



Commune de Chamrousse (Isère)

*Étude hydrologique du lac Achard et des zones humides connexes :
Diagnostic et définition de scénarios de restauration
pour une gestion environnementale du lac.
Phase 1 : Diagnostic*

Le lac Achard- crédit photo : Sciences et Techniques de l'Environnement, 2021 et 2022



Rapport n° 21-8570-1- décembre 2022

*Sciences et Techniques de l'Environnement – B.P. 90374
17, Allée du Lac d'Aiguebelette - Savoie Technolac
73372 Le Bourget du Lac cedex
tél. : 04 79 25 08 06*



Etude réalisée avec le concours financier de l'Agence de l'Eau RMC



Table des matières

1	CONTEXTE GENERAL ET PROBLEMATIQUE POSEE.....	11
1.1	LOCALISATION GENERALE.....	11
1.2	PROBLEMATIQUE POSEE.....	11
2	ETAT DES LIEUX DU SITE D’ETUDE.....	13
2.1	DOCUMENTS SOURCES.....	13
2.2	LAC ACHARD ET MILIEUX CONNEXES	13
2.3	DEFINITION DE LA ZONE D’ETUDE.....	16
2.4	LE BASSIN VERSANT DU LAC ACHARD.....	19
2.4.1	PRESENTATION	19
2.4.2	GEOGRAPHIE ET TOPOGRAPHIE	19
2.4.3	GEOLOGIE GENERALE	19
2.4.4	CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE.	21
2.4.5	OCCUPATION DES SOLS	21
2.4.6	CONTEXTE CLIMATOLOGIQUE.....	22
2.4.7	HYDROLOGIE	23
2.4.8	QUALITE DES EAUX DES « AFFLUENTS »	26
2.4.9	FAUNE ET FLORE REMARQUABLES	26
2.5	LE LAC ACHARD	30
2.5.1	ORIGINE	30
2.5.2	MORPHOMETRIE ET MORPHOLOGIE	30
2.5.3	QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX	31
2.5.4	QUALITE BIOLOGIQUE	32
3	SUIVI 2021-2022 LAC ACHARD ET MILIEUX CONNEXES	33
3.1	DEROULEMENT DES INVESTIGATIONS.....	33
3.1.1	PLANNING D’INTERVENTIONS 2021-2022.....	33
3.1.2	CONTEXTES HYDROLOGIQUES ET METEOROLOGIQUES DES ANNEES DE SUIVI.....	34
3.1.3	FREQUENTATION SUR LE SITE DU LAC ACHARD.....	36
3.2	BATHYMETRIE.....	38
3.2.1	LEVE BATHYMETRIQUE ETE 2021	38
3.2.2	ESTIMATION DU VOLUME DU PLAN D’EAU	40
3.2.3	SEDIMENTOLOGIE.....	40
3.3	FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE ET HYDROLOGIQUE	44
3.3.1	VARIATIONS DE COTE : MARNAGE.....	44
3.3.2	TEMPS DE SEJOUR	45
3.3.3	STRATIFICATION ET GRADIENT.....	45
3.4	SYNTHESE DE LA QUALITE DU LAC EN 2021	46
3.4.1	SUIVI PHYSICOCHIMIQUE EAU SUR LE PLAN D’EAU	46
3.4.2	SUIVI DES PARAMETRES EN RIVES	51
3.4.3	SUIVI PHYSICOCHIMIQUE SEDIMENTS EN PLAN D’EAU	52
3.4.4	ETUDE PHYTOPLANCTON	54
3.5	INTERPRETATION SELON ETAT ECOLOGIQUE ET DIAGNOSE RAPIDE	61
3.5.1	ETAT ECOLOGIQUE AU SENS DE LA DCE.....	61
3.5.2	DIAGNOSE RAPIDE : NIVEAU TROPHIQUE	63

3.6	VEGETATION AQUATIQUE SELON IBML	66
3.6.1	METHODOLOGIE	66
3.6.2	RESULTAT DES INVENTAIRES IBML.....	67
3.6.3	LISTE DES ESPECES PROTEGEES ET ESPECES INVASIVES.....	71
3.6.4	INDICE IBML ET NIVEAU TROPHIQUE DU PLAN D'EAU	71
3.7	DEFINITION DE LA ZONE D'ETUDE « FAUNE ET FLORE »	72
3.7.1	ETUDE FLORE MILIEUX CONNEXES	74
3.7.2	RELEVES FLORE.....	82
3.8	ETUDE DE LA FAUNE AQUATIQUE	86
3.8.1	PEUPLEMENT PISCICOLE	86
3.8.2	AMPHIBIENS	88
3.8.3	INVENTAIRES AMPHIBIENS ODONATES	89
3.8.4	INTERPRETATION FAUNE ODONATES ET AMPHIBIENS	99
4	<u>CONCLUSION GENERALE SUR L'ETAT DU PLAN D'EAU</u>	101
4.1	LES APPORTS DU BASSIN VERSANT - HYDROLOGIE.....	101
4.2	L'ETAT DES EAUX.....	101
4.3	LA CHARGE INTERNE SEDIMENTAIRE.....	102
4.4	FAUNE ET FLORE DU LAC.....	102
4.5	FAUNE ET FLORE LAC/MILIEUX CONNEXES.....	104

Index des figures

Figure 1 : vue sur le cheminement piétons autour du lac – traces de feux aux abords du lac .	22
Figure 2 : Relevés de températures moyennes à Chamrousse 2021-2022 -positionnement des campagnes d’investigations.....	34
Figure 3 : carottier utilisé (UWITEC)	43
Figure 4 : résultats des analyses datation Pb, Cs pour la carotte du lac Achard (CNRS, EDYTEM, août 2022)	43
Figure 5 : Cotes du lac Achard et variations	44
Figure 6 : profils verticaux sur la station PC2 Lac Achard (données 2021-2022).....	48
Figure 7 : évolution des teneurs en carbone organique dissous dans les eaux du lac Achard .	50
Figure 8 : composition des sédiments du lac Achard – granulométrie et part organique	52
Figure 9 : résultats des analyses de chlorophylle a pour les échantillonnages 2021.....	54
Figure 10 : Répartition du phytoplancton sur le lac Achard à partir des abondances (cellules/ml).....	57
Figure 11 : Evolution saisonnière des biovolumes des principaux groupes de phytoplancton (en mm ³ /l).....	57
Figure 12 : Photographies de la desmidiée majoritaire problématique <i>Cosmarium cf. strugense</i> (Photo S.Baillet).....	59
Figure 13 : Photographies de la 2 nd e desmidiée majoritaire problématique <i>Cosmarium aff. asphaerosporum var. strigosum</i> (Photo S.Baillet).....	59
Figure 14 : Photographies de la 3 ^è me desmidiée majoritaire problématique <i>Cosmarium aff. tinctum var. subretusum</i> (Photo S.Baillet).....	59
Figure 15 : Photographies de la 4 ^è me desmidiée majoritaire problématique <i>Cosmarium cf. staurastroïdes</i> (Photo S.Baillet).....	60
Figure 16 : : représentation schématique d'une unité d'observation selon l'IBML.....	66
Figure 17 : Transect 1 et ZH1 sur le lac Achard	69
Figure 18 : profil 3 et ZH3 dans la partie petit lac du lac Achard.....	70
Figure 19 : vue sur le petit lac depuis le bout du lac	71
Figure 20. Cartographie de présentation du site d'étude.	73
Carte 21. Cartographie de présentation du site d'étude.	77
Figure 22 : illustration des effets de développements phytoplanctoniques dans le lac Achard	101
Figure 23 : diagnostic du fonctionnement du lac Achard et mise en évidence des enjeux	103
Figure 24 : successions végétales sur les anses du lac Achard	104

Index des tables

Tableau 1 – Cumuls mensuels et annuels de précipitations à la station météorologique de Chamrousse	26
Tableau 2 - Données physico-chimique (2017) de la Salinière et de son affluent rive droite (plan de gestion ENS)	26
Tableau 3 - Liste des espèces de flore protégées (Plan de gestion ENS, INPN)	27
Tableau 4 - Liste des espèces patrimoniales d'odonates (plan de gestion ENS)	29
Tableau 5 - Liste des espèces patrimoniales d'amphibiens (plan de gestion ENS).....	30
Tableau 6 - Données physico-chimiques (2017) du lac Achard (plan de gestion)	32
Tableau 7 : informations sur la fréquentation au lac Achard lors des campagnes de prélèvements.....	37
Tableau 8 : données de fréquentation en sortie de site étés 2021 et 2022.....	37
Tableau 9 : Bathymétrie et estimation du volume du lac Achard	40
Tableau 10 : épaisseurs de vases et bilan du volume sédimenté dans le lac Achard (été 2021)	42
Tableau 11 : résultats des analyses physicochimiques sur eau pour les 3 stations du Lac Achard en 2021.	49
Tableau 12 : résultats des analyses physicochimiques 2021-2022 sur le point PC2 du lac Achard	51
Tableau 13 : résultats des analyses physicochimiques sur les sédiments du lac Achard	53
Tableau 14 : Liste taxonomique du phytoplancton (en nombre de cellules/ml)	55
Tableau 15 : Liste taxonomique du phytoplancton (en mm ³ /l).....	55
Tableau 16 : valeurs seuils pour les éléments de qualité physicochimiques.....	62
Tableau 17 : état écologique selon critères DCE pour le Lac Achard	62
Tableau 18 : synthèse des relevés en zone littorale sur le lac Achard (26 août 2021).....	69
Tableau 19. Habitats naturels et semi-naturels du site	76
Tableau 20 : Liste des taxons « groupe poissons » détectés dans le lac Achard.....	88
Tableau 21 : Liste des taxons « groupe amphibiens » détectés dans le lac Achard	89
Tableau 22. Synthèse des conditions météorologiques lors de prospections	90
Tableau 23. Espèces herpétologiques observées pendant les campagnes de terrain.....	90
Tableau 24. Synthèses des espèces d'odonates présentes sur le site et leur statut dans les listes rouges. LC : préoccupation mineure, NT : quasi-menacé, VU : Vulnérable, EN : en danger. 93	

Index des cartes

Carte 1 - Localisation du lac Achard à l'échelle du bassin grenoblois et de la commune de Chamrousse (Géoportail, Carte topographique et plan IGN).....	13
Carte 2 : Définition du bassin versant du lac Achard (Carte IGN, 2018)	17
Carte 3 - Localisation de la zone d'étude pour les inventaires naturalistes (Géoportail, photographie aérienne, 2018).....	18
Carte 4 - Carte géologique à l'échelle de la Commune de Chamrousse (Infoterre – BRGM) .	20
Carte 5 - Carte géologique simplifiée du secteur du lac Achard et de son bassin versant (Sources : Plan de gestion et Géobalades)	20
Carte 6 - Surface du bassin versant de l'affluent principal du lac Achard	24
Carte 7 - réseau hydrographique sur le bassin versant du lac	25
Carte 8 – Habitats Natura 2000 sur le site du lac Achard	28
Carte 9 - Surface des deux bassins du lac Achard.....	31
Carte 10 : relevé bathymétrique du lac Achard.....	39
Carte 11 : évaluation des épaisseurs de vases dans le lac Achard (relevé 2021)	41
Carte 12 : Localisation des trois stations d'échantillonnage sur le lac Achard.....	47
Carte 13 : protocole d'échantillonnage validé pour la mise en œuvre de l'IBML 2021	67
Carte 14 : cartographie de l'IBML réalisé le 26 août 2021	68
Carte 15 : localisation des prélèvements unitaires pour l'analyse de l'ADNe.....	87

FICHE QUALITE DU DOCUMENT

	Mairie de Chamrousse
Maître d'ouvrage	Interlocuteur : Sophie Delastre – Chargée de mission Environnement Coordonnées : Maison de l'Environnement 38410 Chamrousse
Titre du projet	Étude hydrologique du lac Achard et des zones humides connexes : diagnostic et définition de scénarios de restauration pour une gestion environnementale du lac – phase 1 : Diagnostic
Référence document	du Rapport n° 21-8570 – phase 1
Date	2021 -2022
Auteur(s)	S.T.E. Sciences et Techniques de l'Environnement

Contrôle qualité

Version	Rédigé par	Date	Visé par :	Date
V0	Audrey Péricat, Laureen Maury (synthèse bibliographique) Roland Theaud (flore), Benoit Chalais (faune)	22/11/2022	Audrey Péricat	23/12/2022
VF	Audrey Péricat,	16/01/2023	Suite aux remarques de la reunion de comité de pilotage du 12/01/2022	

Diffusion

Envoyé à :			
Nom	Organisme	Date :	Format
Sophie Delastre	Commune de Chamrousse	23/12/2022	Informatique

Thématique

Géographiques : Isère, Chamrousse, Lac Achard

Mots-clés

Thématiques : étude hydrologique, turbidité, scénarii de restauration

Résumé

La présente étude vise à établir une synthèse de la qualité du lac Achard et ses milieux connexes, au travers de l'analyse des données antérieures, complétées par des investigations de terrain réalisées en 2021-2022 pour déterminer les paramètres hydromorphologiques du lac et sa qualité physico-chimique et hydrobiologique. Des inventaires flore et faune ont été réalisés en parallèle pour définir les enjeux patrimoniaux du site, notamment sur les zones humides connexes, et leurs altérations.

Ce diagnostic a permis de caractériser le plan d'eau et de comprendre l'origine de la turbidité des eaux : il s'agit des développements algaux (phytoplancton). Les apports en nutriments dans le lac sont faibles, mais le plan d'eau présente une forte production primaire. Ce phénomène naturel n'indique pas de dégradation de la qualité du milieu hormis un impact visuel. Au niveau patrimonial, les inventaires flore et faune (amphibiens, et odonates) ont mis en évidence une certaine diversité des habitats humides (bas marais) avec des stations patrimoniales de *Laiche des bourbiers*. Le lac Achard affiche une pauvreté en herbiers aquatiques et montre une dégradation des habitats rivulaires.

Ce rapport « diagnostic » constitue le 1^{er} volume de cette étude. Le second volume vise à la définition de scénarios de restauration pour une gestion environnementale du lac. Il s'agit donc de définir les enjeux et les propositions d'actions ayant pour objectif ultime l'atteinte du bon état de cette masse d'eau et de la bonne qualité d'usages attendus.

Glossaire

Allochtone : d'origine étrangère au système local (ici le plan d'eau), par opposition à autochtone.

Anoxie : absence d'oxygène dissous dans un milieu aquatique.

Degré de trophie (ou niveau trophique) : degré d'eutrophisation d'un milieu aquatique (ultra-oligotrophe → oligotrophe → mésotrophe → eutrophe → hyper-eutrophe)

Eau interstitielle : eau contenue dans les cavités et interstices d'un milieu poreux (ici le sédiment).

Épilimnion : couche supérieure (plus chaude et moins dense) d'une masse d'eau stable.

Étiage : niveau de débit le plus faible atteint par un cours d'eau au cours du cycle annuel.

Eutrophisation : enrichissement excessif d'un milieu aquatique, donnant lieu à une production de matière organique trop abondante pour être entièrement éliminée par les processus d'auto-épuration. Cet enrichissement entraîne une prolifération de la végétation aquatique et la diminution de la teneur en oxygène de ce milieu.

Homothermie : qualité de ce qui présente une même température.

Hypolimnion : couche inférieure (plus froide et plus dense) d'une masse d'eau stable.

Macrophyte : plante aquatique visible à l'œil nu.

Oxycline : zone de séparation entre l'eau contenant de l'oxygène dissous (aérobie) et la zone dont l'oxygène est absent (anaérobie).

Photosynthèse : processus bioénergétique qui permet aux plantes, aux algues et à certaines bactéries, dites photoautotrophes, de synthétiser de la matière organique en utilisant la lumière du soleil.

Phytoplancton : ensemble des organismes végétaux vivant en suspension dans l'eau.

Potentiel métabolique : capacité à assimiler, minéraliser la matière organique.

Production primaire : quantité de matière organique produite par l'activité photosynthétique d'organismes producteurs (principalement des végétaux).

Stratification thermique : division, stratification, d'un plan d'eau en couches de différentes températures et densités, suite au développement d'une thermocline.

Thermocline : zone de transition thermique rapide entre les eaux superficielles (généralement plus chaudes et oxygénées) et les eaux profondes (généralement plus froides et anoxiques).

Zone euphotique : couche supérieure d'une masse d'eau où la pénétration de la lumière est suffisante pour permettre une photosynthèse réelle.

Zooplancton : ensemble des organismes animaux, herbivores ou carnivores, vivant en suspension dans l'eau.

1 CONTEXTE GENERAL ET PROBLEMATIQUE POSEE

1.1 LOCALISATION GENERALE

Le lac Achard, situé dans le massif granitique de Belledonne, commune de Chamrousse, est reconnu pour son patrimoine naturel très riche et son intérêt paysager. Il fait l'objet de différents classements et est recensé dans plusieurs inventaires :

- ✓ Site Natura 2000 FR8201733 "Cembraie, pelouses, lacs et tourbières de Belledonne, de Chamrousse au Grand Colon" ;
- ✓ ZNIEFF de type 1 ; "Alpages, rochers et lacs de la Botte" N°38210016 ;
- ✓ Site classé selon la loi de 1930 « Lac Achard et Balcons de Chamrousse » : Lac Achard xx/12/2 000 ;
- ✓ Inventaire ZH, et tourbières : Fiche n°38RD0029.

Le lac Achard - et son vallon - fait l'objet d'une nouvelle labellisation « Espace Naturel Sensible », en suite et par extension du plan de gestion de l'ancien ENS (initialement limité à la Tourbière de l'Arselle).

Dans ce contexte de forte reconnaissance patrimoniale, les constats actuels sont moins favorables, dans le sens où il subit une fréquentation très importante depuis de nombreuses années, étant très facilement accessible par quatre sentiers principaux de randonnée. S'y ajoutent un certain nombre de désordres dans la qualité physico-chimique, et dans le fonctionnement biologique de la masse d'eau : problèmes de turbidité, dégénérescence des herbiers profitant vraisemblablement aux développements phytoplanctoniques. Notant que ce lac a anciennement (plusieurs décennies) fait l'objet d'une petite surélévation de sa cote par la mise en place d'un gabion formant diguette sur son exutoire, et formant aujourd'hui interrogation sur la pertinence de sa conservation.

Le lac Achard est situé à une altitude de 1917m. Il s'agit d'un plan d'eau de petite taille (1,4 ha) scindé en deux sous-unités. Le lac fait partie du domaine privé de la Commune de Chamrousse.

1.2 PROBLEMATIQUE POSEE

Face à ce double constat, à la fois d'intérêt patrimonial fort, mais aussi de pressions anthropiques porteuses de désordres du fonctionnement hydrobiologique optimal de la masse d'eau et ses annexes, le Document d'Objectifs (DOCOB) Natura 2000, datant de 2017 a pointé la nécessité d'une étude :

- ✓ Identifiant et actualisant les paramètres de qualité physico-chimique et hydrobiologique du lac et ses annexes, permettant d'apprécier au mieux les écarts à l'état de référence (très bonne qualité) que l'on peut certainement attribuer à ce type de masse d'eau de montagne ;
- ✓ Permettant de mieux appréhender les paramètres physiques supports de la biologie, et notamment l'hydrologie du lac ;
- ✓ Définissant, sur ces bases, le programme d'actions qui pourrait être envisagé pour la restauration (rattrapage de l'écart « état constaté » → « état de référence »), et la gestion future (pérennisation de ces effets de restauration) du plan d'eau et de son environnement (zones humides connexes, voire milieux amont et aval).

C'est sur cette compréhension du contexte, de la problématique et des objectifs poursuivis par les acteurs locaux, que le programme d'investigations a été mis en œuvre.

Les objectifs de la présente étude sont :

1. De présenter une synthèse de la qualité du plan d'eau et ses milieux connexes, au travers de l'ensemble des données antérieures ;
2. De réaliser des investigations de bathymétrie (estimation conjointe de l'épaisseur des sédiments), d'hydrologie, et de qualité physico-chimique et hydrobiologique ;
3. De caractériser et hiérarchiser les pressions sources de pollution (ce sont les causes amont) dans le sens où leur traitement peut être envisagé de façon préventive et suppressive (= à la source, par suppression des causes), davantage que de façon palliative (= traitement à l'arrivée dans le lac, ou après coup) ;
4. D'évaluer les enjeux patrimoniaux à travers des inventaires faune (amphibiens et odonates) et flore du lac Achard et de ses milieux connexes ;
5. De prendre en compte les attentes locales, en termes de qualité de milieu (dans la logique d'une inscription en ENS) et d'usages anthropiques (paysage, ...) pour évaluer les enjeux du site.
6. De considérer les éventuelles actions en cours, pour en déterminer les complémentarités, synergies ou éventuels antagonismes avec le programme d'actions proposé ici ;
7. De prioriser les actions avec pour objectif ultime l'atteinte du bon état de cette masse d'eau et de la bonne qualité d'usages attendus.

Ce premier volume constitue le diagnostic du lac Achard et de ses milieux connexes, c'est-à-dire les points 1 à 4. Un second volume « scénarios de restauration pour une gestion environnementale du lac » traite des points 5 à 7.

Le bureau d'études S.T.E a réalisé la globalité de l'étude et s'est associé à des experts faune (Benoit Chalais, *Scientia Naturalis*) et flore (Roland Theaud, *Vegaflora*) pour les inventaires naturalistes.

2 ETAT DES LIEUX DU SITE D'ETUDE

2.1 DOCUMENTS SOURCES

Les documents sources consultés pour réaliser la synthèse bibliographique sont :

- ✓ Le plan de gestion ENS « La Tourbière de l'Arselle et le lac Achard », Janvier 2021.
- ✓ La cartographie des habitats site Natura 2000 « Cembraie, pelouse, lacs et tourbières de Belledonne, de Chamrousse au Grand Colon » éditée le 12/01/2021.
- ✓ L'article de Jean Sarrot-Reynauld « Hydrogéologie du massif de Chamrousse. Exemple de liaison entre l'hydrogéologie et la structure tectonique », 1972.
- ✓ Le document d'Objectif du site Natura 2000, I11 « *cembraie, pelouses, lacs et tourbières de Belledonne, de chamrousse au grand colon* », 2003.
- ✓ L'examen préliminaire des possibilités de prélèvements en eau à partir des lacs Robert et Achard pour l'alimentation en eau de la station de Chamrousse, BRGM, Octobre 1981.
- ✓ Le plan de gestion de la tourbière de l'Arselle, Avenir Conservatoire des espaces naturels de l'Isère, Novembre 2011.

2.2 LAC ACHARD ET MILIEUX CONNEXES



Carte 1 - Localisation du lac Achard à l'échelle du bassin grenoblois et de la commune de Chamrousse (Géoportail, Carte topographique et plan IGN)

Le lac Achard est situé dans le département de l'Isère, sur la commune de Chamrousse, au sein du massif granitique de Belledonne, à une altitude de 1917 m. Il est situé au Sud de la croix de Chamrousse qui constitue le point haut de son bassin versant (2250 m).

Il s'agit d'un plan d'eau de petite taille (environ 1,3 ha) scindé en deux sous-unités par un étranglement de quelques mètres de largeur, séparant une petite cuvette amont (0,31 ha) de la cuvette principale (0,98 ha) aval. Le lac est en axe Nord-Sud et se situe au sud d'un vallon, bloqué par un verrou rocheux.

La morphologie du lac Achard a évolué au cours du XXe siècle. Des clichés et des

cartographies illustrent cette évolution :

- ✓ Ainsi, en 1909 (Photo 1), le « petit lac » présentait des radeaux flottants, les bas marais recouvraient une grande partie de l'étendue d'eau. Le lac était moins profond.
- ✓ En 1934 (Photo 4), même configuration, avec l'îlot du grand lac étendu et très visible ;
- ✓ En 1948 (Photo 3), lac assez bas, étendu d'eau réduite (idem 1934) ;
- ✓ En 1970, le lac était très haut, avec l'îlot à peine visible, La surface en eau a augmenté, les espaces tourbeux au nord ont été ennoyés, le rocher au sud est quasiment noyé (cf. Photo 3).
- ✓ En 2018, le périmètre du lac est quasiment identique



Photo 1 : Lac Achard – avant 1909 – vue depuis le nord en direction du sud (vue depuis affluent)



Photo 2 : Lac Achard – 2018 – presque le même point de prise de vue – Johan Chemin Photography

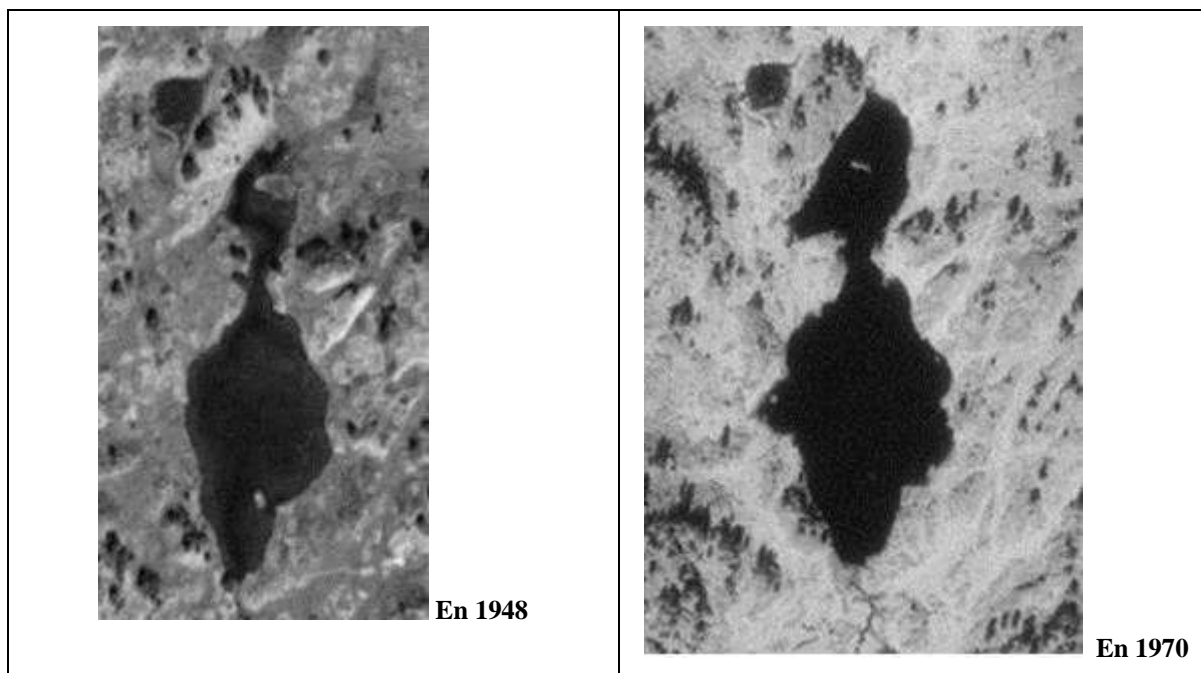


Photo 3 : Lac Achard – Capture d’écran sur IGN – Remonter le Temps – le nord est en haut des images



Photo 4 : Affleurement rocheux bien visible depuis les hauteurs du lac Achard – photo de 1934

Cette analyse montre que l’installation du gabion a eu lieu entre 1948 et 1970 qui a conduit à une réhausse du lac. Cette augmentation du niveau a généré un ennoiemment des bas marais et une disparition de la végétation aquatique.

Dans les années 80, le gabion a été certainement renforcé. Il est aujourd'hui écroulé et le lac semble être revenu à son niveau naturel.



Photo 5 : le gabion en aval du lac Achard

En amont du lac se trouve plusieurs zones humides connectées entre elles par quelques écoulements et alimentées par les eaux de ruissellement et les précipitations.

Le ruisseau de la Salinière est le ruisseau par lequel s'écoulent les eaux du lac. Il rejoint le plateau de l'Arselle par un vallon dans lequel il méandre et crée de nombreuses zones humides. Principalement alimenté par l'eau du lac, ce ruisseau est saisonnier. Son débit est quasi-nul durant l'été.

Le lac Achard fait l'objet de plusieurs classements et est recensé dans différents inventaires :

- ✓ Site Natura 2000 « *Cembraie, pelouses, lacs et tourbières de Belledonne, de Chamrousse au Grand Colon* » : I11 ;
- ✓ Site classé pour la conservation et la préservation de la faune et de la flore « Lac Achard et Balcons de Chamrousse » le 26 décembre 2000 ;
- ✓ Zone humide Isère, Fiche AVENIR 2006 n°38RD0029 « Vallon du lac Achard » ;
- ✓ ZNIEFF de type I n°38210016 « Alpagnes, rochers et lacs de la Botte » ;
- ✓ ENS « La Tourbière de l'Arselle et le lac Achard », à la suite de l'établissement d'une convention (SPN-2018-0039) le 08/01/2019 entre les communes de Chamrousse, Séchilienne et le Département de l'Isère.

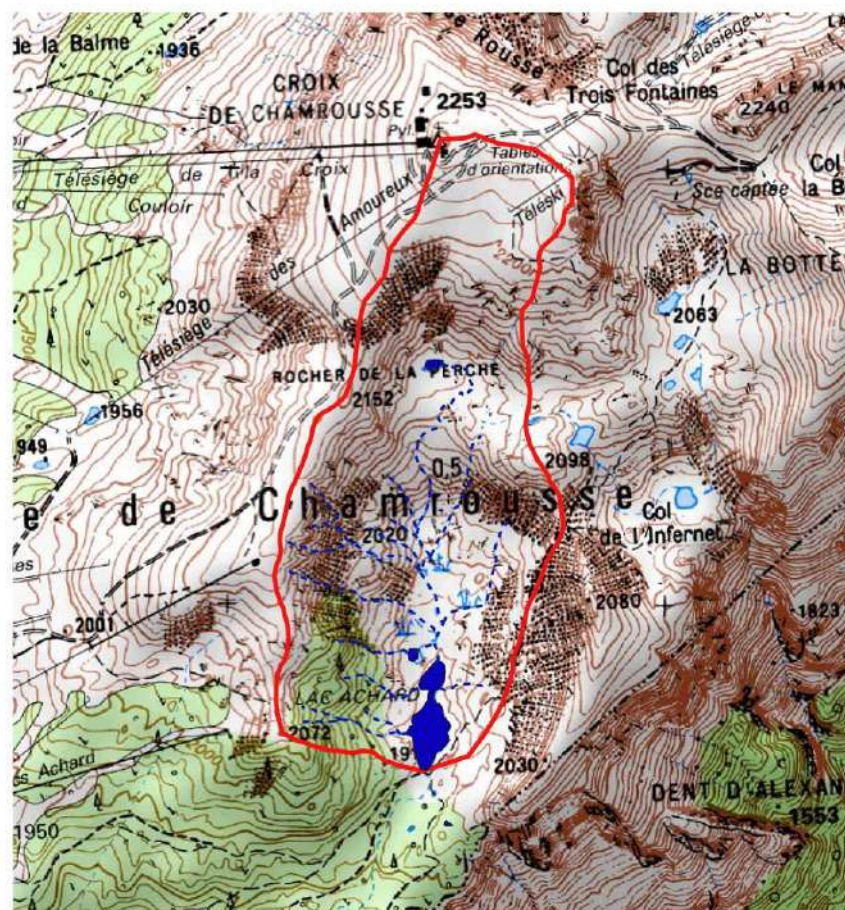
2.3 DEFINITION DE LA ZONE D'ETUDE

L'étude porte sur plusieurs aspects du plan d'eau. Il paraît nécessaire de distinguer deux échelles différentes pour la zone d'étude en fonction des paramètres à étudier.




Nous considérerons l'échelle du bassin versant du lac Achard pour l'hydrologie et

l'hydromorphologie ; l'évaluation environnementale et la recherche de ou des sources de pollutions (cf. Carte 2).

Définition du bassin versant du lac Achard



Légende :

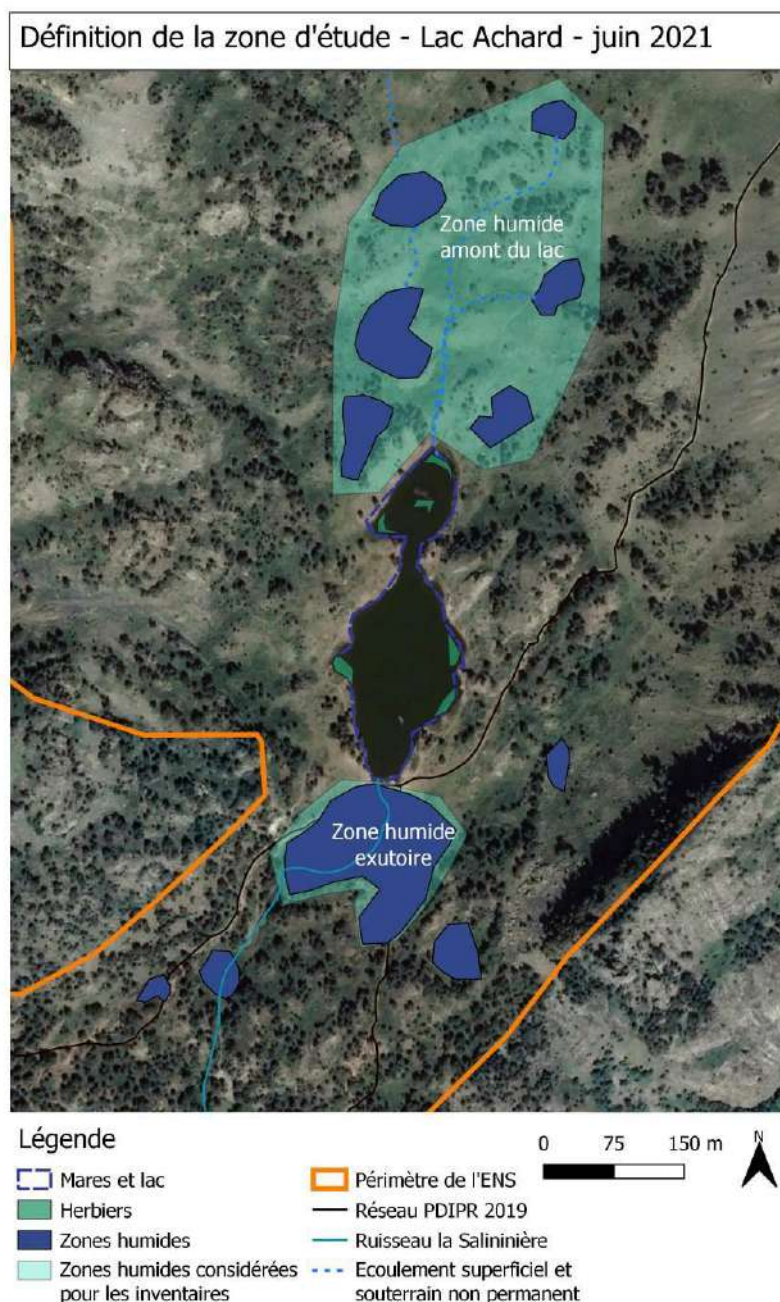
-  Limite du bassin versant
-  Mares et lac
-  Ecoulements superficiels

0 100 200 m



Carte 2 : Définition du bassin versant du lac Achard (Carte IGN, 2018)

Nous nous limiterons au lac et aux zones humides visibles en amont et à l'exutoire du lac pour l'inventaire naturaliste (faune et flore du lac et des zones humides associées) et les prélèvements associés au lac : physico-chimie du lac, bathymétrie, sédiments, etc. (Carte 3).



Carte 3 - Localisation de la zone d'étude pour les inventaires naturalistes (Géoportail, photographie aérienne, 2018)

En amont, sont visibles plusieurs zones d'eau permanentes formées dans des micro-cuvettes. Elles sont alimentées principalement par les eaux de pluies et le ruissellement. Il n'est pas à exclure que des sources et écoulements souterrains existent et viennent compléter ces apports. Elles sont connectées entre elles par des écoulements de surface.

A l'exutoire, les zones humides sont alimentées par les eaux de pluies mais aussi par le ruisseau exutoire qui méandré dans le vallon. Elles sont potentiellement saisonnières, disparaissant une partie de l'été, quand le ruisseau est au plus bas.

2.4 LE BASSIN VERSANT DU **LAC ACHARD**

2.4.1 PRESENTATION

Le bassin versant topographique du lac Achard est réduit, environ 0,65 km². Le point culminant du bassin versant est la croix de Chamrousse à 2250 m d'altitude (cf. Carte 3), au nord du lac.

Le rapport S_{BV}/S_{lac} a une valeur de $0,65/0,013=50$. Il s'agit d'une valeur modeste qui traduit des apports hydriques limités.

2.4.2 GEOGRAPHIE ET TOPOGRAPHIE

Le bassin versant est principalement alimenté par les eaux de ruissellement et les eaux de pluies. Les écoulements superficiels, permanents ou saisonniers, permettent d'alimenter et de connecter une succession de zones humides présentes en amont et en aval du lac.

D'après le plan de gestion, seules deux zones humides paraissent déconnectées du lac :

- Une zone en eau au nord-est du lac,
- Une zone située au sud-est, en aval du lac et topographiquement plus haute.

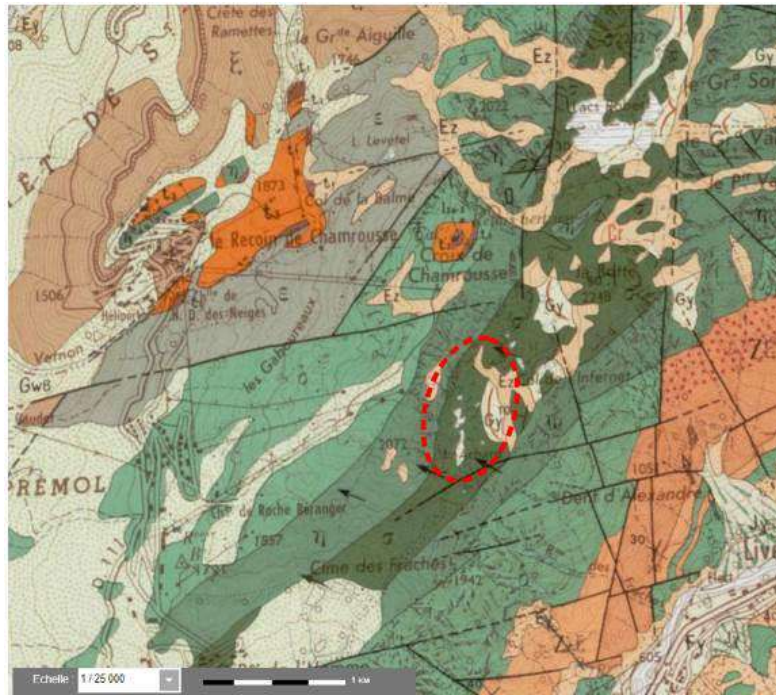
Il est possible que le bassin versant contienne quelques sources notamment aux endroits précités qui ne bénéficient pas d'apports en eau du lac.

A l'exutoire du lac se forme le ruisseau de la Salinière alimentant les zones humides en aval.

Au niveau de la topographie, la surface du bassin versant est inclinée vers le sud-est. Le fond du vallon où se situe le lac présente une pente faible (environ 5%). Néanmoins les versants ont des pentes plus fortes, entre 35% et 55% en moyenne, pouvant atteindre localement plus de 100%. Il existe plusieurs zones de replats permettant le maintien des zones humides. Concernant la végétation, on retrouve aux abords du lac une pelouse alpine ainsi que quelques conifères épars. Là où la végétation ne pousse pas, on retrouve quelques éboulis, des rochers ou des falaises pentues.

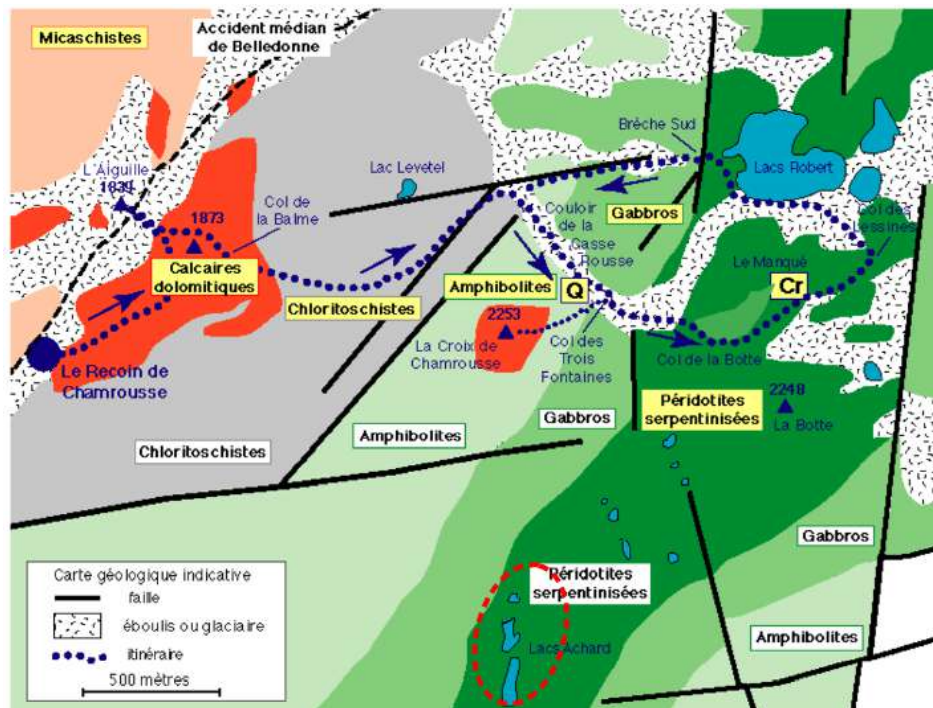
2.4.3 GEOLOGIE GENERALE

Le bassin versant du lac Achard fait partie du massif granitique de Belledonne (Carte 4). Ce massif est lui-même rattaché au massif cristallin externe septentrional.



Carte 4 - Carte géologique à l'échelle de la Commune de Chamrousse (Infoterre – BRGM)

Parmi les roches, on retrouve principalement de la serpentinite, roche dérivant de la péridotite (Carte 5). Le bassin versant du lac Achard et son vallon ont été creusés par les glaciers dans cette roche tendre et friable. Les serpentinites se sont formées pendant la première partie de l'ère primaire, au niveau d'un fond océanique. C'est un des trois témoins qui permet de retrouver un complexe ophiolitique sur la hauteur du bassin versant du lac Achard, alternant entre serpentinites, gabbros et amphibolites.



Carte 5 - Carte géologique simplifiée du secteur du lac Achard et de son bassin versant (Sources : Plan de gestion et Géobalades)

Ces roches sont pour certaines siliceuses acides et pour d'autres cristallines basiques. Ces deux natures de roches très différentes, voire opposées, expliquent la coexistence de groupements végétaux distincts, silicicoles et calcicoles.

2.4.4 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE.

Le lac Achard se situe dans la masse d'eau du domaine plissé du bassin versant de la Romanche et du Drac (FRDG407).

Selon une étude réalisée par le BRGM en 1981, très peu d'alluvions glaciaires ont été conservés dans le bassin versant. Il n'y a pas de réservoir aquifère dans la zone pouvant permettre à la rétention d'eau.

Le bassin versant du lac Achard a été creusé par les glaciers puis rempli par différentes moraines. Au-dessus de ces moraines, il y a la présence de couches tourbeuses. Ces couches morainiques permettent le fonctionnement de la tourbière de l'Arselle grâce à la circulation de la nappe d'eau de versant. Aucune donnée n'a été trouvée concernant le fonctionnement des zones humides du lac Achard mais le plan de gestion suggère qu'il s'agirait d'un fonctionnement similaire.

Le massif de Belledonne contient de nombreuses fractures mais le lac Achard et son bassin versant n'en contiennent pas. Ces terrains peu perméables ne sont pas aptes à assurer un stockage et une régularisation des débits des sources et des cours d'eau. Cependant, il n'est pas impossible que le bassin versant comporte de petites failles localisées pouvant être sources d'un apport en eau. Cela pourrait expliquer la présence de zones humides trop hautes pour être alimentées par le lac.

2.4.5 OCCUPATION DES SOLS

Source principale : Plan de gestion ENS

Historiquement, le vallon du lac Achard a connu une multitude d'activités anthropiques ayant influencées le fonctionnement du lac.

Au Moyen Âge, le site fait partie du domaine exploité par le monastère de Prémol puis après la révolution, le site change de paysage pour devenir celui que nous connaissons actuellement, notamment via le développement de la station de ski de Chamrousse et des Jeux Olympiques de Grenoble de 1968. Cette augmentation d'activité a pu induire des pressions supplémentaires sur les milieux naturels.

Dans les années 80, un gabion a été construit pour rehausser le niveau du lac. Maintenant partiellement écroulé, il semble que le niveau du lac soit revenu à son niveau originel.



Figure 1 : vue sur le cheminement piétons autour du lac – traces de feux aux abords du lac

Aujourd'hui de nombreuses activités socio-économiques peuvent avoir un impact sur le lac Achard.

- ✓ Randonnées, Trails, raquettes : le tracé d'un sentier PDIPR passe sur le gabion du lac. Néanmoins depuis 2019 sont mises en place une passerelle et une zone de mise en défens en période d'affluence (période estivale) autour des tourbières exutoires afin de les protéger.
- ✓ Chasse : cette activité peut exercer une influence négative sur le milieu notamment en dérangent et prélevant des espèces.
- ✓ Pêche : autrefois empoissonné et alimenté pour la pêche, ces pratiques n'existent plus depuis la création de la commune de Chamrousse en 1989.
- ✓ Pastoralisme : Le lac Achard fait partie du Groupement Pastoral des Gaboureux. Il constitue un lieu de passage mais non de résidence des troupeaux.
- ✓ Baignade : Le lac est facilement accessible depuis la station de Chamrousse (environ une demi-heure de marche). De nombreux randonneurs s'arrêtent au niveau du lac et s'y baignent. Cette pratique a pour conséquence de remettre en suspension les matériaux fins ce qui rend les eaux turbides, de déranger les espèces ainsi que de polluer l'eau via les crèmes solaires ou les excréments.
- ✓ Camping : De nombreux feux sont retrouvés chaque année aux abords du lac ainsi que des éléments de bivouac.
- ✓ Ski : Plusieurs sommets du bassin versant constituent des arrivées de remontées mécaniques de la station de ski de Chamrousse. Même si la zone du lac Achard n'est pas comprise dans les pistes du domaine skiable, protégée par l'ENS, le hors-piste peut constituer une menace pour le site.

2.4.6 CONTEXTE CLIMATOLOGIQUE

Le climat de Chamrousse est de type montagnard océanique (flux d'Ouest et Nord-Ouest) caractérisé par des étés doux pour l'altitude et des hivers rigoureux, la neige recouvrant la végétation pendant cinq mois environ. Le lac Achard est gelé pendant une période de l'année allant d'environ décembre à avril/mai.

D'après l'étude de Jean Sarrot-Reynauld sur l'hydrogéologie du massif de Chamrousse, le régime de cette zone est nivopluvial ; alimenté par les précipitations tout au long de l'année, avec des pics observables notamment en automne ainsi que le dégel de la neige au printemps.

En 1972, il établit un total de précipitation compris entre 1400 mm et 1500 mm pour le massif de Chamrousse.

Les données les plus anciennes concernant la température et la pluviosité ont été relevées de 1993 à 1996 à la station de Bachat-Bouloud (1650 m).

Une station météo est présente depuis 2013 à la croix de Chamrousse mais les données de précipitations sont rarement disponibles et celles des températures ne sont pas complètes. Une autre station est située à la station de Chamrousse (Roche-Béranger, 1800 m NGF) depuis 2008. Elle se situe à environ 2,2 km du lac Achard. Néanmoins la faible amplitude dans le temps des valeurs disponibles ne permet pas d'établir des normales valides.

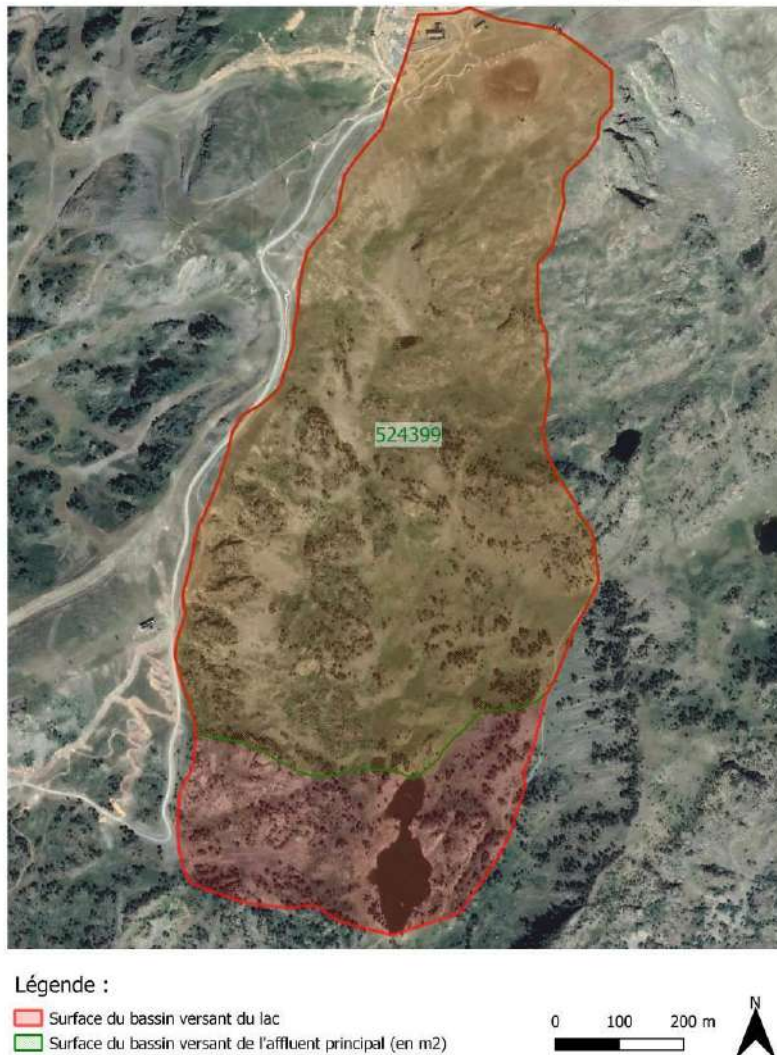
Il existe donc très peu de données disponibles pour la météorologie et aucune des stations proches de Chamrousse ne contient de chroniques suffisamment longues pour obtenir des normales saisonnières valides. Il sera possible, dans le cadre de l'étude, de se référer à la station de la Roche-Béranger dont la différence d'altitude avec le lac Achard est seulement de 100m. Les données recueillis pourront servir d'indication sur le climat des années 2021 et 2022, pendant la période d'investigation.

2.4.7 HYDROLOGIE

2.4.7.1 *Apports et exports directs sur le plan d'eau*

Le lac présente un affluent principal situé au nord du lac. Il s'agit d'un ruisseau d'environ 410 m de longueur, méandrant entre les zones humides amonts. Son bassin versant topographique est d'environ 0,52 km² ce qui représente 80% du bassin versant du lac. La pente moyenne est de 10% ce qui est une valeur assez faible pour un cours d'eau de montagne. Il bénéficie des apports hydrologiques de tout le haut bassin versant du lac Achard.

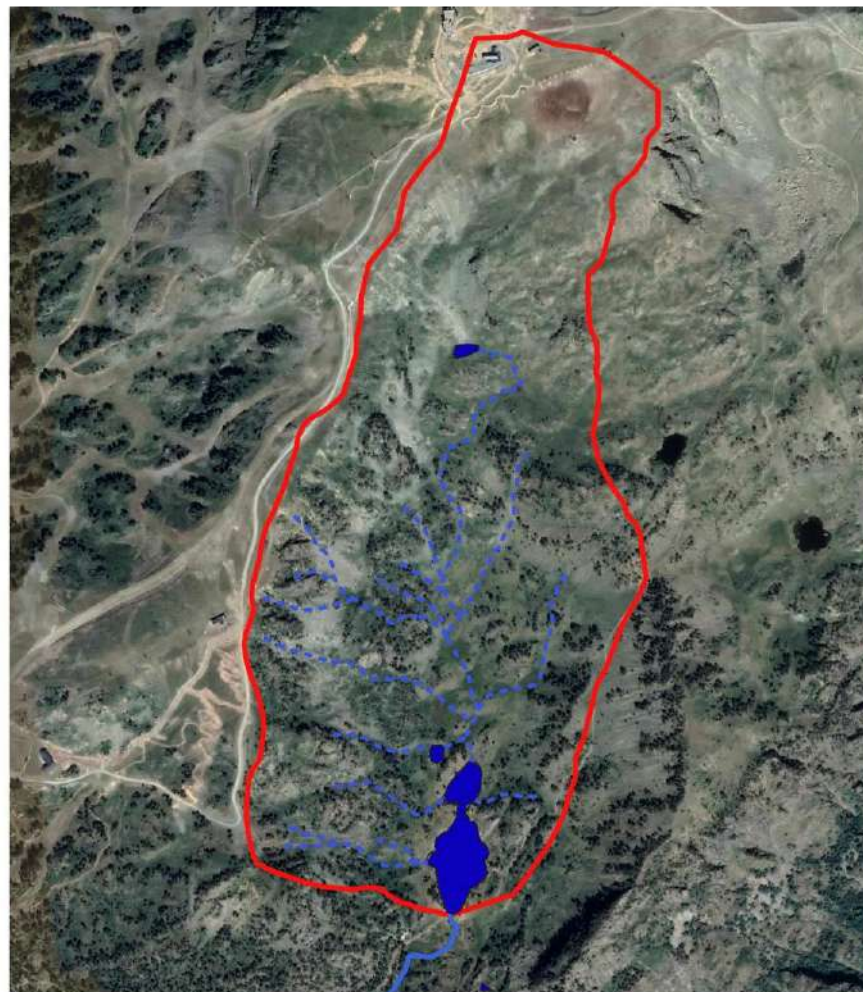
Bassins versants du lac et de son affluent principal

**Carte 6 - Surface du bassin versant de l'affluent principal du lac Achard**

Il existe d'autres arrivées d'eau autour du lac. En rive droite, des écoulements semblent récolter les eaux d'un talweg ou éboulis et arriver au niveau des herbiers du lac. En rive gauche, il est possible de voir deux autres arrivées d'eau dont la plus haute est assez importante.

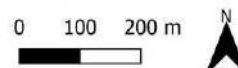
D'après la carte topographique IGN (extraite en 2018) et l'orthophotographie actuelle (2018) de la zone d'étude, nous avons pu établir une cartographie des écoulements théoriques sur le bassin versant (Carte 7). Ces éléments seront confirmés lors des campagnes de terrain pour caractériser leurs longueurs, débits et savoir s'il s'agit de véritables cours d'eau ou de simples écoulements dans des talwegs.

Caractérisation des apports potentiels en eau



Légende :

- - - - - Ecoulements superficiels dans le bassin versant
- Ruisseau la Salinière
- Mares et lac
- Limite du bassin versant



Carte 7 - réseau hydrographique sur le bassin versant du lac

Le ruisseau de la Salinière prend sa source à l'exutoire du lac. Il relie le lac Achard à la tourbière de l'Arselle. Une mesure de débit réalisée le 24/06/2010 donne des valeurs moyennes de 0,30 l/s, ce qui équivaut à un débit de 1,08 m³/h. Son débit peut être extrêmement réduit, voire nul en période estivale. Il présente des hautes eaux sur le printemps en période de fonte des neiges.

2.4.7.2 Apports par les précipitations

D'après les données météorologiques relevées, en 2020 et en 2019, les précipitations moyennes annuelles s'élèvent respectivement à 974mm et 1 245mm.

Précipitations 2019	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Mois 2019 (mm)	36	35,2	60,8	110,2	163,6	111,6	91,8	89,8	42,8	189,6	142,2	171,4	1245

Précipitations 2020	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Pluviométrie (mm)	30,8	54,4	70,2	44,2	91,8	166	34,2	135	81,4	141,6	40	84	973,6

Tableau 1 – Cumuls mensuels et annuels de précipitations à la station météorologique de Chamrousse

2.4.7.3 Export par évaporation

Jean Sarrot-Reynauld a réalisé des calculs d'évapotranspiration en 1972 sur le massif de Chamrousse comprenant la zone du lac Achard. Ces calculs ont été réalisés selon une précipitation moyenne annuelle de 1500 mm et une température moyenne annuelle de 4°C (température observée entre 1600m et 2000m d'altitude).

Il arrive à la conclusion que les pertes par évapotranspiration seraient comprises entre 25% et 30% des précipitations moyennes annuelles. Ainsi, 70 à 75% du volume des précipitations est toujours disponible pour le ruissellement et l'infiltration, ce qui représente un débit compris entre <1 et 1,125 m³ par m² de bassin versant et par an.

Ces données anciennes sont fournies à titre de cadrage, car les conditions météorologiques en 2021 ont été profondément modifiés notamment avec le réchauffement climatique.

2.4.8 QUALITE DES EAUX DES « AFFLUENTS »

Il existe très peu de données sur la qualité des eaux des affluents du lac Achard. Le seul suivi réalisé concerne le ruisseau de la Salinière et son affluent rive droite. Ces données ont été récoltées durant l'été 2017 pour la zone Natura 2000 et concernent des paramètres physiques et chimiques du cours d'eau.

Tableau 2 - Données physico-chimique (2017) de la Salinière et de son affluent rive droite (plan de gestion ENS)

Paramètres mesurés	Valeur	Remarques
Paramètres physiques		
Température	21,3°C	
pH	6,9	Eau neutre
Conductivité	14 – 15 µS/cm	Très faible minéralisation
Oxygène dissous	6,9 mg/L	Faible
Turbidité (NFU)	5	
Nutriments		
Phosphates	<0,02 mg/L	Bon état
Nitrates	<0,1 mg/L	Très bon état des eaux
Ammonium		Bon état

2.4.9 FAUNE ET FLORE REMARQUABLES

Les données sont extraites de différents inventaires réalisés précédemment. Ces derniers prennent en compte soit l'ensemble du site, soit l'ENS, ou encore le site Natura 2000 ou le site classé. Ces surfaces échantillonnées ne correspondent pas à l'unique zone du lac Achard. Ainsi, il est intéressant de voir les espèces retrouvées mais il n'est pas sûr d'observer toutes ces espèces au lac Achard lui-même. En effet les zones contiennent aussi la tourbière de

l'Arselle qui dispose d'un arrêté de biotope et qui est donc une source importante de biodiversité à part entière.

2.4.9.1 Flore du lac et des tourbières connexes

D'après le plan de gestion, 186 espèces végétales dont 20 espèces patrimoniales ont été recensés sur l'ensemble du site de l'ENS. D'après les annexes du plan de gestion, les dernières observations des espèces floristiques datent de manière générale de 1995 (O. Manneville) et de 2006 (A. Royaud).

Parmi ces espèces, certaines ont été identifiées comme pouvant vivre dans des habitats de tourbières ou de bas marais et il est donc fortement possible de les retrouver sur le site du lac Achard. Les autres espèces protégées sont des espèces appartenant au cortège montagnard. La liste des espèces végétales présentes sur le lac Achard et les tourbières connexes est présenté sur le Tableau 3.

Légende des listes rouge pour les tableaux suivants : En danger (EN), Vulnérable (VU), Quasi menacée (NT), Préoccupation mineure (LC), Non évaluée (NE).

Tableau 3 - Liste des espèces de flore protégées (Plan de gestion ENS, INPN)

Nom latin	Nom vernaculaire	Liste rouge			
		Europe	France	Rhône-Alpes 2015	Isère 2014
<i>Androsace vandellii</i>	Androsace de Vandeli		LC	NT	
<i>Cardamine plumieri</i>	Cardamine de Plumier		LC	EN	Reg-82
<i>Carex limosa</i>	Laiche des fanges	LC	LC	EN	
<i>Carex pauciflora</i>	Laiche pauciflore		LC	EN	Reg-82
<i>Coeloglossum viride</i>	Orchis grenouille	LC	NT	LC	
<i>Dactylorhiza traunsteineri</i>	Dactylorhize de Traunsteiner	LC	NT	DD	Reg-82
<i>Daphne mezereum</i>	Daphné bois-gentil	LC	LC	LC	Dpt-38-cueil
<i>Dianthus sylvestris</i>	Œillet giroflé				P38
<i>Drosera longifolia</i>	Rossolis à longues feuilles	NT	NT	EN	
<i>Drosera rotundifolia</i>	Rossolis à feuilles rondes	LC	LC	NT	
<i>Gentiana lutea</i>	Gentiane jaune	LC	LC	LC	Dpt-38-cueil
<i>Lilium martagon</i>	Lis martagon	LC	LC	LC	Dpt-38-cueil
<i>Pyrola media</i>	Pyrole intermédiaire		LC	LC	Reg-82
<i>Salix glaucosericea</i>	Saule glauque		LC	LC	Reg-82
<i>Sphagnum majus</i>		LC			
<i>Sphagnum platyphyllum</i>		LC			
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Myrtille	LC	LC	LC	
<i>Vaccinium oxycoccos</i>	Canneberge		LC	EN	Reg-82
<i>Vaccinium uliginosum</i>	Airelle des marais		LC	LC	
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	Airelle du Mont Ida		LC	LC	

Concernant les habitats, nous nous référons à la cartographie des habitats naturels du site Natura 2000 « *Cembraie, pelouse, lacs et tourbières de Belledonne, de Chamrousse au Grand Colon* » éditée le 12/01/2021.

Le lac et ses zones connexes abritent, à ce jour, 8 habitats Natura 2000 (Carte 8). Ces habitats font partie de la liste des habitats d'intérêts communautaire de la directive Habitat :

- ✓ Habitats de lacs de montagne, « 3140 – Eaux oligo-mésotrophes calcaires avec végétation benthique à *Chara spp.* ».
- ✓ Landes alpines et subalpines, « 4060 – Landes alpines et boréales ».

- ✓ Pelouses calcaires alpines et subalpines, « 6170 – Pelouses calcaires alpines et subalpines ».
- ✓ Habitat de tourbières hautes actives, « 7110 – Tourbières hautes actives ».
- ✓ Habitat de tourbières de transition et tremblants, « 7140 – Tourbières de transition et tremblantes ».
- ✓ Eboulis rocheux siliceux, (8110 - Éboulis siliceux de l'étage montagnard à nival (*Androsacetalia alpinae* et *Galeopsietalia ladani*)).
- ✓ Pentes rocheuses et siliceuses. « 8220 – Pentes rocheuses siliceuses avec végétation chamsophytique ».
- ✓ Habitat des forêts montagnardes de Pins crochets, « 9430 – Forêts montagnardes et subalpines à *Pinus uncinata* (* si sur substrat gypseux ou calcaire) ».

Cartographie des habitats Natura 2000 autour du lac Achard



Légende :

- | | |
|--|---|
| Zones de tourbières | Habitat des forêts montagnardes de Pins crochets |
| Habitats du site Natura 2000 :
Données non disponibles | Habitats de lacs de montagne |
| Eboulis rocheux siliceux | Landes alpines et subalpines |
| Habitat de tourbières de transition et tremblants | Pelouses calcaires alpines et subalpines |
| Habitat de tourbières hautes actives | Pentes rocheuses siliceuses |
- Source : Extraction des données Natura 2000 pour le site « Cembraie, pelouses, lacs et tourbières de Belledonne, de Chamrousse au Grand Colón » ; 111

Carte 8 – Habitats Natura 2000 sur le site du lac Achard

2.4.9.2 Faune du lac et des tourbières connexes

L'ensemble des données de cette partie proviennent du plan de gestion et des extractions des bases de données de la LPO Isère le 08/07/2014.

En 2017, une espèce protégée a été trouvée au niveau du lac Achard, l'Apollon (*Parnassius appolo*).

Dans le cadre de la présente étude, il a été prévu de s'intéresser principalement aux odonates et aux amphibiens. Les espèces d'intérêt patrimonial sont référencées ci-dessous.

Concernant les odonates :

Un inventaire des odonates a été réalisé par Mathieu Juton (CEN Isère-Avenir) sur le site (Tableau 4).

Tableau 4 - Liste des espèces patrimoniales d'odonates (plan de gestion ENS)

Nom Scientifique	Liste rouge				Habitats Tourbeux	Cortège montagnard
	Europe	France 2016	Rhône- Alpes 2014	Isère 2014		
<i>Aeshna cyanea</i>	LC	LC	LC		x	x
<i>Aeshna juncea</i>	LC	NT	LC		x	x
<i>Anax imperator</i>	LC	LC	LC			
<i>Anax parthenope</i>	LC	LC	LC			
<i>Coenagrion hastulatum</i>	LC	VU	VU	VU	x	x
<i>Coenagrion puella</i>	LC	LC	LC			
<i>Cordulegaster bidentata</i>	NT	VU	VU	VU		
<i>Enallagma cyathigerum</i>	LC	LC	LC			
<i>Lestes dryas</i>	LC	NT	EN	EN	x	
<i>Lestes sponsa</i>	LC	NT	LC		x	
<i>Leuconrhinia dubia</i>	LC	NT	NT	AM	x	x
<i>Libellula quadrimaculata</i>	LC	LC	LC			
<i>Libellula depressa</i>	LC	LC	LC			
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	LC	LC	LC			
<i>Somatochlora alpestris</i>	LC	VU	VU	VU	x	x
<i>Somatochlora artica</i>	LC	VU	VU	EN	x	x
<i>Somatochlora metallica</i>	LC	NT	VU	VU	x	
<i>Sympetrum danae</i>	LC	NT	VU	VU	x	
<i>Sympetrum flaveolum</i>	LC	VU	NT	NT	x	x
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	LC	LC	LC			
<i>Sympetrum vulgatum</i>	LC	NT	VU	VU	(x)	

Les tourbières en amont du lac sont riches en libellules et en indices de reproduction. C'est une zone à protéger en priorité ainsi que son bassin versant pour maintenir les conditions hydriques du milieu.

Une espèce de libellule n'est présente qu'au niveau du lac Achard : la Cordulie métallique. Il est important de préserver les herbiers présents au niveau du lac car ils représentent des zones de chasse privilégiées pour les odonates.

Les cortèges d'odonates présents en amont et en aval sont légèrement différents, il est donc important de préserver les deux zones. En aval, le maintien de la passerelle et la mise en défens sont des idées à conserver pour préserver le milieu.

Lors de l'établissement du premier plan de gestion, une espèce rare et protégée avait été trouvée, la cordulie arctique. Elle n'a pas été retrouvée lors de cette prospection, il serait intéressant de savoir s'il est possible de l'observer à nouveau.

Concernant les amphibiens :

On retrouve sur le site la quasi-totalité des espèces d'amphibiens observables pour cette altitude. Les nombreuses zones humides ainsi que les zones en eau libres constituent des habitats privilégiés pour ces espèces qui y sont notamment visibles en période de reproduction.

Tableau 5 - Liste des espèces patrimoniales d'amphibiens (plan de gestion ENS)

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Nbre Obs.	Lite rouge Rhône-Alpes	Protection en France	N° article de l'arrêté fixant la liste d'espèces protégées (si vide = non concerné) Arrêté 19/11/2007 liste amphibiens reptiles	Habitat	N°Annexe DH
<i>Bufo bufo</i>	Crapaud commun	25	NT	Oui	3	Mare, eaux stagnantes pour la reproduction, sinon boisements et prairies	/
<i>Ichthyosaura alpestris</i>	Triton alpestre	96	LC	Oui	3	Jusqu'à 3000m, milieu aquatique, boisements et prairies	/
<i>Natrix natrix</i>	Couleuvre à collier	1	LC	Oui	2	Mares, lacs, rivières	/
<i>Rana temporaria</i>	Grenouille rousse	82	NT	Oui	5	Mare, eaux stagnantes	5
<i>Salamandra salamandra</i>	Salamandre tachetée	1	LC	Oui	3	Bois frais humides	/
<i>Podarcis muralis</i>	Lézard des murailles	1	LC	Oui	2	Lieux secs et chauds, ensoleillés et rocaillieux, exposés au sud	4
<i>Zootoca vivipara</i>	Lézard vivipare	9	NT	Oui	3	Proximité des tourbières et zones en eau	/

2.5 LE LAC ACHARD

2.5.1 ORIGINE

Le lac Achard est un plan d'eau naturel d'origine glaciaire. Son principal apport est l'eau de la fonte des neiges notamment au printemps via des écoulements de surface sur son bassin versant. Les précipitations constituent le deuxième apport, surtout durant l'automne.

Malgré son appartenance à un site classé, à une zone Natura 2000 ainsi qu'à un espace naturel sensible, le lac reste peu connu. Nous ne disposons que de très faibles informations concernant son fonctionnement et ses qualités physico-chimiques.

2.5.2 MORPHOMETRIE ET MORPHOLOGIE

Le lac a une superficie estimée d'environ 1,4 ha. Son périmètre est de 651 m. Il est orienté dans un axe nord/sud et est composé de deux bassins séparés par un resserrement. Le plus petit bassin, le plus au nord, à une superficie estimée d'environ 3520 m² et le plus grand de 10430 m².



Un gabion a été installé au niveau de son exutoire pour le surélever. Ce gabion construit dans les années 80 est aujourd'hui lourdement altéré, le niveau du lac semble être revenu à son niveau naturel puisque les écoulements se font à travers le gabion sur la roche mère.

Le lac a été très peu étudié, on ne dispose notamment d'aucune donnée sur la bathymétrie du lac. Les seules données existantes sont constituées par l'étude préliminaire réalisée par le BRGM en 1981 qui estime la profondeur du lac à quelques mètres, avec une moyenne d'environ 2 m.

2.5.3 QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX

Les données existantes en matière de physico-chimie des eaux du lac sont également réduites. Nous avons à notre disposition un suivi réalisé en 2017 pendant les mois de juin, juillet et août par le CBNA pour le site Natura 2000 I11.

Tableau 6 - Données physico-chimiques (2017) du lac Achard (plan de gestion)

Paramètres mesurés	Valeur	Remarques
Paramètres physiques		
pH	8,4	Alcalinité moyenne. Le pH atteint un maximum pendant la période estivale lié à l'augmentation de l'activité biologique.
Conductivité	13 μ S/cm	Minéralisation très faible liée à la présence de roches dures difficilement altérables.
Oxygène dissous (1m de profondeur)	>98%	Oxygénation satisfaisante
Turbidité (FNU)	Eaux troubles	Liées à la mise en suspension des sédiments et à la forte production primaire
Paramètres trophiques		
Phosphates	0,17 mg/L	Eaux productives
		Etat médiocre à mauvais
Nitrates	<0,1 mg/L	Faible
Azote minéral	0,17 mg/L	Très bon état

La teneur en phosphate est élevée, indiquant un mauvais état écologique du plan d'eau sur ce paramètre. Pour expliquer cette valeur, le plan de gestion émet l'hypothèse que le piétinement des herbiers, amenant à leur raréfaction, favoriserait le développement phytoplanctonique du lac.

Ces résultats, bien que ponctuels, semblent soulever une nette problématique de turbidité avec des apports en matières phosphorées.

⇒ L'étude 2021 va permettre d'identifier l'origine de ces eaux troubles : minéral, ou organique, et de déterminer les apports en nutriments dans le plan d'eau.

2.5.4 QUALITE BIOLOGIQUE

Il n'existe pas de données sur la qualité biologique du lac Achard ni de ses affluents.

Comme pour la physicochimie, l'étude 2021 va palier à ce manque d'information sur le fonctionnement biologique, à travers une étude des peuplements phytoplanctoniques, des macrophytes aquatiques, et de la faune aquatique.

L'objectif étant d'identifier les problématiques sur le lac Achard : développement algal, compétition phytoplancton/macrophytes, ...

3 SUIVI 2021-2022 LAC ACHARD ET MILIEUX CONNEXES

3.1 DEROULEMENT DES INVESTIGATIONS

3.1.1 PLANNING D'INTERVENTIONS 2021-2022

Le programme d'investigations a été conforme aux demandes du maître d'ouvrage. Le tableau suivant résume le planning et programme des investigations menées par STE.

Date	Investigations menées
4 juin 2021	Reconnaissance de terrain
28 juin 2021	1 ^{ère} Campagne physicochimie des eaux : prélèvements en 3 points et mesures in situ en berges - Jaugeages des entrants
28 juillet 2021	2 ^{ème} Campagne physicochimie des eaux : prélèvements en 3 points et mesures in situ en berges. Jaugeages des entrants Prélèvements ADN environnementale (poisson/amphibiens) Bathymétrie et mesure épaisseur de vases grand lac Reconnaissance hydrologique du bassin versant
26 août 2021	Campagne d'étude de la végétation aquatique selon IBML Fin de la bathymétrie et mesure épaisseur de vases petit lac - Reconnaissance frayères amont plan d'eau
23 septembre 2021	3 ^{ème} campagne physicochimie des eaux + sédiments : prélèvements en 3 points et mesures in situ en berges - Pose échelle limnimétrique et sonde niveau d'eau
Suivis faune/flore	3 passages faune – 1 passage flore sur lac et milieux connexes
2 juin 2022	Campagne physicochimie complémentaires des eaux : prélèvements en PC2 (zmax) et mesures in situ en berges - Relève échelle limnimétrique et sonde niveau d'eau Carottage pour datation sédiments (EDYTEM)
1 août 2022	Prélèvements phytoplancton pour détermination nouveau taxon <i>Cosmarium</i> <i>Réunion de travail – perspectives</i>

3.1.2 CONTEXTES HYDROLOGIQUES ET METEOROLOGIQUES DES ANNEES DE SUIVI

L'année 2021 a connu des températures plutôt conformes aux normales et une pluviométrie soutenue pendant l'été. Les chutes de neiges très importantes sur le mois de janvier 2021 sur les massifs montagneux ainsi que les apports hydriques des mois de mai et juillet ont permis une hydrologie assez soutenue sur le secteur d'études. L'été 2021 a été frais (Figure 2) avec des températures moyennes entre 8 et 10°C à la station de Chamrousse. Le mois de juillet est excédentaire en pluviométrie, on enregistre un cumul de 100 mm à la station de Vizille (données info-climat). Ces conditions sont assez atypiques par rapport aux années normales : on a ainsi pu observer des chemins inondés en pleine période estivale.

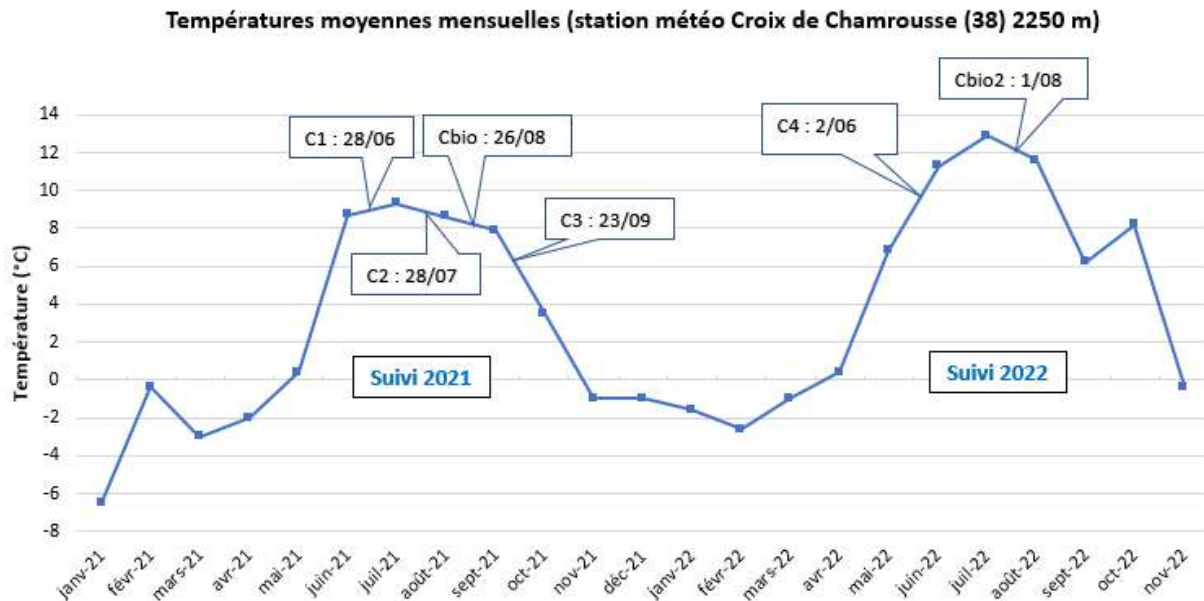


Figure 2 : Relevés de températures moyennes à Chamrousse 2021-2022 -positionnement des campagnes d'investigations.

Source des données : infoclimat

L'année 2022 a été, au contraire, très chaude (Figure 2) et sèche. L'hiver a été chaud avec des températures moyennes comprises entre -2 et 0°C à la Croix de Chamrousse alors que la température moyenne était de -6,5°C en janvier 2021. Le déficit de précipitations est très marqué en particulier au printemps. L'été a été très chaud, on a enregistré 11 à 13°C en température moyenne sur les mois de juin à août 2022 à la Croix de Chamrousse, soit + 3 à 4°C par rapport à 2021. La sécheresse estivale est exceptionnelle, elle a conduit à un abaissement jamais vu du niveau du lac (Photo 6), et à l'assèchement de certains zones humides.



Photo 6 : le 1^{er} août 2022 - abaissement du lac Achard au droit du gabions – zone humide ACH9, marais quasiment à sec

Les campagnes d'investigations ont eu lieu fin juin, fin juillet, fin août et le 23 septembre 2021. Les conditions météorologiques étaient variables, nuageuses à ensoleillées. Les températures étaient modérées mais la fréquentation sur le site restait importante (nombreux groupes scolaires/loisirs). La température des eaux du lac était maximale le 28 juillet (18 à 19°C). Malgré ces conditions hydrologiques plutôt soutenues, le lac Achard présentait une turbidité marquée (coloration marron) lors des 4 campagnes d'investigations.

La campagne de « fin d'hiver » du 2 juin 2022 a été réalisée par une météo nuageuse, les apports depuis le bassin versant était déjà très faible, il n'y avait quasiment plus de névés (Photo 11). Le 1^{er} août 2022, on se trouvait en situation de sécheresse marquée sur Chamrousse, avec une pluviométrie quasi négligeable sur juin-juillet et des températures très élevées, le plan d'eau était descendu de 30 cm et certaines zones humides étaient quasiment à sec (Photo 6).

Une planche photos est présentée en page suivante pour illustrer les conditions des campagnes de prélèvements sur le lac Achard pour ce suivi 2021-2022.



Photo 7 : lac Achard le 28 juin 2021



Photo 8 : lac Achard le 28 juillet 2021, eaux turbides et fréquentation importante



Photo 9 : troupeaux en pâture sur le bassin versant du lac Achard le 26 août 2021



Photo 10 : turbidité maximale lors de la campagne du 23 septembre 2021



Photo 11 : vue sur lac le 2 juin 2022 – plus de neige sur le bassin versant - turbidité faible



Photo 12 : vue sur lac le 1^{er} août 2022 – niveau bas, et eaux turbides

3.1.3 FREQUENTATION SUR LE SITE DU LAC ACHARD

Le site du Lac Achard, très facilement accessible au plus grand nombre par quatre sentiers principaux, subit une fréquentation très importante depuis de nombreuses années. Le sentier

balisé PDIPR existant empruntait le système de retenue artificielle du lac "gabion", qui est aujourd'hui quasiment effondré et dangereux. Depuis 2019, grâce à un contrat Natura 2 000, une passerelle a été mise en place pour permettre le passage des randonneurs et empêcher leur divagation dans les tourbières adjacentes, évitant la destruction de ces habitats d'intérêt communautaires et prioritaires. De plus, la zone humide en aval du lac a été mis en défend par un système de cordage. Celle-ci est remise en place chaque année, depuis l'été 2019.

Au cours de l'été, de nombreuses personnes se baignent dans le lac, ainsi que des chiens, ce qui a pour effet de remettre en suspension les particules du fond et de rendre turbides les eaux du lac. Les herbiers aquatiques sont affectés par ces mouvements d'eau et par cette turbidité. Leur surface diminue fortement. De nombreuses autres activités sont pratiquées et posent problème : slake line sur le resserrement rocheux du lac, paddle. Toutes ces activités sont interdites par AM depuis 2019.

Lors de ce suivi 2021-2022, la fréquentation sur le site était importante malgré les conditions météorologiques assez défavorables durant l'été 2021 (Tableau 7). Les interventions ont été réalisées en semaine de 11h à 15h environ.

Tableau 7 : informations sur la fréquentation au lac Achard lors des campagnes de prélèvements

Campagne d'investigations	Fréquentation	Remarques
28/06/21	++ groupes scolaires (80 écoliers) + nombreux randonneurs	1 chien dans l'eau- nombreux vestiges de feux
28/07/21	++ nombreux randonneurs, jeunes, retraités dans l'après-midi.	Nombreux vestiges de feux
26/08/21	++ groupes scolaires + nombreux randonneurs	Chiens dans l'eau + 2 baigneurs petit lac- Troupeau en pâture sur le bassin versant
23/09/21	+ randonneurs (retraités) sur le tour du lac	Pas de baignade à signaler
2/06/22	++ groupes scolaires - randonneurs sur le tour du lac	2 baigneurs -

Des éco-compteurs ont été installés sur les sentiers menant au lac Achard à partir du 1^{er} juin 2021. Les données en « sortie » de site sont fournies dans le Tableau 8. On constate que la fréquentation sur le site a été assez similaire sur les deux étés 2021 et 2022, elle avoisine 50 000 passages sur 95 jours. Des pics de fréquentation à plus de 1000 visiteurs sont enregistrés le dimanche en pleine saison.

Tableau 8 : données de fréquentation en sortie de site étés 2021 et 2022

Période de suivi	22 juin au 25 septembre 2021	22 juin au 25 septembre 2022
Fréquentation saison	49670	46580
Fréquentation moyenne journalière	522 visiteurs	490 visiteurs
Fréquentation journalière maximale	1 600 visiteurs	1500 visiteurs

Source : données issues des éco-compteurs (Eco-viso), mis en place depuis le 22 juin 2021 dans le cadre du plan de gestion de l'ENS.

La fréquentation sur le site du lac Achard est importante et équivalente en 2021 et 2022, malgré les conditions météorologiques médiocres de 2021.

Il est important de noter que les campagnes d'échantillonnage ont été effectuées sur des journées de fréquentation « normale » en semaine sur le site du lac achard.

3.2 BATHYMETRIE

3.2.1 LEVE BATHYMETRIQUE ETE 2021

Aucune donnée bathymétrique antérieure n'est disponible pour le lac Achard.

Le levé bathymétrique a été réalisé les 28 juillet (grand lac) et 26 août 2021 (petit lac). La cote du plan d'eau était à 1916,10 m NGF. L'opération a été menée depuis une embarcation à l'aide d'un GPS et d'une pige équipée d'une tarière. Environ 200 points ont été prospecté sur l'ensemble du plan d'eau selon la méthode décrite en méthodologie. Sur chaque point a été levé :

- ✓ Un point GPS
- ✓ La profondeur de l'eau (précision 5 cm),
- ✓ Le type de substrat (vases, limons, cailloux, blocs, débris, ...)
- ✓ L'épaisseur de sédiments (précision 5 cm).

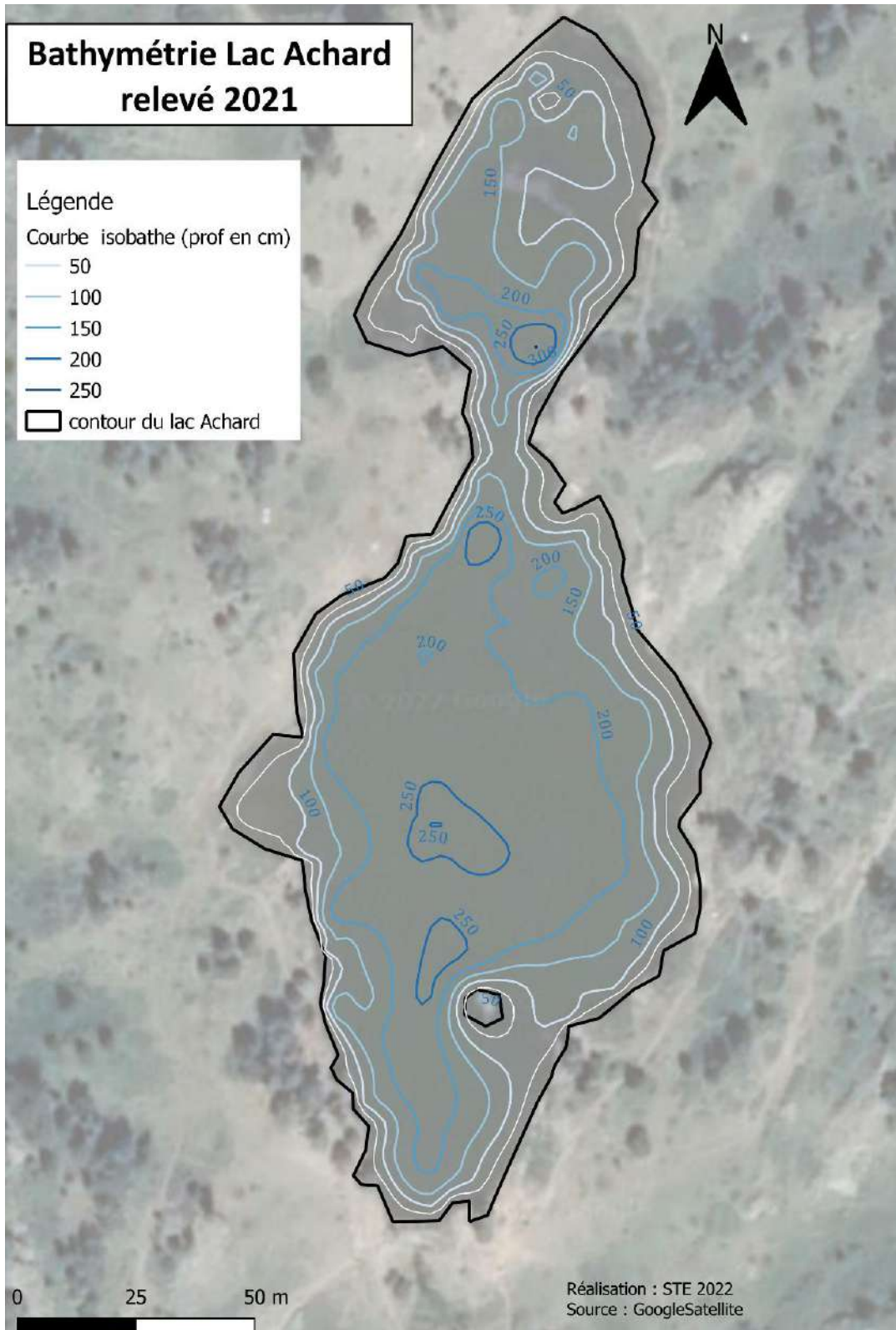
Ce relevé donne lieu à une cartographie sur fond orthophotos présentée sur la Carte 10.

Les couches de points au format .shp, sont fournies par ailleurs.

Ce relevé a permis de mettre en évidence une grande fosse à environ 2,5 m de profondeur dans le grand lac. Le tour du lac affiche une zone littorale quasi inexistante sur le lac comme le montre la proximité des isobathes 0 et 50 cm.

Le petit lac est également assez profond avec une zone profonde (2,5 m) à proximité du resserrement des écoulements.

Selon cette analyse, la profondeur moyenne du Lac Achard est de 1,5 m.



Carte 10 : relevé bathymétrique du lac Achard

3.2.2 ESTIMATION DU VOLUME DU PLAN D'EAU

Sur la base des données bathymétriques, une estimation du volume du plan d'eau a été faite cartographiquement (Tableau 9). **Le volume du plan d'eau est estimé à 19688 m³** pour une surface de 1,3 ha et une profondeur moyenne de 1,5 m.

Tableau 9 : Bathymétrie et estimation du volume du lac Achard

Couche	isobathe (en cm)	surface réelle (m ²)	volume (m ³)	prof moyenne
0-50	25	1500	375	
50-100	75	2070	1553	
100-150	125	2257	2821	
150-200	175	2777	4860	
200-250	225	3962	8915	
250 – 260	250	466	1165	
	Total	13032	19688	1,51

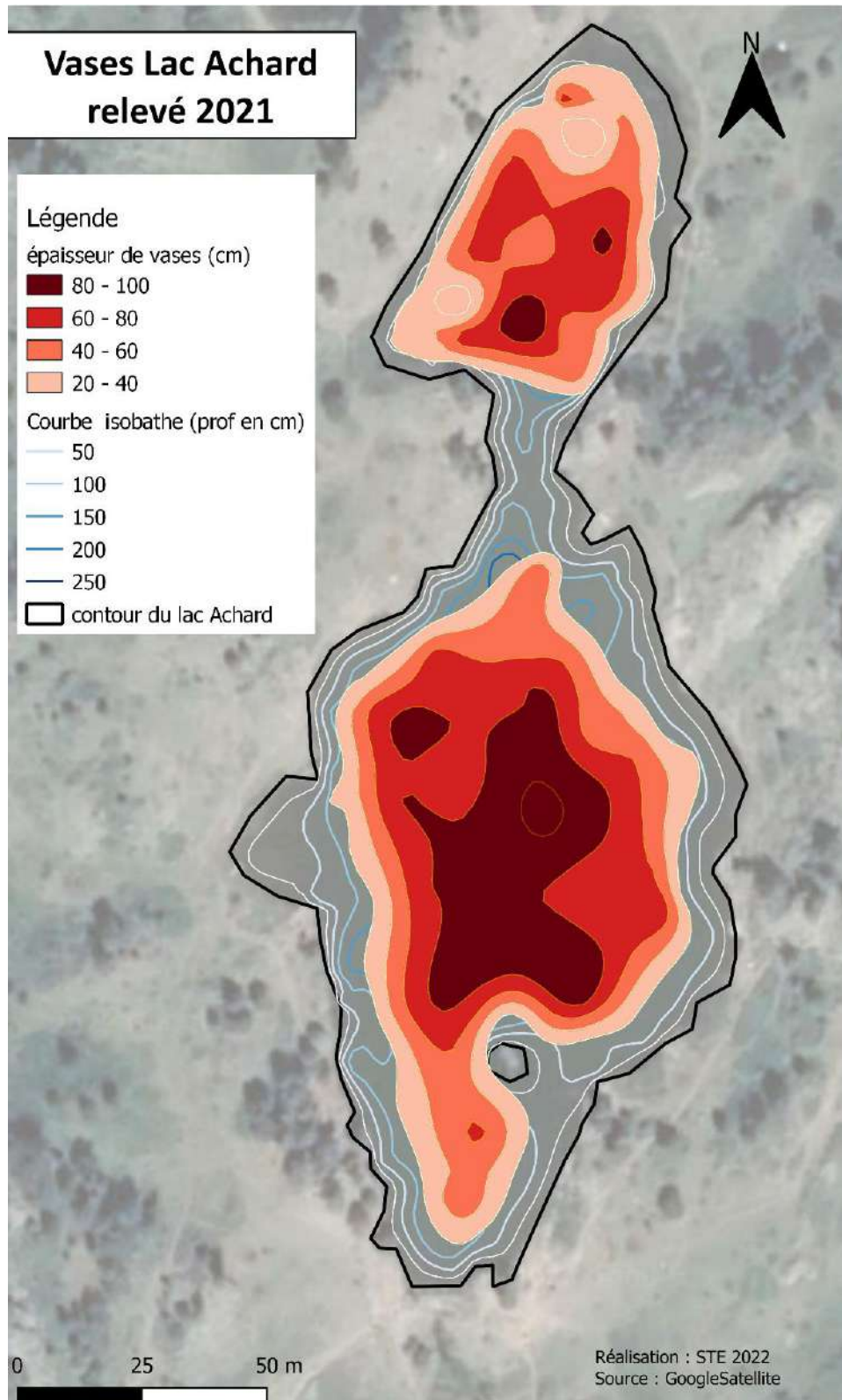
Le lac Achard présente une profondeur maximale de 2.6 m, le volume du plan d'eau est estimé à environ 20000 m³ pour une profondeur moyenne de 1.5 m.

3.2.3 SEDIMENTOLOGIE

3.2.3.1 Épaisseurs de sédiments observées à l'été 2021

A l'image de la bathymétrie, une étude de la sédimentologie a été faite lors de cette même campagne, la Carte 11 en page suivante représente les épaisseurs de vases relevées dans le lac. Il se dégage les grandes lignes suivantes :

- Zone littorale étroite avec substrats grossiers (blocs cailloux et sables) ;
- Accumulation de vases et de débris dans la zone centrale, épaisseurs > 50 cm au-delà de 2 m de profondeur avec près d'1 m mesuré dans la zone la plus profonde y compris dans le petit lac.
- Peu de dépôts dans le resserrement entre les deux lacs : les substrats sont formés de blocs et dalles.



Carte 11 : évaluation des épaisseurs de vases dans le lac Achard (relevé 2021)

A travers ces mesures, une évaluation du volume de sédiments dans le lac Achard a été faite (Tableau 10). Il est estimé à plus de 4000 m³.

Tableau 10 : épaisseurs de vases et bilan du volume sédimenté dans le lac Achard (été 2021)

cumul vases (cm)	surface réelle (m ²)	volume (m ³)	épaisseur moyenne (m)
0	4734	0	
20	2176	435,2	
40	2026	810,4	
60	2396	1437,6	
80	1630	1304	
100	70	70	
Total	13032	4057	0,31

Dans les zones profondes (> 2m) correspondant à une surface d'environ 4000 m², l'accumulation de vases est supérieure à 60 cm. Au global, l'épaisseur moyenne de vases sur l'ensemble du lac est estimée à 0,31 m sur la surface globale du lac (1,3 ha).

L'accumulation de vases dans le lac Achard est importante (> 60 cm dans les zones profondes), le volume total de vases est estimé à 4000 m³.

3.2.3.2 Evaluation du processus de sédimentation

Compte tenu de l'importante sédimentation dans le lac Achard, il nous a paru nécessaire d'évaluer le taux de sédimentation dans le lac.

Pour ce faire, une datation des sédiments par la méthode la plus adaptée pour les sédiments récents (< 100 ans) basée sur l'étude 210Pb/137Cs, a été effectuée pendant l'été 2022.

L'opération a été menée en prélevant une carotte de sédiments à l'aide d'un carottier UWITEC selon les modalités précisées par le CNRS. Une carotte de 70 cm d'épaisseur a été prélevée le 2 juin 2022 dans la zone de plus grande profondeur (2.5 m). Elle était très compacte, de couleur gris noir. Elle a été déposée au CNRS, Laboratoire EDYTEM, le lendemain pour mise en analyse.

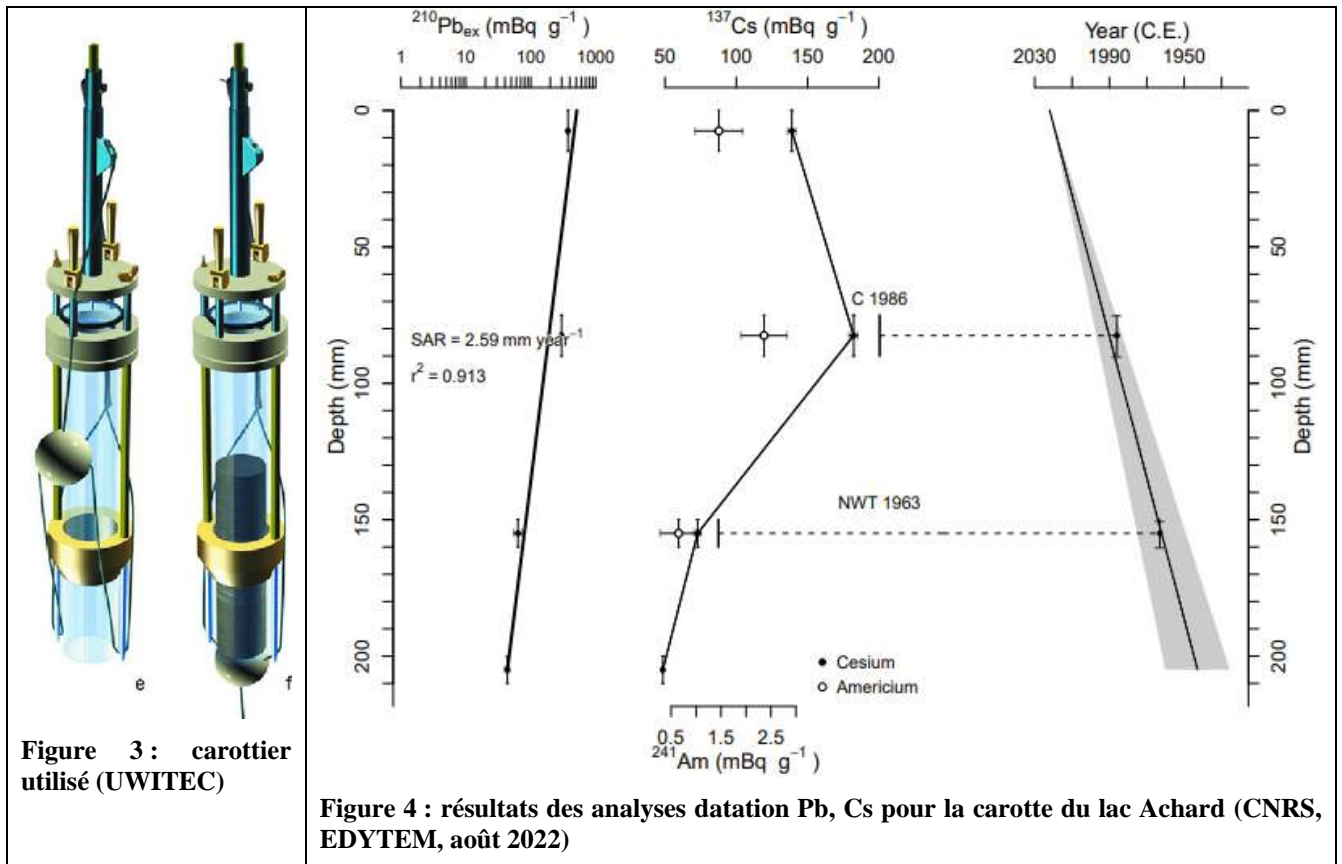
Les activités en plomb (210Pb), césium (137Cs), américium (241Am), ainsi que d'autres éléments ont été mesurés sur 4 échantillons (0-1,5cm, 7,5-9cm, 15-16cm, 20-21cm) de la carotte du lac Achard (Figure 4). Les analyses ont été faites au Laboratoire Souterrain de Modane (LSM) pendant l'été 2022. *Les activités en 210Pbex sont obtenues en soustrayant l'activité de 210Pb totale par le 226Ra. Puis à l'aide d'une équation de décroissance radioactive et du modèle Constant Flux Constant Sédimentation, il est possible de calculer un taux de sédimentation moyen sur la carotte.*

Les données en radioéléments ont été analysées à l'aide du package « serac » sous le logiciel R. Cet outil permet de réaliser un modèle d'âge/profondeur tout en assurant une reproductibilité des résultats avec différents modèles de calcul du 210Pbex (Bruel et Sabatier 2020).

D'autres isotopes artificiels peuvent confirmer les analyses de la datation au 210Pb : le 137Cs et l'241Am. Ils proviennent du rejet normal de réacteur nucléaire, des essais d'armes nucléaires débutants en 1955 avec un maximum en 1963 ou d'accidents de nature nucléaire : Tchernobyl en 1986 seulement dans l'hémisphère nord et davantage localisé en Europe. Le 137Cs présente classiquement deux pics qui sont identifiables sur ces deux périodes (1963 et 1986) selon la localisation de la carotte, tandis qu'on ne retrouve 241Am que durant les essais nucléaires de 1963.

Les données 210Pbex permettent de définir un taux de sédimentation constant estimé à 2.6 mm/an avec l'erreur associée (+/-0.6 mm/an). Cette estimation est en accord avec les pics de

^{137}Cs de 1986 et de 1963, ce qui confirme la chronologie de la carotte sédimentaire (Figure 4).



Mais il faut les prendre avec des pincettes car avec seulement 4 points de mesures, il est délicat de définir les pics de 1986 (Tchernobyl) et 1963 (essais nucléaires), on relève tout de même un manque de précision pour ces mesures notamment pour évaluer s'il y a eu une augmentation récente du processus de sédimentation, pour cela, il aurait fallu multiplier les points de mesures.

Le taux de sédimentation sur le lac Achard est estimé à 2.6 mm/an \pm 0.6 mm sur les 100 dernières années. Ce taux reste assez faible pour un plan d'eau de ce type, et n'est pas de nature à entraîner un comblement à courte échéance du lac. Si le taux de sédimentation se maintient, le comblement du lac est estimé à plus de 600 ans.

A titre de comparaison, une datation avait été faite sur les lacs Robert à proximité sur la commune de Chamrousse, le taux de sédimentation moyen était de l'ordre de 0.5 mm/an à l'échelle du dernier siècle.

Le taux de sédimentation dans le lac Achard reste assez faible (2.6 mm/an \pm 0.6 mm), il n'est pas de nature à entraîner un comblement à courte échéance.

3.3 FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE ET HYDROLOGIQUE

3.3.1 VARIATIONS DE COTE : MARNAGE

Une étude de la variation de cote du plan d'eau a été faite à travers l'installation d'une échelle limnimétrique et d'une sonde pression.

Malheureusement, les données de la sonde pression installée n'ont pas pu être exploitées car la sonde « air » a été submergée lors de la période hivernale.

En parallèle des relevés ont été effectués en berges grâce à la présence d'une borne IGN sur un rocher à proximité de l'exutoire du lac. Des relevés de cotes d'eau ont été faites lors des campagnes de terrain (Figure 5).

Période - niveau	Cote d'eau (m NGF)
Cote de plus hautes eaux (laisse de crue) Influencée par couche neige	1916,38 (+23 cm)
Fin d'été : basses eaux (relève au 1/08/22)	1915,90 (-25 cm)
Fin de printemps : cote normale à haute (relève au 2/06/22)	1916,15

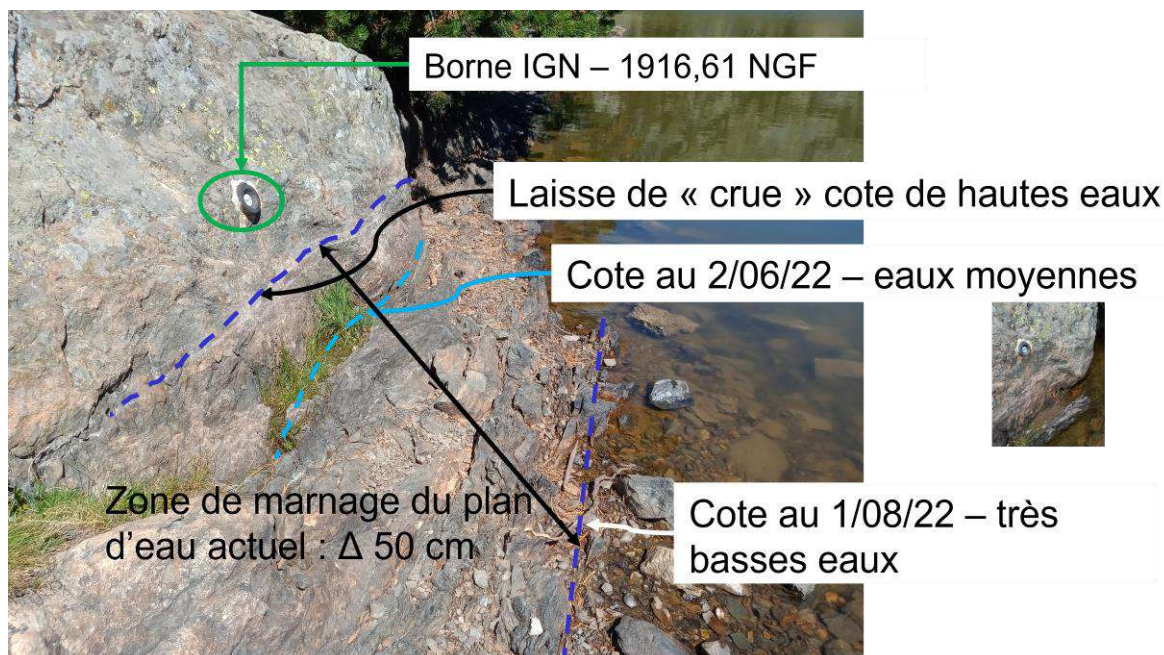


Figure 5 : Cotes du lac Achard et variations

Ces relevés mettent en évidence une variation maximale de 50 cm environ :

- ✓ Une cote moyenne pour le plan d'eau de **1916.15 m NGF** mesurée en juin-juillet,
- ✓ Une cote maximale de 1916.38 m NGF sur la période hivernale (valeur biaisée par la couche de neige sur le lac)
- ✓ Une cote minimale de 1915.90 m NGF en pleine période d'étiage estivale (au 1/08/22 faisant suite à une période de sécheresse exceptionnelle, soit -0.25 m par rapport à la cote normale.

La structure en Gabions située à l'exutoire est dégradée (Photo 13), l'ouvrage n'est plus fonctionnel : le grillage est abimé (fils de fer sortants). Les blocs sont instables, cela pose un problème de sécurité au niveau de ce site très fréquenté.

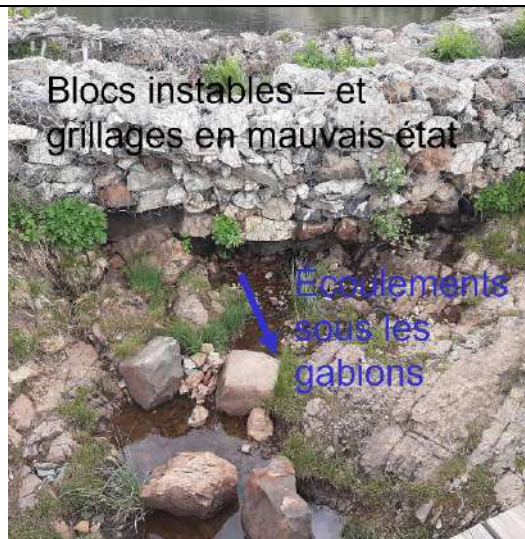


Photo 13 : vue sur le gabion et écoulements

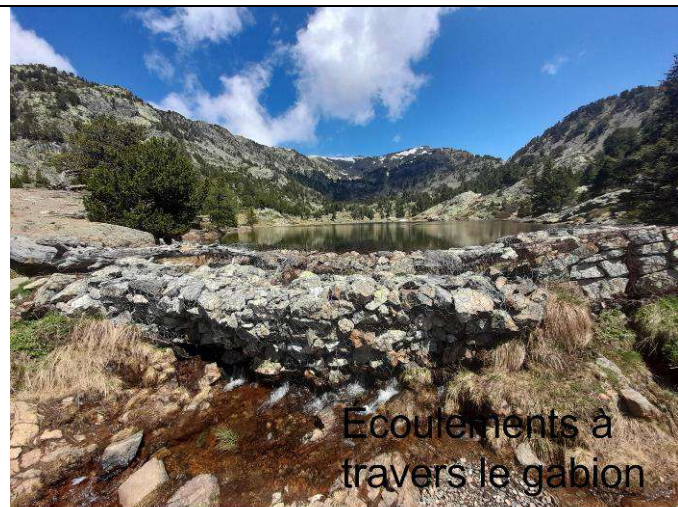


Photo 14 : écoulement à travers le gabion en début d'été

Par ailleurs, de par son état, l'ouvrage n'assure plus sa fonction de régulation. Les écoulements se font à travers les gabions sur la roche mère (Photo 14).

*La variation de niveau d'eau du lac est estimée à 50 cm au maximum (1916,15 NGF en cote normale) avec de hautes eaux en fin d'hiver et de basses eaux en fin d'été.
L'ouvrage gabions n'assure plus sa fonction de régulation.*

3.3.2 TEMPS DE SEJOUR

Le lac Achard est essentiellement alimenté par la fonte des neiges et les pluies printanières (avril à juin). On rappelle qu'il est gelé une grande partie de l'année (4 à 5 mois), de décembre à avril/mai en moyenne. Les apports printaniers sont cependant difficiles à estimer. Il est établi que le plan d'eau ressort « plein » de cette période.

Les mesures effectuées sur l'affluent principal montrent par ailleurs que celui-ci présente un débit faible à nul (< 2 l/s) en période estivale (mi-juin à octobre). Sur la base de cette estimation, il faudrait 150 à 250 jours pour renouveler le plan d'eau (volume = 20000 m^3), ce qui signifie que la masse d'eau n'est pas renouvelée sur la saison estivale. Cette observation est confirmée par les analyses physicochimiques.

3.3.3 STRATIFICATION ET GRADIENT

La profondeur maximale du lac Achard est de 2,6 m. Il présente une forme de cunette simple peu profonde. La stratification thermique ne s'applique pas.

3.4 SYNTHÈSE DE LA QUALITÉ DU LAC EN 2021

3.4.1 SUIVI PHYSICOCHIMIQUE EAU SUR LE PLAN D'EAU

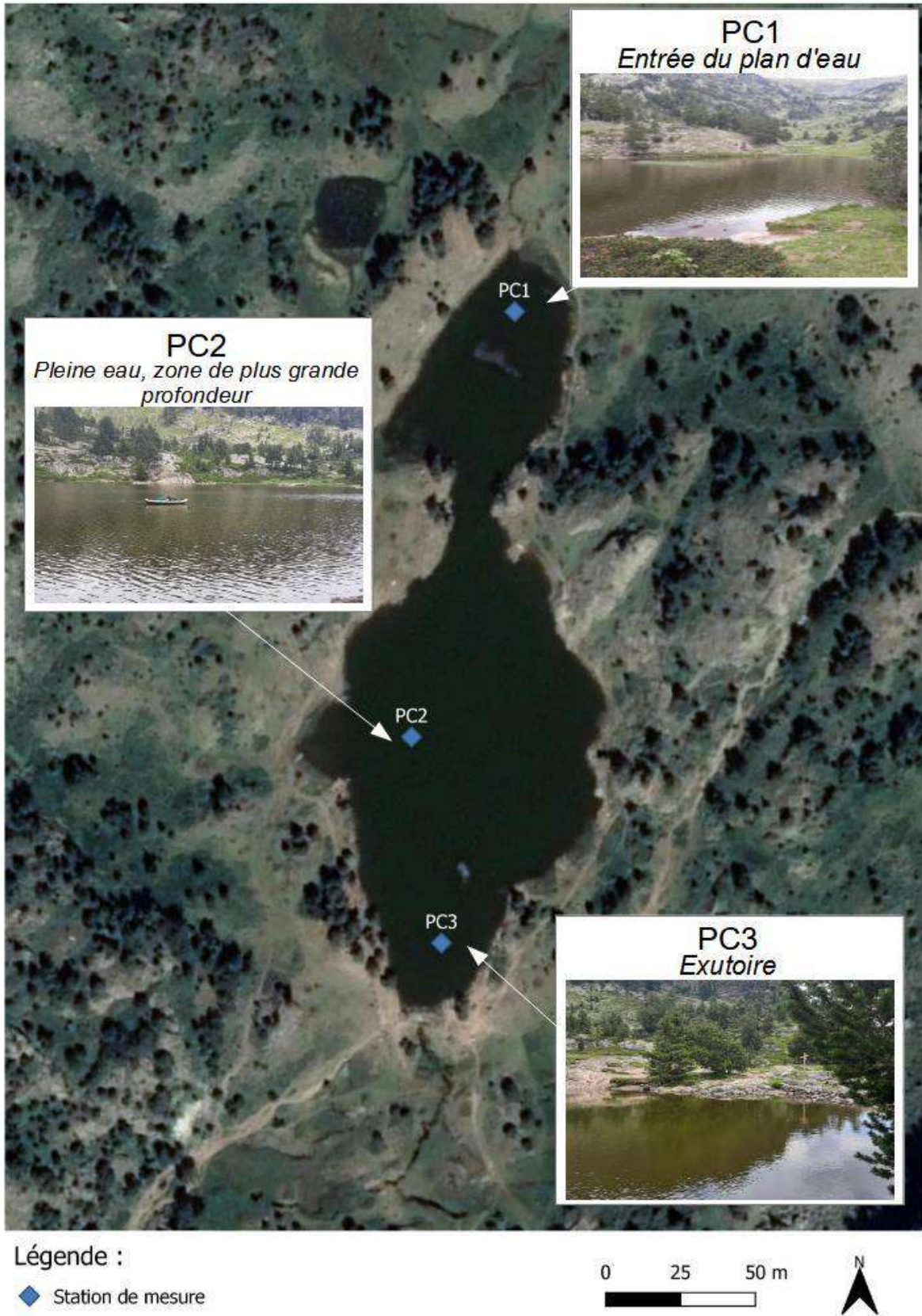
Trois stations de prélèvements ont été définies sur le lac Achard (Carte 12) :

- ✓ PC1 : En entrée de plan d'eau au droit du petit lac ;
- ✓ PC2 : dans la zone de plus grande profondeur
- ✓ PC3 à proximité de l'exutoire.

Sur chaque station, on effectue :

- ✓ **Une mesure de transparence** au disque de Secchi. La zone euphotique correspond à 2,5 fois la transparence ;
- ✓ **Un profil vertical** de température (°C), conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°C), pH (u. pH) et oxygène dissous (% sat. et mg/l). Il est réalisé à l'aide d'une sonde multiparamètre OTT MS5 enregistreuse, qui permet de mesurer les paramètres in-situ. La sonde est équipée d'un capteur de pression permettant d'enregistrer la profondeur de la mesure ;
- ✓ Sur les stations amont PC1 et PC3, les prélèvements d'eau ont été ponctuels en sous-surface. Sur la station PC2, un prélèvement intégré destiné à l'analyse du phytoplancton et de la chlorophylle et aux analyses de physico-chimie classique : Les prélèvements sont intégrateurs de la colonne d'eau 0-2 m, réalisés au tuyau intégrateur (système.IRSTEA) ou tube intégrateur.

Cet échantillonnage vise à évaluer la disponibilité en nutriments azotés (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- et NTK) et phosphatés (PO_4^{3-} et P_{total}) dans le plan d'eau, mesurer la charge organique et minérale (Carbone Organique Dissous, matières en suspension, turbidité), et évaluer la production primaire via la mesure de chlorophylle a et phéopigments.



Carte 12 : Localisation des trois stations d'échantillonnage sur le lac Achard

3 campagnes de mesures physicochimiques sont prévues sur la saison hydrologique :

- ✓ 1 en début d'été (juin) au démarrage de l'activité biologique ;
- ✓ 1 dans l'été (juillet - août) au moment du réchauffement maximal des eaux et en période de forte fréquentation ;
- ✓ 1 en fin d'été (septembre), avec baisse de la température et par faible fréquentation.

NB : la commande ayant été tardive, la campagne « dite de fin d'hiver » n'a pas pu être réalisée en 2021. Cette campagne a été reprogrammée en 2022 afin de pouvoir mesurer les teneurs en nutriments notamment avant le réchauffement des eaux et le démarrage de l'activité biologique. Elle a eu lieu le 2 juin 2022.

Les profils verticaux réalisés sur les 3 points lors des 4 campagnes montrent très peu de variations sur la colonne d'eau pour tous les paramètres. On affiche ici les profils verticaux dans la zone de plus grande profondeur (PC2).

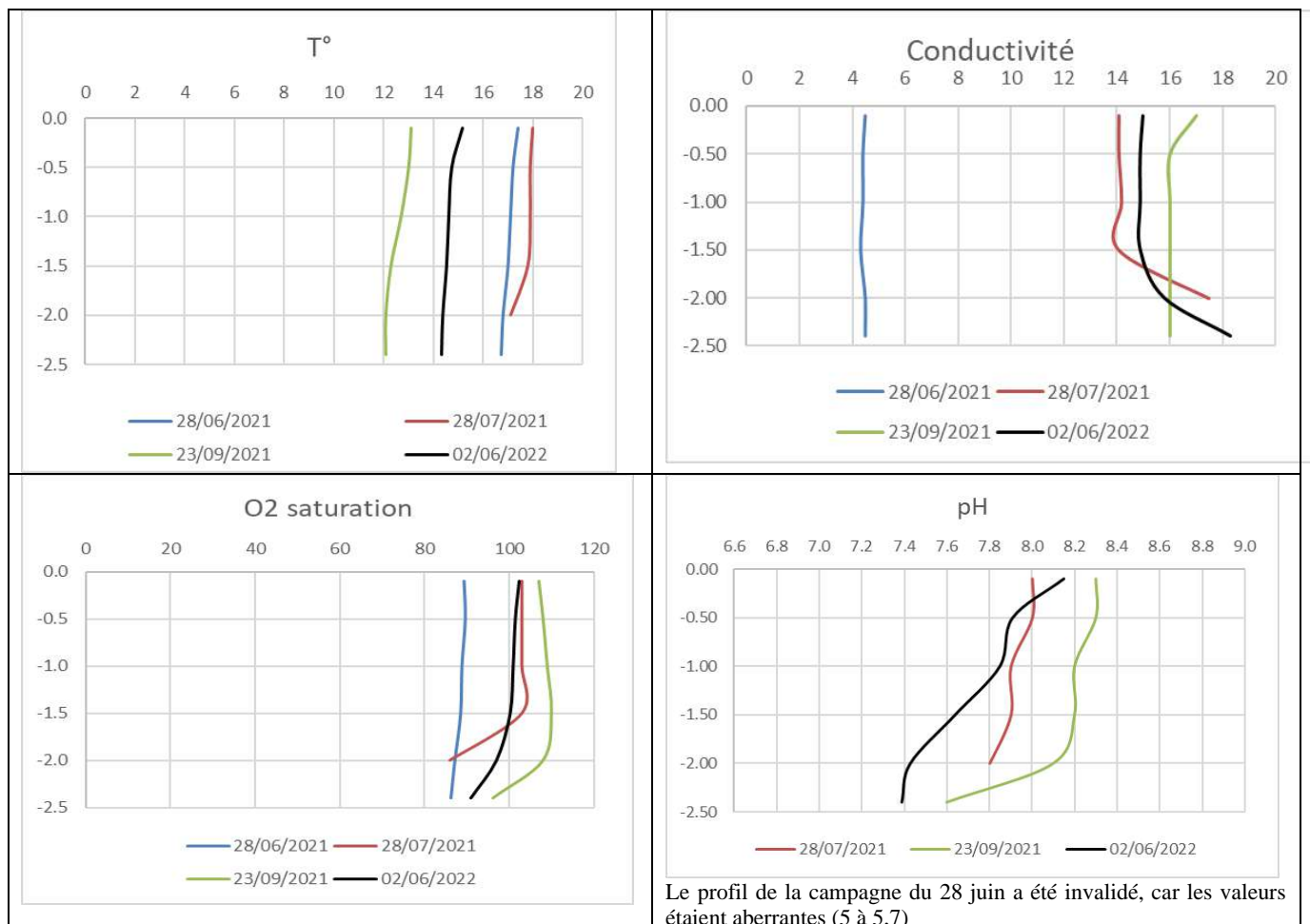


Figure 6 : profils verticaux sur la station PC2 Lac Achard (données 2021-2022)

Ces données montrent peu de variations sur la colonne d'eau. On enregistre un petit effet de « fond » pour les paramètres oxygène, conductivité et pH.

La température est assez élevée pour un plan d'eau d'altitude, on constate que le réchauffement de la masse d'eau est homogène et précoce. La température reste quasi

homogène entre 0 et -2.5 m, la variation de température n'excède pas 1°C entre la surface et le fond :

- ✓ 17,4°C (16,7°C au fond) le 28 juin,
- ✓ 18°C (17°C au fond) le 28 juillet,
- ✓ 13°C (12°C au fond) le 23 septembre, avec le refroidissement automnal,
- ✓ 15.2°C (14.3°C au fond) le 2 juin de l'année suivante.

La conductivité est extrêmement faible, les valeurs mesurées (4 à 18 µS/cm) montrent des eaux quasi-déminéralisées. Ces valeurs sont conformes à la nature des terrains traversés. Cette faible minéralisation a forcément un impact sur les processus physico-chimiques et sur le métabolisme dans le lac. De plus, cette faible conductivité rend les mesures de pH peu fiables du fait d'un faible pouvoir tampon.

L'oxygénation est globalement favorable, les teneurs en oxygène dissous sont un peu plus faibles en début de saison (85 à 90% sat) du fait des apports par la fonte des neiges (eaux peu oxygénées). La teneur en oxygène dissous est optimale (100 à 110% sat) de 0 à 1,5 m, elle diminue légèrement en dessous (85-95% sat) pour les trois campagnes suivantes. Ces profils ne montrent pas de déséquilibres pour ce paramètre.

Le pH est alcalin avec environ 7,8 à 8.3 enregistré en surface. Il diminue progressivement en profondeur, avec des valeurs comprises entre 7.4 et 7.8 enregistrées au fond. A noter que lors de cette campagne de fin d'été (23/09), la production algale était maximale, ce qui a conduit à une augmentation de pH.

Les échantillons des 3 campagnes (3 points) ont été soumis aux analyses de laboratoire. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant. On rappelle que la campagne du 28 juin correspond à une campagne printanière où le phytoplancton était déjà développé.

Tableau 11 : résultats des analyses physicochimiques sur eau pour les 3 stations du Lac Achard en 2021.

Analyses de laboratoire (CARSO)		Unité	Limite quantification (LQ)	PC1	PC2	PC3	PC1	PC2	PC3	PC1	PC2	PC3
Lac Achard (38)	date campagnes			28/06/2021	28/06/2021	28/06/2021	28/07/2021	28/07/2021	28/07/2021	23/09/2021	23/09/2021	23/09/2021
PC eau	Carbone organique dissous (COD)	mg(C)/L	0,2	2,4	2,4	2,7	4,3	4,5	4,5	7,8	6,6	8,6
	Azote Kjeldahl	mg(N)/L	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,53	<0,5
	Ammonium	mg(NH4)/L	0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01
	Nitrates	mg(NO3)/L	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Nitrites	mg(NO2)/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Phosphates	mg(PO4)/L	0,010	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	0,04	0,05	0,04
	Phosphore total	mg(P)/L	0,010	0,011	<0,010	<0,010	0,019	0,015	0,015	0,015	0,023	0,018
	MeS	mg/L	2	5,1	5,3	7,2	6	5,8	5,8	10	7	11
Turbidité	NFU	0,1	3,5	4,7	5,7	9,7	5,3	4,8	5,2	4,5	5,1	

Les mesures inférieures au seuil de quantification sont grisées dans le tableau, avec indication (< LQ).

Les analyses pour la 4^{ème} campagne réalisée le 2/06/2022 ont concerné uniquement le point PC2. Les résultats de cette campagne de fin d'hiver sont présentés à la suite de ce chapitre.

Le Carbone organique dissous (COD) est présent en quantité modéré dans les eaux du lac Achard en début de saison (2,4 à 2,7 mg/l le 28/06). Le milieu s'enrichit en COD au fil de la saison avec environ 4,5 mg/l le 28 juillet pour atteindre une valeur maximale de 6.6 à 8.6 le 23/09 (Figure 7). Cette charge en COD est à relier au fort développement algal dans les eaux au fil de la saison, Ce paramètre met en évidence un enrichissement du milieu aquatique ;

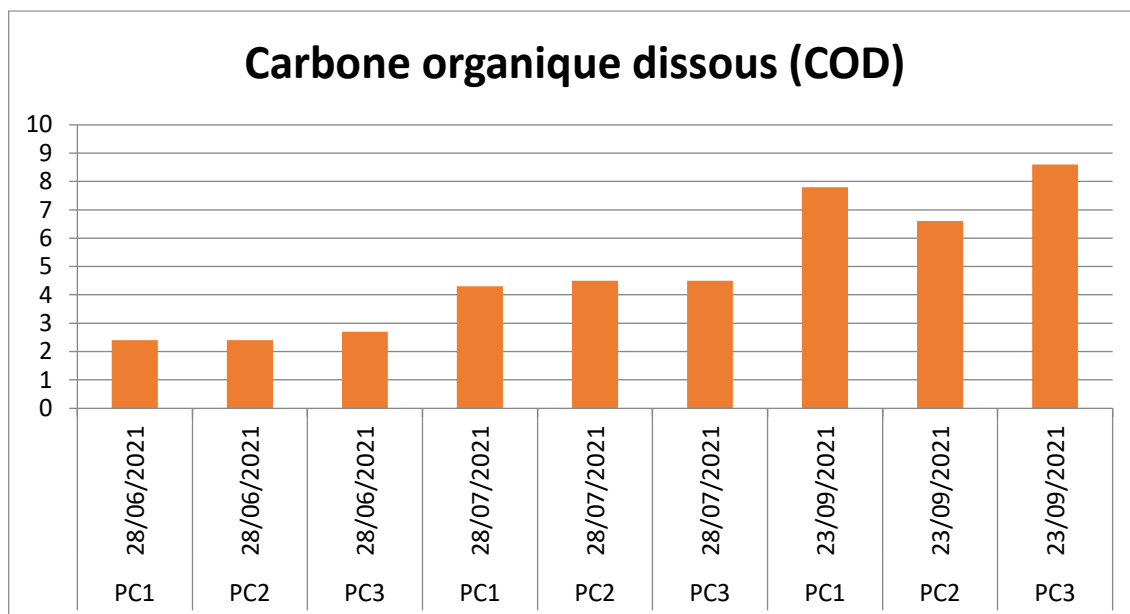


Figure 7 : évolution des teneurs en carbone organique dissous dans les eaux du lac Achard

Les éléments azotés (nitrates, nitrites, ammonium, NKJ) ne sont quasiment pas quantifiés (\leq LQ) pour tous les paramètres. Ce qui signifie que l'azote n'est pas disponible dans les eaux du Lac Achard. Ce constat confirme les données acquises antérieurement.

Pour les **éléments phosphorés**, la situation est un peu différente : S'il y a peu de phosphore en début de saison (\leq LQ P_{total} et PO_4^{3-} pour les stations PC2 et PC3), les analyses montrent un enrichissement au fil de la saison :

- ✓ Le 28/07 : 40 $\mu\text{g/l}$ en PC2 de *Phosphates* et 15 à 19 $\mu\text{g/l}$ de P_{total} ,
- ✓ Et en fin de saison : **40 à 50 $\mu\text{g/l}$ de *Phosphates*** et 15 à 23 $\mu\text{g/l}$ de P_{total} le 23/09/21.

Cela signifie que le phosphore est remis à disposition dans la masse d'eau vraisemblablement en lien avec la décomposition du phytoplancton.

Ces valeurs mesurées de 40 à 50 $\mu\text{g/l}$ sont élevées pour un petit lac de ce type. La disponibilité en phosphore favorise ainsi le phénomène d'eutrophisation du plan d'eau.

Le lac Achard est assez turbide, les eaux sont légèrement teintées marrons. La turbidité mesurée est moyenne : environ 5 NTU pour tous les échantillons. Les teneurs en MES ne sont pas négligeables en particulier en fin de saison : 5,1 à 7,2 mg/l le 28/06, 5,8 à 6 mg/l le 28/07 et un maximum de 7 à 11 mg/l le 23/09.

Les pigments chlorophylliens suivent la même tendance que les MES, ils augmentent au fil de la saison : les données sont traitées dans le chapitre 3.4.4 .

Complément étude 2022 :

Les résultats des analyses pour la campagne complémentaire de fin d'hiver, réalisé le 2/06/22 semblent confirmer toutes ces données (Tableau 12). Le développement algal était faible lors de cette campagne : la transparence était maximale (2m). La teneur en chlorophylle était tout de même de 6 $\mu\text{g/l}$. Tous les éléments nutritifs azotés et phosphorés étaient en quantité négligeable ($<$ LQ). L'analyse des silicates a été faite afin de mesurer si l'élément pouvait être limitant pour la croissance des diatomées : $[\text{SiO}_2] = 1.1 \text{ mg/l}$, ce qui est assez faible mais non limitant.

Le phytoplancton était alors majoritairement constitué de *Dinobryon sp* alors que la concentration en *Cosmarium* était assez faible.

Tableau 12 : résultats des analyses physicochimiques 2021-2022 sur le point PC2 du lac Achard

Analyses de laboratoire (CARSO)		Unité	Limite quantification (LQ)	PC2	PC2	PC2	PC2
Lac Achard (38)	date campagnes			28/06/2021	28/07/2021	23/09/2021	02/06/2022
PC eau	Carbone organique dissous (COD)	mg(C)/L	0.2	2.4	4.5	6.6	2.6
	Azote Kjeldahl	mg(N)/L	0.5	<0.5	<0.5	0.53	<0,5
	Ammonium	mg(NH ₄)/L	0.010	<0.010	0.01	<0.01	<0,01
	Nitrates	mg(NO ₃)/L	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0,5
	Nitrites	mg(NO ₂)/L	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0,01
	Phosphates	mg(PO ₄)/L	0.010	<0.01	0.04	0.05	<0,01
	Phosphore total	mg(P)/L	0.010	<0.010	0.015	0.023	<0,01
	MeS	mg/L	2	5.3	5.8	7	3.4
	Turbidité	NFU	0.1	4.7	5.3	4.5	2.8
indices chlorophylliens	Chlorophylle a	µg/L	1	9	12	16	6
	indice phéopigment	µg/L	1	9	<0.5	<0.5	1
	transparence	m	0.1	1.2	1.05	1	2

Synthèse qualité aux du lac :

Eaux très faiblement minéralisées (conductivité < 20 µS/cm)

Turbidité moyenne à élevée (5 à 11 mg/l de MES).

Très peu d'éléments azotés (nitrates, nitrites, ammonium, NKJ)

Peu de phosphore en début de saison (< LQ) mais augmentation en fin de saison : 40 à 50 µg/l de Phosphates et 15 à 23 µg/l de Ptotal

Carbone organique dissous : 2,4 mg/l le 2/06 à ≈ 8 mg/l le 23/09 => enrichissement du milieu aquatique

Chlorophylle a : valeurs élevées à très élevées comprises entre 6 (début juin 2022) et 18 µg/l => production primaire (phytoplancton) importante

3.4.2 SUIVI DES PARAMETRES EN RIVES

Des mesures in situ ont été menées sur 6 stations autour du lac depuis la berge pour les paramètres suivants : température de l'eau (°C), pH (u pH), conductivité (µS/cm), concentration et saturation en oxygène dissous (mg/l et % sat). Elles sont réalisées à l'aide d'un appareil portatif et des sondes de mesures adaptées.

Ces mesures sont accompagnées des observations des conditions environnementales : météo, T° air, intensité du vent, surface de l'eau, limpidité, présence de bloom algal.

L'objectif étant de détecter les éventuelles arrivées d'eaux et sources de pollutions au niveau des rives.

Les mesures faites lors des trois campagnes en 2021 n'ont pas montré de grosses variations des paramètres in situ sur le pourtour du lac. Les données complètes sont fournies dans le tableau en annexe. Il se dégage de cette analyse une légère variabilité au niveau de l'arrivée de l'affluent dans le petit lac : les eaux y sont légèrement plus chaudes (+ 1 à 2 °C) et plus

minéralisées que pour les stations du grand lac. Le pH augmente (avec l'activité photosynthétique) globalement d'amont en aval tandis que la température diminue.

3.4.3 SUIVI PHYSICOCHIMIQUE SEDIMENTS EN PLAN D'EAU

Ce type de prélèvement ne sera réalisé que lors d'une seule campagne en fin d'été (septembre), susceptible de représenter la phase la plus critique pour ce compartiment. Les trois stations PC1, 2 et 3 font l'objet d'un échantillonnage.

Celui-ci est réalisé par une série de 3 prélèvements à la benne Ekman. On observe sur chacun de ces échantillons la structure du sédiment dans le double but de :

- ✓ Description (couleur, odeur, aspect, granulométrie...);
- ✓ Sélection de la seule tranche superficielle (environ 2-3 premiers cm) destinée à l'analyse.

Les sédiments constituent la « mémoire » du lac, ils permettent d'évaluer les apports passés et présents. Pour cette étude, il convient de déterminer la nature des sédiments (part organique, minérale), le stockage des éléments nutritifs, et les potentiels relargages via leur remise en suspension.

Ainsi, les paramètres analysés sur les **sédiments** sont les suivants :

- ✓ Sur la phase solide (fraction < 2 mm) : granulométrie, matières sèches minérales, perte au feu, matières sèches totales, carbone organique, phosphore total, azote Kjeldahl, ammonium ;
- ✓ Sur l'eau interstitielle : orthophosphates, phosphore total, ammonium.

Ces analyses permettent d'évaluer la qualité du sédiment selon la méthode de la diagnose rapide.

Les analyses granulométriques montrent un sédiment à dominance limono-sableuse pour les trois stations (Figure 8).

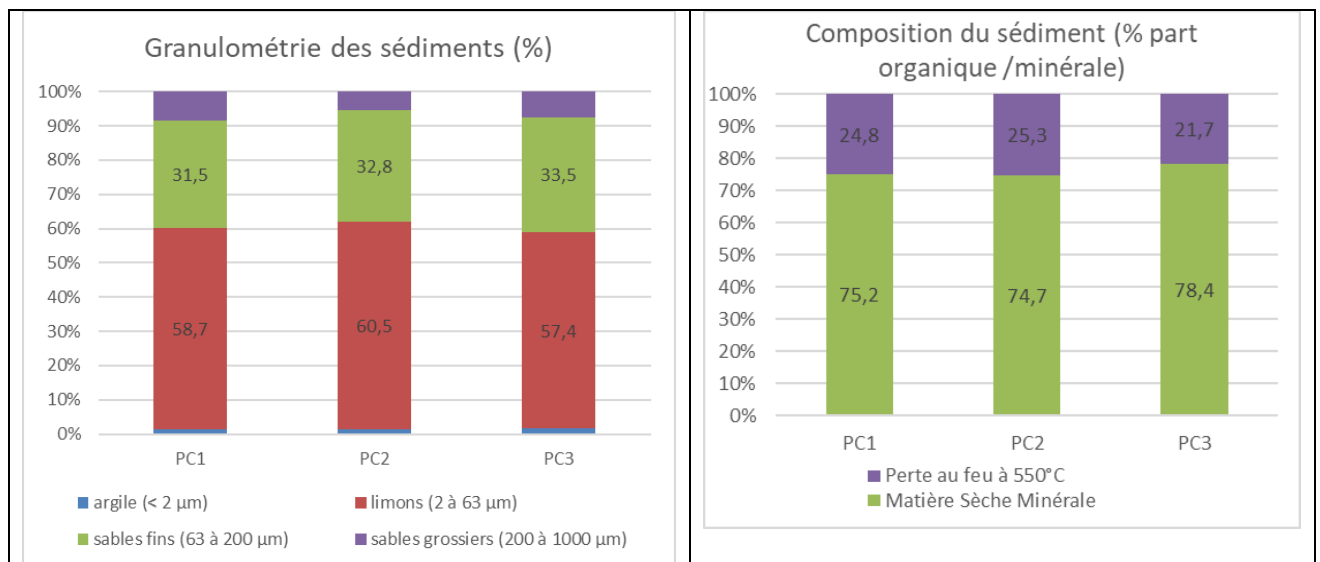


Figure 8 : composition des sédiments du lac Achard – granulométrie et part organique

La fraction limoneuse atteint environ 60% tandis que les sables fins constituent environ 32%. La composition granulométrique diffère assez peu entre les 3 points.

A l'intérieur de ces fractions, la composante organique (équivalente à la perte au feu à 550°C) est non négligeable puisqu'elle représente environ 25% pour les stations PC1 et PC2. La station proche de l'exutoire présente 21.7 % de matière organique, soit une valeur légèrement inférieure.

Ces valeurs témoignent d'un stockage important de la matière organique dans les sédiments. Ces valeurs de perte au feu (21 à 25%) sont considérées comme élevées. Elles peuvent s'expliquer par la nature tourbeuse des sols. En effet, le potentiel métabolique des sédiments pour ce type de milieu est faible, ainsi la dégradation de la matière organique est lente.

Les résultats des analyses physicochimiques sur les sédiments et la fraction eau interstitielle sont présentés dans le Tableau 13.

Tableau 13 : résultats des analyses physicochimiques sur les sédiments du lac Achard

Physico-chimie du sédiment						
Lac Achard	Unité	Code sandre	LQ	PC1	PC2	PC3
23/09/2021						
Matière sèche à 105°C	%	1307	/	23,3	24,1	25,1
Matière Sèche Minérale	% MS	5539	/	75,2	74,7	78,4
Perte au feu à 550°C	% MS	6578	/	24,8	25,3	21,7
Carbone organique	mg/(kg MS)	1841	1000	98278	89955	70462
Azote Kjeldahl	mg/(kg MS)	1319	200	8756	9845	8210
Phosphore total	mg/(kg MS)	1350	2	1141	1115	928,5
Physico-chimie du sédiment : Eau interstitielle						
Ammonium	mg(NH4)/L	1335	0,5	10,71	7,68	5,75
Phosphates	mg(PO4)/L	1433	1,5	< 1,50	< 1,5	< 1,50
Phosphore total	mg(P)/L	1350	0,5	0,42	0,332	0,292

Dans les sédiments de la zone de plus grande profondeur (PC2), la teneur en matière organique est très élevée avec 25% de perte au feu. La concentration en azote organique est également très élevée avec près de 10 g/kg MS.

Le rapport C/N est de 9.1, ce qui montre un certain équilibre (carbone/azote) dans la composition sédimentaire. La concentration en phosphore est considérée comme élevée avec 1,11 g/kg MS. Ces analyses suggèrent un stockage important de matière organique et d'éléments nutritifs.

L'eau interstitielle contient les minéraux facilement mobilisables dans les sédiments. On constate que sur cette fraction, les teneurs diminuent nettement d'amont en aval.

La concentration en ammonium est considérée comme élevée (7.7 mg/l pour PC2), elle est même très élevée dans les sédiments du petit lac (10,7 mg/l en PC1).

Les teneurs en phosphore total sont considérées comme moyennes (0,29 à 0,42 mg/l). L'oxygénation des eaux du lac ne semble pas constituer un problème selon les profils effectués : il y a bien une légère diminution de la teneur en oxygène à proximité du fond mais celle-ci se maintient à des teneurs acceptables (\approx 80% saturation). De ce fait, cela ne suggère pas de phénomène de relargage à l'interface eau/sédiment.

Synthèse qualité sédiments :

Sédiments riches en matière organique (>25% de perte au feu) riches en azote et en phosphore. Le rapport C/N équilibré (carbone/azote)

- *Indices de relargage*
- *Stockage important de matière organique et d'éléments nutritifs.*

3.4.4 ETUDE PHYTOPLANCTON

3.4.4.1 Prélèvements intégrés

Les prélèvements intégrés destinés à l'analyse du phytoplancton ont été réalisés au tuyau intégrateur en même temps que les prélèvements pour analyses physicochimiques classiques sur la station PC2 – zone de plus grande profondeur.

La transparence est faible dans le lac Achard, comprise entre 1 m et 1,2 m, elle diminue au fil de la saison avec la production algale.

Les échantillons destinés à la détermination du phytoplancton et de la chlorophylle *a* sont constitués d'un prélèvement intégré sur la zone euphotique. Pour le lac Achard, l'échantillon PC2 prend la colonne d'eau 0 à 2 m. Les concentrations en chlorophylle *a* et en phéopigments sont présentées dans le tableau suivant. Pour les stations PC1 et PC3, les échantillons sont ponctuels (à 30 cm de la surface) pour les analyses des pigments chlorophylliens.

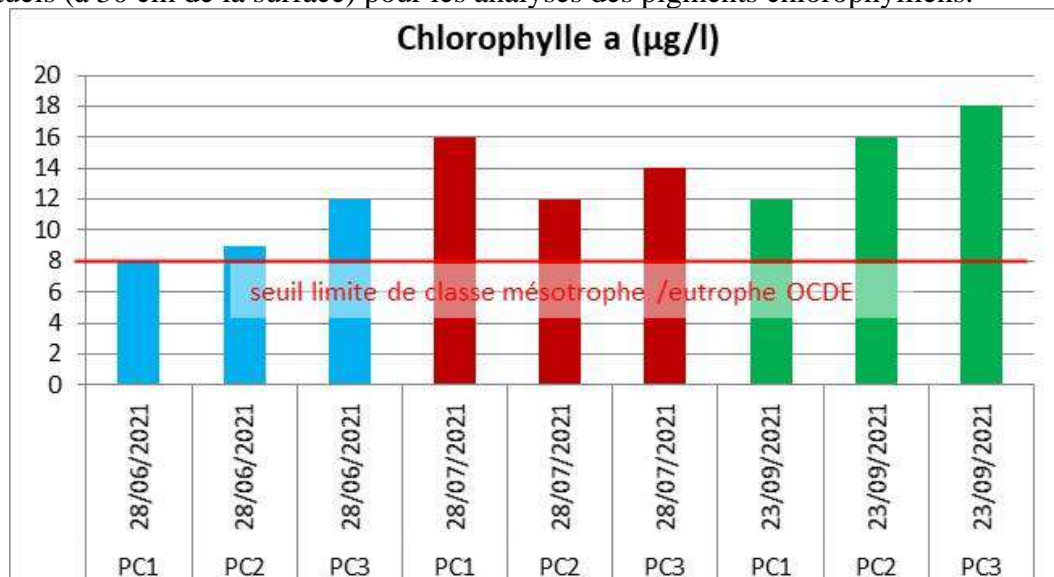


Figure 9 : résultats des analyses de chlorophylle *a* pour les échantillonnages 2021

Si la concentration est $<LQ$, alors la valeur considérée est $LQ/2$ soit $0,5 \mu\text{g/l}$.

Les concentrations en pigments chlorophylliens sont élevées dans le lac Achard (8 à $18 \mu\text{g/l}$). Elles augmentent au fil de la saison : 8 à $12 \mu\text{g/l}$ le 28 juin, 12 à $16 \mu\text{g/l}$ le 28 juillet et un maximum de 12 à $18 \mu\text{g/l}$ le 23 septembre. Cela traduit une forte production primaire dans le plan d'eau en période estivale. La moyenne estivale de concentration en chlorophylle *a* est évaluée à **$12,3 \mu\text{g/l}$** . La concentration en phéopigments est élevée lors de la campagne de juin, puis elle devient négligeable $< 1 \mu\text{g/l}$.

3.4.4.2 Listes floristiques

Le phytoplancton récolté intègre les algues microscopiques et les cyanobactéries flottant librement dans la zone euphotique de la colonne d'eau au point le plus profond du lac Achard. Dans le cadre de cette étude, les campagnes de prélèvement sont concentrées sur la période estivale (28/06/2021 ; 28/07/2021 ; 23/09/2021). Cette étude ne présente ainsi qu'une fraction de la flore microscopique du lac Achard.

Les analyses du phytoplancton sont mises en œuvre sous microscope optique inversé selon les exigences de la Norme NF EN 15204 (AFNOR, 2006) basée sur le mode opératoire défini par

Utermöhl. Au total 49 taxons sont identifiés, la richesse taxonomique est en moyenne de 26 taxons.

Tableau 14 : Liste taxonomique du phytoplancton (en nombre de cellules/ml)

Embranchement	Nom taxon	Code Sandre	28-juin	28-juil	23-sept
BACILLARIOPHYTA	<i>Cavinula pseudoscutiformis</i>	7210	123		
	<i>Cymbopleura</i>	9472		146	
	Diatomées pennées indéterminées < 10 µm	6598		146	
	<i>Fragilaria nanana</i>	6690	9486	4834	1451
	<i>Nitzschia gracilis</i>	8914	123		145
	<i>Pinnularia</i>	9438	123		145
	<i>Sellaphora laevisima</i>	8442	123		
	<i>Sellaphora pupula</i>	8444	123		
	<i>Staurosira venter</i>	18821	123		
CHAROPHYTA	<i>Tabellaria</i>	9557		146	1
	<i>Closterium</i>	4751			145
	<i>Euastrum denticulatum</i>	5404	123		145
	<i>Staurastrum</i>	1128		146	
	<i>Staurastrum micron</i>	5477			145
	<i>Staurastrum tetracerum</i>	5495	493	879	580
	<i>Teilingia granulata</i>	5513	862	2197	13204
	Espèce 2: <i>Cosmarium cf. staurastroides</i>	(vide)	1232	1904	1306
	Espèce 1: <i>Cosmarium aff. tinctum var. subretusum</i>	(vide)	5174	2344	3337
Espèce 3: <i>Cosmarium cf. strugense</i>	(vide)	17987	51420	114049	
Espèce 4: <i>Cosmarium aff. asphaerosporum var. strigosum</i>	(vide)	10472	19044	6094	
CHLOROPHYTA	<i>Ankistrodesmus bernardii</i>	9306		146	290
	<i>Chlorella</i>	5929	246	146	145
	Chlorophycées flagellées indéterminées diam 5 - 10 µm	3332			145
	<i>Desmodesmus aculeolatus</i>	37353		586	726
	<i>Desmodesmus armatus</i>	31930		586	580
	<i>Desmodesmus serratus</i>	31948	493	586	
	<i>Desmodesmus spinosus</i>	31949		586	
	<i>Kirchneriella irregularis</i>	5699	123		
	<i>Mucidosphaerium planctonicum</i>	34212	5914	732	290
	<i>Pediastrum angulosum</i>	5767	17		6
	<i>Pseudopediastrum boryanum</i>	42835			3
	<i>Scenedesmus</i>	1136	3		
	<i>Tetraedron caudatum</i>	5885			145
	<i>Granulocystopsis coronata var. elegans</i>	24448			4788
CRYPTOPHYTA	<i>Cryptomonas</i>	6269	123		290
CYANOBACTERIA	<i>Anabaena</i>	1101			1451
	<i>Pseudanabaena limnetica</i>	6459	123		
EUGLENOZOA	<i>Lepocinclis acus</i>	64635	0	0	0
	<i>Trachelomonas</i>	6527		146	145
MIOZOA	<i>Parvodinium inconspicuum</i>	42330	0		
	Peridiniales indéterminées 20 - 50 µm	4921			0
OCHROPHYTA	Chrysophycées indéterminées	1160	370		
	<i>Dinobryon crenulatum</i>	9577	246		
	<i>Isthmochloron trispinatum</i>	24444	123		
	<i>Mallomonas</i>	6209			145
	<i>Nephrodiella lunaris</i>	9616	123	146	145
	<i>Ochromonas < 5 µm</i>	6158			871
	<i>Pseudokephyryon entzii f. granulata</i>	34227	370		
	<i>Dinobryon sociale var. americanum</i>	6137	739	146	
	Nombre de taxons		30	22	31
	Nombre de cellules/ml		55583	87019	150916

Légende :

En gras : les taxons majoritaires dont l'abondance est supérieure à 2000 cellules/ml ;

En gras surligné jaune, les taxons dominants dont l'abondance est supérieure à 10000 cellules/ml

Tableau 15 : Liste taxonomique du phytoplancton (en mm³/l)

Embranchement	Nom taxon	Code Sandre	28-juin	28-juil	23-sept
BACILLARIOPHYTA	<i>Cavinula pseudoscutiformis</i>	7210	0,0459		
	<i>Cymbopleura</i>	9472		0,3022	
	<i>Diatomées pennées indéterminées < 10 µm</i>	6598		0,0234	
	<i>Fragilaria nanana</i>	6690	1,2807	0,6526	0,196
	<i>Nitzschia gracilis</i>	8914	0,0341		0,0402
	<i>Pinnularia</i>	9438	1,4063		1,6563
	<i>Sellaphora laevisissima</i>	8442	0,1573		
	<i>Sellaphora pupula</i>	8444	0,1140		
	<i>Staurisira venter</i>	18821	0,0388		
CHAROPHYTA	<i>Tabellaria</i>	9557		0,1904	0,0015
	<i>Closterium</i>	4751			0,0137
	<i>Euastrum denticulatum</i>	5404	0,1174		0,1383
	<i>Staurastrum</i>	1128		1,0911	
	<i>Staurastrum micron</i>	5477			0,3018
	<i>Staurastrum tetracerum</i>	5495	3,3047	5,8944	3,8922
	<i>Tellingia granulata</i>	5513	0,3726	0,9493	5,7042
	<i>Espèce 2: Cosmarium cf. staurastroides</i>	(vide)	0,3133	0,4843	0,3321
	<i>Espèce 1: Cosmarium aff. tinctum var. subretusum</i>	(vide)	2,2369	1,0133	1,4427
<i>Espèce 3: Cosmarium cf. strugense</i>	(vide)	2,0793	5,9442	13,1841	
<i>Espèce 4: Cosmarium aff. asphaerosporum var. strigosum</i>	(vide)	1,9457	3,5385	1,1323	
CHLOROPHYTA	<i>Ankistrodesmus bernardii</i>	9306		0,0038	0,00755
	<i>Chlorella</i>	5929	0,0172	0,0103	0,0102
	<i>Chlorophycées flagellées indéterminées diam 5 - 10 µm</i>	3332			0,075
	<i>Desmodesmus aculeolatus</i>	37353		0,0439	0,0544
	<i>Desmodesmus armatus</i>	31930		0,207	0,2049
	<i>Desmodesmus serratus</i>	31948	0,0133	0,0158	
	<i>Desmodesmus spinosus</i>	31949		0,0164	
	<i>Kirchneriella irregularis</i>	5699	0,0131		
	<i>Mucidosphaerium planctonicum</i>	34212	0,7025	0,0870	0,0345
	<i>Pediastrum angulosum</i>	5767	0,0126		0,0046
	<i>Pseudopediastrum boryanum</i>	42835			0,0023
	<i>Scenedesmus</i>	1136	0,0002		
	<i>Tetraedron caudatum</i>	5885			0,0638
<i>Granulocystopsis coronata var. elegans</i>	24448			0,4108	
CRYPTOPHYTA	<i>Cryptomonas</i>	6269	0,2183		0,5142
CYANOBACTERIA	<i>Anabaena</i>	1101			0,1437
	<i>Pseudanabaena limnetica</i>	6459	0,0012		
EUGLENOZOA	<i>Lepocinclis acus</i>	64635	0,0002	0,0004	0,0004
	<i>Trachelomonas</i>	6527		0,2350	0,2327
MIOZOA	<i>Parvodinium inconspicuum</i>	42330	0,0006		
	<i>Peridinales indéterminées 20 - 50 µm</i>	4921			0,0065
OCHROPHYTA	<i>Chrysophycées indéterminées</i>	1160	0,0388		
	<i>Dinobryon crenulatum</i>	9577	0,0505		
	<i>Isthmochloron trispinatum</i>	24444	0,0431		
	<i>Mallomonas</i>	6209			0,3877
	<i>Nephrodiella lunaris</i>	9616	0,0234	0,028	0,0276
	<i>Ochromonas < 5 µm</i>	6158			0,0165
	<i>Pseudokephyrion entzii f. granulata</i>	34227	0,0087		
<i>Dinobryon sociale var. americanum</i>	6137	0,2668	0,0529		
	Nombre de taxons		30	22	31
	Biovolume (mm³/l)		14,86	20,78	30,23

Légende :

En gras surligné jaune, les taxons dominants dont le biovolume est supérieur à 1 mm³/l

3.4.4.3 Répartition des groupements phytoplanctoniques

Les graphiques suivants présentent la répartition du phytoplancton (relative) par groupe algal à partir des résultats exprimés en cellules/ml d'une part et à partir des biovolumes (mm³/l)

d'autre part. Sur chacun des graphiques, la courbe représente l'abondance totale par échantillon (Figure 10), et le biovolume de l'échantillon (Figure 11).

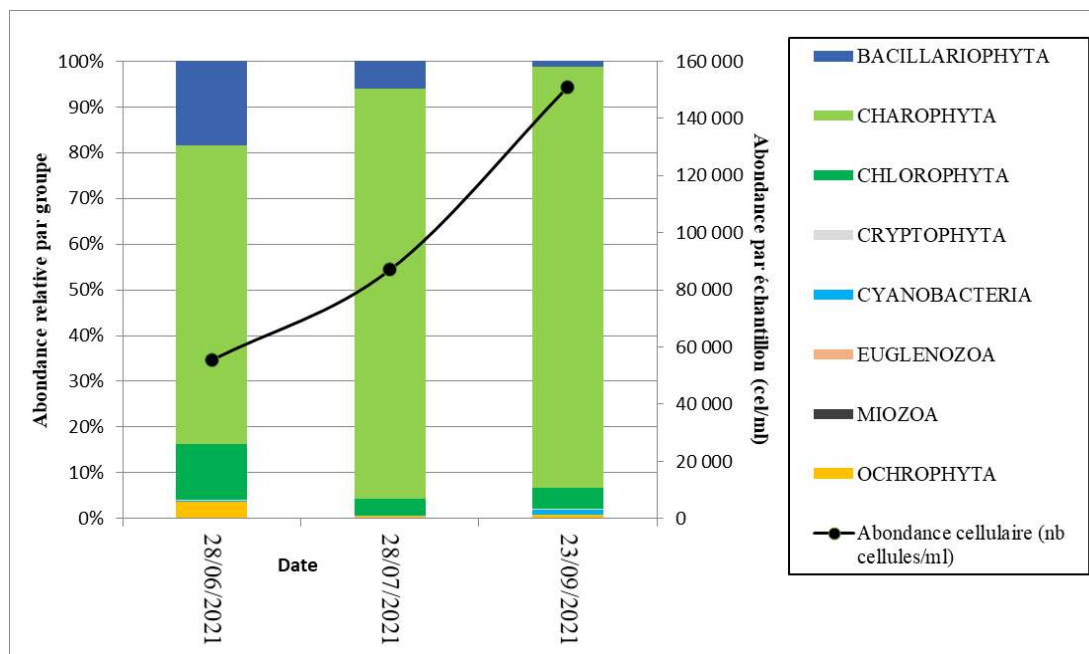


Figure 10 : Répartition du phytoplancton sur le lac Achard à partir des abondances (cellules/ml)

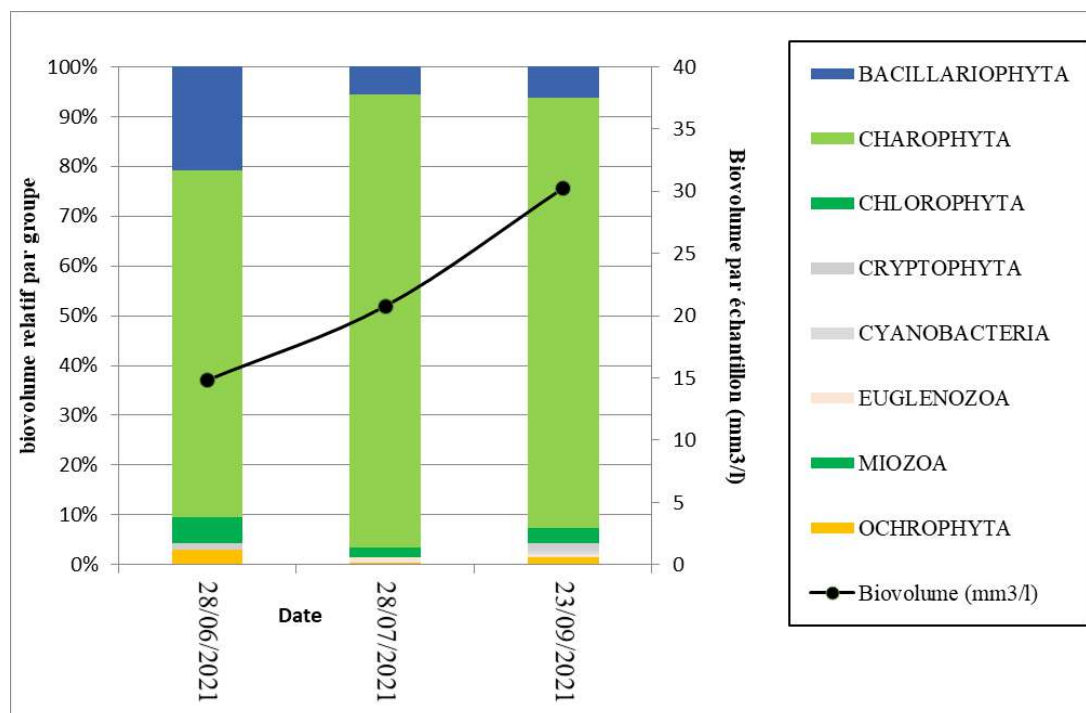


Figure 11 : Evolution saisonnière des biovolumes des principaux groupes de phytoplancton (en mm³/l)

La première campagne effectuée en juin présente une production du phytoplancton élevée, les teneurs sont de 14,9 mm³/l et 9 µg/l chl a. La production augmente ensuite progressivement. Le biovolume maximum de phytoplancton est observé en septembre avec 30 mm³/l et 16 µg/l chl a. En juillet, il est mesuré 20,8 mm³/l et 12 µg/l chl a.

Sur ces trois campagnes, aucune transition marquée de la composition floristique n'est observée. L'évolution de la composition du peuplement de phytoplancton est uniquement liée à la croissance des *desmidiées (charophyta)* : **65 à 92% des biovolumes prélevés et des abondances cellulaires.**

Les populations de phytoplancton inventoriés sont en effet caractérisées par une diversité exceptionnelle et rare de petits *Cosmarium*, appartenant au groupe algal des desmidiées, (embranchement charophyta). Quatre taxons méconnus dominent l'ensemble des populations récoltées lors des trois campagnes prélèvements. Les critères de détermination et/ou les ouvrages de déterminations consultés n'ont pas permis d'aboutir avec certitude au rang taxonomique de l'espèce. Il est important de noter que trois experts¹ se sont penchés sur les déterminations, ainsi de nombreuses publications ont été consultées. Le document « Observations de quatre espèces rares ou nouvelles appartenant aux desmidiées (Mars, 2022) » présente le recueil des observations microscopiques et des avis taxonomiques de ces trois experts. Les résultats fournis dans le présent document exposent les meilleures alternatives perçues par les experts concertés.

Afin de signaler les incertitudes, les espèces sont en respect des conventions dénommées avec les annotations « cf. » ou « aff ». L'annotation « cf. » désigne une espèce qui pourrait appartenir à cette espèce mais avec un certain doute. L'annotation « aff. » désigne une espèce voisine mais apparemment différente.

D'un point de vue écologique, les *Cosmarium* appartiennent aux **charophytes** ou conjuguées qui sont séparées du reste des chlorophycées (algues vertes) par deux caractères : l'absence de cellule nageuse flagellée et une reproduction par conjugaison de gamètes non flagellés. Elles se distinguent également par une écologie particulière, car elles sont communes dans les mares et rivières de faible conductivité et de concentration modérée en nutriments. La famille la plus importante, les *desmidiées*, regroupe 4000 dont le genre solitaire des *Cosmarium* composés de deux valves agrafées l'une à l'autre. Les *Cosmarium* sont sensibles aux variations de pH, et à la stratification, et ils tolèrent les déficits en nutriment (Groupe fonctionnel de Reynolds N). Le groupe N correspond aux plans d'eau

Outre ces petites desmidiées, la première campagne présente une diatomée pennée. Il s'agit de l'espèce *Fragilaria nanana* (embranchement bacillaryophyta), elle représente 17% de l'abondance cellulaire inventoriée lors de la première campagne. Elle est caractérisée par la présence d'un squelette siliceux, comme l'ensemble des espèces appartenant aux diatomées. Elle est fréquente dans les lacs d'altitudes souvent riches en carbonates de calcium. On note la présence de nombreuses formes anormales dans l'échantillon, sans doute liées à un stress d'ordre physico-chimique, potentiellement une carence en silice. La décroissance des diatomées lors des campagnes suivantes s'explique probablement par la diminution de la disponibilité de silice dans le milieu.

Notons lors des autres campagnes, la présence d'autres espèces relativement peu fréquentes en métropole, telles que : *Cavinula pseudoscutiformis* (bacillaryophyta), *Granulocystopsis coronata var. elegans* (Chlorophyta).

3.4.4.4 Détermination spécifique des charophytes dominantes

Une description des taxons principaux ainsi que leur succession sont apportées dans le paragraphe suivant.

1 A SAVOIR : MARIA CELLAMARE (PHYTOQUALITY, PARIS 75); FRANS A.C.. KOUWETS (CHERCHEUR INDEPENDANT RETRAITE DE L'UNIVERSITE D'AMSTERDAM, PAYS-BAS) ET SONIA BAILLOT (LEMNA, NANCES 73).

Sur l'ensemble des trois campagnes, une desmidiée de très petite taille est ultra-majoritaire. Une petite forme de moins de 7µm avec des semi-cellules plutôt globuleuses et un sinus peu profond et largement ouvert. Elle a été dénommée *Cosmarium cf. strugense*. C'est une espèce très mal décrite et les figures originales données dans Krieger & Gerloff (1969) sont très imprécises. Il n'y a cependant pas d'autre alternative identifiée dans la littérature scientifique consultée. Il représente en moyenne 56% de l'abondance cellulaire inventoriée.

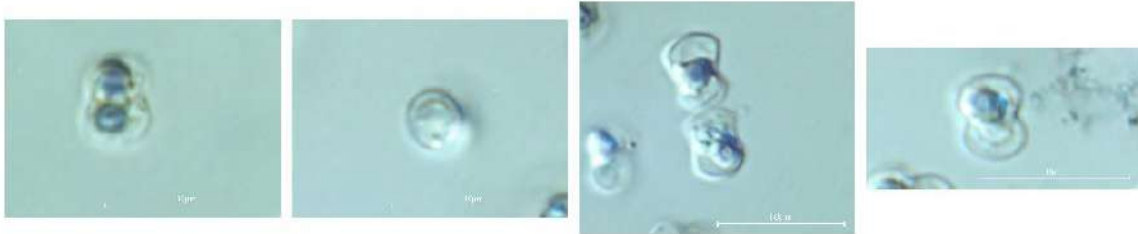


Figure 12 : Photographies de la desmidiée majoritaire problématique *Cosmarium cf. strugense* (Photo S.Baillet)

Le second taxon majoritaire, a été identifié comme *Cosmarium aff. asphaerosporum var. strigosum*. Il est de forme assez similaire au précédent, mais avec un sinus plus profond et avec 4 petits granules à l'apex des semi-cellules. Il représente en moyenne 15% de l'abondance cellulaire inventoriée.

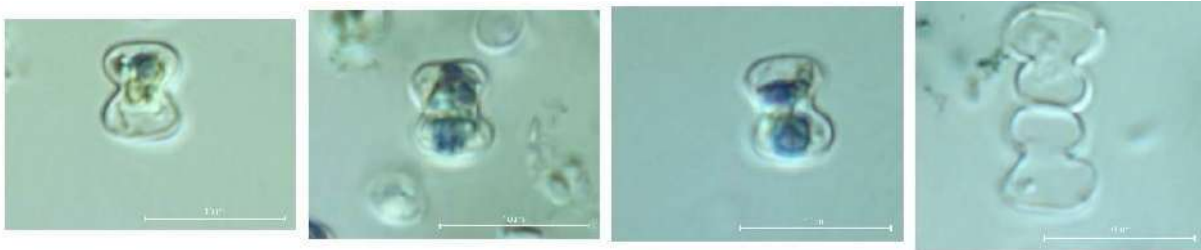


Figure 13 : Photographies de la 2nde desmidiée majoritaire problématique *Cosmarium aff. asphaerosporum var. strigosum* (Photo S.Baillet)

Le troisième taxon *Cosmarium aff. tinctum var. subretusum* est de plus grande taille presque 10µm. Il présente un isthme relativement large et des semi-cellules transversales-oblongues avec des côtés largement arrondis présentant une légère dépression apicale. Il représente en moyenne 5% de l'abondance cellulaire inventoriée.

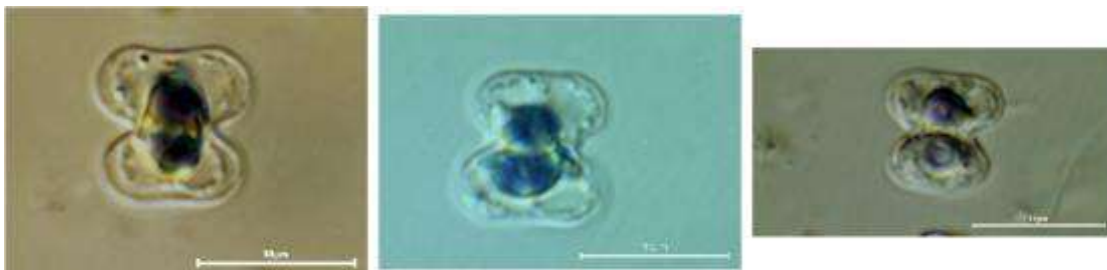


Figure 14 : Photographies de la 3^{ème} desmidiée majoritaire problématique *Cosmarium aff. tinctum var. subretusum* (Photo S.Baillet)

Le quatrième taxon *Cosmarium cf. staurastroides* présente un isthme étroit, un sinus linéaire et profond et des semi-cellules plus ou moins ovales. Elle se caractérise en outre par la présence d'une très petite protubérance centrale au centre des semi-cellules visible en vue apicale. Il représente en moyenne 2% de l'abondance cellulaire inventoriée.

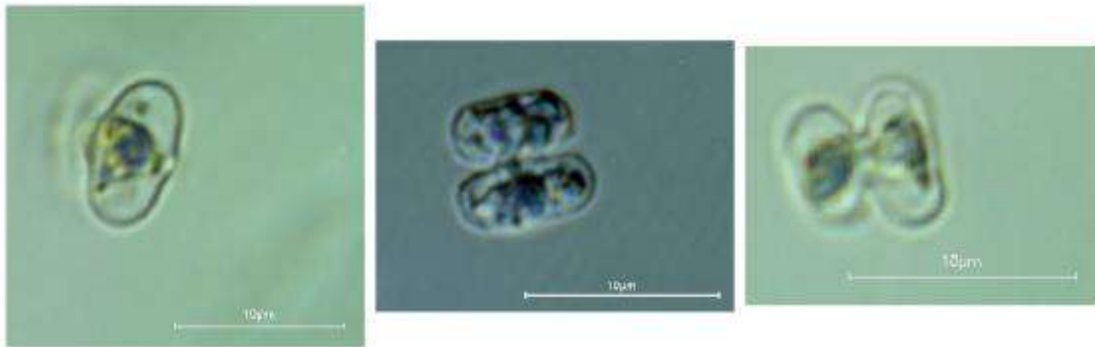


Figure 15 : Photographies de la 4^{ème} desmidiée majoritaire problématique *Cosmarium cf. staurastroides* (Photo S.Baillot)

3.4.4.5 Indice Phytoplanctonique IPLAC

Dans le cadre national des réseaux de surveillance des plans d'eau, les inventaires du phytoplancton permettent classiquement d'aboutir à une évaluation de l'état trophique du lac par le calcul d'un indice noté sur 1, appelé l'indice phytoplancton lacustre ou IPLAC.

L'IPLAC est calculé à partir de deux métriques : l'une basée sur les teneurs en chlorophylle a ($\mu\text{g/l}$) (MBA ou métrique de biomasse algale totale), et l'autre sur la présence d'espèces indicatrices quantifiées en biovolume (mm^3/l) (MCS ou métrique de composition spécifique).

D'après les résultats obtenus :

- La métrique de biomasse algale totale (MBA) basée sur la concentration moyenne de chlorophylle a est égale à **0,669** sur le lac Achard. Soit un état qualifié de bon.
- La métrique de composante spécifique (MCS) reposant sur la présence d'espèces indicatrices n'a pas pu être calculée en raison d'un nombre trop faible de taxon contributif à la note. En effet, seuls 2 ou 3 taxons par campagne disposent actuellement d'une cote indicatrice MCS (seuls 6 taxons sur les 49 collectés). Or, un minimum de 5 taxons contributifs par campagne est nécessaire.
- L'IPLAC est donc non calculable en raison de l'absence de la métrique MCS résultant de la trop grande part d'espèces méconnues (actuellement sans valeur indicatrice écologique) dans le milieu.

Cependant, nous pouvons déduire des tendances écologiques des embranchements taxonomiques inventoriés. Globalement, le milieu recense des microalgues typiques des lacs de tourbières ; combinées à des biomasses relativement élevées, soit une tendance mésotrophe. Enfin, aucun risque sanitaire lié à la présence significative de cyanobactérie toxique n'a été révélé lors des inventaires.

Intérêt patrimonial :

Les espèces rencontrées sont peu citées dans la littérature scientifique. Le lac Achard présente donc un intérêt de réserve de biodiversité concernant la microflore des desmidiées.

*L'espèce *Cosmarium* citée comme « *Cosmarium tinctum* var. *minor* (nouvelle espèce non encore décrite) » semble avoir été également retrouvée dans le lac Praver (contact : J.C.Druart, ancien phytoplanctoniste INRAE de Thonon).*

3.5 INTERPRETATION SELON ETAT ECOLOGIQUE ET DIAGNOSE RAPIDE

3.5.1 ETAT ECOLOGIQUE AU SENS DE LA DCE

Basé sur le Guide relatif à l'évaluation de l'état des eaux de surface continentales (cours d'eau, canaux, plans d'eau), Janvier 2019

En application de l'Arrêté du 27 juillet 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R.212-10, R.212-11 et R.212-18 du code de l'environnement.

Le lac Achard est classé comme masse d'eau naturelle (MEN) codifiée W2765123 pour le bassin RMC. Le plan d'eau n'est pas intégré au réseau de surveillance « plans d'eau ». La profondeur moyenne retenue pour le calcul des valeurs seuils est établie sur la base de la bathymétrie, soit 1.5 m.

Pour l'évaluation de l'état écologique du lac Achard, **les indices biologiques** sont constitués uniquement du **phytoplancton : indice phytoplancton lacustre (IPLAC – code Sandre 1017)**. Cet indice s'applique aux lacs naturels et aux plans d'eau artificiels de la métropole. Les limites de classes à prendre en compte sont présentées ci-après.

Phytoplancton – indice phytoplanctonique lacustre (code Sandre : 1017)

Valeurs des limites de classes d'état, exprimées en EQR, pour l'Indice Phytoplanctonique LACustre (IPLAC)

ÉLÉMENTS DE QUALITE	INDICE	LIMITES DES CLASSES D'ÉTAT EN EQR			
		Très bon / Bon	Bon / Moyen	Moyen / Médiocre	Médiocre / Mauvais
Phytoplancton	IPLAC	0,8	0,6	0,4	0,2

Les éléments physico-chimiques généraux incluent 4 paramètres :

Les éléments de qualité concentration en nutriments et **transparence** interviennent en soutien à la biologie. L'élément de qualité concentration en nutriments est composé des paramètres **phosphore total, nitrates et ammonium**.

Tableau 16 : valeurs seuils pour les éléments de qualité physicochimiques

Plan d'eau :	Achard			case à compléter	
profondeur moyenne (m)	1.5				
paramètre	valeur mesurée 4 campagnes	unité	Limite	limite classe	Lac Achard PC2
Phosphore total (médiane)	5	$\mu\text{g P. L-1}$	Très bon-Bon	39	10
	5		Bon-Moyen	54	
	15		Moyen-Médiocre	76	
	23		Médiocre-Mauvais	107	
Ammonium (valeur maximale)	5	$\mu\text{g NH}_4\text{. L-1}$	Très bon-Bon	162	10
	5		Bon-Moyen	239	
	10		Moyen-Médiocre	343	
	5		Médiocre-Mauvais	449	
Profondeur du disque de Secchi (médiane)	2	m	Très bon-Bon	1.32	1.125
	1.2		Bon-Moyen	0.97	
	1.05		Moyen-Médiocre	0.72	
	1		Médiocre-Mauvais	0.53	
Nitrates (valeur maximale)	250	$\mu\text{g NO}_3\text{. L-1}$	Très bon-Bon	2200	250
	250		Bon-Moyen	5300	
	250		Moyen-Médiocre	12600	
	250		Médiocre-Mauvais	30100	

L'indice complémentaire Bilan de l'oxygène (ILOX) n'est pas applicable aux plans d'eau de faible profondeur type étang comme le lac Achard.

Ainsi, les éléments physicochimiques Ptotal, ammonium et nitrates sont classés en très bon état. La transparence et l'indice IPLAC (métrique MBA uniquement) indiquent un bon état.

Tableau 17 : état écologique selon critères DCE pour le Lac Achard

Paramètres	Unités	valeur de référence	données 2021-2022
éléments physico-chimiques	potentiel physico-chimique		Bon
phosphore total	mg(P)/l	médiane	0.010
ammonium	mg(NH ₄)/l	valeur maximale	0.010
nitrates	mg(NO ₃)/l	valeur maximale	0.3
Transparence (secchi)	m	médiane	1.125
éléments biologiques	potentiel biologique		Bon
IPLAC (phytoplancton)	EQR	basée sur la métrique MBA	0.669
état écologique	Lac Achard		Bon

Selon le suivi réalisé en 2021-2022, le lac Achard présente un bon état écologique

3.5.2 DIAGNOSE RAPIDE : NIVEAU TROPHIQUE

Rappel : théoriquement, la diagnose rapide ne peut s'appliquer pour ce plan d'eau au fonctionnement type étang, on l'utilise avec prudence pour « caler » certains ordres de grandeur. Certains indices ne sont pas applicables : dégradation et transparence.

3.5.2.1 **Présentation de l'outil**

(D'après le Protocole actualisé de la diagnose rapide des plans d'eau, Jacques Barbe, Michel Lafont, Jacques Mouthon, Michel Philippe, Cemagref, Agence de l'Eau RMC, juillet 2003).

L'interprétation de la diagnose rapide s'appuie sur plusieurs types d'indices : les indices spécifiques basés sur un paramètre particulier, les indices fonctionnels élaborés à partir d'un ou de plusieurs paramètres regroupés pour refléter un aspect fonctionnel du plan d'eau. Ils sont de nature physico-chimique ou biologique. Ils sont tous construits pour s'échelonner en fonction de la dégradation de la qualité du milieu suivant une échelle de 0 à 100 (de l'ultra oligotrophie à l'hyper eutrophie).

Leur confrontation directe doit permettre ainsi de discerner facilement les concordances ou les discordances existant entre les principaux éléments fonctionnels du milieu.

Les différents indices de la diagnose rapide sont calculés à partir de 4 campagnes de prélèvements (adapté selon l'altitude et la typologie du plan d'eau).

campagne	Date
C1 : fin d'hiver	02/06/2022
C2 : printemps	28/06/2021
C3 : été	28/07/2021
C4 : fin d'été	23/09/2021

Les indices physico-chimiques :

Indice P total hiver : $I_{PTH} = 115 + 39,6 \times \log_{10}(X)$ où X est la valeur du phosphore total (mg/l), mesurée lors de la campagne de fin d'hiver et obtenue à partir de l'échantillon intégré.

Indice N total hiver : $I_{NTH} = 47 + 65 \times \log_{10}(X)$ où X est la valeur de l'azote total (mg/l), mesurée lors de la campagne de fin d'hiver et obtenue à partir de l'échantillon intégré.

La moyenne de ces deux indices constitue l'indice fonctionnel Nutrition.

Indice Pigments chlorophylliens : $I_c = 16 + 41,89 \times \log_{10}(X+0,5)$ où X est la somme de la chlorophylle a et de la phéophytine a exprimée en µg/l. X représente la moyenne des résultats obtenus sur l'échantillon intégré en dehors du brassage hivernal (campagnes n°2, 3 et 4).

Indice Transparence (non pertinent).

La moyenne de ces deux indices constitue le premier indice fonctionnel : indice Production.

Indice Consommation journalière en O₂ dissous (non pertinent pour le lac Achard)

Indice P total du sédiment : $I_{PTS} = 109 + 55 \times \log_{10}(X)$ où X est la valeur du phosphore total du sédiment (en % de MS), obtenue lors de la campagne de prélèvement des sédiments ayant lieu normalement en fin de période de production biologique.

Cet indice constitue l'indice fonctionnel **Stockage des minéraux du sédiment**.

Indice Perte au feu du sédiment : $I_{PF} = 53 \times \log_{10}(X)$ où X est la valeur de la perte au feu du sédiment (en % de MS), obtenue lors de la même campagne que précédemment.

Cet indice constitue l'indice fonctionnel **Stockage de la matière organique du sédiment**.

Indice P total de l'eau interstitielle : $I_{PTI} = 63 + 33 \times \log_{10}(X)$ où X est la valeur du phosphore total de l'eau interstitielle (mg/l), obtenue lors de la campagne de sédiment.

Indice Ammonium de l'eau interstitielle : $I_{NH4I} = 18 + 45 \times \log_{10}(X+0,4)$ où X est la valeur de l'ammonium de l'eau interstitielle (mg/l de N), obtenue lors de la campagne de sédiment.

La moyenne de ces deux indices constitue l'indice fonctionnel **Relargage**.

Les indices biologiques :

L'Indice Planctonique lacustre IPL :

L'Indice Planctonique est calculé à partir des listes floristiques obtenues lors des 3 campagnes de la période de production biologique, selon la définition de la diagnose rapide.

L'indice s'appuie sur des coefficients de qualité (Q_i) attribués à chaque groupe algal (*les coefficients les plus élevés étant attribués aux groupes les plus liés à l'eutrophisation*) et sur des classes d'abondances relatives (A_j).

IP = moyenne de $\Sigma Q_i \times A_j$ sur la base des résultats obtenus lors des campagnes estivales.

Avec les valeurs suivantes pour Q_i et A_j :

Groupes algaux	Q_i	Abondance relative	A_j
Desmidiées	1	0 à ≤ 10	0
Diatomées	3	10 à ≤ 30	1
Chrysophycées	5	30 à ≤ 50	2
Dinophycées et Cryptophycées	9	50 à ≤ 70	3
Chlorophycées (sauf Desmidiées)	12	70 à ≤ 90	4
Cyanophycées	16	90 à ≤ 100	5
Eugléniens	20		

Les abondances relatives des différents groupes sont évaluées d'une part avec les biovolumes algaux et d'autre part avec les abondances cellulaires.

Les indicateurs mollusques et oligochètes ne sont pas utilisés.

3.5.2.2 Résultats 2021-2022 - diagnose rapide

Les indicateurs de la diagnose rapide calculés pour le suivi 2021-2022 sont présentés en page suivante.

Lac Achard (38)					
			Suivi 2021-2022		
Les indices de la diagnose rapide					
<i>Valeurs brutes et calcul des indices</i>					
Les indices physico-chimiques					
	Ptot éch intégré hiver (mg/l)	<i>indice Ptot hiver</i>	Ntot éch intégré hiver (mg/l)	<i>indice Ntot hiver</i>	INDICE NUTRITION moyen
2021	0.011	37.4	0.08	-23.3	7.1
	Secchi moyen (m) (3 campagnes estivales)	<i>indice Transparence</i>	Chlorophylle a + Phéopigments (moy 3 camp. estivales en µg/l)	<i>indice Pigments chlorophylliens</i>	INDICE PRODUCTION
2021	1.0	82.0	12.3	62.4	62.4
	Perte au feu (% MS)	indice Perte au feu séd = INDICE stockage MO du séd	Correspondance entre indices de la diagnose rapide et niveau trophique <i>Indice</i> <i>Niveau trophique</i> 0-15 Ultra oligotrophe 15-35 Oligotrophe 35-50 Mésotrophe 50-75 Eutrophe 75-100 Hyper eutrophe		
2021	25.3	74.4			
	Ptot séd (mg/kg MS)	indice Ptot séd = INDICE stockage des minéraux du séd			
2021	1115	56.6			
	Ptot eau interst séd (mg/l)	<i>indice Ptot eau intersticielle</i>	NH4 eau interst séd (mg/l)	<i>indice NH4 eau intersticielle</i>	INDICE RELARGAGE
2021	0.33	47.2	7.68	58.8	53.0
Les indices biologiques					
	Indice planctonique IPL				
2021	8.7				
	IPL : calculé à partir des abondances				

Les résultats confirment un indice nutrition faible (7.1) qualifiant le plan d'eau de « ultra-oligotrophe ». L'indice production est de 62.4, en classe eutrophe.

Les 3 indices sur sédiments sont compris entre 53 et 75, ils affichent un niveau eutrophe pour le compartiment sédiments.

*Selon le suivi réalisé en 2021-2022, le lac Achard est classé comme **plan d'eau oligotrophe** selon l'indice nutrition (= apports) et **eutrophe** pour les indices production et 3 indices sédiments*

3.6 VEGETATION AQUATIQUE SELON IBML

3.6.1 METHODOLOGIE

La méthodologie s'appuie sur la norme AFNOR XP T90-328 « échantillonnage des communautés de macrophytes en plans d'eau », décembre 2010.

En théorie, le positionnement des unités d'observation (UO) est basé sur la méthode de Jensen, mais celle-ci s'applique pour les plans d'eau dont la superficie est supérieure à 10 ha. Compte-tenu de la petitesse du lac Achard (environ 1 ha), le protocole d'échantillonnage a été adapté aux enjeux du milieu et notamment à la présence de végétation aquatique. 1 seule unité d'observation a été programmée.

Schématiquement, chaque unité d'observation (Figure 16) comporte :

- ✓ Un relevé de la zone littorale L, de part et d'autre du point central, sur une longueur maximale de 100 m ;
- ✓ Profils P1 à P3, perpendiculaires à la rive (= 3 relevés), espacés au maximum de 50 m et au minimum de 10 m sur lesquels on effectue les observations.

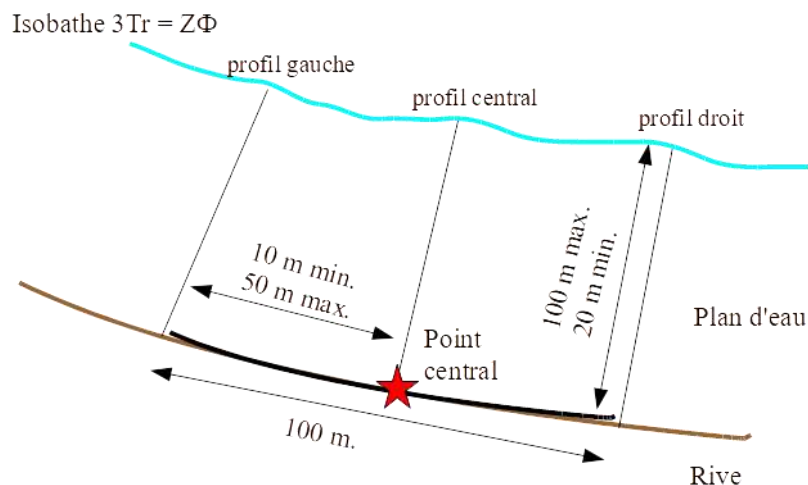


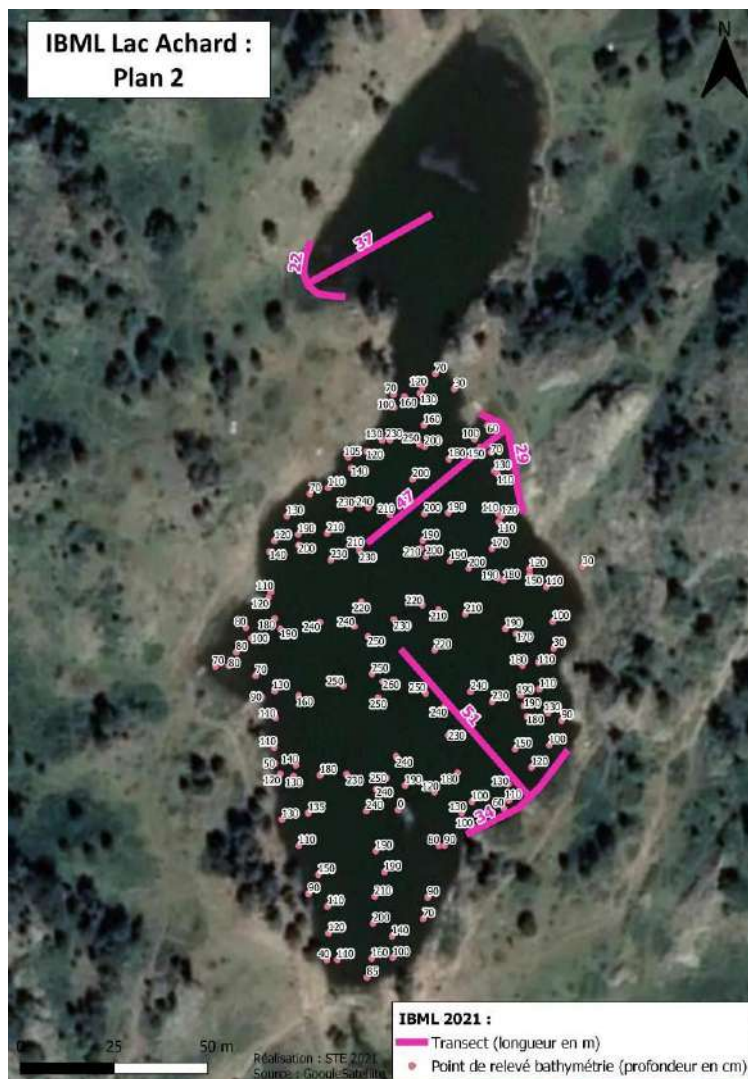
Figure 16 : : représentation schématique d'une unité d'observation selon l'IBML

La zone littorale s'étend jusqu'à 1 m de profondeur, la prospection vise à détecter l'ensemble des espèces présentes et leur abondance relative.

Sur chacun des 3 transects perpendiculaires à la rive, 30 points contacts sont répartis de manière homogène, l'échantillonnage est mené soit à l'aide d'un râteau télescopique soit d'un grappin.

Ainsi à l'issue des observations de terrain, et en essayant de respecter le protocole au maximum, nous avons proposé 2 plans d'échantillonnage, soumis aux partenaires de l'étude (courriel du 25/08/21 à destination de l'OFB, CEN).

Le plan d'échantillonnage retenu est présenté sur la Carte 13. Il permet de prendre en compte les cariçaies présentes et les zones humides sur le petit lac et le grand lac.



Carte 13 : protocole d'échantillonnage validé pour la mise en œuvre de l'IBML 2021

3.6.2 RESULTAT DES INVENTAIRES IBML

La campagne d'inventaire macrophytes selon le protocole IBML adapté (selon norme AFNOR XP T90-328) sur le lac Achard s'est déroulée les 26 août 2021 par une météo nuageuse. Les 3 transects de végétation ainsi que les 4 relevés de zone littorale ont été inventoriés par Roland Théaud (VégaFlora) accompagné par Odile Theis (S.T.E), tous deux botanistes. La cartographie relative à cet inventaire est présentée sur la Carte 14.

La transparence mesurée au disque de Secchi était de 1 m. La zone de prospection était donc maximale ($Z = 3$ m, c'est-à-dire supérieure à la profondeur maximale 2.6 m).



Carte 14 : cartographie de l'IBML réalisé le 26 août 2021

La liste des taxons identifiés en zone littorale (ZH1+ZH2+ZH3+ZH4) est présentée dans le tableau suivant. Il regroupe les hélophytes et bryophytes recensés en zone littorale ainsi que les indices d'abondance correspondants. La dernière colonne présente l'indice global d'abondance moyenné à l'échelle du lac.

Tableau 18 : synthèse des relevés en zone littorale sur le lac Achard (26 août 2021)

Portion de zone littorale		ZH1	ZH2	ZH3	ZH4	Zone littorale lac
linéaire de berges étudiées (m)		34	23	21	38	116
Taxon Nom latin	code taxon	Indice d'abondance				indice abondance global
<i>Carex rostrata</i> Stokes, 1787	CARROS	4		3	3	2,7
<i>Carex canescens</i> L., 1753	CARCAN	2	1	2	1	1,5
<i>Juncus filiformis</i> L., 1753	JUNFIL	2	2	2	3	2,3
<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard, 1778	CARNIG	1		1	1	0,8
<i>Nardus stricta</i> L., 1753	NADSTR	1	1		1	0,8
<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	POICOM	1	1		1	0,8
<i>Carex ovalis</i> Gooden., 1794	CAROVA			1		0,2
<i>Poa supina</i>		1	1	1		0,7
<i>Carex palescens</i>		1				0,3
<i>Ptychostomum pseudotriquetrum</i>	bryo	1		1	1	0,8
<i>Straminergon stramineum</i>	bryo	1				0,3
<i>Trematodon ambiguus</i>	bryo	1	2	1		0,9
<i>Sarmentypnum exannulatum</i>	bryo			2	2	1,0
Total taxons identifiés		11	6	9	8	13

Le profil n° 1 associé à la zone littorale ZH1 est localisée dans l'anse de la rive Est du grand lac. Elle est bordée par des milieux humides (gazon amphibie, magnocariçaie et bas-marais acidophile) et des pelouses subalpines.

Les berges présentent des signes importants de piétinement, et des déchets dans l'eau sont à signaler.



Figure 17 : Transect 1 et ZH1 sur le lac Achard

La zone littorale est large (10 m) et présente un talus peu marqué (environ 0,5 m). 34 mètres linéaire de berges ont été prospectés. La zone littorale est dominée par une magnocariçaie à *Carex rostrata* (Figure 17). Celle-ci est accompagnée principalement par des *Carex canescens* et *Juncus filiformis*. Quelques bryophytes colonisent également les rochers en berges.

Le profil perpendiculaire d'une longueur de 50 m n'a pas permis de mettre en évidence de végétation aquatique. Aucune phanérogame n'a été identifiée sur le transect.

Le profil 2 (profil central) est localisée dans l'anse Nord-Est du grand lac (Carte 14). La rive est constituée de pelouses subalpines acidophiles associées à des pins cembro ou pin des Alpes (*Pinus cembra*), et des landes à rhododendrons (Photo 15). La zone littorale est étroite et pauvre (5 m) et présente un talus peu marqué (environ 0,5 m). 23 mètres linéaire de berges ont été prospectés. La zone littorale est pauvre, quelques pieds d'hélophytes sont présents :



Juncus filiformis, *Nardus stricta*, *Carex canescens*, et *Poa supina*. Quelques bryophytes colonisent également les rochers en berges (*Trematodon ambiguus*, *Polytrichum commune*).

Photo 15 : vue sur le profil 2

Le profil perpendiculaire d'une longueur de 60 m n'a pas permis de mettre en évidence de végétation aquatique. Aucune phanérogame n'a été identifiée sur le transect. Seule une bryophyte (*Sarmentypnum exannulatum*) a été repérée sur le PC12 à 2,2 m de profondeur.

Le profil n° 3 est localisée dans le petit lac. Il démarre dans la zone humide située dans l'Ouest du petit lac.



Figure 18 : profil 3 et ZH3 dans la partie petit lac du lac Achard

La rive est constituée de zones humides caractéristiques : magnocariçaie, gazon à joncs et bas-marais acidophile (Figure 18). La zone littorale est assez large (10 m) et présente un talus peu marqué (environ 0,5 m). 21 mètres linéaire de berges ont été prospectés pour ZH3. La zone littorale est dominée par une magnocariçaie à *Carex rostrata* (Figure 18). Celle-ci est

accompagnée principalement par *Carex canescens* et *Juncus filiformis*. Quelques pousses de *Carex nigra*, et *Carex ovalis* sont également recensés.

Quelques bryophytes colonisent également les cailloux et rochers en berges (*Sarmentypnum exannulatum*, *Trematodon ambiguus*, *Ptychostomum pseudotriquetrum*).

Le profil perpendiculaire d'une longueur de 40 m n'a pas permis de mettre en évidence de végétation aquatique. Aucune phanérogame n'a été identifiée sur le transect. On recense simplement à faible profondeur (< 0,8 m) des hélrophytes (*Carex rostrata*).

En complément, un inventaire a été fait sur la zone humide 4 (ZH4) au bout du lac. Celui-ci



met en évidence des groupements de magnocariçaie, gazon à joncs et bas-marais acidophile. 38 mètres linéaire de berges ont été prospectés pour ZH4. Comme sur les autres secteurs, la zone littorale est dominée par une magnocariçaie à *Carex rostrata*. Celle-ci est accompagnée principalement par des groupements à *Juncus filiformis*. Quelques bryophytes colonisent également les rochers en berges.

Figure 19 : vue sur le petit lac depuis le bout du lac

3.6.3 LISTE DES ESPECES PROTEGEES ET ESPECES INVASIVES

Aucune espèce invasive n'a été relevée en 2021.

Le taxon le plus patrimonial (en danger à l'échelle régionale), est *Trematodon ambiguus*. Il s'agit d'une mousse pionnière présentes sur les zones littorales ZH1, 2 et 3. L'espèce est très rare en France, signalée uniquement dans le Massif central, les Vosges et les Alpes où une dizaine de stations sont connues de la Haute-Savoie à l'Isère.

3.6.4 INDICE IBML ET NIVEAU TROPHIQUE DU PLAN D'EAU

L'indice IBML n'est pas calculable sur le lac Achard sur la base d'une seule unité d'observation. Les relevés de végétation aquatique mettent en évidence les éléments suivants :

⇒ **Absence de végétation aquatique**

⇒ **Des zones humides de surfaces assez réduites sont présentes sur certains secteurs du lac** : des groupements de Bas-marais acidophile subalpin à Laïches (*Carex nigra*, *C.echinata*, *C.canescens*, *C.flava*) et des groupements à végétation acidophile subalpine amphibie à Jonc filiforme.

Il apparait donc délicat de définir un état trophique sur la base d'une absence de végétation aquatique. Cependant, et sans surprise, les groupements présents en zone littorale sont typiques de milieux oligotrophes acides.

3.7 DEFINITION DE LA ZONE D'ETUDE « FAUNE ET FLORE »

La zone d'étude comprend l'ensemble des zones humides et tourbeuses autour du lac Achard sur la commune de Chamrousse (38). Elle s'étend sur une superficie de 47 Ha entre 1800 m et 2200 m d'altitude environ. Les zones humides et tourbeuses sont de taille variable et présentent généralement des petites surfaces avec de l'eau libre, appelées gouilles dans le présent rapport. Celles-ci se répartissent en amont et en aval du lac Achard et sont les principales zones prospectées à la recherche de présence d'amphibiens et de libellules. Le lac Achard est la pièce en eau dont la superficie est la plus importante. Il se situe approximativement au centre de la zone d'étude. Il est orienté Nord-Sud et présente un étranglement dessinant 2 « bassins » de tailles inégales.

Un identifiant est attribué à chaque zone humide allant de ACH1 à ACH12 et un particulier pour le lac Achard (Figure 20).

Le lac ACH6 est situé à la périphérie de la zone d'étude mais ne fait pas partie intégrante de celle-ci. Toutefois des prospections sont réalisées sur ce site.



Photo 16 : vue sur le Lac Achard (Photo : B.Chalais, 2021)

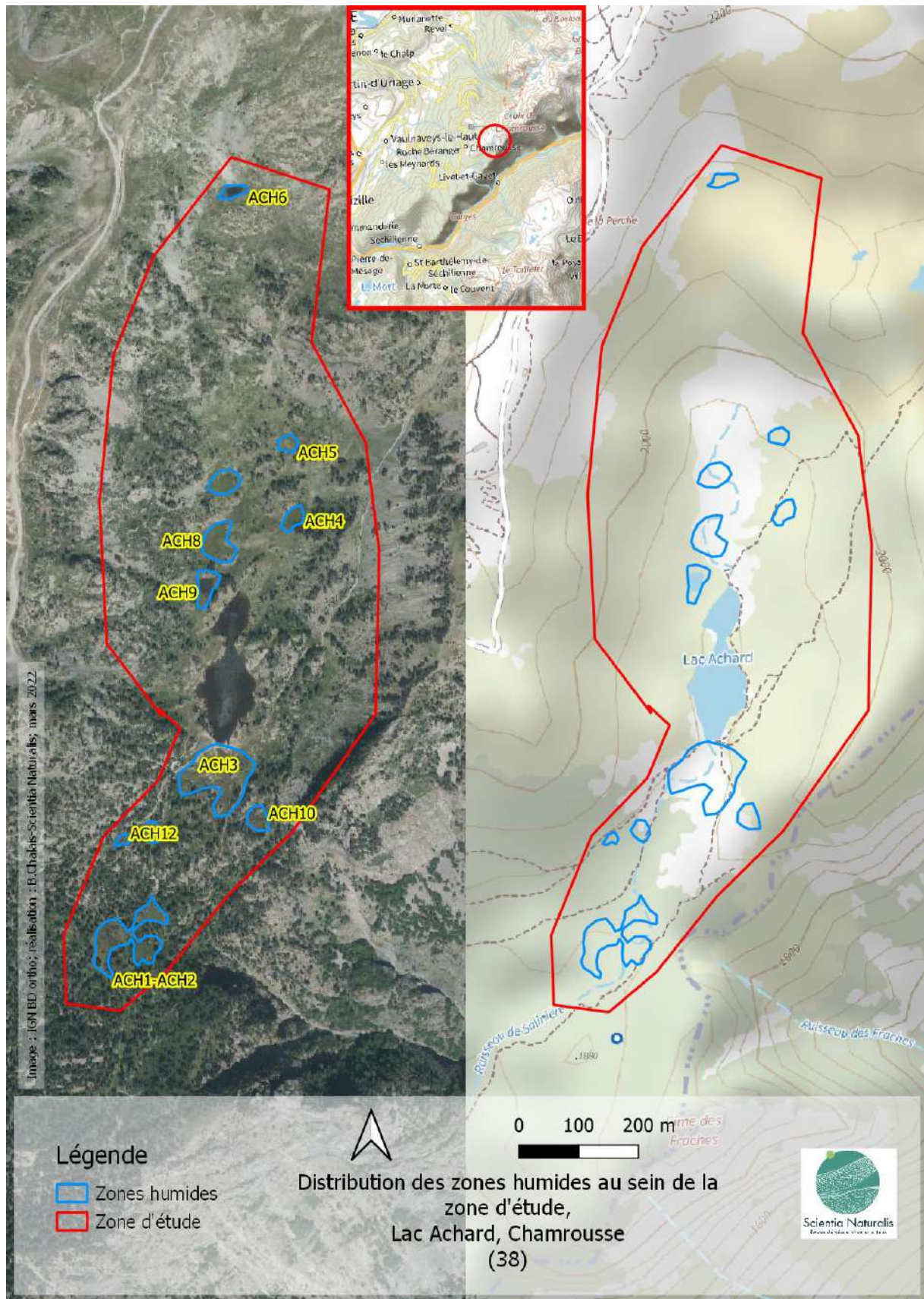


Figure 20. Cartographie de présentation du site d'étude.

3.7.1 ETUDE FLORE MILIEUX CONNEXES

3.7.1.1 **Méthodologie**

3.7.1.1.a *Elaboration de la typologie habitats*

Une typologie des groupements végétaux est établie sur la base de 13 relevés phytosociologiques réalisés sur les zones tourbeuses du lac Achard, les 28, 29 juillet et 11 et 12 août 2021. La méthode phytosociologique sigmatiste (J. Braun-Blanquet, 1964 ; J. Braun-Blanquet, 1968 ; M. Guinochet, 1973) a été utilisée, avec un choix de la surface au moins égale à l'aire minimale. Les groupements végétaux sont caractérisés par leur niveau de précision maximal, à savoir le rang de l'association, ou à défaut le rang de l'alliance. L'ensemble des végétations décrites, est situé dans le synsystème de l'Isère².

Pour chaque type de végétation décrit, nous établissons les correspondances avec les typologies d'habitats : EUNIS (au niveau de précision maximum), Natura 2000, Cahiers d'habitats.

Les noms des groupements végétaux utilisés sont principalement ceux du synsystème de l'Isère et ponctuellement ceux du catalogue des végétations de Rhône-Alpes (MIKOLAJCZAK et al, 2014)

L'ensemble des noms des espèces végétales est donné selon le référentiel TAXREF V12.

3.7.1.1.b *Réalisation de la cartographie*

Les prospections de terrain pour la réalisation de la cartographie ont été réalisées à partir des fonds de plan photo-interprétés en période estivale 2021, puis les contours ont été affinés avec le fond LIDAR fourni par la commune de Chamrousse.

L'utilisation d'une tablette permet de disposer d'une solution SIG directement sur le terrain avec la photographie aérienne et la position GPS en temps réel.

La cartographie de terrain a été effectuée à partir de l'analyse des 13 relevés phytosociologiques, par extrapolation de groupements végétaux similaires.

Pour les polygones visités, les éléments suivants ont été relevés : - Le ou les habitat(s) présent(s) - les facteurs de dégradations des habitats - la date de visite sur le terrain - l'observateur.

La cartographie a concerné les zones tourbeuses, notamment les bas-marais acidophiles, les marais de transition, et végétations aquatiques des gouilles.

3.7.1.1.c *Flore*

Dans le cadre de cette cartographie, de nouvelles stations d'espèces végétales patrimoniales (trachéophytes et bryophytes), hors bibliographie connue sur le lac, ont été recensées. Il s'agit des espèces protégées au niveau national, en région Auvergne-Rhône-Alpes ainsi que les espèces inscrites sur la liste rouge nationale de la flore vasculaire.

L'ensemble des stations répertoriées a fait l'objet d'une localisation précise. Une fiche descriptive de l'espèce est également présentée en annexe du présent rapport d'étude.

Les bryophytes ont été prélevés sur les zones littorales du lac Achard (IBML) et dans les zones tourbeuses de la zone d'étude.

La chorologie des mousses a été observée sur l'Atlas³ de la flore des alpes du CBNA, ainsi que sur la Liste rouge⁴ des bryophytes de Rhône-Alpes.

² SANZ T. 2018 Catalogue des végétations de l'Isère. Classification physionomique et phytosociologique avec clés de détermination

³ <https://www.cbn-alpin.fr/Atlas/AtlasFlore/CartesEspèces/MenuAtlas.htm>

3.7.1.2 Habitats

21 habitats élémentaires ont été caractérisés, dans les zones tourbeuses, objet de cette étude. Il s'agit d'une diversité moyenne, représentative pour un milieu équivalent.

Il existe en général deux grands types d'habitats tourbeux :

- ✓ **Les tourbières bombées** qui sont essentiellement alimentées en eau par les précipitations. L'accumulation de tourbe est particulièrement importante dans ces milieux et peut atteindre 10 m. Ce sont des habitats acides et pauvres en minéraux qui rassemblent des conditions contraignantes pour les êtres vivants. Les Ericacées et les sphaignes sont dominantes.
- ⇒ Les tourbières bombées sont absentes sur le site.
- ✓ **Les bas-marais** qui sont liés à d'autres types d'alimentation en eau (ruisseaux, lacs, sources...) et majoritairement colonisés par les Cyperacées. La circulation de l'eau peut se faire en surface ou dans le sol. Le développement de ces milieux est directement lié à l'ensemble du bassin versant qui l'alimente en eau. Les bas marais se concentrent généralement sur des surfaces réduites. Beaucoup d'invertébrés se sont spécialisés pour vivre dans ces milieux particuliers. Ce type d'habitat est beaucoup plus répandu que le précédent dans la région. L'apparition, le développement et le maintien des tourbières sont liés à plusieurs paramètres : le bilan hydrique, la température (qui a un effet sur l'évapotranspiration et la minéralisation de la matière organique), la topographie (importante pour l'accumulation de l'eau), les caractéristiques physiques et chimiques du milieu (perméabilité de la roche, acidité), ainsi que des facteurs écologiques.

Ces bas-marais du site sont installés sur sol tourbeux à paratourbeux, oligotrophe et peu oxygéné. Ils prennent de nombreux faciès – dont le détail est dans le tableau ci-contre, relevant majoritairement du *Caricion fuscae*.

Ces relevés phytosociologiques font l'objet d'une couche cartographique intitulée « Relevés phytosociologiques ». L'ensemble des données relative à ces investigations sont regroupés dans un tableau de synthèse compatible pour la bancarisation des données.

Légende du tableau suivant :

LC : préoccupation mineure

NT : quasi-menacé

VU : Vulnérable

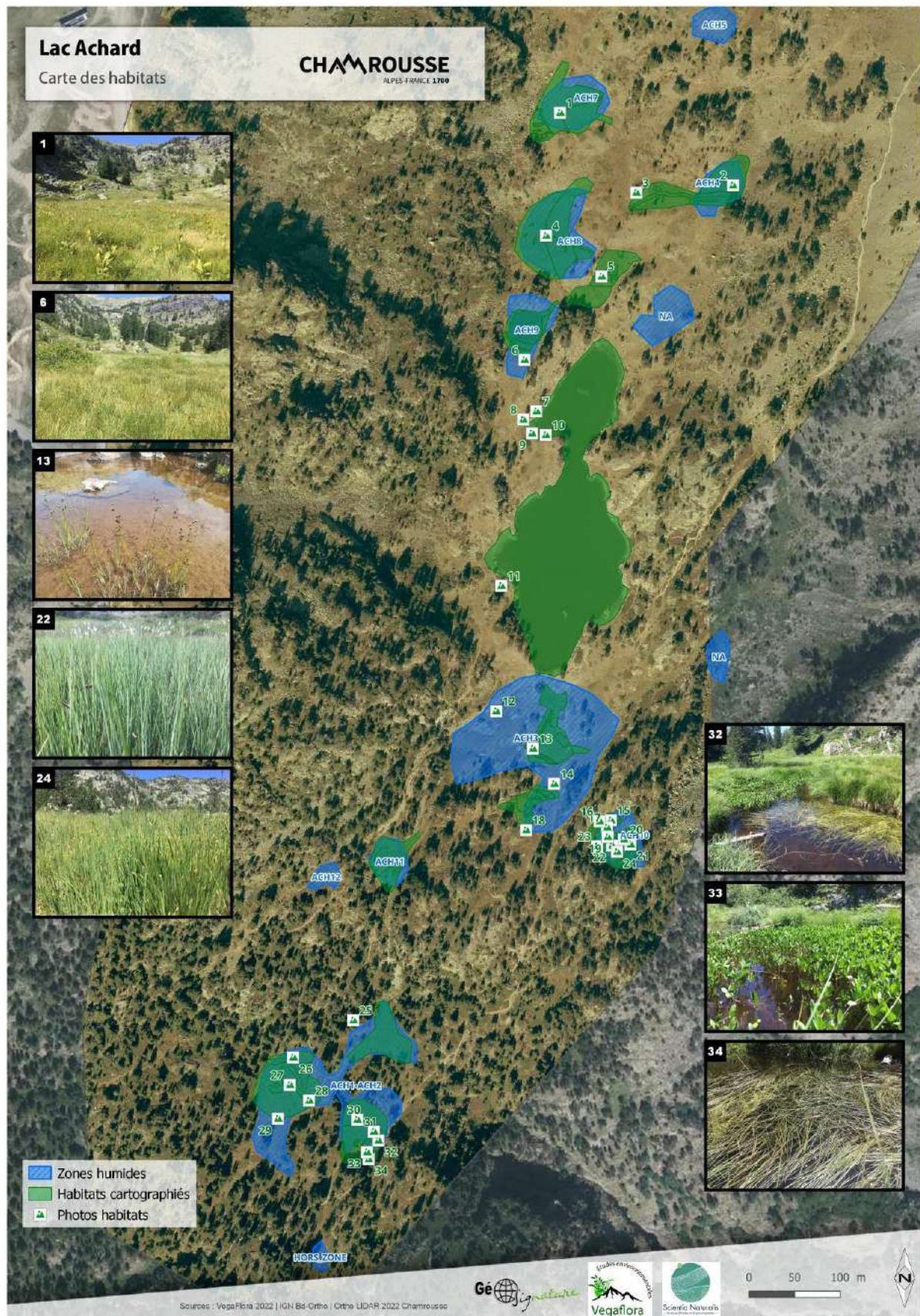
EN : en danger.

⁴ https://www.cbn-alpin.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=443:nouvelles-de-la-flore-5&catid=34:mtf

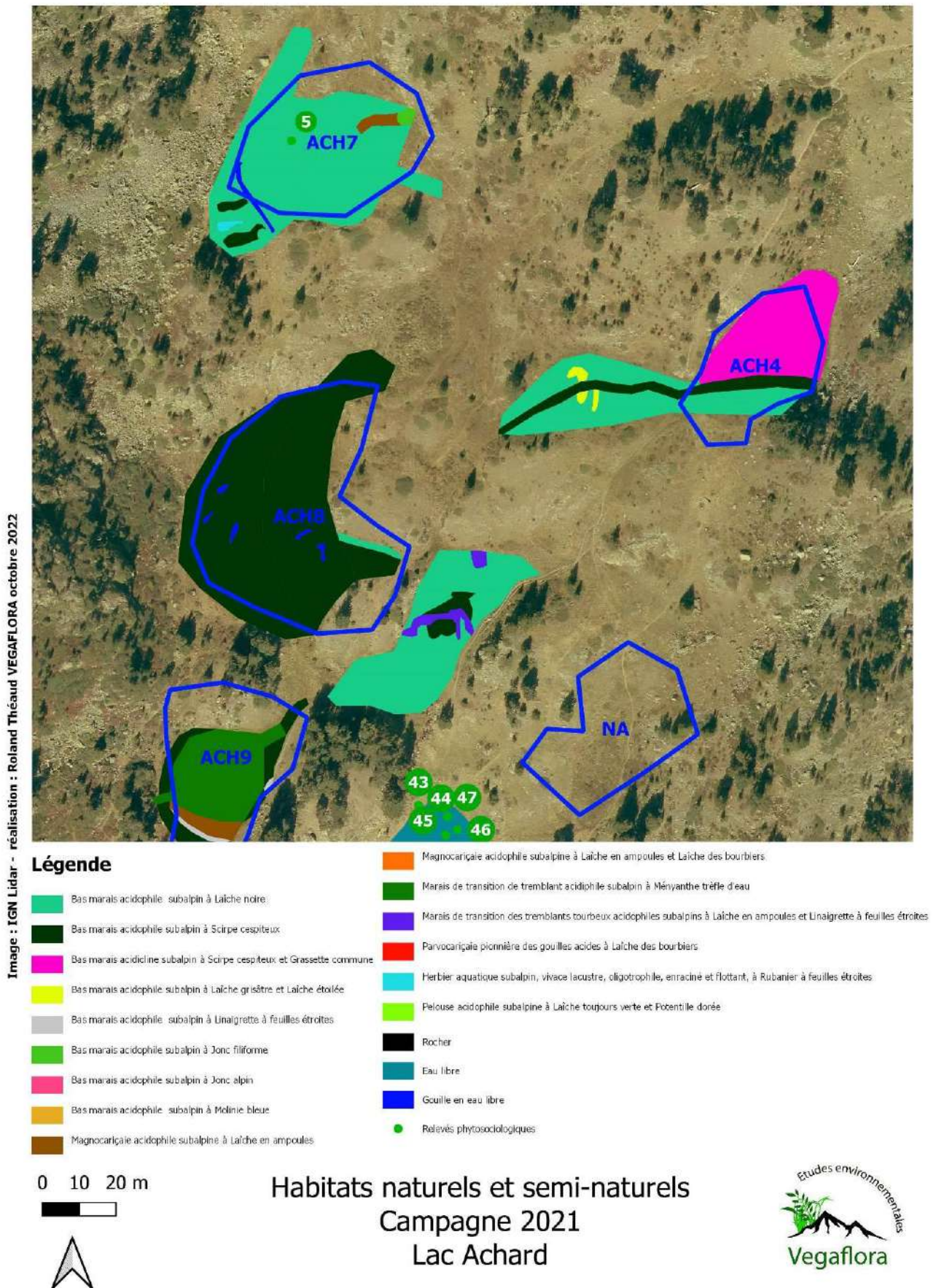
Tableau 19. Habitats naturels et semi-naturels du site

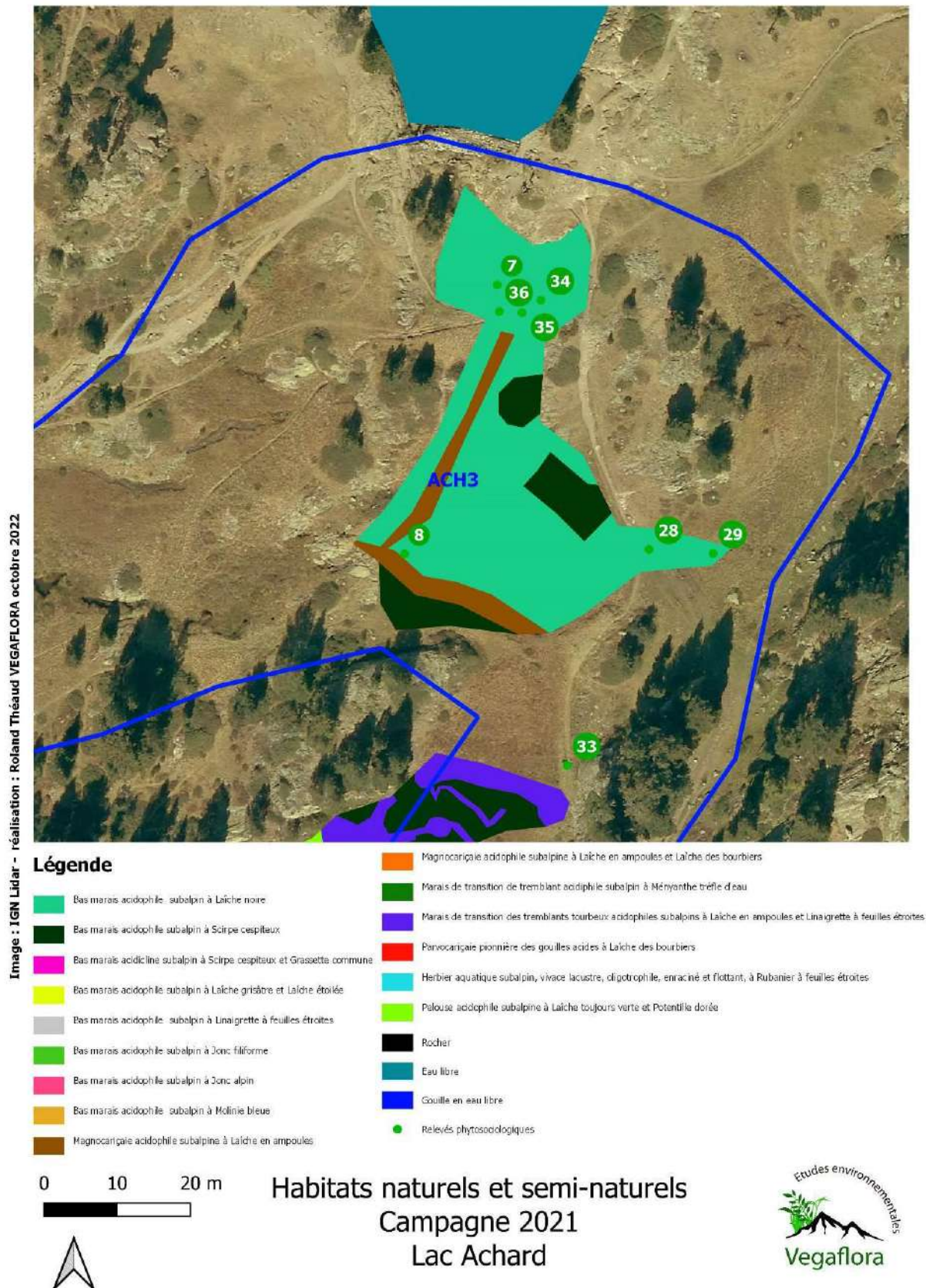
HABITAT	LISTE ROUGE
Bas marais acidophile subalpin à Scirpe cespiteux et Grasette commune	VU
Bas marais acidophile subalpin à Jonc alpin	AR-NT
Bas marais acidophile subalpin à Jonc filiforme	NT
Bas marais acidophile subalpin à Laïche grisâtre et Laïche étoilée	NT
Bas marais acidophile subalpin à Laïche jaunâtre	ND
Bas marais acidophile subalpin à Laïche noire	ND
Bas marais acidophile subalpin à Laïche noire et Renoncule à feuilles d'aconit	NT
Bas marais acidophile subalpin à Linaigrette à feuilles étroites	AEV
Bas marais acidophile subalpin à Molinie bleue	ND
Bas marais acidophile subalpin à Scirpe cespiteux	NT
Bas marais acidophile subalpin à Scirpe cespiteux et Laïche jaunâtre	NT
Herbier aquatique subalpin, vivace lacustre, oligotrophile, enraciné et flottant, à Rubanier à feuilles étroites	LC
Lande acidophile subalpine à Rhododendron ferrugineux et Airelle	DD
Magnocariçaie acidophile subalpine à Laïche en ampoules	?
Magnocariçaie acidophile subalpine à Laïche en ampoules et Laïche des borbiers	LC
Magnocariçaie acidophile subalpine à Laïche en ampoules et Linaigrette à feuilles étroites	LC
Marais de transition de tremblant acidophile subalpin à Ményanthe trèfle d'eau	AEV
Marais de transition de tremblant acidophile subalpin à Ményanthe trèfle d'eau et Impéatoire	ND
Marais de transition des tremblants tourbeux à Linaigrette de Scheuchzer	ND
Parvocariçaie pionnière des gouilles acides à Laïche des borbiers	EN
Pelouse acidophile subalpine à Laïche toujours verte et Potentille dorée	LC
Pelouse eutrophile piétinée subalpine à Pâturin couché	ND

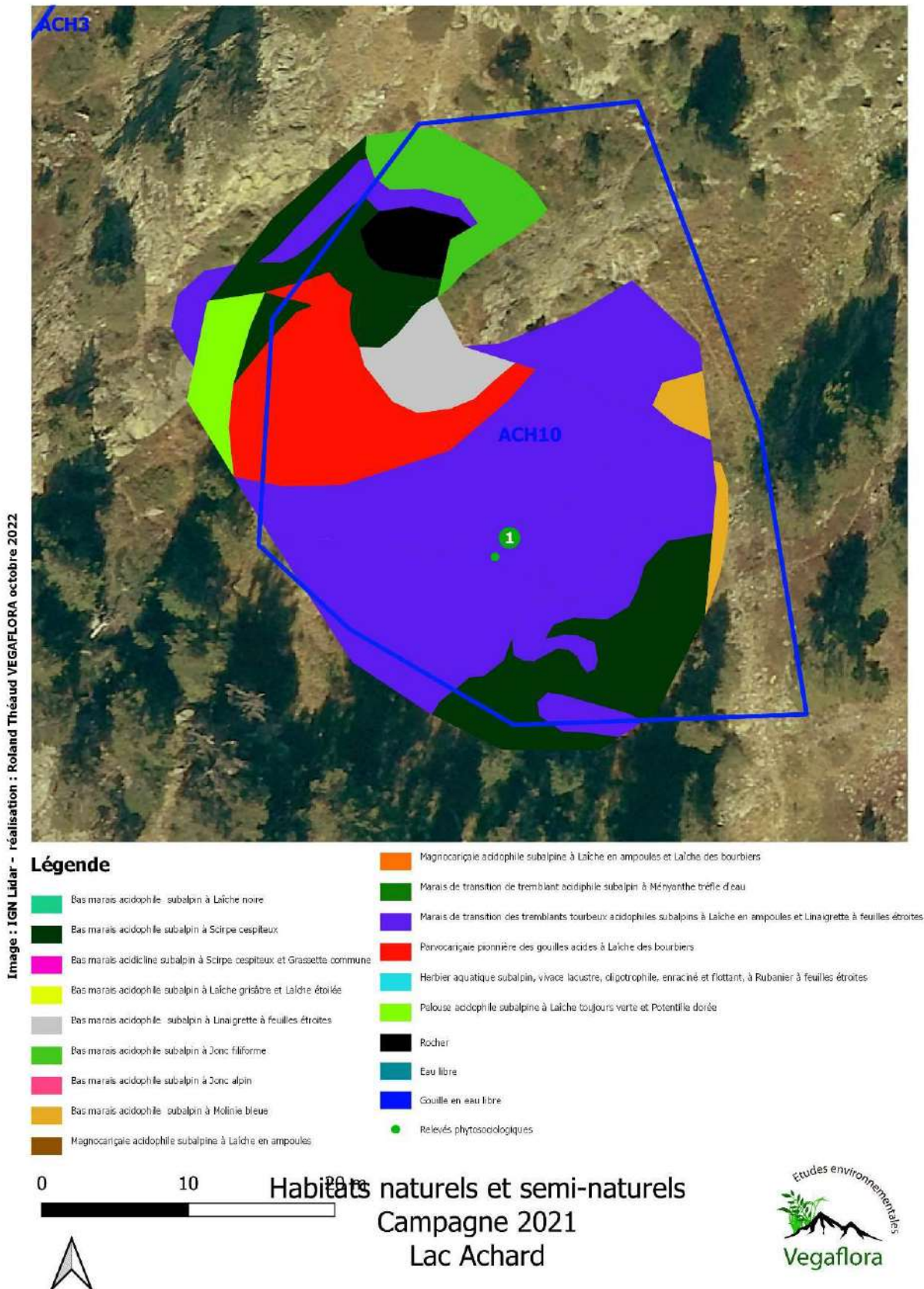
La cartographie des habitats est fournie dans les cartes suivantes. On présente d'abord une carte générale des habitats présents sur l'ensemble du site, puis des cartes de détails par secteur.

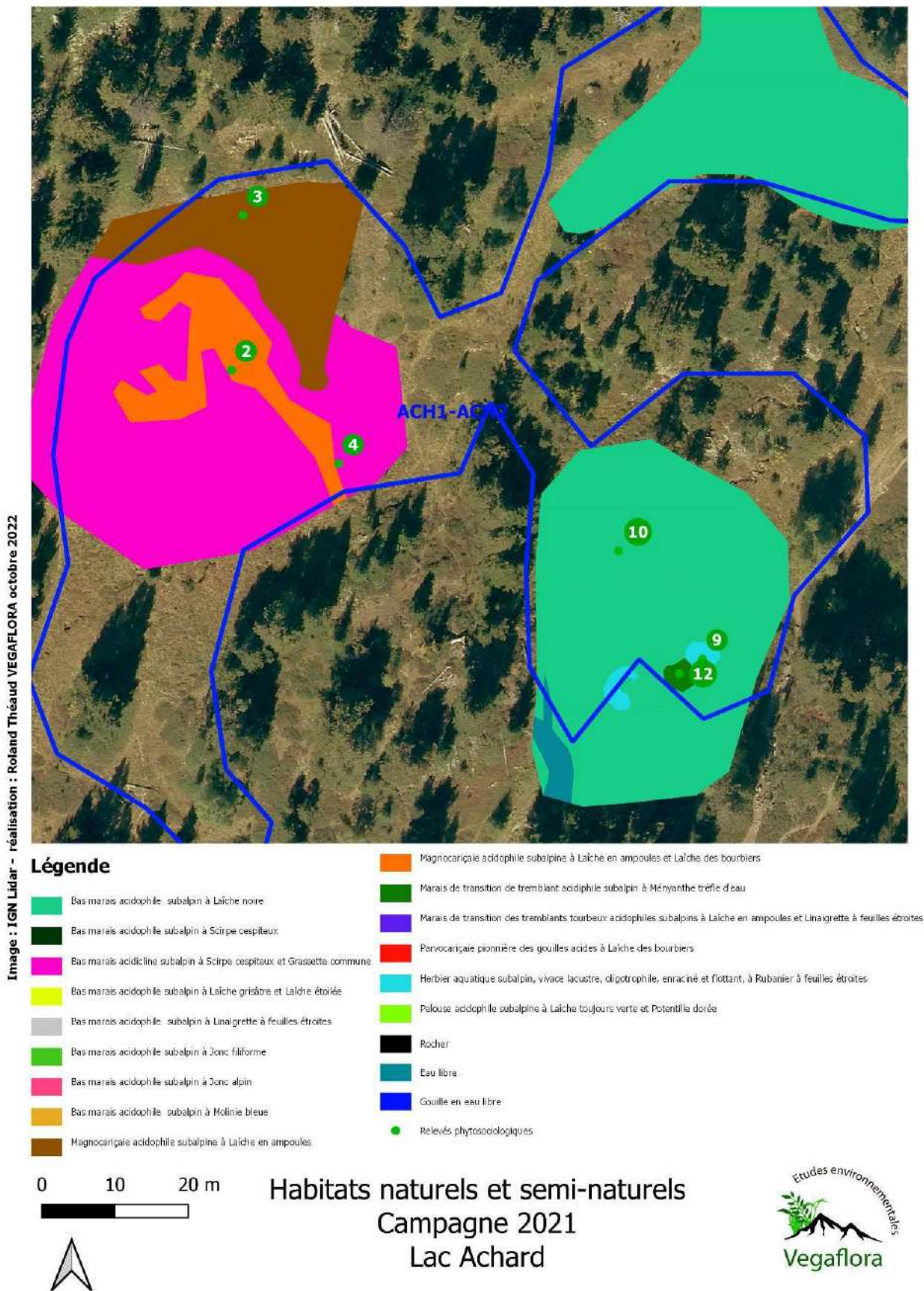


Carte 21. Cartographie de présentation du site d'étude.









3.7.2 RELEVES FLORE

3.7.2.1 Trachéophytes

35 plantes à fleurs ont été identifiées via les relevés phytosociologiques. Elles ne sont pas menacées à l'échelle régionale, excepté la *Laîche des boubiers*. Le tableau suivant liste les espèces de trachéophytes rencontrées lors des relevés de terrain 2021 sur le lac Achard et ses milieux connexes.

<i>Agrostis canina</i> L., 1753
<i>Avenella flexuosa</i> (L.) Drejer, 1838
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull, 1808
<i>Carex echinata</i> Murray, 1770
<i>Carex limosa</i> L., 1753
<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard, 1778
<i>Carex panicea</i> L., 1753
<i>Carex rostrata</i> Stokes, 1787
<i>Carex viridula</i> Michx., 1803
<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P.Beauv., 1812
<i>Eriophorum angustifolium</i> Honck., 1782
<i>Festuca rubra</i> L., 1753
<i>Festuca violacea</i> Schleich. ex Gaudin, 1808
<i>Geum montanum</i> L., 1753
<i>Gymnadenia odoratissima</i> (L.) Rich., 1817
<i>Imperatoria ostruthium</i> L., 1753
<i>Juncus alpinoarticulatus</i> Chaix, 1785
<i>Juncus filiformis</i> L., 1753
<i>Luzula sudetica</i> (Willd.) Schult., 1814
<i>Menyanthes trifoliata</i> L., 1753
<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench, 1794
<i>Nardus stricta</i> L., 1753
<i>Parnassia palustris</i> L., 1753
<i>Pinguicula vulgaris</i> L., 1753
<i>Pinus mugo</i> subsp. <i>uncinata</i> (Ramond ex DC.) Domin, 1936
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Rausch., 1797
<i>Ranunculus aconitifolius</i> L., 1753
<i>Rumex acetosa</i> L., 1753
<i>Sparganium angustifolium</i> Michx., 1803
<i>Thalictrum aquilegifolium</i> L., 1753
<i>Trichophorum cespitosum</i> (L.) Hartm., 1849
<i>Vaccinium myrtillus</i> L., 1753
<i>Vaccinium uliginosum</i> L., 1753
<i>Veratrum album</i> L., 1753
<i>Viola palustris</i> L., 1753

Une **nouvelle station de Laïche des bourbiers (*Carex limosa* L.)**, de protection nationale et de cotation UICN : EN - en danger sur la liste rouge de la flore vasculaire de Rhône-Alpes, a été observée sur une zone tourbeuse (ACH1-ACH2), à l'extrémité sud de la zone d'étude. Cette espèce est en sous-strate de la Laïche en ampoules. L'effectif de *Carex limosa* est de plusieurs centaines à quelques milliers d'individus. Un dénombrement plus précis, ainsi qu'un suivi de cette espèce menacée serait à effectuer.



Photo 17 : Laïche des bourbiers (*Carex limosa*)

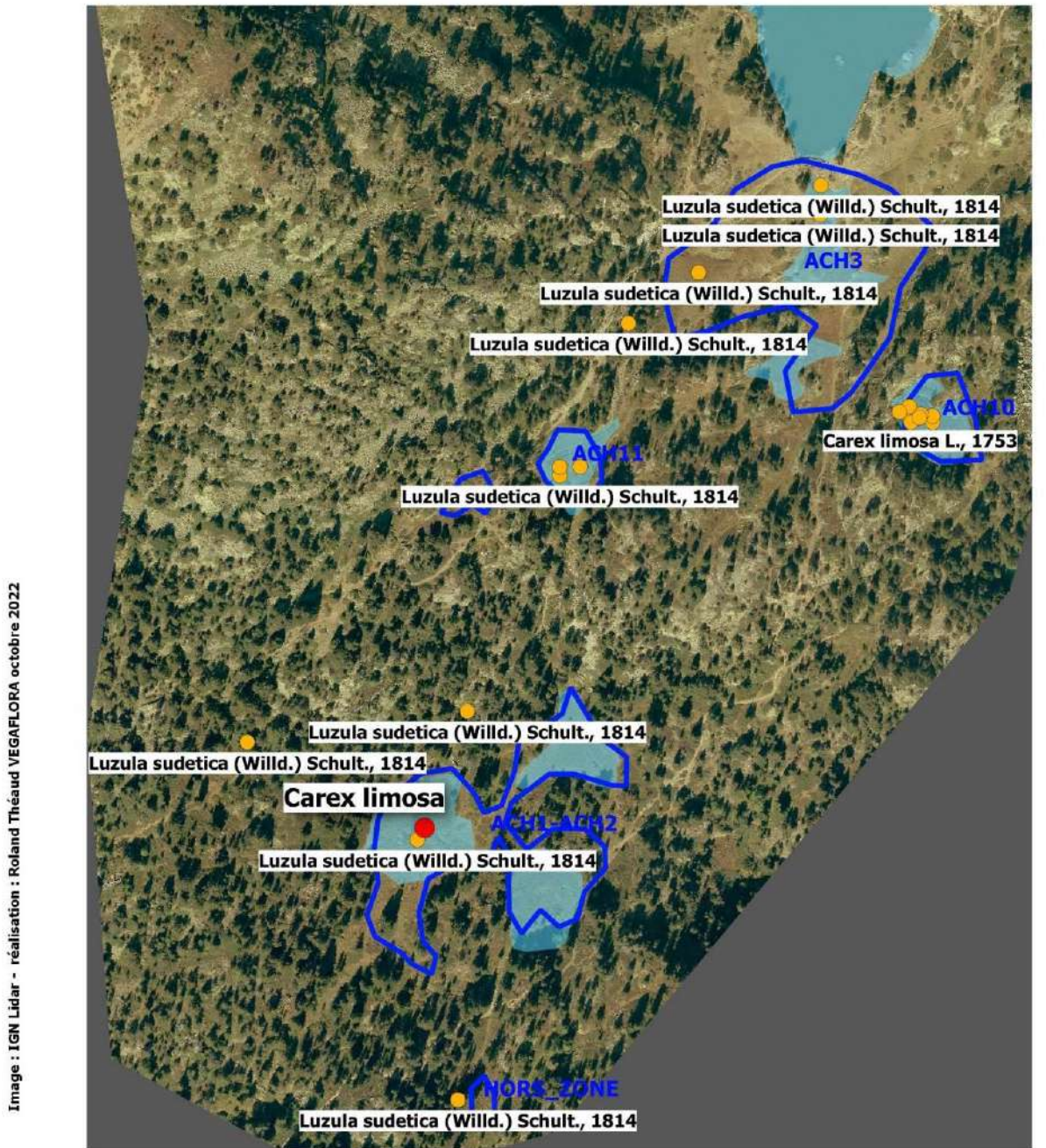


Image : IGN Lidar - réalisation : Roland Théaud VEGAFLORE octobre 2022



- Nouvelle station de Laïche des bourbiers (*Carex limosa*)
- Données bibliographiques 2021

- Dénomination zones humides
- Habitats cartographiés

Flore Lac Achard



3.7.2.2 Bryophytes

14 taxons de bryophytes ont été identifiés sur le site (lac et zones tourbeuses).

Leur cotation de fréquence UICN, est appréhendée à l'aide de la liste rouge régionale (CBNA, 2022). Plusieurs taxons de sphaignes sont donnés quasi-menacés en région.

Nom taxon	Statut de protection
<i>Aulacomnium palustre</i>	LC
<i>Polytrichum commune</i>	DD
<i>Ptychostomum pseudotriquetrum</i>	LC
<i>Sarmentypnum exannulatum</i>	
<i>Sphagnum auriculatum</i>	
<i>Sphagnum capillifolium</i>	
<i>Sphagnum centrale</i>	NT
<i>Sphagnum flexuosum</i>	
<i>Sphagnum inundatum</i>	
<i>Sphagnum subsecundum</i>	
<i>Sphagnum palustre</i>	LC
<i>Straminergon stramineum</i>	
<i>Sphagnum platyphyllum</i>	VU
<i>Trematodon ambiguus</i>	EN

Le taxon le plus patrimonial (en danger à l'échelle régionale), est présenté ci-contre.

Trematodon ambiguus (source LEGLAND et al. 2020⁵)

Il s'agit d'une mousse pionnière s'installant sur des substrats nus acides et humides. C'est une espèce à tige très courte, dont les feuilles étroites forment de petites touffes sur le sol, tendant à former des gazons en cas de forte densité. Elle est surtout reconnaissable par ses sporophytes, proportionnellement très grands par rapport à la partie feuillée (Photo 18).

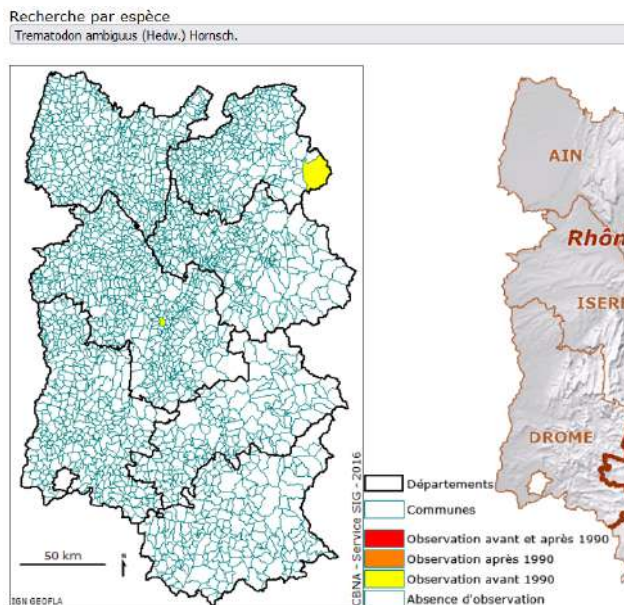


Photo 18 : répartition et photographie de *Trematodon ambiguus*

⁵ <https://www.reserve-regionale-tourbiere-des-saisies.com/wp-content/uploads/2021/03/rapport-cbna-grand-public.pdf>

Sur le site d'étude, cette bryophyte a été découverte dans une anse, sur la zone littorale n°2 (est). Elle se développe au voisinage de *Politrichum commune*, sur la tourbe à nu, au niveau d'un bas-marais acidophile subalpin du *Caricion fuscae*.

Comme dans d'autres sites alpins, *Trematodon ambiguus* est ici dépendant d'un habitat artificiellement perturbé. Des compléments d'inventaires permettraient de mieux cerner l'étendue des populations sur le lac Achard, pour adapter au mieux sa conservation avec une approche au cas par cas.

3.8 ETUDE DE LA FAUNE AQUATIQUE

3.8.1 PEUPLEMENT PISCICOLE

3.8.1.1 *Gestion piscicole*

La gestion piscicole du lac Achard a été assurée par l'Union des pêcheurs depuis 1949 jusqu'en 1989.

Les empoissonnements sur le lac Achard ont débuté en 1950 jusqu'en 1988. Sur le Lac Achard, des déversements de truites arc-en-ciel (TAC) et de plus surprenant de tanches ont été effectués.

Plus récemment, on recense des déversements de saumons de fontaine (SDF) et de truite fario (TRF) en 1982 et 1983, puis de 1984 à 1987 uniquement de la truite arc en ciel (TAC).

La gestion du lac a été cédée à la commune de Chamrousse depuis 1989 (création de la commune).

Depuis cette date, aucun empoissonnement n'a été effectué de manière officielle.

La pêche était autorisée jusqu'en 2015 environ (date difficile à obtenir mais des données de prises de poissons sont effectives en 2011), elle a ensuite été strictement interdite par Arrêté Municipal.

3.8.1.2 *Données existantes*

Le site ne faisant plus l'objet d'une gestion piscicole depuis plus de 30 ans, les données sur le peuplement piscicole présent sont réduites.

De nombreuses observations de vairons sont signalées par l'association de pêche et ses adhérents, ils indiquent également la présence de truites, et de tanches.

En 2011, un pêcheur fait état de deux prises : 1 TRF de 25-30 cm et 1 TAC de 25-30 cm (comm pers : René André)

La visite d'une équipe de l'OFB le 17/06/2021 révèle les éléments suivants.

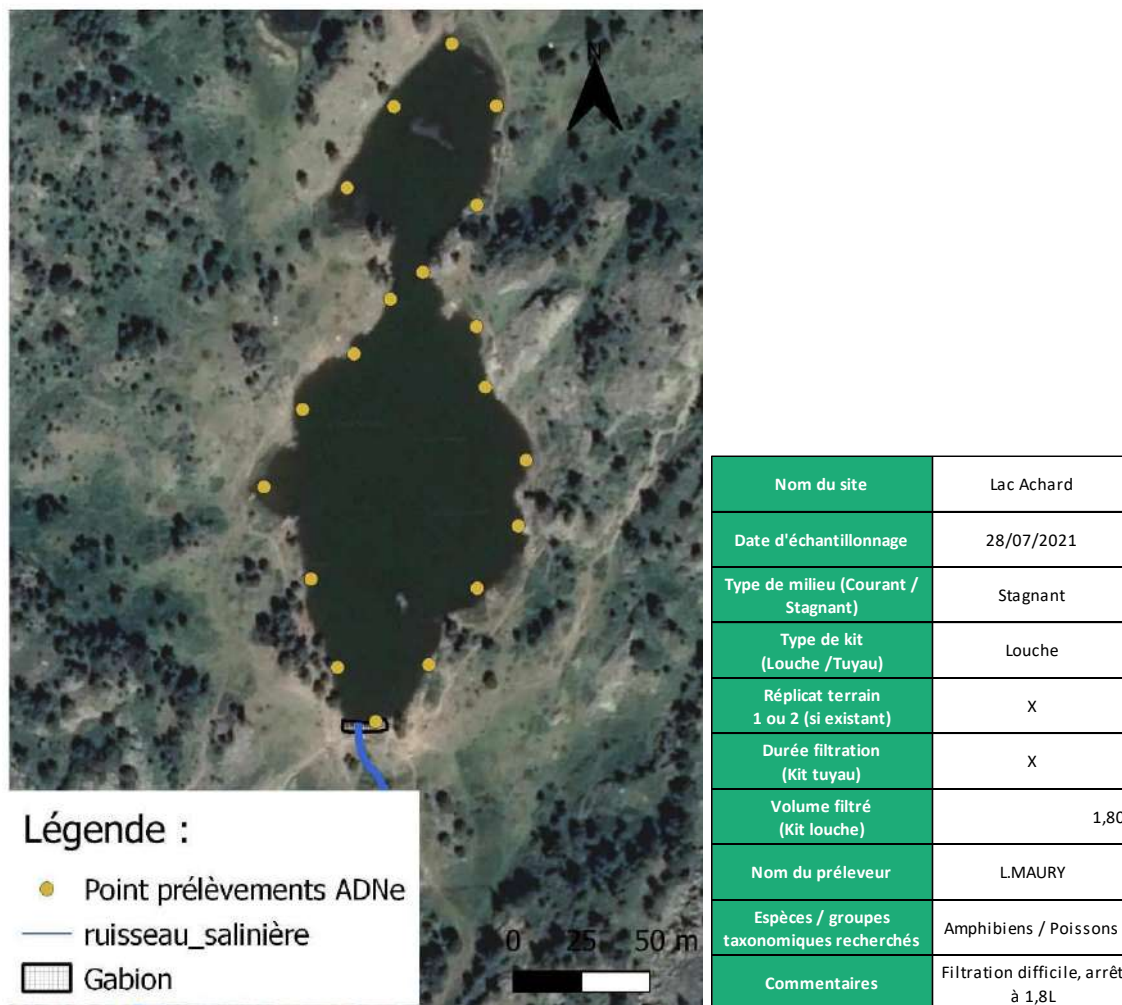
- ✓ Des développements algaux ont été constatés au niveau de l'afférence juste en amont du lac et sur l'efférence (algues filamenteuses).
- ✓ Au niveau faunistique, ont été observés, de nombreux tritons alpestres (*Ichtyosaura alpestris*) dans l'afférence, des alevins de truite (*Salmo trutta*) dans l'afférence et l'efférence, des vairons (*Phoxinus phoxinus*) et enfin des têtards (indéterminés, très petite taille) sur la zone littorale lacustre. Il serait intéressant de connaître la gestion halieutique actuelle du lac pour permettre de valider une hypothèse de reproduction naturelle de la truite fario dans cette afférence.

⇒ Le peuplement piscicole du lac Achard est constitué, à priori, de vairons et de tanches. La présence de truites reste à confirmer, car l'analyse de l'ADNe pour l'inventaire des poissons ne met pas en évidence de TRF.

3.8.1.3 Etude ADN environnemental : poissons et amphibiens

Une analyse de l'ADN environnemental a été faite par le laboratoire SPYGEN selon la méthode : *Analyses VigiDNA M pour l'inventaire des Amphibiens et Poissons en milieu aquatique stagnant*.

L'échantillonnage a été effectué par S.T.E. le 28 juillet 2021 selon le protocole proposé par SPYGEN en milieu lacustre. La localisation des points échantillonnés est présentée sur la Carte 15. La filtration a été faite sur site. Les eaux étant assez chargées en matières en suspension, la filtration s'est arrêtée à 1,8 L (sur les 2 L).



Carte 15 : localisation des prélèvements unitaires pour l'analyse de l'ADNe

Les extractions d'ADN ont été réalisées dans une salle dédiée à l'ADN rare ou dégradé. Pour les analyses VigiDNA, une amplification de l'ADN a ensuite été effectuée avec un couple d'amorces universel (12 réplicats par échantillon) puis les échantillons amplifiés ont été séquencés à l'aide d'un séquenceur nouvelle génération (de type MiSeq -Illumina).

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 SPYGEN® et EMBL. Une liste d'espèces a ensuite été établie pour chaque échantillon avec la base de référence (fournie en annexe) utilisée ainsi que le nombre de séquences ADN et le nombre de réplicats positifs

attribués à chaque espèce.

Les résultats pour l'échantillonnage du lac Achard sont présentés dans les deux tableaux suivants.

Tableau 20 : Liste des taxons « groupe poissons » détectés dans le lac Achard

		Lac Achard	
		SPY212844	
Nom scientifique	Base de référence	Nombre de répliquats positifs (/12)	Nombre de séquences ADN
Phoxinus sp.	SPYGEN	12	912
Tinca tinca	SPYGEN	9	1549

L'analyse ADNe sur le groupe poissons met en évidence 2 espèces dans le lac Achard :

- ✓ Le vairon (*Phoxinus phoxinus*) dans tous les répliquats (12/12), cela signifie qu'il est bien représenté dans les eaux du lac Achard. Cela conforte les observations faites sur le terrain. Cette petite espèce, utilisée comme vif, s'adapte très vite au milieu aquatique concerné et se maintient ;
- ✓ La tanche (*Tinca tinca*) est présente sur 9 des 12 répliquats, c'est-à-dire qu'elle est présente en quantité moyenne dans le lac Achard. En théorie, la tanche habite les rivières à faible courant, les lacs et les étangs chauds avec beaucoup de végétation et un fond de vase (zone des brèmes). Pendant l'hiver, elle s'enfouit dans la vase sans s'alimenter. Introduite par des alevinages dans les années 70, l'espèce s'est adaptée aux conditions assez hostiles (6 mois de gel) du lac Achard.

Cette analyse ne met pas en évidence la présence de la truite fario (*Salmo trutta*), qui avait pourtant été détectée dans les observations de l'OFB (2021) et dans des pêches antérieures.

3.8.1.4 Reconnaissance frayères

Une reconnaissance des frayères sur l'affluent du lac a été faite le 26 août 2021. Le ruisseau a été parcouru sur une centaine de mètres depuis le petit lac en repérant des zones favorables au frai du poisson.

Le ruisseau est de petite taille, la largeur mouillée est très faible (0,2 à 1 m). Les habitats sont donc limités. Toutefois, des petites zones de graviers en tête de radiers ont pu être repérées. Cependant, les quelques placettes apparaissent anecdotiques et ne permettent pas le développement du cycle complet de la truite, il semblerait que la truite fario ne soit plus présente dans le lac en 2021-2022.

3.8.2 AMPHIBIENS

Concernant les amphibiens (Tableau 21), l'analyse ADN met en évidence un seul taxon : le crapaud commun (*Bufo bufo*) dans tous les répliquats. Cette espèce, bien repérée sur le terrain, colonise le plan d'eau de manière très significative.

Tableau 21 : Liste des taxons « groupe amphibiens » détectés dans le lac Achard

		Lac Achard	
		SPY212844	
Nom scientifique	Base de référence	Nombre de répliquats positifs (/12)	Nombre de séquences ADN
Bufo sp.	SPYGEN	12	1592

Il semble assez étonnant de ne pas avoir détecté la Grenouille rousse (*Rana temporaria*), et le Triton alpestre (*Ichthyosaura alpestris*) dans le lac Achard. Toutefois, ces espèces effectuent une grande partie de leur cycle de vie plutôt dans les gouilles d'eau et zones humides que dans le lac. La campagne intervenant en pleine période estivale, il est probable que les traces d'ADN ne soient plus identifiables dans le lac car la période de reproduction de ces 2 taxons est précoce (avril-mai).

3.8.3 INVENTAIRES AMPHIBIENS ODONATES

3.8.3.1 *Méthodologie*

Les prospections sont réalisées « à vue ». Les recherches sont principalement effectuées autour des zones en eau tout en restant vigilant sur les zones de transit. Les inventaires sont réalisés sur une période d'au moins 10 minutes d'observation par site présentant des gouilles ou des zones d'eau libre. Lorsque l'observation « à vue » ne permet pas l'identification des individus, ceux-ci sont capturés puis relâchés sur le site de capture après identification. Les temps de capture et d'identification sont exclus des temps d'observation.

Chaque zone a fait l'objet d'au moins trois passages d'inventaire et un dénombrement des individus est réalisé lorsque cela semblait possible sans marquage. Les valeurs associées à ces comptages correspondent à la somme des comptages lors des différents passages. Les populations de zygoptères ne sont généralement pas dénombrées en raison des fortes possibilités de comptage en double des individus. Dans ce cas, seule la présence d'individus est prise en compte. Pour toutes les espèces, les comportements remarquables et les stades de développement observés sont pris en compte (territorialité, tandem, cœur et ponte).

Les inventaires « à vue » sont complétés par la recherche d'exuvies (mues des formes larvaires restant en place lorsque les individus quittent leur phase aquatique pour entamer la phase aérienne). Ces mues permettent d'identifier les sites de reproduction même si aucun imago n'est observé.

Les prospections pour les amphibiens sont réalisées « à vue ». L'ensemble de la zone d'étude est parcouru avec une attention plus particulière sur les zones en eau afin d'observer d'éventuelles traces de reproduction (accouplement, ponte, ...). Les inventaires dressés sont quantitatifs lorsque cela est possible. Les observations de pontes et de têtards, où le dénombrement des individus est particulièrement difficile, renverront seulement une donnée de présence (estimation d'effectif >100 individus). Le stade de développement des individus est pris en compte.

Deux passages de nuit sont réalisés afin de faciliter les observations des individus d'Amphibiens.

Les préconisations renvoyaient un passage par mois pendant 4 mois consécutifs, or les conditions météorologiques à cette altitude (enneigement tardif en 2021 en particulier) n'ont pas permis de respecter ce calendrier. 4 passages sont toutefois réalisés pour les deux groupes concernés. Les conditions météorologiques relevées lors des différents passages sont synthétisées dans le tableau suivant.

Tableau 22. Synthèse des conditions météorologiques lors de prospections

Date	Température	Couverture/ Précipitations	Vent (Echelle Beaufort)	Groupes prospectés
26/06/2021	25-31	0-25 / Aucune	1-3	Amphibiens, Odonates
23/07/2021	16-34	0-0 / Aucune	1-3	Amphibiens (Nocturne), Odonates
08/09/2021	20,6-24,6	25-50 /Aucune	2-4	Amphibiens, Odonates
18/05/2022	11-19	100-100 / Forte	1-5	Amphibiens (Nocturne)
14/06/2022	19,4-26,6	0-0 / Aucune	1-3	Odonates

3.8.3.2 Inventaires 2021-2022

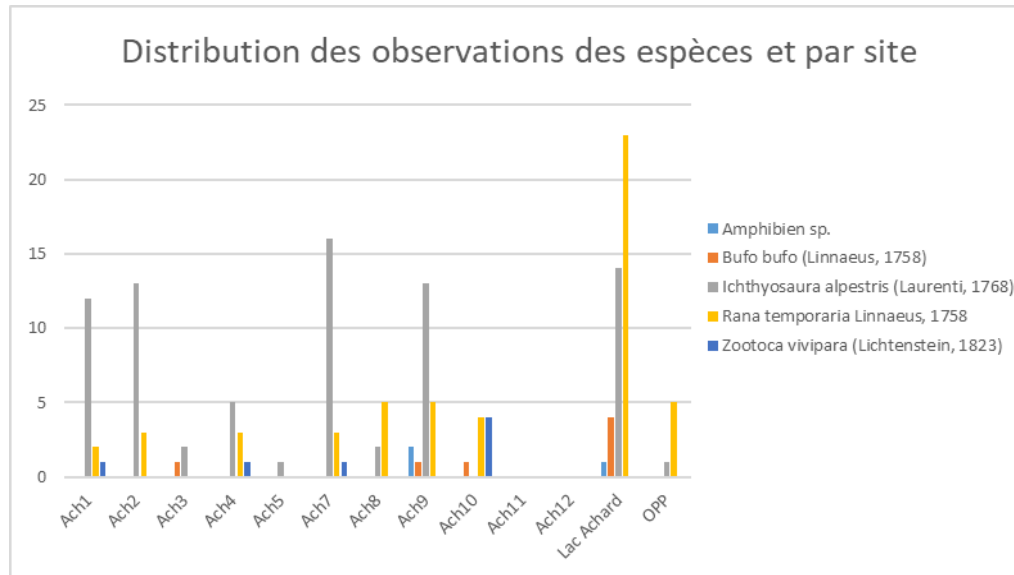
Les inventaires de terrain indiquent la présence de 3 espèces d'amphibien : la Grenouille rousse (*Rana temporaria*), le Crapaud commun (*Bufo bufo*) et le Triton alpestre (*Ichthyosaura alpestris*).

Tableau 23. Espèces herpétologiques observées pendant les campagnes de terrain.

Nom latin	LR Monde	LR Europe	LR France	LR AuRA	LR PACA	Arrêté du 8 janvier 2021 (article)	Directive 92/43/CEE (Annexe)	Convention de Berne (Annexe)	Critères UICN
<i>Amphibien sp.</i>									
<i>Bufo bufo</i> (Linnaeus, 1758)	LC	LC	LC	LC	LC	3		III	
<i>Ichthyosaura alpestris</i> (Laurenti, 1768)	LC	LC	LC	LC	NT	3		III	pr. B2b(i,ii,iii,iv,v)
<i>Rana temporaria</i> Linnaeus, 1758	LC	LC	LC	NT	LC	4	V	III	
<i>Zootoca vivipara</i> (Lichtenstein, 1823)	LC	LC	LC	NT	LC	3		III	Pr. A3b



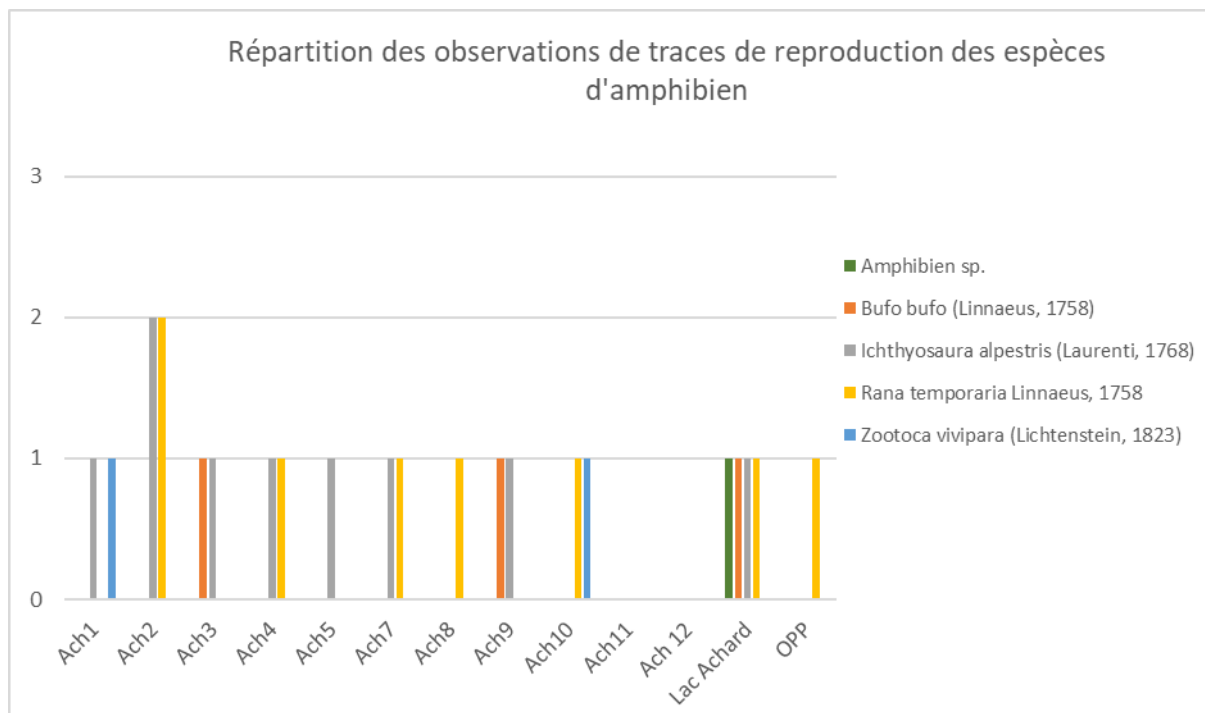
Les Tritons alpestres (*Ichthyosaura alpestris*) et les Grenouilles rouges (*Rana temporaria*) sont présents sur de nombreuses zones humides identifiées (respectivement 9 et 8 sur 13 sites au total). Le Crapaud commun (*Bufo bufo*) n'est observé qu'au sein des zones possédant une surface d'eau libre permanente (Lac Achard, Ach3, Ach9 et Ach10).



On peut observer que l'espèce la plus abondante, considérant le nombre d'observations, est le Triton alpestre (*Ichthyosaura alpestris*). La Grenouille rousse (*Rana temporaria*) est le deuxième taxon le plus observé. Enfin le Crapaud commun (*Bufo bufo*) est comparativement assez peu observé.

La population de Tritons alpestres (*Ichthyosaura alpestris*) du lac Ach6, représente 194 individus comptés sur l'ensemble des passages (3). Ces données ne sont pas représentées sur le graphique pour des raisons de lisibilité.

Le statut réglementaire du Lézard vivipare (*Zootoca vivipara*) et l'identification de ce dernier lors des passages de terrain font que les observations sont prises en compte dans cette étude. Il est plutôt présent dans les zones avec un recouvrement végétal de hauteur moyenne à grande et à densité plutôt forte (Ach 1, Ach4, Ach7 et Ach10).



Les traces de reproduction correspondent soit à l'observation de ponte, soit à celle d'individus juvéniles (têtards compris) aucun accouplement n'ayant été observé. Ainsi, lorsque 2 traces de reproductions sont observées, cela signifie que 2 stades de développement sont observés au cours de l'ensemble des inventaires de terrain.

11 sites des 13 identifiés sont utilisés par les amphibiens lors d'un stade de développement précoce. Les Tritons alpestres (*Ichthyosaura alpestris*) et les Grenouilles rousses (*Rana temporaria*), sont les espèces les plus fréquentes (respectivement 8 et 7 sites sur 13 utilisés pour la reproduction). 3 sites ont révélé la présence d'individus immatures de Crapauds communs (*Bufo bufo*). Les pontes de Crapaud communs sont principalement réalisées dans le lac Achard et dans la mare permanente Ach9.

Le lac Achard est fréquenté par toutes les espèces d'amphibiens observées sur la zone d'étude dans leur stade de vie précoce. Les traces de reproduction des amphibiens (têtards et pontes) sont observées sur les atterrissements de faible profondeur présents en bordure du lac Achard. Ces atterrissements sont souvent occupés par des cariçaies à *Carex rostrata* ou des bas marais à *Juncus filiformis*.

La capacité des tritons alpestres (*Ichthyosaura alpestris*) et des Grenouilles rousses (*Rana temporaria*) à utiliser des zones temporairement inondées et des milieux aquatiques peu profonds pour déposer leurs œufs rendent la zone d'étude propice, par ses nombreux sites potentiels pour la reproduction de ces deux espèces. La présence de nombreuses gouilles en eau durant l'année 2021 et lors des passages d'inventaire au printemps 2022, ont certainement favorisé les observations de reproduction de ces espèces sur l'ensemble des sites prospectés.

3.8.3.3 Odonates

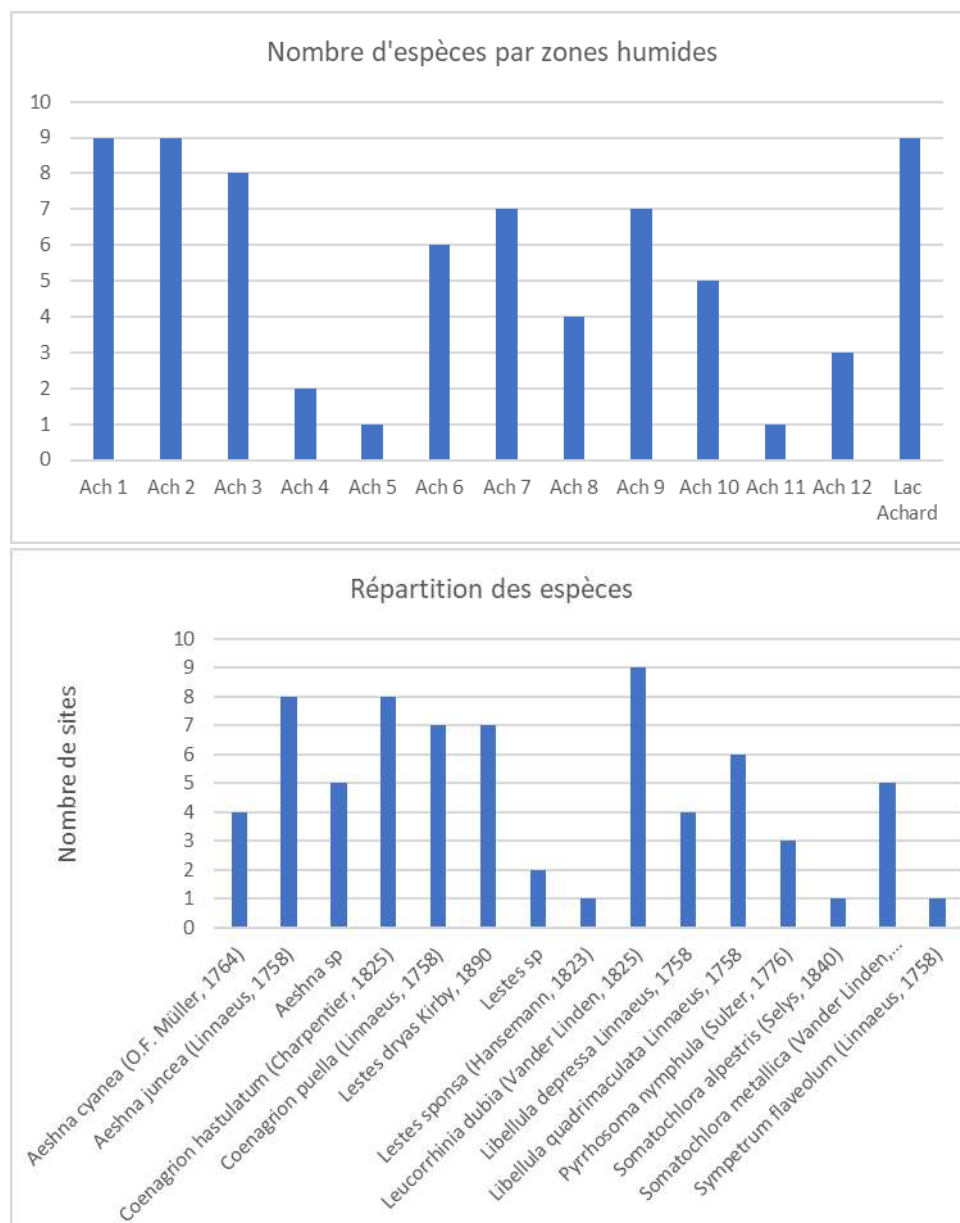
La zone d'étude se compose d'un réseau de zones humides végétalisées contenant généralement de petites surfaces d'eau libre pouvant être temporairement à sec (gouilles). Peu de gouilles à sec ont été observées lors des passages de terrain en 2021 et 2022. Ce réseau de zones humides s'étale en amont et en aval du lac Achard.

Afin d'améliorer la lisibilité de ce présent rapport, les données d'inventaire sont disponibles dans les Annexes. Des tableaux synthétiques sont proposés pour chaque groupe dans les paragraphes correspondant.

13 espèces d'odonates ont été identifiées sur l'ensemble de la zone d'étude (5 espèces de Zygoptères et 8 espèces d'Anisoptères). 5 espèces présentent un enjeu patrimonial départemental, seul l'Agrion hasté (*Coenagrion hastulatum*) représente un enjeu patrimonial régional et national aux côtés de 5 autres espèces quasi-menacées au niveau national. Aucune espèce identifiée ne représente d'enjeu réglementaire.

Tableau 24. Synthèses des espèces d'odonates présentes sur le site et leur statut dans les listes rouges. LC : préoccupation mineure, NT : quasi-menacé, VU : Vulnérable, EN : en danger.

	Nom latin	Reproduction	Exuvies	Cortège de montagne	LR Monde	LR Europe	LR France	LR RA	Isère (2013)
Anisoptère	<i>Aeshnae sp.</i>	X							
Anisoptère	<i>Aeshna cyanea</i> (O.F. Müller, 1764)	X	X	X	LC	LC	LC	LC	
Anisoptère	<i>Aeshna juncea</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	LC	LC	NT	LC	
Zygoptère	<i>Coenagrion hastulatum</i> (Charpentier, 1825)	X		X	LC	LC	VU	VU	VU
Zygoptère	<i>Coenagrion puella</i> (Linnaeus, 1758)	X			LC	LC	LC	LC	
Zygoptère	<i>Lestes dryas</i> Kirby, 1890	X			LC	LC	LC		EN
Zygoptère	<i>Lestes sp</i>								
Zygoptère	<i>Lestes sponsa</i> (Hansemann, 1823)				LC	LC	NT		
Anisoptère	<i>Leucorrhinia dubia</i> (Vander Linden, 1825)	X		X	LC	LC	NT		VU
Anisoptère	<i>Libellula depressa</i> Linnaeus, 1758				LC	LC	LC		
Anisoptère	<i>Libellula quadrimaculata</i> Linnaeus, 1758	X	X		LC	LC	LC		
Zygoptère	<i>Pyrrhosoma nymphula</i> (Sulzer, 1776)	X			LC	LC	LC		
Anisoptère	<i>Somatochlora alpestris</i> (Selys, 1840)	X	X	X	LC	LC	NT		
Anisoptère	<i>Somatochlora metallica</i> (Vander Linden, 1825)	X	X		LC	LC	LC		VU
Anisoptère	<i>Sympetrum flaveolum</i> (Linnaeus, 1758)				LC	LC	NT VU		VU



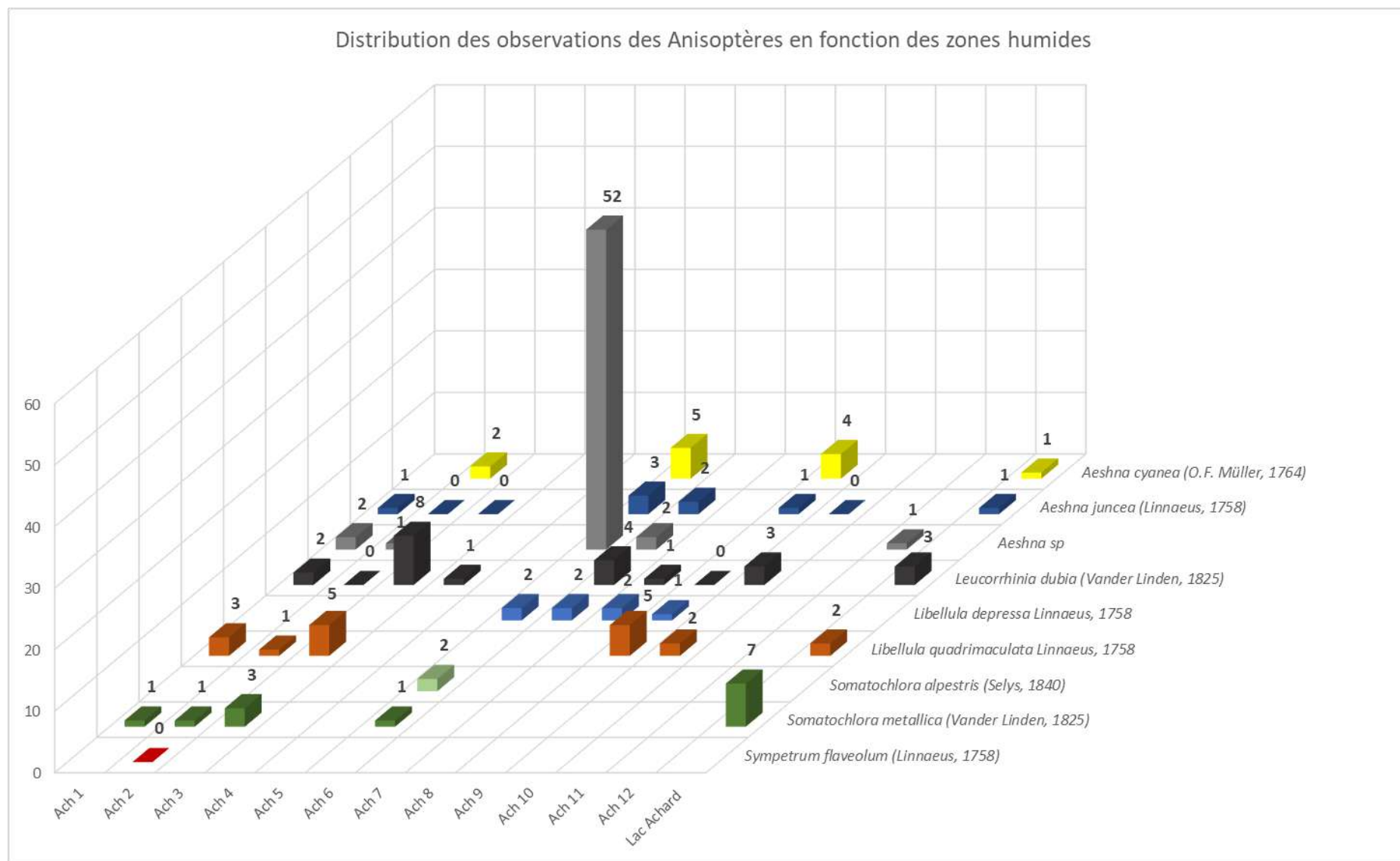
Les sites seulement parcourus par des ruissellements (Ach 5, Ach 11 et Ach 12) ont majoritairement moins d'espèces que les sites riches en gouilles ou occupés par des zones en eau de surface importantes (Ach 9 et Lac Achard). Le site Ach 4 présente assez peu d'espèces (2) malgré la présence de gouilles et d'une végétation favorable à leur présence. La majorité des espèces observées sur le Lac Achard est concentrée sur les atterrissements en bordure du lac où la végétation se développe.

La Leucorrhine douteuse (*Leucorrhinia dubia*) est l'espèce la mieux représentée sur le site d'étude puisque qu'elle est observée sur 9 des 13 sites. Viennent ensuite les Aeschmes des joncs (*Aeshna juncea*) et l'Agrion hasté (*Coenagrion hastulatum*), 8 sites, puis l'Agrion jouvencelle (*Coenagrion puella*) et le Leste dryade (*Lestes dryas*), 7 sites.



Photos 19 : prises de vues d'odonates observés pendant les phases de terrain (Image : B.Chalais 2021-2022)

De gauche à droite et de haut en bas : *Leucorrhinia dubia*, *Aeshna juncea*, *Sympetrum flaveolum*, *Libellula quadrimaculata*, *Lestes dryas*, *Coenagrion hastulatum*.



Chiffre = nombre d'individus observés ; (0= individu présent mais non compté)

Les anisoptères sont présents sur l'ensemble de la zone d'étude. 8 espèces sont identifiées jusqu'au niveau spécifique et 1 identification est restée au genre (principalement des larves d'*Aeshna Aeshna* sp.). Pour chacune d'elle des imagos sont observés excepté pour la Chlorocordulie alpestre (*Somatochlora alpestris*) dont l'observation repose sur l'identification de 2 exuvies récoltées sur le site Ach6.

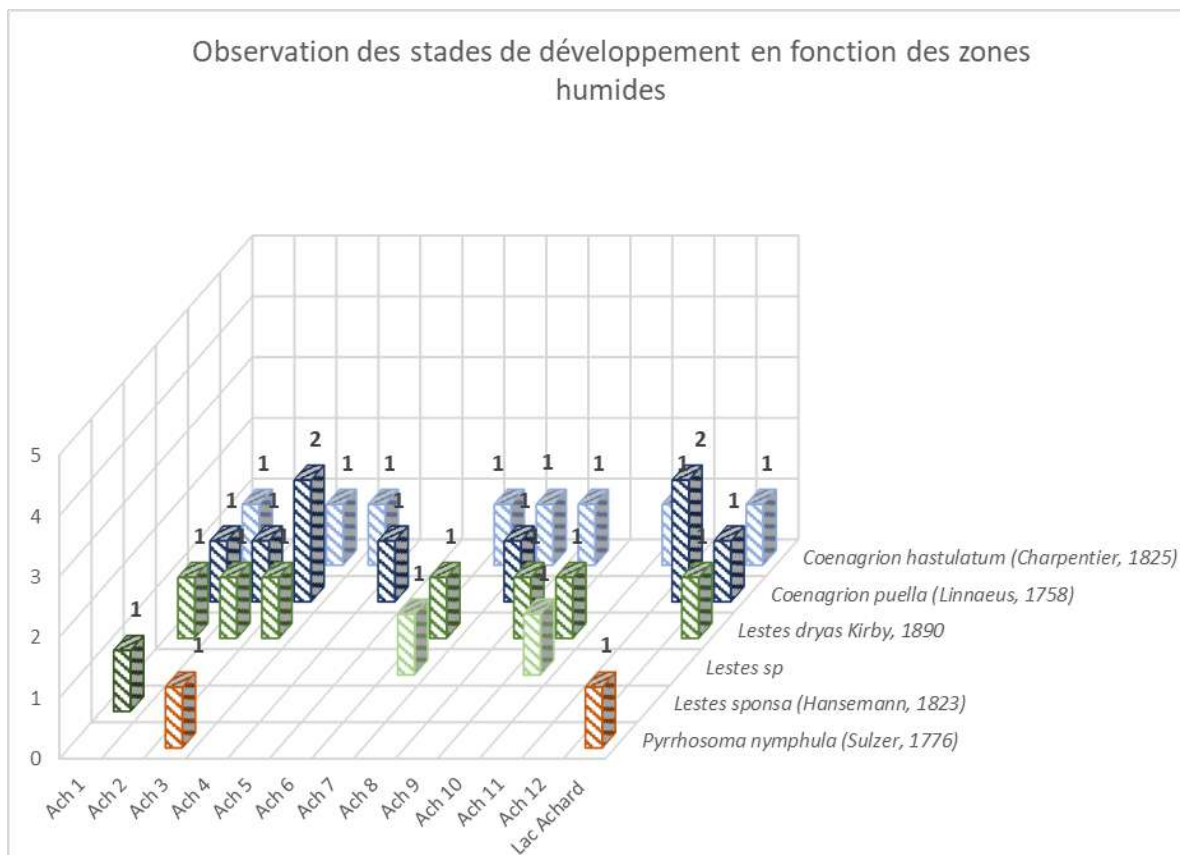
On peut observer que les zones humides situées dans le sud de la zone d'étude en aval du Lac Achard (Ach 1 et Ach2) sont particulièrement riches en espèces (respectivement 5 et 7 espèces présentes sur un nombre total de 9 espèces d'anisoptères identifiées sur la zone d'étude). Les cortèges présents sur ces deux zones sont sensiblement identiques.

La zone Ach 3 est fréquentée par un peu moins de la moitié des espèces d'anisoptères mais semble présenter des populations un peu plus importantes que les sites Ach1 et 2 et présente un cortège s'approchant de celui de ces derniers.

Les valeurs 0 pour les Leucorrhines douteuses (*Leucorrhinia dubia*), sont dues à des populations difficilement dénombrables sans marquages. Comme observé dans la répartition générale des espèces, elle est très présente sur le site d'étude et peut développer des populations assez importantes en particulier sur les sites Ach2 et Ach9.

Le lac Achard recense 5 espèces d'Anisoptères et concentre le plus grand nombre d'observations de la Chlorocordulie métallique (*Somatochlora metallica*).

La forte population d'*Aeshna* sp. du site Ach 6 est principalement liée au comptage des larves immergées actives. Ce lac est le plus gros site de reproduction d'*Aeshnes* identifié dans la zone d'étude (43 larves d'*Aeshna* sp., 54 exuvies d'*Aeshne* des joncs, 15 exuvies d'*Aeshne* bleue) et le seul site identifié de reproduction de Chlorocordulie métallique et alpestre (*Somatochlora metallica* et *S.alpestris*). C'est aussi sur ce site que les plus fortes populations d'imagos et émergences d'*Aeshne* des joncs et d'*Aeshne* bleues sont observées.



Chiffre = nombre de stades de développement observés

La discrétion et la difficulté d'identification des larves ainsi que la fragilité des exuvies de zygoptères font qu'aucune observation de ces stades de développement n'a été faite.

Comme précisé précédemment, les populations n'ont pas été dénombrées et donc les informations issues de ces données sont liées aux populations sans dénombrement unitaire.

5 espèces de zygoptères sont identifiées sur l'ensemble de la zone d'étude. Ach 1, Ach 3 et le lac Achard possèdent le plus grand nombre d'espèces (4 sur 5).

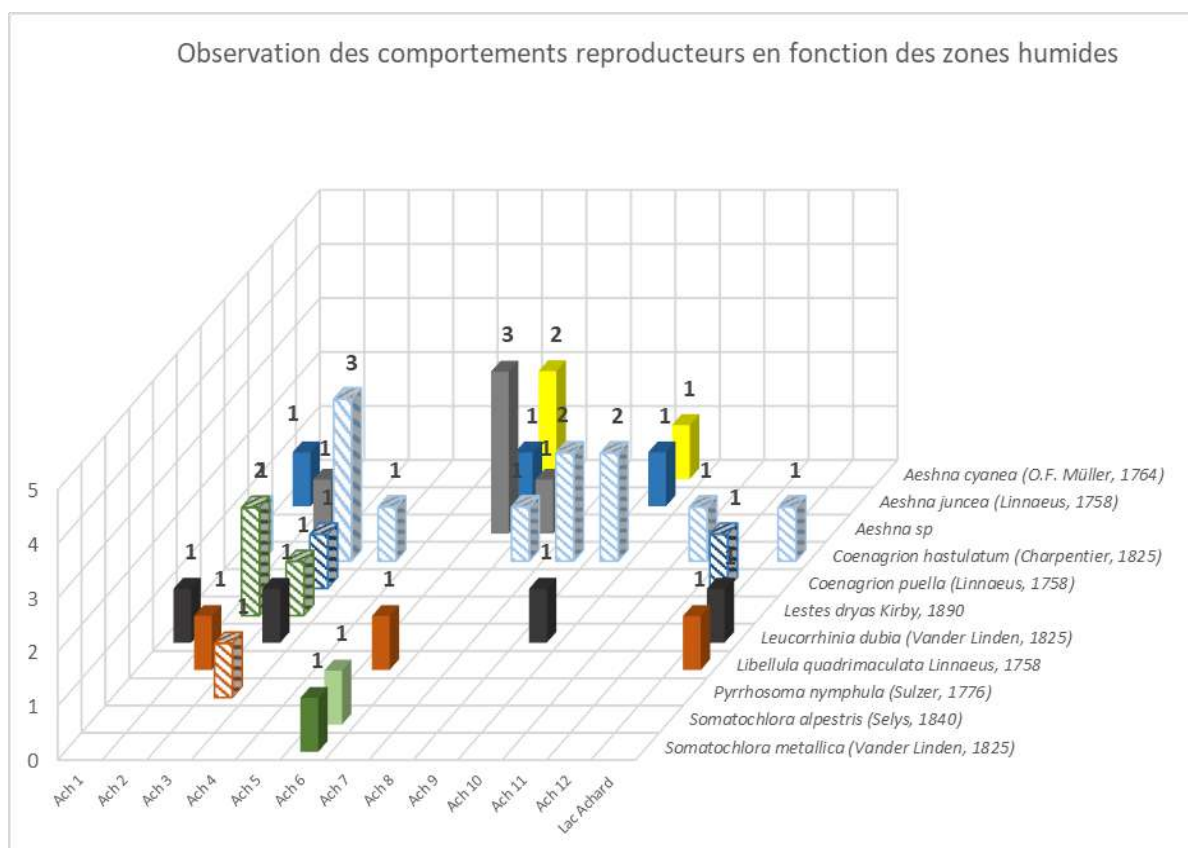
Les espèces les plus présentes sont l'Agrion hasté (*Coenagrion hastulatum*) puis l'Agrion jouvencelle (*Coenagrion puella*) et le Leste dryade (*Lestes dryas*) identifiés dans plus de la moitié des zones étudiées (respectivement 8 et 7 sites).

Seul le site Ach6 ne présente aucune observation de zygoptères. Sur les sites Ach4 et Ach11 seul l'Agrion hasté (*Coenagrion hastulatum*) est identifié, et sur les sites Ach 5 et Ach 12, l'Agrion jouvencelle (*Coenagrion puella*) est la seule espèce identifiée.

Ach1 est le seul site sur lequel le Leste fiancé (*Lestes sponsa*) est clairement identifié et la petite nymphe au corps de feu (*Pyrrhosoma nymphula*) est observée sur le site Ach3 et le Lac Achard.

Deux stades de développement de l'Agrion jouvencelle (*Coenagrion puella*) ont été observés sur les sites Ach3 et Ach 12.

L'altitude est assez élevée pour des observations de cette espèce (*Lestes sponsa*) plutôt présente en plaine. Des données de présence de plus en plus importantes dans le massif de Belledonne en altitude sont toutefois référencées dans bibliographie. (*Deliry C. (coord.), 2008*).



Chiffre = nombre de comportements ou stade de développement prouvant la reproduction sur le site (forme en cœur, en tandem, ponte et larve, émergence, exuvie)

10 espèces présentent au moins un comportement et/ou trace de reproduction (vol en tandem, en cœur, accouplement, ponte, présence de larves et/ou d'exuvies). Les 5 espèces du cortège

de montagne se reproduisent sur la zone d'étude. Les zones humides situées en amont du lac Achard abritent principalement des sites de reproduction d'anisoptères alors que les sites en aval semblent être utilisés pour la reproduction d'anisoptères et de zygoptères. Sur 8 espèces inscrites sur les différentes listes rouges et présentes sur le site, 6 ont été observées avec des comportements reproducteurs. Une attention particulière doit être portée au Leste dryade (espèce En Danger (EN)) dont les sites de reproduction semblent très localisés sur les tourbières acides en aval du lac Achard (Ach2, Ach3).

L'Agrion hasté, l'Agrion jovencelle, le Leste dryade, la Petite Nymphe au corps de feu ainsi que la Leucorrhine douteuse utilisent la zone Ach 3 pour leur reproduction ce qui en fait la zone utilisée par le plus d'espèces au sein de la zone d'étude. L'assemblage Ach1-Ach2 présente des traces de reproduction de 6 espèces différentes (2 zygoptères et 4 anisoptères).

Des traces de reproduction du leste dryade (*Lestes dryas*) sont observés sur les sites Ach2 et Ach 3, bien que l'espèce soit présente sur d'autres sites.

L'Agrion hasté (*Coenagrion hastulatum*) se reproduit sur de nombreux sites de la zone d'étude (8 sur les 13 sites inventoriés).

Le lac Ach 6 est utilisé par 6 des 9 espèces d'anisoptères pour leur reproduction. Il est aussi le seul site de reproduction de *Somatochlora metallica* et de *S. alpestris* identifié.

3.8.3.4 Autres groupes

La zone d'étude est aussi un milieu propice à la présence du lézard vivipare (*Zootoca vivipara*), dont plusieurs individus ont été observés lors des différentes phases de terrain. Un individu juvénile a été observé, le site abrite donc potentiellement la reproduction de cette espèce protégée. Les observations liées à cette espèce ne permettent pas de dégager de tendance d'occupation du milieu. Les zones inondées en permanence, présentant un couvert végétal dense sont préférentiellement utilisées par cette espèce.

Le lac Ach6 abrite de nombreuses espèces et semble être un site de reproduction privilégié pour les Aeschne des joncs (54 exuvies), les Aeschnes bleues (14 exuvies), la Chlorocordulie alpestre (2), la Chlorocordulie métallique (1) et le Triton alpestre (127 individus juvéniles et 66 individus adultes comptés au passage du mois de juillet). Des grenouilles rousses ont aussi été observées dans le lac et à proximité.

3.8.4 INTERPRETATION FAUNE ODONATES ET AMPHIBIENS

Les relevés faunistiques effectués en 2021/2022 pour les groupes amphibiens et odonates sont répertoriés dans une couche cartographique.

Le site d'étude est propice à la présence et à la reproduction de la totalité des espèces d'amphibiens et de la majorité des espèces d'odonates observées pendant les phases d'inventaire.

L'ensemble du cortège montagnard d'odonates est observé dans la zone d'étude. Des traces de reproduction sont observées pour 7 espèces dont 5 sont inscrites dans la liste rouge de l'Isère (*Agrion hasté*, *Leste dryade*, *Leucorrhine douteuse*, *Chlorocordulie métallique* et la *Chlorocordulie alpestre*). Dans la zone d'étude, les sites de reproduction des odonates sont principalement des gouilles tourbeuses avec une immersion pouvant être temporaire. Les sites Ach1, Ach2 et Ach3 ainsi que le Lac Achard présentent un cortège d'espèces d'odonates plus diversifié que les autres sites identifiés. Des traces de reproduction sont observées pour chacune des espèces inscrites sur la liste rouge des odonates de l'Isère et

présentes sur la zone d'étude excepté pour le *Sympetrum* jaune (*Sympetrum flaveolum*). Les observations d'odonates autour du Lac Achard sont réalisées à proximité des atterrissements présents dans les anses du lac. Leur végétalisation avec notamment des *Carex* pouvant être denses (*Carex rostrata* et *C. nigra*) offre des zones de refuges et des zones de chasse pour les odonates. Elles peuvent aussi permettre la reproduction de certaines espèces même si aucune trace n'a été observée.

De nombreuses larves de la famille des Aeshnidae se concentrent dans les mares, lacs et gouilles assez profondes. L'Agriion hasté (*Coenagrion hastulatum*) semble se reproduire sur l'ensemble de la zone d'étude. A l'opposé, les observations de Leste fiancé (*Lestes sponsa*) et de Chlorocordulie alpestre (*Somatochlora alpestris*) sont très localisées (respectivement Ach1 et Ach6).

Le Crapaud commun recherche, de préférence, des eaux profondes et ensoleillées pour se reproduire, ce qui peut expliquer que sa présence est observée à proximité et dans le lac Achard ainsi que dans les zones Ach 3 (zone traversée par le cours d'eau issu de l'exutoire du Lac Achard) et Ach9 (mare semblant être assez profonde pour maintenir un niveau d'eau suffisant tout au long de l'année). La reproduction de cette espèce est observée dans chacun de ces sites. Le maintien d'un niveau d'eau suffisant et permanent est indispensable pour accomplir le cycle de vie complet de cette espèce. Les observations dans le lac Achard sont souvent des stades précoces (têtards) et se concentrent sur les atterrissements en bordure du lac Achard.

La Grenouille rousse et le Triton alpestre sont présents sur l'ensemble de la zone d'étude. Leurs capacités à se reproduire dans des zones en eau de faible profondeur avec une inondation pouvant être temporaire font que l'ensemble de la zone d'étude est aussi utilisé dans ce cadre, les nombreuses gouilles étant particulièrement adaptées.

Les végétations parfois hautes et denses comme les zones à renoncules (Ach7 et Ach8) et les zones à *Carex rostrata* prodiguent un bon refuge contre la prédation pour ces espèces lors des phases terrestres.

Le lac situé au Nord de la zone d'étude (ACH6) semble jouer un rôle important pour de nombreuses espèces. Il abrite de nombreux Tritons alpestres (adultes et juvéniles) et larves d'Aeshnidae. C'est aussi le seul site où la Chlorocordulie alpestre (*Somatochlora alpestris*) a été observée. Il est aussi fréquenté par les Grenouilles rousses (*Rana temporaria*). Les pentes assez abruptes du lac ainsi que sa profondeur et son exposition peuvent convenir à la reproduction du Crapaud commun (*Bufo bufo*).

Le maintien du fonctionnement hydrologique de l'ensemble de la zone est essentiel à la grande majorité de ces espèces mis à part pour la grenouille rousse et le triton alpestre qui peuvent se contenter d'ornières et d'espaces en eau assez réduits pourvu que l'inondation dure assez longtemps pour le développement des larves et têtards en individus juvéniles amphibiens. Les gouilles, présentes sur l'ensemble de la zone d'étude, remplissent ces conditions à la fonte des neiges.

Les atterrissements du Lac Achard jouent un rôle primordial pour les odonates et les amphibiens dans l'accomplissement de leur cycle de vie dans le lac. Leur végétalisation permet de créer des refuges, des zones de chasse et de reproduction pour certaines espèces.

4 CONCLUSION GENERALE SUR L'ETAT DU PLAN D'EAU

4.1 LES APPORTS DU BASSIN VERSANT - HYDROLOGIE

Les apports en azote et en phosphore sont qualifiés de négligeables depuis les affluents, les analyses de montrent pas de pollution organique.

L'indicateur conductivité reste quasi nulle ($< 20 \mu\text{S}/\text{cm}$) pour toutes les mesures pleine eau et pour tous les points en rives : cela montre l'absence de rejets, d'apports sur le pourtour du lac. Le pâturage extensif, la fréquentation aux abords n'expliquent pas la turbidité mesurée.

Les analyses montrent que les déjections humaines et canines n'apportent pas d'éléments azotés au plan d'eau, les apports organiques sont également faibles.

Le gabion situé en aval est en état médiocre, les écoulements se font à travers sur la roche mère, l'aménagement n'assure plus sa fonction de régulation. On peut donc envisager un retrait partiel des gabions pour sécuriser l'ouvrage.

4.2 L'ETAT DES EAUX

Le lac est alimenté par les apports naturels du bassin versant via l'affluent principal. L'alimentation se fait en particulier à la fonte des neiges sur le bassin versant.

Caractéristiques principales : Eaux peu minéralisées, bien oxygénées, température pouvant atteindre près de 20°C .

Masse d'eau homogène : pas de stratification

Le lac présente un bon état écologique (au sens de la DCE). Le niveau trophique est qualifié :

- ✓ Eutrophe selon la production primaire et pour les sédiments
- ✓ Oligotrophe selon les apports en nutriments.

La forte production conduit à un enrichissement au sein de la masse d'eau et à une mise à disposition du phosphore.

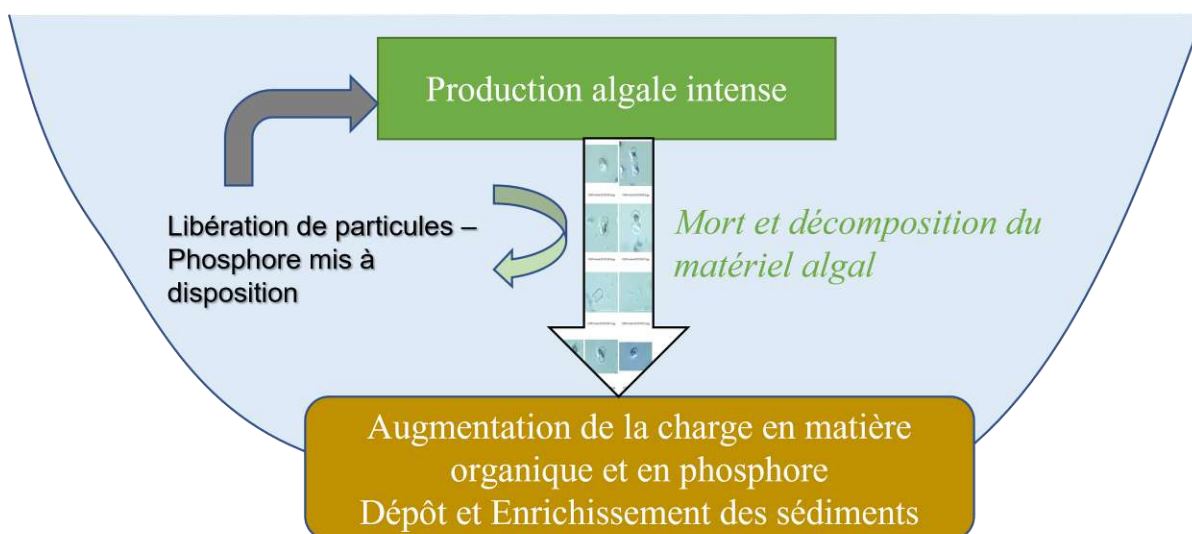


Figure 22 : illustration des effets de développements phytoplanctoniques dans le lac Achard

La charge particulaire (5 à 11 mg/l MES) et la turbidité (5 NTU) sont assez élevées dans les eaux durant la saison estivale en tous points sur le lac.

L'étude montre que cette pollution particulaire est associée :

- ✓ **Principalement au développement algal important en période estivale** : juillet-septembre : concentration chlorophylle a élevée dans le lac Achard (8 à 18 µg/l). Croissance des *desmidiées (charophyta)* du genre *Cosmarium* : **65 à 92% des biovolumes et des abondances cellulaires.** Biomasse algale très importante.
 - **Impact +++**
- ✓ **Secondairement, à la remise en suspension des fines** :
 - Naturelle depuis les sédiments par brassage par temps de vent compte tenu de la faible profondeur du plan d'eau - **Impact ++**
 - Remise en suspension par les animaux et l'homme :
 - Activité piscicole : présence de la tanche, poisson fouisseur pouvant générer une remise en suspension des sédiments - **Impact +**
 - Baignade, piétinement dans le lac et animaux domestiques : ces activités sont en théorie interdite par AM. Toutefois, des chiens ont été observés dans l'eau et quelques baigneurs ponctuellement. **Impact +**

4.3 LA CHARGE INTERNE SEDIMENTAIRE

Les sédiments sont riches en matière organique (25% de perte au feu) - 90 g de Carbone/kg MS et présentent des concentrations élevées en azote (10 g/kg MS) et en phosphore (1,1 g/kg MS). Cette accumulation est illustrée par la Figure 22.

Les eaux interstitielles sont riches en ammonium à moindre mesure en phosphore.

Il s'agit d'un sédiment à faible potentiel métabolique : la dégradation est limitée par la faible minéralisation et la nature tourbeuse des substrats.

La datation des sédiments réalisée pendant l'été 2022 a permis d'évaluer une vitesse de sédimentation moyenne de **2.6 mm/an sur les 100 dernières années**, ce qui reste faible mais conforme à ce type de milieux. La vitesse de sédimentation n'a rien d'inquiétant, et ne suggère pas de problématique.

A ce régime-là, le comblement n'aura lieu que dans 500 à 1000 ans...

4.4 FAUNE ET FLORE DU LAC

Le phytoplancton est abondant mais typique de tourbières oligotrophes : il est le responsable de la coloration du lac Achard.

La flore aquatique est absente, aucune végétation aquatique n'a été identifiée (méthode IBML adaptée). Des zones humides (groupements de carex) sont identifiés mais ces bas marais sont clairement en retrait, et en partie détruits par le piétinement.

Quelques poissons sont présents : des vairons colonisent la zone littorale, et plus étonnant, la tanche (*Tinca tinca*) s'est adaptée aux conditions assez hostiles du lac Achard après avoir été introduite dans les années 70. En revanche, les mesures ADNe affiche l'absence de la truite fario dans le plan d'eau. La tanche ne se trouve pas dans son habitat naturel (étangs chauds et vaseux) et elle peut favoriser la remise en suspension de sédiments.

Trois espèces d'amphibiens sont présentes au niveau du lac Achard : le crapaud commun (*Bufo bufo*) colonise le plan d'eau de manière très significative et se reproduit sur site (présence de têtards). La Grenouille rousse (*Rana temporaria*), et le Triton alpestre

(*Ichthyosaura alpestris*) sont repérés aux abords du site.

La carte suivante synthétise le diagnostic du fonctionnement du lac Achard et les enjeux mis en évidence sur le plan d'eau



Figure 23 : diagnostic du fonctionnement du lac Achard et mise en évidence des enjeux

Cette partie conclue quant au diagnostic de l'étude hydrologique sur le lac Achard pour ce 1^{er} volume. Les **Enjeux écologiques** sont détaillés dans le volume 2 : *définition de scénarios de restauration pour une gestion environnementale du lac*.
Les impacts et les actions envisagées sont détaillées dans ce second fascicule.

4.5 FAUNE ET FLORE LAC/MILIEUX CONNEXES

Les inventaires habitats et flore (trachéophytes et bryophytes) réalisés pendant l'été 2021 sur le lac Achard et les milieux connexes ont mis en évidence une diversité d'habitats majoritairement turficols :

Les zones tourbeuses abritent plusieurs types de bas marais acidophiles subalpins, dont la matrice caractéristique est la Laïche Noire et le Scirpe Cespiteux, notamment au nord du lac (ACH7, ACH4, ACH8 et zone attenante).

Le réseau de zones tourbeuses au sud se caractérise par une mosaïque d'habitats assez variée (bas-marais, magnocariçaies, marais de transition), en lien avec davantage de ruisselets/gouilles, dont les végétations ou les habitats ne sont pas directement menacés à l'échelle régionale ou insuffisamment connus pour être évalués dans la liste rouge régionale.

Au sud du lac, on recense deux zones tourbeuses à forte cotation de patrimonialité (ACH10 & ACH1), car abritant la parvocariçaie pionnière des gouilles acides à Laïche des boubiers (UICN En danger), d'intérêt européen EUR28 : 7150.

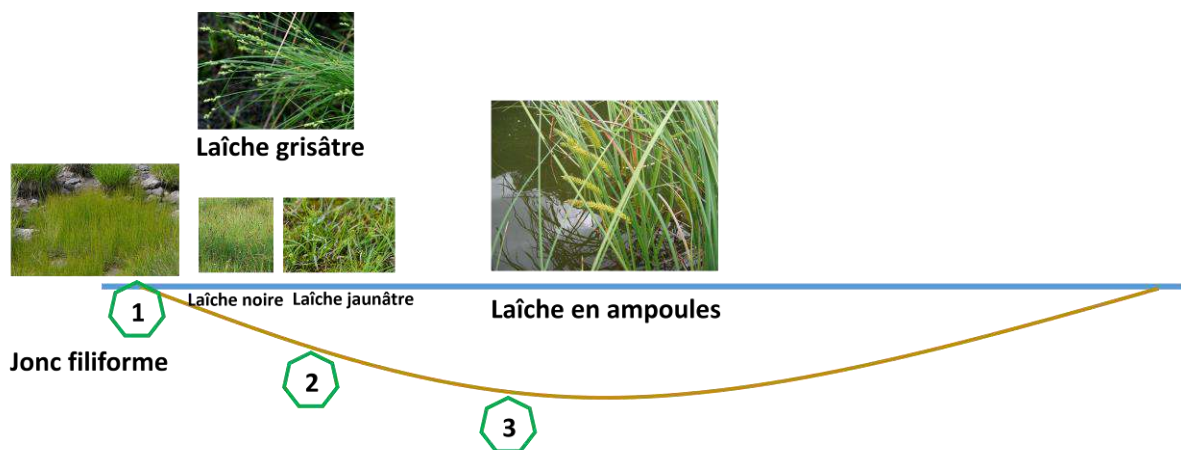
A noter également la zone tourbeuse ACH11, qui abrite un bas marais fragmentaire (petit patch peu typé) à Jonc alpin, assez rare et quasi menacé à l'échelle régionale, d'intérêt européen prioritaire à l'échelle européenne (EUR28 : 7240-1*).

Certains habitats sont peu représentés sur le site (mais non menacés à l'échelle régionale) :

- ✓ L'herbier aquatique subalpin, vivace lacustre, oligotrophile, enraciné et flottant, à Rubanier à feuilles étroites, d'intérêt européen EUR28 : 3130 (ACH2, ACH7) ;
- ✓ Marais de transition de tremblant acidiphile subalpin à Ményanthe trèfle d'eau, d'intérêt européen EUR28 : 7140 (ACH2, ACH9).

La zonation de végétation amphibie du lac Achard (est caractérisée sur les anses, par la combinaison suivante (par ordre croissant de profondeur) :

1. 1 Jonc filiforme
2. Laïche grisâtre (et/ou Laïche jaunâtre et/ou Laïche noire)
3. Laïche en ampoules



Zonation de végétation amphibie des anses du lac Achard

Figure 24 : successions végétales sur les anses du lac Achard

A noter sur la rive Est du lac, au niveau de la zone littorale 2 - surpiétinée, la présence de la mousse pionnière, rare et menacée *Trematodon ambiguus*, dépendante de ce contexte perturbé.

Le site d'étude abrite des populations d'amphibiens et d'odonates établissant la totalité de leur cycle biologique en son sein. Le réseau de tourbières et de rus temporaires ou permanents participe au maintien des populations des Tritons alpestres et des Grenouilles rousses grâce à ses nombreuses gouilles. Ce réseau est aussi très favorable à la reproduction des odonates présents sur le site en offrant des zones d'eau stagnantes et/ou à faible courant à bords végétalisés.

Le lac Achard est le site de reproduction le plus adapté pour le crapaud commun et un territoire de chasse privilégié par les Chlorocordulies métalliques (*Somatochlora metallica*). Il est important de conserver les atterrissements et les herbiers semi-aquatiques présents sur le pourtour du lac car ceux-ci permettent aux têtards (Grenouille rousse et Crapaud commun) de se mettre à l'abri de la prédation des poissons et peuvent favoriser la reproduction de certaines espèces d'odonates, même si aucune observation n'a été faite.







La richesse du lac (ACH6) au nord de la zone mérite une attention particulière. La diversité biologique qu'il abrite est certainement liée à son isolement. Il est le siège de reproduction de nombreuses espèces inscrites dans les différentes listes rouges et/ou protégées en France.

Cette partie conclue quant au diagnostic de la faune et la flore sur le lac Achard et les milieux connexes pour ce 1^{er} volume. Les **Altérations des milieux mises en évidence** sont détaillées dans le volume 2 – volet faune/flore : *altérations et propositions d'actions pour la préservation de la faune et de la flore du lac Achard et les milieux connexes*.

Les altérations et les actions envisagées sont détaillées dans ce second fascicule.

I. ANNEXE 1 : RESULTATS DES MESURES PHYSICOCHIMIQUES IN SITU SUR LE LAC ACHARD 2021




Campagne 1 : 28/06/2021

Paramètre \ Station		Lac Achard	Lac Achard	Lac Achard	Lac Achard	Lac Achard	Lac Achard	Lac Achard	Lac Achard	Lac Achard
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
localisation point GPS		Grand lac RD anse	Grand lac RD amont	petit lac RD	arrivée affluent	petit lac RG	Grand lac RG amont	Grand lac RG anse	plage RG -face îlot	exutoire lac
		810	811	812	813	814	815	816	817	818
Date		28/06/2021	28/06/2021	28/06/2021	28/06/2021	28/06/2021	28/06/2021	28/06/2021	28/06/2021	28/06/2021
Heure		11h35	11h42	11h50	11h55	12h02	12h10	12h13	12h18	12h22
Conditions environnementales										
Conditions météorologiques		Sec ensoleillé	Sec faiblement nuageux	Sec faiblement nuageux	Sec faiblement nuageux	Sec faiblement nuageux	Sec faiblement nuageux	Sec faiblement nuageux	Sec faiblement nuageux	Sec faiblement nuageux
Présence de produits ligneux ou herbacés frais		Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Présence de mousse de détergents en surface		Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Irisations de l'eau (hydrocarbures d'origine exogène ou endogène)		Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
turbidité		limpide	limpide	limpide	limpide	limpide	limpide	trouble +	limpide	
Mesures in situ	Unité	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
Température air	°C	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Température eau	°C	17.3	17.4	17.5	19.7	17.9	17.5	17	17.4	16.95
pH	u pH	6	6.3	5.9	5.4	4.94	5.7	6.1	5.5	5.5
Conductivité	µS/cm à 25°C	5	5	5	8	5	5	5	5	5
Pression	hPa	812	812	812	812	812	812	812	812	812
O2 dissous	mg/l	6.8	6.7	6.7	6.3	6.5	6.7	6.5	6.8	6.8
O2 saturation	%	87%	87%	87%	86%	85.9	88%	84%	88%	87%
Remarques					Présence abondante de têtards					
Photos										

Campagne 2 : 28/07/2021

Paramètre \ Station	Lac Achard	Lac Achard	Lac Achard	Lac Achard	Lac Achard	Lac Achard	Lac Achard	Lac Achard	Lac Achard
station référence initiale	R2	R4	R6	R7	R8	R11	R12	R13	R14
station rives C1	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
localisation	Grand lac RD aval	Grand lac RD amont	petit lac RD	arrivée affluent	petit lac RG	Grand lac RG amont	Grand lac RG anse	plage RG -face îlot	exutoire lac
Date	28/07/2021	28/07/2021	28/07/2021	28/07/2021	28/07/2021	28/07/2021	28/07/2021	28/07/2021	28/07/2021
Heure	12:23:00	12:33:00	12:45:00	12:49:00	12:58:00	13:12:00	13:17:00	13:22:00	13:26:00
Conditions environnementales									
Conditions météorologiques	Sec faiblement nuageux	Sec faiblement nuageux	Sec faiblement nuageux	Sec faiblement nuageux	Sec faiblement nuageux	Sec faiblement nuageux	Sec faiblement nuageux	Sec faiblement nuageux	Sec faiblement nuageux
Présence de produits ligneux ou herbacés frais	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Présence de mousse de détergents en surface	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non
Irisations de l'eau (hydrocarbures d'origine exogène ou endogène)	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
turbidité									
Mesures in situ	R2	R4	R6	R7	R8	R11	R12	R13	R14
Température air	°C	15	15	15	15	15	15	15	15
Température eau	°C	18.6	18.4	18.5	19.6	19.1	20	18.3	19.4
pH	u pH	7.4	7.1	7.6	7	7.4	6.4	6.8	6.5
Conductivité	µS/cm à 25°C	5.8	6.3	5.7	7	5.9	5.8	5.7	5.5
Pression	hPa	812	812	812	812	812	812	812	812
O2 dissous	mg/l	6.4	6.4	6.4	6.2	6.2	6.3	6.3	6.4
O2 saturation	%	85%	85%	85%	85%	84%	86%	84%	86%
Remarques				Présence abondante de têtards					
Photos					Pas de photo				

Campagne 3 : 23/09/2021

Paramètre \ Station		Lac Achard	Lac Achard	Lac Achard	Lac Achard	Lac Achard	Lac Achard	Lac Achard	Lac Achard	
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
		Grand lac RD anse	Grand lac RD amont	petit lac RD	arrivée affluent	petit lac RG	Grand lac RG amont	Grand lac RG anse	plage RG -face îlot	exutoire lac
point GPS		173	811	812	813	814	815	816	175	174
Date		23/09/2021	23/09/2021	23/09/2021	23/09/2021	23/09/2021	23/09/2021	23/09/2021	23/09/2021	23/09/2021
Heure		13:11:00	13:09:00	13:06:00	13:04:00	13:00:00	12:57:00	12:54:00	13:18:00	13:15:00
Conditions environnementales										
Conditions météorologiques		Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé
Présence de produits ligneux ou herbacés frais		Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Présence de mousse de détergents en surface		non	non	non	non	non	non	non	non	non
Irisations de l'eau (hydrocarbures d'origine exogène ou endogène)		non	non	non	non	non	non	non	non	non
turbidité			turbide	turbide	limpide					limpide
Mesures in situ										
	Unité	R1	R2	R3	R4	R5			R8	R9
Température air	°C	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Température eau	°C	14.4	13.9	14.4	16.2	14.2	14.8	13.5	12.8	13.6
pH	u pH	7.5	7.6	7.4	7.4	8	8.1	8.5	7.7	7.9
Conductivité	µS/cm à 25°C	16	16	16	23	16	16	19	16	16
O2 dissous	mg/l	9.3	9.4	9.2	9	9.2	9.3	9.4	9.4	8.8
O2 saturation	%	114%	114%	113	115%	112%	115%	113%	111%	106%
Remarques				eaux teintées	dépôt pollens- débit < 1 l/s					eaux claires - débit environ 2 l/s
Photos										

II. ANNEXE 2 : RESULTATS DES ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES SUR LE LAC ACHARD 2021-2022

Analyses de laboratoire (CARSO)		Unité	Limite quantification (LQ)	PC1	PC2	PC3	PC1	PC2	PC3	PC1	PC2	PC3
Lac Achard (38)	date campagnes			28/06/2021	28/06/2021	28/06/2021	28/07/2021	28/07/2021	28/07/2021	23/09/2021	23/09/2021	23/09/2021
PC eau	Carbone organique dissous (COD)	mg(C)/L	0.2	2.4	2.4	2.7	4.3	4.5	4.5	7.8	6.6	8.6
	Azote Kjeldahl	mg(N)/L	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.53	<0.5
	Ammonium	mg(NH4)/L	0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0.01	0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01
	Nitrates	mg(NO3)/L	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	Nitrites	mg(NO2)/L	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Phosphates	mg(PO4)/L	0.010	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	0.04	<0.01	0.04	0.05	0.04
	Phosphore total	mg(P)/L	0.010	0.011	<0.010	<0.010	0.019	0.015	0.015	0.015	0.023	0.018
	MeS	mg/L	2	5.1	5.3	7.2	6	5.8	5.8	10	7	11
Turbidité	NFU	0.1	3.5	4.7	5.7	9.7	5.3	4.8	5.2	4.5	5.1	
indices chlorophylliens	Chlorophylle a	µg/L	1	8	9	12	16	12	14	12	16	18
	indice phéopigment	µg/L	1	4	9	10	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	transparence	m	0.1	0.8	1.2	1	0.9	1.05	1.1	1	1	1.1

Analyses de laboratoire (CARSO)		Unité	Limite quantification (LQ)	PC2	PC2	PC2	PC2	PC2
Lac Achard (38) date campagnes				28/06/2021	28/07/2021	23/09/2021	02/06/2022	moyenne 2021-2022
PC eau	Carbone organique dissous (COD)	mg(C)/L	0.2	2.4	4.5	6.6	2.6	4.03
	Azote Kjeldahl	mg(N)/L	0.5	<0.5	<0.5	0.53	<0,5	0.53
	Ammonium	mg(NH4)/L	0.010	<0.010	0.01	<0.01	<0,01	0.01
	Nitrates	mg(NO3)/L	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0,5	<0,5
	Nitrites	mg(NO2)/L	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0,01	<0,01
	Phosphates	mg(PO4)/L	0.010	<0.01	0.04	0.05	<0,01	0.05
	Phosphore total	mg(P)/L	0.010	<0.010	0.015	0.023	<0,01	0.02
	MeS	mg/L	2	5.3	5.8	7	3.4	5.38
	Turbidité	NFU	0.1	4.7	5.3	4.5	2.8	4.33
indices chlorophylliens	Chlorophylle a	µg/L	1	9	12	16	6	10.75
	indice phéopigment	µg/L	1	9	<0.5	<0.5	1	5.00
	transparence	m	0.1	1.2	1.05	1	2	1.31

I. ANNEXE 3 : SPYGEN BASE DE REFERENCE ADNE POISSONS

Pour les Analyses VigiDNA® M Amphibiens – Les Bases de références sont disponibles sur demande.

Nom scientifique affiché sur les rapports	Nom scientifique du(des) espèce(s) associée(s)	Nom vernaculaire
<i>Cyprinidae - Complexe 3</i>	<i>Abramis brama</i> ou <i>Blicca bjoerkna</i>	Brème commune & Brème bordelière
<i>Acipenser baerii</i>	<i>Acipenser baerii</i>	Esturgeon sibérien
<i>Acipenser ruthenus</i>	<i>Acipenser ruthenus</i>	Esturgeon du Danube
<i>Acipenser sturio</i>	<i>Acipenser sturio</i>	Esturgeon d'Europe
<i>Agonus cataphractus</i>	<i>Agonus cataphractus</i>	Spirin
<i>Cyprinidae - Complexe 4</i>	<i>Alburnus alburnus</i> ou <i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Ablette & Rotengle
<i>Alasa sp.</i>	<i>Alasa alasa</i> ou <i>Alasa fallax</i>	-
<i>Ambloplites rupestris</i>	<i>Ambloplites rupestris</i>	Crapet de roche
<i>Ameiurus melas</i>	<i>Ameiurus melas</i>	Poisson-chat
<i>Ammodytidae</i>	<i>Ammodytes marinus</i> , <i>Ammodytes tabianus</i> ou <i>Hyperoplus lanceolatus</i>	-
<i>Anguilla anguilla</i>	<i>Anguilla anguilla</i>	Anguille européenne
<i>Aphanius fasciatus</i>	<i>Aphanius fasciatus</i>	Aphanius de Corse
<i>Aphia minuta</i>	<i>Aphia minuta</i>	-
<i>Argyrosomus regius</i>	<i>Argyrosomus regius</i>	Maigre commun
<i>Atherina boyeri</i>	<i>Atherina boyeri</i>	Athérine
<i>Babka gymnotrachelus</i>	<i>Babka gymnotrachelus</i>	-
<i>Barbatula sp.</i>	<i>Barbatula barbatula</i> ou <i>Barbatula quignardi</i>	-
<i>Barbus barbus</i>	<i>Barbus barbus</i>	Barbeau fluviatile
<i>Barbus meridionalis</i>	<i>Barbus meridionalis</i>	Barbeau méridional
<i>Belone belone</i>	<i>Belone belone</i>	-
<i>Callionymus lyra</i>	<i>Callionymus lyra</i>	-
<i>Carassius sp.</i>	<i>Carassius carassius</i> ou <i>Carassius gibelio</i>	-
<i>Chelon labrosus</i>	<i>Chelon labrosus</i>	Mulet lippu
<i>Cyprinidae - Complexe 1</i>	<i>Chondrostoma nasus</i> & <i>Parachondrostoma toxostoma</i> & <i>Telestes souffia</i>	Hotu & Toxostome & Blageon
<i>Ciliata mustela</i>	<i>Ciliata mustela</i>	-
<i>Clarias gariepinus</i>	<i>Clarias gariepinus</i>	-
<i>Clupea harengus</i>	<i>Clupea harengus</i>	-
<i>Cobitis bilineata</i>	<i>Cobitis bilineata</i>	Loche italienne
<i>Cobitis elongatoides</i>	<i>Cobitis elongatoides</i>	-
<i>Cobitis taenia</i>	<i>Cobitis taenia</i>	Loche de rivière
<i>Coregonus albula</i>	<i>Coregonus albula</i>	-
<i>Coregonus sp.</i>	<i>Coregonus lavaretus</i> ou <i>Coregonus oxyrinchus</i>	-
<i>Cottus sp.</i>	<i>Cottus aturi</i> , <i>Cottus duranii</i> , <i>Cottus gobio</i> , <i>Cottus hispaniolensis</i> , <i>Cottus perifretum</i> , <i>Cottus petiti</i> ou <i>Cottus rhenanus</i>	-
<i>Cyprinidae - Complexe 2</i>	<i>Ctenopharyngodon idella</i> & <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Amour blanc & Carpe argentée
<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpe commune

<i>Dicentrarchus labrax</i>	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Bar
<i>Dicentrarchus punctatus</i>	<i>Dicentrarchus punctatus</i>	Bar tacheté
<i>Entelurus aequoreus</i>	<i>Entelurus aequoreus</i>	-
<i>Esox lucius</i>	<i>Esox lucius</i>	Brochet
<i>Eutrigla gurnardus</i>	<i>Eutrigla gurnardus</i>	-
<i>Gambusia affinis</i>	<i>Gambusia affinis</i>	Gambusie
<i>Gambusia holbrooki</i>	<i>Gambusia holbrooki</i>	-
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Épinoche
<i>Gobio</i> sp.	<i>Gobio aiverniae</i> , <i>Gobio gobio</i> , <i>Gobio lazanoi</i> ou <i>Gobio occitaniae</i>	-
<i>Gobius niger</i>	<i>Gobius niger</i>	Gobie noir
<i>Gymnocephalus cernua</i>	<i>Gymnocephalus cernua</i>	Grémille
Pleuronectidae - Complexe 2	<i>Hippoglossoides platessoides</i> ou <i>Limanda limanda</i>	Balai & Limande
<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	-
<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	-
<i>Ictalurus punctatus</i>	<i>Ictalurus punctatus</i>	-
<i>Lampetra</i> sp.	<i>Lampetra fluviatilis</i> ou <i>Lampetra planeri</i>	-
<i>Lepomis gibbosus</i>	<i>Lepomis gibbosus</i>	Perche-soleil
<i>Leucaspis delineatus</i>	<i>Leucaspis delineatus</i>	Able de Heckel
<i>Leuciscus aspilus</i>	<i>Leuciscus aspilus</i>	Aspe
<i>Leuciscus burdigalensis</i>	<i>Leuciscus burdigalensis</i>	Vandoise rostrée
<i>Leuciscus</i> sp.	<i>Leuciscus idus</i> ou <i>Leuciscus leuciscus</i>	-
<i>Liza aurata</i>	<i>Liza aurata</i>	Mulet doré
<i>Liza ramada</i>	<i>Liza ramada</i>	Mulet porc
<i>Lota lota</i>	<i>Lota lota</i>	Lote
<i>Macropodus opercularis</i>	<i>Macropodus opercularis</i>	-
<i>Merlangius merlangus</i>	<i>Merlangius merlangus</i>	-
<i>Micropterus salmoides</i>	<i>Micropterus salmoides</i>	Achigan à grande bouche
<i>Microstomus kitt</i>	<i>Microstomus kitt</i>	-
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	-
<i>Misgurnus fossilis</i>	<i>Misgurnus fossilis</i>	Loche d'étang
<i>Mugil cephalus</i>	<i>Mugil cephalus</i>	Mulet cabot
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	-
<i>Neogobius fluviatilis</i>	<i>Neogobius fluviatilis</i>	Gobie fluviatile
<i>Neogobius kessleri</i>	<i>Neogobius kessleri</i>	Gobie de Kessler
<i>Neogobius melanostomus</i>	<i>Neogobius melanostomus</i>	Gobie à tâches noires
<i>Nerophis ophidion</i>	<i>Nerophis ophidion</i>	-
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Truite arc-en-ciel
<i>Oreochromis aureus</i>	<i>Oreochromis aureus</i>	-
<i>Oreochromis niloticus</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilapia du Nil
<i>Osmerus eperlanus</i>	<i>Osmerus eperlanus</i>	-
<i>Pachychilon pictum</i>	<i>Pachychilon pictum</i>	Épirine lippue
<i>Perca fluviatilis</i>	<i>Perca fluviatilis</i>	Perche
<i>Percottus glenii</i>	<i>Percottus glenii</i>	-
<i>Petromyzon marinus</i>	<i>Petromyzon marinus</i>	Grande lamproie
<i>Pholis gunnellus</i>	<i>Pholis gunnellus</i>	-
<i>Phoxinus</i> sp.	<i>Phoxinus bigerri</i> , <i>Phoxinus phoxinus</i> ou <i>Phoxinus septimaniae</i>	-

<i>Pimephales promelas</i>	<i>Pimephales promelas</i>	Tête de boule
Pleuronectidae - Complexe 1	<i>Platichthys flesus</i> ou <i>Pleuronectes platessa</i>	Flet d'Europe & Plie d'Europe
<i>Pomatoschistus</i> sp.	<i>Pomatoschistus microps</i> ou <i>Pomatoschistus minutus</i>	-
<i>Proterorhinus semilunaris</i>	<i>Proterorhinus semilunaris</i>	Gobie demi-lune
<i>Pseudorasbora parva</i>	<i>Pseudorasbora parva</i>	Pseudorasbora
<i>Pungitius pungitius</i>	<i>Pungitius pungitius</i>	Épinochette
<i>Rhodeus amarus</i>	<i>Rhodeus amarus</i>	Bouvière
<i>Romanogobio belingi</i>	<i>Romanogobio belingi</i>	-
<i>Rutilus rutilus</i>	<i>Rutilus rutilus</i>	Gardon
<i>Salaria fluviatilis</i>	<i>Salaria fluviatilis</i>	Blennie fluviatile
<i>Salmo salar</i>	<i>Salmo salar</i>	Saumon atlantique
<i>Salmo trutta</i>	<i>Salmo trutta</i>	Truite commune
<i>Salvelinus</i> sp.	<i>Salvelinus fontinalis</i> ou <i>Salvelinus alpinus</i>	-
<i>Salvelinus namaycush</i>	<i>Salvelinus namaycush</i>	Ombre du Canada
<i>Sander lucioperca</i>	<i>Sander lucioperca</i>	Sandre
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	-
<i>Scophthalmus maximus</i>	<i>Scophthalmus maximus</i>	-
<i>Scophthalmus rhombus</i>	<i>Scophthalmus rhombus</i>	-
<i>Silurus glanis</i>	<i>Silurus glanis</i>	Silure glane
<i>Solea solea</i>	<i>Solea solea</i>	Sole commune
<i>Squalius cephalus</i>	<i>Squalius cephalus</i>	Chevaine
<i>Squalius laietanus</i>	<i>Squalius laietanus</i>	Chevaine catalan
<i>Syngnathus acus</i>	<i>Syngnathus acus</i>	-
<i>Tanichthys albonubes</i>	<i>Tanichthys albonubes</i>	-
<i>Taurulus bubalis</i>	<i>Taurulus bubalis</i>	-
<i>Thymallus thymallus</i>	<i>Thymallus thymallus</i>	Ombre commun
<i>Tinca tinca</i>	<i>Tinca tinca</i>	Tanche
<i>Trachinus draco</i>	<i>Trachinus draco</i>	-
<i>Umbra pygmaea</i>	<i>Umbra pygmaea</i>	Umbre pygmée
<i>Zingel asper</i>	<i>Zingel asper</i>	Apron du Rhône
<i>Zoarces viviparus</i>	<i>Zoarces viviparus</i>	-

III. ANNEXE 4 : RESULTATS DES INVENTAIRES ODONATES

II. ANNEXE 5 : RESULTATS DES INVENTAIRES AMPHIBIENS ET OBSERVATIONS DE REPTILES

Bibliographie

- Deliry C. (coord.)**, 2008 – *Atlas illustré des libellules de la région Rhône-Alpes*. Dir du Groupe *Sympetrum* et Muséum d'Histoire Naturelle de Grenoble, éd. Biotope, Mèze (Collection parthénope), 408 p.
- Boudot J.P., Doucet G., Grand D.**, 2019 – *Cahier d'identification des Libellules de France, Belgique, Luxembourg et Suisse* – deuxième édition. Biotope, Mèze (Collection Cahier d'identification), 152 p.
- Dijkstra K.-D.B.**, 2015 – *Guide des Libellules de France et d'Europe*, éd. Delachaux et Niestlé, 320 p.
- Speybroeck J., Beuckema W., Bok B., Van Der Voort J.** – 2018 – *Guide delachaux des Amphibiens et Reptiles de France et d'Europe*, éd. Delachaux et Niestlé, 432 p.
- BARDAT J., BIORET F., BOTINEAU M., BOULLET V., DELPECH R., GEHU J.-M., HAURY J., LACOSTE A., RAMEAU J.-C., ROYER J.-M., ROUX G., TOUFFET J.**, 2004. Prodrôme des végétations de France. Publications scientifiques du MNHN, Paris, 171 p. (Patrimoines naturels, 61) ;
- BISSARDON M. et GUIBAL L.**, 1997. CORINE Biotopes - Types d'habitats français. ENGREF, 217 p ;
- COLLECTIF**, 2001-2005. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Éd. La Documentation française, Paris, 6 tomes ;
- COMMISSION EUROPEENNE**, 2003. Interpretation Manual of European Union Habitats. Version EUR 25. Commission européenne, DG Environnement, 127 p ;
- Conservatoires botaniques nationaux alpin et du Massif central** (2015). Liste rouge de la flore vasculaire de Rhône Alpes. 52 pages.
- LAMBINON J., DELVOSALLE L., DUVIGNEAUD J.** - 2004 - Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines -Cinquième édition - Jardin botanique national de Belgique, 1167 pages ;
- MIKOLAJCZAK, A.**, 10/2014. Axe 2 : Connaissance de la végétation : caractérisation, distribution, évaluation. CPO 2008-2010. Région Rhône-Alpes. Tranche finale 2010. Annexe 1 : Synopsis phytosociologique des habitats naturels et semi-naturels du territoire d'agrément CBNA (version actualisée 2014). Annexe 2 : Fiches descriptives des habitats naturels et semi naturels du territoire d'agrément du CBNA (version actualisée 2014). Annexe 3 : Pré-liste rouge des habitats naturels et semi-naturels de l'Est Rhône-Alpes (01, 26, 38, 73, 74), Conservatoire botanique national alpin Rapport d'étude, Région Rhône-Alpes, 4 vol.,29p.,44p.,580p.,13p.
- PAULIN D., VILLARET, J.-C., SANZ T., ISENMANN M.**, 2020. Catalogue des végétations de la Vanoise. Classification physionomique et phytosociologique avec clés de détermination. Conservatoire botanique national alpin, Parc national de la Vanoise. Gap, Chambéry. 432 p.
- SANZ T.** 2018 Catalogue des végétations de l'Isère. Classification physionomique et phytosociologique avec clés de détermination
- TISON J.-M. & DE FOUCAUT B.**, 2014 - Flora gallica. Flore de France. Biotope, Mèze, 1196 pages ;