



elements

www.elements.green

SOLEIL ÉLÉMENTS 10

PROJET DE CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE FLOTTANTE DE CHEVENON

ANNEXE 6 DE L'ÉTUDE D'IMPACT
-
ÉTUDE HYDROBIOLOGIQUE

Commune de Chevenon (58)

Rapport n°R2002304-EI-V2

Janvier 2021

GEO+
Environnement



GEOPLUS ENVIRONNEMENT
Contribution à l'étude d'impact du projet d'implantation d'un
parc photovoltaïque

État initial des plans d'eau de Chevenon (58)

Août 2020



Cette étude fait l'objet d'une compensation carbone

6 agences couvrant l'ensemble du territoire et
plus de **20 ans d'expérience** d'étude des milieux aquatiques.

Agence Sud-Ouest - Siège social

ZA du Grand Bois Est, route de Créon
33750 SAINT-GERMAIN-DU-PUCH
Tel. 05 57 24 57 21
contact@aquabio-conseil.com

Agence Centre

ZAC les Acilloux, 10 rue Hector Guimard
63800 COURNON D'AUVERGNE
Tel. 04 73 24 77 40
centre@aquabio-conseil.com

Agence Nord-Est

Ferme du Marot - D14
25870 CHÂTILLON-LE-DUC
Tel. 03 81 52 97 46
nord-est@aquabio-conseil.com

Agence Ouest

ZAC Beauséjour, rue de la gare du tram
35520 LA MÉZIÈRE
Tel. 02 99 69 73 77
ouest@aquabio-conseil.com

Agence Sud-Est

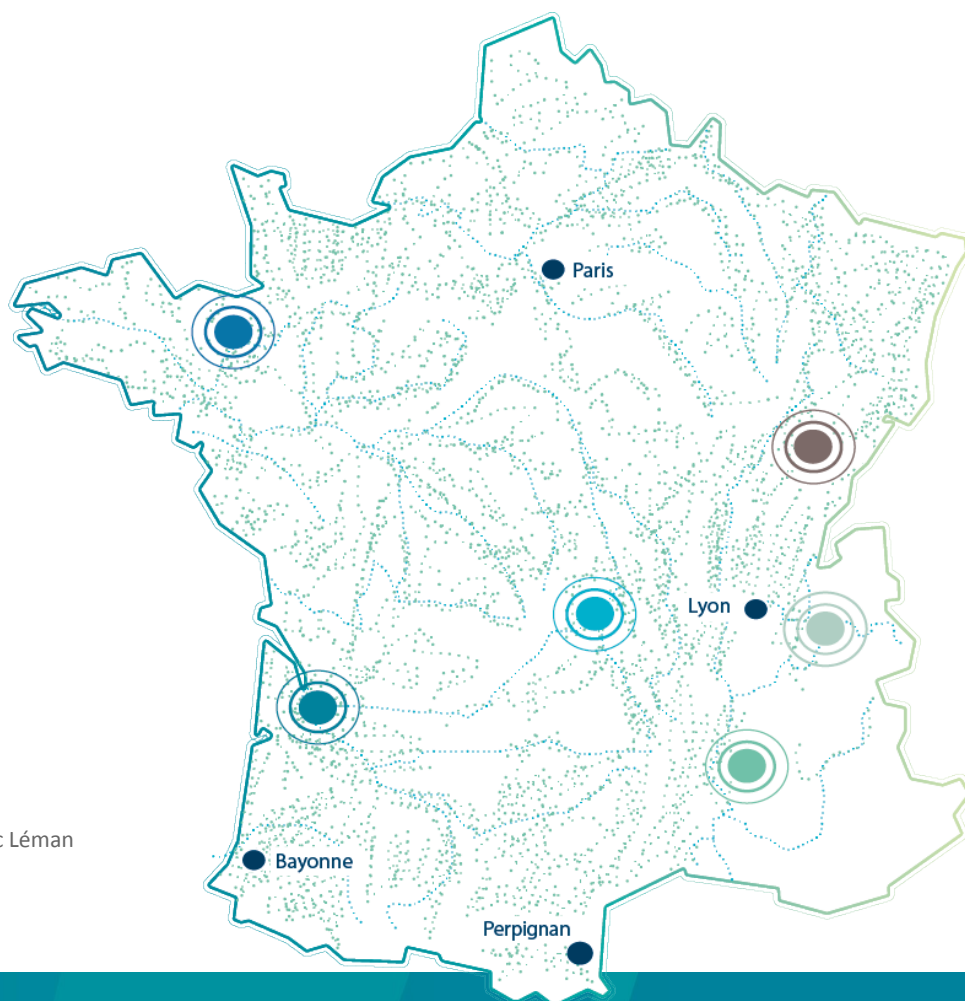
11 rue de la Charette Bleue
26110 NYONS
Tel. 04 75 26 03 32
sud-est@aquabio-conseil.com

Agence de Chambéry

Bâtiment Andromède, 108 avenue du Lac Léman
BP70363
73372 Le Bourget du Lac Cédex
Tel. 04 79 33 64 55
chambery@aquabio-conseil.com

Nos relais et partenaires locaux

Paris, Bayonne, Lyon, Perpignan



CF201-23

VERSION 1

23.11.20

M200430

RÉDACTEUR

Nom : Sarah MILLET
Date : 23 novembre 2020
Visa :



VALIDATEUR

Nom : Matthieu BLANCHARD
Date : 23 novembre 2020
Visa :



SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	3
INTRODUCTION.....	4
PRÉSENTATION DU PROJET.....	5
MÉTHODOLOGIE.....	6
I. Mesures physico-chimiques <i>in situ</i>	6
I.1. Détermination de la zone euphotique (Zeu).....	6
II. Prélèvements et analyses physico-chimiques.....	7
II.1. Prélèvements d'eau intégrés.....	7
II.2. Conditionnement – Transport.....	7
III. Prélèvements et analyses d'ADN environnemental.....	7
III.1. Prélèvement.....	7
III.2. Protocole d'analyse.....	8
IV. BECOME (BIOÉVALUATION DES ÉCOSYSTÈMES MARES ET ÉTANGS).....	9
IV.1. Principes du projet de recherche BIOME et de l'indicateur BECOME.....	9
IV.2. Limites d'application.....	9
IV.3. Suivi des macrophytes.....	10
IV.4. Suivi des invertébrés.....	11
OUTILS D'INTERPRÉTATION.....	13
I. Physico-chimie.....	13
II. ADN environnemental.....	13
III. Indicateurs BECOME.....	13
III.1. Prise en compte des facteurs biogéographiques dans la construction des indicateurs.....	14
III.2. L'indice multi-métrique BECOME.....	15
III.3. Indicateurs complémentaires à l'indice BECOME.....	18
RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS.....	19
I. Localisation du site et date de prélèvement.....	19
II. Physico-chimie.....	19
II.1. Profils.....	19
II.2. Physico-chimie générale.....	20
II.3. Chlorophylle a.....	20
III. Biologie.....	21
III.1. ADN environnemental.....	21
III.2. Macrophytes et invertébrés – BECOME.....	23
III.3. Métriques qualitatives complémentaires.....	24
IV. Hypothèses d'impacts du projet photovoltaïque flottant sur la faune et la flore aquatique.....	25
IV.1. Impact sur la flore aquatique.....	25
IV.2. Impact sur la faune aquatique ou non aquatique.....	26
CONCLUSION.....	27
BIBLIOGRAPHIE.....	28
ANNEXES.....	32
Annexe 1 : Résultats des analyses physico-chimiques LPL.....	32
Annexe 2 : Résultats ADN environnemental SPYGEN.....	32
Annexe 3 : Résultats BECOME.....	32

INTRODUCTION

À la demande du bureau d'études Géoplus environnement une étude hydrobiologique a été menée par AQUABIO en 2020 sur d'anciennes gravières à Chevenon (58).

Cette étude a pour but de réaliser un **état initial de la qualité et du fonctionnement écologique du plan d'eau** et contribue à l'étude d'impact du projet d'installation d'un parc photovoltaïque sur les plans d'eau.

Cette étude a consisté en la réalisation :

- > de prélèvements d'eau et de mesures physico-chimiques *in situ* pour mettre en lien le fonctionnement physico-chimique du plan d'eau et les communautés en place.
- > de prélèvements pour rechercher l'ADN environnemental afin d'identifier les espèces d'amphibiens, de mammifères aquatiques et de poissons présentes dans les plans d'eau
- > d'échantillonnages de macrophytes et d'invertébrés reposant sur le projet de recherche BIOME (Bioindication des Mares et Étangs) qui permet notamment de calculer l'indicateur multimétrique BECOME (Indice de Bioévaluation des ÉCOSystèmes Mares et Étangs),

Le tableau suivant donne la liste du personnel d'AQUABIO ayant participé à l'étude.

Tableau 1 : Personnel ayant participé à l'étude

		Prélèvements	Analyses	Rapport d'étude
Directeur technique et du Développement	Matthieu BLANCHARD			X(validation)
Référente études plans d'eau	Sarah MILLET			X
Hydroécologues	Frédéric LABAT	X	X	
	Jérémy AUBOIN	X		
	Mathieu COURTE		X	
	Pierre OLIVIER (Tutorat)		X	

PRÉSENTATION DU PROJET

Un projet de panneaux photovoltaïques flottants est en cours de réflexion sur 3 carrières en eau au lieu-dit la Grange des Femmes sur la commune de Chevenon dans la Nièvre. Ces gravières sont situées dans la plaine alluviale de la Loire à environ 200m du lit majeur du fleuve. Deux sites ne sont plus exploités (plans d'eau nord et sud) et un troisième est en cours d'exploitation.

Ces panneaux photovoltaïques recouvreraient une grande partie de la surface de l'eau (voir figure 1 : emprise des panneaux en bleu).

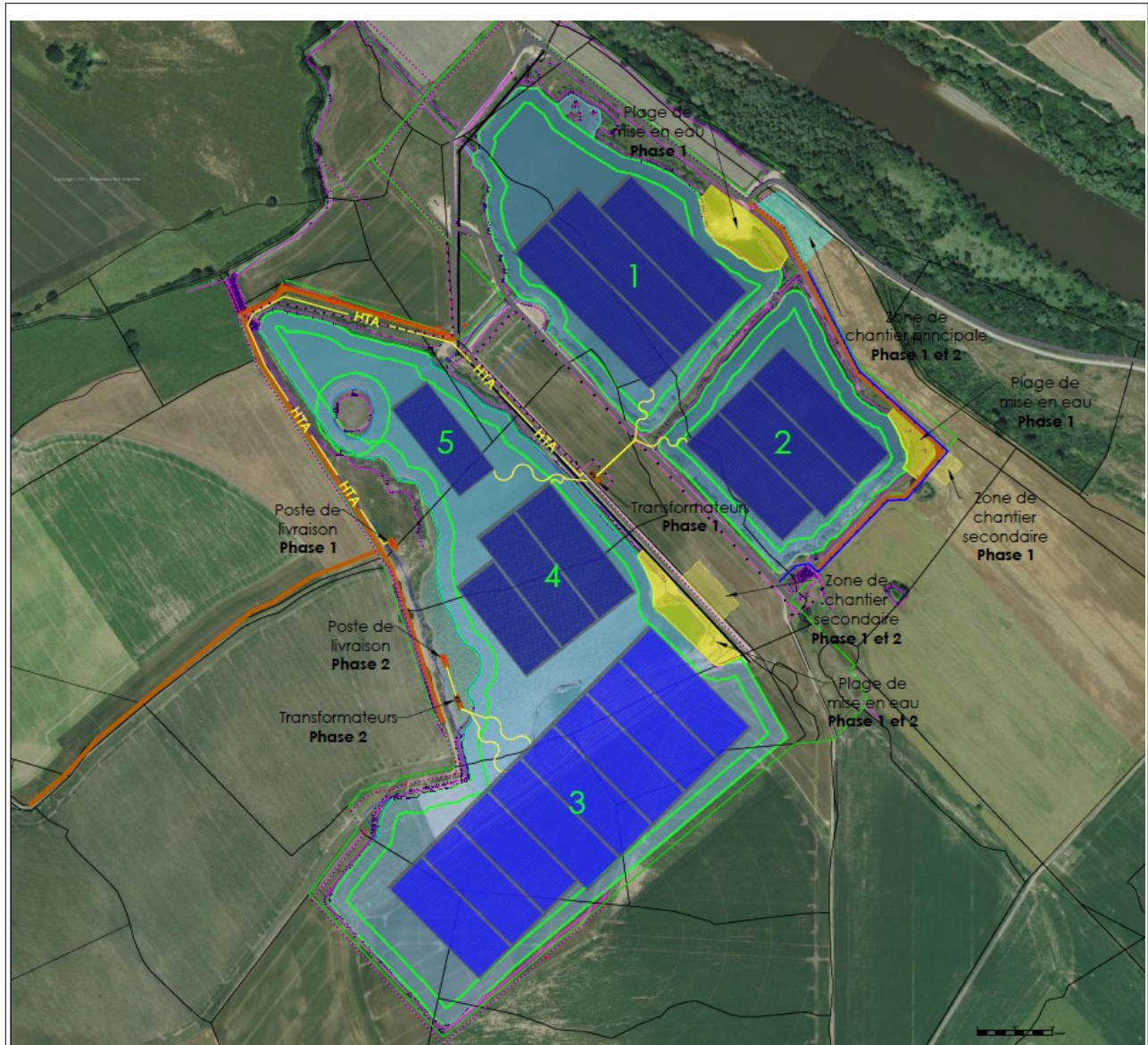


Figure 1 : Schéma d'implantation des panneaux photovoltaïques sur le site de Chevenon (source : bureau d'études éléments)

MÉTHODOLOGIE

I. MESURES PHYSICO-CIMIQUES *IN SITU*

Les paramètres présentés dans le Tableau 2 ci-dessous sont mesurés à des pas de profondeur réguliers dont l'espacement dépend de la profondeur maximale du plan d'eau. Ainsi pour les plans d'eau de Chevenon dont les profondeurs sont inférieures à 15 m, les mesures sont prises à la surface puis tous les 0,5 m jusqu'au fond du plan d'eau.

Tableau 2 : Paramètres mesurés et précision de la sonde YSI EXO 3

	Unité	Plage de mesure	Résolution	Précision
pH	Unité pH	0 à 14	0,01	± 0,1
O ₂ dissous concentration	mg/l	0 à 50 mg/l	0,01 mg/l	± 1 % de la lecture si < 20 mg/l ± 5 % de la lecture si > 20mg/l
O ₂ dissous saturation	%	0 à 500 %	0,1 %	± 1 % de la lecture < 200 % ± 5 % de la lecture si > 200 %
Conductivité	µS/cm	0 à 200 000 µS/cm	0,1 à 10 µS/cm selon la plage de mesure	± 0,5% de la valeur si <100000µS/cm ±1 % si >100000µS/cm
Température	°C	- 5 à + 50°C	0,001 °C	± 0,01 °C si <35°C ± 0,05 °C si >35°C

Le matériel de mesure utilisé est une sonde Multi-paramètres YSI EXO 3 de 100 m couplée à un PDA permettant la lecture, l'enregistrement puis l'export des données.

Les appareils ont été vérifiés et étalonnés suivant notre procédure interne (étalonnage avant départ en campagne puis vérification quotidienne pour paramètre pH et conductivité et réétalonnage le cas échéant).

Les mesures ont été faites après stabilisation des valeurs et selon les préconisations des fabricants.



I.1. Détermination de la zone euphotique (Zeu)

La profondeur de la zone euphotique (zone théorique de pénétration de la lumière) est mesurée à chaque campagne, car elle conditionne la réalisation des prélèvements d'eau et de phytoplancton.



Pour ce faire, la transparence a été mesurée à l'aide d'un disque de Secchi. Le disque a été immergé du côté le plus ombragé de l'embarcation. La profondeur de disparition du disque a été notée, puis la profondeur de réapparition. Cette opération a été renouvelée 5 fois et une moyenne des profondeurs de disparition et de réapparition a été faite et a donné la valeur de la transparence.

La profondeur de la zone euphotique a alors été calculée selon la formule : $Zeu = 2,5 \times \text{transparence}$.

II. PRÉLÈVEMENTS ET ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

II.1. Prélèvements d'eau intégrés

Les prélèvements intégrés sur la zone euphotique ont été réalisés à l'aide d'un tube échantillonneur vertical KC DENMARK de longueur 2 m pour les plans d'eau de faible profondeur.

La technique de prélèvement consiste à envoyer un peson relié à un filin à une profondeur donnée et de laisser ensuite descendre le tube cristal le long du filin jusqu'à contact avec le peson. La colonne d'eau de 2 m située au-dessus du peson est ainsi échantillonnée.

L'opération est répétée plusieurs fois afin de couvrir l'ensemble de la zone prospectée et d'obtenir le volume nécessaire au remplissage de l'ensemble des flacons. Les différents prélèvements sont mélangés dans une cuve en inox afin de constituer un échantillon homogène.



II.2. Conditionnement – Transport

Le flaconnage nécessaire aux prélèvements a été fourni par le Laboratoire des Pyrénées et des Landes (LPL).

Suite au prélèvement, les échantillons ont été introduits dans un frigo pour abaisser leur température afin de permettre leur arrivée au laboratoire à une température égale à $5\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$.

Avant leur envoi, les échantillons ont été transférés dans des glacières dans lesquelles ont été introduits des pains de glace dans le but de garantir leur acheminement en maintenant la température à $5\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$.

Les paramètres analysés sont les suivants : nitrates, nitrites, ammonium, phosphore total, orthophosphates et chlorophylle a

III. PRÉLÈVEMENTS ET ANALYSES D'ADN ENVIRONNEMENTAL

III.1. Prélèvement

Le protocole de prélèvement en grand milieu aquatique stagnant se divise en deux étapes :

Nous réalisons la filtration en continu en réalisant une prospection du site étudié depuis une embarcation en veillant :

- à ce que l'embarcation utilisée ne navigue que dans le site étudié
- à ne pas repasser deux fois au même endroit
- à ce que la crépine soit positionnée en tête de bateau.
- à filtrer l'eau des habitats les plus propices au développement des groupes ciblés.

La filtration consiste en un passage dans une capsule de filtration stérile grâce à une pompe. Les fragments d'ADN environnemental présents dans l'eau sont retenus au niveau de la membrane de la capsule. Une fois l'ensemble du volume d'eau filtré, la capsule de filtration est remplie d'un tampon de conservation. Celui-ci permet d'empêcher la détérioration de l'ADN filtré. La capsule de filtration est identifiée par un numéro unique permettant de ne pas confondre les sites étudiés entre eux. La capsule ainsi identifiée est envoyée au laboratoire pour analyse.



III.2. Protocole d'analyse

Pour analyser les échantillons d'ADN environnemental obtenus à l'aide des protocoles présentés ci-dessus nous disposons de deux types d'approches. Une approche spécifique aussi appelée Barcoding ADNe ou VigiDNA S et une approche multi-spécifique aussi appelée Metabarcoding ADNe ou VigiDNA M.

Les extractions d'ADN ont été réalisées dans une salle dédiée à l'ADN rare ou dégradé. Une amplification de l'ADN a ensuite été effectuée avec un couple d'amorces universel pour les Amphibiens, un couple d'amorces universel pour les Mammifères aquatiques et un couple d'amorces universel pour les Poissons (12 répliqués par échantillon et par groupe taxonomique) puis les échantillons amplifiés ont été séquencés à l'aide d'un séquenceur nouvelle génération (MiSeq - Illumina). À chaque étape du protocole des témoins négatifs ont été analysés en parallèle aux échantillons, afin de contrôler la pureté des consommables utilisés et de détecter d'éventuelles contaminations croisées au cours de la manipulation (*cf. Extraction (-) & PCR (-) dans Contrôles qualité*).

Les séquences obtenues ont été analysées avec des outils bio-informatiques permettant d'éliminer les erreurs dues à l'amplification ou au séquençage (à l'aide de différents filtres) et de comparer chaque séquence avec les bases de référence Amphibiens, Mammifères aquatiques et Poissons de SPYGEN® et EMBL. Une liste d'espèces a ensuite été établie pour chaque échantillon avec la base de référence et le nombre de séquences ADN attribués à chaque espèce ainsi que, pour les Amphibiens et les Poissons, le nombre de répliqués positifs.

IV. BECOME (BIOÉVALUATION DES ÉCOSYSTÈMES MARES ET ÉTANGS)

IV.1. Principes du projet de recherche BIOME et de l'indicateur BECOME

L'indice BECOME est issu du projet de recherche BIOME. Ce projet, débuté en 2012 a obtenu une labellisation du conseil scientifique du pôle de compétitivité DREAM avant d'obtenir en 2016 un financement de l'ADEME dans le cadre des Initiatives PME Biodiversité. Les travaux de recherche se sont terminés officiellement fin 2018.

Cet indice est basé sur :

- > des métriques de sensibilités aux pressions, dont certaines traduisant des fonctions bio-écologiques, donnant du sens à l'indice
- > des métriques d'évaluation de l'intérêt conservatoire des sites.

Les plans d'eau peu profonds correspondent aux plans d'eau dont la profondeur est suffisamment faible pour (1) permettre une colonisation de la quasi-totalité du plan d'eau par les macrophytes ou (2) provoquer un polymictisme (pas de stratification de la colonne d'eau ou colonne d'eau mélangée indépendamment de la saison sous l'effet du vent) (PADISÁK & REYNOLDS, 2003).

Les plans d'eau peu profonds se caractérisent par deux états bien distincts :

- > un état « clair », fonctionnel, avec des eaux claires, des communautés de macrophytes et d'invertébrés diversifiées
- > un état « turbide », dysfonctionnel, provoquant des blooms phytoplanctoniques et une banalisation très importante de la faune et de la flore (diminution de la luminosité, disparition des habitats favorables à la faune, problèmes d'oxygénation pendant la nuit, production de toxines...). Cet état peut être pérenne ou saisonnier (SCHEFFER, 2004). Le basculement en état turbide est en général lié (1) à un enrichissement d'origine anthropique en nutriments, (2) l'introduction de poissons fouisseurs (carpes, brèmes) ou d'écrevisses invasives, (3) une communauté de macrophytes réduite à absente, liée à des particularités ou à des dégradations morphologiques, et (4) des cataclysmes climatiques.

Les indicateurs développés dans ce projet de recherche prennent en compte ces deux états et permettent :

- > d'évaluer la biodiversité floristique et/ou invertébrés du milieu au moment du prélèvement
- > d'évaluer les fonctions bio-écologiques majeures apportées par les invertébrés et les macrophytes
- > d'évaluer un niveau d'altération global ou spécifique en lien avec un large panel de pressions (eutrophisation, empoisonnement, altération morphologique...)

À partir de ces indicateurs, il est possible de :

- > comprendre le fonctionnement et les dysfonctionnements éventuels
- > réaliser des études d'impact conformes à la réglementation des zones humides
- > piloter, évaluer et valoriser des actions de gestion.

IV.2. Limites d'application

Les méthodes d'échantillonnage sont applicables pour toute zone humide en eau libre lenticue.

Les indices obtenus à partir de ces méthodes ne sont valables que pour des plans d'eau de 10 m² à 50 ha, peu profonds (<6 m de profondeur en moyenne). L'échantillonnage doit être réalisé en période de croissance des macrophytes (de mi-mai à août). Les indices ne sont en principe pas valables pour les mares temporaires qui ne sont jamais en eau durant cette période (par exemple, certaines mares temporaires méditerranéennes, en eau uniquement en février-mars). Les plans d'eau saumâtres peuvent être également évalués, mais les valeurs de référence de certaines sous-métriques sont peu robustes en raison d'un jeu de données insuffisant.

En dehors des limites d'application de ces indices, ceux-ci peuvent être utilisés dans le cadre de suivis, ou en comparant les résultats avec d'autres sites échantillonnés dans les mêmes conditions.

IV.3. Suivi des macrophytes

IV.3.1. Pourquoi étudier les macrophytes ?

- > Les macrophytes sont l'habitat le plus biogène des plans d'eau peu profonds (SCHEFFER, 2004 ; HANSON *et al.*, 2015). Une communauté diversifiée est donc essentielle au bon fonctionnement des plans d'eau peu profonds.
- > Ils limitent les phénomènes de houle qui peuvent entretenir un état turbide sur les plus grands plans d'eau (SCHEFFER *et al.*, 1993).
- > Ils sont en compétition avec le phytoplancton et le périphyton, empêchant le basculement en état turbide (ZHANG *et al.*, 2018 ; SONG *et al.*, 2019 ; BARROW *et al.*, 2019). Les macrophytes peuvent également empêcher l'apparition de ces blooms en sécrétant des substances allélopathiques (MULDERIJ *et al.*, 2007), qui limitent la croissance de certaines algues ou végétaux.

IV.3.2. Méthode d'échantillonnage et de traitement au laboratoire

Ce protocole est une adaptation de la méthode PSYM (Grande-Bretagne (SHELLEY, 2009)) et de la norme XPT90-328 (Échantillonnage des communautés de macrophytes en plans d'eau (AFNOR, 2010)) aux plans d'eau de superficie inférieure à 50ha.

Cette méthode est principalement basée sur l'observation des communautés macrophytiques des plans d'eau avec identification des taxons, estimation de leur abondance et prélèvements éventuels d'échantillons pour vérification. Les algues filamenteuses ne sont pas échantillonnées, en raison d'une trop grande variabilité temporelle des communautés sur ces milieux (TAROZZI, 2014).

La mise en place de transects ou d'unités d'observation n'a pas été retenue, car moins représentatives et plus lentes à mettre en œuvre sur les petits plans d'eau, très hétérogènes (LABAT, 2015).

Le relevé inclut tous les taxons des macrophytes présents avec leur abondance relative respective à l'échelle de la zone observée. L'abondance est notée sous la forme d'indice de recouvrement (AFNOR, 2010).

Tableau 3 : Évaluation de l'indice de recouvrement

Indice de recouvrement R	Description
1	Quelques pieds
2	Quelques petits herbiers
3	Petits herbiers assez fréquents
4	Grands herbiers discontinus
5	Herbiers continus

Tous les taxons dont la détermination *in situ* est hasardeuse sont prélevés pour être déterminés au laboratoire. Il s'agit en particulier de la plupart des bryophytes et de certains genres de phanérogames susceptibles de présenter des difficultés de détermination *in situ* (*Ranunculus*, *Potamogeton*, *Callitriche*, *Utricularia*, etc.).



Figure 2 : Identification *in situ* des macrophytes sur une mare pyrénéenne

IV.4. Suivi des invertébrés

IV.4.1. Pourquoi étudier les invertébrés ?

Les plans d'eau sont des pièges à matières : s'ils ne disposent pas d'un édifice trophique complexe assurant la dégradation, le recyclage, l'exportation ou le maintien dans la chaîne alimentaire de la matière organique, celle-ci s'accumule plus rapidement, entraînant des dysfonctionnements ou un comblement plus rapide du plan d'eau.

- > Les invertébrés occupent la quasi-totalité des niches trophiques des plans d'eau (figure 3). Ils participent très largement au recyclage et à la dégradation des matières organiques vivantes et mortes, et contrôlent le développement de l'épiphyton qui peut contribuer au basculement en état turbide (COVICH *et al.*, 1999 ; JONES & WALDRON, 2003). L'analyse de l'édifice trophique des invertébrés permet d'obtenir une image de ce dont ils se nourrissent : matières organiques mortes, phytoplancton, zooplancton, périphyton, et même une partie des vertébrés. Leurs cycles de vie sont de plusieurs mois à plusieurs années. Ils sont donc une expression synthétique du fonctionnement trophique global du plan d'eau sur plusieurs mois.
- > Certains insectes aquatiques ont la capacité de voler et peuvent quitter le plan d'eau. Ils sont donc une source d'exportation potentielle de matière organique susceptible de ralentir l'enrichissement et le comblement du plan d'eau (GRATTON *et al.*, 2008 ; BARTRONS *et al.*, 2018). Cette exportation est plus importante pour les espèces qui ne sont aquatiques qu'à l'état larvaire, ces dernières n'y retournant que pour pondre. Ces insectes sont largement consommés par de nombreux vertébrés et insectivores, dont de nombreuses espèces à fortes valeurs patrimoniales (oiseaux, chauves-souris, odonates adultes...)(WALTERS *et al.*, 2008 ; HOLLAND *et al.*, 2018).

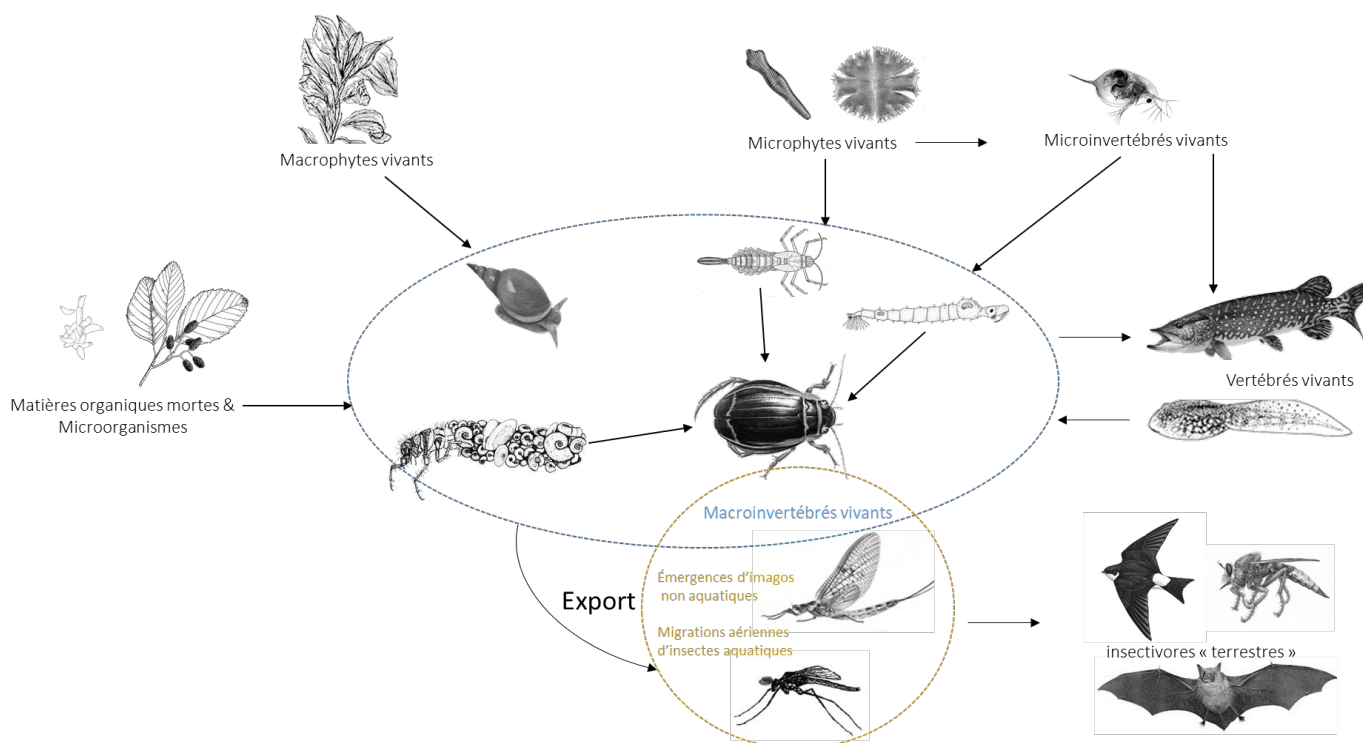


Figure 3 : Place des invertébrés dans le réseau trophique du plan d'eau et pour partie dans les écosystèmes environnants (source : AQUABIO)

IV.4.2. Méthode d'échantillonnage et de traitement au laboratoire

L'échantillonnage repose sur la définition de grandes catégories d'habitat, identifiées sur le terrain lors de la prospection macrophytes. Tous les habitats présents sont échantillonnés. Le nombre d'échantillons élémentaires peut varier de 2 à 12.

Les prélèvements sont réalisés au filet haveneau. Les supports déposés (sables, vases...), les algues, les lentilles d'eau et les Sphaignes sont échantillonnés sur une superficie de 0,05 m². Les autres habitats sont échantillonnés à l'aide d'une technique « troubleau » sur environ 1 m².

Le matériel est régulièrement désinfecté à l'éthanol à 70 % afin d'éviter au maximum les risques de contamination entre plans d'eau.



Figure 4 : Prélèvement au filet haveneau dans une gravière de la Garonne

Les échantillons sont ensuite étiquetés individuellement et stabilisés avec une solution d'alcool et de formol saturée en carbonate de calcium.

Les macro-invertébrés sont ensuite triés et déterminés par échantillon élémentaire au laboratoire selon les exigences de la norme XPT90-388, avec quelques différences sur les niveaux d'identification, fournies dans le livret guide (LABAT *et al.*, 2019).

OUTILS D'INTERPRÉTATION

I. PHYSICO-CHIMIE

Une analyse des profils physico-chimiques sera réalisée afin de déceler d'éventuels problèmes d'oxygénation ou d'eutrophisation.

Concernant les paramètres physico-chimiques généraux, les seuils à prendre en compte sont calculés à partir des formules présentées au §2.1.1 de l'annexe 3 de l'arrêté du 27/07/2018, et sont dépendants de la profondeur moyenne du plan d'eau considéré. Ils sont présentés dans les tableaux 4, 5 et 6 ci-dessous :

Tableau 4 : Limites de classe d'état écologique pour l'élément Phosphore total

Lacs	P. moy	Phosphore total (médiane - µg/L)				
		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Carrière en exploitation	1,68	38	53	74	103	> 103
Plan d'eau Nord	2,8	32	45	63	88	> 88
Plan d'eau Sud	2,4	34	47	66	93	> 93

Tableau 5 : Limites de classe d'état écologique pour l'élément Ammonium

Lacs	P. moy	Ammonium (maximum - µg/L)				
		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Carrière en exploitation	1,68	160	236	334	437	> 437
Plan d'eau Nord	2,8	148	222	295	387	> 387
Plan d'eau Sud	2,4	152	226	307	401	> 401

Tableau 6 : Limites de classe d'état écologique pour l'élément Nitrates

Lacs	P. moy	Profondeur de Secchi (médiane - m)				
		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Carrière en exploitation	1,68	1,36	1,01	0,74	0,55	< 0,55
Plan d'eau Nord	2,8	1,57	1,16	0,86	0,63	< 0,63
Plan d'eau Sud	2,4	1,51	1,11	0,82	0,60	< 0,6

La qualité physico-chimique est normalement déterminée à partir de 4 campagnes de prélèvement. La classe d'état écologique ne sera donc donnée qu'à titre indicatif.

Le phytoplancton n'a pas été étudié lors de ce suivi. Cependant, la chlorophylle *a* a été dosée et le résultat peut être comparé aux seuils de la Métrique de Biomasse Algale constituant l'Indice Phytoplancton Lacustre. Ces seuils sont aussi dépendants de la profondeur moyenne des plans d'eau (

Tableau 7 : Limites de classe de qualité de la chlorophylle a (métrique MBA de l'IPLAC)

Lacs	P. moy	Seuils Chl.a en µg/l				
		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Carrière en exploitation	1,68	8,074	14,765	27,070	46,065	> 46,065
Plan d'eau Nord	2,8	6,180	11,109	20,014	33,542	> 33,542
Plan d'eau Sud	2,4	6,695	12,090	21,883	36,823	> 36,823

II. ADN ENVIRONNEMENTAL

Une liste des espèces présentes est établie indiquant le nombre de séquences ADN détectées. La robustesse des résultats sera aussi discutée. Les statuts de protection seront mentionnés pour chaque espèce le cas échéant.

III. INDICATEURS BECOME

L'indice BECOME a été élaboré en suivant les préconisations les plus récentes relatives à la construction des indices multimétriques pour la Directive Cadre sur l'Eau (HERING *et al.*, 2006), à l'instar par exemple de ce qui a été réalisé pour concevoir l'I2M2.

L'indice propose toutefois une approche originale adaptée au fonctionnement et aux problématiques propres aux petits plans d'eau. Les indices biologiques modernes ont pour objet de repérer précocement

toute altération des communautés liées à des perturbations anthropiques. Ce sont des outils utilisés à large échelle (suivis de la Directive Cadre sur l'Eau par exemple), qui permettent d'évaluer un état global par rapport à une situation de « référence » et faire de la gestion principalement à l'échelle du bassin versant.

- > Les gestionnaires ont souvent besoin de comprendre le fonctionnement de leur milieu et d'évaluer leur intérêt patrimonial. L'indice propose donc une métrique de conservation pour chaque support biologique, et des métriques permettant de traduire des fonctions bio-écologiques majeures des macrophytes et des invertébrés
- > Dans les plans d'eau peu profonds, souvent naturellement apiscicoles, l'empoissonnement a généralement un impact négatif sur les invertébrés, les macrophytes et plus généralement sur le fonctionnement des plans d'eau (PREJS *et al.*, 1997 ; MEIJER *et al.*, 1999 ; WILLIAMS *et al.*, 2002 ; RENNIE & JACKSON, 2005 ; HANSON *et al.*, 2015 ; McDEVITT-GALLES & JOHNSON, 2018 ; DETMER & LEWIS, 2019). Une métrique prend spécifiquement en compte cet aspect.
- > Les typologies retenues sont souvent liées pour partie aux usages ou au contexte : plans d'eau naturels et plans d'eau artificiels, mares de ferme, mare forestière... (BERTRAND *et al.*, 2011 ; RONDEL *et al.*, 2012). Ces distinctions peuvent créer un biais d'évaluation dans le cas des petits plans d'eau, en présupposant que les plans d'eau artificiels sont moins intéressants en termes de conservation ou moins fonctionnels. Nos résultats ne valident pas ce type de distinction, même si l'ancienneté peut être un facteur déterminant de résilience de ces écosystèmes (BELLARD *et al.*, 2019). Prendre en compte les usages sur chaque plan d'eau reste indispensable pour adapter aux enjeux les réponses fournies par les indicateurs.

Nous avons donc développé une approche qui permet d'évaluer (1) l'impact des pressions éventuelles sur les communautés et leurs fonctions, (2) le potentiel naturel d'un plan d'eau, c'est-à-dire sa capacité à résister à des pressions, et (3) son importance patrimoniale.

Le jeu de données ayant permis la conception de l'indice comprend 288 plans d'eau dans les contextes les plus variés possibles (Figure 5), dont la moitié environ en situation de « référence ».

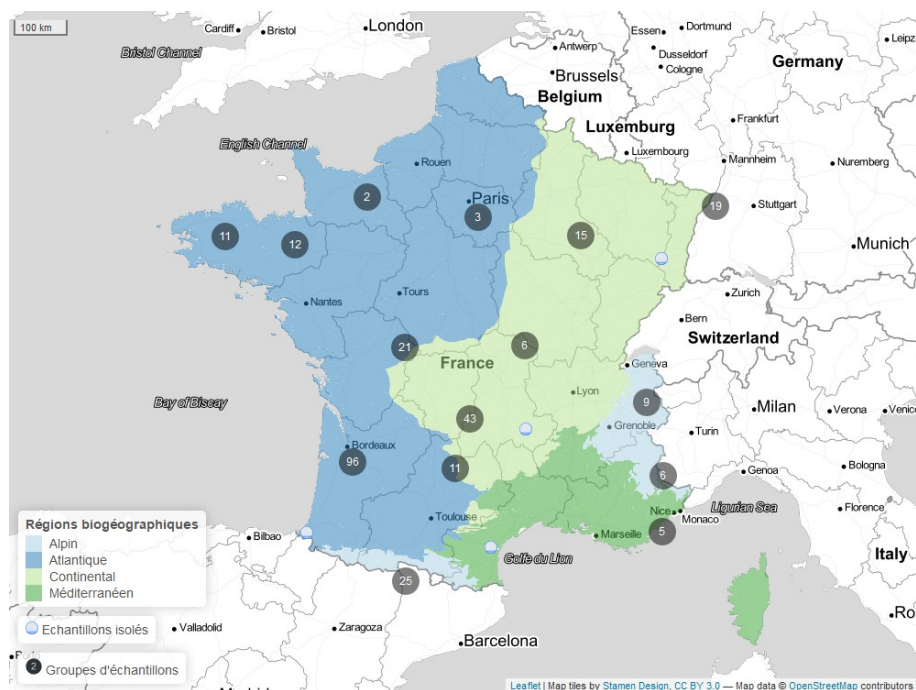


Figure 5: Distribution spatiale des sites utilisés pour construire l'indice BECOME

III.1. Prise en compte des facteurs biogéographiques dans la construction des indicateurs

Nos résultats de recherche ont mis en évidence 3 grands types de plans d'eau déjà identifiés lors des travaux européens sur la typologie des plans d'eau (LYCHE SOLHEIM *et al.*, 2019) :

- > les plans d'eau calcaires, chargés en carbonates de calcium,
- > les plans d'eau siliceux,

> les plans d'eau mixtes

Deux cas particuliers, les mares interdunaires landaises et les plans d'eau >1700m d'altitude ont également été pris en compte dans le modèle.

L'attribution d'un plan d'eau à cette typologie est réalisée à partir des sylvo-écorégions (CAVAIGNAC, 2009), un découpage biogéographique plus précis que les hydro-écorégions (WASSON *et al.*, 2002), habituellement utilisées en écologie aquatique.

À ces grands types sont associés une typologie hydrogéologique, basée sur l'alimentation en eau observable ou la présence d'alluvions récents (identifiés à partir de la GRECO alluvions récents (CAVAIGNAC, 2009)).

III.2. L'indice multi-métrique BECOME

10 métriques composent l'indice multi-métrique BECOME. Elles ont été sélectionnées pour leur sensibilité à un cocktail de 9 pressions (agriculture, urbanisation, morphologie, empoissonnement...) à partir de l'analyse comparée de 279 métriques invertébrés et 57 métriques macrophytes. Il s'agit de la version 2 de l'indice, développée fin septembre 2020, qui n'est pas encore librement disponible sur l'interface web de BECOME (consolidation du script public en cours).

5 familles de métriques le composent, assurant une gamme de sensibilité étendue et une forte stabilité aux variations temporelles et aux effets opérateurs :

Tableau 8 : Métriques de l'indice multi-métrique BECOME

Famille de métrique	Description
Composition/abondance	COLOD (richesse en Coléoptères et Odonates)
	Transparence potentielle (Recouvrement des macrophytes)
Richesse/diversité	Richesse en invertébrés
	Richesse floristique
Fonctionnel	Équilibre trophique (invertébrés)
	Habitabilité (Shannon sur les formes de vie de macrophytes)
Sensibilité/tolérance (ZELINKA & MARVAN, 1961 ; LIESS & OHE, 2005)	Eutrophisation (macrophytes)
	SPEAR (invertébrés)
Conservation (FOSTER <i>et al.</i> , 1989 ; OBERDORFF <i>et al.</i> , 2001)	Conservation macrophytes Déviation avec le cortège attendu en situation de référence
	Conservation invertébrés (fréquence des taxons sur 214 plans d'eau, pondérée par la fréquence sur 16 924 échantillons de 5379 stations en cours d'eau)

> Richesse en macrophytes

La richesse floristique est corrélée à la superficie du milieu en situation de référence. Elle est particulièrement sensible aux altérations hydromorphologiques, et, dans une moindre mesure aux altérations de la qualité de l'eau

> COLOD = richesse en Coléoptères et Odonates

Sensible notamment à la morphologie, à l'empoissonnement, aux basculements en état turbide (disparition des habitats favorables).

> Richesse en invertébrés

Sensible aux altérations morphologiques, à l'empoissonnement...

> Indice SPEAR

Cette métrique est connue pour sa sensibilité à la pollution, en particulier d'origine agricole (pesticides) (LIESS & OHE, 2005).

> Habitabilité

Cette métrique correspond au Shannon sur les formes de vie de macrophytes. Les différentes formes de vie possèdent des morphologies différentes, donc une attractivité pour la faune qui leur est spécifique. De plus, elles se répartissent en fonction de la disponibilité de la lumière donc de la profondeur (fig. 6). Si le milieu devient turbide ou se comble, les formes de vie caractéristiques des milieux profonds régressent au profit des formes de vie de milieu peu profond ou terrestre (TOIVONEN & HUTTUNEN, 1995 ; POKORNÝ & BJÖRK, 2010). Les formes de vie utilisées sont dérivées de la classification utilisée dans le cadre du projet REBBECA et WISER (WISER consortium, 2016). Cette métrique exprime donc la complexité de l'habitat à plusieurs échelles, donc la capacité d'accueil du site pour de nombreuses espèces d'invertébrés ou de poissons, leur permettant d'échapper à la prédation, de trouver les ressources alimentaires nécessaires à leur survie ainsi que des lieux de ponte idéaux (CHANCEREL, 2003 ; BÉCARES *et al.*, 2004 ; FISHER *et al.*, 2006 ; WALKER *et al.*, 2013).

> Transparence potentielle

Cette métrique correspond à l'écart entre le recouvrement attendu des macrophytes et celui obtenu en situation de référence. Plus le recouvrement en macrophytes sera important, plus le plan d'eau sera en capacité de maintenir une eau claire, par compétition avec le phytoplancton et en limitant la mise en suspension des sédiments par la houle sur les plus grands plans d'eau.

> Équilibre trophique

Calculée à partir des traits biologiques (TACHET *et al.*, 2012), cette métrique correspond au % d'invertébrés à dispersion active. Elle est très fortement corrélée à toutes les métriques basées sur l'équilibre entre les traits alimentaires des invertébrés. Cette métrique résume donc la capacité du plan d'eau à exporter, recycler et différer l'accumulation des matières organiques, lui permettant de rester en bon état (état « clair ») ou dans le cas contraire entraînant un risque de basculement en mauvais état (état « turbide »). Une altération trophique conduit notamment en une augmentation de la proportion des mangeurs de microalgues et de sédiments organiques.

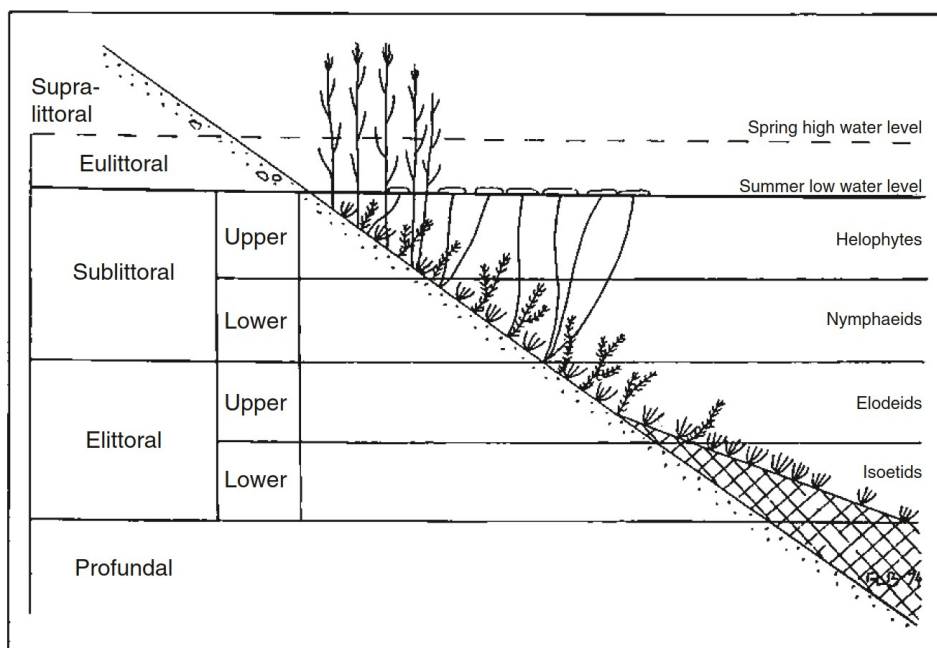


Figure 6 : Illustration schématique de la zonation littorale de la végétation macrophytque d'un lac oligotrophe selon ses formes de vie (d'après Pokorný & Björk, 2010)

> métrique d'eutrophisation

Cette métrique est un indice d'état trophique classique, élaboré d'après la formule de Zelinka et Marvan (ZELINKA & MARVAN, 1961). À chaque espèce a donc été attribué un coefficient de sténoécie et un indice de sensibilité trophique, d'après les valeurs de phosphore total. Ces valeurs ont été obtenues en combinant nos données du projet BIOME avec celles ayant conduit à l'indice suisse M-NIP (SAGER & LACHAVANNE, 2009), permettant ainsi d'obtenir des valeurs indicatrices pour 285 taxons.

Une bonne définition de la typologie hydrogéologique du plan d'eau concerné est ici déterminante. Cette métrique n'est pas une bonne métrique large spectre, car elle n'est sensible qu'à l'eutrophisation.

> Conservation invertébrés

Cette métrique est dérivée du Species Quality Score SQS (FOSTER *et al.*, 1989). À chaque taxon a été attribué un score de rareté. Ce score a été obtenu à partir de notre jeu de données petit plans d'eau, pondéré par celui observé en cours d'eau (16 924 échantillons de 5379 stations dans notre base de données). Cette pondération permet (1) de ne pas sur-évaluer les valeurs de métrique avec des taxons rares en plans d'eau mais banals en cours d'eau, (2) de bien considérer l'intérêt patrimonial des petits plans d'eau au regard de la majorité des autres écosystèmes d'eau douce.

> Conservation macrophytes

Cette métrique est dérivée de l'indice de déviation DSR développé pour l'indice poisson rivière IPR (OBERDORFF *et al.*, 2001 ; OBERDORFF *et al.*, 2002). Elle permet de mettre en évidence les déviations avec le peuplement végétal attendu en situation de référence.

La combinaison de ces métriques permet d'obtenir un indice très sensible aux pressions (Fig. 7).

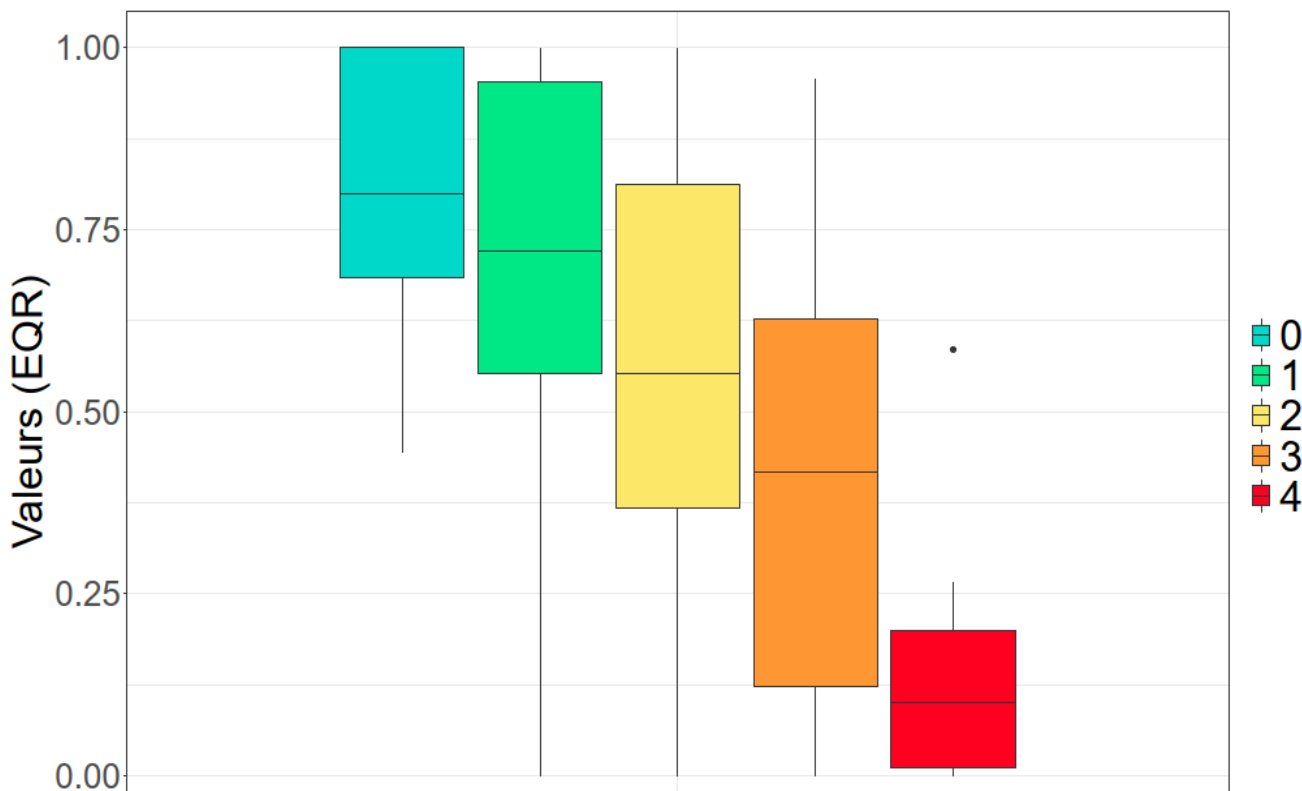


Figure 7 : Réaction de l'indice BECOME aux altérations, de 0=référence (pas d'altération enregistrée) à 4=cumul de au moins 3 fortes pressions

III.3. Indicateurs complémentaires à l'indice BECOME

> % d'invertébrés nageurs

Calculée à partir des traits biologiques (TACHET *et al.*, 2012), cette métrique donne une indication sur le niveau de conservation des invertébrés présents, principalement en lien avec la présence de poissons ou une altération morphologique.

> Métriques de biocontamination macrophytes et invertébrés

Ces 2 métriques donnent une indication sur le niveau de contamination en espèces invasives ou supposées invasives. Elles permettent d'évaluer en particulier le risque d'inefficacité de mesures de gestion en cas de forte contamination.

Les indicateurs invertébrés et macrophytes présentés ici traduisent donc (1) l'écart à un optimum (référence) au regard de pressions ou de facteurs semi-naturels tels que l'empoissonnement ou la verticalité des berges, (2) des fonctions biologiques et écologiques indispensables au bon fonctionnement et à la pérennité de l'écosystème plan d'eau, et au maintien d'une biodiversité riche et à importance patrimoniale, (3) une valeur patrimoniale par rapport à un optimum attendu. La combinaison de ces indicateurs permet de définir si un plan d'eau est proche ou non d'un optimum écologique et conservatoire. Certains plans d'eau (mares ombragées, milieux très temporaires), plus fragiles, peuvent s'éloigner de l'optimum mais présenter une faune ou une flore intéressante mais peu diversifiée. L'optimum n'est donc pas à rechercher en toutes circonstances.

Il convient de ne pas piloter les actions de gestions « aveuglément » en privilégiant systématiquement une valeur d'indice multi-métrique élevée. Une contextualisation à large échelle (enjeux à l'échelle d'un site, d'un bassin versant..., analyse à l'échelle du réseau de mares...) reste indispensable.

RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

I. LOCALISATION DU SITE ET DATE DE PRÉLÈVEMENT

La carte ci-dessous indique la localisation des différents plans d'eau et des prélèvements sur les carrières de Chevenon (58).

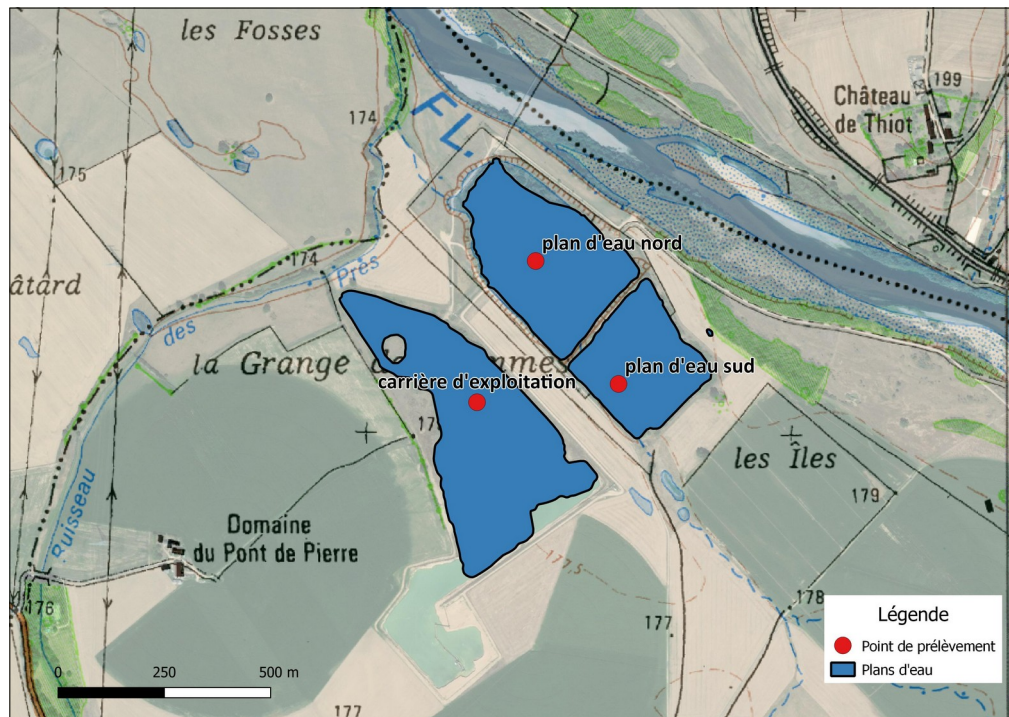


Figure 8 : Localisation des points de prélèvements sur les gravières de Chevenon (58)

Les différents prélèvements ont été réalisés le 12 août 2020. Mis à part le temps caniculaire, aucun problème particulier n'a été rencontré lors des prélèvements.

Les plans d'eau nord et sud sont les plus profonds atteignant 5,90m et 6,80m respectivement le jour des prélèvements. La profondeur maximale de la carrière en cours d'exploitation était de 3,80m lors du relevé.

II. PHYSICO-CHEMIE

II.1. Profils

Les profils verticaux des mesures *in-situ* réalisées au point le plus profond sont présentés dans la figure 9

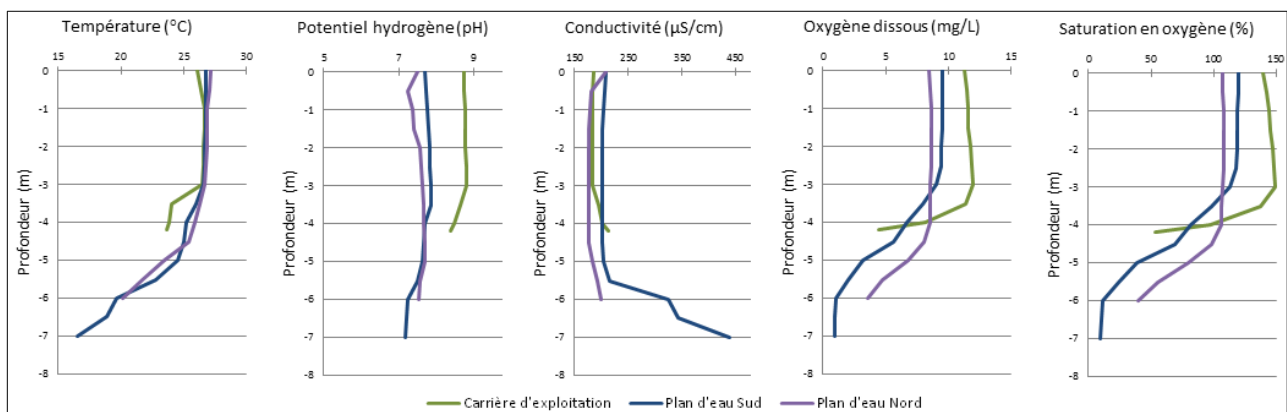


Figure 9 : Profils physico-chimiques des gravières de Chevenon (12/08/2020)

Les températures relevées sur les 3 plans d'eau sont élevées en raison des conditions caniculaires le jour du prélèvement et les jours précédents. La température de l'air relevée à 16 h était de 36 °C et la température de l'eau atteignait entre 26,7 °C (carrière d'exploitation) et 27,2 °C (plan d'eau nord). La température décroît avec la profondeur sur tous les étangs et approche les 16 °C au fond du plan d'eau sud, les 20 °C sur le plan d'eau nord et les 23 °C dans la carrière d'exploitation qui est moins profonde.

La conductivité est modérée sur l'ensemble des plans d'eau mais augmente considérablement vers le fond du plan d'eau Sud qui est plus profond (minéralisation du fond peut-être différente des autres plans d'eau).

On remarque que le pH et l'oxygène sont élevés dans la carrière en cours d'exploitation probablement en raison d'une production primaire importante (phytoplancton ou macrophytes). On y observe une sursaturation en oxygène sur les 3,5 premiers mètres (plus de 120 % d'oxygène) puis une diminution vers le fond sans atteindre l'hypoxie.

Le pH et l'oxygène sont modérés sur les plans d'eau nord et sud. Leur colonne d'eau est bien oxygénée jusqu'à 5 m de profondeur puis elle devient hypoxique. Cette hypoxie limite l'occupation du fond des étangs par les poissons.

II.2. Physico-chimie générale

Le tableau 9 présente les résultats des analyses physico-chimiques prises en compte par l'arrêté du 27 juillet 2018

Tableau 9: Paramètres physico-chimiques pris généraux (seuils de l'arrêté du 28 juillet 2018).

	code paramètre	Nom Paramètre	Unité	Carrière en exploitation	Plan d'eau Nord	Plan d'eau Sud
Nutriments	1350	Ptot (méd)	µg/L	50	17	11
	1335	NH ₄ ⁺ (max)	µg/L	25	106	64,9
	1340	NO ₃ ⁻ (max)	µg/L	1440	101	50
Transparence	1332	Profondeur de secchi (méd)	m	1,30	2,20	2,30

Les teneurs en nutriments sont très faibles dans les plans d'eau nord et sud ce qui est généralement le cas des plans d'eau alimentés par une nappe alluviale. La concentration en phosphore total est plus élevée dans la carrière en exploitation mais reste faible (dans les limites du bon état écologique). Les concentrations en nitrates sont aussi 10 fois plus élevées dans cet étang tout en restant très faibles. Ces différences sont certainement dues à l'exploitation du site qui, en creusant le fond et les berges, peut libérer des nutriments dans la colonne d'eau.

La transparence sur les plans d'eau nord et sud est très bonne avec une profondeur de Secchi de plus de 2m. La pénétration théorique de la lumière est donc de plus de 5m (zone euphotique = 2,5*profondeur du disque de Secchi). La transparence de la carrière en exploitation est plus faible. Cela peut s'expliquer par une remise en suspension des sédiments (exploitation de la carrière, vent,...) ou par une quantité de phytoplancton importante.

II.3. Chlorophylle a

Le tableau 10 présente les résultats des analyses de chlorophylle a au regard des seuils définis par la métrique de biomasse algale.

Tableau 10: Concentrations en chlorophylle a dans les gravières de Chevenon (seuils de la MBA)

code paramètre	Nom Paramètre	Unité	Carrière en exploitation	Plan d'eau Nord	Plan d'eau Sud
1439	Chlorophylle a	µg/L	9,7	3,1	2,2

La production phytoplanctonique est très faible dans les plans d'eau nord et sud (moins de 5µg/l de chlorophylle a). Elle est plus élevée dans la carrière en cours d'exploitation ce qui peut s'expliquer par une disponibilité plus importante en nutriments dans ce plan d'eau.

III. BIOLOGIE

III.1. ADN environnemental

III.1.1. Compartiment Amphibiens

Aucun ADN d'Amphibiens n'a été détecté dans les échantillons des plans d'eau nord et sud. Cependant, ce résultat est à modérer car la période de prélèvement (mois d'août) n'est pas optimale pour détecter ce groupe d'espèces. Des prélèvements en période printanière (phase de reproduction des amphibiens) auraient été plus pertinents.

III.1.2. Compartiment Mammifères

> Résultats

Le tableau présente les résultats des analyses ADNe de mammifères sur les gravières de Chevenon.

Tableau 11: Résultats des analyses ADNe pour le compartiment mammifères aquatiques

Nom station	Base de référence	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Nombre de séquences ADN
Plan d'eau Sud SPY203146	SPYGEN	<i>Myocastor coypus</i>	Ragondin	13071
Plan d'eau Nord SPY203147				

> Interprétation

Un grand nombre de séquences ADN de *Myocastor coypus* (ragondin) a été retrouvé sur le plan d'eau sud. Cette espèce exotique aujourd'hui commune sur le territoire est considérée comme invasive et indésirable, notamment pour les dégradations des berges qu'elle occasionne sur les zones humides. Vu la forte proximité des étangs entre eux, nous pouvons considérer la présence des ragondins sur l'ensemble des sites.

Nous notons aussi l'absence d'ADN d'autres mammifères aquatiques même si cela ne veut pas forcément dire qu'ils n'utilisent pas le site comme lieu de pêche par exemple .

III.1.3. Compartiment Poissons

> Résultats

Le tableau 12 présente les résultats des analyses ADNe pour le compartiment poisson sur les plans d'eau nord et sud..

Tableau 12: Résultats des analyses ADNe pour le compartiment poisson

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Base de référence	Plan d'eau Sud SPY203146		Plan d'eau Nord SPY203147	
			Nombre de répliquats positifs (/12)	Nombre de séquences ADN	Nombre de répliquats positifs (/12)	Nombre de séquences ADN
<i>Abramis brama</i>	Brème commune	SPYGEN	5	9 170	6	59 777
<i>Ameiurus melas</i>	Poisson-chat	SPYGEN	12	158 319	12	131 454
<i>Cyprinidae - Complexe 3</i>	Brème commune ou bordelière	SPYGEN	1	6 215	2	25 183
<i>Cyprinidae - Complexe 4</i>	Ablette ou Rotengle	SPYGEN	1	655	1	638
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpe commune	SPYGEN	3	1 741		
<i>Esox lucius</i>	Brochet	SPYGEN	5	24 167	3	36 319
<i>Gymnocephalus cernua</i>	Grémille	SPYGEN	4	12 175		
<i>Lepomis gibbosus</i>	Perche Soleil	SPYGEN	12	107 062	9	99 774
<i>Perca fluviatilis</i>	Perche commune	SPYGEN	12	45 854	8	39 107
<i>Rutilus rutilus</i>	Gardon	SPYGEN	12	123 889	12	111 243
<i>Sander lucioperca</i>	Sandre	SPYGEN	5	17 440		
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Rotengle	SPYGEN			1	5 814

> Interprétation

Les prélèvements d'ADN environnemental réalisés sur les gravières de Chevenon ont mis en évidence la présence de 10 espèces de poissons. Si on considère les 2 complexes de Cyprinidae détectés, 2 autres

espèces supplémentaires peuvent être présentes.

Toutes les espèces détectées sont caractéristiques de milieux lenticques ou stagnants, certaines peuvent cependant s'acclimater aux milieux courants (Brochet, Perche commune et Gardon) conformément aux caractéristiques des milieux échantillonnés (gravières).

Deux espèces envahissantes ont été identifiées : le Poisson-chat et la Perche-soleil. Leur présence dans les milieux aquatiques est reconnue comme pouvant provoquer des déséquilibres biologiques et dont l'introduction est interdite (Article R432-5 du code de l'environnement).

Le Poisson-chat est l'espèce dont le nombre de séquences et le nombre de réplicats positifs ont été retrouvés dans les quantités les plus importantes sur les 2 plans d'eau (12/12 réplicats et 158 319 et 131 454 séquences ADN). Ces résultats peuvent s'expliquer par la forte présence de ce taxon et/ou par la production importante de mucus de cette espèce diffusant ainsi de l'ADN dans le milieu.

Le nombre de réplicats et de séquences ADN de Perche-soleil retrouvés dans les deux plans d'eau est important. Il n'y a donc aucun doute sur sa présence dans les milieux étudiés.

Le **Brochet** est très probablement présent sur les deux gravières. Le nombre de réplicats positif et de séquences ADN est relativement important. Cette espèce fait l'objet d'une protection selon l'arrêté du 8 décembre 1988¹. La destruction de ses œufs et des zones de frayère est interdite.

On note la présence de Brèmes et de Perches communes et de Gardons dans les deux gravières. Le nombre de réplicats positifs et de séquences ADN est, là aussi, important ce qui signifie que leur présence est très probable. Ces 3 taxons sont des espèces habituellement rencontrées dans ce type de milieu.

Le Sandre, la Grémille et la Carpe ne semblent présents que dans le plan d'eau sud.

La probabilité de présence du Rotengle dans le plan d'eau nord est très faible car seul un réplicat a été positif. Les complexes 3 et 4 (Brème commune ou bordelière et Ablette ou Rotengle) ont été retrouvés dans des quantités très faibles (1 à 2 réplicats positifs). Leur présence n'est donc pas certaine ou le nombre d'individus est très faible dans le milieu.

On observe donc une diversité plus importante dans le plan d'eau sud que dans le plan d'eau nord mais les espèces envahissantes (Perche-soleil et Poisson-chat) et protégée (Brochet) sont présentes dans les deux plans d'eau.

¹Arrêté du 8 décembre 1988 fixant la liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire national

III.2. Macrophytes et invertébrés – BECOME

Les résultats de l'indice BECOME (Bioindication des ECOsystèmes Mares et Etangs) obtenus sont détaillés dans les fiches fournies en annexe.

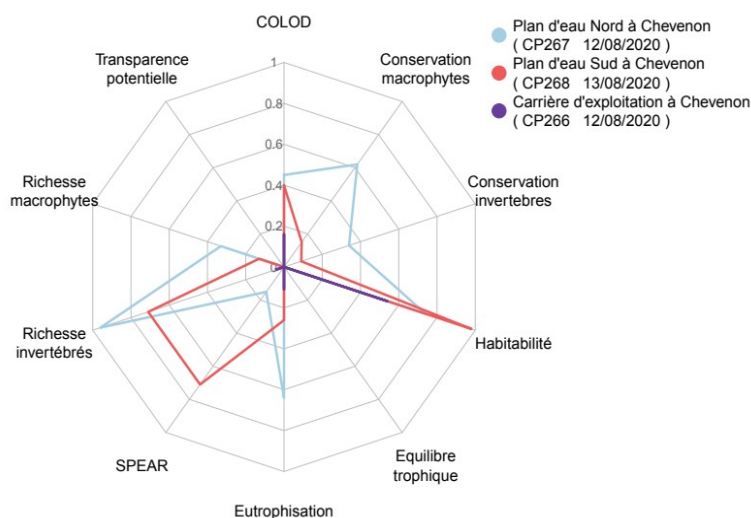


Figure 10 et Tableau 13 : Résultats de l'indice BECOME et de ses métriques sur les plans d'eau de Chevenon

	SPEAR	Eutrophisation	Transparence potentielle	Habitabilité	Equilibre trophique	Richesse invertébrés	Conservation invertébrés	Conservation macrophytes	COLOD	Richesse macrophytes	BECOME
Plan d'eau Nord à Chevenon (CP267 12/08/2020)	0.15	0.64	0	0.74	0	0.96	0.34	0.62	0.45	0.33	0.4
Plan d'eau Sud à Chevenon (CP268 13/08/2020)	0.71	0.26	0	0.98	0	0.71	0.09	0.15	0.4	0.13	0.3
Carrière d'exploitation à Chevenon (CP266 12/08/2020)	0	0.11	0	0.54	0	0.05	0	0	0.16	0	0

Les gravières de Chevenon se situent dans la sylvo-écorégion Bourbonnais et Charolais.

L'analyse des métriques de l'indice BECOME montre un potentiel écologique **nettement inférieur sur la carrière d'exploitation comparativement aux plans d'eau nord et sud** par rapport à ce qui est attendu.

L'indice BECOME est à 0 sur **la carrière en exploitation**. Une forte eutrophisation d'origine anthropique est mise en évidence. Les métriques de transparence et d'équilibre trophique confirment un dysfonctionnement majeur. Cette carrière est en cours d'exploitation, les zones prospectées ont des berges abruptes et la végétation n'a pas encore eu le temps de les coloniser. De plus, la présence de taxons invasifs pénalise aussi ces métriques.

La métrique habitabilité est moyenne en raison de la présence de macrophytes ayant des formes de vie légèrement diversifiées. Le peuplement invertébrés et macrophytique est ainsi peu diversifié et banalisé.

Le potentiel écologique du **plan d'eau sud** est médiocre (indice BECOME de 0,30). Les métriques de transparence et d'équilibre trophique confirment un dysfonctionnement majeur. La métrique COLOD indique que le peuplement piscicole a un impact négatif modéré sur les invertébrés : la richesse du peuplement de coléoptères et d'odonates est acceptable mais son abondance est faible.

La verticalité et l'homogénéité morphologique des berges limitent fortement la colonisation du milieu par les hydrophytes. La composition et la richesse du peuplement macrophytique sont très éloignées des résultats attendus sur ce type de milieu (forte présence de taxons invasifs).

Les formes de vie des macrophytes sont relativement diversifiées (indice habitabilité élevé) ce qui induit une bonne richesse des invertébrés.

Le **plan d'eau nord** présente un potentiel écologique moyen (indice BECOME=0,40). Malgré une eutrophisation d'origine anthropique faible, ce plan d'eau présente un fort dysfonctionnement trophique.

Le peuplement macroinvertébrés n'est ni en capacité à recycler efficacement la matière organique bio-disponible, ni en capacité à exporter suffisamment de matière organique hors du plan d'eau (via les invertébrés aux imagos non aquatiques). Le peuplement piscicole a un impact négatif modéré sur les invertébrés aquatiques (métrique COLOD moyenne).

La richesse macrophytique est médiocre mais l'habitabilité est bonne (diversité des formes de vie des macrophytes importante) ce qui permet le développement de nombreuses espèces d'invertébrés.

III.3. Métriques qualitatives complémentaires

Tableau 14: Métriques qualitatives supplémentaires sur le site en cours d'exploitation

biocontamination invertébrés	biocontamination macrophytes	% nageurs
0	0	1

Les métriques de biocontamination invertébrés et macrophytes sont nulles sur le **site en cours d'exploitation** en raison d'une forte présence d'espèces invasives.

Ludwigia grandiflora (Jussie), espèce exotique envahissante dont l'introduction est interdite sur le territoire métropolitain (arrêté du 14 février 2018), a été observée dans des quantités non négligeables sur le plan d'eau. Elle est susceptible de fragiliser le fonctionnement global de l'écosystème.

Le genre de bivalve *Corbicula* est aussi une espèce invasive présente sur le site pouvant provoquer des déséquilibres dans le milieu.

Le % de nageurs indique une faible prédation par les poissons sur les invertébrés. Ceci s'explique par la présence du genre *Micronecta* qui vit à l'interface eau/terre et est peu sensible à la prédation.

Tableau 15: Métriques qualitatives supplémentaires sur le plan d'eau sud

biocontamination invertébrés	biocontamination macrophytes	% nageurs
0	0	0

Sur le **plan d'eau sud** toutes les métriques qualitatives complémentaires sont à 0. Les métriques contaminations montrent une forte présence d'espèces invasives. On retrouve sur ce plan d'eau aussi de nombreuses Corbicules.

La macrophyte *Elodea canadensis* a fortement investi ce plan d'eau. Cette espèce invasive est aussi susceptible de fragiliser le fonctionnement global de l'écosystème.

La métrique % de nageurs indique un déséquilibre dans la composition du peuplement invertébrés qui peut résulter d'une forte pression de prédation par les poissons et/ou d'altérations morphologiques.

Tableau 16: Métriques qualitatives supplémentaires sur le plan d'eau nord

biocontamination invertébrés	biocontamination macrophytes	% nageurs
0	0	0

Le **plan d'eau nord** est aussi marqué par de forts déséquilibres dus à la contamination par des espèces invasives (toutes les métriques complémentaires à 0). Les Corbicules ont fortement colonisé le milieu et la macrophyte *Bidens frondosa* est la seule espèce invasive inventoriée sur ce plan d'eau. Cette dernière représente un faible recouvrement du site.

La métrique % de nageurs montre un écart très important avec la composition du peuplement invertébrés attendu. Cette altération peut s'expliquer par une prédation par les poissons très importante et/ou des altérations morphologiques.

IV. HYPOTHÈSES D'IMPACTS DU PROJET PHOTOVOLTAÏQUE FLOTTANT SUR LA FAUNE ET LA FLORE AQUATIQUE

Peu d'études scientifiques ont étudié l'impact de parcs photovoltaïques flottants sur la faune et la flore aquatique. Quelques hypothèses peuvent toutefois être émises.

IV.1. Impact sur la flore aquatique

IV.1.1. Absorption d'une partie de l'énergie lumineuse

La lumière est indispensable aux végétaux (spermaphytes et algues) pour se développer. Les panneaux solaires devraient diminuer l'exposition de la masse d'eau à une lumière directe. Cette diminution peut varier selon la structure porteuse des panneaux mise en place (opacité globale de l'aménagement) et du type de cellule photovoltaïque utilisé.

Les cellules au silicium, les plus courantes, peuvent utiliser une partie de la lumière dont les longueurs d'onde sont inférieures à 1110nm.

Les végétaux utilisent les radiations comprises entre 400 et 700nm (WETZEL, 2001). Les panneaux devraient donc absorber une partie de l'énergie lumineuse disponible pour les producteurs primaires photosynthétiques, et diminuer la profondeur de la zone euphotique.

- > Le phytoplancton (non étudié dans cette étude) devrait donc être concentré aux plus faibles profondeurs. Les communautés phytoplanctoniques sont donc susceptibles d'évoluer, certaines espèces avec un avantage compétitif dans les conditions actuelles pouvant être défavorisées par une diminution de la zone euphotique.
- > Les hydrophytes sont principalement représentées dans la zone littorale, où les panneaux solaires devraient être peu présents.

IV.1.2. Création de nouveaux habitats pour des producteurs primaires

Le périphyton (algues fixées sur des supports, qui n'ont pas été étudiées dans cette étude) devrait utiliser les structures des panneaux pour se fixer, et entrer en compétition avec le phytoplancton dans des zones où le périphyton est naturellement absent faute de support accessible à la lumière, ce qui pourrait diminuer la turbidité du plan d'eau et donc améliorer son fonctionnement.

IV.1.3. Limitation de l'impact du vent

L'action du vent peut provoquer le passage d'un plan d'eau en état clair à un état turbide, puisqu'elle peut entraîner le remaniement des sédiments, ce qui augmente la turbidité.

L'installation des panneaux devrait protéger le plan d'eau de l'action du vent.

- > Le brassage de la masse d'eau par le vent a un effet très important sur les communautés phytoplanctoniques, qui devraient évoluer en conséquence.
- > La diminution de la turbidité pourrait donner un avantage compétitif aux hydrophytes dans la zone littorale, et donc améliorer le fonctionnement global du plan d'eau.

IV.2. Impact sur la faune aquatique ou non aquatique

IV.2.1. Amélioration supposée de l'habitabilité

Si les panneaux diminuent la turbidité, on peut s'attendre à une augmentation de l'habitabilité du plan d'eau pour les invertébrés et les poissons grâce au développement plus important des herbiers de macrophytes dans la zone littorale. Ce développement resterait toutefois limité par la verticalité des berges.

IV.2.2. Polarisation de la surface des panneaux

Les panneaux photovoltaïques peuvent avoir un impact négatif sur les invertébrés aquatiques, en particulier les insectes aux adultes polarotactiques, qui confondent les panneaux qui reflètent la lumière polarisée avec la surface de l'eau, et y déposent leurs œufs. Il en résulte des mortalités et des échecs reproductifs (HORVÁTH *et al.*, 2010 ; BLAHÓ *et al.*, 2012). Cela concerne notamment les Chironomidae (HORVÁTH *et al.*, 2011).

Les larves de Chironomidae sont un lien important entre les producteurs primaires et les consommateurs secondaires dans la plupart des écosystèmes lenticques (ARMITAGE *et al.*, 1995). Ils sont un chaînon majeur dans la dégradation des matières organiques et des nutriments, et une source alimentaire très importante pour les poissons, mais aussi les chiroptères et les oiseaux (JONG & AHLÉN, 1991 ; BUCHANAN *et al.*, 2006). La littérature scientifique ne nous permet pas de quantifier l'impact potentiel des panneaux sur les communautés de Chironomidae, donc sur (1) le fonctionnement du plan d'eau, (2) les poissons invertivores, (3) les espèces d'oiseaux et de Chiroptères susceptibles de s'alimenter au-dessus du site.

IV.2.3. Impacts sur le Brochet

La mise en place de panneaux photovoltaïques peut entraîner la destruction de frayères et d'habitats pour les Brochets suivant leur implantation. Cette espèce se reproduit dans des zones de végétation herbacée peu profondes (0,2 à 1m d'eau). Les prairies humides inondées représentent les frayères les plus efficaces. ²

Le brochet a aussi besoin de certains habitats pour s'abriter : des herbiers (pour les jeunes) et des branchages au fond du lac constituent, pour l'espèce, de bons abris pour se cacher face aux prédateurs et sont utilisés pendant les périodes de repos.

²Puissauve R. & Poulet N., 2015. Fiches d'information sur les espèces aquatiques protégées : Brochet, *Esox lucius* Linnaeus, 1758. Service du patrimoine naturel du MNHN & Onema

CONCLUSION

Les plans d'eau de Chevenon présentent un potentiel écologique moyen à nul selon l'indice BECOME. Cette différence de potentiel entre les sites peut être expliquée par la chronologie d'exploitation des différentes gravières : l'exploitation du plan d'eau nord s'est arrêté en premier, puis celle du plan d'eau sud et enfin, le dernier site est encore partiellement exploité (partie sud). Le peuplement de macroinvertébrés et de macrophytes est peu diversifié et banalisé. Des taxons invasifs ont été inventoriés sur les 3 sites aussi bien des animaux (ragondin, Perche-soleil et Poisson-chat) que des végétaux (Jussie à petites fleurs, Elodée du Canada, Bident feuillé). Le peuplement piscicole est relativement diversifié et présente une espèce protégée : le brochet.

L'enjeu écologique est donc limité sur le site.

Une hypoxie du fond a été observée dans les plans d'eau nord et sud montrant ainsi une apparition de problèmes d'eutrophisation avec le temps. Ce phénomène peut s'expliquer par le contexte très agricole du bassin versant.

Les espèces invasives (végétales et animales), sont également susceptibles de fragiliser le fonctionnement global de l'écosystème.

Les métriques de transparence et d'équilibre trophique de l'indice BECOME indiquent des dysfonctionnements majeurs. Des bascules en état turbide et des blooms saisonniers ne sont pas à exclure sur le long terme.

La verticalité des berges limite la colonisation du milieu par les hydrophytes et augmente la vulnérabilité des invertébrés à la prédation pisciaire. La présence de cyprinidés, poissons fouisseurs, tels que les carpes peut accélérer la bascule en état turbide pérenne.

Les hypothèses d'évolution du milieu après installation de parc photovoltaïque sont difficiles à évaluer étant donné le manque d'études disponibles sur le sujet. Toutefois, on peut s'attendre à une modification des peuplements à tous les niveaux de la pyramide trophique. En effet, la baisse de luminosité dans le plan d'eau risque de perturber le peuplement phytoplanctonique, qui est à la base de la chaîne alimentaire, et entraîner une réaction en chaîne.

L'effet sur la température est difficile à quantifier en raison de l'absence de retour d'expérience sur ce sujet (bibliographie insuffisante). La quantité de chaleur restituée en dessous des panneaux ne semble pas être connue, il n'est donc pas facile de savoir si la température du plan d'eau va rester la même ou varier à la hausse ou à la baisse.

L'intérêt écologique du plan d'eau est relativement limité d'après les suivis de macrophytes, d'invertébrés et de poissons. Cependant, une espèce piscicole protégée au niveau national, le brochet (*Esox lucius*), est présente sur les plans d'eau nord et sud. Sa présence dans la carrière en cours d'exploitation n'est pas démontrée mais il est très probable qu'il ait ou qu'il va coloniser ce milieu à plus ou moins long terme. Il faudra donc éviter toute atteinte à l'intégrité des herbiers littoraux qui sont les habitats préférentiels pour la fraie de cette espèce.

Il conviendrait :

- > d'éviter de placer des panneaux photovoltaïques au-dessus des herbiers littoraux,
- > d'éviter de détruire les herbiers littoraux lors des travaux d'installation des panneaux photovoltaïques,
- > de reprofiler certaines berges afin de permettre une meilleure diversification des peuplements de macrophytes et d'invertébrés,
- > de planter des espèces autochtones en berge afin de limiter la propagation des espèces végétales invasives.

BIBLIOGRAPHIE

- AFNOR., 2010. - XP T90-328 - Échantillonnage des communautés de macrophytes en plans d'eau., p. 33.
- AFNOR., 2015. - NF EN 14757 Qualité de l'eau — Échantillonnage des poissons à l'aide de filets maillants. AFNOR, 36 p.
- ARGILLIER C., LOGEZ M., MAIRE A. & BLABOUL P., 2018. - Indice ichtyofaune pour l'évaluation de l'état écologique des plans d'eau d'origine anthropique, IIR. Agence Française pour la Biodiversité - IRSTEA, 20 p.
- ARMITAGE P. D., CRANSTON P. S. & PINDER L. C. V., 1995. - The Chironomidae Biology and ecology of non-biting midges. Springer Netherlands : Imprint : Springer, Dordrecht.
- BARROW J. L., BEISNER B. E., GILES R., GIANI A., DOMAZON I. & GREGORY-EAVES I., 2019. - Macrophytes moderate the taxonomic and functional composition of phytoplankton assemblages during a nutrient loading experiment. *Freshwater Biology*, 64 (8), p. 1369-1381.
- BARTRONS M., SARDANS J., HOEKMAN D. & PEÑUELAS J., 2018. - Trophic transfer from aquatic to terrestrial ecosystems: a test of the biogeochemical niche hypothesis. *Ecosphere*, 9 (7), p. e02338.
- BÉCARES E., CONTY A., RODRIGUEZ-VILLAFANE C. & BLANCO S., 2004. - Funcionamiento de los lagos someros mediterráneos. *Ecosistemas*, 13 (2), p. 2-12.
- BELLARD C., ENGLUND G. & HUGUENY B., 2019. - Biotic and abiotic drivers of species loss rate in isolated lakes. *Journal of Animal Ecology*, p. 1365-2656.12980.
- BERTRAND J., BERGER A., GAVAND S., LÉQUINARD L., MILLOUET J. C., PINEAU X., RENON J.-P. & THOMAS A., 2011. - VALMARES—PROGRAMME SCIENTIFIQUE 2007 Etude écologique de 130 mares de l'Orléanais (Région Centre) Création d'indices de qualité des eaux., 111 p.
- BLAHÓ M., EGRI Á., BARTA A., ANTONI G., KRISKA G. & HORVÁTH G., 2012. - How can horseflies be captured by solar panels? A new concept of tabanid traps using light polarization and electricity produced by photovoltaics. *Veterinary Parasitology*, 189 (2-4), p. 353-365.
- BUCHANAN G. M., GRANT M. C., SANDERSON R. A. & PEARCE-HIGGINS J. W., 2006. - The contribution of invertebrate taxa to moorland bird diets and the potential implications of land-use management: Moorland bird diets. *Ibis*, 148 (4), p. 615-628.
- CAVAIGNAC S., 2009. - Les sylvoécorégions (SER) de France métropolitaine Étude de définition. Inventaire forestier national, 53 p.
- CHANCEREL F., 2003. - Le Brochet - Biologie et gestion. Mise au point , 199 p.
- COVICH A. P., PALMER M. A. & CROWL T. A., 1999. - The Role of Benthic Invertebrate Species in Freshwater Ecosystems. *BioScience*, 49 (2), p. 119-127.
- DETMER T. & LEWIS W. M., 2019. - Influences of fish on food web structure and function in mountain lakes. *Freshwater Biology*, 64 (9), p. 1572-1583.
- FISHER J., JAMES C. & MOSS B., 2006. - *What determines the diatom communities of submerged freshwater plants? Implications for the use of community indices in determining ecological quality for the Water Framework Directive*. Dans : Crawford RM et al. *Microalgal Biology, Evolution and Ecology*. J Cramer, Stuttgart, p. 51-72.
- FOSTER G. N., FOSTER A. P., EYRE M. D. & BILTON D. T., 1989. - Classification of water beetle assemblages in arable fenland and ranking of sites in relation to conservation value. *Freshwater Biology*, 22 (3), p. 343-354.

- GRATTON C., DONALDSON J. & ZANDEN M. J. V., 2008. - Ecosystem Linkages Between Lakes and the Surrounding Terrestrial Landscape in Northeast Iceland. *Ecosystems*, 11 (5), p. 764-774.
- GROSS E. M., 2003. - Allelopathy of Aquatic Autotrophs. *Critical reviews in Plant Science*, 22, p. 313-339.
- HANSON M. A., BUELT C. A., ZIMMER K. D., HERWIG B. R., BOWE S. & MAURER K., 2015. - Co-correspondence among aquatic invertebrates, fish, and submerged aquatic plants in shallow lakes. *Freshwater Science*, 34 (3), p. 953-964.
- HERING D., FELD C. K., MOOG O. & OFENBÖCK T., 2006. - Cook book for the development of a Multimetric Index for biological condition of aquatic ecosystems: Experiences from the European AQEM and STAR projects and related initiatives. *Hydrobiologia*, 566 (1), p. 311-324.
- HOLLAND A. M., SCHAUBER E. M., NIELSEN C. K. & HELLGREN E. C., 2018. - Stream community richness predicts apex predator occupancy dynamics in riparian systems. *Oikos*, 127 (10), p. 1422-1436.
- HORVÁTH G., BLAHÓ M., EGRI Á., KRISKA G., SERES I. & ROBERTSON B., 2010. - Reducing the Maladaptive Attractiveness of Solar Panels to Polarotactic Insects: Polarized Light Pollution from Solar Panels. *Conservation Biology*, 24 (6), p. 1644-1653.
- HORVÁTH G., MÓRA A., BERNÁTH B. & KRISKA G., 2011. - Polarotaxis in non-biting midges: Female chironomids are attracted to horizontally polarized light. *Physiology & Behavior*, 104 (5), p. 1010-1015.
- JONES J. I. & WALDRON S., 2003. - Combined stable isotope and gut contents analysis of food webs in plant-dominated, shallow lakes. *Freshwater Biology*, 48 (8), p. 1396-1407.
- JONG J. DE. & AHLÉN I., 1991. - Factors Affecting the Distribution Pattern of Bats in Upland, Central Sweden. *Holarctic Ecology*, 14 (2), p. 92-96.
- JULVE P., 2017. - Basefbr. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. <http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm> Consulté le 9/1/2017.
- LABAT F., 2015. - Utilisation des macrophytes comme outil de monitoring des plans d'eau peu profonds—proposition d'une méthode de monitoring et premiers résultats pour la mise en place d'une typologie fonctionnelle. Aquabio - ENSEGID - Université de Pau et des Pays de l'Adour, 138 p.
- LABAT F., PAULIN M., BLANCHARD M. & FONTAN B., 2019. - Échantillonnage et traitement au laboratoire de macro-invertébrés et de macrophytes en petit plan d'eau peu profond. Aquabio, 49 p.
- LISS M. & OHE P. C. V. D., 2005. - Analyzing effects of pesticides on invertebrate communities in streams. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 24 (4), p. 954-965.
- LYCHE SOLHEIM A., GLOBEVNIK L., AUSTNES K., KRISTENSEN P., MOE S. J., PERSSON J., PHILLIPS G., POIKANE S., VAN DE BUND W. & BIRK S., 2019. - A new broad typology for rivers and lakes in Europe: Development and application for large-scale environmental assessments. *Science of The Total Environment*, 697, p. 134043.
- MÄKIRINTA U., 1978. - Ein neues ökomorphologisches Lebensformen-System der aquatischen Makrophyten tab: 2. *Phytocoenologia*, p. 446-470.
- MCDDEVITT-GALLES T. & JOHNSON P. T. J., 2018. - Drought attenuates the impact of fish on aquatic macroinvertebrate richness and community composition. *Freshwater Biology*, 63 (11), p. 1457-1468.
- MEIJER M.-L., DE BOOIS I., SCHEFFER M., PORTIELJE R. & HOSPER H., 1999. - *Bio-manipulation in shallow lakes in The Netherlands: an evaluation of 18 case studies*. Dans : Walz N, Nixdorf B. *Shallow Lakes '98*. Springer Netherlands, Dordrecht, p. 13-30.

- MIGUET P., LOGEZ M. & ARGILLIER C., 2018. - Guide méthodologique de calcul de l'Indice Ichtyofaune pour les Retenues (IIR) - Rapport final. ONEMA - IRSTEA, 20 p.
- MULDERIJ G., VAN NES E. H. & VAN DONK E., 2007. - Macrophyte-phytoplankton interactions: The relative importance of allelopathy versus other factors. *Ecological Modelling*, 204 (1-2), p. 85-92.
- OBERDORFF T., PONT D., HUGUENY B. & CHESEL D., 2001. - A probabilistic model characterizing fish assemblages of French rivers: a framework for environmental assessment. *Freshwater Biology*, 46 (3), p. 399-415.
- OBERDORFF T., PONT D., HUGUENY B. & PORCHER J.-P., 2002. - Development and validation of a fish-based index for the assessment of « river health » in France. *Freshwater Biology*, 47 (9), p. 1720-1734.
- PADISÁK J. & REYNOLDS C. S., 2003. - Shallow lakes: the absolute, the relative, the functional and the pragmatic. *Hydrobiologia*, 506-509 (1-3), p. 1-11.
- POKORNÝ J. & BIÖRK S., 2010. - *Development of aquatic macrophytes in shallow lakes and ponds*. Dans : *Restoration of lakes, streams, floodplains, and bogs in Europe: principles and case studies*. Springer, Dordrecht ; New York, p. 37-43.
- PREIS A., KOPERSKI P. & PREIS K., 1997. - *Food-web manipulation in a small, eutrophic Lake Wirbel, Poland: the effect of replacement of key predators on epiphytic fauna*. Dans : Kufel L, Prejs A, Rybak JI. *Shallow Lakes '95*. Springer Netherlands, Dordrecht, p. 377-381.
- RENNIE M. D. & JACKSON L. J., 2005. - The influence of habitat complexity on littoral invertebrate distributions: patterns differ in shallow prairie lakes with and without fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 62 (9), p. 2088-2099.
- RONDEL C., DANIS P.-A. & DAUFRESNE M., 2012. - Typologie thermo-mictique Application à une classification des lacs français Rapport final.
- SAGER L. & LACHAVANNE J.-B., 2009. - The M-NIP: a macrophyte-based Nutrient Index for Ponds. *Hydrobiologia*, 634 (1), p. 43-63.
- SCHAEFFER M., 2004. - Ecology of shallow lakes. Reprinted with corr., Population and community biology series 22, Kluwer, Dordrecht, 357 p.
- SCHAEFFER M., HOSPER S. H., MEIJER M.-L., MOSS B. & JEPPESEN E., 1993. - Alternative equilibria in shallow lakes. *Trends in Ecology & Evolution*, 8 (8), p. 275-279.
- SHELLEY H., 2009. - A guide to monitoring the ecological quality of ponds and canals using PSYM., 15 p.
- SONG Y., LIEW J. H., SIM D. Z. H., MOWE M. A. D., MITROVIC S. M., TAN H. T. W. & YEO D. C. J., 2019. - Effects of macrophytes on lake-water quality across latitudes: a meta-analysis. *Oikos*, 128 (4), p. 468-481.
- TACHET H., RICHOUX P., BOURNAUD M. & USSEGLIO-POLATERA P., 2012. - Invertébrés d'eau douce: systématique, biologie, écologie. CNRS Editions, Paris, 607 p.
- TAROZZI N., 2014. - Mise en place d'un outil de suivi des plans d'eau peu profonds à partir des macrophytes : Elaboration d'un protocole et évaluation des incertitudes liées à la saisonnalité sur plusieurs indices de niveau trophique. Aquabio, 88 p.
- TOMONEN H. & HUTTUNEN P., 1995. - Aquatic macrophytes and ecological gradients in 57 small lakes in southern Finland. *Aquatic Botany*, 51 (3-4), p. 197-221.
- WALKER P. D., WIJNHOFEN S. & VAN DER VELDE G., 2013. - Macrophyte presence and growth form influence macroinvertebrate community structure. *Aquatic Botany*, 104, p. 80-87.

- WALTERS D. M., FRITZ K. M. & OTTER R. R., 2008. - THE DARK SIDE OF SUBSIDIES: ADULT STREAM INSECTS EXPORT ORGANIC CONTAMINANTS TO RIPARIAN PREDATORS. *Ecological Applications*, 18 (8), p. 1835 - 1841.
- WASSON J.-G., CHANDESRIS A., PELLA H. & BLANC L., 2002. - Les hydro-écorégions de France métropolitaine approche régionale de la typologie des eaux courantes et éléments pour la définition des peuplements de référence d'invertébrés., 190 p.
- WETZEL R. G., 2001. - Limnology: lake and river ecosystems. 3rd ed., Academic Press, San Diego, 1006 p.
- WILLIAMS A. E., MOSS B. & EATON J., 2002. - Fish induced macrophyte loss in shallow lakes: top-down and bottom-up processes in mesocosm experiments. *Freshwater Biology*, 47 (11), p. 2216-2232.
- WISER CONSORTIUM., 2016. - Dataset « Macrophytes » (according to European intercalibration groups and the EU-projects REBECCA/WISER). www.freshwaterecology.info - the taxa and autecology database for freshwater organisms, version 7.0. www.freshwaterecology.info Consulté le 16/6/2020.
- ZELINKA M. & MARVAN P., 1961. - Zur Präzisierung der biologischen klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. *Archiv für Hydrobiologie*, 57, p. 389-407.
- ZHANG C., HUANG Y., ŠPOLJAR M., ZHANG W. & KUCZYŃSKA-KIPPEN N., 2018. - Epiphyton dependency of macrophyte biomass in shallow reservoirs and implications for water transparency. *Aquatic Botany*, 150, p. 46-52.

ANNEXES

Annexe 1 : Résultats des analyses physico-chimiques LPL

Annexe 2 : Résultats ADN environnemental SPYGEN

Annexe 3 : Résultats BECOME



RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88, Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

Echantillon : CP268 Plan d'eau Sud /EAU201-06639
Lieu de prélèvement : Etude CF201-23 GEOPLUS CHEVENON
Nature de l'échantillon : Eau superficielle
Prélèvement assuré par : le client le 12/08/2020
Réception au laboratoire : 13/08/2020
Demandeur de l'analyse : AQUABIO
Copie(s) des résultats à : AQUABIO AQUABIO

AQUABIO MILLET Sarah

10 RUE HECTOR GUIMARD
ZAC LES ACILLOUX
63800 COURNON D AUVERGNE

Responsabilité technique des analyses :

Chimie de l'environnement : Christine PALE - Eric TEYSSEYRE

PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE
------------	----------	-------	---------

Traitement sur échantillon avant analyse

Préparation	Filtration 0.45 µm.			L
Préparation	Filtration de 1000 ml le 13/08/2020			L

BILAN IONIQUE ET MINERAL

Anions minéraux

Nitrite <i>Date de mise en analyse : 13/08/2020</i>	< 0,02	mg NO ₂ /l	MI : POTA/FT16	C* L
Nitrate ^a <i>Date de mise en analyse : 13/08/2020</i> ^a (équivalent à <0,0226 mg N/l)	<0,1	mg NO ₃ /l	NF EN ISO 10304-1	C* L
Orthophosphates ^a <i>Date de mise en analyse : 13/08/2020</i>	< 0,02	mg/l	MI : CHR/MO17	C* L

Cations minéraux

Ammonium ^a <i>Date de mise en analyse : 13/08/2020</i> ^a (équivalent à 0,0505 mg N/l)	0,0649	mg NH ₄ /l	MI : POTA/FT16	C* L
--	--------	-----------------------	----------------	------

Produits minéraux

Phosphore total <i>Date de mise en analyse : 13/08/2020</i>	0,011	mg/l	MI : CHR/MO17	C* L
--	-------	------	---------------	------

PARAMETRES GLOBAUX

Paramètres globaux

(STM) Chlorophylle A	2,2	µg/l	T 90-117	STM
----------------------	-----	------	----------	-----



PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE
------------	----------	-------	---------

Indices globaux

Azote kjeldhal <i>Date de mise en analyse : 13/08/2020</i>	< 0,5	mg N/l	NF EN 25663	C* L
---	-------	--------	-------------	------

Réerves à émettre :

Les résultats analytiques peuvent ne pas refléter la concentration présente au moment du prélèvement pour les paramètres car les conditions requises par les normes NF EN ISO 5667-3 (Matrice liquide) et NF EN ISO 5667-15 / NF ISO 18512 (Matrice solide), liées à la conservation et à l'échantillonnage, ne sont pas respectées. La température de l'échantillon n'est pas conforme, les résultats sont rendus sous réserve.

à Lagor, le 10/09/2020

Agréé par le Ministère des Solidarités et de la Santé.
Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère de la transition écologique et solidaire dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.



ACCREDITATION
LAGOR :1-1173

PORTEE
DISPONIBLE SUR
www.cofrac.fr

Le rapport ne concerne que les échantillons soumis à analyse.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale et avec l'autorisation du laboratoire.
L'accréditation de la section Essai du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation C*
MI : Méthode Interne
La portée des agréments et des accréditations, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.
Sites d'analyses : L pour Lagor, T pour Tarbes, A pour Agen, An pour Anglet, M pour Mégnac, ST pour les sous-traitances, STM pour sous-traitance Mont De Marsan

Chef de Service

S. LUCAS



RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88, Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

Echantillon :
CP267 Plan d'eau Nord /EAU201-06638

Lieu de prélèvement :
Etude CF201-23 GEOPLUS CHEVENON

Nature de l'échantillon :
Eau superficielle

Prélèvement assuré par :
le client le 12/08/2020

Réception au laboratoire :
13/08/2020

Demandeur de l'analyse :
AQUABIO

Copie(s) des résultats à :
AQUABIO
AQUABIO

**AQUABIO
MILLET Sarah**

10 RUE HECTOR GUIMARD
ZAC LES ACILLOUX
63800 COURNON D AUVERGNE

Responsabilité technique des analyses :

Chimie de l'environnement : Christine PALE - Eric TEYSSEYRE

PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE
------------	----------	-------	---------

Traitement sur échantillon avant analyse

Préparation	Filtration 0.45 µm.			L
Préparation	Filtration de 1000 ml le 13/08/2020			L

BILAN IONIQUE ET MINERAL

Anions minéraux

Nitrite <i>Date de mise en analyse : 13/08/2020</i>	< 0,02	mg NO ₂ /l	MI : POTA/FT16	C* L
Nitrate ^a <i>Date de mise en analyse : 13/08/2020</i> <i>^a(équivalent à 0,0228 mg N/l)</i>	0,101	mg NO ₃ /l	NF EN ISO 10304-1	C* L
Orthophosphates ^a <i>Date de mise en analyse : 13/08/2020</i>	< 0,02	mg/l	MI : CHR/MO17	C* L

Cations minéraux

Ammonium ^a <i>Date de mise en analyse : 13/08/2020</i> <i>^a(équivalent à 0,0825 mg N/l)</i>	0,106	mg NH ₄ /l	MI : POTA/FT16	C* L
--	-------	-----------------------	----------------	------

Produits minéraux

Phosphore total <i>Date de mise en analyse : 13/08/2020</i>	0,017	mg/l	MI : CHR/MO17	C* L
--	-------	------	---------------	------

PARAMETRES GLOBAUX

Paramètres globaux

(STM) Chlorophylle A	3,1	µg/l	T 90-117	STM
----------------------	-----	------	----------	-----



PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE
------------	----------	-------	---------

Indices globaux

Azote kjeldhal <i>Date de mise en analyse : 13/08/2020</i>	< 0,5	mg N/l	NF EN 25663	C* L
---	-------	--------	-------------	------

Réserves à émettre :

Les résultats analytiques peuvent ne pas refléter la concentration présente au moment du prélèvement pour les paramètres car les conditions requises par les normes NF EN ISO 5667-3 (Matrice liquide) et NF EN ISO 5667-15 / NF ISO 18512 (Matrice solide), liées à la conservation et à l'échantillonnage, ne sont pas respectées. La température de l'échantillon n'est pas conforme, les résultats sont rendus sous réserve.

à Lagor, le 10/09/2020

Agréé par le Ministère des Solidarités et de la Santé.
Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère de la transition écologique et solidaire dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.



ACCREDITATION
LAGOR :1-1173

PORTEE
DISPONIBLE SUR
www.cofrac.fr

Le rapport ne concerne que les échantillons soumis à analyse.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale et avec l'autorisation du laboratoire.
L'accréditation de la section Essai du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation C*
MI : Méthode Interne
La portée des agréments et des accréditations, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.
Sites d'analyses : L pour Lagor, T pour Tarbes, A pour Agen, An pour Anglet, M pour Mégnac, ST pour les sous-traitances, STM pour sous-traitance Mont De Marsan

Chef de Service

S. LUCAS



RCS PAU 98 B 263 - N° SIRET 418 814 059 00014 - CODE APE 7120B
88, Rue des écoles - 64150 LAGOR Tel: 05-59-60-23-85 Fax: 05-59-60-74-42

Echantillon :
CP266 Carri ère d'exploitation/EAU201-06637

Lieu de prélèvement :
Etude CF201-23 GEOPLUS CHEVENON

Nature de l'échantillon :
Eau superficielle

Prélèvement assuré par :
le client le 12/08/2020

Réception au laboratoire :
13/08/2020

Demandeur de l'analyse :
AQUABIO

Copie(s) des résultats à :
AQUABIO
AQUABIO

**AQUABIO
MILLET Sarah**

10 RUE HECTOR GUIMARD
ZAC LES ACILLOUX
63800 COURNON D AUVERGNE

Responsabilité technique des analyses :

Chimie de l'environnement : Christine PALE - Eric TEYSSEYRE

PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE
------------	----------	-------	---------

Traitement sur échantillon avant analyse

Préparation	Filtration 0.45 µm.			L
Préparation	Filtration de 788 ml le 13/08/2020			L

BILAN IONIQUE ET MINERAL

Anions minéraux

Nitrite <i>Date de mise en analyse : 13/08/2020</i>	0,0705	mg NO ₂ /l	MI : POTA/FT16	C* L
Nitrate ^a <i>Date de mise en analyse : 13/08/2020</i> <i>^a(équivalent à 0,325 mg N/l)</i>	1,44	mg NO ₃ /l	NF EN ISO 10304-1	C* L
Orthophosphates ^a <i>Date de mise en analyse : 13/08/2020</i>	0,036	mg/l	MI : CHR/MO17	C* L

Cations minéraux

Ammonium ^a <i>Date de mise en analyse : 13/08/2020</i> <i>^a(équivalent à <0,0389 mg N/l)</i>	< 0,05	mg NH ₄ /l	MI : POTA/FT16	C* L
--	--------	-----------------------	----------------	------

Produits minéraux

Phosphore total <i>Date de mise en analyse : 13/08/2020</i>	0,05	mg/l	MI : CHR/MO17	C* L
--	------	------	---------------	------

PARAMETRES GLOBAUX

Paramètres globaux

(STM) Chlorophylle A	9,7	µg/l	T 90-117	STM
----------------------	-----	------	----------	-----



PARAMETRES	RESULTAT	UNITE	METHODE
------------	----------	-------	---------

Indices globaux

Azote kjeldhal <i>Date de mise en analyse : 13/08/2020</i>	0,509	mg N/l	NF EN 25663	C* L
---	-------	--------	-------------	------

Réerves à émettre :

Les résultats analytiques peuvent ne pas refléter la concentration présente au moment du prélèvement pour les paramètres car les conditions requises par les normes NF EN ISO 5667-3 (Matrice liquide) et NF EN ISO 5667-15 / NF ISO 18512 (Matrice solide), liées à la conservation et à l'échantillonnage, ne sont pas respectées. La température de l'échantillon n'est pas conforme, les résultats sont rendus sous réserve.

à Lagor, le 10/09/2020

Agréé par le Ministère des Solidarités et de la Santé.
Analyses effectuées par un laboratoire agréé par le ministère de la transition écologique et solidaire dans les conditions de l'arrêté du 27 octobre 2011.



Le rapport ne concerne que les échantillons soumis à analyse.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale et avec l'autorisation du laboratoire.
L'accréditation de la section Essai du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation C*
MI : Méthode Interne
La portée des agréments et des accréditations, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.
Sites d'analyses : L pour Lagor, T pour Tarbes, A pour Agen, An pour Anglet, M pour Mégnac, ST pour les sous-traitances, STM pour sous-traitance Mont De Marsan

Chef de Service

S. LUCAS



RAPPORT D'ANALYSE

Analyses VigiDNA M pour l'inventaire des Amphibiens,
des Mammifères aquatiques et des Poissons en grand
milieu aquatique stagnant

Aquabio - DE200273 - 17 Novembre 2020



1°) Description du projet :

Code étude : DE200273

Client : Aquabio

- **Adresse :** ZAC les Acilloux, 10 rue Hector Guimard, 63800 COURNON D'AUVERGNE
- **Contact :** Sarah MILLET
- **Téléphone :** 04 73 24 77 40 - **Email :** sarah.millet@aquabio-conseil.com

Responsable de l'étude : Pauline JEAN, Chef de projet - pauline.jean@spygen.com

Type d'analyse : Analyses VigiDNA M pour l'inventaire des Amphibiens, des Mammifères aquatiques et des Poissons en grand milieu aquatique stagnant

Nombre d'échantillons : 2

2°) Protocole d'analyse et contrôles qualité :

Les extractions d'ADN ont été réalisées dans une salle dédiée à l'ADN rare ou dégradé. Une amplification de l'ADN a ensuite été effectuée avec un couple d'amorces universel pour les Amphibiens, un couple d'amorces universel pour les Mammifères aquatiques et un couple d'amorces universel pour les Poissons (12 réplicats par échantillon et par groupe taxonomique) puis les échantillons amplifiés ont été séquencés à l'aide d'un séquenceur nouvelle génération (MiSeq - Illumina). À chaque étape du protocole des témoins négatifs ont été analysés en parallèle aux échantillons, afin de contrôler la pureté des consommables utilisés et de détecter d'éventuelles contaminations croisées au cours de la manipulation (*cf. Extraction (-) & PCR (-) dans Contrôles qualité*).

Les séquences obtenues ont été analysées avec des outils bio-informatiques permettant d'éliminer les erreurs dues à l'amplification ou au séquençage (à l'aide de différents filtres) et de comparer chaque séquence avec les bases de référence Amphibiens, Mammifères aquatiques et Poissons de SPYGEN® et EMBL. Une liste d'espèces a ensuite été établie pour chaque échantillon avec la base de référence et le nombre de séquences ADN attribués à chaque espèce ainsi que, pour les Amphibiens et les Poissons, le nombre de réplicats positifs.

➤ Contrôles qualité :

Groupe taxonomique	Type de contrôle	Nombre	Résultat	Commentaires
Amphibiens	Extraction (-)	2	Négatif	Aucune contamination détectée lors de l'analyse
	PCR (-)	1	Négatif	
Mammifères aquatiques	Extraction (-)	2	Négatif	Aucune contamination détectée lors de l'analyse
	PCR (-)	1	Négatif	
Poissons	Extraction (-)	2	Négatif	Aucune contamination détectée lors de l'analyse
	PCR (-)	1	Négatif	

3°) Résultats :

➤ VigiDNA M Amphibiens

Aucun ADN d'Amphibiens n'a été détecté dans les échantillons SPY203146 et SPY203147.

➤ VigiDNA M Mammifères aquatiques

Les résultats sont présentés ci-dessous dans le tableau I.

Tableau I : Liste des espèces de Mammifères aquatiques détectées et nombre de séquences ADN associées à chaque espèce pour les échantillons des sites « Plan d'eau Sud » et « Plan d'eau Nord ».

Nom scientifique	Base de référence	Plan d'eau Sud	Plan d'eau Nord
		SPY203146	SPY203147
		Nombre de séquences ADN	Nombre de séquences ADN
<i>Myocastor coypus</i>	SPYGEN	13 071	

➤ VigiDNA M Poissons

Les résultats sont présentés ci-dessous dans le tableau II.

Certains taxons sont identifiés à la famille : *Cyprinidae* - Complexe 3 (*Abramis brama* ou *Blicca bjoerkna*) et *Cyprinidae* - Complexe 4 (*Alburnus alburnus* ou *Scardinius erythrophthalmus*).

Tableau II : Liste des taxons de Poissons détectés, nombre de réplicats positifs et nombre de séquences ADN associés à chaque taxon pour les échantillons des sites « Plan d'eau Sud » et « Plan d'eau Nord ».

Nom scientifique	Base de référence	Plan d'eau Sud		Plan d'eau Nord	
		SPY203146	SPY203147	SPY203146	SPY203147
		Nombre de réplicats positifs (/12)	Nombre de séquences ADN	Nombre de réplicats positifs (/12)	Nombre de séquences ADN
<i>Abramis brama</i>	SPYGEN	5	9 170	6	59 777
<i>Ameiurus melas</i>	SPYGEN	12	158 319	12	131 454
<i>Cyprinidae</i> - Complexe 3	SPYGEN	1	6 215	2	25 183
<i>Cyprinidae</i> - Complexe 4	SPYGEN	1	655	1	638
<i>Cyprinus carpio</i>	SPYGEN	3	1 741		
<i>Esox lucius</i>	SPYGEN	5	24 167	3	36 319
<i>Gymnocephalus cernua</i>	SPYGEN	4	12 175		
<i>Lepomis gibbosus</i>	SPYGEN	12	107 062	9	99 774
<i>Perca fluviatilis</i>	SPYGEN	12	45 854	8	39 107
<i>Rutilus rutilus</i>	SPYGEN	12	123 889	12	111 243
<i>Sander lucioperca</i>	SPYGEN	5	17 440		
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	SPYGEN			1	5 814

4°) Annexe - Fichier terrain du client :

Fichier Terrain ADNe

Nom de votre structure :	AQUABIO
N° ou Nom projet :	CF201-23
N° Devis SPYGEN :	DE200273

Merci de remplir ce document puis de le renvoyer par mail (format Excel) à votre contact SPYGEN et par papier dans le colis de retour des échantillons.

Code SPYGEN	Code du site	Nom du site	Date d'échantillonnage	Type de milieu (Courant / Stagnant)	Type de kit (Louche /Tuyau)	Réplicat terrain 1 ou 2 (si existant)	Durée filtration (Kit tuyau)	Nom du préleveur	Espèces / groupes taxonomiques recherchés	Commentaires
SPY203147	CP67	Plan d'eau Nord	12/08/2020	Stagnant	Tuyau	1	30min	J. Auboin	Amphibiens/Mammifères aquatiques/Poissons	Gants trop petits/fragiles
SPY203146	CP68	Plan d'eau Sud	13/08/2020	Stagnant	Tuyau	1	30min	J. Auboin	Amphibiens/Mammifères aquatiques/Poissons	Gants trop petits/fragiles



Tél. : +33 (0)4 79 26 15 83
contact@spygen.com

SPYGEN S.A.S.
Savoie Technolac - BP274
17, rue du Lac Saint-André
73375 Le Bourget du Lac Cedex
FRANCE

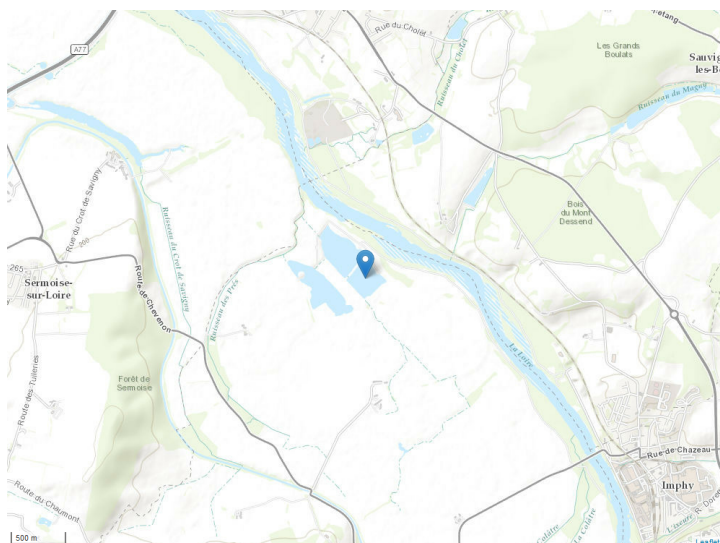
www.spygen.com

Plan d'eau Sud à Chevenon (CP268 – 13/08/2020)

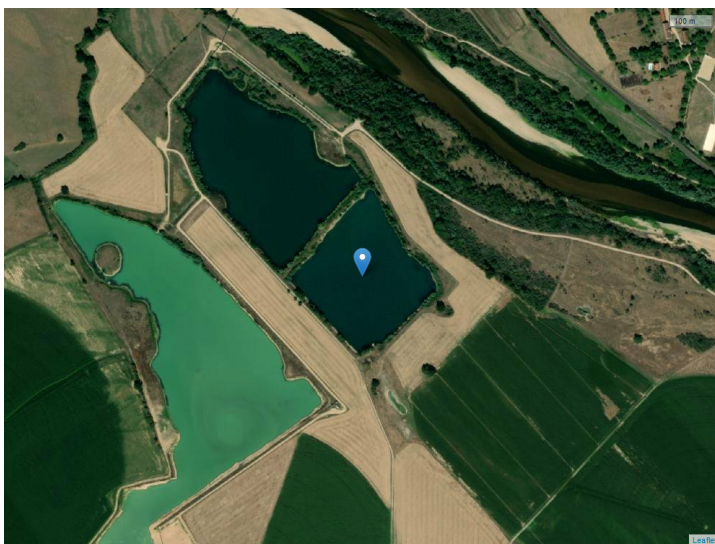
Caractéristiques générales de la station

Sylvo-écoregion	Bourbonnais et Charolais	Surface estimée (dont zone tourbeuse, m²)	65693	Indice de complexité morphologique (/1)	0.21
X (RGF 93, en m)	717124	Surface estimée (hors zone tourbeuse, m²)	65693	% de rives à pentes > 50 %	50-75
Y (RGF 93, en m)	6650107	Ombrage (%)	0%	Environnement forestier sur 50m (%)	0%
Altitude (m)	174	Profondeur moyenne (m)	6	Pression de pâturage (betail & ragondins)	Nulle
Hydrologie apparente	Alluvial	Profondeur maximale (m)	6.8	Colmatage	Nul ou faible

Localisation générale du site



Vue détaillée du site



Photographie du site



Plan d'eau Sud à Chevenon (CP268 – 13/08/2020)

Données relatives à l'essai

Date d'échantillonnage	13/08/2020	Accessibilité du site facilités de prélèvement	Facile	Opérateur laboratoire invertébrés	Pierre OLIVIER
Heure de début	09:00	Nécessité d'une embarcation	motorisée électrique	Date d'analyse invertébrés	26/10/2020
Heure de fin	10:26	Type de mise à l'eau	Non stabilisée	Opérateur laboratoire macrophytes	Frédéric LABAT (CF)
Opérateurs terrain	Frédéric LABAT (CF) Jérémy AUBOIN (CF)	Coordonnées RGF93 mise à l'eau (X, Y, en mètres)	713134 6651396	Date d'identification laboratoire macrophytes	17/08/2020

SG = Agence Sud-Ouest, CF = Agence Centre, FE = Agence Ouest, NY = Agence Sud-Est, BE = Agence Nord-Est

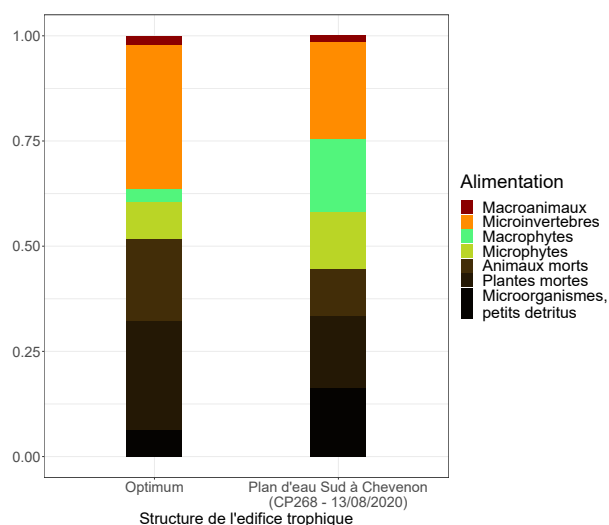
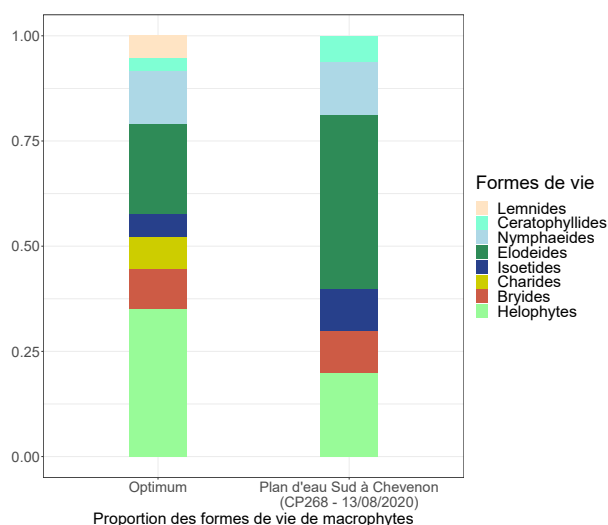
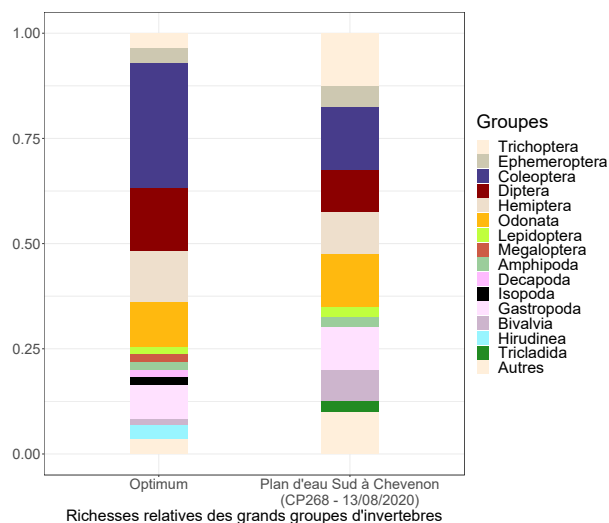
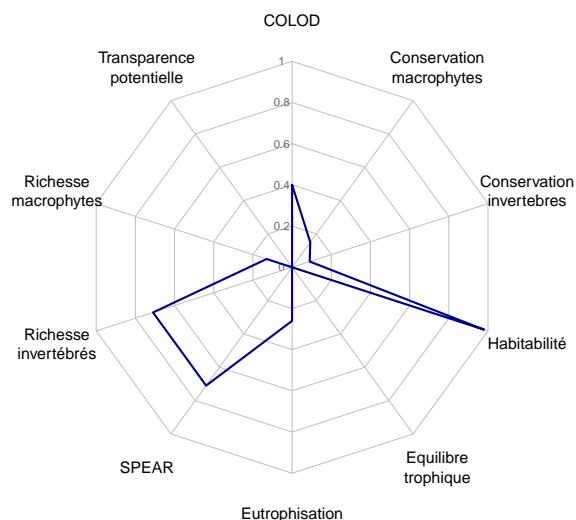
Observations diverses

Dérogation	-	Poissons observés	Carpe Cyprinidés	Odonates observés	-
Non conformité	-	Ecrevisses observées	Pas d'écrevisse observée	Amphibiens observés	Grenouille verte l.s.

Tableau d'échantillonnage invertébrés

Habitat	Recouvrement de l'habitat (%)	Superficie échantillonnée (m²)
Substrat minéral fin et grossier, talus terreux	100.00	0.15
Hydrophytes à feuilles peu ou pas découpées	4.00	1.00
Hydrophytes à feuilles flottantes, hélrophytes à tiges épaisses	1.00	1.00
Interface eau-terre : hydrophytes à feuilles peu ou pas découpées	0.05	1.00
Racines	0.01	1.00

Plan d'eau Sud à Chevenon (CP268 – 13/08/2020)



Métriques et indice multimétrique BECOME

BECOME	Richesse macrophytes	Richesse invertébrés	Conservation macrophytes	Conservation invertébrés	COLOD	Equilibre trophique	Habitabilité	Transparence potentielle	SPEAR	Eutrophisation
0.3	0.13	0.71	0.15	0.09	0.4	0	0.98	0	0.71	0.26

Typologie dynamique et richesses brutes

typologie	niveau trophique attendu	niveau trophique (macrophytes)	richesse faunistique (brute)	richesse floristique (brute)
siliceux_3	Mesotrophe	HyperEutrophe	40	22

Interprétations

Le potentiel écologique du plan d'eau sud est médiocre (indice BECOME de 0,30). Les métriques de transparence et d'équilibre trophique confirment un dysfonctionnement majeur. La métrique COLOD indique que le peuplement piscicole a un impact négatif modéré sur les invertébrés : la richesse du peuplement de coléoptères et d'odonates est acceptable mais son abondance est faible. La verticalité et l'homogénéité morphologique des berges limitent fortement la colonisation du milieu par les hydrophytes. La composition et la richesse du peuplement macrophytique sont très éloignées des résultats attendus sur ce type de milieu (forte présence de taxons invasifs). Les formes de vie des macrophytes sont relativement diversifiées (indice habitabilité élevé) ce qui induit une bonne richesse des invertébrés.

Plan d'eau Sud à Chevenon (CP268 – 13/08/2020)

Liste floristique standardisée

Embranchement	Ordre	Famille	Taxon	Recouvrements*	
Charophyta	Hypnales	Amblystegiaceae	<i>Leptodictyum riparium</i>	2	
	Alismatales	Hydrocharitaceae	<i>Elodea canadensis</i>	3	
			<i>Najas marina</i>	2	
			Potamogetonaceae	<i>Potamogeton lucens</i>	1
				<i>Potamogeton nodosus</i>	3
				<i>Zannichellia palustris</i>	1
	Asparagales	Iridaceae	<i>Iris pseudacorus</i>	1	
	Asterales	Asteraceae	<i>Bidens connata</i>	2	
			<i>Bidens frondosa</i>	1	
	Brassicales	Brassicaceae	<i>Rorippa sylvestris</i>	1	
	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Persicaria maculosa</i>	1	
	Ceratophyllales	Ceratophyllaceae	<i>Ceratophyllum demersum</i>	1	
	Lamiales	Lamiaceae	<i>Lycopus europaeus</i>	1	
			<i>Lindernia dubia</i>	2	
	Myrtales	Lythraceae	<i>Lythrum salicaria</i>	1	
	Poales	Cyperaceae	<i>Carex hirta</i>	1	
			<i>Eleocharis acicularis</i>	2	
			Juncaceae	<i>Juncus tenageia</i>	1
			Poaceae	<i>Phragmites australis</i>	2
		Ranunculales	Ranunculaceae	<i>Ranunculus tripartitus</i>	1
	Saxifragales	Haloragaceae	<i>Myriophyllum spicatum</i>	1	
	Solanales	Solanaceae	<i>Solanum dulcamara</i>	2	

* 1 = quelques pieds, 2 = quelques petits herbiers, 3 = petits herbiers assez fréquents, 4 = grands herbiers discontinus, 5 = herbiers continus

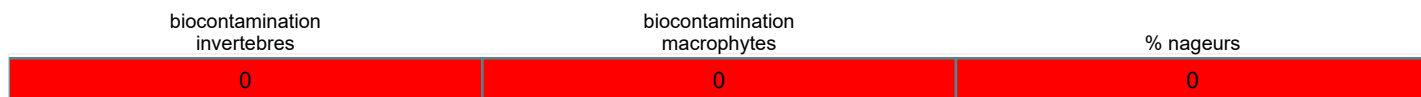
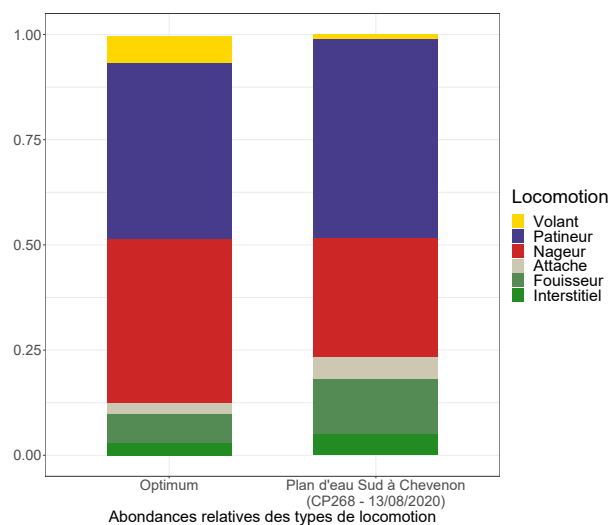
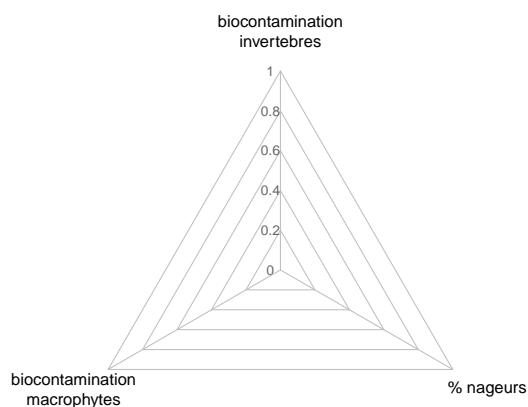
Plan d'eau Sud à Chevenon (CP268 – 13/08/2020)

Liste faunistique standardisée

Embranchement	Ordre	Famille	Taxon	Abondance (ind./m ²)	
Arthropoda	Trichoptera	Ecnomidae	<i>Ecnomus</i>	14.5933	
		Hydroptilidae	<i>Agraylea</i>	0.4470	
		Leptoceridae	<i>Athripsodes</i>	6.6678	
				<i>Leptocerus</i>	6.6667
				<i>Mystacides</i>	0.0015
	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Cloeon</i>	0.0400	
		Caenidae	<i>Caenis</i>	86.6668	
		Dryopidae	<i>Dryops</i>	0.0012	
	Coleoptera	Elmidae	<i>Oulimnius</i>	0.0006	
			<i>Pelodytes</i>	0.0020	
		Hydrochidae	<i>Hydrochus</i>	6.6682	
		Hydrophilidae	<i>Helochaers</i>	0.0070	
		Hydrobiidae	<i>Hygrobia hermanni</i>	0.0005	
		Diptera	Ceratopogonidae	<i>Ceratopogonidae</i>	60.1321
			Chironomidae	<i>Chironomidae excl. Tanytopodinae</i>	560.9805
				<i>Tanytopodinae</i>	0.0005
			Culicidae	<i>Culicidae</i>	0.0040
		Hemiptera	Corixidae	<i>Micronecta</i>	80.0094
	Gerridae		<i>Gerris</i>	0.0206	
	Naucoridae		<i>Ilyocoris cimicoides</i>	0.0005	
	Pleidae		<i>Plea minutissima</i>	6.6687	
	Odonata	Coenagrionidae	<i>Erythromma</i>	0.7611	
			<i>Ischnura</i>	13.4243	
		Platycnemididae	<i>Platycnemis</i>	0.0021	
		Aeshnidae	<i>Anax</i>	0.0200	
		Libellulidae	<i>Sympetrum</i>	0.0010	
		Lepidoptera	Crambidae	<i>Acentria ephemerella</i>	0.0005
		Amphipoda	Crangonyctidae	<i>Crangonyx pseudogracilis</i>	0.0002
	Mollusca	Mysida	Mysidae	<i>Limnomysis benedeni</i>	7.2558
			Trombidiformes	NA	<i>Hydracarina</i>
		Hygrophila	Ferrissiidae	<i>Ferrissia</i>	0.0020
			Lymnaeidae	<i>Radix (lato sensu)</i>	0.0416
			Physidae	<i>Physella</i>	0.0462
Venerida		Planorbidae	<i>Menetus dilatatus</i>	0.0040	
		Corbiculidae	<i>Corbicula</i>	153.3335	
		Sphaeriidae	<i>Musculium (Sphaerium)</i>	6.6667	
			<i>Pisidium (lato sensu)</i>	0.0007	
Annelida		NA	NA	<i>Oligochaeta</i>	P
Platyhelmintha	Tricladida	Dugesidae	<i>Dugesia</i>	322.8662	
Cnidaria	Anthoathecata	Hydridae	<i>Hydra</i>	P	

Plan d'eau Sud à Chevenon (CP268 – 13/08/2020)

Indicateurs complémentaires



Interprétations complémentaires

Sur le plan d'eau sud toutes les métriques qualitatives complémentaires sont à 0. Les métriques contaminations montrent une forte présence d'espèces invasives. On retrouve sur ce plan d'eau aussi de nombreuses Corbicules. La macrophyte *Elodea canadensis* a fortement investi ce plan d'eau. Cette espèce invasive est aussi susceptible de fragiliser le fonctionnement global de l'écosystème. La métrique % de nageurs indique un déséquilibre dans la composition du peuplement invertébrés qui peut résulter d'une forte pression de prédation par les poissons et/ou d'altérations morphologiques.

Plan d'eau Sud à Chevenon (CP268 – 13/08/2020)

Indicateurs expérimentaux – analyse phytosociologique

Habitats spermaphytes dominants

<p>herbiers vivaces enracinés dulçaquicoles des eaux courantes peu profondes</p>	<p>pelouses amphibies exondables vivaces oligotrophiles psychrophiles laurasiennes</p>	<p>tonsure hydrophiles inondables</p> <p>thermophiles</p> <p>subméditerranéennes</p> <p>mésotrophiles</p>
	<p>friches annuelles hygrophiles eutrophiles pionnières vasicoles</p>	<p>herbiers annuels enracinés dulçaquicoles européens pionniers d'eaux profondes</p>
<p>herbiers vivaces enracinés dulçaquicoles européens</p>	<p>roselières et grandes cariçaies eurasiatiques</p>	

Plan d'eau Sud à Chevenon (CP268 – 13/08/2020)

Espèces à statut

Espèce	Liste rouge européenne	Liste rouge mondiale	Liste rouge nationale	Liste rouge régionale	Neozoa Neophyte
<i>Elodea canadensis</i>	-	LC	-	-	Invasive
<i>Iris pseudacorus</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Leptodictyum riparium</i>	LC	-	-	-	-
<i>Potamogeton lucens</i>	LC	LC	LC	VU	-

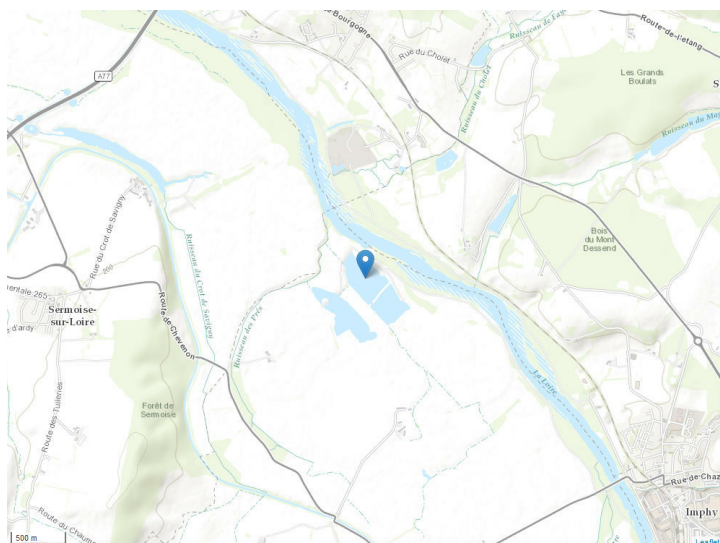
EX = éteinte au niveau mondial, RE = disparue au niveau national, CR = en danger critique, EN = en danger, VU = vulnérable, NT = quasi menacée, LC = préoccupation mineure, DD : données insuffisantes, NA = non applicable (introduite ou occasionnelle), NE = non évaluée

Plan d'eau Nord à Chevenon (CP267 – 12/08/2020)

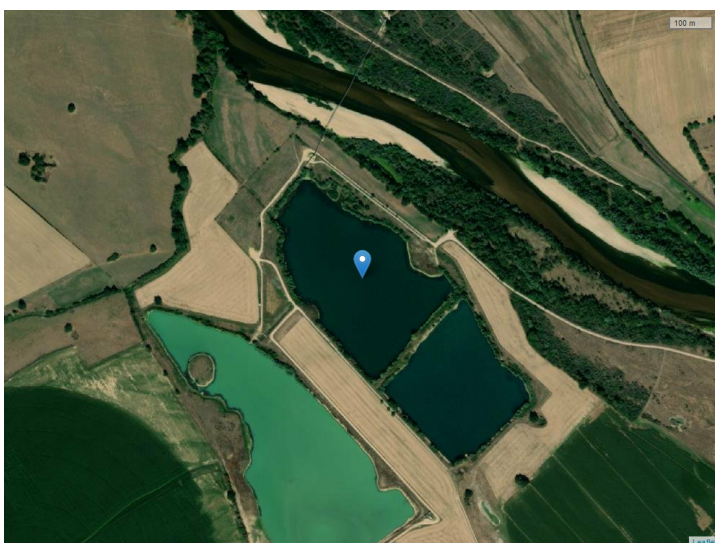
Caractéristiques générales de la station

Sylvo-écoregion	Bourbonnais et Charolais	Surface estimée (dont zone tourbeuse, m²)	96653	Indice de complexité morphologique (/1)	0.28
X (RGF 93, en m)	716913	Surface estimée (hors zone tourbeuse, m²)	96653	% de rives à pentes > 50 %	25-50
Y (RGF 93, en m)	6650350	Ombrage (%)	0%	Environnement forestier sur 50m (%)	0%
Altitude (m)	174	Profondeur moyenne (m)	5	Pression de pâturage (betail & ragondins)	Nulle
Hydrologie apparente	Alluvial	Profondeur maximale (m)	5.9	Colmatage	Nul ou faible

Localisation générale du site



Vue détaillée du site



Photographie du site



Plan d'eau Nord à Chevenon (CP267 – 12/08/2020)

Données relatives à l'essai

Date d'échantillonnage	12/08/2020	Accessibilité du site facilités de prélèvement	Facile	Opérateur laboratoire invertébrés	Pierre OLIVIER
Heure de début	14:09	Nécessité d'une embarcation	motorisée électrique	Date d'analyse invertébrés	29/10/2020
Heure de fin	17:14	Type de mise à l'eau	Non stabilisée	Opérateur laboratoire macrophytes	Frédéric LABAT (CF)
Opérateurs terrain	Frédéric LABAT (CF) Jérémy AUBOIN (CF)	Coordonnées RGF93 mise à l'eau (X, Y, en mètres)	722954 6643232	Date d'identification laboratoire macrophytes	17/08/2020

SG = Agence Sud-Ouest, CF = Agence Centre, FE = Agence Ouest, NY = Agence Sud-Est, BE = Agence Nord-Est

Observations diverses

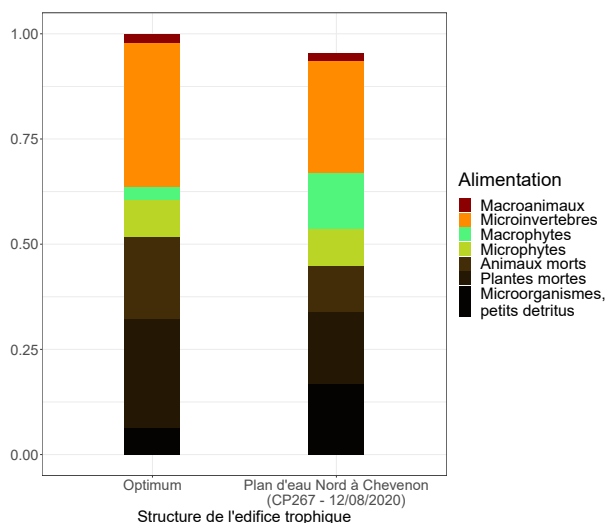
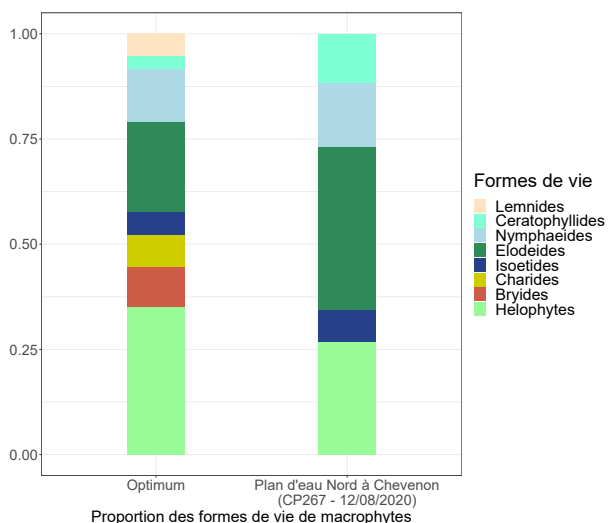
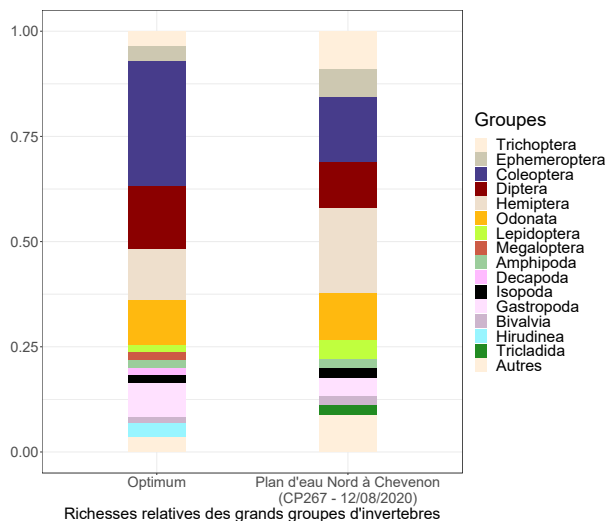
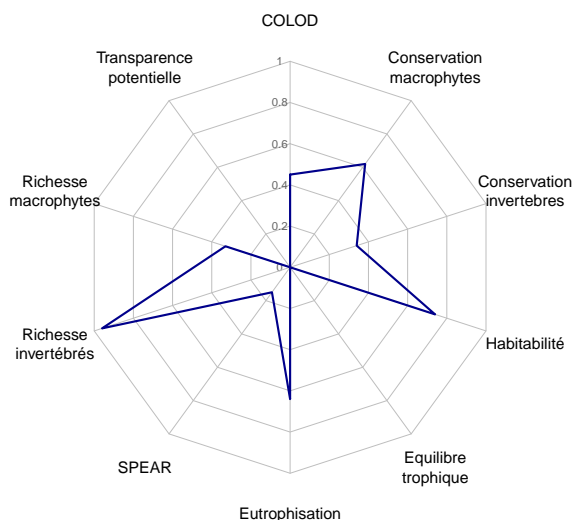
Vieilles coquilles de *Anodonta cygnaea*

Dérogation	-	Poissons observés	Carpe Cyprinidés Perche soleil Poisson chat	Odonates observés	Erythromma najas
Non conformité	-	Ecrevisses observées	Orconectes limosus	Amphibiens observés	Grenouille verte l.s.

Tableau d'échantillonnage invertébrés

Habitat	Recouvrement de l'habitat (%)	Superficie échantillonnée (m²)
Substrat minéral fin et grossier, talus terreux	99.00	0.15
Hydrophytes à feuilles peu ou pas découpées	6.00	1.00
Hydrophytes à feuilles filiformes ou lasciniées et characées	5.00	1.00
Interface eau-terre : hydrophytes à feuilles peu ou pas découpées	0.50	1.00
Interface eau-terre : hélrophytes à feuilles filiformes non traçantes	0.01	1.00
Racines	0.01	1.00
Pierres ou blocs	0.01	0.15

Plan d'eau Nord à Chevenon (CP267 – 12/08/2020)



Métriques et indice multimétrique BECOME

BECOME	Richesse macrophytes	Richesse invertébrés	Conservation macrophytes	Conservation invertébrés	COLOD	Equilibre trophique	Habitabilité	Transparence potentielle	SPEAR	Eutrophisation
0.4	0.33	0.96	0.62	0.34	0.45	0	0.74	0	0.15	0.64

Typologie dynamique et richesses brutes

typologie	niveau trophique attendu	niveau trophique (macrophytes)	richesse faunistique (brute)	richesse floristique (brute)
siliceux_3	Mesotrophe	Eutrophe	45	31

Interprétations

Le plan d'eau nord présente un potentiel écologique moyen (indice BECOME=0,40). Malgré une eutrophisation d'origine anthropique faible, ce plan d'eau présente un fort dysfonctionnement trophique. Le peuplement macroinvertébrés n'est ni en capacité à recycler efficacement la matière organique bio-disponible, ni en capacité à exporter suffisamment de matière organique hors du plan d'eau (via les invertébrés aux imagos non aquatiques). Le peuplement piscicole a un impact négatif modéré sur les invertébrés aquatiques (métrique COLOD moyenne). La richesse macrophytique est médiocre mais l'habitabilité est bonne (diversité des formes de vie des macrophytes importante) ce qui permet le développement de nombreuses espèces d'invertébrés.

Plan d'eau Nord à Chevenon (CP267 – 12/08/2020)

Liste floristique standardisée

Embranchement	Ordre	Famille	Taxon	Recouvrements*		
Charophyta	Alismatales	Alismataceae	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	1		
		Hydrocharitaceae	<i>Najas marina</i>	3		
		Potamogetonaceae	<i>Potamogeton nodosus</i>	3		
	Asterales	Asteraceae	<i>Zannichellia palustris</i>	1		
			<i>Bidens cernua</i>	1		
			<i>Bidens connata</i>	1		
	Brassicales	Brassicaceae	<i>Bidens frondosa</i>	1		
			<i>Rorippa palustris</i>	1		
			<i>Rorippa sylvestris</i>	1		
	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Persicaria maculosa</i>	1		
	Ceratophyllales	Ceratophyllaceae	<i>Ceratophyllum demersum</i>	2		
	Lamiales	Lamiaceae	<i>Lycopus europaeus</i>	1		
			<i>Mentha arvensis</i>	1		
			<i>Scutellaria galericulata</i>	1		
			<i>Lindernia dubia</i>	1		
			<i>Plantaginaceae</i>	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	1	
			Myrtales	Lythraceae	<i>Lythrum salicaria</i>	1
					Poales	Cyperaceae
			<i>Cyperus eragrostis</i>	1		
			<i>Cyperus flavescens</i>	1		
			<i>Eleocharis acicularis</i>	1		
			<i>Eleocharis palustris</i>	2		
			<i>Juncus articulatus</i>	1		
			<i>Juncus effusus</i>	1		
			<i>Juncus tenageia</i>	1		
			Ranunculales	Ranunculaceae	<i>Poaceae</i>	<i>Leersia oryzoides</i>
	<i>Phragmites australis</i>	1				
	<i>Ranunculus sceleratus</i>	1				
	Saxifragales	Haloragaceae	<i>Ranunculus tripartitus</i>	2		
			<i>Myriophyllum spicatum</i>	2		
Solanales	Solanaceae	<i>Solanum dulcamara</i>	1			

* 1 = quelques pieds, 2 = quelques petits herbiers, 3 = petits herbiers assez fréquents, 4 = grands herbiers discontinus, 5 = herbiers continus

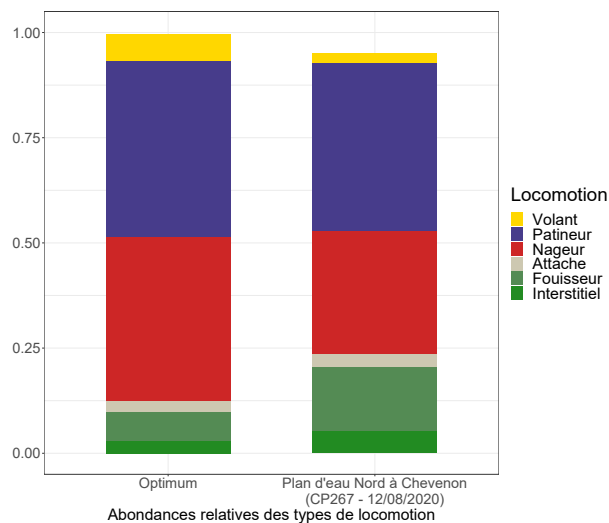
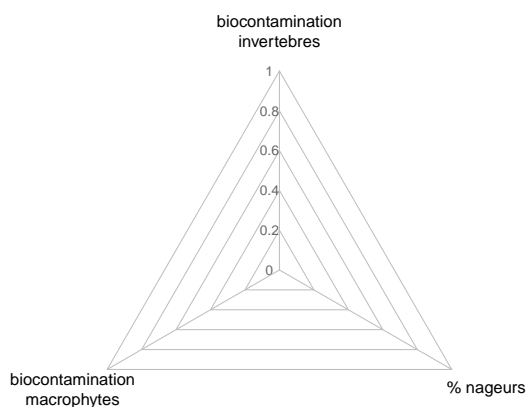
Plan d'eau Sud à Chevenon (CP268 – 13/08/2020)

Liste faunistique standardisée

Embranchement	Ordre	Famille	Taxon	Abondance (ind./m ²)	
Arthropoda	Trichoptera	Ecnomidae	<i>Ecnomus</i>	6.6522	
		Hydroptilidae	<i>Orthotrichia</i>	0.0009	
		Leptoceridae	<i>Leptocerus</i>	0.1771	
	Ephemeroptera	Limnephilidae		<i>Anabolia</i>	0.0020
				<i>Cloeon</i>	8.4510
		Baetidae	<i>Caenis</i>	125.4709	
		Ephemeridae	<i>Ephemera</i>	13.2000	
	Coleoptera	Curculionidae		<i>Bagous</i>	0.0600
				<i>Dryops</i>	0.0102
				<i>Peltodytes</i>	0.0100
				<i>Ochthebius</i>	0.0001
				<i>Hydrochus</i>	0.0001
				<i>Anacaena</i>	0.0600
				<i>Helochaers</i>	0.0652
	Diptera	Ceratopogonidae		<i>Ceratopogonidae</i>	1.9315
		Chironomidae		<i>Chironomidae excl. Tanytopodinae</i>	77.8973
	Hemiptera	Culicidae		<i>Culicidae</i>	0.1571
				<i>Stratiomyidae</i>	0.0102
				<i>Corixinae</i>	0.0500
				<i>Micronecta</i>	67.7499
				<i>Gerris</i>	0.1700
				<i>Hydrometra</i>	0.0001
				<i>Mesovelia</i>	0.0001
				<i>Ilyocoris cimicoides</i>	0.0253
				<i>Naucoris maculatus</i>	0.0153
				<i>Plea minutissima</i>	0.1302
			<i>Velia</i>	0.0254	
Odonata	Coenagrionidae		<i>Erythromma</i>	1.0276	
			<i>Ischnura</i>	1.1174	
			<i>Platycnemis</i>	0.0017	
			<i>Anax</i>	0.3952	
			<i>Sympetrum</i>	0.3770	
Lepidoptera	Crambidae		<i>Elophila</i>	0.0050	
			<i>Parapoynx</i>	0.0002	
Amphipoda	Crangonyctidae		<i>Crangonyx pseudogracilis</i>	0.0063	
			<i>Proasellus</i>	0.0038	
Isopoda	Asellidae		<i>Mysidae</i>	6.9557	
				P	
Mysida	NA		<i>Hydracarina</i>		
Mollusca	Hygrophila		<i>Physella</i>	0.1563	
			<i>Menetus dilatatus</i>	0.0018	
			<i>Corbicula</i>	924.0000	
Annelida	NA		<i>Oligochaeta</i>	P	
Nemertea	NA		<i>Prostoma</i>	0.0007	
Platyhelmintha	Tricladida		<i>Dugesia</i>	6.6198	

Plan d'eau Nord à Chevenon (CP267 – 12/08/2020)

Indicateurs complémentaires



biocontamination invertebres

0

biocontamination macrophytes

0

% nageurs

0

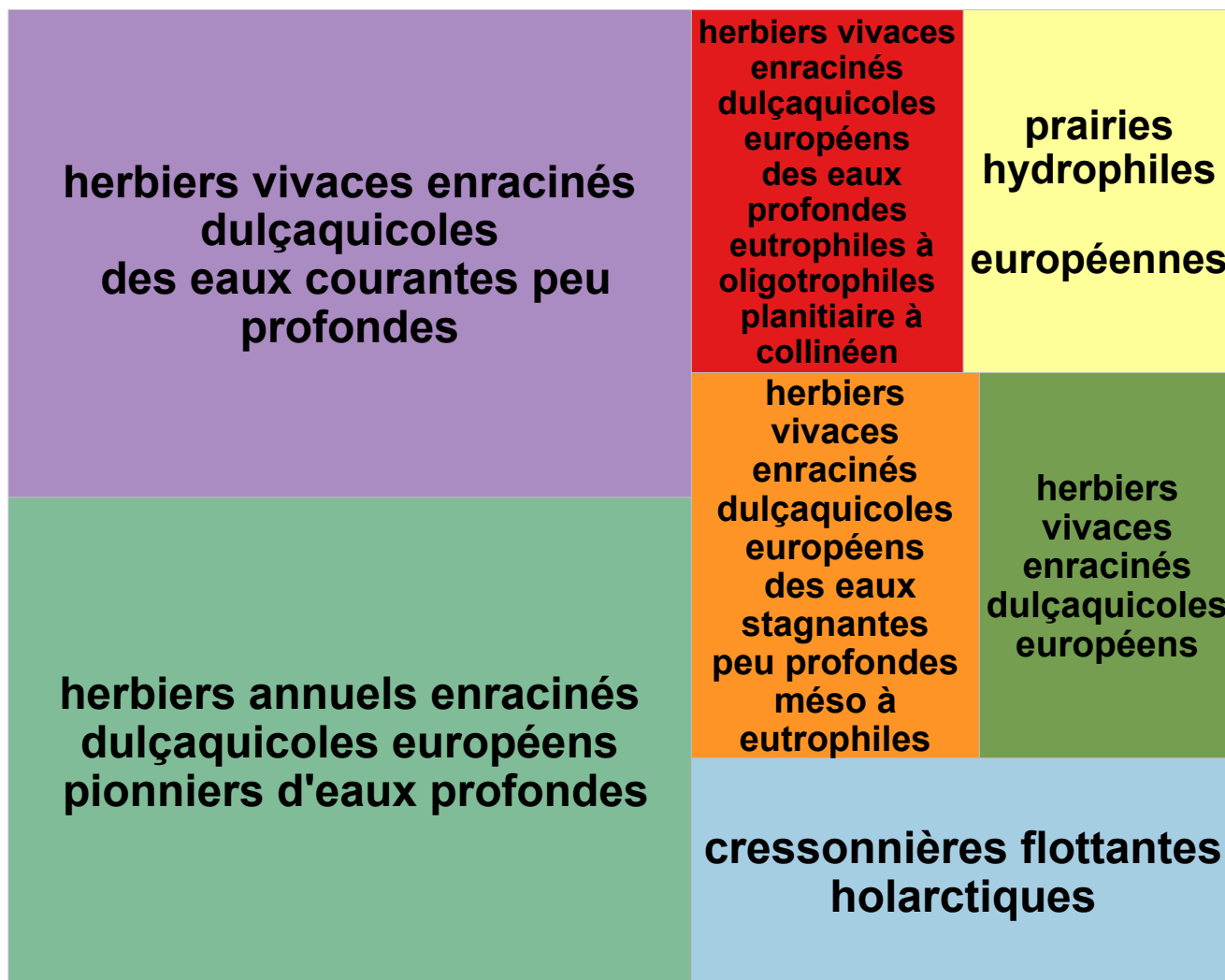
Interprétations complémentaires

Le plan d'eau nord est aussi marqué par de forts déséquilibres dus à la contamination par des espèces invasives (toutes les métriques complémentaires à 0). Les Corbicules ont fortement colonisé le milieu et la macrophyte *Bidens frondosa* est la seule espèce invasive inventoriée sur ce plan d'eau. Cette dernière représente un faible recouvrement du site. La métrique % de nageurs montre un écart très important avec la composition du peuplement invertébrés attendu. Cette altération peut s'expliquer par une prédation par les poissons très importante et/ou des altérations morphologiques.

Plan d'eau Nord à Chevenon (CP267 – 12/08/2020)

Indicateurs expérimentaux – analyse phytosociologique

Habitats spermaphytes dominants



Plan d'eau Nord à Chevenon (CP267 – 12/08/2020)

Espèces à statut

Espèce	Liste rouge européenne	Liste rouge mondiale	Liste rouge nationale	Liste rouge régionale	Neozoa Neophyte
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Bidens connata</i>	-	-	-	-	Introduite
<i>Bidens frondosa</i>	-	LC	-	-	Invasive
<i>Carex hirta</i>	-	-	LC	LC	-
<i>Ceratophyllum demersum</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Crangonyx pseudogracilis</i>	-	-	-	-	Introduite
<i>Cyperus flavescens</i>	LC	LC	LC	EN	-
<i>Eleocharis palustris</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Juncus articulatus</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Juncus tenageia</i>	LC	LC	LC	EN	-
<i>Leersia oryzoides</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Menetus dilatatus</i>	-	-	-	-	Introduite
<i>Persicaria maculosa</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Phragmites australis</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Ranunculus sceleratus</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Ranunculus tripartitus</i>	LC	-	LC	CR*	-
<i>Rorippa palustris</i>	LC	-	LC	LC	-
<i>Rorippa sylvestris</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Solanum dulcamara</i>	LC	-	LC	LC	-
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	LC	LC	LC	LC	-
<i>Zannichellia palustris</i>	LC	LC	EN	LC	-

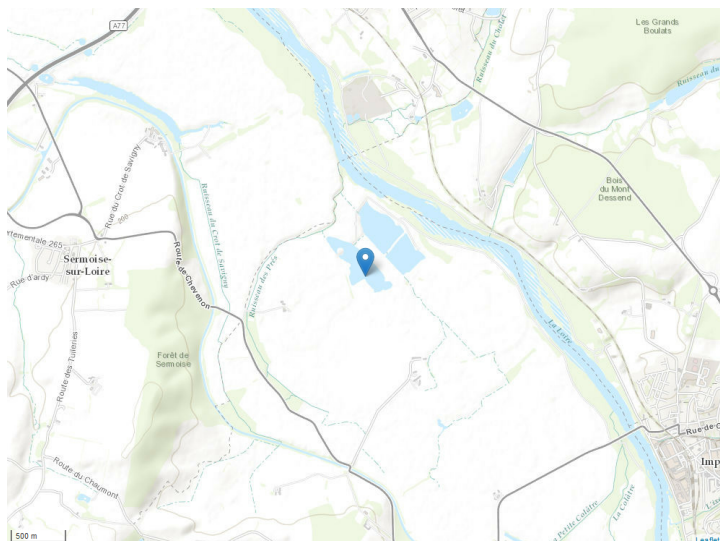
EX = éteinte au niveau mondial, RE = disparue au niveau national, CR = en danger critique, EN = en danger, VU = vulnérable, NT = quasi menacée, LC = préoccupation mineure, DD : données insuffisantes, NA = non applicable (introduite ou occasionnelle), NE = non évaluée

Carrière d'exploitation à Chevenon (CP266 – 12/08/2020)

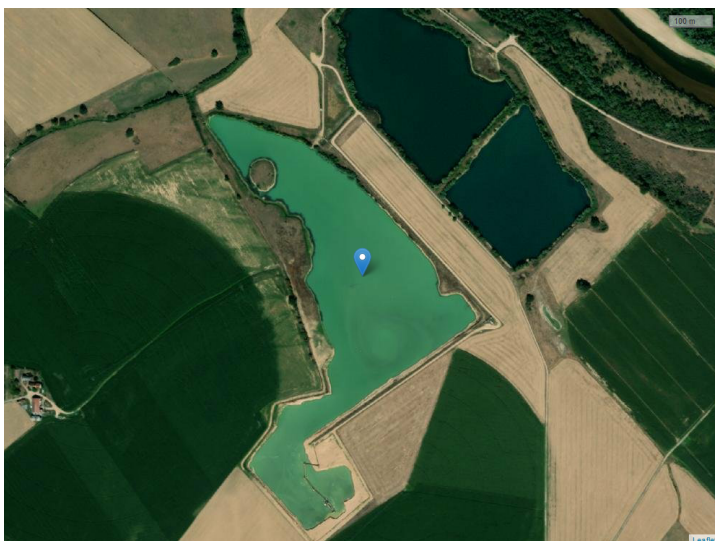
Caractéristiques générales de la station

Sylvo-écoregion	Bourbonnais et Charolais	Surface estimée (dont zone tourbeuse, m²)	167666	Indice de complexité morphologique (/1)	0.45
X (RGF 93, en m)	716775	Surface estimée (hors zone tourbeuse, m²)	167666	% de rives à pentes > 50 %	25-50
Y (RGF 93, en m)	6649914	Ombrage (%)	0%	Environnement forestier sur 50m (%)	0%
Altitude (m)	174	Profondeur moyenne (m)	3	Pression de pâturage (betail & ragondins)	Nulle
Hydrologie apparente	Alluvial	Profondeur maximale (m)	3.8	Colmatage	Nul ou faible

Localisation générale du site



Vue détaillée du site



Photographie du site



Carrière d'exploitation à Chevenon (CP266 – 12/08/2020)

Données relatives à l'essai

Date d'échantillonnage	12/08/2020	Accessibilité du site facilités de prélèvement	Facile	Opérateur laboratoire invertébrés	Mathieu COURTE (BE)
Heure de début	10:00	Nécessité d'une embarcation	motorisée électrique	Date d'analyse invertébrés	19/10/2020
Heure de fin	12:30	Type de mise à l'eau	Non stabilisée	Opérateur laboratoire macrophytes	Frédéric LABAT (CF)
Opérateurs terrain	Frédéric LABAT (CF) Jérémy AUBOIN (CF)	Coordonnées RGF93 mise à l'eau (X, Y, en mètres)	716666 6650209	Date d'identification laboratoire macrophytes	17/08/2020

SG = Agence Sud-Ouest, CF = Agence Centre, FE = Agence Ouest, NY = Agence Sud-Est, BE = Agence Nord-Est

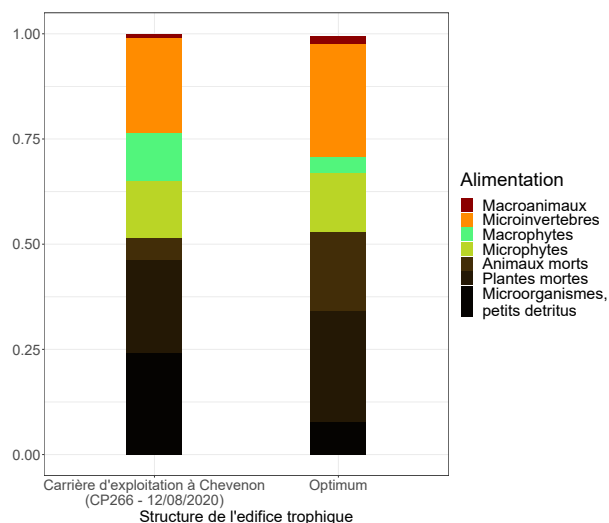
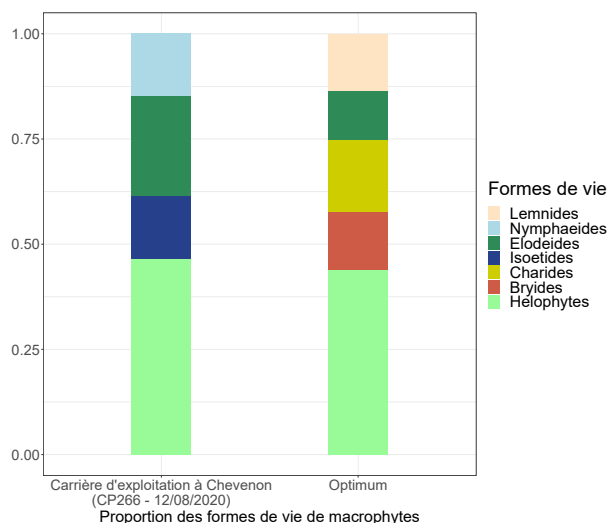
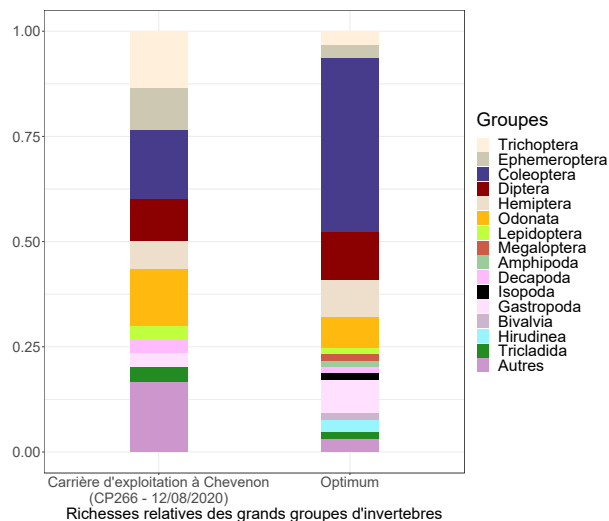
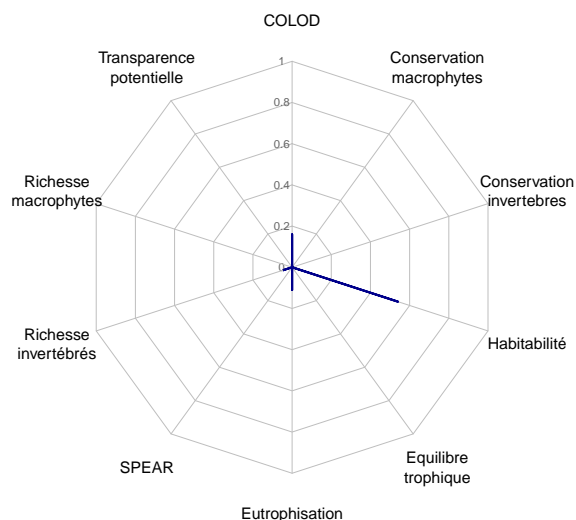
Observations diverses

Dérogation	-	Poissons observés	Carpe	Odonates observés	-
Non conformité	-	Ecrevisses observées	Pas d'écrevisse observée	Amphibiens observés	-

Tableau d'échantillonnage invertébrés

Habitat	Recouvrement de l'habitat (%)	Superficie échantillonnée (m²)
Substrat minéral fin et grossier, talus terreux	100.00	0.15
Racines	0.01	1.00
Interface eau-terre : hydrophytes à feuilles peu ou pas découpées	0.01	1.00
Hydrophytes à feuilles flottantes, hélrophytes à tiges épaisses	0.01	1.00

Carrière d'exploitation à Chevenon (CP266 – 12/08/2020)



Métriques et indice multimétrique BECOME

BECOME	Richesse macrophytes	Richesse invertébrés	Conservation macrophytes	Conservation invertébrés	COLOD	Equilibre trophique	Habitabilité	Transparence potentielle	SPEAR	Eutrophisation
0	0	0.05	0	0	0.16	0	0.54	0	0	0.11

Typologie dynamique et richesses brutes

typologie	niveau trophique attendu	niveau trophique (macrophytes)	richesse faunistique (brute)	richesse floristique (brute)
calcaire,mixte_3	Mesotrophe	Eutrophe	30	14

Interprétations

L'indice BECOME est à 0 sur la carrière en exploitation. Une forte eutrophisation d'origine anthropique est mise en évidence. Les métriques de transparence et d'équilibre trophique confirment un dysfonctionnement majeur. Cette carrière est en cours d'exploitation, les zones prospectées ont des berges abruptes et la végétation n'a pas encore eu le temps de les coloniser. De plus, la présence de taxons invasifs pénalise aussi ces métriques. La métrique habitabilité est moyenne en raison de la présence de macrophytes ayant des formes de vie légèrement diversifiées. Le peuplement invertébrés et macrophytique est ainsi peu diversifié et banalisé.

Carrière d'exploitation à Chevenon (CP266 – 12/08/2020)

Liste floristique standardisée

Embranchement	Ordre	Famille	Taxon	Recouvrements*
Charophyta	Alismatales	Hydrocharitaceae	<i>Najas marina</i>	2
		Potamogetonaceae	<i>Potamogeton nodosus</i>	2
	Asterales	Asteraceae	<i>Bidens cernua</i>	1
		Lamiales	Lamiaceae	<i>Lycopus europaeus</i>
			<i>Mentha arvensis</i>	2
			<i>Scutellaria galericulata</i>	1
			<i>Stachys palustris</i>	1
			<i>Lindernia dubia</i>	2
	Myrtales	Lythraceae	<i>Lythrum salicaria</i>	1
		Onagraceae	<i>Ludwigia grandiflora</i>	3
	Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus eragrostis</i>	1
			<i>Eleocharis acicularis</i>	2
		Juncaceae	<i>Juncus effusus</i>	3
	Saxifragales	Haloragaceae	<i>Myriophyllum spicatum</i>	1

* 1 = quelques pieds, 2 = quelques petits herbiers, 3 = petits herbiers assez fréquents, 4 = grands herbiers discontinus, 5 = herbiers continus

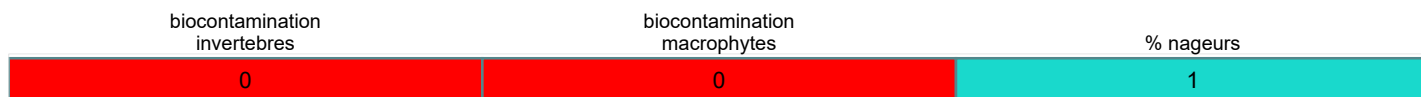
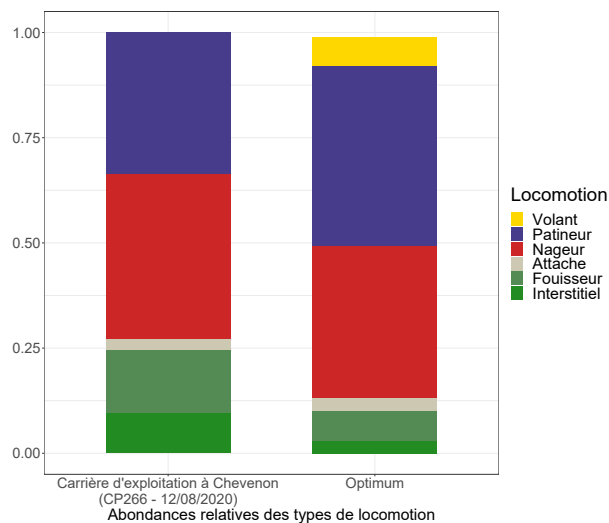
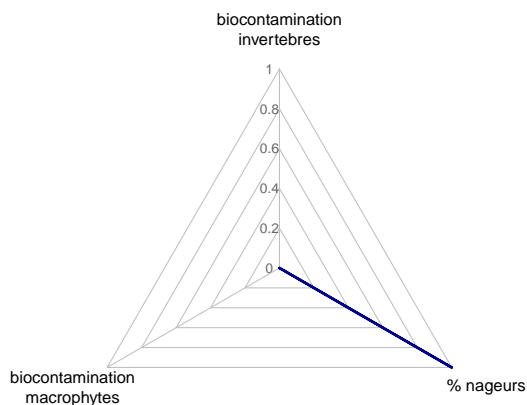
Plan d'eau Sud à Chevenon (CP268 – 13/08/2020)

Liste faunistique standardisée

Embranchement	Ordre	Famille	Taxon	Abondance (ind./m ²)	
Arthropoda	Trichoptera	Ecnomidae	<i>Ecnomus</i>	0.0006	
		Hydroptilidae	<i>Orthotrichia</i>	0.0015	
		Leptoceridae	<i>Athripsodes</i>	6.6667	
				<i>Mystacides</i>	0.0001
	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Cloeon</i>	0.0227	
		Caenidae	<i>Caenis</i>	13.3349	
		Ephemeridae	<i>Ephemera</i>	20.0000	
	Coleoptera	Elmidae	<i>Esolus</i>	0.0001	
			<i>Oulimnius</i>	0.0001	
		Hydrophilidae	<i>Helochaers</i>	0.0001	
			<i>Laccobius</i>	0.0001	
			<i>Cyphon</i>	0.0001	
	Diptera	Ceratopogonidae	<i>Ceratopogonidae</i>	0.0004	
		Chironomidae	<i>Chironomidae excl. Tanypodinae</i>	20.0273	
			<i>Tanypodinae</i>	0.0007	
		Hemiptera	Corixidae	<i>Micronecta</i>	53.3436
	Gerridae		<i>Gerris</i>	0.0001	
	Odonata	Coenagrionidae	<i>Ceriagrion tenellum</i>	0.0007	
			<i>Erythromma</i>	0.0181	
			<i>Ischnura</i>	0.0272	
		Platycnemididae	<i>Platycnemis</i>	0.0008	
Lepidoptera		Crambidae	<i>Acentria ephemerella</i>	0.0009	
Decapoda	Atyidae	<i>Atyaephyra desmaresti</i>	0.0098		
	Mysida	<i>Limnomysis benedeni</i>	13.4516		
Trombidiformes	NA	<i>Hydracarina</i>	P		
	NA	<i>Physella</i>	0.0003		
Mollusca	Hygrophila	Physidae	<i>Physella</i>	0.0003	
Annelida	NA	NA	<i>Oligochaeta</i>	P	
Nemertea		Tetrastemmatidae	<i>Prostoma</i>	100.0002	
Platyhelmintha	Tricladida	Dugesidae	<i>Dugesia</i>	0.0012	
Bryozoa			<i>Bryozoa</i>	P	

Carrière d'exploitation à Chevenon (CP266 – 12/08/2020)

Indicateurs complémentaires



Interprétations complémentaires

Les métriques de biocontamination invertébrés et macrophytes sont nulles sur le site en cours d'exploitation en raison d'une forte présence d'espèces invasives. *Ludwigia grandiflora* (Jussie), espèce exotique envahissante dont l'introduction est interdite sur le territoire métropolitain (arrêté du 14 février 2018), a été observée dans des quantités non négligeables sur le plan d'eau. Elle est susceptible de fragiliser le fonctionnement global de l'écosystème. Le genre de bivalve *Corbicula* est aussi une espèce invasive présente sur le site pouvant provoquer des déséquilibres dans le milieu. Le % de nageurs indique une faible prédation par les poissons sur les invertébrés. Ceci s'explique par la présence du genre *Micronecta* qui vit à l'interface eau/terre et est peu sensible à la prédation.

Carrière d'exploitation à Chevenon (CP266 – 12/08/2020)

Indicateurs expérimentaux – analyse phytosociologique

Habitats spermaphytes dominants

<p>prés tourbeux médioeuropéens acidophiles atlantiques</p>	<p>tonsure hydrophiles inondables thermophiles subméditerranéennes mésotrophiles</p>	
	<p>pelouses amphibies exondables vivaces</p> <p>oligotrophiles psychrophiles laurasiennes</p>	<p>prairies hydrophiles</p> <p>médioeuropéennes psychrophiles</p>
<p>cressonnières flottantes holarctiques</p>	<p>herbiers annuels enracinés dulçaquicoles européens</p> <p>pionniers d'eaux profondes</p>	<p>herbiers vivaces enracinés dulçaquicoles</p> <p>des eaux courantes peu profondes</p>

Carrière d'exploitation à Chevenon (CP266 – 12/08/2020)

Espèces à statut

Espèce	Liste rouge européenne	Liste rouge mondiale	Liste rouge nationale	Liste rouge régionale	Neozoa Neophyte
<i>Alyaephyra desmaresti</i>	–	LC	LC	–	Introduite
<i>Bidens cernua</i>	LC	LC	LC	LC	–
<i>Ceriatgrion tenellum</i>	LC	LC	LC	LC	–
<i>Cyperus eragrostis</i>	–	LC	–	–	Introduite
<i>Eleocharis acicularis</i>	LC	LC	LC	LC	–
<i>Juncus effusus</i>	LC	LC	DD	LC	–
<i>Limnomyxis benedeni</i>	–	–	–	–	Introduite
<i>Lindernia dubia</i>	–	LC	–	–	Introduite
<i>Ludwigia grandiflora</i>	–	–	–	–	Invasive
<i>Lycopus europaeus</i>	LC	LC	LC	LC	–
<i>Lythrum salicaria</i>	LC	LC	LC	LC	–
<i>Mentha arvensis</i>	–	LC	LC	LC	–
<i>Myriophyllum spicatum</i>	LC	LC	LC	LC	–
<i>Najas marina</i>	LC	LC	DD	LC	–
<i>Potamogeton nodosus</i>	LC	LC	LC	LC	–
<i>Scutellaria galericulata</i>	–	LC	LC	LC	–
<i>Stachys palustris</i>	LC	LC	LC	LC	–

EX = éteinte au niveau mondial, RE = disparue au niveau national, CR = en danger critique, EN = en danger, VU = vulnérable, NT = quasi menacée, LC = préoccupation mineure, DD : données insuffisantes, NA = non applicable (introduite ou occasionnelle), NE = non évaluée