quad I2PA = D + SR + I2R + \text{Bonus}$$

Cas particuliers :

L'identification des grenouilles vertes étant complexe, elles seront toutes regroupées sous le nom « Complex pelophylax ». Si plusieurs espèces de grenouilles vertes sont retrouvées dans la liste d'espèces des communes contenant le site d'étude, il ne faudra compter que le groupe d'espèces auquel elles appartiennent, c'est-à-dire : complex pelophylax. Dans les calculs il faudra ainsi compter +1 pour le complex pelophylax et non le nombre d'espèces de grenouilles vertes qu'il contient.

D'autre part, sur le territoire Loire-Bretagne, seul *Bufo spinosus* est présent. Pour les départements en limite de répartition, des formes hybrides (*B. bufo* et *B. spinosus*) peuvent être observées. Dans le doute, il est conseillé de noter *Bufo spinosus* (Collectif LigérO, 2021).

Les espèces exotiques envahissantes ne doivent être aucunement prise en compte dans le calcul de l'I2PA (Collectif LigérO, 2021).





C- Suivi des  
Odonates



## 1. Principe de la méthode

Les odonates sont recherchées et identifiées durant 3 campagnes, selon différentes méthodes telles que la capture au filet, l'observation aux jumelles ou encore la recherche d'individus ou d'exuvie.

Cet indicateur définit un Indice d'Intégrité du Peuplement d'Odonates qui vise à comparer un peuplement observé d'amphibiens par rapport à un peuplement attendu.

L'objectif sera donc de réaliser un inventaire le plus exhaustif possible.

## 2. Fondement scientifique

Les odonates (Libellules et demoiselles) constituent un groupe inféodé aux milieux aquatiques et sont considérées dans la littérature, comme des organismes ayant un rôle important dans le fonctionnement des milieux aquatiques puisqu'ils possèdent la qualification d'espèces dites « parapluie » (Collectif LigérO, 2021). Une espèce parapluie est une espèce dont l'étendue du territoire permet la protection d'un grand nombre d'espèces si celle-ci est protégée (Biodiversité positive, 2022). En effet, de part leur statut de prédateur, elles permettent de contribuer à la régulation de certaines populations de la faune aquatique. D'un autre côté, de part le statut de proies, elles participent au maintien et au développement d'autres espèces animales (Houard et al., 2012).

Les odonates sont de bons indicateurs de la dynamique et de qualité des milieux aquatiques. Plusieurs raisons en font un bon indicateur :

- Elles sont représentatives des zones humides, de part leur cycle biologique qui nécessite une phase aquatique (ponte, développement larvaire) et terrestre/aérien (imago, reproduction) ;
- Ils constituent un taxon largement répandu géographiquement ce qui facilite leur accessibilité,
- Il s'agit d'un groupe raisonnablement diversifié ce qui facilite l'identification ;
- Plusieurs espèces sont exigeantes en matière d'habitat et sont sensibles aux changements de milieux (espèce sténocénes)
- Dans la littérature, il s'agit d'un des groupes d'invertébrés les plus connus (taxonomie, écologie).

Toutefois, quelques critiques peuvent être émises sur leur statut de bio indicateur.

En effet, on a vu précédemment que les odonates sont pour l'entière majorité des prédateurs. Cela signifie donc qu'elles dépendent d'autres organismes qui sont leurs proies. Ainsi, ces organismes seraient situés plus bas dans le réseau trophique et seraient plus directement sujets aux variations de milieux que les odonates. Néanmoins, les odonates sont, comme vu précédemment, des espèces parapluies, elles sont donc de bons descripteurs biologiques pour comprendre les modifications de milieux et la qualité générale des habitats aquatiques (Houard et al., 2012). En effet, des études ont montrées que les odonates, et plus particulièrement adultes, favoriseraient les milieux dans lesquels leurs larves auraient le plus de chance de survivre ((Chevalier, 2016), (Golfieri et al., 2016)). Cela implique donc qu'elles auraient des besoins bien particuliers en termes d'habitats tels que la présence de végétation flottante, d'hélophyte ou d'hydrophyte, la vitesse du courant ou le type de substrats.

De plus, il a également été montré qu'il s'agit d'un bon indicateur de la dynamique et de l'impact sur la biodiversité des opérations de restauration d'un milieu humide (Collectif LigérO, 2021). Notamment par le fait que les odonates sont des espèces migratrices et qu'elles peuvent coloniser rapidement des nouveaux milieux. Cela pourrait expliquer ainsi l'apparition ou la disparition de certaines espèces en cas de changement de milieu (Chevalier, 2016).

### 3. Domaine d'application et périodicité

L'observation des odonates est intrinsèquement liée aux conditions météorologiques. En effet, les odonates sont des organismes qui seront plus actifs lors des jours ensoleillés et seront facilement observables (chasse, territorialité, reproduction). A l'inverse, lors des jours d'orages de pluie ou de vent fort, ces dernières auront tendance à rester reposées et seront donc plus difficilement observables.

Le protocole STELI : Suivi Temporel des Libellules (Société Française d'Odonatologie & Muséum National d'Histoire Naturelle, s. d.), a défini un tableau répertoriant les conditions météorologiques optimales pour effectuer un relevé odonate (Tableau 8).

**TABLEAU 8 : CONDITIONS METEOROLOGIQUES OPTIMALES POUR EFFECTUER UN RELEVÉ ODONATES, ADAPTE DE (SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'ODONATOLOGIE & MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE, S. D.)**

		Température			
		< 17°C	17°C – 25°C	> 25°C	> 30 °C
Couverture nuageuse	> 75 %	Non	Oui	Oui	Oui
	< 75 %	Oui	Oui	Oui	Oui
Pluie		Non	Non	Non	Non
Force du vent	> 5 Beaufort	Non	Non	Non	Non
Heure		10h-16h	10h-16h	10h-17h	9h-18h

Force du vent : Echelle de Beaufort	Perception
Force 0	La fumée des cheminées monte droit
Force 1	Très légère brise. La fumée des cheminées indique la direction du vent. 1 à 5 km/h
Force 2	Légère brise. On sent le vent sur le visage, les feuilles bougent. 6 à 11 km/h.
Force 3	Petite brise. Les drapeaux flottent, les feuilles sont sans cesse en mouvement. 12 à 19 km/h.
Force 4	Jolie brise. Les poussières s'envolent et les petites branches ne cessent de bouger. 20 à 28 km/h
Force 5	Bonne brise. Les petits arbres balancent, les sommets des arbres s'agitent. 29 à 38 km/h.

Remarques : le protocole STELI préconise d'éviter de réaliser des inventaires après un épisode orageux ou de pluie. De plus, lors de canicule, la chaleur occasionner peut réduire l'activité des odonates. Dans ce cas, il faudra privilégier le relevé plus tôt dans la matinée et plus tard dans la journée (STELI).

Concernant le calendrier de passage du relevé, il faudra effectuer 1 passage par session :

- Avant le 15 juin (espèces précoces)
- Entre le 16 juin et le 31 juillet
- Après le 1<sup>er</sup> août

Ensuite, concernant les périodes de suivi (Ligéro):

- Dans le cas de suivi de gestion ou de travaux, une prospection pourra être réalisée à l'année n+1, n+3 et n+5
- Dans le cas de grands territoires, une prospection pourra être réalisée à l'année n+5, n+10

## 4. Méthode d'échantillonnage

### 4.1 Matériel

- Un filet
- Une paire de jumelles
- Une loupe à main
- Waders ou cuissardes
- Ouvrage de détermination des odonates
- Appareil photo
- GPS

### 4.2 Préconisations

Lors de la prospection terrain, il faudra veiller à rechercher les odonates non seulement dans les milieux aquatiques, mais également sur les milieux terrestres directement adjacents au site d'étude, compte tenu du mode de vie des odonates. Ainsi, elles pourront être recherchées dans les prairies, les haies mais aussi les arbres.

Lors des relevés, l'opérateur devra bénéficier d'une autorisation de capture en cas de capture d'espèces protégées.

### 4.3 Choix des sites et stratégie d'échantillonnage

L'opérateur est libre de définir le périmètre du site. Il faudra ensuite géoréférencer ce périmètre, qui sera par la suite fixe d'une année à l'autre (Société Française d'Odonatologie & Muséum National d'Histoire Naturelle, s. d.)

Pour chaque site, le choix de la surface d'observation est également libre au choix de l'opérateur en fonction de la configuration du site.

A titre d'exemple, deux méthodes peuvent être mises en place, de manière complémentaire ou non (Pont & Mathieu, 2011):

- Des points d'observation de 5-10 mètres, distants d'au moins 25 m pour éviter le chevauchement
- Des transects de 25 m de long et 5 m de large (2.5 m de part et d'autre de l'interface terre/eau). Ces transects peuvent être échantillonnés en continuité ou être espacés d'une dizaine de mètres.

Le temps d'échantillonnage, quelle que soit la méthode devra être d'au minimum de 30 minutes et ne devra pas excéder la journée. Lors du premier passage, il faudra ainsi relever le temps d'échantillonnage et utiliser par la suite, le même temps pour les autres passages et les autres campagnes sur le même site ((Société Française d'Odonatologie & Muséum National d'Histoire Naturelle, s. d.), (Pont & Mathieu, 2011)). Le temps passé à la capture et à la détermination devra être décompté du temps d'observation (Collectif LigéO, 2021).

## 4.4 Réalisation du relevé

Une fois le périmètre défini, il faudra repérer tous les types d'habitats de la zone et réaliser des relevés dans ces zones.

Les relevés sont des inventaires et les odonates seront identifiées à vue et par capture. A vue, l'utilisation d'une paire de jumelles est vivement conseillée et par capture, à l'aide d'un filet. La recherche des exuvies peut également être effectuée. Les odonates observées et capturées devront représenter le plus exhaustivement possible le site et devront être identifiées à l'espèce ou au genre (à défaut à la famille).

## 4.5 Recueil des données

Le recueil des données se réalisera directement sur logiciel SIG et sur la couche cartographique « Odonates ». Cela permettra dans un premier temps de localiser directement les odonates sur site, et dans un second temps, d'extraire les données en un fichier Excel qui sera par la suite, exploitable pour l'analyse.

Lors du recueil pour chaque odonate il faudra noter : la date, le nom du site, le nom du bassin versant, le numéro de passage, l'heure de début et de fin du relevé, la température de l'air, la nébulosité, le vent, la méthode de prospection, le nom de l'espèce, ainsi que son nombre, son stade, son sexe, et son comportement etc... ((Société Française d'Odonatologie & Muséum National d'Histoire Naturelle, s. d.), (Collectif LigéRO, 2021)).

Le tableau suivant (Tableau 9) rassemble l'ensemble des données à remplir sur la couche cartographique « Odonates\_PlanEau » ainsi que les valeurs que peuvent prendre chaque descripteur :

**TABLEAU 9 : DESCRIPTEURS DU SUIVI DES ODONATES AINSI QUE LES VALEURS A REMPLIR**

Nom du champ QGIS	Description	A remplir
id	Identité du relevé	Numéro d'identification
Nom_site	Nom du site du relevé	Nom du site
Cours_eau	Nom du plan d'eau ou du cours d'eau étudié	Nom du plan d'eau ou du cours d'eau étudié
BV	Nom du bassin versant étudié	Nom du bassin versant étudié
Num_passag	Numéro du passage du relevé	Numéro du passage du relevé
Date	Date du relevé	Calendrier ex : 2022/03/02
Heure_deb	Heure de début du relevé	Ex : 15h30
Heure_fin	Heure de fin du relevé	Ex : 16h00
Temp	Température de l'air au moment du relevé	Ex : 17
Ciel	Couverture nuageuse	Ex : Ensoleillé, couverture nuageuse 20%, pluie, ...

Vent	Force du vent	Se référer à l'échelle de Beaufort pour la force du vent.  Choix possibles :  Force 1 Force 2 Force 3 Force 4 Force 5 <i>Null</i>
ESP	Nom de l'espèce 1	Nom en latin Ex : <i>Libellula depressa</i>
Nb_esp	Nombre trouvé de l'espèce 1	Ex : 15
Sexe_esp	Sexe de l'espèce 1	Choix possibles :  Male Femelle Male-femelle <i>Null</i>
Stbio_esp	Stade biologique de l'espèce 1	Choix possibles :  Adulte Immatrice Emergent Exuvie Larve <i>Null</i>
Compt_esp	Comportement de l'espèce 1	Choix possibles :  Territorialité Poursuite Ponte Tandem Accouplement <i>Null</i>
Hab_aqua_le	Habitat aquatique lentique	Choix possibles : 1- Plans d'eau douce temporaires 2- Mares permanentes ouvertes (<0,5 ha) avec végétation aquatique 3- Mares permanentes ouvertes (<0,5 ha) sans végétation aquatique 4- Mares permanentes fermées (<0,5 ha) 5- Bassin d'eau douce (eaux chargées) : station d'épuration 6- Bassin d'eau douce (eaux chargées) : de lagunage ou de décantation route/autoroute 7- Bassin d'eau douce (eaux chargées) : de décantation de carrière 8- Autres milieux artificiels (eaux claires) : milieux récents, peu de végétation, gravières, sablières, réserves collinaires, ...

		<p>9- Plans d'eau ou portions de plan d'eau « naturels » ou artificiels anciens (« renaturés »)&gt;0.5ha : milieu fortement boisé (ombragé/arboré)</p> <p>10- Plans d'eau ou portions de plan d'eau « naturels » ou artificiels anciens (« renaturés »)&gt;0.5ha :milieux ouverts avec phragmitaies, magnocariçaies (hélophytes hauts)</p> <p>11- Plans d'eau ou portions de plan d'eau « naturels » ou artificiels anciens (« renaturés »)&gt;0.5ha : milieux ouverts à végétation basse (hélophytes bas ou seulement hydrophytes)</p> <p>12- Lacs et grands réservoirs (plus de 20m de profondeur)</p> <p>13- Milieux palustres dulcicoles : dépression en eau bien végétalisée, marécages, végétation hélophytique en général</p> <p><i>Null</i></p>
Hab_aqua_lo	Habitat aquatique courant	<p>Choix possibles :</p> <p>1- zones des sources et suintements bien exposées</p> <p>2- zones des sources et suintements ombragées à semi-ombragées</p> <p>3- ruisselets et ruisseaux (&lt;3 m de large) : milieu ouvert</p> <p>4- ruisselets et ruisseaux (&lt;3 m de large) : milieu fermé</p> <p>5- rivières à eaux vives (&gt;3 m de large et &lt;25m de large, vitesse écoulement &gt;0,5m/s) : milieu ouvert</p> <p>6- rivières à eaux vives (&gt;3 m de large et &lt;25m de large, vitesse écoulement &gt;0,5m/s) : milieux ombragés</p> <p>7- rivières à eaux calmes (&gt;3 m de large et &lt;25m de large, vitesse écoulement &lt;0,5m/s) : milieux ouverts</p> <p>8- rivières à eaux calmes (&gt;3 m de large et &lt;25m de large, vitesse écoulement &lt;0,5m/s) : milieux ombragés</p> <p><i>Null</i></p>
Eau	Etat de l'eau du site	<p>Choix possibles :</p> <p>Phenomene d eutrophisation (presence algues filamenteuses)</p> <p>Turbidite (eau trouble)</p> <p>Eutrophisation et turbidite</p> <p>Abscence d eutrophisation et de turbidite</p> <p><i>Null</i></p>
Var_niv_ea	Variation du niveau d'eau du site	<p>Choix possibles</p> <p>Assechement periodique</p> <p>Niveau de l eau tres variable au cours de l annee</p> <p>Niveau de l eau globalement constant au cours de l annee</p> <p>Inconnu</p> <p><i>Null</i></p>
Vege_aqua	Type de végétation aquatique du site	<p>Choix possibles :</p> <p>Presence d herbiers (vegetation submergee)</p> <p>Presence de vegetations flottantes</p> <p>Presence d helophytes (appareil vegetatif aerien)</p> <p>Presence d herbiers et de vegetations flottantes</p> <p>Presence d herbiers et d helophytes</p> <p>Presence de vegetations flottante et d helophytes</p>



		Presence d herbiers de vegetations flottantes et d helophytes Absence totale de vegetation aquatique <i>Null</i>
Aqua	Etat berge	Choix possibles :  berge nue berge avec vegetation herbacee berge avec vegetation ligneuse berge avec vegetation herbacee et ligneuse <i>Null</i>
method	Méthode de relevé	Ex : Vue, vue et photographie, photographie, ...
commentair	Commentaires sur le relevé	Ex : Les espèces observées sur le cours d'eau semblent liées au plan d'eau, identification non fiable...

Remarques :

- Pour un relevé sur un même passage, il faudra créer un nouveau point et le nommer avec le même identifiant (1 pour le premier point et 1 par exemple pour le deuxième point), ensuite, il faudra également inscrire tous les paramètres à l'identique entre tous les points ayant le même identifiant.
- Pour le nombre d'individus, si celui-ci semble supérieur à 10, on peut considérer les classes suivantes (Collectif LigérO, 2021):
  - Classe 1 : 1 à 10 individus (noter le nombre exact)
  - Classe 2 : 11 à 50 individus
  - Classe 3 : 51 à 500 individus
  - Classe 4 : + 500 individus

## 5. Analyse

### 5.1 Principe

L'indice d'intégrité du peuplement d'odonates sera fondé sur 2 paramètres, un bonus et une efficacité d'échantillonnage :

- L'indice de diversité de Simpson qui traduit la diversité du peuplement ainsi que la dominance ou non d'une espèce par rapport à une autre (varie de 0 à 1) ;
- La sténoécie relative, qui traduit la proportion entre les espèces sténoèces inventoriées sur le site et les espèces sténoèces présentes dans les communes contenant le site inventorié (varie de 0 à 1)
- Bonus : Les espèces observées qualifiées de rares ou très rares à l'échelle départementale apportent chacune 0,1 point de bonus au résultat (voir liste de référence des odonates par département en annexe X).

Ainsi, l'indice d'intégrité du peuplement résultera de la somme de ces deux paramètres donnant un indice qui variera de 0 à 2 si l'on exclue les points bonus.

## 5.2 Méthode de calculs

### Indice de diversité de Simpson :

L'indice de diversité de Simpson qui traduit la diversité du peuplement ainsi que la dominance ou non d'une espèce par rapport à une autre.

L'indice de diversité de Simpson (1) se calcule de la manière suivante :

$$(1) \quad D = 1 - \sum_{i=1}^T \frac{Ni(Ni-1)}{N(N-1)}$$

Avec :

Ni = le nombre d'individus de l'espèce i

N = le nombre total d'individus du relevé

T = le nombre total d'espèces du relevé

Concernant Ni, il est possible de sommer le nombre d'individus exact avec les classes en transformant les classes ainsi (classe 2 = 25 individus, classe 3 = 250 individus et classe 4 = 500 individus) (BAOM Ligéro).

Cet indice mesure donc la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce. Ainsi, plus la diversité du site est élevée plus l'indice sera proche de 1.

Par ailleurs, plus le nombre d'espèces du relevé sera élevé, plus cet indice sera élevé. De manière analogue, pour un même nombre d'espèces, plus les espèces sont équitablement réparties, plus l'indice sera élevé.

Toutefois, il faut noter que cet indice donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares. Le fait d'ajouter des espèces rares à un échantillon ne modifie pratiquement pas la valeur de l'indice de diversité.

### Sténoécie relative :

La sténoécie est le caractère d'un être vivant qui présente une faible capacité d'adaptation lors de variations de facteurs écologiques propres à son habitat (Dictionnaire Environnement, 2022). Ces espèces sont en général très appréciées en tant que bio indicateur car elles témoignent plus spécifiquement de leur milieu de vie et de son fonctionnement (Collectif Ligéro, 2021).

La sténoécie relative (2) se calcule de la manière suivante :

$$(2) \quad SR = \frac{N_{\text{sténo\_observé}}}{N_{\text{sténo\_commune}}}$$

Avec :

Nsténo\_observé : le nombre d'espèces **sténoèces** observées sur le site **ET** qui sont présentes **dans la liste de référence des espèces sténoèces** des communes contenant le site inventorié

Nsténo\_commune : le nombre d'espèces **sténoèces** présentes dans la **liste de référence des espèces sténoèces** des communes contenant le site inventorié

Cet indice permet donc de comparer la liste des espèces sténoèces observées sur le site avec la liste des espèces sténoèces des communes contenant le site d'étude. Ainsi, plus la valeur de cet indice est élevée (proche de 1), plus le nombre d'espèces sténoèces observées est proche du nombre d'espèces sténoèces attendues.

Concernant la liste de référence des espèces sténoèces des communes contenant le site d'étude, cette dernière s'obtient en effectuant plusieurs étapes :

- 1) Tout d'abord, il faut identifier dans la liste des habitats odonatologiques, à quel type d'habitat est réalisé l'échantillonnage (Tableau 10 et Tableau 11) :

**TABLEAU 10 : HABITATS ODONATOLOGIQUES LENTIQUES, ADAPTE DE (COLLECTIF LIGERO, 2021)**

Habitat odonatologique lentique	
Code	Habitat
1	Plans d'eau douce temporaires
2	Mares permanentes ouvertes (<0,5 ha) avec végétation aquatique
3	Mares permanentes ouvertes (<0,5 ha) sans végétation aquatique
4	Mares permanentes fermées (<0,5 ha)
5	Bassin d'eau douce (eaux chargées) : station d'épuration
6	Bassin d'eau douce (eaux chargées) : de lagunage ou de décantation route/autoroute
7	Bassin d'eau douce (eaux chargées) : de décantation de carrière
8	Autres milieux artificiels (eaux claires) : milieux récents, peu de végétation, gravières, sablières, réserves collinaires, ...
9	Plans d'eau ou portions de plan d'eau « naturels » ou artificiels anciens (« renaturés »)>0.5ha : milieu fortement boisé (ombragé/arboré)
10	Plans d'eau ou portions de plan d'eau « naturels » ou artificiels anciens (« renaturés »)>0.5ha : milieux ouverts avec phragmitaies, magnocariçaies (hélophytes hauts)
11	Plans d'eau ou portions de plan d'eau « naturels » ou artificiels anciens (« renaturés »)>0.5ha : milieux ouverts à végétation basse (hélophytes bas ou seulement hydrophytes)
12	Lacs et grands réservoirs (plus de 20m de profondeur)
13	Milieux palustres dulcicoles : dépression en eau bien végétalisée, marécages, végétation hélophytique en général

**TABLEAU 11 : HABITATS ODONATOLOGIQUES LOTIQUES , ADAPTE DE (COLLECTIF LIGERO, 2021)**

Habitat odonatologique lotique	
Code	Habitat
1	Zones des sources et suintements bien exposées
2	Zones des sources et suintements ombragées à semi-ombragées
3	Ruisselets et ruisseaux (<3 m de large) : milieu ouvert
4	Ruisselets et ruisseaux (<3 m de large) : milieu fermé
5	Rivières à eaux vives (>3 m de large et <25m de large, vitesse écoulement >0,5m/s) : milieu ouvert
6	Rivières à eaux vives (>3 m de large et <25m de large, vitesse écoulement >0,5m/s) : milieux ombragés
7	Rivières à eaux calmes (>3 m de large et <25m de large, vitesse écoulement <0,5m/s) : milieux ouverts
8	Rivières à eaux calmes (>3 m de large et <25m de large, vitesse écoulement <0,5m/s) : milieux ombragés

- 2) Ensuite, il faut relever toutes les espèces d'odonates qui ont une affinité forte ou très forte avec le milieu (code 1 et 2 dans le Tableau 12 ; Annexe 1 et Annexe 2 pour voir l'affinité des espèces d'odonates avec les habitats odonatologiques lentiques et lotiques respectivement). On obtient alors la liste des espèces sténoèces de la zone humide pour ce type d'habitat.

**TABEAU 12 : DEGRE D’AFFINITE A L’HABITAT, (COLLECTIF LIGERO, 2021)**

Code	Affinité
1	Habitats principaux
2	Affinité forte
3	Affinité moyenne
4	Habitats significativement visités sans qu’aucune certitude de reproduction ne soit acquise

- 3) Une fois cette première liste d'espèces constituée, il faut réaliser une deuxième liste en filtrant la première liste par les espèces d'odonates présentes dans le département (code 2 à 5 dans le Tableau 13 et l'Annexe 3 pour voir l'indice de présence et de rareté des odonates du département du Maine-et-Loire). On obtient ainsi la liste des espèces sténoèces de la zone humide dans le département. Cela permet de ne conserver que les espèces qui ont été déterminées au niveau départemental.

**TABEAU 13 : INDICE DE PRESENCE DES ESPECES D’ODONATES, (COLLECTIF LIGERO, 2021)**

Code	Indice de présence
0	Espèce ou sous-espèce absente
1	Citations douteuses ou à confirmer
2	Espèce ou sous-espèce présente avant 1980 mais non-observée depuis
3	Espèce ou sous-espèce assez commune à commune
4	Espèce ou sous-espèce rare ou assez rare
5	Espèce ou sous-espèce très rare ou exceptionnellement observée

- 4) Dernière étape, une fois la liste départementale des espèces sténoèces pour la zone humide obtenue, il faut réaliser une dernière liste en filtrant la précédente liste par les espèces d'odonates présentes dans la/ou les communes contenant le site d'étude (consultable sur le site Biodiv' Pays de la Loire (Conservatoire d'espaces naturels des Pays de la Loire, 2022) sur lequel sont répertoriées de nombreuses espèces par commune). On obtient ainsi la liste des espèces sténoèces de la zone humide à échelle locale. Cela permet de ne conserver que les espèces qui ont été déterminées au niveau local.

### Efficacité de l'échantillonnage :

Pour évaluer la qualité de l'information collectée, on pourra effectuer une analyse de la richesse spécifique. Ainsi, pour une richesse spécifique observée, on pourra calculer une richesse spécifique estimée et effectuer le ratio entre les deux. Ainsi :

$$(3) \quad Efficacité = \frac{S_{\text{observée}}}{S_{\text{estimée}}}$$

Avec :

S\_observée : la richesse spécifique observée sur le site (= le nombre d'espèces observées)

S\_estimé : la richesse spécifique estimée pour le site (=le nombre d'espèces estimées). L'estimation de S\_estimée, pourra être effectué à partir de l'estimateur Jackknife établi par la méthode IBEM via le fichier excel : « calcul\_richesse\_Sestimée » modifié et adapté par le SMBVAR.

La qualité de l'échantillonnage peut être défini par la méthode IBEM (Indice de Biodiversité des Etangs et Mares) (Indermuhle et al., 2008) qui indique les classes d'efficacité d'échantillonnage suivantes (Tableau 14) :

**TABLEAU 14 : CLASSE D'EFFICACITE DE RECHERCHE DES ODONATES, ADAPTE DE (INDERMUEHLE ET AL., 2008)**

Classes d'efficacité	Interprétation état de la zone humide
0 - 0.2	Mauvais
>0.2 - 0.4	Médiocre
>0.4 – 0.6	Moyen
>0.6 – 0.8	Bon
>0.8	Très bon

**Remarque :**

Quel que soit le calcul à effectuer, dans le cas où certaines odonates n'ont pas pu être identifiées au niveau spécifique, on peut dans certains cas affecter au taxon non déterminé, un ou des taxons déterminés au genre spécifique (Tableau 15) :

**TABLEAU 15 : TABLEAU DE GESTION DES TAXONS NON DETERMINES SPECIFIQUEMENT, ADAPTE DE (COLLECTIF LIGERO, 2021)**

Cas	Affectation
Un seul taxon observé dans le genre, non déterminé spécifiquement :  Ex : <i>Orthetrum sp.</i>	Le taxon est conservé  Ex : <i>Orthetrum sp.</i>
Deux taxons observés, dont un non déterminé spécifiquement :  Ex : <i>Orthetrum sp.</i> et <i>Orthetrum brunneum</i>	Toutes les données du taxon non déterminé sont affectées au taxon déterminé spécifiquement  Ex : <i>Orthetrum brunneum</i>
Plus de deux taxons observés dans le genre dont au moins un non déterminé spécifiquement :  Ex : <i>Orthetrum sp.</i> , <i>Orthetrum brunneum</i> , <i>Orthetrum cancellatum</i>	Les occurrences des taxons non déterminés au niveau spécifique sont attribuées aux taxons déterminés spécifiquement au prorata de leur fréquence d'observation :  Ex : Si <i>O. brunneum</i> est observé 3 fois, et <i>O. cancellatum</i> 2 fois, les données de <i>Orthetrum sp.</i> seront affectées à 3/5 de <i>O. brunneum</i> et 2/5 à <i>O. cancellatum</i> . En revanche si la fréquence d'observation de <i>Orthetrum sp.</i> est inférieure à 5, toutes les données sont affectées à <i>O. brunneum</i>



ANNEXE 1 : LISTE DES HABITATS ODONATOLOGIQUES LENTIKES, ADAPTE DE (COLLECTIF LIGERO, 2021)

Taxon	Habitats odonatologiques lentiques												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Aeshna affinis</i>	1	1		3		3	4	2		2	2	2	2
<i>Aeshna cyanea</i>	3	2	3	1		3	3	3	2	3	3	3	3
<i>Aeshna grandis</i>		3	3	3					1	2	2	3	3
<i>Aeshna isoceles</i>	3	2		3		3		3	4	1	2	3	3
<i>Aeshna juncea</i>													
<i>Aeshna mixta</i>	3	1		1		2	3	2	3	1	2	2	3
<i>Anax ephippiger</i>		4						4		3	4		
<i>Anax imperator</i>	3	1	3	4		2	3	2	3	1	1	2	3
<i>Anax parthenope</i>	4	2	4	3		3		2	3	2	2	2	4
<i>Boyeria irene</i>									4			4	
<i>Brachytron pratense</i>	3	2		3				3	3	1	2	3	3
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>													
<i>Calopteryx splendens</i>		4		4		4	4	4	4	4		4	4
<i>Calopteryx virgo</i>				4					4				
<i>Calopteryx xanthostoma</i>													
<i>Ceriagrion tenellum</i>		2	4	3			3	3	3	3	2	3	2
<i>Chalcolestes viridis</i>	3	2	3	2	4	3	4	3	1	2	2	3	2
<i>Coenagrion caerulescens</i>													
<i>Coenagrion hastulatum</i>			4								4		4
<i>Coenagrion lunulatum</i>													
<i>Coenagrion mercuriale</i>			4										4
<i>Coenagrion ornatum</i>													
<i>Coenagrion puella</i>	3	1	4	3		3	3	2	3	2	1		3
<i>Coenagrion pulchellum</i>		2		3				3	3	2	2		3
<i>Coenagrion scitulum</i>	3	1				4		3		3	2		3
<i>Cordulegaster bidentata</i>													
<i>Cordulegaster boltonii</i>				4				4	4	4	4	4	
<i>Cordulia aenea</i>		2	4	1	4			3	2	2	3	3	2
<i>Crocothemis erythraea</i>	3	3	2		3	2	2	1		3	2	3	4
<i>Enallagma cyathigerum</i>	4	1	3	3	3	2	4	1	3	2	1	2	2
<i>Epitheca bimaculata</i>			4	3				3	2	2	2	3	2
<i>Erythromma lindenii</i>	4	2	4		3	2	2	2	3	3	1	2	2
<i>Erythromma najas</i>		2		3		3		3	3	3	1	2	3
<i>Erythromma viridulum</i>		2		3	3	2		1	4	4	1	3	3
<i>Gomphus flavipes</i>								4					
<i>Gomphus graslinii</i>									4				
<i>Gomphus pulchellus</i>	4	2	2	3	3	2	3	2	2	1	1	3	3
<i>Gomphus simillimus</i>													
<i>Gomphus vulgatissimus</i>												4	
<i>Ischnura elegans</i>	2	1	3	3	3	2	3	2	3	2	1	2	2
<i>Ischnura pumilio</i>	1	4	2	4		2	3	1	3	3	3	3	2
<i>Lestes barbarus</i>	1	3				3		3	4	4	3		2
<i>Lestes dryas</i>	2	3		4		4		3	4	4	3	3	2
<i>Lestes macrostigma</i>													
<i>Lestes sponsa</i>	1	2		3		4		2	4	3	2	2	2

<i>Lestes virens</i>	2	2		3		4	4	2	4	3	2	2	2
<i>Leucorrhinia albifrons</i>		2						4	4	2	1		
<i>Leucorrhinia caudalis</i>		2						3	3	2	1		4
<i>Leucorrhinia dubia</i>											3		
<i>Leucorrhinia pectoralis</i>		2		3				3	3	3	1		3
<i>Libellula depressa</i>	3	2	1	3	3	1	2	1	3	2	2	3	2
<i>Libellula fulva</i>		2		3		3	4	2	3	3	2		3
<i>Libellula quadrimaculata</i>	2	2	3	3	3	2	4	2	3	2	2	3	2
<i>Macromia splendens</i>													
<i>Onychogomphus forcipatus</i>												4	
<i>Onychogomphus uncatus</i>												4	
<i>Ophiogomphus cecilia</i>													
<i>Orthetrum albistylum</i>		2	2	3	3	3	3	1	4	2	1	2	2
<i>Orthetrum brunneum</i>	3	3	2			3	3	2			3	4	4
<i>Orthetrum cancellatum</i>	4	2	2	3		2	3	1	3	2	1	2	2
<i>Orthetrum coerulescens</i>	3	3	3	3		3	3	1	3	3	3	4	3
<i>Oxygastra curtisii</i>								2	3	4	4	3	
<i>Platycnemis acutipennis</i>		3				4		3		4	3	3	3
<i>Platycnemis latipes</i>		3									4		
<i>Platycnemis pennipes</i>	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	2	3	2
<i>Pyrhosoma nymphula</i>	4	1	3	2	4	3	4	2	2	3	2	2	2
<i>Somatochlora arctica</i>													
<i>Somatochlora flavomaculata</i>		4		3					3	2	2		2
<i>Somatochlora metallica</i>		4		3				4	1	3	3	2	4
<i>Sympecma fusca</i>	2	1		2	3	3		2	3	2	2		3
<i>Sympetrum danae</i>	4	3		3				3	3	4	3	4	4
<i>Sympetrum depressiusculum</i>	2					4		4	4	4	4	2	4
<i>Sympetrum flaveolum</i>	4	4	4	4				4			3		4
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	2	2	3			2	3	1		3	2	3	4
<i>Sympetrum meridionale</i>	1	2	3		3	2	4	2		3	2	2	1
<i>Sympetrum pedemontanum</i>												2	
<i>Sympetrum sanguineum</i>	2	1	2	3	3	2	3	2	3	2	1	2	1
<i>Sympetrum striolatum</i>	1	2	3	3	3	2	3	2	3	2	2	2	2
<i>Sympetrum vulgatum</i>	3	2	4	3		4	4	3	4	3	2	4	3

1- Plans d'eau douce temporaires

2- Mares permanentes ouvertes (<0,5 ha) avec végétation aquatique

3- Mares permanentes ouvertes (<0,5 ha) sans végétation aquatique

4- Mares permanentes fermées (<0,5 ha)

5- Bassin d'eau douce (eaux chargées) : station d'épuration

6- Bassin d'eau douce (eaux chargées) : de lagunage ou de décantation route/autoroute

7- Bassin d'eau douce (eaux chargées) : de décantation de carrière

8- Autres milieux artificiels (eaux claires) : milieux récents, peu de végétation, gravières, sablières, réserves collinaires, ...

9- Plans d'eau ou portions de plan d'eau « naturels » ou artificiels anciens (« renaturés »)>0.5ha : milieu fortement boisé (ombragé/arboré)

10- Plans d'eau ou portions de plan d'eau « naturels » ou artificiels anciens (« renaturés »)>0.5ha : milieux ouverts avec phragmites, magnocariçaies (hélophytes hauts)

11- Plans d'eau ou portions de plan d'eau « naturels » ou artificiels anciens (« renaturés »)>0.5ha : milieux ouverts à végétation basse (hélophytes bas ou seulement hydrophytes)

12- Lacs et grands réservoirs (plus de 20m de profondeur)

13- Milieux palustres dulcicoles : dépression en eau bien végétalisée, marécages, végétation hélophytique en général

**ANNEXE 2 : LISTE DES HABITATS ODONATOLOGIQUES LOTIQUES, ADAPTE DE (COLLECTIF LIGERO, 2021)**

	Habitats odonatologiques lotiques							
Taxon	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Aeshna affinis</i>								
<i>Aeshna cyanea</i>							4	3
<i>Aeshna grandis</i>							3	3
<i>Aeshna isoceles</i>								
<i>Aeshna juncea</i>								
<i>Aeshna mixta</i>								
<i>Anax ephippiger</i>								
<i>Anax imperator</i>			4				3	3
<i>Anax parthenope</i>								4
<i>Boyeria irene</i>			3	2	4	1	3	1
<i>Brachytron pratense</i>							3	4
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>			2	3	3	3	2	2
<i>Calopteryx splendens</i>			2	3	3	4	2	1
<i>Calopteryx virgo</i>	4	4	1	1	2	1	3	2
<i>Calopteryx xanthostoma</i>			3	4	2	3	2	3
<i>Ceriagrion tenellum</i>	2		4				4	
<i>Chalcolestes viridis</i>		4	4	3			4	3
<i>Coenagrion caerulescens</i>	2	4	2	4	4		3	4
<i>Coenagrion hastulatum</i>								
<i>Coenagrion lunulatum</i>								
<i>Coenagrion mercuriale</i>	2	4	1	4	2	4	3	4
<i>Coenagrion ornatum</i>	2		1	3				
<i>Coenagrion puella</i>			4	4			3	4
<i>Coenagrion pulchellum</i>							3	
<i>Coenagrion scitulum</i>			4					
<i>Cordulegaster bidentata</i>	3	3	3	2				
<i>Cordulegaster boltonii</i>	3	2	2	1	3	1	4	3
<i>Cordulia aenea</i>								3
<i>Crocothemis erythraea</i>							4	
<i>Enallagma cyathigerum</i>							3	4
<i>Epitheca bimaculata</i>								
<i>Erythromma lindenii</i>			4		4		2	3
<i>Erythromma najas</i>							3	3
<i>Erythromma viridulum</i>							2	3
<i>Gomphus flavipes</i>					3	3	3	3
<i>Gomphus graslinii</i>							2	1
<i>Gomphus pulchellus</i>			3	3			2	2
<i>Gomphus simillimus</i>			3		1	2	1	2
<i>Gomphus vulgatissimus</i>			3	2	3	2	2	1
<i>Ischnura elegans</i>	2	4	4	3	4	2	3	
<i>Ischnura pumilio</i>	3	1		3	4		4	
<i>Lestes barbarus</i>								
<i>Lestes dryas</i>	4		4					
<i>Lestes macrostigma</i>								
<i>Lestes sponsa</i>	4							

<i>Lestes virens</i>								
<i>Leucorrhinia albifrons</i>								
<i>Leucorrhinia caudalis</i>								
<i>Leucorrhinia dubia</i>								
<i>Leucorrhinia pectoralis</i>								
<i>Libellula depressa</i>	3		3				3	
<i>Libellula fulva</i>	3		1	4	3		1	4
<i>Libellula quadrimaculata</i>							4	
<i>Macromia splendens</i>					4	3	4	2
<i>Onychogomphus forcipatus</i>			2	3	1	1	2	3
<i>Onychogomphus uncatus</i>			1	3	1	2	4	4
<i>Ophiogomphus cecilia</i>					2	2	4	4
<i>Orthetrum albistylum</i>							3	4
<i>Orthetrum brunneum</i>	1	4	2	4			3	4
<i>Orthetrum cancellatum</i>			3	4			3	4
<i>Orthetrum coerulescens</i>	1	3	2	4			3	4
<i>Oxygastra curtisii</i>			4	4	4	2	3	1
<i>Platycnemis acutipennis</i>			3	4	3		1	3
<i>Platycnemis latipes</i>			4				1	4
<i>Platycnemis pennipes</i>	3	4	2	3	2	3	1	3
<i>Pyrhosoma nymphula</i>	2	3	3	4		2	4	
<i>Somatochlora arctica</i>								
<i>Somatochlora flavomaculata</i>			3					
<i>Somatochlora metallica</i>				2		3	3	2
<i>Sympetma fusca</i>		4	4	4				4
<i>Sympetrum danae</i>								
<i>Sympetrum depressiusculum</i>								
<i>Sympetrum flaveolum</i>								
<i>Sympetrum fonscolombii</i>							4	
<i>Sympetrum meridionale</i>			4				4	
<i>Sympetrum pedemontanum</i>								
<i>Sympetrum sanguineum</i>					4	4	3	4
<i>Sympetrum striolatum</i>	3	4					3	
<i>Sympetrum vulgatum</i>	3	4						

1- Zones des sources et suintements bien exposées

2- Zones des sources et suintements ombragées à semi-ombragées

3- Ruisselets et ruisseaux (<3 m de large) : milieu ouvert

4- Ruisselets et ruisseaux (<3 m de large) : milieu fermé

5- Rivières à eaux vives (>3 m de large et <25m de large, vitesse écoulement >0,5m/s) : milieu ouvert

6- Rivières à eaux vives (>3 m de large et <25m de large, vitesse écoulement >0,5m/s) : milieux ombragés

7- Rivières à eaux calmes (>3 m de large et <25m de large, vitesse écoulement <0,5m/s) : milieux ouverts

8- Rivières à eaux calmes (>3 m de large et <25m de large, vitesse écoulement <0,5m/s) : milieux ombragés

**ANNEXE 3 : INDICE DE PRESENCE DES ESPECES D'ODONATES EN MAINE-ET-LOIRE, ADAPTE DE (COLLECTIF LIGERO, 2021)**

Taxon	Maine et Loire
<i>Aeshna affinis</i>	3
<i>Aeshna cyanea</i>	3
<i>Aeshna grandis</i>	0
<i>Aeshna isocles</i>	5
<i>Aeshna juncea</i>	0
<i>Aeshna mixta</i>	3
<i>Anax ephippiger</i>	5
<i>Anax imperator</i>	3
<i>Anax parthenope</i>	4
<i>Boyeria irene</i>	3
<i>Brachytron pratense</i>	4
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>	0
<i>Calopteryx splendens</i>	3
<i>Calopteryx virgo</i>	3
<i>Calopteryx xanthostoma</i>	2
<i>Ceragrion tenellum</i>	3
<i>Chalcolestes viridis</i>	3
<i>Coenagrion caeruleum</i>	0
<i>Coenagrion hastulatum</i>	0
<i>Coenagrion lunulatum</i>	0
<i>Coenagrion mercuriale</i>	4
<i>Coenagrion ornatulum</i>	0
<i>Coenagrion puella</i>	3
<i>Coenagrion pulchellum</i>	5
<i>Coenagrion scitulum</i>	3
<i>Cordulegaster bidentata</i>	0
<i>Cordulegaster boltonii</i>	3
<i>Cordulia aenea</i>	3
<i>Crocothemis erythraea</i>	3
<i>Enallagma cyathigerum</i>	3
<i>Epitheca bimaculata</i>	0
<i>Erythromma lindenii</i>	3
<i>Erythromma najas</i>	3
<i>Erythromma viridulum</i>	3
<i>Gomphus flavipes</i>	4
<i>Gomphus graslinii</i>	4
<i>Gomphus pulchellus</i>	3
<i>Gomphus simillimus</i>	4
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	3
<i>Ischnura elegans</i>	3
<i>Ischnura pumilio</i>	4
<i>Lestes barbarus</i>	3
<i>Lestes dryas</i>	4
<i>Lestes macrostigma</i>	0
<i>Lestes sponsa</i>	3
<i>Lestes virens</i>	3
<i>Leucorrhinia albifrons</i>	5

Taxon	Maine et Loire
<i>Leucorrhinia caudalis</i>	5
<i>Leucorrhinia dubia</i>	0
<i>Leucorrhinia pectoralis</i>	5
<i>Libellula depressa</i>	3
<i>Libellula fulva</i>	3
<i>Libellula quadrimaculata</i>	3
<i>Macromia splendens</i>	0
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	3
<i>Onychogomphus uncatus</i>	0
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	4
<i>Orthetrum albistylum</i>	3
<i>Orthetrum brunneum</i>	3
<i>Orthetrum cancellatum</i>	3
<i>Orthetrum coerulescens</i>	3
<i>Oxygastra curtisii</i>	4
<i>Platycnemis acutipennis</i>	3
<i>Platycnemis latipes</i>	0
<i>Platycnemis pennipes</i>	3
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	3
<i>Somatochlora arctica</i>	0
<i>Somatochlora flavomaculata</i>	5
<i>Somatochlora metallica</i>	4
<i>Sympecma fusca</i>	3
<i>Sympetrum danae</i>	5
<i>Sympetrum depressiusculum</i>	2
<i>Sympetrum flaveolum</i>	5
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	3
<i>Sympetrum meridionale</i>	3
<i>Sympetrum pedemontanum</i>	0
<i>Sympetrum sanguineum</i>	3
<i>Sympetrum striolatum</i>	3
<i>Sympetrum vulgatum</i>	2

Code	Indice de présence
0	Espèce ou sous-espèce absente
1	Citations douteuses ou à confirmer
2	Espèce ou sous-espèce présente avant 1980 mais non-observée depuis
3	Espèce ou sous-espèce assez commune à commune
4	Espèce ou sous-espèce rare ou assez rare
5	Espèce ou sous-espèce très rare ou exceptionnellement observée

## Bibliographie

- Abbasi, A., Annor, F., & van de Giesen, N. (2016). Investigation of Temperature Dynamics in Small and Shallow Reservoirs, Case Study : Lake Binaba, Upper East Region of Ghana. *Water*, 8(3), 84. <https://doi.org/10.3390/w8030084>
- Barrioz, M., & Miaud, C. (2020). *Protocoles de suivi des populations d'amphibiens de France*, « POPAmphibien Communauté ». Société Herpétologique de France.
- Biodiversité positive. (2022). *Espèce parapluie*. <http://www.biodiversite-positive.fr/lexique/espece-parapluie/>
- Bird, R. J., Paterson, E., Downie, J. R., & Mable, B. K. (2018). Linking water quality with amphibian breeding and development : A case study comparing natural ponds and Sustainable Drainage Systems (SuDS) in East Kilbride, Scotland. *The Glasgow Naturalist*, 27(Supplement), 49-66. <https://doi.org/10.37208/tgn27s09>
- Bruhier, S. V., Moyne, M. L., & Brun, J. J. (1998). *La richesse spécifique : Un outil pour la prise en compte de la biodiversité dans la gestion de l'espace—Application en Haute Maurienne (Aussois, Savoie)*. 14.
- Caballero-Díaz, C., Sánchez-Montes, G., Butler, H. M., Vredenburg, V. T., & Martínez-Solano, Í. (2020). The Role of Artificial Breeding Sites in Amphibian Conservation : A Case Study in Rural Areas in Central Spain. *Herpetological Conservation and Biology*, 18.
- Chevalier, G. (2016). *Peut-on utiliser les odonates comme bio-indicateur ?* PolytechTours.
- Choffel, Q., Touchart, L., Bartout, P., & Al Domany, M. (2017). Temporal and spatial variations in heat content of a French pond. *Geographia Technica*, 12(1), 9-22. [https://doi.org/10.21163/GT\\_2017.121.02](https://doi.org/10.21163/GT_2017.121.02)
- Coéllys. (s. d.). *Méthodologie pose de piézomètre*.
- Collectif LigéO. (2021). *La Boite à outil de suivi des milieux humides Ligéro* (Version 1; p. 173).
- Collectif RhoméO. (2014). *La Boite à outils de suivi des zones humides*.
- Conservatoire d'espaces naturels des Pays de la Loire. (2022). *Biodiv'Pays de la Loire*. <https://biodiv-paysdelaloire.fr/>
- Dejean, T., Miaud, C., & Schmeller, D. (2010). *Protocole d'hygiène pour limiter la dissémination de la Chytridiomycose lors d'interventions sur le terrain*.
- Delassus, L. (2015). *Guide de terrain pour la réalisation des relevés phytosociologiques*. 52.
- Dictionnaire Environnement. (2022). *Dictionnaire environnement*. <https://www.dictionnaire-environnement.com/>
- Douville, C., Zambettakis, C., François, R., Dardillac, A., Gourvil, J., Filoche, S., & Millet, J. (2017). *Livret d'accompagnement des deux recueils de fiches « flore » et « végétations » caractéristiques des zones humides du bassin Seine-Normandie*. 98.
- Foissy, J.-M., Moullec, P., Olivier, G., Auvergne-Limousin, D., Raymond, J.-C., Sremsky, W., & Auvergne-Limousin, D. (2018). *Protocole pour la réalisation de dispositifs de suivi pérenne de la température de plans d'eau*.
- Forum des Marais Atlantiques. (2014). *Fiche technique—Réalisation et mise en place de piézomètres artisanaux*.

- Forum des Marais Atlantiques. (2015). *Mallette d'indicateurs de travaux et de suivis en zone humides* (p. 189). Agence de l'eau Loire-Bretagne et Conseil régional des Pays de la Loire.
- Golfieri, B., Hardersen, S., Maiolini, B., & Surian, N. (2016). Odonates as indicators of the ecological integrity of the river corridor : Development and application of the Odonate River Index (ORI) in northern Italy. *Ecological Indicators*, 61, 234-247. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.09.022>
- Houard, X., Jaulin, S., Dupont, P., & Merlet, F. (2012). *Définition des listes d'insectes pour la cohérence nationale de la TVB Odonates, Orthoptères et Rhopalocères*.
- Hydro-M. (2017). *EIE Centrale hydroélectrique d'Entraunes—CH HYDRO*.
- Indermuehle, N., Angélibert, S., & Oertli, B. (2008). *IBEM : Indice de Biodiversité des Etangs et Mares. Manuel d'utilisation*. Ecole d'Ingénieurs HES de Lullier, Genève.
- Lacroix, P., & Le Bail, J. (2009). *Déclinaison en Pays de la Loire de la liste des plantes indicatrices de zones humides inscrites à l'arrêté interministériel du 24 juin 2008*. 51.
- LPO AURA. (2020). *Suivi fu peuplement batrachologique sur le site du SMIRIL*.
- LPO Isère, & CAUE de l'Isère. (2016). *Guide technique biodiversité et paysage urbain*.
- Maillet, G., Le Cabec, T., & Bonnet-Rageade, C. (2017). *Protocole IECMA - Indicateur d'Etat de Conservation des Mares à Amphibiens*.
- Ministère de l'Ecologie, du développement Durable, des Transports et du Logement. (2011). *Plan national d'actions en faveur du sonneur à ventre jaune (Bombina variegata) 2011-2015*.
- Pont, B., & Mathieu, M. (2011). *Protocole odonates*.
- Quiot, F., & Guérin, V. (2019). *Surveillance de la qualité des eaux souterraines appliquée aux ICPE et sites pollués*.
- Rolan-Meynard, M., Vivier, A., Reyjol, Y., Boutet-Berry, L., Bouchard, J., Mangeot, P., Navarro, L., Melun, G., Moreira-Pellet, B., Bramard, M., Le Bihan, M., Magand, C., Leurent, T., Vigneron, T., Cagnant, M., Bourrain, X., Morel, A., & Kreutzenberger, K. (2019). *Guide pour l'élaboration de suivis d'opérations de restauration hydromorphologique en cours d'eau* (Collection Guides et protocoles, p. 189). Agence Française pour la Biodiversité.
- Sewell, D., & Griffiths, R. (2009). Can a Single Amphibian Species Be a Good Biodiversity Indicator? *Diversity*, 1(2), 102-117. <https://doi.org/10.3390/d1020102>
- SMBVAR. (2020). *Programme de renaturation des cours d'eau du SMBVAR - Suivi avant/après travaux—Protocoles indicateur*.
- Société Française d'Odonatologie, & Muséum National d'Histoire Naturelle. (s. d.). *Suivi temporel des Libellules STELI*. 5.
- Touchart, L. (1999). *La variabilité temporelle de l'eau : L'exemple d'un étang du Limousin*.
- United States Environmental Protection Agency. (2002). *Methods for Evaluating Wetland Condition : Using Amphibians in Bioassessments of Wetlands*. 48.



**ANNEXE 5 : PROTOCOLE DE SUIVI AVANT ET APRES TRAVAUX DE PLANS D’EAU : PEDOLOGIE**

## PROTOCOLE DE SUIVI PETITS PLANS D'EAU AVANT ET APRÈS TRAVAUX

### I- Niveau d'humidité du sol – pédologie

Ce protocole s'appuie sur la fiche indicateur I01 de la Boîte à Outils d'indicateurs de suivi et d'évaluation des Milieux Humides du bassin de la Loire (BAOMH LigérO) qui est une déclinaison sur le Bassin Loire-Bretagne du travail réalisé dans le cadre de RhoMeO (bassin Rhône-Méditerranée), adapté par le Conservatoire d'espaces naturels Centre-Val de Loire (Cen Centre-Val de Loire) et le Forum des Marais Atlantiques (FMA), l'agence de l'eau et le FEDER Plan Loire (Version 1 Mai 2021).

Matériel :

- Tarière pédologique
- Mètre ruban
- Couteau
- Gouttière graduée
- GPS
- Appareil photo
- Charte de couleur des sols MUNSELL
- Chiffon
- Eau
- Tablette avec fichier excel « Protocole\_pedo\_plan\_eau »

#### a) Principe de la méthode

Le sol est décrit après prélèvement à la tarière (Gouge, Edelman ou canne pédologique) sur la partie supérieure du sol (50 à 60 premiers centimètres). Pour des cas spécifiques où le sol ne peut être prélevé, des fosses pédologiques peuvent être réalisées à la bêche.

L'indicateur définit un niveau d'humidité du sol de la zone humide, en attribuant aux sols une note basée sur le type, l'importance et la profondeur des traits d'hydromorphie observés sur chacun de leurs horizons (Collectif LigérO, 2021).

#### b) Fondements scientifiques

On distingue deux grandes catégories de sols de zones humides (Collectif LigérO, 2021):

- **Les sols organiques** : L'hydromorphie est totale et permanente pour l'ensemble du profil du sol (bilan de l'eau excédentaire ou neutre). Ces sols organiques se rencontrent surtout dans les dépressions humides au-dessus d'horizons minéraux peu filtrants (plancher argileux).
- **Sols minéraux hydromorphes** : Il s'agit de sols où l'eau est présente une partie de l'année, sans que les conditions de température ou de saturation en eau ne permettent la création de tourbe. En surface, ils sont souvent surmontés de dépôts de débris végétaux peu décomposés (feuilles, tiges, inflorescences...) qui forment un horizon organique de couleur noire (O). Les traits d'hydromorphie des sols fonctionnels débutent toujours à moins de 50 cm de la surface et se prolongent ou s'intensifient en profondeur.

Les différents types de sols hydromorphes peuvent être identifiés par les critères de l'arrêté de délimitation des zones humides du 1er octobre 2009 (classes d'hydromorphie – GEPPA -1981), après sondage à la tarière (figure 1) :

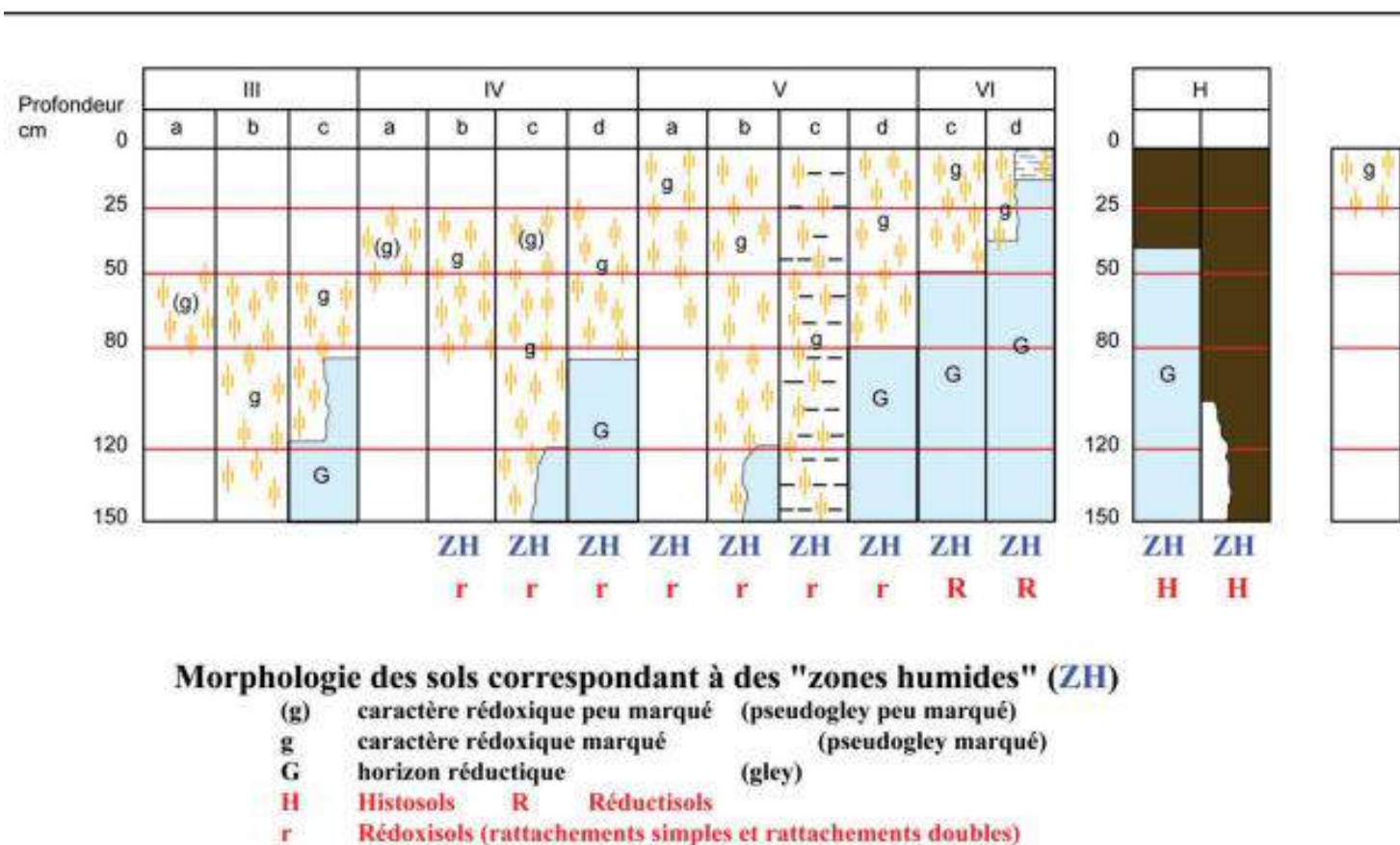







Figure 1 : Les différents types de sols hydromorphes définis par les critères de l'arrêté de délimitation des zones humides du 1er octobre 2009 (classes d'hydromorphie – GEPPA -1981)

Le tableau suivant aide à la caractérisation du type d'horizon (Tableau 1) :

*Tableau 1 : Aide à la caractérisation du type d'horizon (A. Goubi, adapté de Gayet et al., 2016 et Collectif Ligéro, 2021)*

Type de sol		Description (BAOM Ligéro)	Photos (Gayet et al., 2016)
Sols organiques	Trait histique	Selon l'épaisseur de matière organique accumulée, ils forment les zones humides paratourbeuses (< 0,5 m d'épaisseur) et les tourbières (> à 0,5 m). Pour qu'un horizon soit considéré comme histique, son taux de matière organique doit dépasser 50%. L'échantillon est souvent de couleur brun-noir avec la présence de nombreux éléments organiques (débris, racines, ...)	
	Trait rédoxique (g)	Ils sont le fruit de l'alternance des processus de réduction / mobilisation du fer pendant les périodes de saturation en eau et des processus d'oxydation / immobilisation du fer pendant les périodes de non-saturation. Ils correspondent donc à des périodes de saturation temporaire. Ils se caractérisent par la présence de taches de couleur rouille concentrant le fer oxydé (de 1 à plus de 15 mm occupant plus de 5 % de la surface de l'horizon) et de traînées claires appauvries en fer	 
Sols minéraux hydromorphes	Trait réductique (G)	Les processus de réduction du fer dominant en raison de la saturation en eau désoxygénée permanente ou quasi-permanente du sol. La répartition du fer est plutôt homogène, ce qui se traduit par une couleur bleuâtre à verdâtre très uniforme.	 

### c) Domaine d'application de l'indicateur et périodicité

Cet indicateur est déterminant pour le suivi des effets de la restauration sur un milieu humide.

Toutefois, l'utilisation de cet indicateur ne peut pas être envisagée sans une connaissance préalable du type de sol en place. En effet, ce dernier détermine la vitesse de réaction du milieu à la restauration, et par conséquent le pas de temps de suivi à mettre en place sur la zone de travaux et/ou sur l'ensemble du site.

Ainsi, une évolution de l'hydromorphie n'est observable que pour les HISTOSOLS et REDUCTISOLS (voir c), dont les traces sont « instables ». Pour les REDOXISOLS (voir I-b), une variation de la nappe au fil du temps ne changera pas la morphologie du sol (Collectif LigéO, 2021).

Ainsi, une campagne de mesures tous les 5 ans est recommandée dans le cadre d'un suivi des fonctionnalités à l'échelle d'un site. Il est possible d'espacer le temps entre les campagnes de mesures si aucune modification des modalités de gestion du site (végétation et écoulements) n'a eu lieu dans les 5 ans. Toutefois, les délais entre deux campagnes ne peuvent excéder 10 ans. Dans le cadre d'un suivi de travaux visant à augmenter le niveau de saturation en eau des sols minéraux, la périodicité sera réduite à 1 voire 2 ans (Collectif LigéO, 2021).

Les prélèvements sont idéalement réalisés en début de période printanière (mars-avril) afin de favoriser l'observation des niveaux hauts de la nappe. Cependant, les investigations peuvent être réalisées à tout moment dans l'année (la période estivale est la moins favorable). En outre, afin de limiter la variabilité temporelle des données, que la période d'investigations corresponde aux préconisations ou non, il est primordial de réaliser les prélèvements à la même période d'une année de suivi à l'autre (Collectif LigéO, 2021).

### d) Méthode d'échantillonnage

#### • Stratégie d'échantillonnage :

L'inventaire pédologique doit être établie en fonction de la typologie du milieu (L'Atelier des Territoires, 2013).

Ainsi, pour un milieu plutôt surfacique tel que les plans d'eau, ou zones humides, il s'agira d'effectuer un inventaire périphérique du site. Pour ce faire, il faudra d'abord observer la topographie du milieu et repérer les lignes de plus grande pente. On pourra alors placer des transects dans le sens de la pente. Ensuite, des transects pourront être également positionnés, de manière générale dans des secteurs homogènes de sol ou dès qu'un changement d'unité de sol est observé, tout autour du plan d'eau. En outre, pour les plans d'eau il faudra réaliser des transects tout autour du plan d'eau.

En outre, pour un milieu plutôt linéaire tel que les bords de cours d'eau, il s'agira d'effectuer un inventaire linéaire du site (Atelier des territoires, 2013). Ainsi, il faudra positionner les transects de pédologie de manière perpendiculaire au cours d'eau. De la même manière que l'inventaire périphérique, des transects pourront être placés au niveau des lignes de plus grandes pentes ainsi que dans des secteurs homogènes de sols ou dès qu'un changement de d'unité de sol est observé.

Dans tous les cas :

Le plan d'échantillonnage doit être construit pour traduire le gradient d'hydromorphie du site, des secteurs non hydromorphes, vers les secteurs les plus humides où la saturation en eau est la plus forte (Collectif LigéO, 2021). Pour cela, les sondages sur les transects devront être réalisés du secteur le moins humide au plus humide.

En règle générale, un sondage tous les 50 à 100 m semble être approprié. La pression de sondage est variable selon la taille, la configuration et la topographie de la zone humide. Pour des grands sites, les points de sondage sont distants de plus de 100 m le long du transect, afin de pouvoir respecter au mieux la limite maximum de 25 sondages par site. Sur les transects, la position des sondages peut être ajustée en fonction des changements du milieu (topographie, végétation...) (Collectif LigéO, 2021).

Par ailleurs, il est intéressant de choisir des transects communs aux relevés floristiques lorsque ceux-ci sont réalisés (une cartographie d'habitats, lorsqu'elle est disponible, peut être utilisée) (Collectif LigéO, 2021).

Lors d'un projet de restauration de milieu, un plan d'eau peut être amené être supprimer ou au contraire à être créé. La stratégie d'échantillonnage à appliqué devra donc dépendre de la nouvelle typologie. Par exemple, dans le cas de la suppression d'un plan d'eau, le suivi avant travaux sera un inventaire périphérique autour du plan d'eau. Après les travaux, si la zone est restaurée en cours d'eau, il faudrait alors réaliser un inventaire linéaire. En revanche, si la suppression du plan d'eau laisse la place à une zone humide, il faudra réaliser un inventaire de type surfacique.

- **Réalisation des prélèvements :**

Pour une meilleure opérationnalité du suivi, il est recommandé de réaliser les prélèvements à la tarière Edelman (préférentiellement de diamètre 60 mm) (Collectif LigéO, 2021).

Une fois le prélèvement réalisé, l'échantillon de sol est divisé en horizons, c'est-à-dire en couches homogènes, pour être décrit dans la fiche de terrain. Une photographie permettant la localisation du point de sondage ainsi qu'une photographie du profil reconstitué dans la gouttière sont systématiquement effectuées (Collectif LigéO, 2021).

Ci-dessous (figure 2), la méthode de relevé à la tarière Edelman (Collectif LigéO, 2021):





**A.** Après avoir dégagé la surface du sol litère, si nécessaire, prélever l'intégralité de la première carotte dans la tête de la tarière.



**B.** Lorsque la tête de la tarière est remplie, cela correspond à un avancement de 20 cm.



**C.** Nettoyer la surface pour éliminer les éventuelles saletés.



**D.** Déposer ces 20 premiers centimètres dans la gouttière aux graduations correspondantes.



**E.** Les 20 premiers centimètres de sol sont prélevés !



**F.** Recommencer les étapes A à C. À partir de là, on ne conserve que les 10 cm situés dans la partie inférieure de la tête de la tarière. En effet, le reste correspond à du matériel qui a été remanié lors de la réalisation du sondage.



**G.** Déposer de nouveau la carotte dans la gouttière. Le dépôt est effectué suite à la mesure dans le trou de la profondeur du sondage. Il est préconisé de mesurer directement dans le trou à l'aide d'un mètre ruban afin de positionner correctement le prélèvement dans la gouttière.



**H.** Répéter les opérations A à C puis F à G jusqu'à ce qu'on ne puisse plus creuser (roche atteinte, cailloux empêchant d'avancer, 60 cm atteints). Une fois le sondage réalisé, nous disposons, dans la gouttière, d'une vision d'ensemble du profil reconstitué. Dans le protocole, il est recommandé de creuser jusqu'à 60 cm de fond. Lorsque vous effectuez les premiers sondages sur un site non connu du point de vue pédologique, il est recommandé de le faire plus profond (120 cm).



**I.** On enregistre la position géographique du point à l'aide d'un GPS (le cas échéant, le repérer sur une carte IGN au 1/25 000).



**J.** Prendre la couleur des différents horizons et taches du profil reconstitué. La couleur est estimée sur un sol humide au soleil et si celui-ci est sec, ne pas hésiter à l'humidifier.

**K.** Décrire l'environnement du sondage (pente à l'aide du clinomètre, orientation à l'aide de la boussole...) et les différents horizons du profil reconstitué sur la fiche terrain.

Un test colorimétrique peut nous indiquer l'état du fer dans le sol au moment de l'observation. Dans des milieux où l'excès d'eau est quasi-permanent (zone de fonds de vallée par exemple), on peut parfois observer des sols gris bleuâtres ou gris verdâtres. Cette couleur peut être héritée de la roche mère qui a donné naissance au sol ou peut être liée à la présence de la forme réduite du fer (fer ferreux  $Fe^{2+}$ ). Un test rapide et simple nous permet de déterminer si la couleur claire de l'horizon que l'on observe est liée à la réduction du fer ou à une faible quantité de fer.

Le réactif utilisé est une solution d'ortho-phénantroline à 2 % dans de l'éthanol pur.

Une coloration rouge, plus ou moins vive, apparaît en présence de fer ferreux.



Figure 2 : Protocole de prélèvement à la tarière, (Collectif LigéO, 2021)



• **Recueil des données :**

Une fois les échantillons de sols recueilli, les traits d'hydromorphie sont caractérisés pour chaque horizon à l'aide des descripteurs définis dans la fiche terrain excel : «Protocole\_pedo\_plan\_eau».

Ainsi pour chaque horizon de sol étudiée on va retenir (Tableau 2):

*Tableau 2x : Descripteurs définis dans la fiche terrain excel : «Protocole\_pedo\_plan\_eau»*

Descripteur	Description
<b>ID</b>	identifiant du relevé
<b>Nom_site</b>	nom du site
<b>Nom_BV</b>	nom du bassin versant
<b>Date</b>	date du sondage
<b>Observateur</b>	nom des observateurs effectuant le sondage
<b>N_transect</b>	Numéro du transect sur lequel est effectué le sondage
<b>N_sondage</b>	Numéro du sondage
<b>Numéro</b>	Numéro de l'horizon étudiée
<b>Profondeur_sup</b>	Profondeur supérieure de l'horizon étudiée en cm
<b>Profondeur_inf</b>	Profondeur inférieure de l'horizon étudiée en cm
<b>B1_teinte</b>	C'est la valeur de <b>la teinte « hue »</b> de la charte Munsell, pour la couleur de fond d'un échantillon de terre homogène (ici l'horizon étudiée) ( <b>test Munsell</b> ).
<b>B2_clarete</b>	C'est <b>la clarté « value »</b> de la charte Munsell, pour la couleur de fond d'un échantillon de terre homogène (ici l'horizon étudiée) ( <b>test Munsell</b> ).
<b>C_texture</b>	Texture dominante de l'horizon étudiée (1 seul choix)
<b>D_structure</b>	Type de structure de l'échantillon de terre étudié
<b>F_racines</b>	Présence ou absence de racines dans l'échantillon
<b>G_taches</b>	Présence ou absence et type de taches observées dans l'échantillon de terre observé
<b>H_abondance</b>	<b>A ne remplir uniquement qu'en présence de taches d'oxydation</b> Pourcentage d'abondance ou de recouvrement des taches d'oxydation
<b>K_humidite</b>	Echantillon de sol saturé en eau ou non saturé en eau
<b>M_plasticite</b>	Plasticité de l'échantillon ( <b>test du boudin</b> )
<b>O_friabilité</b>	Friabilité de l'échantillon ( <b>test de consistance à l'état humide</b> )
<b>Q_von_post</b>	Ce critère concerne uniquement les sols organiques profonds, sols tourbeux (horizons histiques). ( <b>test d'humification de Von Post</b> )

Les différentes valeurs que peuvent prendre chaque descripteurs sont décrites dans la feuille « Glossaire » du fichier excel «Protocole\_pedo\_plan\_eau». Toutefois, une attention toute particulière sera effectuée pour les test de Munsell, du boudin, de consistance à l'état humide et d'humidification de Von Post (voir f).

## e) Analyse des données

### • Principe

Les traits d'hydromorphie sont caractérisés pour chaque horizon à l'aide des descripteurs de la fiche de terrain (du fichier excel «Protocole\_pedo\_plan\_eau»). L'association des différents horizons hydromorphes permettra de calculer une note d'hydromorphie. Les valeurs des différents points de relevé d'un site sont agrégées pour obtenir une note globale (Collectif LigérO, 2021).

### • Méthode de Calculs :

Chaque descripteur (tableau x) peut prendre différentes valeurs. À chaque valeur de chaque descripteur, est attribué une notation. Par exemple ici, le descripteur « **D\_structure** » sera noté 1 pour la valeur « particulière », 2 pour la valeur « fragmentaire arrondie », 3 pour la valeur « fragmentaire plane ou massive » etc (tableau 3).

*Tableau 3 : Exemple de notation pour les descripteurs, cas du descripteur D\_structure*

Descripteur	Valeurs	Notation
<b>D_structure</b>	particulière	1
	fragmentaire arrondie	2
	fragmentaire plane ou massive	3
	fibreuse	4
	feuilletée	5
	lithologique	6

Une série de requêtes sur les classes des différents descripteurs permettra de définir le type d'horizon hydromorphe, à saturation temporaire (g) ou permanente (G, Hf, Hm, Hs, K, Organo) (tableau 4)

*Tableau 4 : Liste des requêtes définissant les types d'horizons hydromorphes, (Collectif LigérO, 2021)*

Liste des requêtes définissant les types d'horizons hydromorphes				
Horizon		Principes de classement	Critères de classement (formules utilisées dans la calculatrice ou à mettre dans un tableur)	OPÉRATEUR (Champs et Valeurs : voir fiche de terrain)
Type	Note			
L	1	Présence de racines et texture organique	ET (F_racines > 1 ; C_texture = 1 ; numero =1 ; ESTVIDE (Q_von_ post))	
G	1	Texture massive de couleur grise à bleue/verdâtre	ET (C_texture > 1 ; OU ( G_taches = 3 ; ET (B1_couleur = «GLEYS1»;B2_value < 7) ; ET (B_couleur = «GLEYS2»; B2_value <7)))	
g	2	Présence de tache d'oxydation de couleur rouille	ET (C_texture >1 ; ET (G_taches = 2 ; H_abondance>0 ))	
J	1	Horizon sableux homogène	ET (OU (C_texture = 2 ; C_texture = 3) ; O_friabilité > 2 ; D_stucture = 1)	
T	3	Concrétions calcaires	ET (B2_value > «4,5» ; Q_von_post < 1 ; O_friabilité < 2 ; M_plasticité = 1 )	
Hf	3	Tourbe fibrique claire	ET (C_texture = 1 ; D_stucture > 10 ; Q_von_post > 0 ; Q_von_post < 4 )	
Hm	2	Tourbe brune mésique	ET (C_texture = 1 ; Q_von_post >= 3 ; Q_von_post < 8)	
Hs	2	Tourbe noire très décomposée	OU(ET(C_texture = 1 ; Q_von_post > 7) ; ET (C_texture >= 3 ; Q_von_ post > 2))	
Org	2	Horizon de transition entre tourbe et formation argileuse collante	ET (G_Taches = 1 ; ESTVIDE (Q_von_post) ; OU (ET (C_texture = 1 ; D_stucture > 3 ; D_stucture < 10 ) ET (C_texture > 1 ; D_stucture > 10 )))	
Ha/LH	1	Tourbe déstructurée granuleuse	ET (C_texture = 1 ; OU (D_stucture <= 3 ; D_stucture = 11) ; ESTVIDE (Q_von_post) ; K_humidité <= 3	

Il pourra arriver qu'un horizon puisse être classé dans deux types d'horizons hydromorphes proches. En effet, un certain nombre d'horizons de transition possèdent des caractéristiques qui permettent de les classer dans deux types d'horizons hydromorphes. Toutefois ces doubles classements ne posent pas de problème pour le calcul de la note d'hydromorphie (Collectif LigérO, 2021).

Pour chaque type d'horizon, est affectée une valeur correspondant au niveau de saturation en eau du sol nécessaire pour qu'apparaissent les traits d'hydromorphie. Ainsi, un horizon réductique qui nécessite une saturation en eau quasi-permanente se voit attribuer une valeur de 2. Un horizon rédoxique prend une valeur de 1, les horizons non hydromorphes une valeur de 0. Les valeurs des horizons proches de la surface, c'est-à-dire dans les 25 premiers centimètres, sont à multiplier par 2 (Collectif LigérO, 2021).

La note d'hydromorphie du point de relevé est la moyenne des notes des horizons qui composent le sol.

La note d'hydromorphie du site, correspond, à la moyenne des notes des différents relevés effectués sur le site (Collectif LigérO, 2021).

Ci-dessous, un exemple de calculs de la note d'hydromorphie d'un relevé (figure 3) (Collectif LigérO, 2021) :

N°	Prof.		RQT L	RQT G	RQT g	RQT J	RQT T	RQT HF	RQT Hm	RQT Hs	RQT Org	RQT Ha/LH	Valeur d'hydromorphie
1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	5	30	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1*2
3	30	55	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	4
Moyenne = Note d'hydromorphie du relevé													2

Figure 3 : exemple de calculs de la note d'hydromorphie d'un relevé, source BaOM LigérO

#### • Application par le SMBVAR

Afin de simplifier la prise en main sur le terrain, les valeurs et classes que peuvent prendre à l'origine chaque descripteur du protocole LigérO, ont été remaniées selon les limites que peuvent prendre les requêtes initiales.

Par exemple, pour le descripteur Q\_von\_post, on a à l'origine, 10 valeurs et donc 10 classes possibles. Au regard des requêtes utilisées dans le protocole LigérO, il a été aperçu que seulement quelques-unes de ces classes sont utilisées comme limite. On s'aperçoit alors que l'on a seulement besoin de 4 classes pour ce descripteur (Tableau 5).

Tableau 5 : Définition des classes limites des requêtes initiales de la BAOM LigérO

Requête initiale	Classes possibles pour la requête initiale	Classes limites
ESTVIDE(Q_von_post)	(vide)	Limite entre classe 2 et classe 3 Limite entre classe 3 et classe 4 Limite entre classe 7 et classe 8 <div style="text-align: center;">↓</div> 3 Limites identifiées donc besoin de 4 classes à définir selon ces dernières
Q_von_post < 1	(vide) ou 0	
Q_von_post > 0 et Q_von_post < 4	1 – 2 – 3	
Q_von_post > 2	3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10	
Q_von_post >= 3 et Q_von_post < 8	3 – 4 – 5 – 6 – 7	
Q_von_post > 7	8 – 9 – 10	

Ainsi, c'est en regardant ces limites de classes que les nouvelles classes ont été définies et remaniées (Tableau 6).

Tableau 6 : Définition des nouvelles classes pour le descripteur

Descripteurs	Valeurs d'origine	Classes initiales	Valeurs remaniées	Classes remaniées
Q_von_post	Eau limpide	1	Eau limpide ou peu colorée	1
	Eau peu colorée	2		
	Eau trouble pâle	3	Eau trouble pâle	2
	Eau trouble foncée	4	Eau trouble foncée à ½ du matériel passe entre les doigts	3
	Eau trouble et particules	5		
	1/3 du matériel passe entre les doigts	6		
	½ du matériel passe entre les doigts	7		
	2/3 du matériel passe entre les doigts	8	Plus de ½ du matériel passe entre les doigts	4
	Presque tout le matériel	9		
	Tout le matériel	10		

Ainsi, certaines classes et valeurs ont été rassemblées en une seule afin de simplifier les observations, et donc le choix des classes.

L'analyse des données ainsi que la saisie des données s'effectuera à l'aide du fichier excel «Protocole\_pedo\_plan\_eau».

Ce fichier Excel comporte deux volets. Le premier volet nommé « Glossaire », contient l'ensemble des descripteurs utilisés pour les requêtes, leur définition, leurs valeurs possibles ainsi que leur notation (texte, classes, ...). Ce volet permettra sur le terrain, d'avoir l'ensemble des informations à compléter pour chaque descripteur.

Le deuxième volet « Description + analyse », est le volet dans lequel seront rentrés les notations des descripteurs. Il faudra uniquement compléter les informations dans le tableau bleu (figure 4). Le tableau vert, sera automatiquement rempli par les requêtes et définira le type des horizons étudiées (figure 4) selon les classes remaniées. Enfin, la colonne rouge définie la valeur d'hydromorphie des horizons étudiés (figure 4). Il suffira alors pour un même relevé, de réaliser la moyenne de l'hydromorphie de tous ces horizons. Pour un site, il faudra réaliser la moyenne de l'hydromorphie de tous les relevés sur ce site.

Descripteurs du sondage pédologique																			
Il	Nom	Nom	Observ	N_son	Type_obs	Cause	Num	Profond	Profond	A_hm	B1	B2	C_tes	D_stru	F_ra	G_ta	H_abon	K_hum	M_plas
te	te	Y	eur	age	ation	Napp	ret	o	_sup	_inf	s	te	ete	re	ure	es	es	nce	te

Calcul du type d'horizon et de la note hydromorphe												Valeur hydromorphie
L	G	g	J	T	Hf	Hm	Hs	Org	Hs/Lt			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figure 4 : Tableaux du fichier excel «Protocole\_pedo\_plan\_eau», volet « Description + analyse »

Après s'être entretenue, il s'avère que la simplification du protocole n'était pas suffisante, une deuxième modification du protocole a été effectuée par la suite.

Les raisons qui ont poussées à cette modification sont surtout liées à une contrainte technique : le temps. Le précédent protocole serait en effet, trop long à mettre en place dans le cas où l'on effectuerait de nombreux relevés. Cela est en partie dû au grand nombre de descripteurs, ainsi qu'aux nombreuses manipulations.

Pour cette raison,

#### **f) Protocoles auxiliaires**

##### **• Protocole test de Munsell**

Munsell Soil Color Book ou le Nuancier de Munsell, est une méthode de classification des couleurs qui a été élaboré par le professeur et artiste-peintre américain Albert Munsell en 1913. Elle est basée sur trois paramètres que sont la teinte (« hue »), la clarté (« value ») et la saturation (« chroma »).

La détermination de la couleur des sols se fait généralement avec une version modifiée du Nuancier de Munsell, et qui comprend uniquement les sections de couleurs que peuvent prendre les sols. Ainsi, le nombre de couleurs attribué aux sols est de 440 selon la charte de Munsell (Munsell Color, 1994).

La teinte (Hue) est la relation de la couleur avec :

- Le rouge (R pour Red)
- Le jaune (Y pour Yellow),
- Le vert (G pour Green),
- Le bleu (B pour Blue),
- Et le violet (P pour Purple).

Selon la teinte dominante, elle est ainsi notée avec les abréviations anglaises (R pour Red, YR pour Yellow-Red, ...). Cette teinte est généralement précédée d'un numéro allant de 0 à 10. Plus le numéro est élevé, plus la teinte est proche de la teinte. Par exemple, pour YR, plus le chiffre est élevé, plus la teinte est proche du jaune et moins elle l'est pour le rouge (Munsell Color, 1994).

La clarté (value), désigne la luminosité de la couleur. Selon la clarté, elle est notée de 0 (noir absolu) à 10 (blanc absolu) (Munsell Color, 1994).

La saturation (chroma) indique l'intensité de la couleur. Elle est notée de 0 (pour les gris neutres) à 20. Pour les couleurs achromatiques absolues comme les gris purs, le blanc absolu et le noir absolu, la saturation est nulle et il n'y a aucune teinte, la lettre N (neutre) est attribuée (Munsell Color, 1994).

La charte de Munsell se lit comme ceci (figure 5) :

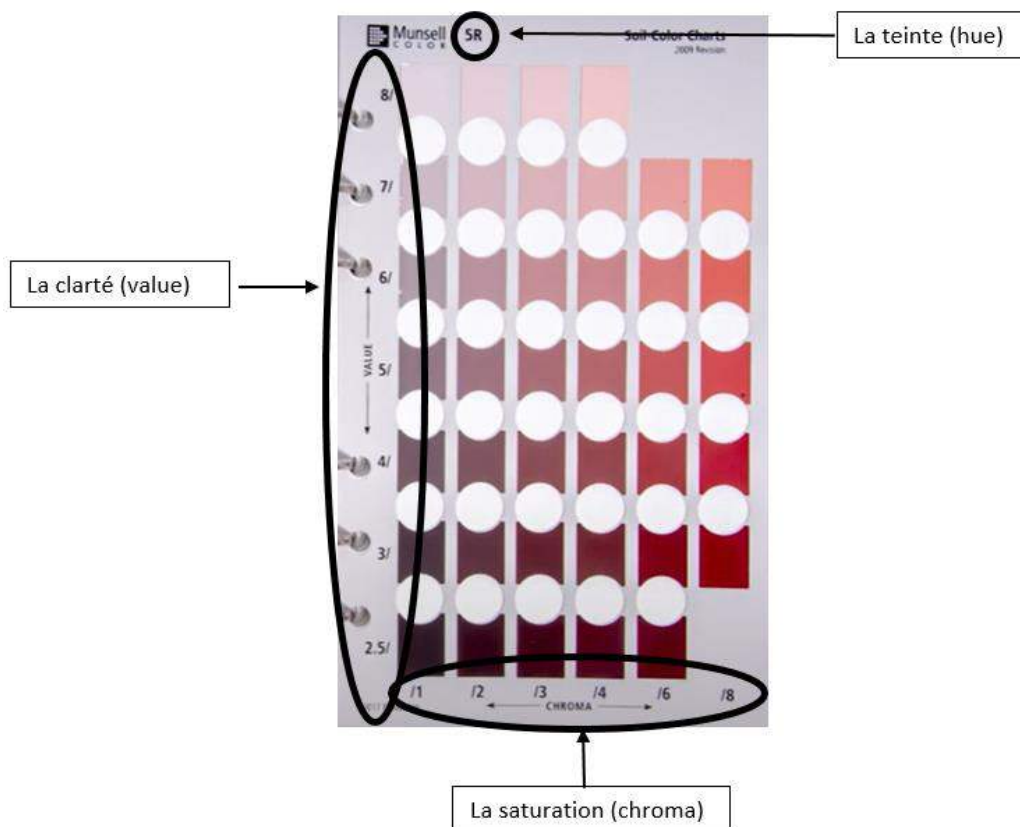


Figure 5 : lecture de la charte de Munsell, Source : A. Goubi adapté de (Gilson Company, Inc., 2019).

Pour réaliser ce test, il suffit de prendre un échantillon de terre (ici horizon) et de comparer sa couleur avec la charte de Munsell (figure 6). Puis, il faudra noter sa teinte et sa clarté dans la fiche terrain.



Figure 6 : Photographie de la comparaison de la couleur du sol avec le nuancier de Munsell, Souce : SoilScience.info

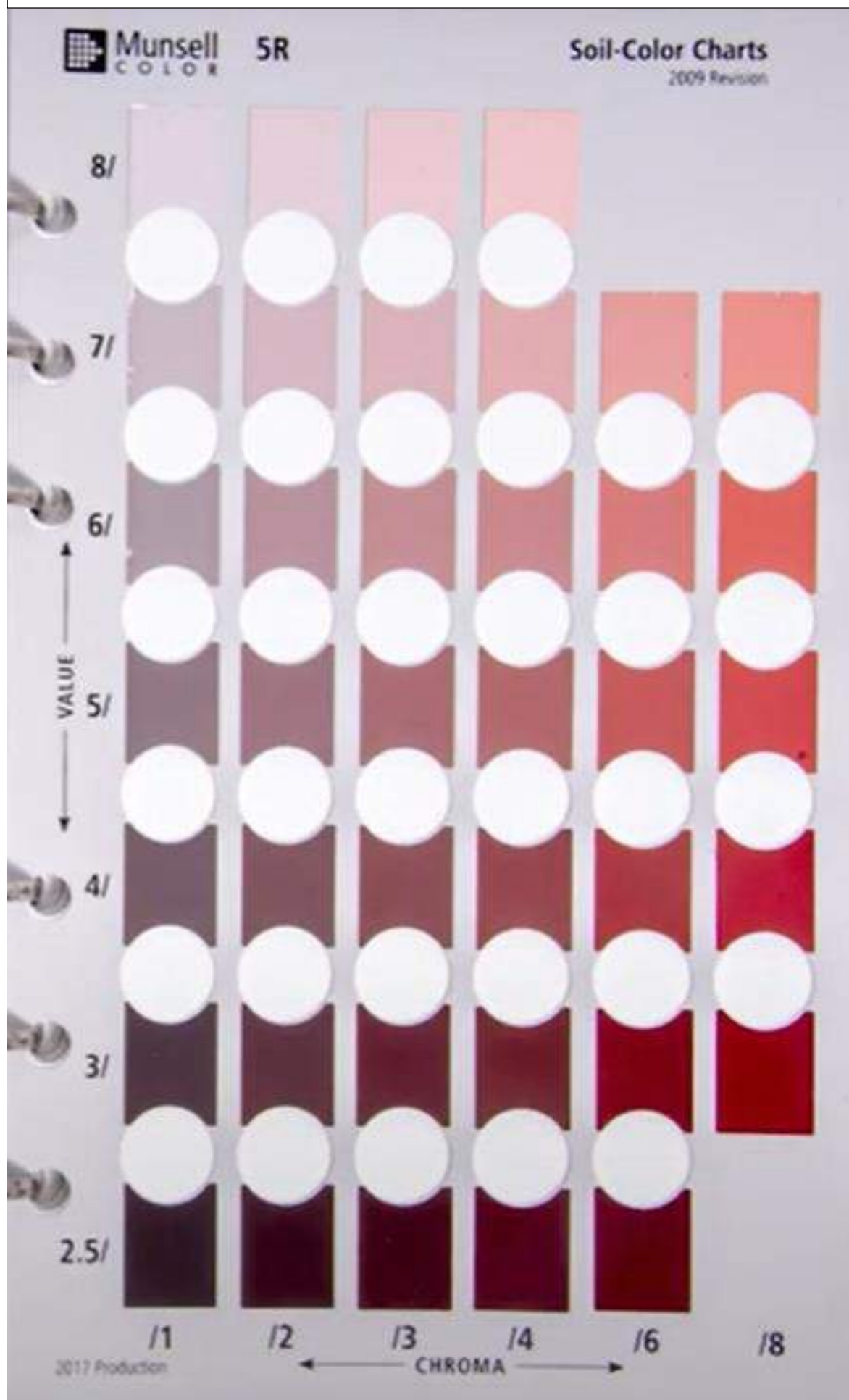


Les chartes suivantes du nuancier de Munsell sont issues de la vidéo de Gilson Munsell Soil Color Book (de Gilson compagny Inc., 2019).

Elle comprend les planches suivantes de la charte de Munsell :

- 5R
- 7.5R
- 10R
- 2.5YR
- 5YR
- 7.5YR
- 10YR
- 2.5Y
- 5Y
- 10Y-5GY
- GLEY1
- GLEY2

# 5R



# 7.5R



# 10R

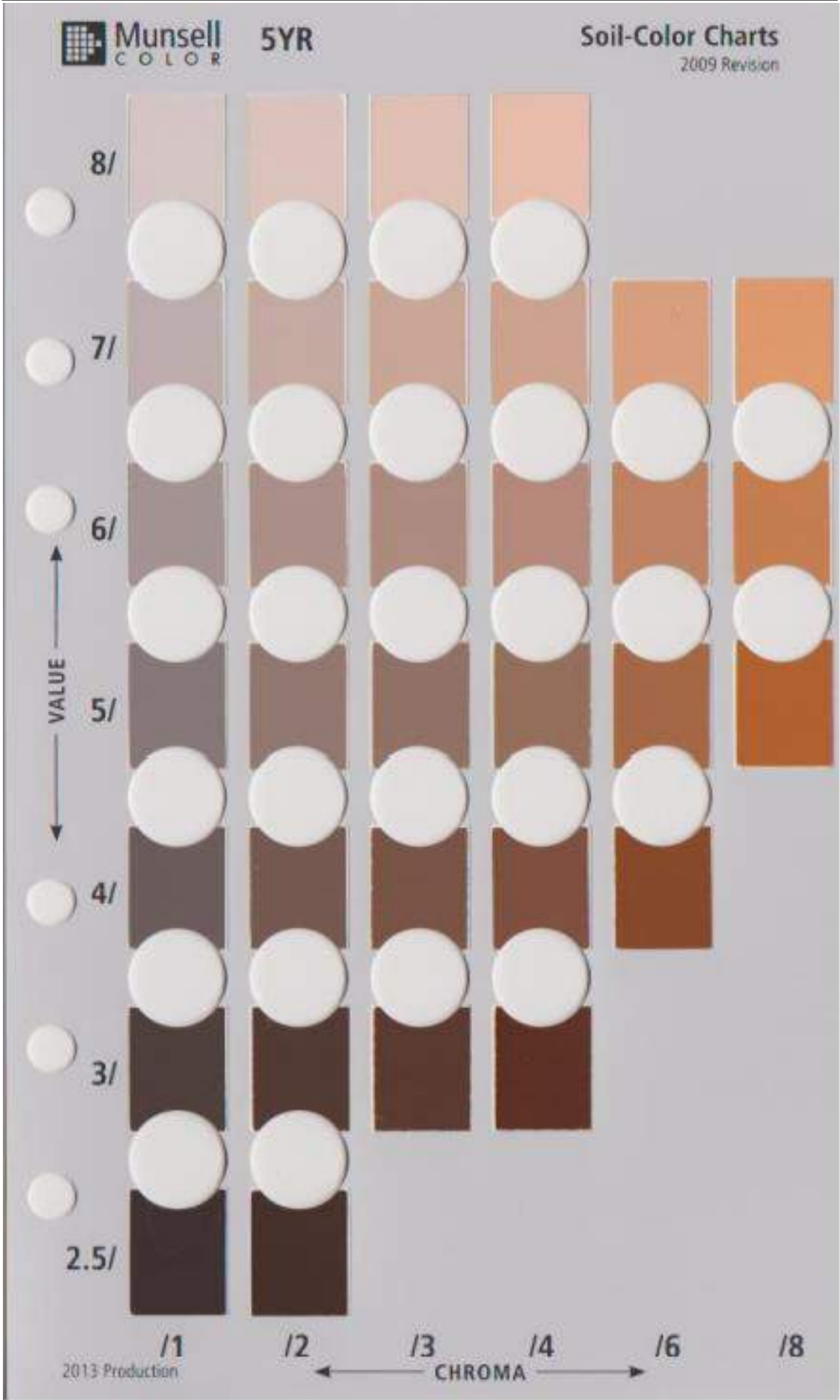


# 2.5YR



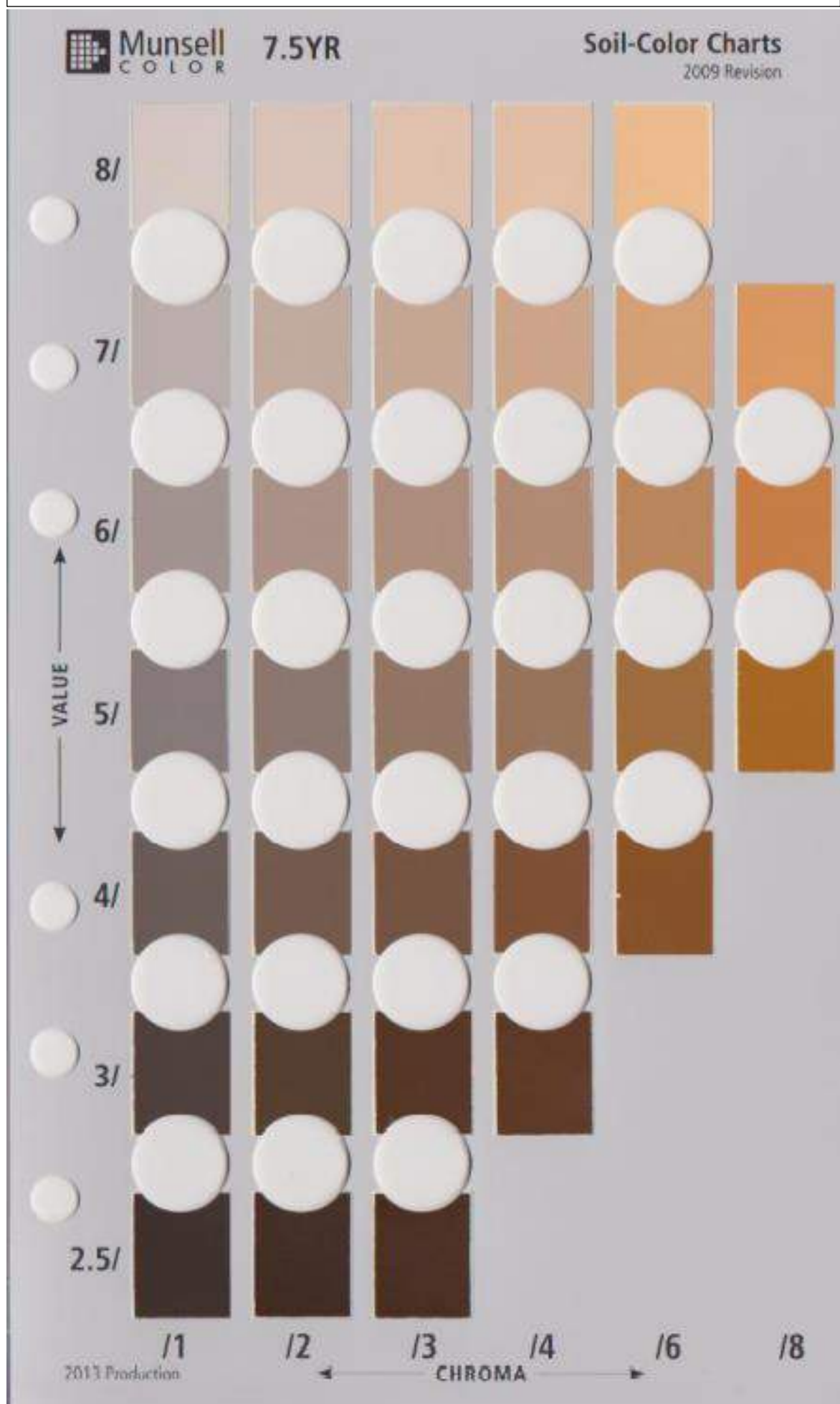


**5YR**

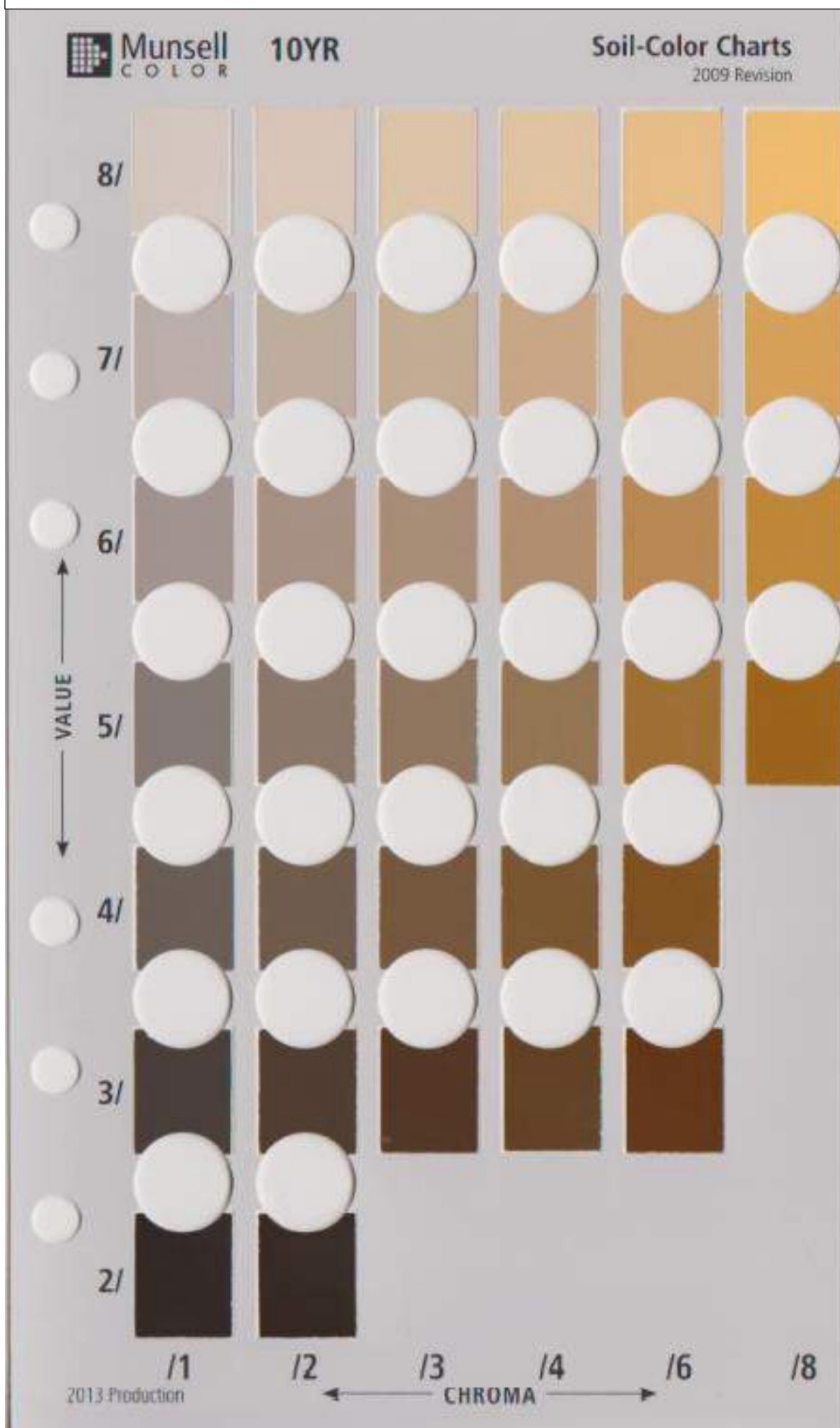




# 7.5YR



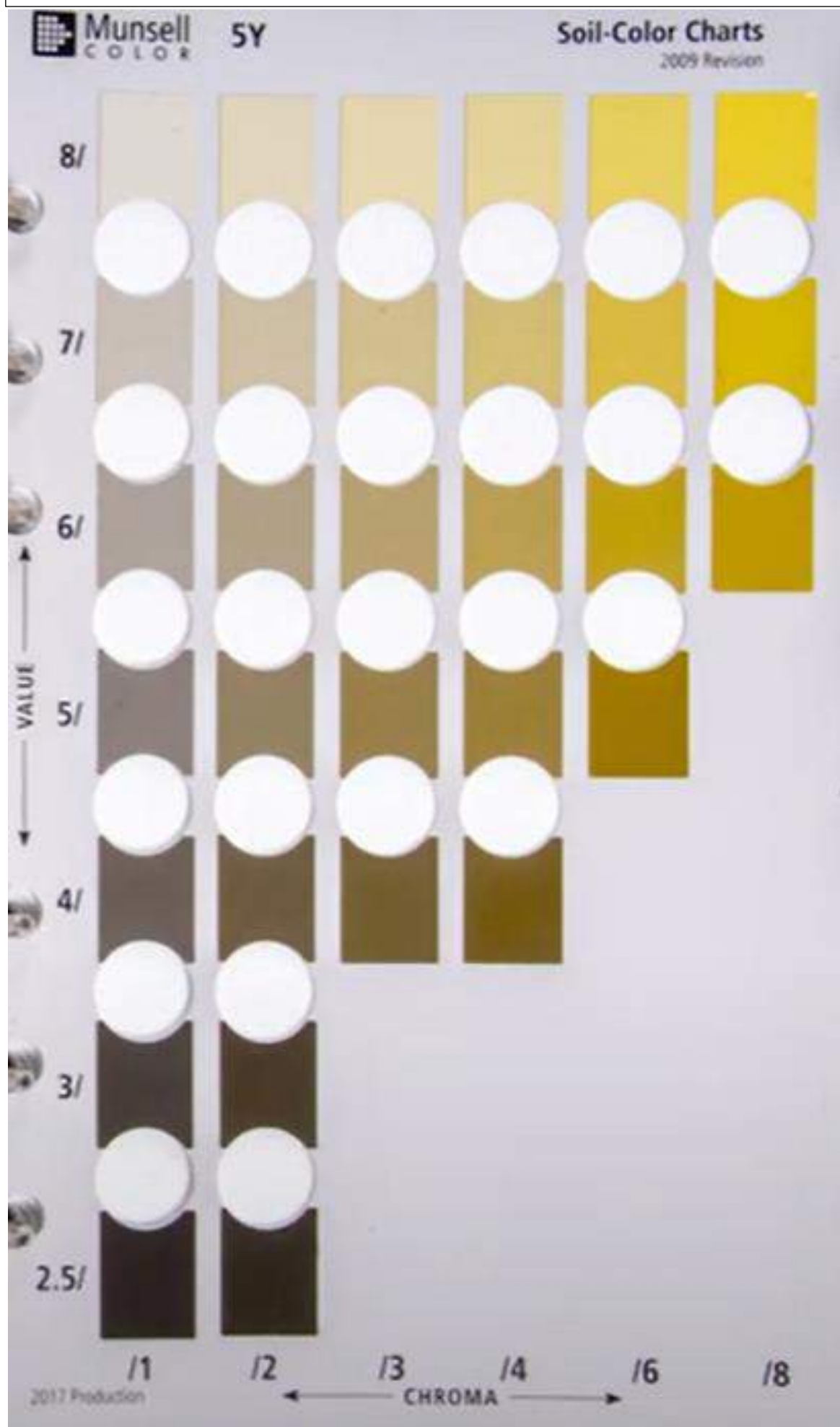
# 10YR



# 2.5Y



**5Y**



# 10Y – 5GY



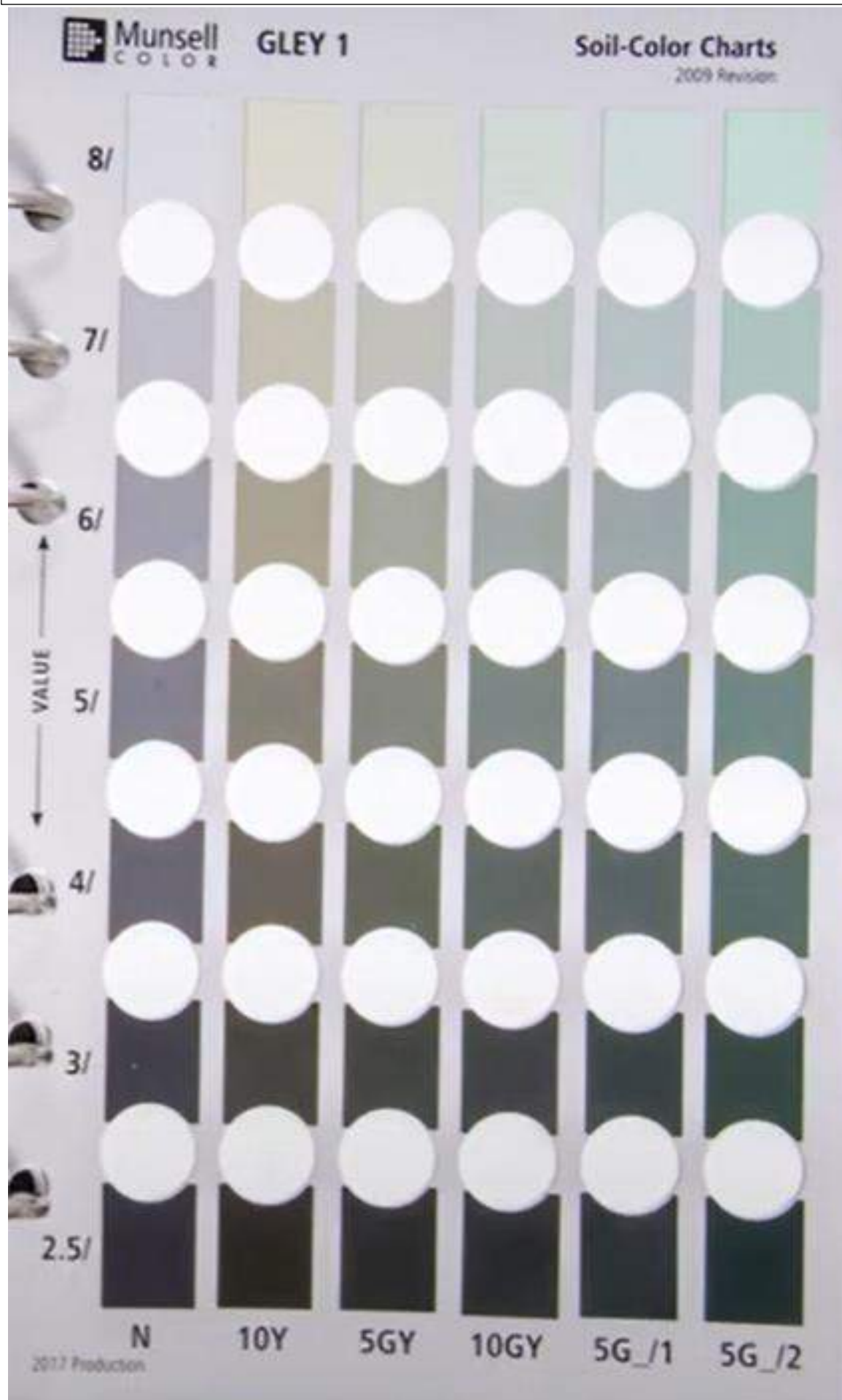
10Y - 5GY

Soil-Color Charts  
2009 Revision



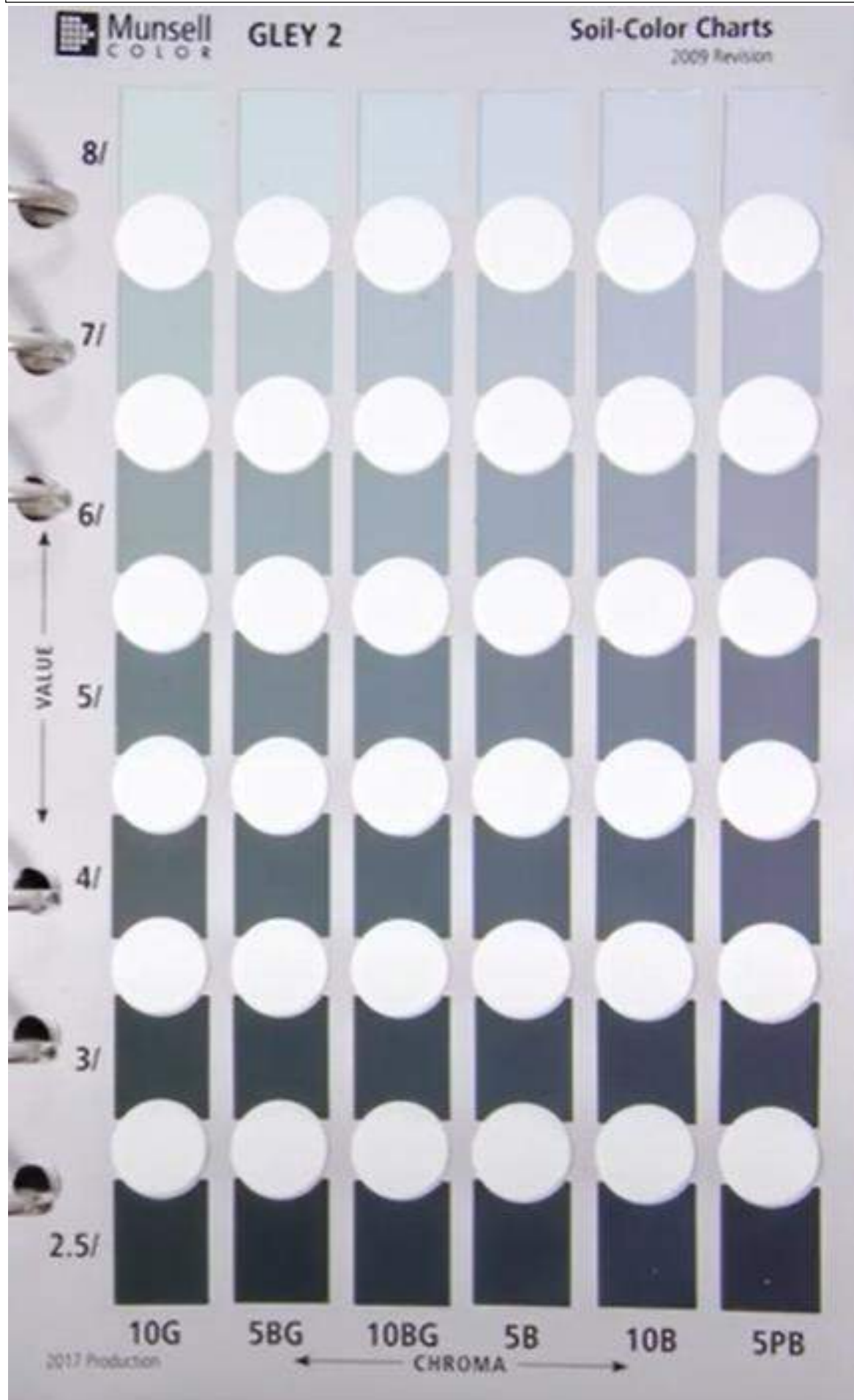


# GLEY1





# GLEY2



### • Protocole test du boudin :

Le test du boudin est un test qui permet d'évaluer la plasticité d'un échantillon de terre en plus d'estimer approximativement son taux d'argile.

La plasticité d'un matériau peut être définie comme « la propriété que possède un matériau de changer de forme sous pression et de la conserver après arrêt de la pression. » (Maignien, 1980).

Pour ce faire, il suffit de prendre une portion de l'horizon que l'on veut tester (quelques cm<sup>3</sup>), d'y exclure les éventuels éléments grossiers (cailloux, racines, feuille, ...) puis d'essayer de la rouler en un boudin de 5 à 10 mm de diamètre et d'une longueur d'une dizaine de centimètres (Delaunois, 2006). Ensuite, si l'on a réussi à effectuer le boudin, on peut tenter de réaliser un anneau avec, de 4 à 5 cm de diamètres (figure 7).



Figure 7 : Réalisation du pâton de terre (adapté PNR du Verdon, 2021)

Par ailleurs, l'échantillon de terre doit posséder une humidité optimale pour réaliser ce test. (Observatoire de la Flore de Bourgogne Manuel d'instructions, 2013). Si l'échantillon est trop sec, il sera impossible de le former, il faudra alors rajouter quelques gouttes d'eau jusqu'à permettre le modelage de l'échantillon. Si l'échantillon comporte un excès d'eau, il faudra alors le presser ou le malaxer pendant quelques minutes afin d'évacuer le surplus d'eau et induire un brief assèchement.

Pour connaître estimer approximativement le taux d'argile dans l'échantillon de terre, on peut se référer au tableau suivant (tableau 7) :

Tableau 7 : Interprétation du test du boudin (Interbio Franche-Comté, s. d.)

Test	Résultat	Interprétation
Réalisation d'un boudin de terre humide	Possible	Argile >10%
	Impossible	Argile <10%
Réalisation d'un anneau avec le boudin de terre	Fissuration avant ½ fermeture de l'anneau	Limons > argile, argile <30%
	Fissuration au ¼ de la fermeture	Limons < argile, argile <30%
	Anneau réalisable	Argile > 30%

- **Protocole test de consistance à l'état humide :**

Le test de consistance à l'état humide est un test qui permet d'évaluer la friabilité d'un échantillon. La consistance est « la résistance d'un matériau à la déformation et à la rupture » (Garon et al., 2017).

Ce test ne peut s'appliquer uniquement sur un échantillon possédant une humidité optimale (c'est à dire un échantillon de terre mou et maléable, qui n'est ni sec ni en excès d'eau). De même que pour le test du boudin, si l'échantillon est trop sec, il faudra rajouter quelques gouttes d'eau jusqu'à ce que l'échantillon soit modelable. À l'inverse, si l'échantillon d'eau est trop humide, il pourrait être pressé et malaxé pour évacuer le surplus d'eau.

Pour réaliser ce test, il faudra prendre une poignée d'échantillon de terre et l'écraser sur la paume de la main. Ensuite, il faudra refermer sa main et serrer sur l'échantillon. Le matériau peut alors avoir différentes réactions (Tableau 8) :

*Tableau 8 : Interprétation du test de consistance à l'état humide d'après (Maignien, 1969)*

Résultat	Interprétation
Le matériau s'écrase facilement sous faible pression. Il n'offre pas de résistance sensible. Il redevient cohérent après une nouvelle pression	Très friable
Le matériau s'écrase sous une légère pression nettement perceptible. Il redevient cohérent après une nouvelle pression	Friable
Le matériau s'écrase sous une pression modérée. La résistance à l'écrasement est sensible. Il ne devient plus cohérent après une nouvelle pression	Ferme
le matériau ne s'écrase que sous une forte pression et très difficilement entre le pouce et l'index	Très ferme
le matériau résiste pratiquement à toute pression. Il faut le briser morceau par morceau.	Extrêmement ferme

## • Test d'humidification de Von Post

Ce critère concerne uniquement les sols organiques profonds, sols tourbeux (horizons histiques).

Le test d'humidification de Von Post est la méthode de terrain la plus fiable disponible pour estimer l'humification (NRCS NSSC, 2019) de sols tourbeux ou horizons histiques. De plus, les résultats de mesures de terrain avec cette méthode d'estimation de terrain correspondent de très près à des résultats obtenus en laboratoire (NRCS NSSC, 2019).

Pour réaliser ce test, le protocole suivant est issu du guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides (Gayet et al., 2016) et de la méthode employée par le National Soil Survey Center (NRCS NSSC, 2019) (figure 8) :

- 1- Prélever uniquement du matériau décomposé (tourbe) et éviter la matière vivante (en générale, première horizon du sol)
- 2- Enlever tous les éléments grossiers qui ne peuvent pas être écrasés par les doigts
- 3- Obtenir une taille correcte d'échantillon : faire une boulette dans la main en roulant le prélèvement sans le compresser. La boulette doit faire 4 cm de diamètres environ.
- 4- Détremper la boulette dans une tasse avec de l'eau sans que la boulette ne se désagrège complètement
- 5- Presser l'échantillon et récupérer le liquide dans une coupelle blanche
- 6- Faire 2 observations de l'échantillon pendant qu'il est pressé :
  - a. Faire une estimation de la couleur de l'eau
  - b. Faire une estimation de du pourcentage de matériau extrudé



Figure 8 : Test d'humidification de Von Post, adapté du du guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides et de la méthode employée par le National Soil Survey Center, Source : (Gayet et al., 2016), (NRCS NSSC, 2019)

L'interprétation issu du Test de Von Post pour ce protocole est la suivante (figure 9) :

- Eau limpide ou peu colorée (1)
- Eau trouble pâle (2)
- Eau trouble foncée à  $\frac{1}{2}$  du matériel passe entre les doigts (3)
- Plus de  $\frac{1}{2}$  du matériel passe entre les doigts (4)



Figure 9 : interprétation du test d'humidification de Von Post, source : adapté du (NRCS NSSC, 2019)

### Bibliographie

Collectif LigérO. (2021). *La Boîte à outil de suivi des milieux humides Ligéro* (Version 1; p. 173).

Delaunois, A. (2006). *Guide simplifié pour la description des sols*. 37.

Garon, B., Ménard, O., & Robert, L. (2017). *Trousse de Santé des sols*.

Gayet, G., Baptist, F., Baraille, L., Caessteker, P., Clément, J.-C., Gaillard, J., Gaucherand, S., Isselin-Nondedeu, F.,

Poinsot, C., Quétier, F., Touroult, J., & Barnaud, G. (2016). *Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides*.

Gilson Company, Inc. (2019). *Gilson Munsell Soil COlor Book*. <https://www.youtube.com/watch?v=6RSd2y7cDvs>

Interbio Franche-Comté. (s. d.). *Comprendre les sols agricoles*.

L'Atelier des Territoires. (2013). *Guide d'élaboration des inventaires de zones humides dans le département du Bas-Rhin*.

Maignien, R. (1969). *Manuel de prospection pédologique*. 143.

Maignien, R. (1980). *Manuel pour la description des sols sur le terrain*. 145.

Munsell Color. (1994). *Munsell SOil Color Charts* (Baltimore).

NRCS NSSC. (2019). *Echelle d'humidification de Von-Post*. <https://www.youtube.com/watch?v=3kNosFsk--s>

PNR du Verdon, F. (2021). *Guide des sols—Fiche test du boudin*. 2.



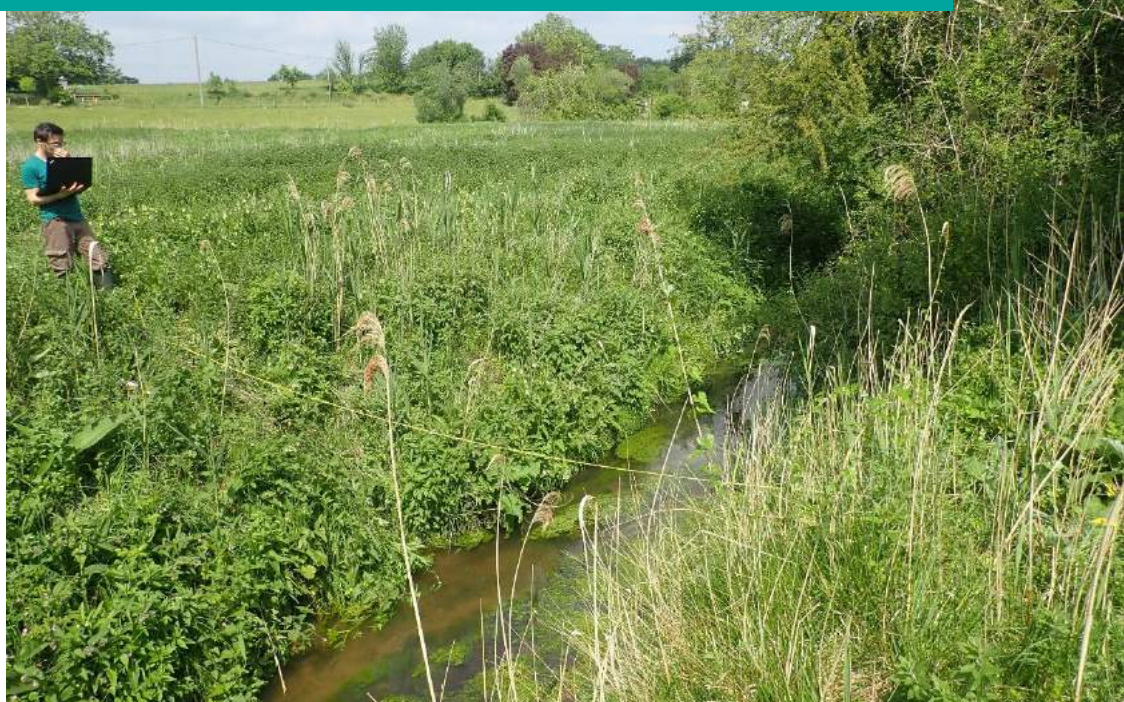
**ANNEXE 6 : PROTOCOLE DE SUIVI AVANT ET APRES TRAVAUX DE COURS D'EAU : PROTOCOLE INDICATEUR**



# Programme de renaturation des cours d'eau du SMBVAR

## Suivi avant/après travaux

# PROTOCOLES



## Table des matières

1.	Préambule .....	3
2.	Suivi hydromorphologique .....	4
2.1.	Suivi photographique .....	5
2.2.	Profil en travers .....	6
2.3.	Cartographie des faciès d'écoulement.....	8
2.4.	Classes granulométriques .....	9
2.6.	Caractérisation de la bande riveraine .....	10
2.7.	Colmatage avec le protocole d'Archambaud .....	11
2.8.	Colmatage avec la méthode des bâtonnets .....	12
2.9.	Méthode de Wolman .....	14
2.10.	Indice de sinuosité par SIG .....	15
2.11.	Remplissage de la base de données .....	16
3.	Suivi physico-chimique .....	17
4.	Suivi biologique .....	18
4.1.	Flore.....	18
4.2.	Odonates .....	22
4.3.	Amphibiens.....	25

# 1. Préambule

Le but de ce document est de présenter les méthodes utilisées lors des suivis dits indicateurs. Ces suivis sont réalisés au préalable de la mise en œuvre de travaux de restauration de cours d'eau. Ces méthodes sont volontairement globales puisqu'elles se veulent d'être applicables n'importe où et non pas uniquement sur un site spécifique.

Le suivi avant/après travaux comprend un suivi hydromorphologique, physico-chimique et biologique. Seuls les travaux significatifs (reméandrage, remise dans le talweg, suppression de plan d'eau) font l'objet d'un suivi.

Les protocoles sont menés en année n-1 ou n-2 des travaux de restauration des milieux aquatiques par une personne interne du SMBVAR (stagiaire). Ces mêmes protocoles sont de nouveau réalisés lors des suivis post-travaux en année n+3 par une autre personne interne du SMBVAR.

Pour que les suivis avant et après travaux soient le plus fidèle possible, une cartographie « Emplacements » est réalisée en année n-1 pour géolocaliser où a été effectué les points de mesures et les transects.

Les protocoles sont tirés des documents :

- HANSMANN J.B, GELINEAU Y, version 1, Mars 2020, Réalisation d'un suivi hydromorphologique simplifié à 1 opérateur. Note de travail, Aquascop, 24 pages.
- Aide à l'élaboration d'un programme pour le suivi des travaux de restauration de cours d'eau (continuité et hydromorphologie) : Guide à l'usage des gestionnaires de milieux aquatiques. Rapport de l'Agence Française pour la Biodiversité, Direction Interrégionale Bretagne, Pays de la Loire, 47 pages.

De nombreuses méthodes sont issues du document de GRIMAULT, HUBERT, LE BIHAN, MAY, MEVEL, PECHEUX & SEGUY, version provisoire, Août 2018.

## 2. Suivi hydromorphologique

Le suivi se réalise en période hydrologique en dessous du module, idéalement proche de l'étiage. La période hydrologique doit être déconnectée des précipitations : au moins 5 jours sans pluies supérieures à 10 mm par jour en tête de BV. Pour cela, les données sont regardées à la station météo d'Angers Beaucouzé pour la pluviométrie. Les débits sont regardés à la station hydrologique du bassin, ou d'un cours d'eau proche de même hydroécocorégion de rang 2 et avec une surface relativement équivalente.

### ❖ Emprise du suivi

Les méthodes suivantes sont réalisées sur le linéaire concerné par les travaux et sur un linéaire amont et aval de 50 fois la largeur plein bord (Lpb) moyenne depuis la zone de travaux. Pour le calcul de la Lpb moyenne, prendre au moins 3 mesures de Lpb, en rajouter si le cours d'eau présente une forte variabilité de largeur.

### ❖ Matériel nécessaire

- Mire
- Appareil photo
- Tablette de terrain (SIG)
- Décamètre (minimum 20m)
- Piquets et maillets
- Bâtonnets

## 2.1. Suivi photographique

Fiche N°1

### SUIVI PHOTOGRAPHIQUE

#### Objectifs du protocole

Visualiser les évolutions des milieux et des paysages  
Valoriser les opérations auprès du grand public

#### Temps nécessaire

Bureau : 10 min

Terrain : 1h



#### Moyens nécessaires



#### Période conseillée

Toute l'année



#### Déroulement de l'opération

##### Phase terrain :

- Identifier les points stratégiques de prises de vues
- Géoréférencer et si possible matérialiser ces points sur le terrain (à l'aide de repères naturels ou disposés par l'opérateur)
- Choisir et identifier l'angle de prise de vue ainsi que le seuil de zoom pour chaque point
- Commencer les prises de vues en prenant soin de référencer pour chaque point les numéros de photos correspondants

##### Phase bureau :

- Réaliser une cartographie ou un schéma des localisations des points de prises de vues du site étudié
- Bancariser les clichés en veillant à identifier la date, le site et l'auteur des photos (exemple : 2017\_OI\_OI\_pointA\_NOM)

#### Points de vigilance

- Bien définir en amont du suivi les objectifs attendus en termes de valorisation
- Multiplier les points de prises vue afin d'anticiper les évolutions du site (exemple végétalisation)
- Veiller à ne pas multiplier les clichés sur un même point afin de faciliter la gestion de la base de données photographique
- Garder les mêmes réglages de l'appareil photo



## 2.2. Profil en travers

### Objectif

Disposer des mesures à plein bord : largeur plein bord (Lpb) et hauteur plein bord (Hpb). Pour la Lpb, c'est la rive la plus basse qui fait office de référence.

Disposer des pentes de chaque rive.

Il est conseillé de réaliser à minima trois transects par segment morphologiquement homogène si possible sur un plat, un radier et une mouille mais ce nombre pourra être plus important selon la configuration du cours d'eau. La définition des transects se fait sur le terrain en fonction de la variabilité du cours d'eau. Les profils doivent être réalisés aux points d'inflexions des méandres (portion plutôt rectiligne) et donc hors méandres.

**Fiche N°5**

**PROFIL EN TRAVERS<sup>1</sup>**

**Objectif du protocole**  
Caractériser avec précision l'évolution de la géométrie du lit du cours d'eau

**Temps nécessaire**  
Bureau : 15 min  
Terrain : 15 à 30 min



**Moyens nécessaires**



**Période conseillée**  
Toute l'année



Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
-----	------	------	-------	-----	------	--------	------	-------	------	------	------

### Déroulement de l'opération

Le nombre et la position des transects différent suivant le type d'opération

- **Restauration hydromorphologique** : suivant l'appréciation de l'opérateur les transects peuvent être placés de deux manières : systématique ou empirique (endroits où l'opérateur souhaite étudier les effets de la restauration). Il est conseillé de réaliser à minima trois transects par segment morphologiquement homogène (si possible sur un plat, un radier et une mouille) mais ce nombre pourra être plus important selon la configuration du cours d'eau. Nous pouvons partir sur une valeur maximale fixée à 6, cela devrait suffisamment rendre compte de l'hétérogénéité du segment lorsque celle-ci sera forte. Nous pouvons imaginer qu'il faille prévoir davantage de transects (5 à 6) en cas d'effacement d'ouvrage que de restauration morphologique peu à moyennement ambitieuse (recharge seule ou avec retalutage, 3 à 4/5)



- **Restauration de la continuité écologique** : les transects sont à placer, idéalement et à minima : sur le premier radier en amont de l'obstacle, au niveau de la zone de remous, dans la fosse dissipation et au premier radier en aval de l'obstacle.

Mesurer pour chaque transect :

- La largeur plein bord
- Les hauteurs au pied de berge
- Les distances au pied de berge
- Au moins 3 hauteurs plein bord équidistantes, plus si la profondeur est hétérogène + hauteur d'eau

**Phase bureau :**

Saisir les mesures récoltées dans la base de données.

Point de vigilance

Proscrire les zones de méandres pour les mesures (risque de surestimation de la Lpb).

## 2.3. Cartographie des faciès d'écoulement

La cartographie est réalisée sur l'ensemble du linéaire concerné par la restauration avec un SIG de terrain. Ce relevé permet le calcul de la proportion des faciès d'écoulement.

### Fiche N°15

## CARTOGRAPHIE DES FACIÈS D'ÉCOULEMENT

#### Objectif du protocole

Caractériser finement l'évolution d'une des caractéristiques du lit mineur du cours d'eau : les faciès d'écoulement

#### Temps nécessaire

Bureau : 30 min

Terrain : 30 min à 1h pour 100 m



#### Moyens nécessaires



#### Période conseillée

En période de basses eaux (à adapter en fonction des années)

Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
-----	------	------	-------	-----	------	--------	------	-------	------	------	------

#### Déroulement de l'opération

##### Phase terrain :

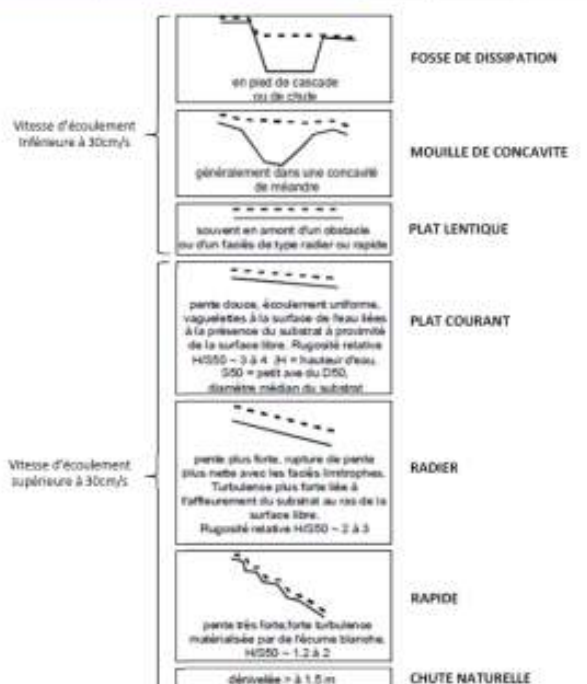
- Identifier les faciès (selon la typologie ci-contre), mesurer la longueur et reporter dans un tableau les successions de faciès d'écoulement tout au long du cours d'eau

##### Phase bureau :

- Saisir les données récoltées puis réaliser la cartographie des faciès d'écoulement

##### Recommandation :

- Ce travail peut être réalisé seul grâce à un GPS et un logiciel de cartographie libre. En effet un point GPS sera enregistré à chaque changement de faciès. Ce point sera nommé avec le type de faciès et son numéro (ex : radier1, plat courant2, radier3...). Ainsi la position et la longueur de chaque faciès d'écoulement seront renseignés précisément et permettront de réaliser facilement la cartographie fine des faciès d'écoulement.



Source : atlas de Mikovci et Souchet, 2002

#### Points de vigilance

Effectuer le suivi des faciès à des périodes hydrologiques comparables (connues via une station hydrologique positionnée sur le bassin ou via une mesure in situ)

Veiller à paramétrer correctement le GPS afin d'obtenir le maximum de précision dans les données

Il est conseillé de réaliser la cartographie de l'amont vers l'aval.

Prévoir un champ libre pour renseigner la longueur des très petits faciès puisque leur digitalisation sera très difficile sur la tablette de terrain et conduira forcément à des biais. Aussi, il sera nécessaire au bureau de reprendre ce travail de digitalisation pour vérifier que chaque segment est bien connecté.

## 2.4. Classes granulométriques

Les classes granulométriques sont déterminées pour chaque faciès lors de la cartographie des faciès.

### Fiche N°16

## CLASSES GRANULOMETRIQUES DOMINANTES ET ACCESSOIRES PAR FACIES

### Objectif du protocole

Connaître la typologie sédimentaire du cours d'eau grâce à une estimation visuelle des éléments granulométriques dominants et accessoires.

### Temps nécessaire

Bureau : 5 min  
Terrain : 20 min



### Moyens nécessaires



### Période conseillée

Toute l'année

Jan Fév. Mars. Avril Mai Juin Juill. Août Sept. Oct. Nov. Déc.

### Déroulement de l'opération

#### Phase terrain :

- Relever la classe granulométrique (selon Wenthorf, 1922) dominante et accessoire au niveau de chaque faciès présent sur le linéaire restauré. Plusieurs éléments peuvent être mesurés pour plus de précision. Ce relevé est effectué de manière empirique par appréciation du gestionnaire.

Nom de la classe granulométrique	Classes de taille (diamètre en mm perpendiculaire au plus grand axe)	Code utilisé
Rochers	> 1024	R
Blocs	256-1024	B
Pierres Grossières	128-256	PG
Pierres Fines	64-128	PF
Cailloux Grossiers	32-64	CG
Cailloux Fins	16-32	CF
Graviers Grossiers	8-16	GG
Graviers Fins	2-8	GF
Sables Grossiers	0,5-2	SG
Sables Fins	0,0625-0,5	SF
Limons	0,0039-0,0625	L
Argiles	< 0,0039	A

#### Phase bureau :

- Intégrer les résultats à la base de données

### Points de vigilance

Bien noter les faciès correspondant aux différentes mesures granulométriques qui sont réalisées pour s'assurer de pouvoir comparer les données

Bien effectuer la mesure de la deuxième plus grande largeur de l'élément granulométrique étudié (voir photo ci-dessus)

Il est important de noter les faciès où la roche mère est affleurante

Jusqu'à deux classes dominantes et 4 classes accessoires peuvent être indiquées pour chaque faciès. Elles doivent être notées de la plus fréquente à la moins fréquente.

## 2.6. Caractérisation de la bande riveraine

Ce relevé peut être effectué avec un GPS et une carte papier, mais il est facilité avec un SIG de terrain.

Cette caractérisation est réalisée pour chaque segment homogène.

### Fiche N°13

## CARACTERISATION DE LA BANDE RIVERAINE<sup>1</sup>

### Objectif du protocole

Caractériser l'évolution de la bande riveraine

### Moyens nécessaires



### Période conseillée

Toute l'année



### Temps nécessaire

Bureau : 30 min

Terrain : 15 min pour 100 mètres



### Déroulement de l'opération

#### Phase terrain :

- Caractériser pour chaque rive et sur une largeur de 10 mètres :
- l'occupation du sol : sur la bande 0-5 m et 5-10 m
- la typologie de la ripisylve :
  - absente/isolée/espacée-régulière/bosquets épars/semi-continue/continue
  - naturelle/exotique/plantée
  - son épaisseur
- les pressions sur le lit mineur :
  - le piétinement par le bétail : présence/absence ou informations plus détaillées (linéaire, degré d'érosion des berges, prise de photos et de coordonnées GPS)
  - la présence de protection du cours d'eau (clôtures, talus...) et d'abreuvoir (direct ou indirect, de type pompe à museau)

#### Phase bureau :

- Saisir les résultats dans la base de données et retranscrire ses informations sur une cartographie précise

### Point de vigilance

Définir avec précision la qualification de l'occupation des sols (ex : surfaces enherbées = bande enherbée / prairie temporaire / prairie permanente...)

Typo occupation du sol	Code
Forêt / Fourré sans drainage	FSD
Forêt / Fourrés avec drainage	FAD
Surfaces enherbées (dont prairie et prairie humide)	SEAR
Surfaces enherbées (dont prairie et prairie humide) sans ripisylve	SESR
Surfaces enherbées (dont prairie et prairie humide) avec drainage et/ou piétinement	SEAD
Terres labourables sans drainage avec ripisylve	TLSDAR
Terres labourables sans drainage sans ripisylve	TLSDSR
Terres labourables avec drainage avec ripisylve	TLADAR
Terres labourables avec drainage sans ripisylve	TLADSR
Forêt de résineux sans drainage	FRSD
Forêt de résineux avec drainage	FRAD
Peupleraie sans drainage	PSD
Peupleraie avec drainage	PAD
Zones urbanisées	ZU



## 2.7. Colmatage avec le protocole d'Archambaud

### Fiche N°18

## COLMATAGE : PROTOCOLE ARCHAMBAUD

### Objectif du protocole

Estimation visuelle du colmatage du substrat grossier de surface. Réalisation d'une estimation par tronçon homogène du linéaire restauré

### Temps nécessaire

Bureau : 10 min

Terrain : 15 min



### Moyens nécessaires



### Période conseillée

Toute l'année

Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
-----	------	------	-------	-----	------	--------	------	-------	------	------	------

### Déroulement de l'opération

#### Phase terrain :

- Soulever un des éléments grossiers du substrat sur un radier (ou à défaut un plat courant) et estimer sa **facilité d'extraction** ainsi que la **densité du nuage de fines** qui est libéré lors de cette extraction. Cinq classes de colmatage ont été définies selon ces deux critères (schéma ci-contre)

#### Phase bureau :

- Saisir les résultats dans la base de données

### Point de vigilance

La mesure n'est pas applicable sur des cours d'eau présentant des affleurements de la roche mère

Code	Classes de Colmatage	Représentation du degré de colmatage (lorsque l'on souève un élément du fond)
1	[0 - 25%]	<p>Les éléments sont posés. On peut observer soit un dépôt fin de limons peu colmatant (cas de gauche) soit aucun dépôt (cas de droite)</p>
2	[25 - 50%]	<p>Les éléments sont collés par une sous-couche de limon (avec ou sans limon en dépôt). Le nuage de limon qui se souève est peu dense.</p>
3	[50 - 75%]	<p>Les éléments sont légèrement enchâssés et provoquent un nuage de limon assez épais lorsqu'ils se désolidarisent de la sous-couche</p>
4	[75 - 90%]	<p>Les éléments sont très enchâssés et provoquent un nuage épais de limons (accentué ou non par un dépôt de limons)</p>
5	[90-100%]	<p>Les éléments sont recouverts de limons et provoquent un nuage très épais (cas de gauche) ou bien sont entièrement cimentés dans la sous-couche et impossibles à soulever (cas de droite)</p>

Sur le radier ou plat courant choisit, remuer le substrat au pied et faire la moyenne des codes de colmatage attribués afin d'obtenir une estimation du colmatage du substrat grossier du tronçon concerné.

## 2.8. Colmatage avec la méthode des bâtonnets

### Fiche N°19

## COLMATAGE : METHODE DES BATONNETS EN BOIS (adapté du protocole CarHyCE<sup>1</sup>)

#### Objectif du protocole

Connaître l'intensité du colmatage du lit des cours d'eau en évaluant la profondeur d'oxygénation du substrat via le développement de bactéries sulfo-réductrices sur des supports en bois

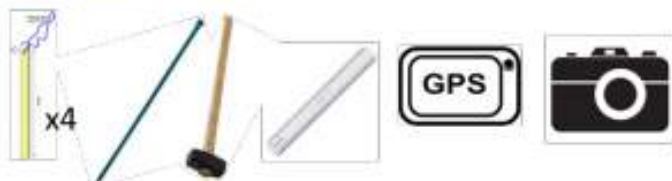
#### Temps nécessaire

Bureau : 10 min

Terrain : 15 min pour la pose + 15 min pour la récupération



#### Moyens nécessaires



Les substrats artificiels sont des carrelots de bois clair (pin ou sapin non traité), de 8 x 8 mm et d'une longueur de 30 cm. Un trou est percé à 1 cm de l'extrémité supérieure du piquet afin d'y attacher un fil électrique gainé de plastique coloré qui permettra d'identifier leur position



#### Période conseillée

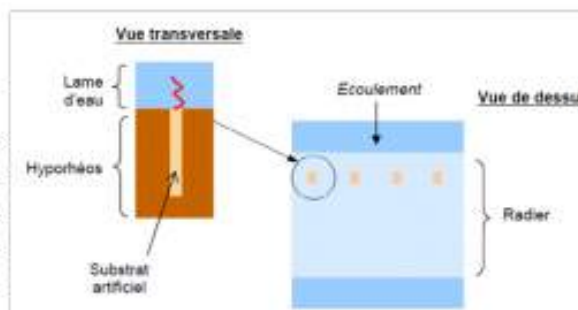
Toute l'année

Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
-----	------	------	-------	-----	------	--------	------	-------	------	------	------

#### Déroulement de l'opération

##### Phase terrain :

- 1) Identifier une tête de radier (ou à défaut un plat courant) et y enfoncer les 4 piquets
- 2) Récupérer les piquets un mois après leur installation. Mesurer lors de leur retrait, la longueur entre le sommet du piquet (partie affleurant l'eau) et la première zone de noircissement (même ponctuelle) d'une des 4 faces avec un double-décimètre. Réaliser des clichés de chaque bâton



##### Phase bureau :

- Reporter les mesures sur la base de données et classer les photos

#### Points de vigilance

La lecture doit se faire immédiatement sur le terrain. Par précaution et dans le cas d'une mesure plus tardive, la zone de changement de couleur sera surlignée sur le piquet à l'aide d'un crayon de papier. Il est important de repérer le plus précisément possible l'endroit où le substrat artificiel a été placé pour pouvoir le retrouver un mois plus tard. Il est conseillé de prendre une photographie et un point gps de l'aire de travail en incluant la berge la plus proche. Sur des cours d'eau de moins de 2 m de large, il est préconisé de répartir les 4 bâtons sur deux radiers.



Guide de lecture des bâtonnets tiré du protocole CarHyce :

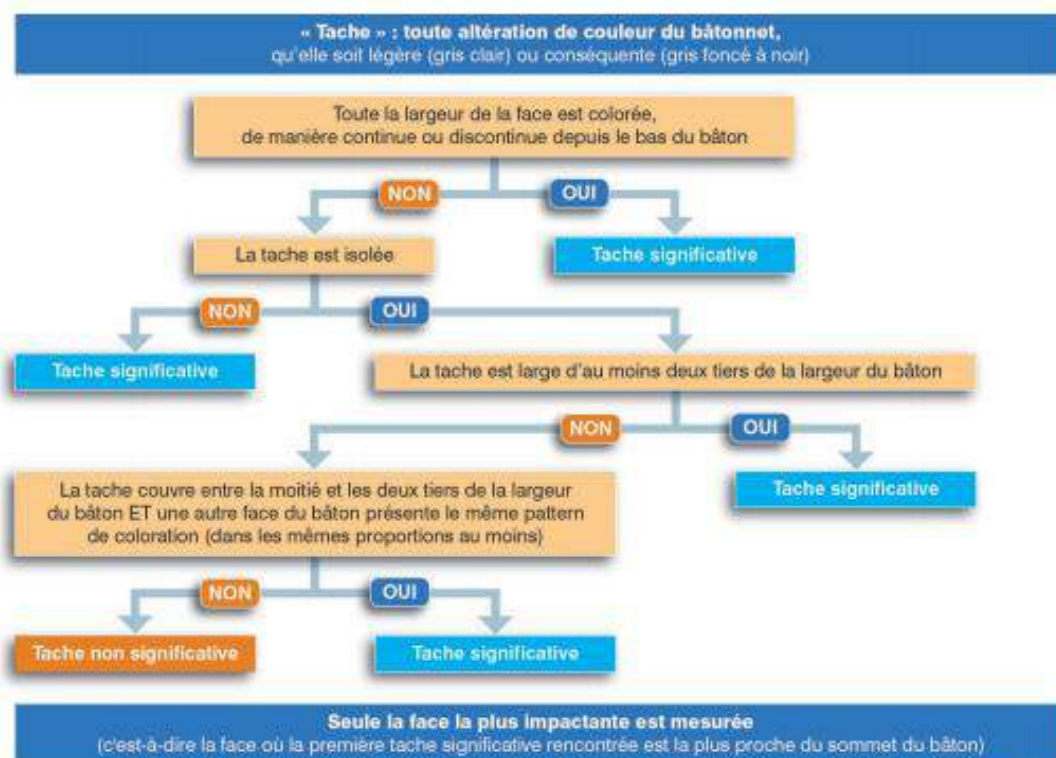
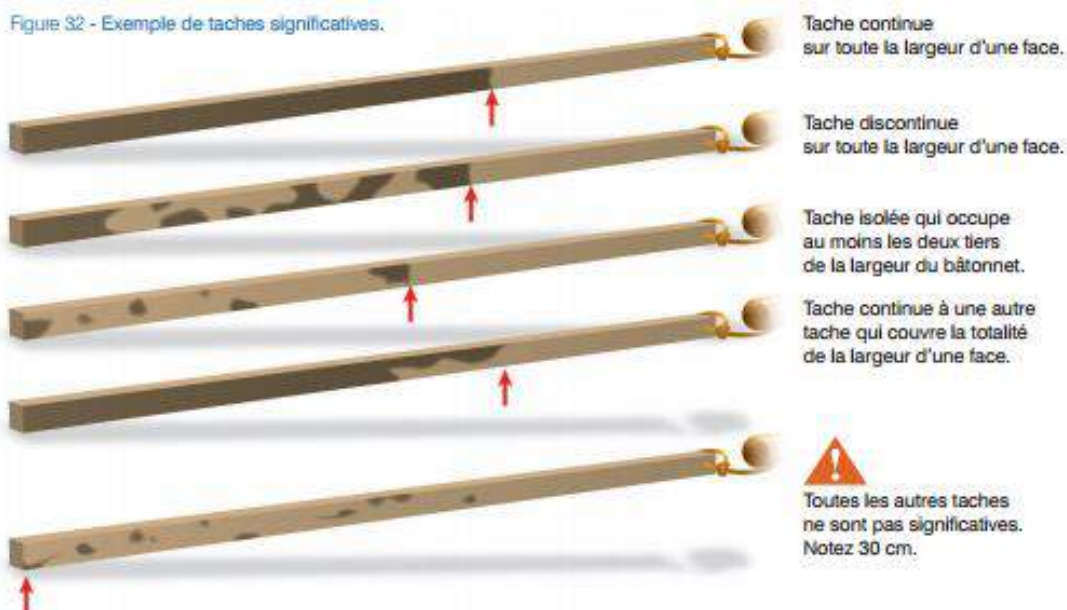


Figure 31 - Clé d'identification d'une tache significative.

Figure 32 - Exemple de taches significatives.



## 2.9. Méthode de Wolman

Dans le cadre de ce protocole, les cours d'eau étudiés étant de petite taille, il est préférable de mesurer 50 éléments. Il s'agit donc de faire 5 traversées en prélevant un élément tous les 1/10 de la largeur mouillée, ou bien de faire 10 traversées en mesurant un élément tous les 1/5 de la largeur mouillée.

### Fiche N°17

## Méthode Wolman<sup>1</sup> (adapté du protocole CarHyCE<sup>2</sup>)

### Objectif du protocole

Connaître la typologie sédimentaire du cours d'eau

### Temps nécessaire

Bureau : 10 min

Terrain : 15 min



### Moyens nécessaires



### Période conseillée

Toute l'année

Jan Fév. Mars Avril Mai Juin Juill. Août. Sept. Oct. Nov. Déc.

### Déroulement de l'opération

#### Phase terrain :

- Prélever de manière systématique 100 éléments sur le radier identifié. Dix traversées sont réalisées le long du radier et un élément est prélevé et mesuré tous les 1/10 de la largeur mouillée

#### Phase bureau :

- Intégrer les résultats à la base de données

Nom de la classe granulométrique	Classes de taille (diamètre en mm perpendiculaire au plus grand axe)	Code utilisé
Rochers	> 1024	R
Blocs	256-1024	B
Pierres Grossières	128-256	PG
Pierres Fines	64-128	PF
Cailloux Grossiers	32-64	CG
Cailloux Fins	16-32	CF
Graviers Grossiers	8-16	GG
Graviers Fins	2-8	GF
Sables Grossiers	0,5-2	SG
Sables Fins	0,0625-0,5	SF
Limons	0,0039-0,0625	L
Argiles	< 0,0039	A

### Points de vigilance

Bien localiser le radier (ou à défaut le plat courant) où les mesures granulométriques sont réalisées pour s'assurer de les effectuer au même endroit

Bien effectuer la mesure de la deuxième plus grande largeur de l'élément granulométrique étudié (voir photo ci-dessus)

Sur les cours d'eau de petite taille, seuls 50 éléments seront prélevés et mesurés

<sup>1</sup>Wolman M.G. (1954) – A method of sampling coarse river-bed material. Transactions of the American Geophysical Union 35, 951-956.

## 2.10. Indice de sinuosité par SIG

### Fiche N°4

## INDICE DE SINUOSITE (selon Malavoi et Bravard) : MESURE PAR SIG

### Objectif du protocole

Caractériser avec précision l'évolution de la sinuosité du cours d'eau

### Temps nécessaire

Bureau : 15 minutes  
par tronçon



### Moyens nécessaires

Logiciel de cartographie libre



### Période conseillée

Toute l'année

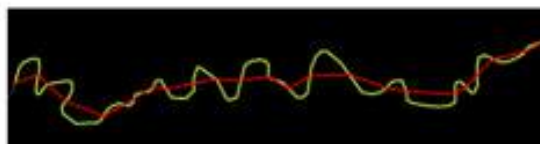
Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
-----	------	------	-------	-----	------	--------	------	-------	------	------	------

### Déroulement de l'opération

#### Phase bureau :

- Vérifier le tracé de la BD TOPO et si besoin le modifier à partir des photographies aériennes ou réaliser le tracé du cours d'eau sur le terrain grâce à la fonction « trace » du GPS
- Mesurer la distance écologique (ici en jaune) et la distance euclidienne (ligne passant par les points d'inflexion du tronçon, ici en rouge) pour obtenir le coefficient de sinuosité (méthode de Allen<sup>1</sup>)
- Réaliser le calcul de l'indice :

$Si = \text{distance écologique} / \text{distance euclidienne}$



### Points de vigilance

Pour les cours d'eau présentant une largeur mouillée inférieure à 2 mètres ou en contexte forestier, il est conseillé d'utiliser la méthode de calcul sur le terrain (fiche 4 bis)

<sup>1</sup> Voir le guide : Malavoi J.R. et Bravard J.P., 2010. Eléments d'hydromorphologie fluviale. Onema. 224 pages [page 66]

## 2.11. Remplissage de la base de données

A faire en 2022

### 3. Suivi physico-chimique

Pour chaque site suivi, un nombre de points de mesures est défini (au minimum 2) en fonction de la taille et de l'hétérogénéité du site.

Un passage est réalisé toutes les deux semaines dans le but de mesurer :

- l'oxygène dissous,
- le pourcentage de saturation en oxygène,
- la température de l'eau
- la température de l'air,
- la conductivité
- le pH.

L'heure et la date des mesures doivent être indiquées sur la fiche terrain.

#### ❖ Analyse

L'analyse des résultats se concentre sur le paramètre de l'oxygène dissous puisque celui-ci est indispensable à la vie aquatique et participe aux processus de dégradation biochimiques et chimiques. La teneur maximale en oxygène dissous dans l'eau est fonction, pour l'essentiel, de la salinité et de la température de l'eau, mais aussi de l'agitation de l'eau et de la disponibilité en nutriments (Hubiche 2002). Pour estimer la qualité de ce paramètre sur les différents sites, la médiane des mesures est réalisée puis comparée à la grille de qualité de l'eau de l'Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface (Arrêté du 25 janvier 2010).

*Tableau I : Valeur des classes d'état pour l'oxygène dissous et le taux de saturation en oxygène dissous dans les cours d'eau (Source : Arrêté du 25 janvier 2010).*

	Limites des classes d'état				
Paramètres	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Oxygène dissous (mg.L <sup>-1</sup> )	>8	>6	>4	>3	<3
Taux de saturation en oxygène dissous (%)	>90	>70	>50	>30	<30

## 4. Suivi biologique

### 4.1. Flore

*Protocole inspiré du rapport technique du Conservatoire Botanique National de Brest (Delassus, 2015), de « La boîte à outils de suivi des zones humides » du Conservatoire d'espaces naturels de Savoie (Collectif RhoMéo 2014) et du Cahier de protocole des indicateurs de suivis du CTMA (Loger et Yao, 2017).*

#### ❖ Objectif

Cette méthode d'inventaire a pour objectif d'avoir un état de référence de la végétation et du milieu pour caractériser ensuite les impacts potentiels des travaux. Elle s'inspire de la phytosociologie sigmatiste de Braun-Blanquet. Il s'agit donc de relever les espèces végétales et leur recouvrement pour chaque association rencontrée le long d'un transect perpendiculaire au cours d'eau. Il faudra donc d'abord identifier les différentes unités végétales présentes (=déf) pour ensuite inventorier les espèces au sein de ces unités et calculer des indices écologiques présentés ci-dessous.

#### ❖ Méthode

##### **Choix des relevés**

Un nombre de transects est définis, en fonction de la taille du site (au minimum 2). Ces transects sont réalisés dans le sens du profil en travers, ils doivent être représentatifs de la végétation globale du site et rendre compte de l'hétérogénéité de l'habitat. Le long de ces transects, les différentes unités de végétation homogènes sont repérées, et correspondent aux unités phytosociologiques. Pour cela, il faut se baser sur l'homogénéité floristique (composition spécifique) et physiognomique (structure). Ces deux aspects traduisant logiquement l'homogénéité écologique (Delassus, 2015). Ainsi, il faut tout d'abord repérer l'uniformité des couleurs et des textures dans la végétation et la stratification verticale. Ensuite, il faut s'assurer qu'au sein de ces formations la composition des espèces floristiques est homogène.

Une fois les différentes unités repérées, il faut choisir l'emplacement du relevé. Celui-ci ne doit pas être influencé par la volonté d'inclure un maximum d'espèce ou une plante rare. Le relevé doit se situer à l'emplacement qui paraît le plus caractéristique de l'unité. Ainsi, il faut éviter les zones qui paraissent hétérogènes, et il est préférable de le placer au centre de l'unité, afin d'éviter un effet de lisière.

##### **Relevés**

Idéalement, trois relevés par an doivent être réalisés ; un en mai, juin et juillet, permettant ainsi de détecter le maximum d'espèces différentes.

Un relevé ne sera considéré comme représentatif de l'association végétale que s'il est effectué sur une surface au moins égale à l'aire minimale, c'est-à-dire sur une surface assez grande pour contenir la quasi-totalité des espèces présentes dans l'association (Guinochet, 1973). Cette aire minimale est couramment déterminée en construisant une courbe aire-espèces. On peut cependant retenir une valeur de l'aire-minimale habituelle en fonction du type de végétation :



Tableau II : Ordres de grandeur des aires minimales pour les étendues spatiales et pour les linéaires (Gorenflot et De Foucault, 2005 ; Delpech, 2006)

Formations	Etendues
<b>Etendues spatiales</b>	
Végétations annuelles de dalles ou fissures rocheuses	Quelques cm <sup>2</sup>
Végétations flottantes de lentilles d'eau	10 cm <sup>2</sup>
Prairie, pelouses maigres ou de montagne, végétations aquatiques, roselières, mégaphorbiaies	10 à 25 m <sup>2</sup>
Communautés de mauvaises herbes, végétations rudérales, celles des éboulis, coupes forestières	25 à 100 m <sup>2</sup>
Landes	100 à 200 m <sup>2</sup>
Forêts	300 à 800 m <sup>2</sup>
<b>Linéaires</b>	
Ourlet et lisères herbacées	10 à 20 m
Végétations herbacées ripuaires	10 à 50 m
Haies	30 à 50 m
Végétations des eaux courante	30 à 100 m

Pour chaque relevé, les espèces végétales sont déterminées et sont quantifiées selon les coefficients d'abondance de Braun-Blanquet.

Tableau III : Coefficient de Braun-Blanquet (Braun-Blanquet J., 1932 ; Braun-Blanquet J. et al, 1952)

Coefficients	Recouvrement
<b>+</b>	< 1% espèces disséminées et peu abondantes
<b>1</b>	< 5%
<b>2</b>	Entre 5% et 25%
<b>3</b>	Entre 25% et 50%
<b>4</b>	Entre 50% et 75%
<b>5</b>	Entre 75% et 100%

De plus, la strate de chaque espèce est notée : herbacée, arbustive ou arborée. Le recouvrement de chaque strate sera noté en pourcentage, ainsi que leur hauteur moyenne en m ou cm.

#### ❖ Analyse

De nombreuses espèces végétales présentent une courbe de croissance en fonction du niveau de la nappe et de la disponibilité en nutriments, montrant que ces espèces ont un optimum pour ces facteurs (Ellenberg 1974 ; Okland 1990.). La bibliographie montre que l'ensemble des espèces présentes sur une placette (si les conditions écologiques sont à peu près homogènes) donne des indications plus précises qu'une seule ou quelques espèces (Braun-Blanquet, 1926). Les valeurs indicatrices de Julve (2012) apportent une indication sur les préférences écologiques des espèces végétales et sont disponibles pour les plantes de France métropolitaine dans un tableur nommé « baseflore ».

Pour chaque relevé, un indice d'humidité et d'azote est calculée. Pour se faire, les espèces avec un coefficient de recouvrement de 2 à 5 sont conservées, et ces coefficients sont convertis en pourcentages de recouvrement selon la table de Van der Maarel (1979).

Tableau IV : Conversion entre le coefficient d'abondance de Braun Blanquet et le recouvrement moyen (D'après Van Der Maarel., 1979).

Coefficients d'abondance de Braun-Blanquet	Recouvrement moyen
+	0,1%
1	5%
2	17,5%
3	37,5%
4	62,5%
5	87,5%

Ainsi, pour chaque relevé, les valeurs d'humidité (F) et d'azote (N) du référentiel Julve et le recouvrement des espèces sont utilisés pour calculer l'indice d'humidité moyenne et l'indice de fertilité moyenne selon les formules suivantes :

$$\text{Humidité moyenne} = F(\text{relevé}) = \frac{\sum(F * r)}{\sum(r)}$$

Avec F la valeur d'humidité, et r le recouvrement moyen exprimé en pourcentage

La valeur de l'indice F donne une indication sur le niveau moyen de la nappe, comme cela a pu être démontré (Pautou 1970, Diekmann 2003). Un indice F élevé indique donc que le sol est humide.

$$\text{Fertilité moyenne} = N(\text{relevé}) = \frac{\sum(N * r)}{\sum(r)}$$

Avec N la valeur d'azote du référentiel Julve, et r le recouvrement moyen exprimé en pourcentage.

La valeur de l'indice N reflète la productivité globale liée à la disponibilité en nutriments (Diekmann 1998, Ertsen 1998). Un indice N élevé indique une forte disponibilité en nutriments.

Il est possible de comparer les relevés du même transect entre eux ou les transects du même site entre eux. L'objectif étant le suivi des impacts de la restauration, on cherche à comparer les indices F et N avant et après travaux. Pour les relevés situés sur la ripisylve ou les prairies jouxtant le cours d'eau, on s'attend à ce que la valeur F augmente après la restauration lorsque le but est de reconnecter le lit majeur et les zones humides, ainsi que de réduire la pente des berges.

Des indices de biodiversité sont également calculés : l'indice de diversité de Shannon (H') et d'équitabilité de Piélou (J').

$$\text{Indice de Shannon (H')} = - \sum (P_i * \log P_i)$$

Avec  $P_i$  la proportion de l'espèce<sup>1</sup> :  $P_i = n_i/N$  ; où  $n_i$  correspond au nombre d'individu d'une espèce dans le relevé, et  $N$  au nombre total d'individu dans le relevé

L'indice de Shannon augmente à mesure que les individus sont répartis de façon égale dans les différentes espèces. Ainsi, lorsqu'une espèce domine le peuplement,  $H'$  s'approche de 0. En revanche, lorsque toutes les espèces présentent le même nombre d'individus,  $H'$  est à son maximum.

$$\text{Indice de Pielou } (J') = \frac{H'}{H_{\max}}$$

Avec  $H_{\max} = \log S$ , où  $S$  correspond au nombre total d'espèces (richesse spécifique).

L'indice d'équitabilité de Pielou varie de 0 à 1 et permet de rapporter la diversité ( $H'$ ) à la diversité maximale théorique ( $H_{\max}$ ), afin d'évaluer l'hétérogénéité de distribution des effectifs au sein des espèces. Ainsi, lorsque  $J'$  s'approche de 0, cela signifie qu'une espèce domine le peuplement. Quand, au contraire,  $J'$  tend vers 1, on peut conclure que les différentes espèces ont des abondances relativement identiques au sein du peuplement.

Par ailleurs, il est possible de calculer la proportion de plantes indicatrices de zones humides pour les relevés concernant les ripisylves ou prairies proches des cours d'eau. En effet, on s'attend à ce que ces espèces soient plus nombreuses après les travaux de restauration ayant pour but de reconnecter les annexes. Pour cela, la « Déclinaison en Pays de la Loire de la liste des plantes indicatrices de zones humides inscrites à l'arrêté interministériel du 24 juin 2008 » (Lacroix et al., 2009) est utilisée.

---

<sup>1</sup> Après conversion du coefficient d'abondance en recouvrement moyen, la somme des  $P_i$  n'est pas égale à 1. Il est nécessaire de diviser les  $P_i$  par la somme des  $P_i$  afin d'avoir une proportion sur 1 avant de calculer les différents indices de biodiversité.

## 4.2. Odonates

La méthode se base sur le « Suivi temporel des libellules (STELI) » (SFO et MNHN) et du « Cahier de protocole des indicateurs de suivis du CTMA » (Logez et al., 2017).

### ❖ Méthode

#### Choix des sites

Un site d'étude sera défini par le site de restauration. Le site d'étude et son périmètre seront géoréférencés, et seront fixes d'une année sur l'autre si la restauration le permet (impossible dans certain cas, comme les remises dans le talweg). Si le site de restauration est trop étendu (par exemple une restauration de linéaire sur 1km), il est possible de réaliser des ensembles de points d'observation sur des secteurs stratégiques ayant le plus de probabilité de présence d'odonates.

#### Description du site

La surface du site et la description des habitats présents seront caractérisées au début de l'étude. La description des habitats sera mise à jour chaque année, en utilisant une grille de description standardisée (tableau V) Si le site présente plusieurs habitats, seuls les habitats dominants seront décrits.

#### Relevé

L'observateur doit réaliser une liste la plus exhaustive possible des espèces d'odonates présentes sur le site. Il doit rester au minimum 30 min sur le site et ne pas excéder une journée. Si l'observateur suit un itinéraire, le principe est de réaliser une prospection globalement identique à chaque passage.

Deux à trois relevés doivent avoir lieu ; un passage doit être effectué avant le 15 juin, un second entre mi-juin et fin juillet et si possible un troisième à compter du 1<sup>er</sup> août. Les prospections devront être réalisées lors des périodes propices d'observation des espèces et dans les meilleures conditions possibles pour les Odonates (tableau VI) un relevé météorologique devra être donc effectué.

Tableau VI : Conditions météorologiques idéales pour l'observation d'odonates (Source : SFO, nd)

		Température		
		<17°C	17°C-22°C	>22°C
Nébulosité	>3 /4	non	oui	oui
	< ¾	oui	oui	oui
Pluie		non	non	non
Force du vent	< 4	non	oui	oui
	4	non	oui exceptionnellement	
	> 4	non	non	non

Pour ce qui est des relevés, ces derniers seront faits à vue et/ou par capture<sup>2</sup>. Il est possible de compléter ces inventaires en réalisant des prospections sur les exuvies et les larves.

<sup>2</sup> Pour la capture d'espèces protégées, l'observateur devra détenir une autorisation de capture.

En fonction des connaissances de l'observateur, les identifications varieront de l'espèce au groupe. La méthode de relevé devra être indiquée sur les fiches de terrains, ainsi que les stades biologiques et les comportements observés. Pour cela on se référencera à la typologie utilisée par la Société Française d'Odonatologie (SFO) :

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

Pour ce qui est de la quantification, l'observateur a le choix entre noter la présence des espèces observées, noter des fourchettes d'abondance (1 ; 2 à 10 individus ; 11 à 50 individus ; >50 individus) des espèces observées ou dénombrer précisément les espèces observées.

#### ❖ Analyse

Dans le cadre des suivis de restauration, il est surtout intéressant de comparer les richesses spécifiques avant et après travaux. Ainsi, lorsque la restauration a pour objectif de diversifier les habitats, et de reconnecter les annexes et zones humides, on s'attend à observer plus d'espèces après les travaux.

Si les individus sont dénombrés, il est possible de calculer les indices de Shannon et de Piélou en appliquant les mêmes formules que présenté précédemment dans le cas du protocole Flore.

Tableau V : Grille de description d'habitat standardisée pour le suivi odonate

### Description des habitats

Chaque site fera l'objet d'une description de l'habitat selon la grille suivante, avec un seul choix de description par catégorie (ex : habitat aquatique mare ; eau turbide ; niveau de l'eau constant...). En cas de plusieurs habitats différents sur un même site, chaque habitat sera décrit mais distingué selon son importance en terme de surface (habitat dominant, secondaire et faiblement représenté)

Milieu aquatique					
Habitats aquatiques	Eau	Variation du niveau de l'eau	Courant	Végétation aquatique	Rives
Sources/suintements	Phénomène d'eutrophisation (présence d'algue filamenteuse)	Assèchement périodique	Eau stagnante	Présence d'herbiers (végétation submergée)	Rive nues
Fossés inondés	Turbidité (eau trouble)	Niveau de l'eau très variable au cours de l'année	Courant lent	Présence de végétations flottantes	Rives avec végétation herbacée
Ruisselets/ruisseaux (<3m de large)	Eutrophisation et turbidité	Niveau de l'eau globalement constant au cours de l'année	Courant rapide	Présence d'hélophytes (appareil végétatif aérien)	Rives avec végétation ligneuse
Rivières (entre 3 et 10m de large)	Absence d'eutrophisation et de turbidité	Inconnu		Présence d'herbiers et de végétations flottantes	Rives avec végétation herbacée et ligneuse
Grands cours d'eau, fleuve (>10m de large)				Présence d'herbiers et d'hélophytes	
Canaux navigables				Présence de végétations flottantes et d'hélophytes	
Mares (moins de 50 m <sup>2</sup> )				Absence totale de végétation aquatique	
Étangs (50 - 450 m <sup>2</sup> )					
Marais ou tourbières alcalines					
Tourbières acides					
Lacs et grands réservoirs					
Milieux aquatiques cultivés					
Prairies humides					
Marais saumâtre					
Estuaire					

Habitat terrestre	Activité humaine
Boisement feuillus	Sport nautique, base de loisirs
Boisement conifères	Pêche de loisirs
Boisement mixte	Pisciculture
Buissons, haies ou jeune boisement < 5m de hauteur	Extraction matériaux (carrière de gravier en activité, de sable, ...)
Milieu ouvert non agricole (landes, steppe, ...)	Traitement des eaux usées
Sol minéral sans végétation (banc de sable, dune blanche, sol rocheux)	Conservation de la nature
Urbain ; Espace vert	Pas d'activité humaine
Milieu agricole – prairie de fauche ou cultivée	Inconnu
Milieu agricole – grande culture	
Milieu agricole – verger, vignes, maraichers	
Milieu agricole – élevage	
Milieu agricole – autre	



### 4.3. Amphibiens

*L'inventaire des amphibiens proposé est basé sur le Protocole PopAmphibiens et n'a pas vocation à être exhaustif sur le nombre d'espèces mais seulement de noter la présence/absence d'individu afin de définir des mesures d'évitement.*

Lors des visites diurnes, des observations et identifications visuelles des pontes, têtards et adultes seront réalisées. Cette méthode peut être complétée par l'identification au chant, et par des prospections à l'épuisette pour identifier les larves et têtards qui se développent. Concernant la recherche d'amphibien à l'aide d'épuisette, la technique consiste à réaliser des mouvements d'épuisette par « aller et retour » d'environ 1 m dans et à proximité des différents habitats (par exemple dans les plantes aquatiques de différentes espèces, le long des berges, etc.)

Des prospections de nuit seront réalisées dans le but de prendre en compte les espèces plus actives la nuit. Le protocole consiste en une écoute des chants de 10 minutes maximum par site, complété par des observations visuelles à la lampe torche de 10 minutes en moyenne et par des captures à l'aide de l'épuisette (Grossi J.L., mai 2010 ; Molière, J.-J., 2005).

A noter : Le stade des individus contactés (adultes, juvéniles, larves, œufs) doit être spécifié.

**Conditions et période de prospection** : Idéalement 3 visites annuelles doivent être réalisées

- Première session pour détecter les espèces précoces : février-mars : journée ou nocturne
  - Grenouille agile et rousse (adultes, chants, pontes)
  - Crapaud commun (adultes, chants, pontes)
  - Salamandre tachetée (adultes, larves)
  - Tritons sp (adultes)
  - Pélodyte ponctué (adultes, chants, pontes)
- Deuxième session en milieu de saison : avril-mai : nocturne recommandée
  - Crapaud calamite (chants et pontes)
  - Rainette verte (chants, larves)
  - Alyte accoucheur (chants)
  - Grenouilles vertes (adultes et chants)
  - Pélodyte ponctué (chants et pontes)
  - Tritons sp (adultes)
  - Salamandre tachetée (larves)
  - Les autres espèces aux stades larvaires ou adultes
- Troisième saison pour détecter les espèces tardives : juin- juillet : journée
  - Grenouilles vertes (adultes, chants)
  - Rainette verte (chants)
  - Les autres espèces aux stades larvaires ou adultes

A noter : Les dates de sessions et les espèces détectables sont à définir en fonction des spécificités régionales (par exemple un passage en automne peut être efficace).

(Barrioz M & Milaud C, 2016, POPamphibien ; RhoMéo)

La localisation des espèces recensées est indiquée sur la cartographie Qgis « Emplacements des amphibiens contactés » dans laquelle est également noté, le nom de l'espèce, le nombre, le stade de l'individu (adulte, têtards, juvéniles, ponte), le comportement, le sexe, la date d'observation et le numéro de session.

#### ❖ Analyse

L'objectif est de savoir quelles sont les espèces présentes sur le site, et de comparer la liste des espèces observées au peuplement attendu. Pour cela, on utilise la formule suivante :

***Intégrité du peuplement = Nb sp capturées / Nb sp liste réf. Présente***

La liste des espèces attendues est établie sur la base de la consultation de l'atlas des amphibiens du Maine et Loire (Beslot & Faux, 2016). Le site internet de l'INPN qui représente spatialement la répartition des différentes espèces sur une maille de 10 km<sup>2</sup> peut aussi être utilisé ainsi que le site de Biodiv Pays de la Loire qui permet de voir quelles espèces ont été contactées et quand elles ont été contactées pour la dernière fois sur les communes des sites étudiés

La valeur de cette composante de l'indice évolue de 0 à 1 et traduit, plus on se rapproche de 1, la présence du maximum d'espèces sténoèces possibles dans notre échantillonnage.

**ANNEXE 7 : PROTOCOLE DE SUIVI AVANT ET APRES TRAVAUX DE COURS D'EAU : PROTOCOLE ESPECES PROTEGEES**



**SMBVAR**

GESTION DES MILIEUX AQUATIQUES  
ET PRÉVENTION DES INONDATIONS

RECONNU SPAGE

# Programme de renaturation des cours d'eau du SMBVAR

## Recherches d'espèces protégées

# PROTOCOLES



83, rue du Mail - BP 80011  
49020 ANGERS Cedex 02  
[contact@smbvar.fr](mailto:contact@smbvar.fr)  
02 41 05 45 07  
[www.smbvar.fr](http://www.smbvar.fr)

## Table des matières

1.	Préambule .....	3
2.	IPR, IBD, IBG-DCE .....	4
3.	Espèces floristiques .....	4
4.	Espèces faunistiques .....	4
2.1.	Odonates .....	4
2.2.	Lépidoptères .....	5
2.3.	Coléoptères .....	6
2.4.	Chiroptères .....	6
2.5.	Amphibiens .....	6
2.6.	Reptiles .....	7
2.7.	Oiseaux .....	8
2.8.	Mammifères semi-aquatiques et terrestres .....	9

# 1. Préambule

Ce document présente les méthodes utilisées pour l'inventaire des espèces protégées préalable à la mise en œuvre de travaux de restauration de cours d'eau. Ces méthodes sont volontairement globales puisqu'elles se veulent d'être applicables n'importe où et non pas uniquement sur un site spécifique. Autrement dit, le document présente les grandes lignes de ce qui doit être appliqué lors de la recherche d'espèce. Ces méthodes utilisées seront approfondies ou au contraire moins développer en fonction des années, des secteurs d'études et de leurs intérêts pour tel ou tel groupe taxonomique.

Les espèces sont recherchées à la fois sur les secteurs concernés par les travaux d'aménagement (linéaires, plans d'eau...), mais également au niveau des zones potentielles de circulation des engins (chemins d'accès, bande riveraine). L'objectif est de détecter la présence d'espèces protégées, et non de recenser toutes les espèces présentes sur le secteur et les alentours concernés par les travaux, il s'agit donc d'un inventaire qualitatif.

Les espèces sont d'abord ciblées au préalable en fonction des secteurs grâce à la bibliographie et aux bases de données. Toutefois, en raison d'un manque de données/de connaissances dans certains secteurs, les espèces sont de nouveau ciblées après un passage sur site permettant ainsi de se faire une idée des habitats présents et des espèces qui y sont associés mais également des enjeux pour tel ou tel taxon. Ainsi, la liste d'espèce à recherche n'est pas fixe mais variable d'une année à l'autre en fonction des secteurs étudiés et des habitats présents.

Quel que soit le groupe taxonomique étudié, plusieurs passages doivent être réalisés par site. En fonction du groupe étudié et des méthodes de prospections, les passages peuvent correspondre à des sessions de prospections dédiées à la recherche de telle espèce (ex les odonates) ou à des observations relevées lors d'un passage sur site (ex l'avifaune) ayant une autre finalité (ex mesure physico-chimique). La période et le nombre des passages dépend des espèces et sera précisé dans la suite du document. En cas de contact avec une espèce, celle-ci devra être géolocalisée, et si besoin photographiée pour validation.

Les inventaires sont menés annuellement en année n-1 des travaux de restauration des milieux aquatiques par une personne interne du SMBVAR (stagiaire) aux connaissances naturalistes basiques et génériques mais non spécialisées, majoritairement entre février et août. Toutefois, sur les espèces ou groupes nécessitant des compétences plus poussées, le syndicat pourra mandater/missionner une personne extérieure spécialisée (ex LPO, CPIE, CEN..).

Toutes les observations d'espèces protégées et d'habitats potentiels seront donc géolocalisées, dénombrées et répertoriées dans le fichier Qgis nommé « Espèces-protégées&Habitats-potentiels ». En cas de contact avec une espèce protégée, il est important de déterminer si elle vit bien et bien sur site (présence d'habitat confirmé, plante hôte...) ou si elle a été observée lors d'un déplacement.

Ce travail mène à la définition de mesures d'évitement, de réduction ou de compensation à prendre dans le cadre de la préservation des espèces et habitats d'intérêt, avant, pendant et après les travaux. S'il s'avère impossible d'éviter un impact négatif sur une espèce ou un habitat lors des travaux, le dépôt d'un dossier de dérogation à l'interdiction de destruction d'espèces protégées sera nécessaire.



## 2. IPR, IBD, IBG-DCE

En amont des inventaires faunistiques et floristiques, des Indices Poisson Rivière (IPR), Indices Biologique Diatomées (IBD) et/ou Indices Biologique Global (IBG) peuvent être réalisés par un ou des bureau(x) d'étude(s) sur les sites concernés par les travaux dans le but de rechercher les espèces de poissons, de diatomées et de macro-invertébrés benthiques protégés présents.

## 3. Espèces floristiques

Dans le cadre de la recherche d'espèces floristiques protégées, l'inventaire s'effectue en trois passages, en mai, juin et juillet. Ces temps tiennent compte de la période de floraison des espèces potentiellement présentes sur les sites du SMBVAR et des périodes de stage.

Les espèces à rechercher sont mises à jour annuellement et présentées dans le tableur « Synthèse\_Inventaires par milieu 2.0 »

Les espèces floristiques protégées sont recherchées par prospection des habitats potentiels sur l'ensemble du site d'étude et des zones d'accès. En cas de contact, elles sont géolocalisées pour adapter si nécessaire le passage des engins de chantier.

Pour faciliter la recherche d'habitats potentiels d'espèces protégées, une cartographie des habitats de type EUNIS est réalisée pour chaque sites suivi. Sur cette dernière doit également figurer l'état de l'habitat (par exemple, la prairie est-elle naturelle ou a-t-elle été semée ?) et l'état d'avancement de l'habitat (par exemple, les boisements observés sont-ils jeunes ou sont-ils sénescents ?).

## 4. Espèces faunistiques

### 2.1. Odonates

Pour ce taxon, la méthode se base sur le « Suivi temporel des libellules (STELI) » (SFO et MNHN) et du « Cahier de protocole des indicateurs de suivis du CTMA » (Loger *et al.*, 2017). Ce choix s'explique par le fait que la méthode décrite ci-après a été retenue dans le cadre des « Suivis indicateurs », or sur de nombreux sites le « Suivi indicateur » et la « Recherche d'espèces protégées » sont conjointement réalisés. Il a donc été décidé de garder la même méthode afin de ne pas multiplier le temps de prospection, d'avoir des résultats comparables, et de pouvoir mutualiser les données obtenues.

Certaines étapes seront ainsi réalisées qu'une seule fois dans le cadre du « Suivi indicateur » comme la caractérisation du milieu (reproduction, alimentation, repos...), l'état de conservation et dans certains cas la connexion entre populations.

Deux à trois relevés doivent avoir lieu en fonction de la durée du stage. Un passage doit être effectué avant le 15 juin, un second entre mi-juin et fin juillet et si possible un troisième à compter du 1<sup>er</sup> août. L'observateur doit rester au minimum 30 min sur le site et ne pas excéder une journée.

Les prospections devront être réalisées dans les meilleures conditions possibles pour les Odonates (Tableau I) et lors des périodes propices d'observation des espèces (cf tableau Synthèse\_Inventaires par milieu 2.0)

Tableau 1 : Conditions météorologiques idéales pour l'observation d'odonates (Source : SFO, nd)

		Température		
		<17°C	17°C-22°C	>22°C
Nébulosité	>3 /4	non	oui	oui
	< ¾	oui	oui	oui
Pluie		non	non	non
Force du vent	< 4	non	oui	oui
	4	non	oui exceptionnellement	
	> 4	non	non	non

Les espèces retenues doivent être recherchées sur les cours d'eau et les berges (les prairies proches des aménagements peuvent aussi faire l'objet d'une prospection, les adultes pouvant y séjourner pour leur maturation). Pour cela, il a été décidé de procéder à un inventaire visuel de présence des adultes à l'aide de jumelles, d'un appareil photo et d'un filet pour capture d'individu si besoin à condition que l'observateur possède une autorisation de capture. Un temps de recherche et de récolte des exuvies sur les berges et les végétaux doit être effectué afin d'identifier l'espèce. Il est recommandé de prendre des photos pour valider les observations.

Pour ce qui est de la quantification, l'observateur a le choix entre noter la présence des espèces observées, noter des fourchettes d'abondance (1 ; 2 à 10 individus ; 11 à 50 individus ; >50 individus) des espèces observées ou dénombrer précisément les espèces observées. Ce choix devra être identique et être appliqué dans le Suivi indicateur et dans la Recherche d'espèces protégées.

## 2.2. Lépidoptères

N'ayant pas pour objectif de recenser l'ensemble des espèces présentes mais bien uniquement de savoir s'il y a des espèces protégées, il n'est pas nécessaire de mettre en place un protocole spécifique tel que le Suivi Temporel des Rhopalocères de France (STERF), mais plutôt d'identifier quelles pourraient être les espèces protégées présentes sur site et de réaliser des prospections dans le but de valider ou d'invalidier leur présence.

Pour pouvoir contacter ces espèces, il est recommandé d'effectuer un passage par mois selon leur période d'observation. Trois à quatre passages devraient donc être réalisés entre mai et juillet/août espacés d'au moins 15 jours. Toutefois, si de nouvelles espèces venaient à être recherchées, il est possible d'effectuer un passage supplémentaire en avril et en septembre.

La prospection du site doit avoir lieu entre 10h et 18h dans les conditions météorologiques suivantes :

- Présence d'une couverture nuageuse d'au maximum 75% et sans pluie ;
- Vent inférieur à 30km (5 sur l'échelle de Beaufort)
- Température d'au moins 13°C si le temps est ensoleillé ou faiblement nuageux ou d'au moins 17°C si le temps est nuageux (10 à 50% de couverture).

Ces espèces étant facilement identifiable à vue, une observation visuelle ou une photo devrait suffire à valider l'identification. Toutefois, une capture peut être réalisée pour valider l'identification de l'espèce (ex en cas de doute entre un Cuivré des marais et un Cuivré commun) à condition de posséder une autorisation de capture. Pour ce qui est de la quantification, l'observateur a le choix entre noter des fourchettes d'abondance (1 ; 2 à 10 individus ; 11 à 50 individus ; >50 individus) des espèces observées ou dénombrer précisément les espèces observées.

En cas de contact avec une espèce protégée tel le Cuivré des marais, une recherche et une géolocalisation des plantes hôtes devra être effectuée dans le but de déterminer si l'individu est bel et bien présent sur site ou s'il a été contacté lors d'un déplacement. Si l'espèce est présente sur site, alors une identification des aires de reproduction avec cartographie des surfaces ou linéaires devra être réalisée.

### 2.3. Coléoptères

Quatre espèces (le Pique-prune, le Grand capricorne, la Rosalie des Alpes, la Lucarne Cerf-volant) de la Directive Habitat dont trois protégées nationalement sont concernées.

Au vu de la difficulté d'observation, la présence d'un habitat potentiel vaudra une mesure d'évitement et de préservation lors des travaux. **La recherche des espèces passe donc par la recherche d'habitats potentiels ou indices de présence** (trous d'émergence, reste de castre...). Par conséquent la prospection d'habitat peut être réalisée à n'importe quelle période. Si la recherche d'habitat a lieu pendant les mois de juillet et août il peut être possible de contacter des individus adultes notamment sur les arbres présentant un profil intéressant (têtards, gros et/ou vieux arbres, arbres sénescents...) à cavités contenant du terreau d'arbre.

Les potentiels arbres hôtes seront géolocalisés sur la cartographie Qgis « Espèces-protégés&Habitats-potentiels ». Une description et une caractérisation de ces éléments sera également renseignées : essence, diamètre (si possible), contexte paysager (isolé, haie...), état de conservation, type d'indice de présence. Une photo de l'arbre devra également être prise.

### 2.4. Chiroptères

Au vu de la difficulté d'observation, la présence d'un habitat potentiel vaudra une mesure d'évitement et de préservation lors des travaux. **La recherche des espèces passe donc par la recherche d'habitats potentiels.** Toutefois, si des individus sont observés, l'inventaire n'ayant pas vocation d'être exhaustif sur le nombre d'espèces ni d'individus, uniquement la présence de chiroptères (si possible identifiée) sera indiquée et géolocalisée afin de définir des mesures d'évitement lors des travaux. Une remontée de l'information devra être faite au réseau chiroptère pour information et confirmation de l'espèce.

L'inventaire est réalisé à vue, une recherche d'individus ou d'indices de présence est effectuée dans le site de repos diurne des chauves-souris (ponts, murets, cavités d'arbres, bâtiments). Les crottes de chauves-souris n'ont pas de tâche blanche, sont entassées à la verticale d'un gîte diurne et s'émiettent en petites particules brillantes (chitine d'insectes).

Toutefois, la détectabilité de ce groupe par indice de présence est compliquée et nécessite d'évaluer plutôt le potentiel d'utilisation des éléments pour ce groupe (arbres, OA, bâti...). Les potentielles zones hôtes seront géolocalisés sur la cartographie Qgis « Espèces-protégés&Habitats-potentiels ». Une caractérisation de chaque élément potentiellement favorable sera précisée (présence de fissures, écorce décollée, trous, disjointements et interstices...). Si possible, la fonctionnalité du site pour les habitats/espèces sera définie.

**Conditions et période de prospection :** Du printemps à l'automne.

### 2.5. Amphibiens

L'inventaire des amphibiens proposé est basé sur le Protocole PopAmphibiens et n'a pas vocation à être exhaustif sur le nombre d'espèces mais seulement de noter la présence/absence d'individu afin de définir des mesures d'évitement.

Lors des visites diurnes, des observations et identifications visuelles des pontes, têtards et adultes seront réalisées. Cette méthode peut être complétée par l'identification au chant, et par des prospections à l'épuisette pour identifier les larves et têtards qui se développent. Concernant la recherche d'amphibien à l'aide d'épuisette, la technique consiste à réaliser des mouvements d'épuisette par « aller et retour » d'environ 1 m dans et à proximité des différents habitats (par exemple dans les plantes aquatiques de différentes espèces, le long des berges, etc.)

Des prospections de nuit seront réalisées dans le but de prendre en compte les espèces plus actives la nuit. Le protocole consiste en une écoute des chants de 10 minutes maximum par site, complété par des observations visuelles à la lampe torche de 10 minutes en moyenne et par des captures à l'aide de l'épuisette (Grossi J.L., mai 2010 ; Molière, J.-J., 2005).

A noter : Le stade des individus contactés (adultes, juvéniles, larves, œufs) doit être spécifié.

**Conditions et période de prospection** : Idéalement 3 visites annuelles doivent être réalisées

- Première session pour détecter les espèces précoces : février-mars : journée ou nocturne
  - Grenouille agile et rousse (adultes, chants, pontes)
  - Crapaud commun (adultes, chants, pontes)
  - Salamandre tachetée (adultes ?, larves)
  - Tritons sp (adultes)
  - Pélodyte ponctué (adultes, chants, pontes)
- Deuxième session en milieu de saison : avril-mai : nocturne recommandée
  - Crapaud calamite (chants et pontes)
  - Rainette verte (chants, larves)
  - Alyte accoucheur (chants)
  - Grenouilles vertes (adultes et chants)
  - Pélodyte ponctué (chants et pontes)
  - Tritons sp (adultes)
  - Salamandre tachetée (larves)
  - Les autres espèces aux stades larvaires ou adultes
- Troisième saison pour détecter les espèces tardives : juin- juillet : journée
  - Grenouilles vertes (adultes, chants)
  - Rainette verte (chants)
  - Les autres espèces aux stades larvaires ou adultes

A noter : Les dates de sessions et les espèces détectables sont à définir en fonction des spécificités régionales (par exemple un passage en automne peut être efficace).

(Barrioz M & Milaud C, 2016 ; RhoMéO)

La localisation des espèces recensées est indiquée sur la cartographie Qgis « Emplacements des amphibiens contactés » dans laquelle est également noté, le nom de l'espèce, le nombre, le stade de l'individu (adulte, têtards, juvéniles, ponte), le comportement, le sexe, la date d'observation et le numéro de session.

## 2.6. Reptiles

L'inventaire des reptiles n'a pas vocation à être exhaustif sur le nombre d'espèces mais seulement de noter la présence/absence d'individu afin de définir des mesures d'évitement et de compensation.

La période d'activité des reptiles s'étend de mars à octobre (c'est-à-dire en dehors de leur période d'hibernation), tandis que les périodes clés pour les détecter vont du 15 avril au 15 juin (période

d'appariement, les mâles sont plus mobiles) et de fin août/début septembre au 15 septembre (fin de la période de gestation et mise bas, les femelles doivent s'exposer davantage pour mener à bien le développement des embryons). Pour réaliser les prospections, il est nécessaire de tenir compte des conditions météorologiques. Par temps froid ou trop chaud, ces espèces ne peuvent réguler leur température et deviennent donc inactives. De même, les journées pluvieuses ou de grand sont à éviter. De manière générale, les temps où se succèdent des nuages et des éclaircies sont propices, de même que les premiers jours ensoleillés après une période de mauvais temps.

Il est nécessaire de réaliser au minimum 5 prospections par an et au maximum plusieurs jours par semaine. Les prospections doivent avoir lieu en fin de matinée ou en fin d'après-midi. Lors des prospections, l'observateur doit renseigner : la date et l'heure, les conditions météorologiques, l'effort de prospection et la durée de prospection, une cartographie des zones prospectées et la longueur du parcours, la localisation des contacts (SIG en Lambert 93) et le comportement observé de(s) l'individu(s).

*Note : Les prospections peuvent être mutualisées avec d'autres espèces, il n'est pas nécessaire d'aller sur site uniquement pour y observer les reptiles et/ou leur habitat.*

Pour réaliser l'inventaire trois méthodes sont possibles : la détection à vue, la recherche d'habitats potentiels, et la pose d'abris artificiels.

- Détection à vue

Parcourir longuement et lentement les zones favorables (pelouses sèches et pierriers) ainsi que les éléments linéaires (lisières (boisé milieu ouvert/couvert ; buissonnants milieu ouvert/couvert ; herbacée haut couvert herbacé-fauché), murets, lisières forestières, haie...).

- Recherche d'habitats

La détection à vue n'étant pas suffisante, et les plaques reptiles demandant d'être posées plusieurs mois avant pour permettre l'acclimatation des individus, il est préférable de chercher les habitats potentiels et d'estimer s'ils risquent d'être affectés par les travaux. Les habitats favorables sont les pelouses sèches, les pierriers, les murets, les lisières forestières et les haies. (Note méthodologique pour la prise en compte des reptiles dans les études d'impact en Champagne-Ardenne – 2011)

Au vu de la difficulté d'observation, il a été décidé d'effectuer une recherche d'habitats potentiels qui vaudra une mesure d'évitement et de préservation lors des travaux. Toutefois, si des individus sont contactés visuellement, ils seront bien évidemment notés et géolocalisés.

Les habitats potentiels (et individus) seront géolocalisés sur la cartographie Qgis « Espèces-protégées&Habitats-potentiels ». Une caractérisation de chaque élément favorable sera précisée et Si possible, l'état de conservation et la fonctionnalité du site pour les habitats/espèces sera définie.

## 2.7.Oiseaux

L'inventaire des oiseaux se veut être le plus exhaustif possible dans la liste des espèces présentes au niveau d'un site afin d'en analyser la présence/absence d'espèces protégées et leur besoin de préservation.

Celui-ci sera réalisé en interne par le stagiaire ou en externe par la LPO selon les enjeux présents et identifié sur le site.

Dans le cas où le site présente peu d'enjeux, l'observateur devra noter les espèces observées à vue et/ou au chant leur de ces passages sur sites. Ces seules observations se justifient par le fait que les travaux sont réalisés entre septembre et octobre, soit en dehors de la période de reproduction et d'élevage des jeunes pour la plupart des espèces (quelles soient protégées ou non). La période de réalisation des travaux constitue donc une mesure d'évitement suffisante pour ne pas mettre en place un protocole et un recensement particulier.

Dans le cas où le site présente des enjeux fort, la réalisation d'un IPA (Indice Ponctuel d'Abondance) pourra par exemple être sollicité auprès de la LPO.

#### Présentation de l'IPA :

Cette méthode consiste à définir x points d'écoute (le nombre dépendant de la taille du site), distants de 300 à 500 mètres pour éviter les risques de double comptage et permettre de couvrir de manière représentative l'ensemble des milieux présents sur le territoire étudié.

L'observateur doit ensuite se déplacer d'un point d'écoute à l'autre et rester immobile sur ce point durant un laps de temps défini de 10min. Tous les contacts sonores et/ou visuels des différentes espèces sont annotés sur une cartographie du site. Si l'individu est contacté au minimum trois fois, il sera alors considéré comme nicheurs.

Cet inventaire doit être réalisé durant les premières heures du jour (2 à 5h après le lever du soleil) où les oiseaux sont censés être les plus actifs. Un premier passage a lieu en avril (nicheurs précoces) et un second en mai ou début juin (nicheurs tardifs).

***Note :** Il est important de ne pas effectuer le parcours dans le même ordre afin de limiter les biais.*

Il est possible de convertir cet indice en densité selon la formule :

$$D = IPA \times C$$

Avec C, le coefficient de conversion

D'autres espèces peuvent ne pas être détecter par le biais de ce protocole, il est possible de mener d'autres inventaires suivant les milieux présents sur site :

- Rapaces et autres espèces nocturnes : 2 passages nocturnes entre février et juillet  
Recherche possible de pelote de rejection
- Pucidés et rapaces diurnes : 1 passage en février/mars
- Espèces migratrices : 2 passages par migration : février à avril et août à novembre
- Espèces hivernantes : 2 passages entre décembre et janvier

## 2.8. Mammifères semi-aquatiques et terrestres

L'inventaire des mammifères vise le constat de présence d'espèces bien définies :

- Le Castor d'Europe,
- La Loutre d'Europe,
- Le Campagnol amphibie
- Le Putois d'Europe,
- Le Lapin de Garenne,
- L'Ecureuil roux,
- Le Hérisson d'Europe
- La Crossope aquatique
- La Genette,
- Le Muscardin.

En raison de la difficulté d'observer directement les individus, **il est privilégié de réaliser une recherche des habitats potentiels et d'indices de présence lors des prospections.**



- Castor d'Europe : Cours d'eau et berges.

Recherche d'indices de présence : hutte, réfectoire, castoréum, bois coupé sur pieds, bois coupé flottant, coulée, empreintes.

Recherche d'habitat : zone présentant une forte proportion de salicacées et d'herbacées hygrophiles

Recherche d'individus : Si la présence de hutte rechargée et semblant occupée est avérée, des observations au crépuscule depuis la berge seront réalisées en juillet et août (période de sortie des jeunes avec les parents) pour tenter d'observer les familles.



J. Metral



P.M. Dubrulle



P.M. Dubrulle



Christof Anand

- Loutre d'Europe : Berges, rochers ou souches surplombants le cours d'eau.

Recherche d'indices de présence : épreintes, empreintes, restes de repas

Les épreintes se présentent sous forme de petits tas (souvent allongés, parfois légèrement cylindriques) verdâtres, noirs ou gris, selon l'état de fraîcheur. Elles sont composées en grande partie des restes non digérés des proies : écailles de poissons et ossements de batraciens ou de petits rongeurs par exemple. Leur odeur très particulière est certainement le meilleur critère pour les identifier. En effet, contrairement à la plupart des crottes, elles ne sentent pas « mauvais », mais sentent curieusement le miel (de châtaignier pour être précis) mêlé à un léger fumet de poisson. Les épreintes sont déposées sur les rives des cours d'eau, souvent sur une pierre, au pied d'un arbre, au niveau d'une confluence ou d'un pont, en quelque sorte au niveau de tout élément se distinguant du reste du paysage. Il est également possible d'observer des marques d'urines ; là où les épreintes sont déposées, il est fréquent de repérer des zones de mousse ou d'herbe jaunies ou roussies par les dépôts d'urine répétés.



Les empreintes sont généralement placées par bond, elles montrent 5 doigts placés en éventails avec de petites griffes dont la marque est directement attenante au doigt. Le 5<sup>ème</sup> doigt n'est pas toujours visible mais l'axe de symétrie de l'empreinte, qui passe au milieu d'un doigt, permet de distinguer l'empreinte de celle des animaux à 4 doigts, où l'axe de symétrie passe entre deux doigts. L'empreinte des pattes antérieures mesure environ 6 cm, et celle des pattes postérieures 7 cm.



Les loutres laissent parfois des restes de repas (poissons mordus, peau toxique des crapauds...)

Autre indice, les allées et venues d'une loutre, par exemple d'un ruisseau à une mare, aplatissent l'herbe, formant ce qu'on appelle « des coulées ». Les coulées de Loutres se caractérisent par une forme plutôt sinueuse, par une herbe foulée et non écrasée, et a une tendance à être étroite.



- Campagnol amphibie : Berges des ruisseaux et zone humides ayant un couvert herbacé



La recherche s'effectue sur un transect de 100m sur chaque linéaire de cours d'eau homogène hors zones boisées. L'observateur parcourt à pied la berge immédiate ou le lit du cours d'eau (ou la zone humide) et en cherchant de manière systématique les indices de présence de Campagnol amphibie tout au long du tronçon, sur une largeur comprise entre 0 et 1mètre de l'eau (ou sur 1mètre de large en cas de transect en zone humide sans cours d'eau délimité). En raison des confusions **possibles** avec d'autres espèces, seule la présence de crottes ou de crottiers est retenue comme indice certain de la présence du campagnol amphibie. Les excréments sont de couleur verte à brune, grise ou noire, au bord de l'eau, sur la vase ou sur une pierre émergée, isolée ou en crottier.





- La Crossope aquatique : cours d'eau de faible profondeur, fossés, torrents, canaux ou dans des ruisseaux forestiers, présentant une couverture végétale (principalement herbacée) importante et haute, des berges naturelles comprenant de nombreux abris (racines d'aulnes, amas de pierres, chablis.....), courant faible et présence de végétation hygrophile.

Bien que plusieurs possibilités existent pour tenter de confirmer sa présence sur site : la pose de pièges (poils, crottes, urine) sur des sections de cours d'eau de 100m (soit 10 boîtes piège), ADN environnemental et recherche d'habitats potentiel ; la détection de cette espèce est très difficile et coûteuse. La DREAL Pays de la Loire propose de considérer que l'espèce est présente dans les habitats à Campagnol amphibie et de prendre les mêmes mesures d'évitement et de réduction qui le concerne et qui figurent dans le guide qui lui est dédié.

Pour les autres espèces (Putois d'Europe, Lapin de Garenne, Ecureuil roux, Hérisson d'Europe, Crossope aquatique, Genette et Muscardin) en raison des faibles taux d'impacts potentiel lors des travaux, il ne sera pas nécessaire de réaliser une recherche approfondie. Les individus et/ou indices seront notés s'ils sont observés lorsque l'observateur se trouve sur site.

- Le Putois d'Europe : lisières forestières, boisements peu denses, paysages d'agriculture extensive, zones humides

Laisse fréquemment des empreintes en bords de cours d'eau. Les empreintes montrent 5 pelotes digitales dont la disposition s'approche de celle de la Loutre, mais leur taille est nettement plus petite (3 à 4 cm de large ou de long).

Le Putois d'Europe peut, lorsque son bol alimentaire se rapproche du régime de la Loutre produire des crottes d'aspect ressemblant à une épreinte et dégageant une odeur poissonneuse susceptibles d'entraîner des confusions. **L'odeur est le principal critère de distinction.**



- La Genette : Zones boisées et rocailleuses à proximité d'un point d'eau



La Genette dépose régulièrement ses excréments dans des endroits fixes ou « crottiers » qui peuvent être très importants avec plusieurs dizaines d'excréments sur une surface de 0.5 à 1.5m<sup>2</sup>. Ils sont déposés à des endroits stratégiques, surplombant bien souvent le territoire occupé. Déposés le plus souvent sur des rochers ou des fourches d'arbres dominant le paysage alentour, particulièrement dans les éboulis rocheux ou les rebords de falaises.

Caractéristiques : 1.5 à 2cm de diamètre, non vrillées et longilignes, peut dépasser les 20cm de longueur, généralement repliées sur elles-mêmes, noire et rugueuse à l'état frais puis blanchissent et devient friables avec le temps, libérant les os, plumes, poils et herbes qui la composent (ONF, 1986)

- Le Lapin de Garenne : milieux diversifiés où couverts et zones ouvertes se juxtaposent

PA : 4 doigts sont présents dans la trace bien que la patte soit composée de 5 doigts

PP : nettement plus longue que la patte antérieure (9cm du bout des griffes jusqu'à l'extrémité du tarse) mais en général, la partie enregistrée correspond à la longueur des phalanges et mesure donc de 3 à 4 cm. Les pattes postérieures n'ont que 4 doigts.

La voie : correspond à une succession de bonds



Autres traces :

- Les grattis



Les terriers



Les excréments



- Écureuil roux, Hérisson d'Europe et Muscardin :

Pour ces espèces il est possible d'observer des individus de façon directe (mais reste rare).

Il est également possible de faire de la recherche d'indices de présence :

- Noisette (écureuil et muscardin)
- Nids (muscardin)
- Crottes (hérisson)



## ANNEXE 8 : LISTE ET EXEMPLE DE RESULTATS ATTENANTS A CE STAGE

- Atlas recensant toutes les cartographies de suivit effectuées pendant le stage (document annexe fourni avec le rapport de stage) : 84 pages dont 74 cartographies différentes contenant des cartographies :
  - o Amphibiens
  - o Odonates
  - o Espèces faunistiques protégées
  - o Espèces floristiques protégées et habitats potentiels
  - o Faciès d'écoulements et profils transversaux
  - o Transects floristiques et profils transversaux
  - o Points de mesure Physico-chimie
- Une diapositive de présentation afin de présenter mon stage en réunion de comité technique.

### Stage 2022 - Anaëlle Goubi du 21/02/2022 au 31/08/2022

**Réalisation d'inventaires faune/flore et suivis physico-chimiques et morphologiques des cours d'eau en préalable à la mise en œuvre d'actions de restauration de milieux aquatiques**

#### **Sites :**

14 sites répartis sur 6 bassins versants (Baconne, Suine, Plessis, Romme, Suette, Piron)  
dont 7 sites : protocole indicateurs  
dont 14 sites : protocole espèces protégées  
Total linéaire : 10,7 km et 2,4 ha

#### **Protocole :**

##### • **Faune/Flore : Indicateurs et espèces protégées**

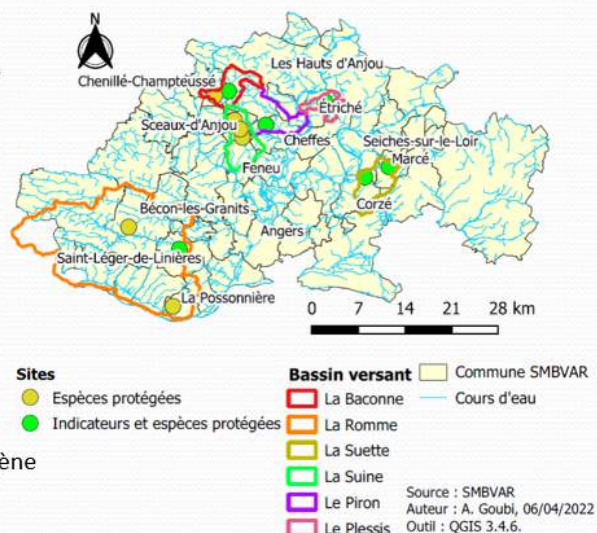
Odonates, Insectes, Reptiles, Amphibiens, Chiroptères, Oiseaux, Mammifères

##### • **Physico-chimie : Indicateurs**

Toutes les 2 semaines sur chaque site Indicateur:  
Température de l'eau et de l'air, Saturation en O<sub>2</sub>, Oxygène dissous, pH, conductimétrie

##### • **Morphologie : Indicateurs**

Faciès d'écoulement, occupation du sol des bandes riveraines droite et gauche des cours d'eau, mise en place de protocole de granulométrie en cas de radiers





- Un fichier excel de suivi des Amphibiens 2022 par site (soit 13 fichiers) : comprenant, les résultats bruts, les conditions de passage, le relevé, une cartographie intégrée, la proportion des espèces retrouvées, la proportion de l'état des espèces retrouvée et le calcul des indices.

Relevé amphibien issu de la couche Amphibiens de Qgis

id	Nom_Espece	Nombre	Etat	Comport	Sexe	Date	Nom_si	BV	temperat	Num_pas	type_de	operate	ciel	vent	commen	heure	heure_d	photo	layer	path
	Complex pelophylax	1	Adulte			20/05/22	Hauts de gr	Baconne	23	1	vue	Anaëlle Gout	Partielle	me	Force 1					

Résultats

Conditions de passage

	Date	Condition météo	Vent	Température °C	Heure début	Heure Fin	Commentaires
Passage 1	20/05/2022	Partiellement cou	Force 1	23			Passage 1/2 → Relevés lors de prospection recherche espèces protégées
Passage 2	20/07/2022	Ciel clair	Force 1	25			

Résultats

Nom de l'espèce	Nombre	Stade	Nombre
Alyte accoucheur		Adulte	1
Crapaud calamite		Chant	
Crapaud épineux		Juvenile	
Complex pelophylax	1	Larve	
Grenouille agile		Ponte	
Grenouille de Lessona		Total	1
Grenouille rieuse			
Grenouille verte			
Pélodyte ponctué			
Rainette verte			
Triton marbré			
Triton palmé			
Triton ponctué			
Triton crêté			
Salamandre tachetée			
Total	1		

Analyse

Protocole indicateur

Intégrité du peuplement

Nom site	Communes concernées	Nbr sp capturées	Nbr sp référencées	Intégrité du peuplement	Commentaire
Hauts de grée aval et amont	Chenillé-Chanteussé	1	4	0.25	Rainette verte, Salamandre tachetée et Crapaud épineux non observés

Relevé Amphibiens sur le site Haut de Grée aval et amont en 2022 Bassin versant de la Baconne

Espèce d'Amphibien

- Complex pelophylax
- Crapaud épineux
- Grenouille agile
- Pélodyte ponctué
- Rainette arboricole
- Salamandre tachetée
- Triton crêté
- Triton palmé
- Indéterminé

Cours d'eau

Secteur d'étude

Auteur : A. Gout, SHBNAR  
Date : 28/07/2022  
Outil : QGIS 3.16.3

PART DES ESPÈCES D'AMPHIBIENS OBSERVÉS SUR SITE

Complex pelophylax  
100%

ETAT DES ESPÈCES OBSERVÉES

Adulte  
100%



- Un fichier excel de suivi des Odonates 2022 par site (soit 13 fichiers) : comprenant, les résultats bruts, les conditions de passage, le relevé, une cartographie intégrée, la proportion des espèces retrouvées et le calcul des indices.

id	Nom_site	Cours_eau	BV	Num_Passag	Date_1	Heure_de	Heure_fin	Temp_1	Ciel1	Vent_1	ESP_1
	Hauts de gree aval et amont	Baconne		1	08/06/22	15:25	15:25	23	Ensoleillé	Force 0	Calopteryx sp
	Hauts de gree aval et amont	Baconne		1	08/06/22	15:26	15:26	23	Ensoleillé	Force 0	Calopteryx sp
	Hauts de gree aval et amont	Baconne		1	08/06/22	15:26	15:26	23	Ensoleillé	Force 0	Coenagrion p
	Hauts de gree aval et amont	Baconne		1	08/06/22	15:26	15:26	23	Ensoleillé	Force 0	Calopteryx vir
	Hauts de gree aval et amont	Baconne		1	08/06/22	15:26	15:26	23	Ensoleillé	Force 0	Calopteryx vir
	Hauts de gree aval et amont	Baconne		1	08/06/22	15:26	15:26	23	Ensoleillé	Force 0	Calopteryx vir
	Hauts de gree aval et amont	Baconne		1	08/06/22	15:26	15:26	23	Ensoleillé	Force 0	Calopteryx vir
	Hauts de gree aval et amont	Baconne		1	08/06/22	15:26	15:26	23	Ensoleillé	Force 0	Platycnemis j
	Hauts de gree aval et amont	Baconne		1	08/06/22	15:26	15:26	23	Ensoleillé	Force 0	Platycnemis j
	Hauts de gree aval et amont	Baconne		1	08/06/22	15:26	15:26	23	Ensoleillé	Force 0	Pyrrhosoma r
	Hauts de gree aval et amont	Baconne		2	20/07/22	15:15	15:15	25	Partiellemen	Force 1	Anax imperat
	Hauts de gree aval et amont	Baconne		2	20/07/22	15:15	15:15	25	Partiellemen	Force 1	Calopteryx vir
	Hauts de gree aval et amont	Baconne		2	20/07/22	15:15	15:15	25	Partiellemen	Force 1	Pyrrhosoma r
	Hauts de gree aval et amont	Baconne		2	20/07/22	15:15	15:15	25	Partiellemen	Force 1	Platycnemis j
	Hauts de gree aval et amont	Baconne		2	20/07/22	15:15	15:15	25	Partiellemen	Force 1	Platycnemis j
	Hauts de gree aval et amont	Baconne		2	20/07/22	15:15	15:15	25	Partiellemen	Force 1	Platycnemis j

## Résultats

### Conditions de passage

	Date	Condition météo	Vent	Température °C	Heure début	Heure Fin	Commentaires
Passage 1	08/06/2022	Ensoleillé	Force 0	23	15:25	15:25	Passages 1/2 → Relevés lors de prospection spécifiques recherche Odonates
Passage 2	20/07/2022	Partiellement cl	Force 1	25	15:15	15:15	

## Résultats

### Conditions de passage

	Date	Condition météo	Vent	Température °C	Heure début	Heure Fin	Commentaires
Passage 1	08/06/2022	Ensoleillé	Force 0	23	15:25	15:25	Passages 1/2 → Relevés lors de prospection spécifiques recherche Odonates
Passage 2	20/07/2022	Partiellement cl	Force 1	25	15:15	15:15	

## Résultats

Nom de l'espèce	Nombre	Fréquence
Aeshna affinis		
Anax imperator	1	2%
Calopteryx splendens	3	6%
Calopteryx virgo	20	43%
Ceragrion tenellum		
Coenagrion mercuriale		
Coenagrion puella	2	4%
Coenagrion scitulum		
Cordulegaster boltonii		
Crocothemis erythraea		
Enallagma cyathigerum		
Erythromma lindenii		
Erythromma viridulum		
Gomphus pulchellus		
Ischnura elegans		
Lestes barbarus		
Lestes dryas		
Lestes sponsa		
Lestes virens virens		
Libellula depressa		
Libellula fulva		
Libellula quadrimaculata		
Orthetrum albistylum		
Orthetrum brunneum		
Orthetrum cancellatum		
Oxygastra curtisii		
Platycnemis acutipennis		
Platycnemis pennipes	19	40%
Pyrrhosoma nymphula	2	4%
Sympetrum meridionale		
Sympetrum sanguineum		
Sympetrum sp		
Sympetrum striolatum		
Total	47	

## Analyse

### Protocole indicateur

### Intégrité du peuplement

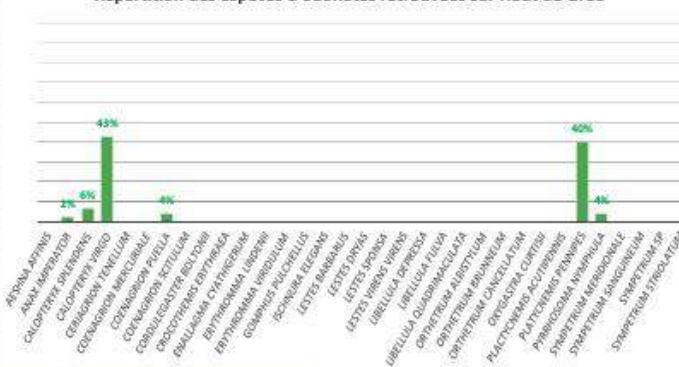


Relevé Odonates sur le site Haut de Grée aval et amont en 2022  
Bassin versant de la Baconne

- Aeshna affinis  
 ● Anax imperator  
 ● Calopteryx splendens  
 ● Calopteryx virgo  
 ● Ceragrion tenellum  
 ● Coenagrion mercuriale  
 ● Coenagrion puella  
 ● Coenagrion scitulum  
 ● Cordulegaster boltonii  
 ● Crocothemis erythraea  
 ● Enallagma cyathigerum  
 ● Erythromma lindenii  
 ● Erythromma viridulum  
 ● Gomphus pulchellus  
 ● Ischnura elegans  
 ● Lestes barbarus  
 ● Lestes dryas  
 ● Lestes sponsa  
 ● Lestes virens virens  
 ● Libellula depressa  
 ● Libellula fulva  
 ● Libellula quadrimaculata  
 ● Orthetrum albistylum  
 ● Orthetrum brunneum  
 ● Orthetrum cancellatum  
 ● Oxygastra curtisii  
 ● Platycnemis acutipennis  
 ● Platycnemis pennipes  
 ● Pyrrhosoma nymphula  
 ● Sympetrum meridionale  
 ● Sympetrum sanguineum  
 ● Sympetrum sp  
 ● Sympetrum striolatum  
 ● Cours d'eau  
 ● Site d'étude

Auteur : A. Goubt, SMBVAR  
Date : 28/07/2022  
Outil : QGIS 3.16.3

Répartition des espèces d'odonates retrouvées sur Haut de Grée

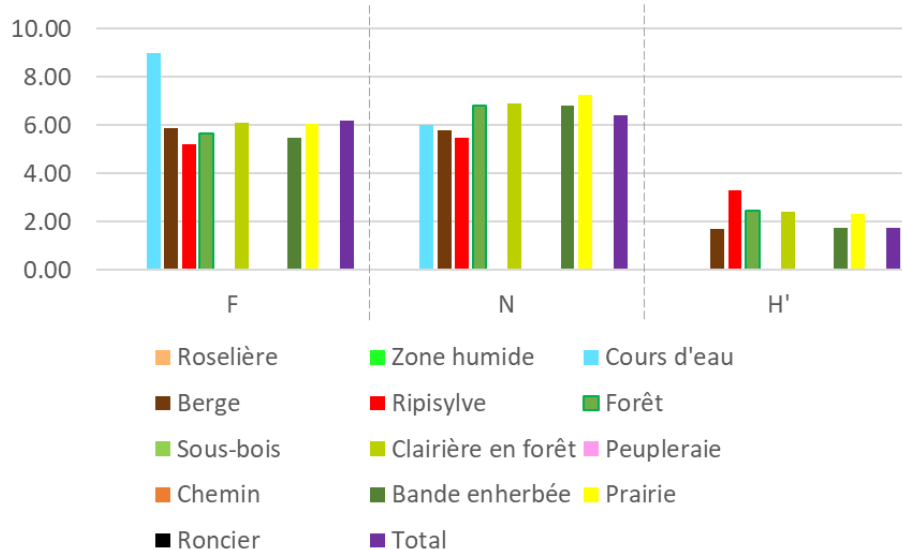


Protocole indicateur		<div>Aeshna Anax Calopteryx Ceratagrion Ceratagrion A Ceratagrion B Ceratagrion C Ceratagrion D Ceratagrion E Ceratagrion F Ceratagrion G Ceratagrion H Ceratagrion I Ceratagrion J Ceratagrion K Ceratagrion L Ceratagrion M Ceratagrion N Ceratagrion O Ceratagrion P Ceratagrion Q Ceratagrion R Ceratagrion S Ceratagrion T Ceratagrion U Ceratagrion V Ceratagrion W Ceratagrion X Ceratagrion Y Ceratagrion Z</div>			
Intégrité du peuplement					
Nom site	Communes concernées	Richesse spécifique	Indice de diversité	Indice d'équitabilité de Pielou	Commentaire
Hauts de grée aval et amont	Chenillé-	6	1.811949	0.70	
Indice de diversité de Shannon					
Nom de l'espèce	Nombre	Pi=ni/N	(Pi*logPi)	H'	1.811949019
Aeshna affinis					
Anax imperator	1	0.021276596	-0.118183		
Calopteryx splendens	3	0.063829787	-0.25338		
Calopteryx virgo	20	0.425531915	-0.524536		
Ceratagrion tenellum					
Coenagrion mercuriale					
Coenagrion puella	2	0.042553191	-0.193812		
Coenagrion scitulum					
Cordulegaster boltonii					
Crocothemis erythraea					
Enallagma cyathigerum					
Erythromma lindenii					
Erythromma viridulum					
Gomphus pulchellus					
Ischnura elegans					
Lestes barbarus					
Lestes dryas					
Lestes sponsa					
Lestes virens virens					
Libellula depressa					
Libellula fulva					
Libellula quadrimaculata					
Orthetrum albistylum					
Orthetrum brunneum					
Orthetrum cancellatum					
Oxygastra curtisii					
Platycnemis acutipennis					
Platycnemis pennipes	19	0.404255319	-0.528225		
Pyrrosoma nymphula	2	0.042553191	-0.193812		
Sympetrum meridionale					
Sympetrum sanguineum					
Sympetrum sp					
Sympetrum striolatum					
Total	47				
Indice d'équitabilité de Pielou					
Paramètre	Valeur				
S (richesse spécifique)	6				
H' (indice de diversité de Shannon)	1.811949019				
Hmax (diversité maximale théorique)	2.584962501				
J' (indice d'équitabilité de Pielou)	0.700957564				

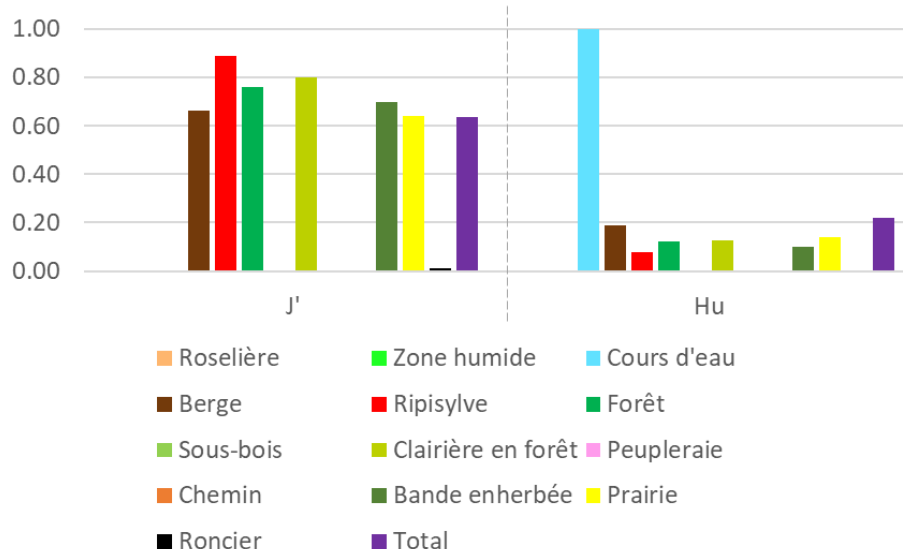
- Un fichier excel de suivi de la flore 2022 par site indicateur (soit 7 fichiers) : comprenant, les résultats bruts, le relevé, une cartographie intégrée, le calcul des indices par relevé et par transect, le calcul des indices par type de milieu.

Nom_site	Nom cours d'eau	BV	Date	N° Transect	N° du relevé	Unité du relevé	Surface prospectée (m²)	Espèce	Coefficient Braun-Blanquet	% strate herbacée	% strate arbutive	% strate arborée	Commentaires	Recouvrement de Braun-Blanquet (r)	Indice Ellenberg (F)	Indice Ellenberg (N)	F*r	N*r	Espèce déterminante zone humide ?	
Le plessis 3k Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	2	Alliaria petio	3	100	0	0	0	0	0	0.375	6	8	2.25	3	non
Le plessis 3k Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	2	Alopecurus r	2	100	0	0	0	0	0	0.175	5	6	0.875	1.05	non
Le plessis 3k Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	2	Cardamine h	1	100	0	0	0	0	0	0.001	5	6	coefficient < coefficient < non		
Le plessis 3k Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	2	Convolvulus	1	100	0	0	0	0	0	0.05	0	0	coefficient < coefficient < non		
Le plessis 3k Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	2	Epilobium t	1	100	0	0	0	0	0	0.001	7	5	coefficient < coefficient < non		
Le plessis 3k Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	2	Juncus bufor	1	100	0	0	0	0	0	0.001	7	5	coefficient < coefficient < oui		
Le plessis 3k Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	2	Lysimachia t	1	100	0	0	0	0	0	0.001	9	2	coefficient < coefficient < non		
Le plessis 3k Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	2	Medicago pc	1	100	0	0	0	0	0	0.001	4	5	coefficient < coefficient < non		
Le plessis 3k Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	2	Plantago ma	3	100	0	0	0	0	0	0.375	5	7	1.875	2.625	oui
Le plessis 3k Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	2	Poa annua	1	100	0	0	0	0	0	0.05	3	2	coefficient < coefficient < non		
Le plessis 3k Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	2	Raphanus ra	1	100	0	0	0	0	0	0.001	5	6	coefficient < coefficient < non		
Le plessis 3k Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	2	Rubus sp	1	100	0	0	0	0	0	0.001	0	0	coefficient < coefficient < non		
Le plessis 3k Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	2	Taraxacum c	1	100	0	0	0	0	0	0.001	5	6	coefficient < coefficient < non		
Le plessis 3k Plessis	Plessis	2022/05/13	1	2	berge rive g	2	Convolvulus	1	100	0	0	0	0	0	0.05	0	0	coefficient < coefficient < non		
Le plessis 3k Plessis	Plessis	2022/05/13	1	2	berge rive g	2	Ranunculus	4	100	0	0	0	0	0	0.625	7	7	4.375	4.375	oui
Le plessis 3k Plessis	Plessis	2022/05/13	1	3	berge rive d	2	Alopecurus r	1	100	0	0	0	0	0	0.05	5	6	coefficient < coefficient < non		
Le plessis 3k Plessis	Plessis	2022/05/13	1	3	berge rive d	2	Arctium lapp	1	100	0	0	0	0	0	0.001	5	9	coefficient < coefficient < non		
Le plessis 3k Plessis	Plessis	2022/05/13	1	3	berge rive d	2	Rubus sp	1	100	0	0	0	0	0	0.05	0	0	coefficient < coefficient < non		
1 Le plessis 30 à 15 Plessis	Plessis	2022/05/13	8	5	forêt luv	20	Geranium	1	100	0	0	0	0	0.005	8	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis 30 à 15 Plessis	Plessis	2022/05/13	8	5	forêt luv	20	Helianthus	2	100	0	0	0	0	0.075	8	5	0.875	0.875	non	
1 Le plessis 30 à 15 Plessis	Plessis	2022/05/13	8	5	forêt luv	20	Acer camp	2	0	0	100	0	0	0.075	5	6	0.875	1.05	non	
1 Le plessis 30 à 15 Plessis	Plessis	2022/05/13	8	5	forêt luv	20	Cladonia	1	0	100	0	0	0	0.045	5	5	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis 30 à 15 Plessis	Plessis	2022/05/13	8	5	forêt luv	20	Urtica dio	3	0	0	0	0	0	0.075	6	3	2.25	3	non	
1 Le plessis 30 à 15 Plessis	Plessis	2022/05/13	8	5	forêt luv	20	Sambucus	2	100	0	0	0	0	0.075	7	8	1.125	1.4	oui	
1 Le plessis 30 à 15 Plessis	Plessis	2022/05/13	8	5	forêt luv	20	Indigofera	2	100	0	0	0	0	0.075	5	6	0.875	1.05	non	
1 Le plessis 30 à 15 Plessis	Plessis	2022/05/13	8	5	forêt luv	20	Geckonia	2	100	0	0	0	0	0.075	6	7	1.125	1.4	oui	
1 Le plessis 30 à 15 Plessis	Plessis	2022/05/13	8	5	forêt luv	20	Carex pen	1	100	0	0	0	0	0.005	8	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis 30 à 15 Plessis	Plessis	2022/05/13	8	5	forêt luv	20	Mulino sp	2	100	0	0	0	0	0.075	6	0	0	0	non	
1 Le plessis 30 à 15 Plessis	Plessis	2022/05/13	8	5	forêt luv	20	Urtica m	2	0	0	100	0	0	0.075	5	7	0.875	1.125	non	
1 Le plessis 30 à 15 Plessis	Plessis	2022/05/13	8	5	forêt luv	20	Humulus	2	100	0	0	0	0	0.075	7	8	1.125	1.4	oui	
1 Le plessis 30 à 15 Plessis	Plessis	2022/05/13	8	5	forêt luv	20	Galium sp	1	100	0	0	0	0	0.045	6	2	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis 30 à 15 Plessis	Plessis	2022/05/13	8	5	forêt luv	20	Sambucus	1	0	100	0	0	0	0.001	5	2	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis 30 à 15 Plessis	Plessis	2022/05/13	8	5	forêt luv	20	Conopsea	1	100	0	0	0	0	0.001	6	5	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis 30 à 15 Plessis	Plessis	2022/05/13	8	5	forêt luv	20	Conopsea	1	100	0	0	0	0	0.001	6	5	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis 30 à 15 Plessis	Plessis	2022/05/13	8	5	forêt luv	20	Polmonaria	1	100	0	0	0	0	0.001	4	5	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis 30 à 15 Plessis	Plessis	2022/05/13	8	5	forêt luv	20	Agrostis	1	100	0	0	0	0	0.001	4	4	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis 30 à 15 Plessis	Plessis	2022/05/13	8	5	forêt luv	20	Geranium	1	100	0	0	0	0	0.001	6	2	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis 30 à 15 Plessis	Plessis	2022/05/13	8	5	forêt luv	20	Ranunculus	1	100	0	0	0	0	0.001	7	2	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis 30 à 15 Plessis	Plessis	2022/05/13	8	5	forêt luv	20	Achillea m	1	100	0	0	0	0	0.001	5	4	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis 30 à 15 Plessis	Plessis	2022/05/13	8	5	forêt luv	20	Linum cat	1	100	0	0	0	0	0.001	4	5	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	2	2	chemin	6	Urtica dio	1	100	0	0	0	0	0.001	8	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	2	2	chemin	6	Achillea m	1	100	0	0	0	0	0.075	5	3	0.875	1.125	non	
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	2	2	chemin	6	Lupinus	1	100	0	0	0	0	0.001	4	7	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	2	2	chemin	6	Geranium	1	100	0	0	0	0	0.001	6	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	2	2	chemin	6	Urtica m	1	100	0	0	0	0	0.001	5	7	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Silene	1	100	0	0	0	0	0.001	4	2	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Conopsea	1	100	0	0	0	0	0.001	4	4	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Conopsea	1	100	0	0	0	0	0.001	4	4	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Polmonaria	1	100	0	0	0	0	0.001	4	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Polmonaria	1	100	0	0	0	0	0.001	4	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Epipactis	1	100	0	0	0	0	0.001	4	3	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Epipactis	1	100	0	0	0	0	0.001	4	7	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Polmonaria	1	100	0	0	0	0	0.001	4	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Polmonaria	1	100	0	0	0	0	0.001	4	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Polmonaria	1	100	0	0	0	0	0.001	4	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Polmonaria	1	100	0	0	0	0	0.001	4	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Polmonaria	1	100	0	0	0	0	0.001	4	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Polmonaria	1	100	0	0	0	0	0.001	4	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Polmonaria	1	100	0	0	0	0	0.001	4	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Polmonaria	1	100	0	0	0	0	0.001	4	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Polmonaria	1	100	0	0	0	0	0.001	4	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Polmonaria	1	100	0	0	0	0	0.001	4	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Polmonaria	1	100	0	0	0	0	0.001	4	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Polmonaria	1	100	0	0	0	0	0.001	4	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Polmonaria	1	100	0	0	0	0	0.001	4	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Polmonaria	1	100	0	0	0	0	0.001	4	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Polmonaria	1	100	0	0	0	0	0.001	4	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Polmonaria	1	100	0	0	0	0	0.001	4	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Polmonaria	1	100	0	0	0	0	0.001	4	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Polmonaria	1	100	0	0	0	0	0.001	4	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Polmonaria	1	100	0	0	0	0	0.001	4	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Polmonaria	1	100	0	0	0	0	0.001	4	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Polmonaria	1	100	0	0	0	0	0.001	4	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1	chemin	4	Polmonaria	1	100	0	0	0	0	0.001	4	6	coefficient < coefficient < non			
1 Le plessis Plessis	Plessis	2022/05/13	1	1																

Moyenne des indices d'humidité, de fertilité et de Shannon selon les types de milieu



Moyenne des indices de Piélou et de la part en taxon indicateur de zone humide selon les types de milieu



Transect 1		Relevé 1	
chemin		Indice Ellenberg	
Espèces >1	recouvrement	F*r	N*r
Alliaria peti	0.375	2.25	3
Alopecurus	0.175	0.875	1.05
Plantago ma	0.375	1.875	2.625
Note Ellenberg		5.4054054	7.2162162
Recouvrement	somme	pi	pi*log2(pi)
0.375	1.433	0.2616888	-0.506126
0.175		0.1221214	-0.370469
0.001		0.0006978	-0.007317
0.05		0.0348918	-0.16891
0.001		0.0006978	-0.007317
0.001		0.0006978	-0.007317
0.001		0.0006978	-0.007317
0.001		0.0006978	-0.007317
0.001		0.0006978	-0.007317
0.375		0.2616888	-0.506126
0.05		0.0348918	-0.16891
0.001		0.0006978	-0.007317
0.001		0.0006978	-0.007317
0.001		0.0006978	-0.007317
0.05		0.0348918	-0.16891
0.05		0.0348918	-0.16891
0.05		0.0348918	-0.16891
0.05		0.0348918	-0.16891
0.05		0.0348918	-0.16891
0.05		0.0348918	-0.16891
0.05		0.0348918	-0.16891
0.05		0.0348918	-0.16891
0.05		0.0348918	-0.16891
Indice de Sh	3.1303566		
Indice d'équ	0.7126891		
Zone humide	0.2857143		

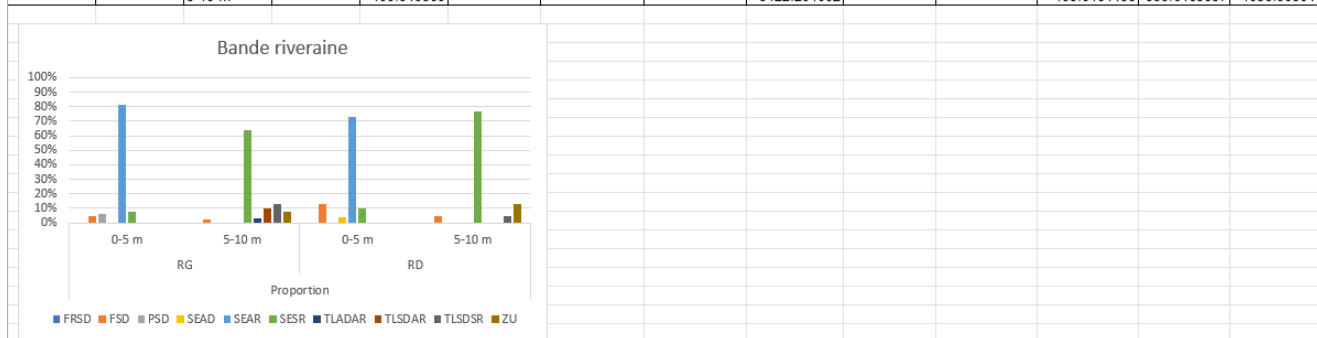


- Un fichier excel de suivi des bandes riveraines par site indicateur (soit 7 fichiers) : comprenant, les résultats bruts, le relevé, la proportion de type de bande riveraine, et le calcul des indices.

id	Date	Nom site	BV	sol0-5RG	sol5-10RG	densite RG	origine RG	epaiss RG	betail RG	protect RG	CommentR	Longueur	layer	path
RG	2022-03-16	La Coudre du Romme	SESR	TLSDAR	absente			0	Non	Non		84.73388558	bande_riv_gai//angers.fr/aggl	
RG	2022-03-16	La Coudre du Romme	SEAR	TLSDSR	continue	naturelle	0-2	Non	Non	Non		105.2861611	bande_riv_gai//angers.fr/aggl	
RG	2022-03-17	La Coudre du Romme	SEAR	SESR	semi_continue	naturelle	0-2	Non	Non	Non		542.0415126	bande_riv_gai//angers.fr/aggl	
RG	2022-03-17	La Coudre du Romme	SEAR	SESR	espacee_reguliee	plantee	0-2	Non	Non	Non	Plan d'eau solé	206.18148	bande_riv_gai//angers.fr/aggl	
RG	2022-03-17	La Coudre du Romme	SEAR	SESR	espacee_reguliee	plantee	0-2	Non	Non	Non		90.04427313	bande_riv_gai//angers.fr/aggl	
RG	2022-03-17	La Coudre du Romme	FSD	ZU	semi_continue	naturelle	0-2	Non	Oui			53.73934652	bande_riv_gai//angers.fr/aggl	
RG	2022-03-17	La Coudre du Romme	SEAR	TLSDAR	continue	naturelle	0-2	Non	Non	Non		321.5178887	bande_riv_gai//angers.fr/aggl	
RG	2022-03-17	La Coudre du Romme	SEAR	TLADAR	continue	naturelle	2-5	Non	Oui			130.8715003	bande_riv_gai//angers.fr/aggl	
RG	2022-03-17	La Coudre du Romme	SEAD	ZU	semi_continue	naturelle	5-10	Non	Non	Non	Drain en eau st	246.980849	bande_riv_gai//angers.fr/aggl	
RG	2022-03-30	La Coudre du Romme	SEAR	SESR	continue	naturelle	0-2	Non	Non	Non		171.4701321	bande_riv_gai//angers.fr/aggl	
RG	2022-03-30	La Coudre du Romme	FSD	FSD	continue	naturelle	5-10	Non	Non	Non		38.46763735	bande_riv_gai//angers.fr/aggl	
RG	2022-03-30	La Coudre du Romme	SEAR	SESR	continue	naturelle	2-5	Non	Non	Non		583.7010469	bande_riv_gai//angers.fr/aggl	
RG	2022-03-30	La Coudre du Romme	SEAR	SESR	continue	naturelle	0-2	Non	Non	Non		331.8417556	bande_riv_gai//angers.fr/aggl	
RG	2022-04-05	La Coudre du Romme	SEAR	SESR	continue	naturelle	0-2	Non	Non	Non		524.6029336	bande_riv_gai//angers.fr/aggl	
RG	2022-04-05	La Coudre du Romme	SEAR	SESR	continue	naturelle	2-5	Non	Non	Non		58.9912495	bande_riv_gai//angers.fr/aggl	
RG	2022-04-05	La Coudre du Romme	FSD	SESR	continue	naturelle	5-10	Non	Non	Non		46.16635397	bande_riv_gai//angers.fr/aggl	
RG	2022-04-05	La Coudre du Romme	SESR	TLSDSR	absente			0	Non	Non		197.0307334	bande_riv_gai//angers.fr/aggl	
RG	2022-04-05	La Coudre du Romme	SESR	SESR	absente			0	Non	Non		18.19427846	bande_riv_gai//angers.fr/aggl	
RG	2022-04-20	La Coudre du Romme	FSD	FSD	continue	naturelle	5-10	Non	Non	Non		48.49465798	bande_riv_gai//angers.fr/aggl	

Site Coudre

			FRSD	FSD	PSD	SEAD	SEAR	SESR	TLADAR	TLSDAR	TLSDSR	ZU	Total
Proportion	RG	0-5 m		5%	6%		82%	7%		3%	10%	13%	100%
		5-10 m		2%				64%				7%	100%
	RD	0-5 m		13%		4%	73%	10%				5%	100%
		5-10 m		5%				77%				13%	100%
Longueur	RG	0-5 m		186.867996	246.980849		3279.375626	299.9588975		130.8715003	406.2517743	515.142587	4013.18337
		5-10 m		86.9622953			2573.235016						4013.18337
	RD	0-5 m		525.999638		162.6934645	2960.45939	407.752516					4056.90501
		5-10 m		199.949309			3122.291002				195.0181138	539.6465837	4056.90501





- 

Point	Date	Concentration µg/L	Q2 mg/L	Q2 %saturation °C	T <sub>eau</sub> °C	T <sub>air</sub> °C	Hum %
0	2022-04-05	630	830	968	84.9	10.2	12.0
1	2022-04-06	820	820	968	84.9	10.2	12.8
2	2022-05-04	630	830	968	84.9	11.1	13.3
3	2022-05-16	750	820	968	84.9	15.5	23.0
1	2022-03-16	520	830	926	85.1	10.0	14
1	2022-03-30	620	850	742	89	11.0	12
1	2022-04-06	610	830	742	89.9	10.2	12
1	2022-04-20	620	830	742	89.9	10.2	12
1	2022-05-04	640	850	740	89.8	11.1	13
1	2022-05-16	650	860	840	84.0	7	10.9
1	2022-06-01	670	810	668	85.9	12.0	16.8
1	2022-06-16	680	860	860	85.9	16.1	22.8
2	2022-07-17	640	910	875	78.7	8.5	12
2	2022-03-30	580	810	755	83.4	10.8	12.5
2	2022-04-05	560	830	814	79.8	9.8	12.7
2	2022-04-20	620	820	803	85.9	13.1	20.1
2	2022-05-04	630	830	845	83.9	11.4	13.5
2	2022-05-16	760	840	845	83.9	17	22.2
3	2022-03-17	470	860	1123	98.8	9	12.2
3	2022-03-30	580	820	751	73.0	11.2	12.7
3	2022-04-05	590	840	930	82.7	10.2	13.0
3	2022-04-20	620	830	827	82.7	10.2	13.0
3	2022-05-04	620	845	692	82.3	12.2	13.8
3	2022-05-16	530	830	840	83.2	17	7
3	2022-06-01	620	820	636	82.3	13.5	18.0
3	2022-06-16	630	840	826	83.8	17.8	22.5
3	2022-07-06	500	790	836	84.5	16.0	24.4
4	2022-03-30	680	810	575	54.2	11.8	12



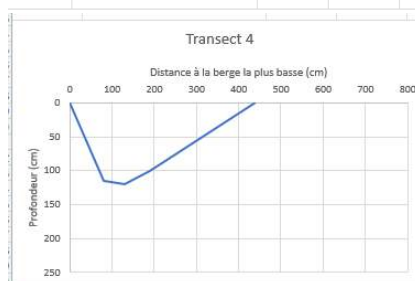
{ CCXIV }

- Un fichier excel de suivi de la morphologie par site indicateur (soit 7 fichiers) : comprenant, les résultats bruts, une cartographie intégrée, les résultats de faciès d'écoulement par section, la granulométrie dominante par section, les résultats et représentations graphiques de profils en travers, les résultats de bande riveraine, et les calculs d'indice de sinuosité



# PROFIL EN TRAVERS

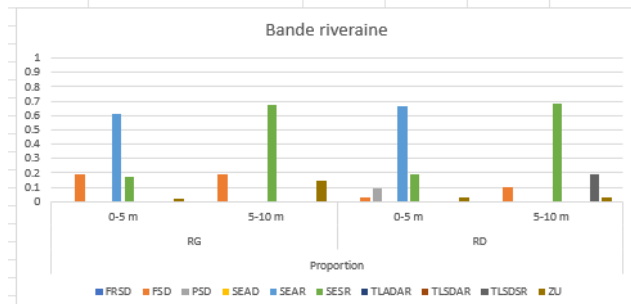
	Transect 1		Transect 2		Transect 3		Transect 4		T-amont1		Transect 6		Transect 7		Trans
Profil en travers	1st berge bas	Hauteur	1st berge bas	Hauteur	1st berge bas	Hauteur	1st berge bas	Hauteur	1st berge bas	Hauteur	1st berge bas	Hauteur	1st berge bas	Hauteur	1st berge bas
Remarques	Berge droite		Berge gauche		Berge droite		Berge gauche		Berge droite						0
Berge la plus basse	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Origine	10	70	60	77	210	65	80	115	110	116					
Pied de berge bas (cm)	230	80	220	90	270	87	130	120	180	124					
Hauteurs plein bord (cm)	410	90			300	106			230	120					
	550	80			320	87			290	124					
					420	76									
Pied de berge haut (cm)	640	70	500	80	520	59	190	100	380	110					
Largeur plein bord (cm)	730	0	675	0	590	0	440	0	610	0	0	0	0	0	
Pente berge basse (%)	700.0		128.3		31.0		143.8		105.5		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!
Pente berge haute (%)	77.8		45.7		84.3		40.0		47.8		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!
Largeur mouillée (cm)	630		440		310		110		270		0		0		0
Moyenne des Hpb (cm)	83.3		90.0		89.0		120.0		122.7		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!
Rapport Lpb/Hpb	6.76		7.50		6.63		3.67		4.97		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!
N photos	20220328_094500		20220328_115301		20220328_152809		20220328_144458		20220425_153309						



## BANDE RIVERAINE

Site Marcé

			FRSD	FSD	PSD	SEAD	SEAR	SESR	TLADAR	TLSDAR	TLSDSR	ZU	Total
Proportion	RG	0-5 m		19%			62%	17%				2%	100%
		5-10 m		19%				67%				14%	100%
	RD	0-5 m		3%	9%		67%	19%				3%	100%
		5-10 m		10%				68%			19%	3%	100%
Longueur	RG	0-5 m		303.93941			1005.0472	282.78167				40.185319	1631.9536
		5-10 m		303.93941				1094.8691				233.14512	1631.9536
	RD	0-5 m		42.402137	149.03852		1106.0236	312.21947				44.879173	1654.5629
		5-10 m		164.93327			1132.531				312.21947	44.879173	1654.5629



## INDICE DE SINUSOITE

Distance écologique	1338.1606
Distance euclidienne	1334
Si	1.00



**POLYTECH<sup>®</sup>**  
TOURS

**35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS**  
**37200 TOURS**

Anaëlle Goubi  
IMA  
2021-2022

## Réalisation d'inventaires faune/flore, suivi physico-chimique et morphologique de cours d'eau en préalable à des actions de restauration de milieux aquatiques

Résumé : Ce stage de 6 mois intervient un ou deux ans avant des travaux de restauration prévus sur 6 bassins versants du territoire du SMBVAR. Deux protocoles de suivis ont été réalisés afin de produire un état des lieux sur 13 sites différents. Ils ont permis de mettre en évidence des cours d'eau qui ont été largement impactés par des actions anthropiques : faciès d'écoulement homogènes, cours d'eau rectiligne, lit incisé. Toutefois, ces sites présentent un bon potentiel écologique compte tenu de la diversité faunistique et floristique inventoriée. De nombreuses espèces protégées ont été retrouvées et chaque site comportait au moins un habitat favorable à l'accueil de ces espèces. Cependant, la présence de la Jussie sur l'un de ces sites pourrait constituer une menace en cas de non gestion.

Parallèlement, un protocole de suivi avant et après travaux de restauration sur plans d'eau a été construit. Les indicateurs de suivis sélectionnés sont Température, Piézométrie, Amphibiens, Odonates et Flore. Ces indicateurs de suivi ont fait l'objet d'une étude approfondie sur les plans d'eau ainsi que d'une véritable adaptation au territoire du SMBVAR. Enfin, le protocole de suivi de plans d'eau semble bien rendre compte de la caractérisation du milieu et pourra être employés dans les années suivantes par le syndicat.

Abstract : This 6-month internship takes place one or two years before the planned restoration work on 6 watersheds in the SMBVAR territory. Two monitoring protocols were carried out in order to produce a state of play for 13 different sites. That allowed to highlight that watercourses have been largely impacted by anthropogenic actions: homogeneous flow facies, straight watercourses, incised bed. However, these sites have good ecological potential given the faunal and floristic diversity inventoried. Many protected species were found and each site had at least one favourable habitat for these species. However, the presence of Primrose willow on one of these sites could constitute a threat in the event of non-management. At the same time, a monitoring protocol before and after restoration work on bodies of water was drawn up. The monitoring indicators selected are Temperature, Piezometry, Amphibians, Odonata and Flora. These monitoring indicators have been the subject of an in-depth study on the water bodies as well as a real adaptation to the territory of the SMBVAR. Finally, the water body monitoring protocol seems to reflect the characterization of the environment well and could be used in the following years by the syndicate.

**Mots Clés : Restauration, Suivis, Protocole, Plan d'eau, Basses Vallées Angevines, Etat des lieux, Hydromorphologie, Biodiversité**

**Syndicat Mixte des Basses Vallées Angevines et de la Romme**  
**4 rue Saint-Etienne 49100 Angers**

**Tuteur entreprise :**  
**Sylvain Chollet**  
**Technicien rivière**

**Tuteur académique :**  
**Sabine Greulich**