



Etude des Lacs de Montagne Alsaciens (ELMA)

Fédérer et innover au service des milieux aquatiques

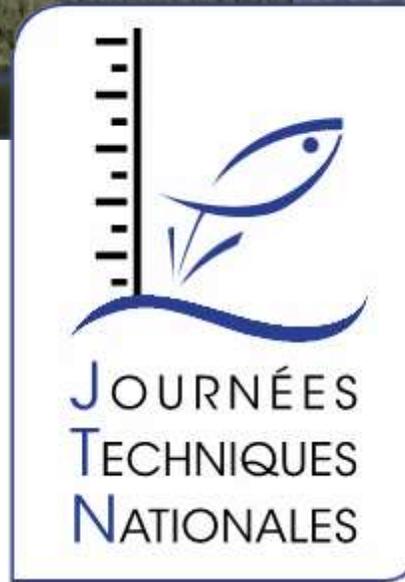


Fédération
du Haut-Rhin
pour la pêche et la protection
du milieu aquatique



Tristan BRIAND – Chargé de projet ELMA
Ywen NAMOKEL – Responsable technique
Marion VINCENT – Chargée de communication UBRM





Etude des Lacs de Montagne Alsaciens (ELMA)

Fédérer et innover au service des milieux aquatiques

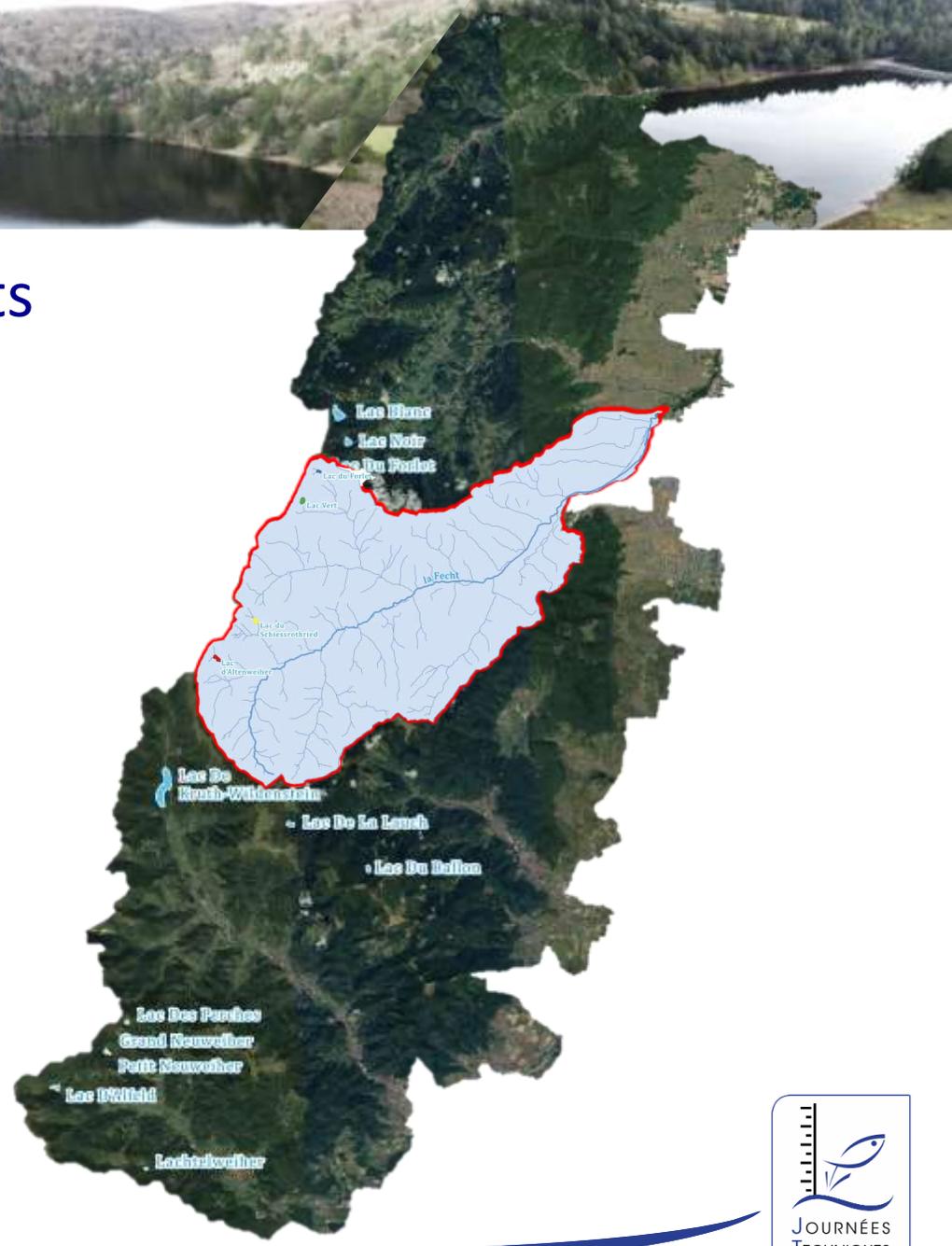
Tristan BRIAND – Chargé de projet ELMA
Ywen NAMOKEL – Responsable technique
Marion VINCENT – Chargée de communication UBRM





0 ELMA – Genèse du projet à partir de constats

- Un lac est dit « **de montagne** » lorsqu’il est situé à plus de **700 m** (76/401/CEE)
- **Altitude** confère des caractéristiques et des enjeux spécifiques (entre **900 et 1100 m**)
- **14** lacs de montagne présent sur le territoire haut-rhinois soit un total de **186 ha** de plan d’eau



0 ELMA – Genèse du projet à partir de constats

- Un lac est dit « **de montagne** » lorsqu'il est situé à plus de **700 m** (76/401/CEE)
- **Altitude** confère des caractéristiques et des enjeux spécifiques (entre **900 et 1100 m**)
- **14** lacs de montagne présent sur le territoire haut-rhinois soit un total de **186 ha** de plan d'eau

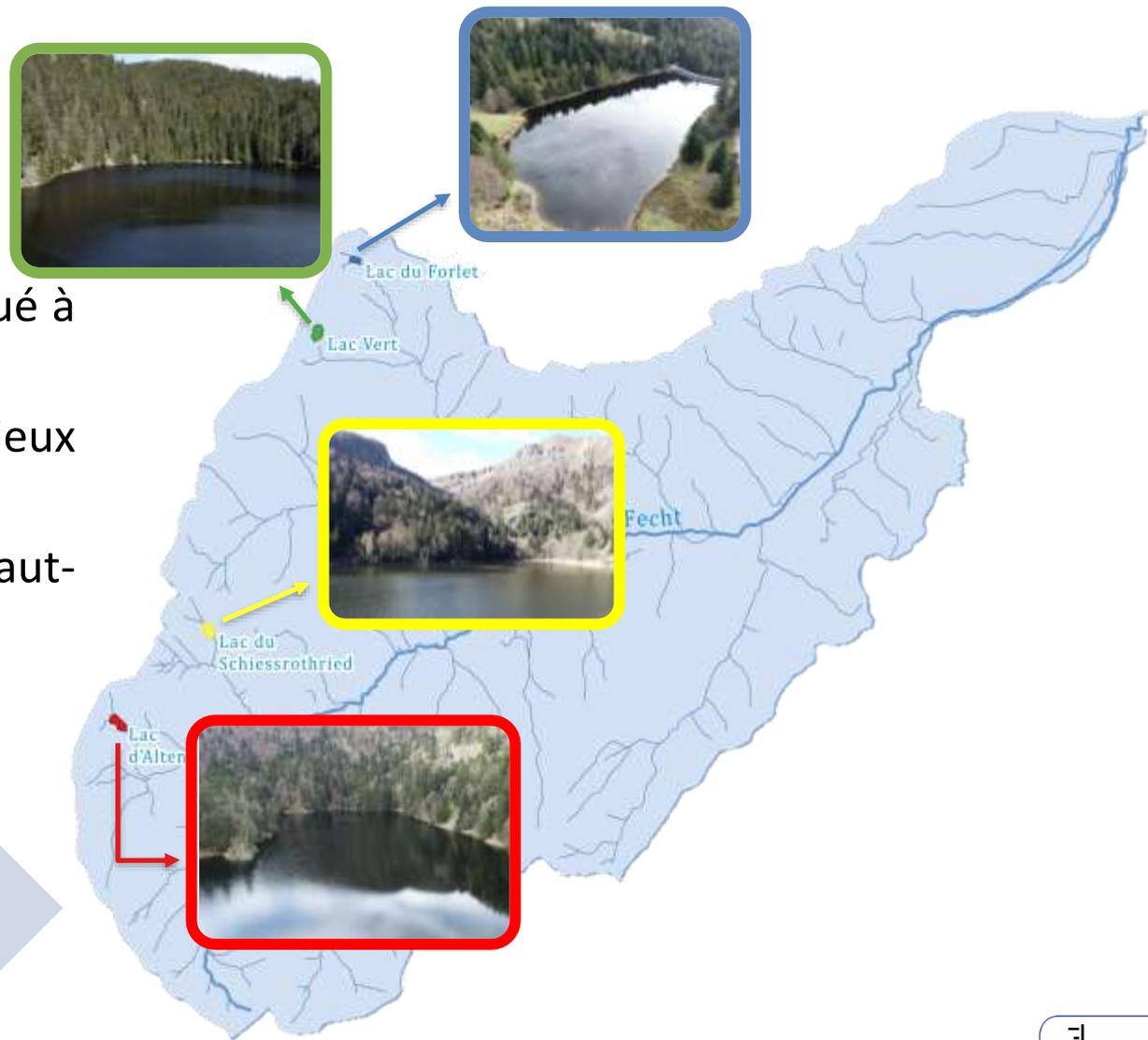
Mars 2024

Début de l'étude

Stade actuel

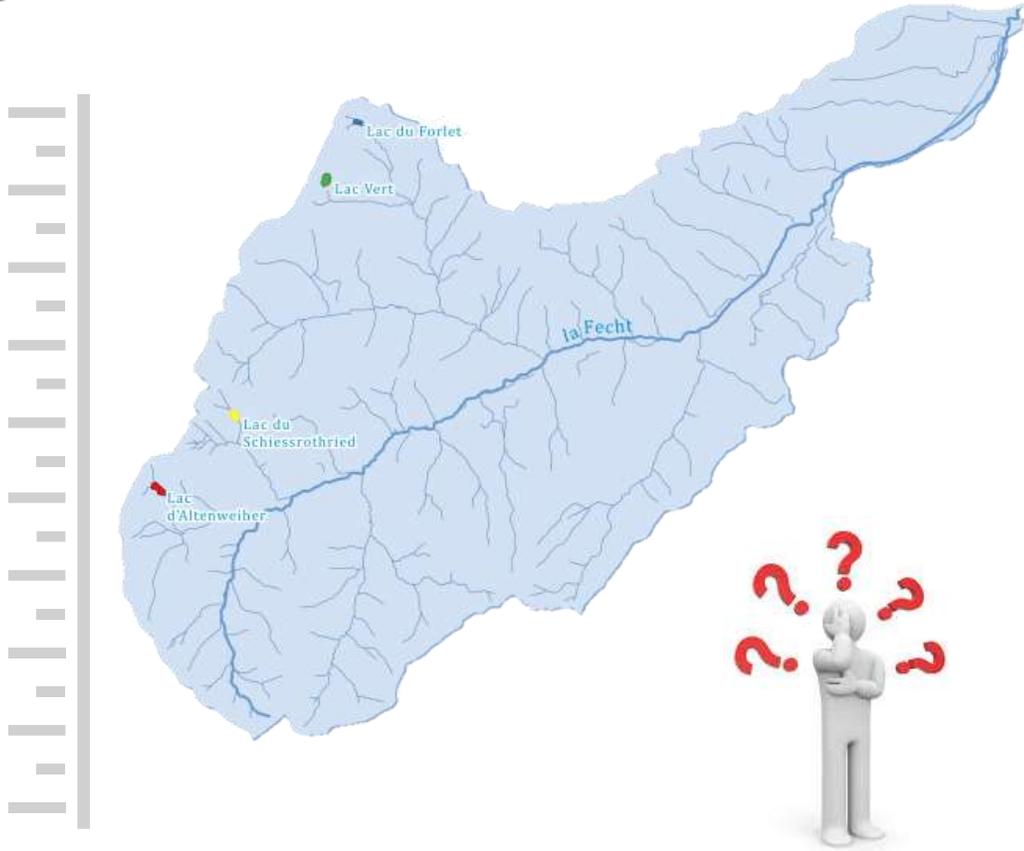
Fin 2025

Fin de la 1^{ère} phase





0 ELMA – Genèse du projet à partir de constats



- ◆ Informations **lacunaires** ou inexistantes sur les lacs de montagne du Haut-Rhin (compartiment faune/flore aquatique et plus particulièrement ichtyofaune)
- ◆ Inter-relations écosystémiques **méconnues**
- ◆ **Gestion hydraulique qui interpelle...**
- ◆ Répondre à des sollicitations/demandes de certains partenaires (AAPPMA, santé publique, usagers)
- ◆ **Réservoir de biodiversité** ou **zone artificielle dégradée?**
- ◆ Etablir des propositions d'actions concrètes découlant de l'étude (gestion & travaux)



0 ELMA – Genèse du projet à partir de constats



Opportunité générée par 3 ans de travail d'émergence et de sensibilisation des acteurs

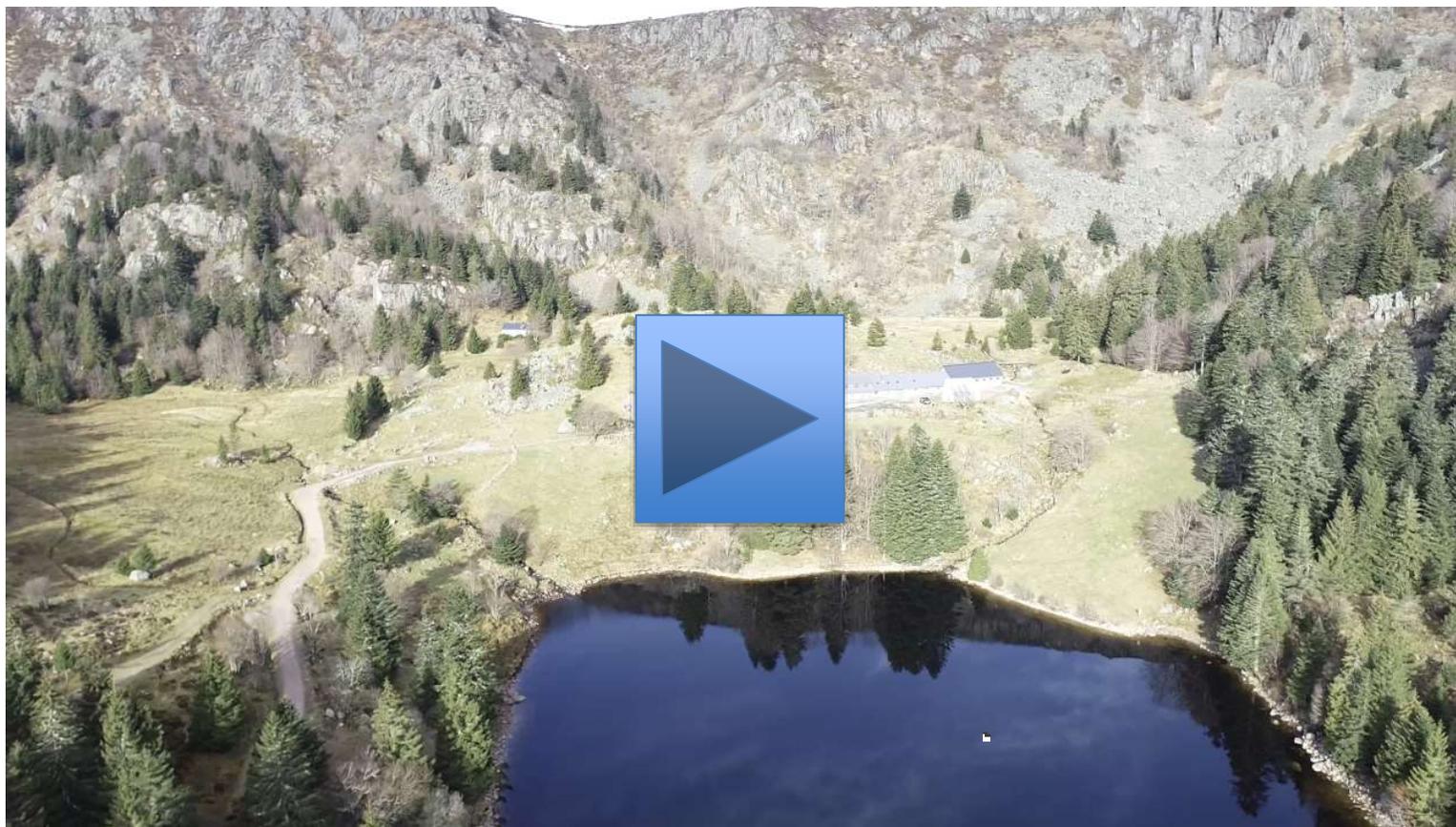
Projet appuyé par l'Agence de l'Eau Rhin Meuse et la Collectivité européenne d'Alsace - financement 100%



Fédérer pour innover ou *innover pour fédérer* ?

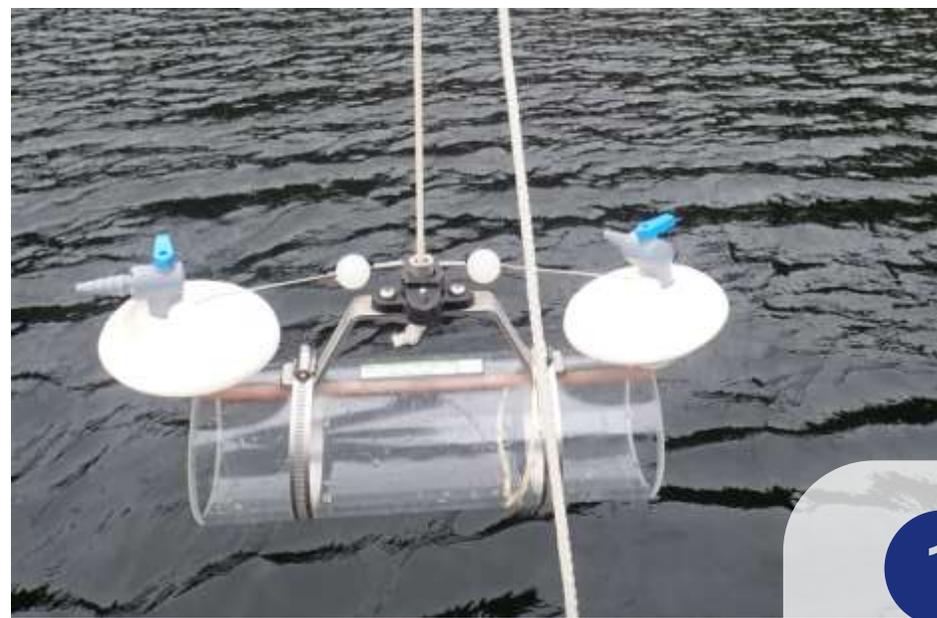


0 ELMA – Genèse du projet à partir de constats



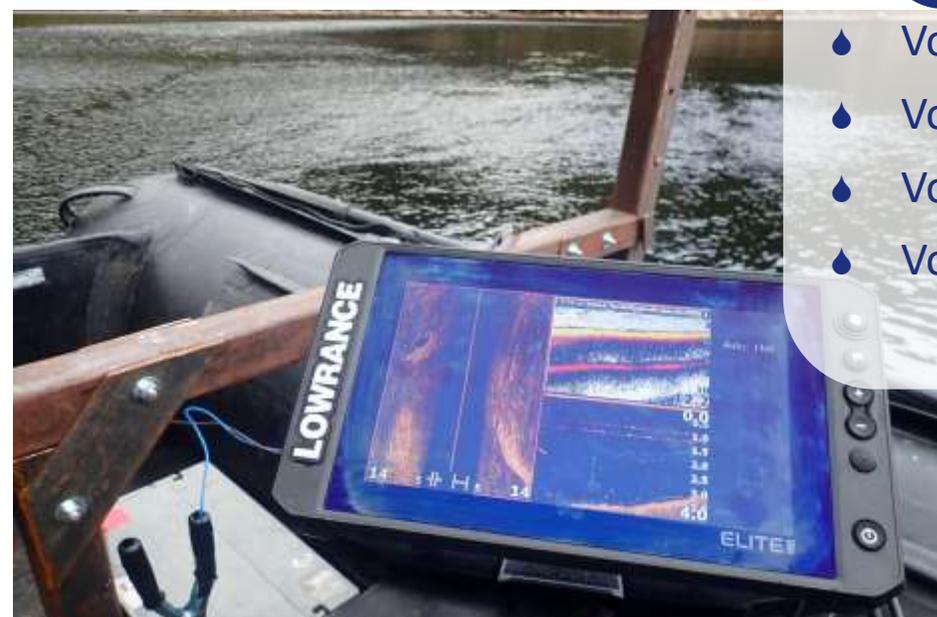
[_FD68_Video_JTN_finale.mp4](#)





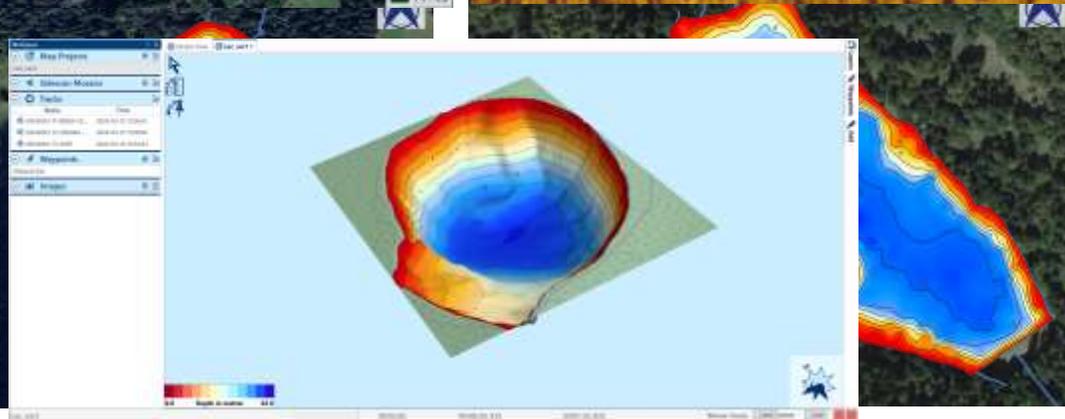
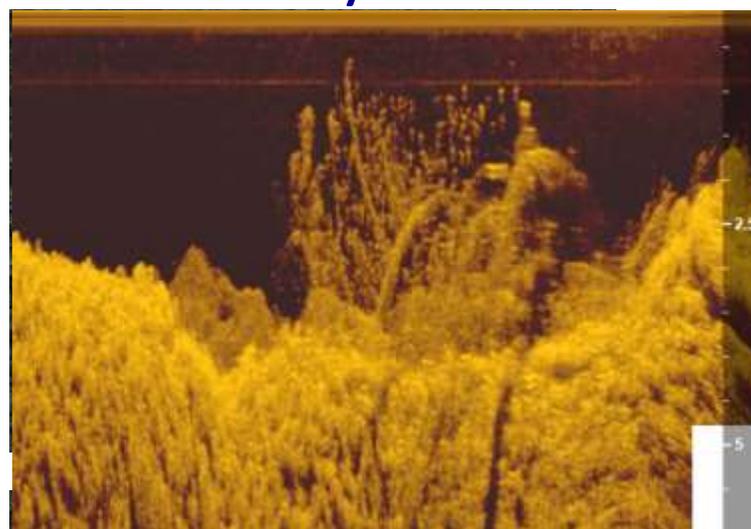
1 Approche physique

- ◆ Volet bathymétrie
- ◆ Volet qualité d'eau
- ◆ Volet thermie
- ◆ Volet analyse système





Approche physique – volet bathymétrie



Lac Vert

Lac d'Altenweiher

- 1^{er} protocole mis en place
- **Élément structurant** pour la suite de l'étude
- **Planification** des autres protocoles à partir des résultats
- Autres applications :
 - Analyse de la couche sédimentaire
 - Etude des habitats benthiques
 - Projection 3D

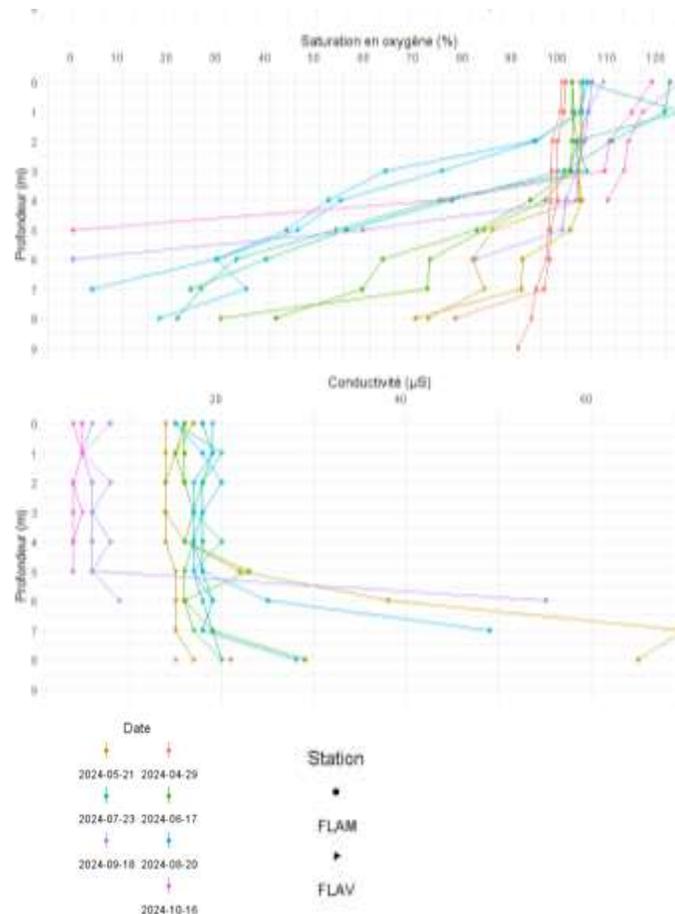
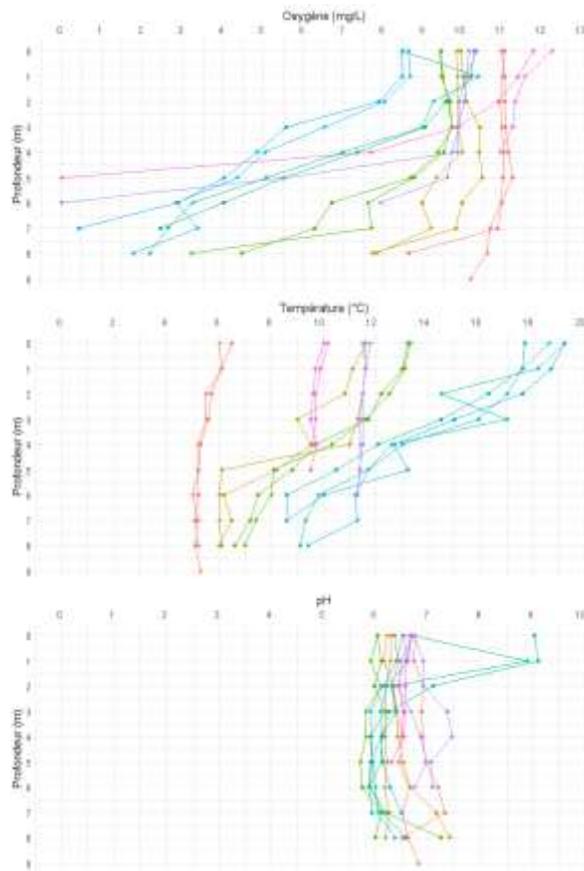
Approche physique – volet qualité des eaux (cas du lac du Forlet)

Date	21/05/2024	23/07/2024	16/10/2024
Disque de Secchi	3	0,5	2,5
Chlorophylle a	5	90	3
DBO5	1,2	6	2,1
COT	3	6,7	3,3
COD	0	3,2	3,3
Phosphore_total	0,018	0,293	0,02
Orthophosphate	0,001	0,04	0,001
Phosphore_organique	0,017	0,253	0,019
Azote Kjeldahl	1,1	2,1	0,01
Nitrate	0,01	0,01	0,79
Nitrite	0,001	0,01	0,03
Ammonium	0,01	0,18	0,24
Silice	0,519	1,52	1,92
Silicate	0,66	1,93	2,44
Calcium	1,6	1,6	1,9
Magnésium	0,5	0,4	0,5
Potassium	0,3	0,3	0,3
Manganèse	0,05	25,7	30,9
Fer	13,7	115	71
Aluminium	23,5	41,4	32,8
Chlorure	1,3	1,2	1,3
Sulfate	1,8	1,6	1,6

- Station de mesure en **amont** et en **aval**
- Prélèvements pour **analyse interne**
- Deux stations de **prélèvement intégré**
- **Analyse saisonnière** plus exhaustive + une analyse **type DCE**
- **Station aval** → réseau de connaissance de la qualité des cours d'eau du PNRBV



Approche physique – volet qualité des eaux (cas du lac du Forlet)



Etat de santé du lac et de ses affluents

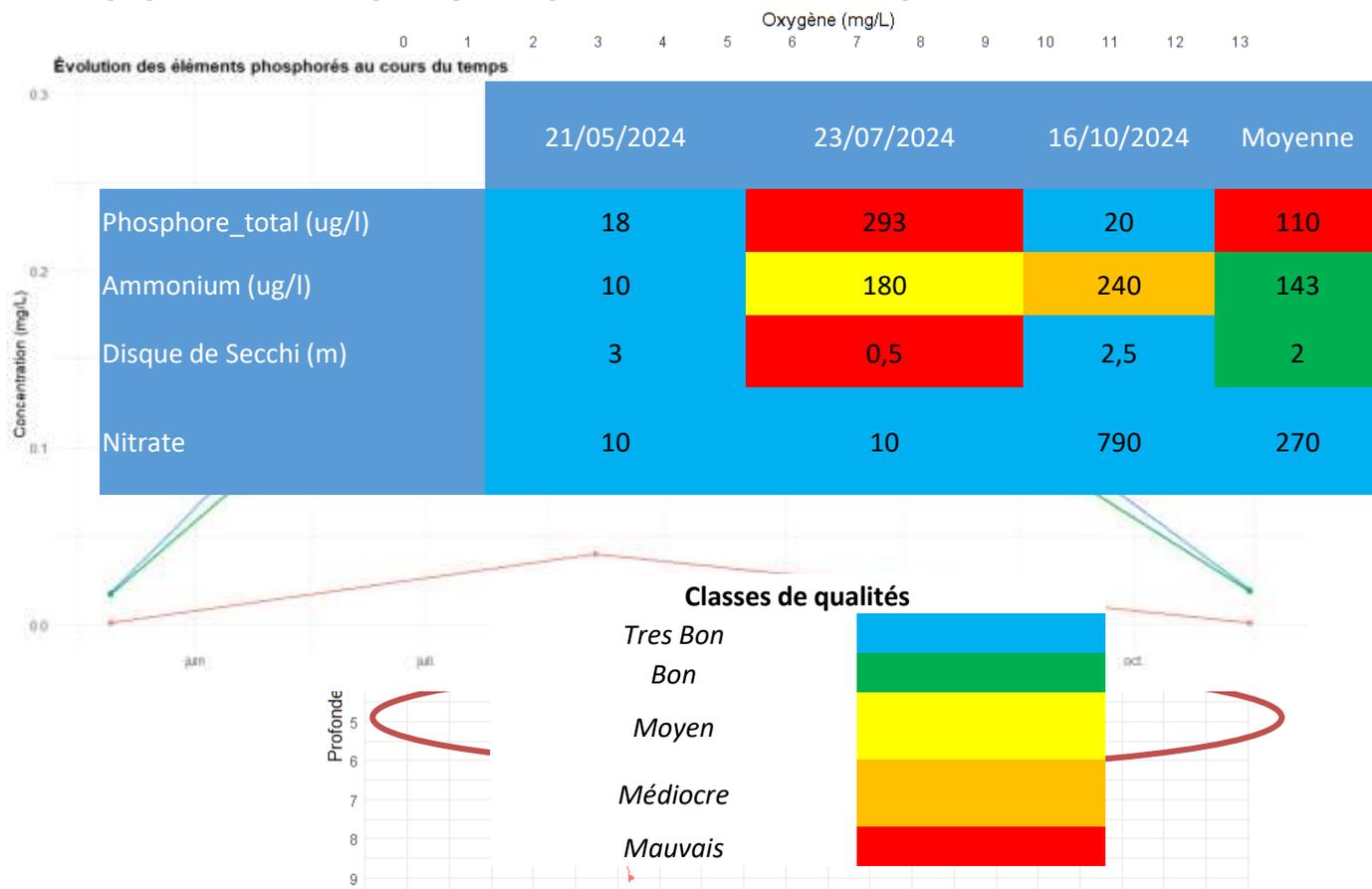
➔ **Evolution** des paramètres au cours du temps

↪ Stratification du lac, brassage, thermocline, etc.

➔ **Evolution** des paramètres saisonniers

↪ En cours d'acquisition

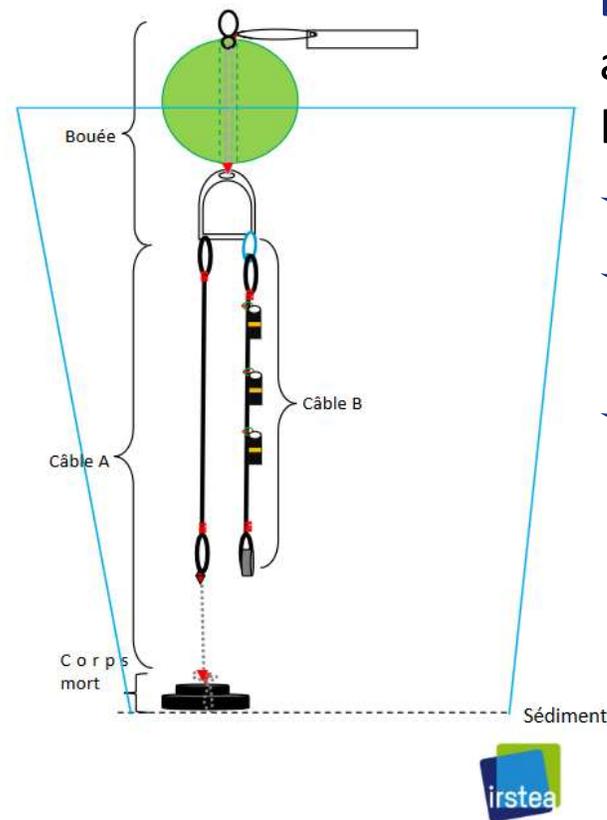
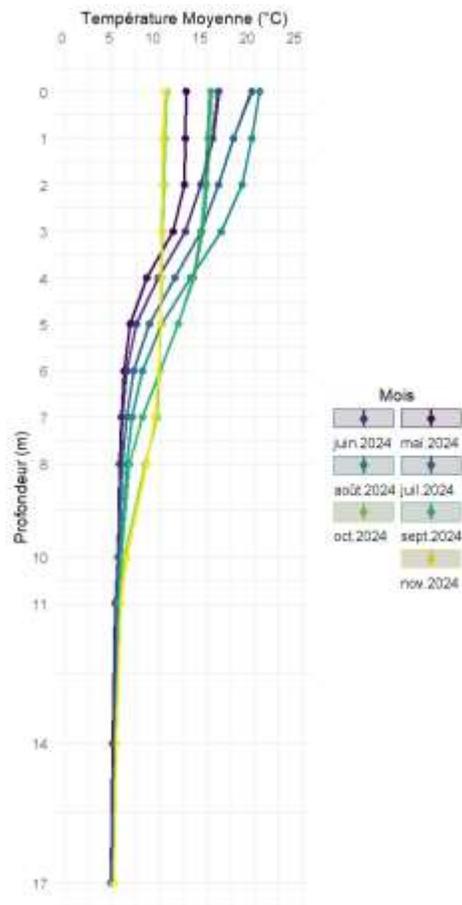
Approche physique – volet qualité des eaux (cas du lac du Forlet)



Etat de santé du lac et de ses affluents

- ➔ **Evolution** des paramètres au cours du temps
 - ➔ Stratification du lac, brassage, thermocline, etc.
- ➔ **Evolution** des paramètres saisonniers
 - ➔ En cours d'acquisition
- ➔ Premier calcul **d'indice de qualité d'eau** (ex : OCDE)

Approche physique – volet thermie (cas du lac Vert)



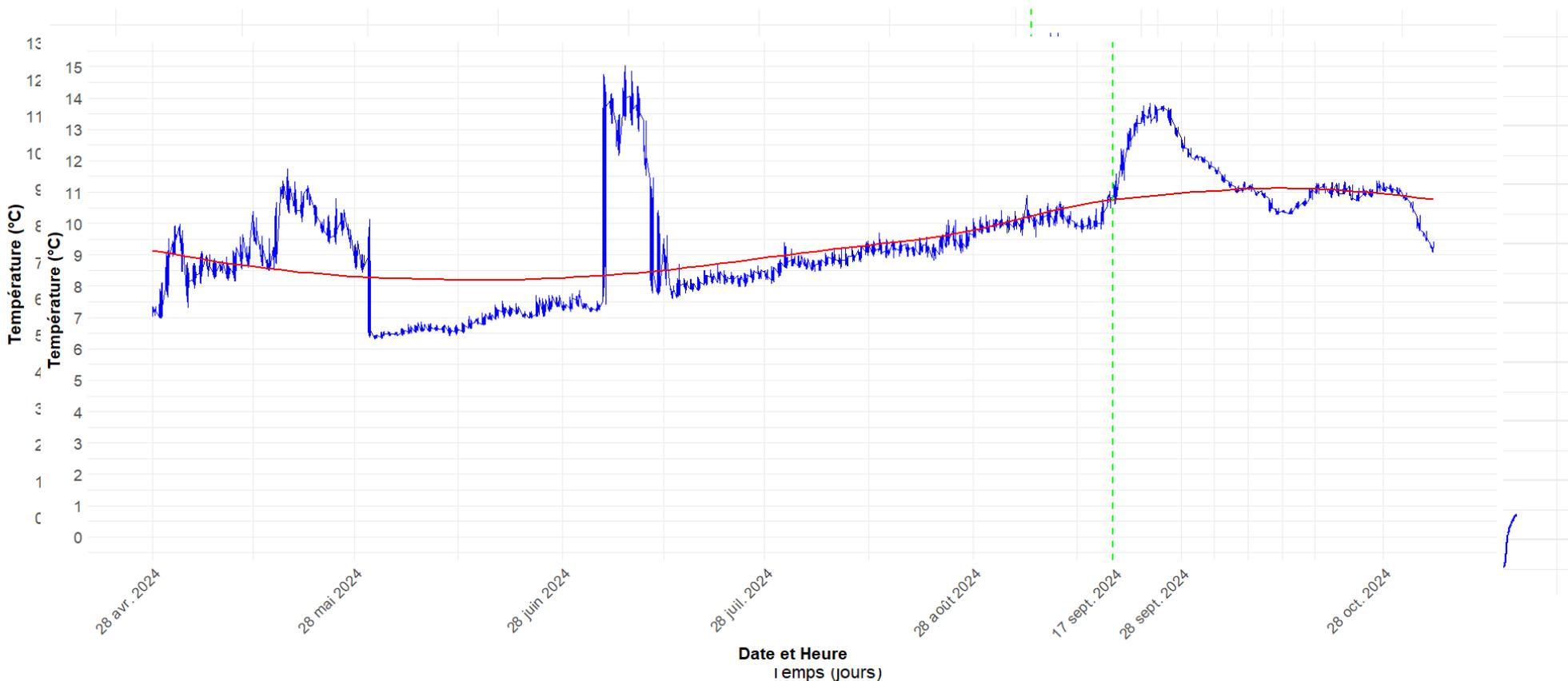
Dispositif de sondes thermiques sur les affluents et sur un mouillage (protocole INRAE)

- ➔ Mesure en **continue** de la température
- ➔ Température à **chaque mètre** avec le mouillage
- ➔ **Amélioration du dispositif** pour étendre les champs du suivi





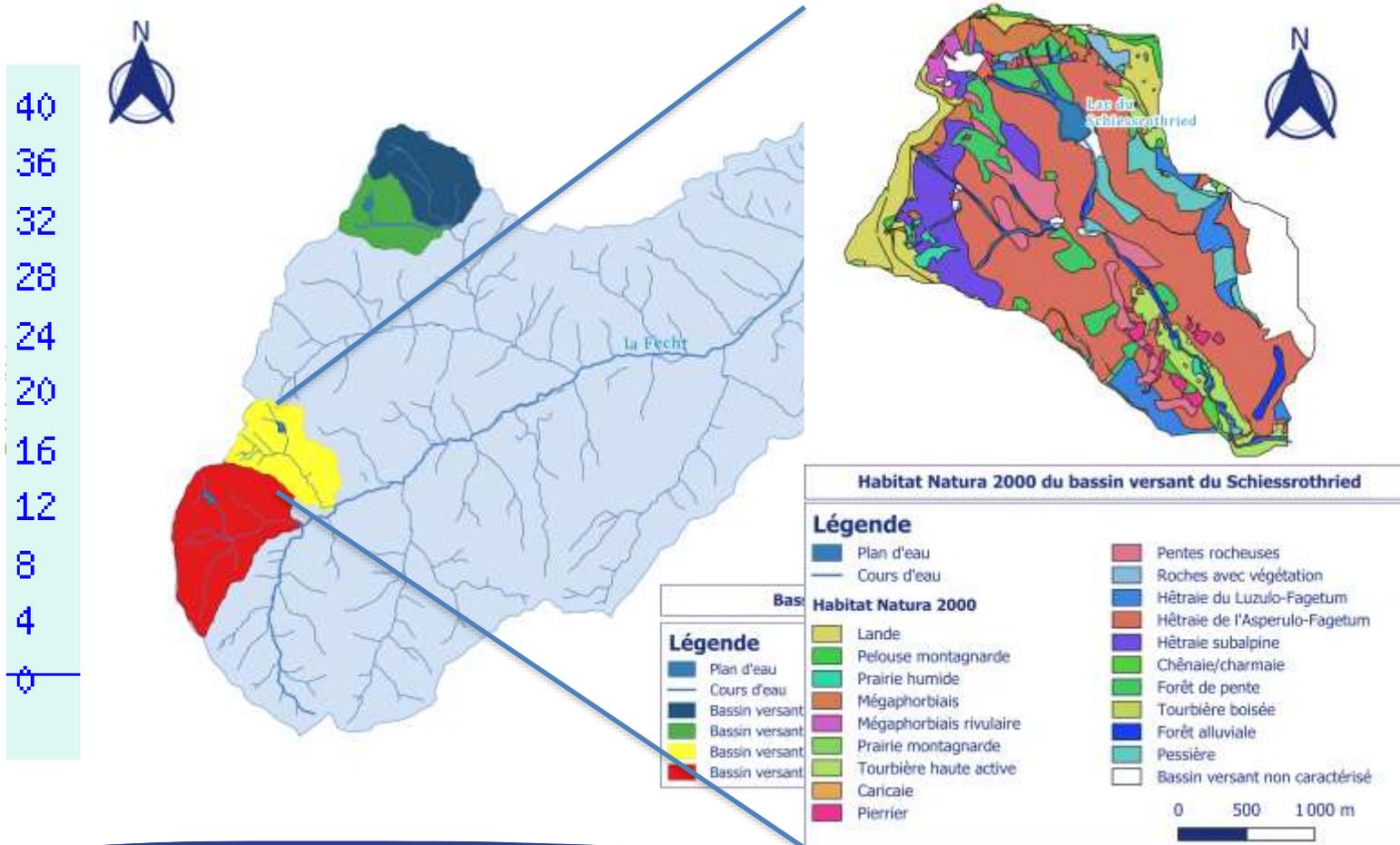
Approche physique – volet thermie



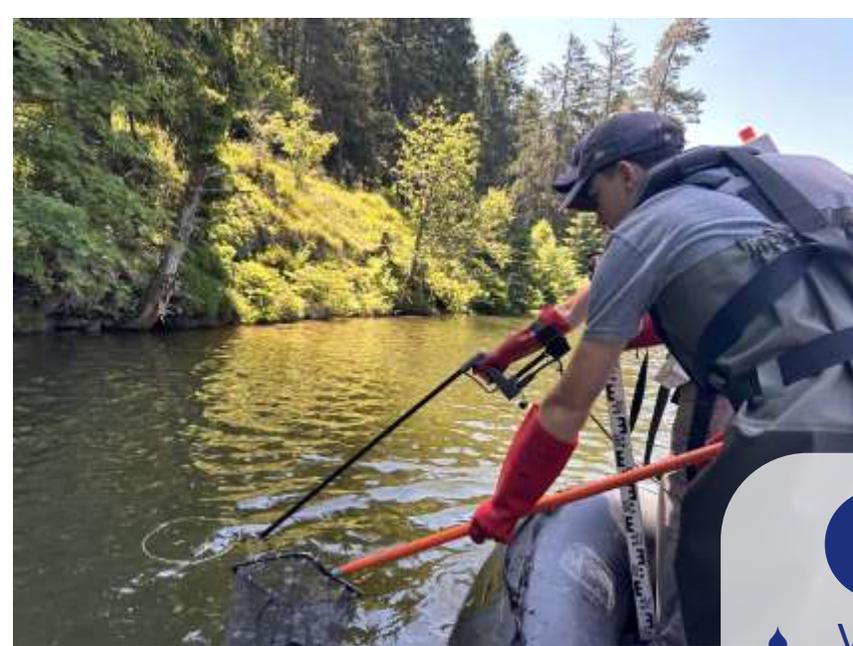
- ➔ Evolution de la température à θ mètres
- ➔ Abaissement du niveau de l'Altenweiher de plusieurs mètres en peu de temps



Approche physique – volet analyse système



- ◆ Suivi mensuel du **débit** des principaux affluents
- ◆ Estimation des **précipitations** sur chaque bassin versant
- ◆ Analyse de la **géologie** et de la **diversité des habitats**



2 Approche biologique

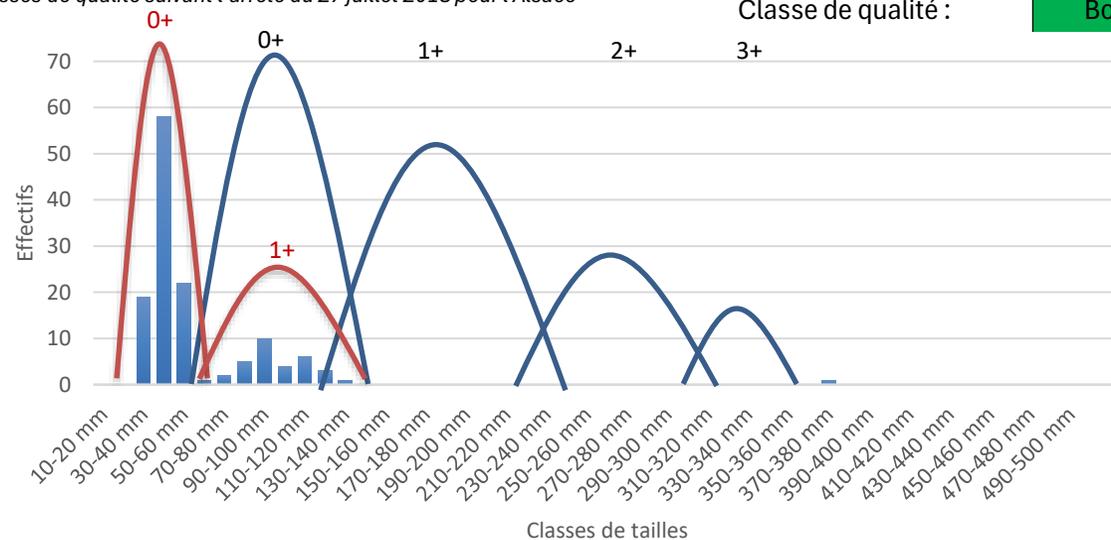
- ◆ Volet piscicole
- ◆ Volet ADNe
- ◆ Volet phytoplancton et cyanobactéries
- ◆ Volet macro-invertébrés
- ◆ Volet inventaires faunistiques et floristiques





Approche biologique – volet piscicole (cas du lac du Schiessrothried)

Résultats globaux			
Effectifs totaux :	132	Densité par hectares :	8000
Richesse spécifique :	1	Densité par 100m ² :	80
Diversité (Shannon) :	0,0	Biomasse par hectares :	40 667
Equitabilité (Pielou) :	0,0	Biomasse par 100m ² :	407
Taxon majoritaire (%) :	TRF	Taxon minoritaire (%) :	TRF
IPR		IPR+	
Valeur de l'IPR :	10,54	EQR indice :	0,78
Classe de qualité :	Bon	EQR indice eq. type :	0,14
*classes de qualité suivant l'arrêté du 27 juillet 2018 pour l'Alsace		Classe de qualité :	Bon



- ◆ **Pêches d'inventaire** sur les **affluents** et sur les **berges** du lac
 - Très grande variabilité des densités
- ◆ **Cas de l'amont du Schiessrothried :**
 - Valeur de l'IPR (19) et IPR+ (0,78) bonne
 - Aucune pathologie observée
 - Densité de poissons très élevée (8000 poissons/ha)
 - Décalage des classes de taille car réalisé en début de saison + milieu rude et oligotrophe



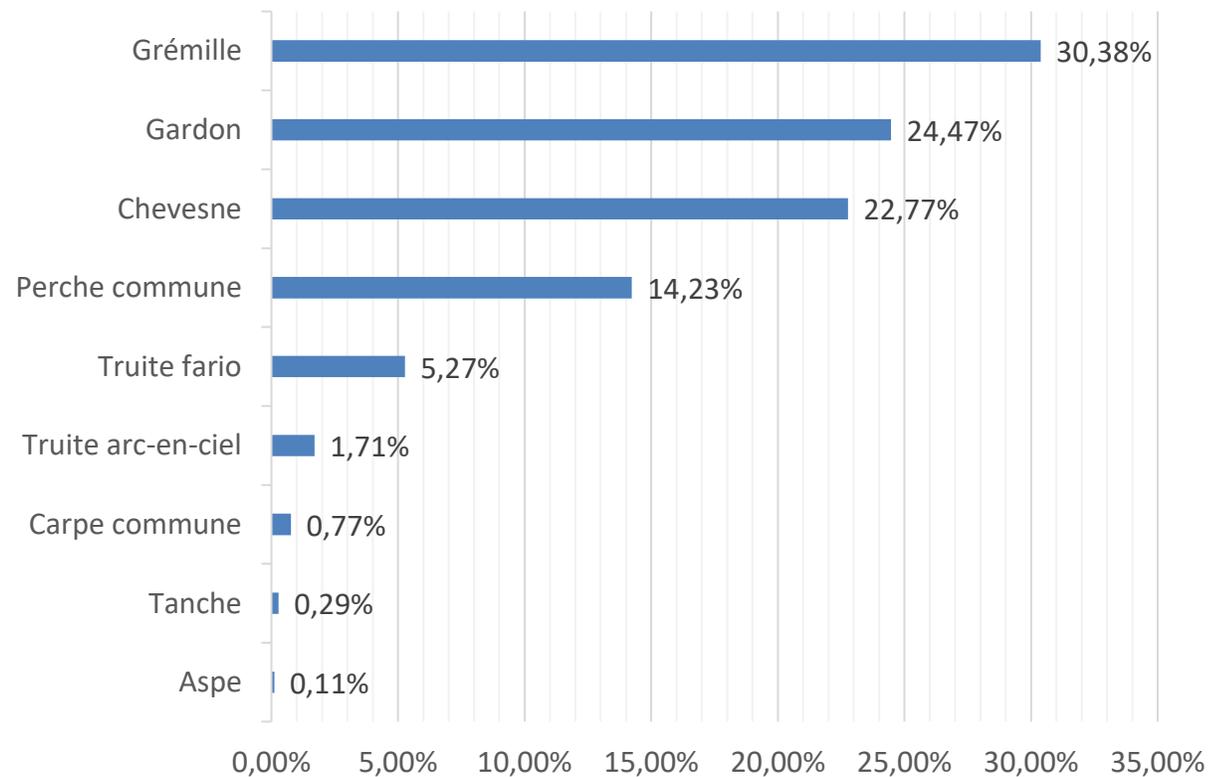
Approche biologique – volet ADNe (cas du lac d'Altenweiher)

			Lac d'Altenweiher					
			Berge SPY2402159			Pélagique SPY2402158		
Nom scientifique	Nom vernaculaire	Base de référence	Nombre de répliquats positifs (/12)	Nombre de séquences ADN	%	Nombre de répliquats positifs (/12)	Nombre de séquences ADN	%
<i>Alburnus alburnus</i>	Ablette	SPYGEN		*				
<i>Aspius aspius</i>	Aspe	SPYGEN	2	293	0,08%	2	360	0,11%
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpe commune	SPYGEN	10	1 963	0,56%	11	2 485	0,77%
<i>Gobio sp.</i>	Goujon	SPYGEN	5	1 894	0,54%			
<i>Gymnocephalus cernua</i>	Grémille	SPYGEN	12	87 054	24,64%	11	97 549	30,38%
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Truite arc-en-ciel	SPYGEN	12	6 548	1,85%	9	5 485	1,71%
<i>Perca fluviatilis</i>	Perche commune	SPYGEN	12	50 344	14,25%	11	45 700	14,23%
<i>Rutilus rutilus</i>	Gardon	SPYGEN	12	83 148	23,53%	11	78 566	24,47%
<i>Salmo trutta</i>	Truite fario	SPYGEN	12	14 017	3,97%	10	16 936	5,27%
<i>Squalius cephalus</i>	Chevesne	SPYGEN	12	105 987	30,00%	11	73 102	22,77%
<i>Tinca tinca</i>	Tanche	SPYGEN	10	2 061	0,58%	5	919	0,29%

- Prélèvement **ADNe** en **berge** (poissons + amphibiens) et **pélagique** (poissons)
- Protocole présentant certaines **limites** = **critique sur certains résultats**



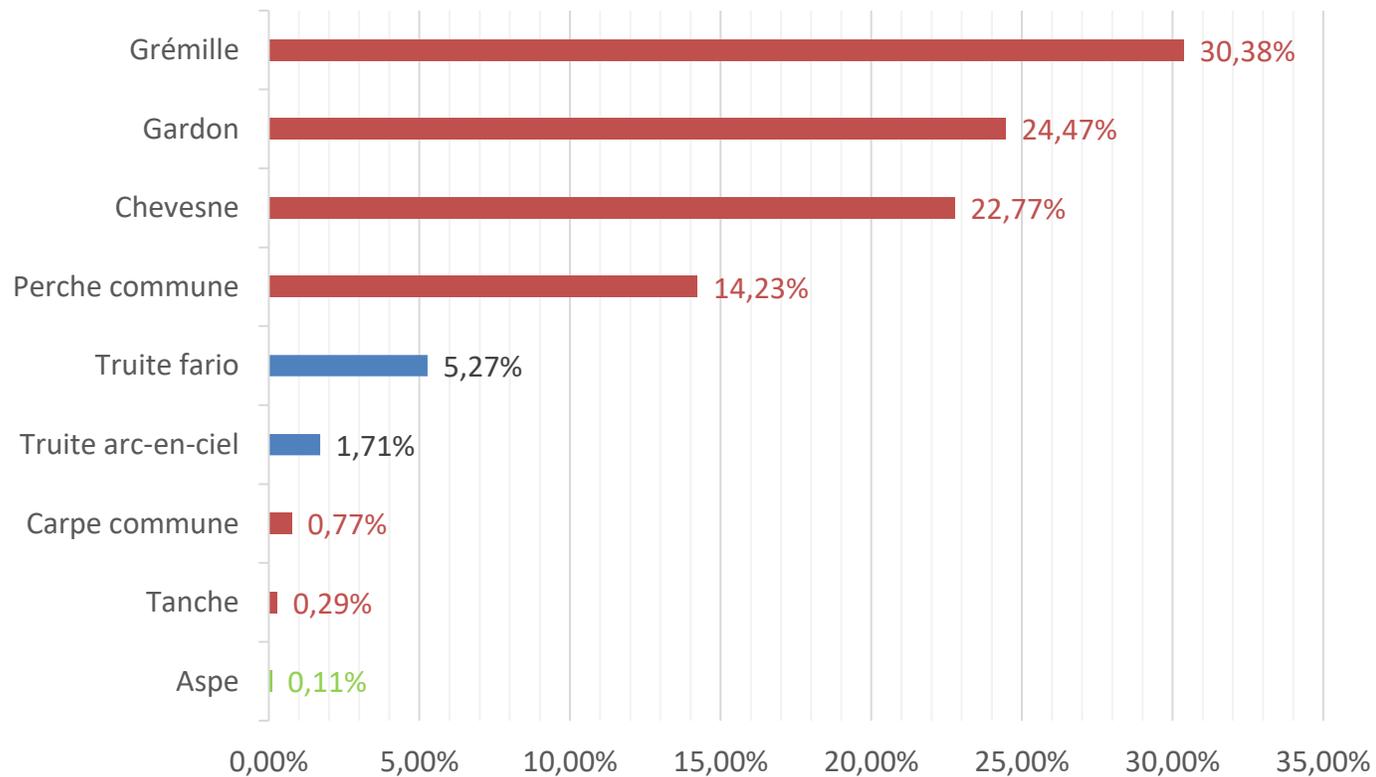
Approche biologique – volet ADNe (cas du lac d'Altenweiher)



- Prélèvement **ADNe** en **berge** (poissons + amphibiens) et **pélagique** (poissons)
- Protocole présentant certaines **limites** = **critique sur certains résultats**
- Lac de **1^{ère} catégorie** avec un **peuplement de 2^{ème} catégorie**
- Présence de **2 espèces fouisseuses**



Approche biologique – volet ADNe (cas du lac d'Altenweiher)



- Prélèvement **ADNe** en **berge** (poissons + amphibiens) et **pélagique** (poissons)
- Protocole présentant certaines **limites** = **critique sur certains résultats**
- Lac de **1^{ère} catégorie** avec un **peuplement de 2^{ème} catégorie**
- Présence de **2 espèces fouisseuses**

Approche biologique – volet phytoplancton



Lac	Chl-a (µg/L)	MBA (Classe)	MCS (Classe)	IPLAC (Classe)	Qualité selon IPLAC	Observations
Altenweiher	23,3	0,143 (Mauvais)	0,710 (Bon)	0,540 (Moyen)	Moyenne	Impact négatif probable du niveau d'eau bas en automne ; biomasse faible, mais qualité altérée en été et automne.
Forlet	8	0,565 (Moyen)	0,676 (Bon)	0,643 (Bon)	Bonne	Prolifération estivale de cyanobactéries toxigènes ; surestimation possible de la qualité en raison des faibles biovolumes contributifs.
Schiessrothried	8	0,635 (Bon)	0,831 (Très bon)	0,772 (Bon)	Bonne	Population dominée par diatomées en hiver/printemps ; poussée estivale de cyanobactéries, mais pas au-delà des seuils sanitaires.
Vert	32,7	-0,024 (Mauvais)	NA	NA	Non calculable	Problèmes liés au faible nombre de taxons indicateurs ; prolifération estivale de cyanobactéries toxigènes avec biovolumes dépassant les seuils sanitaires.

IPLAC - indice phytoplancton lacustre

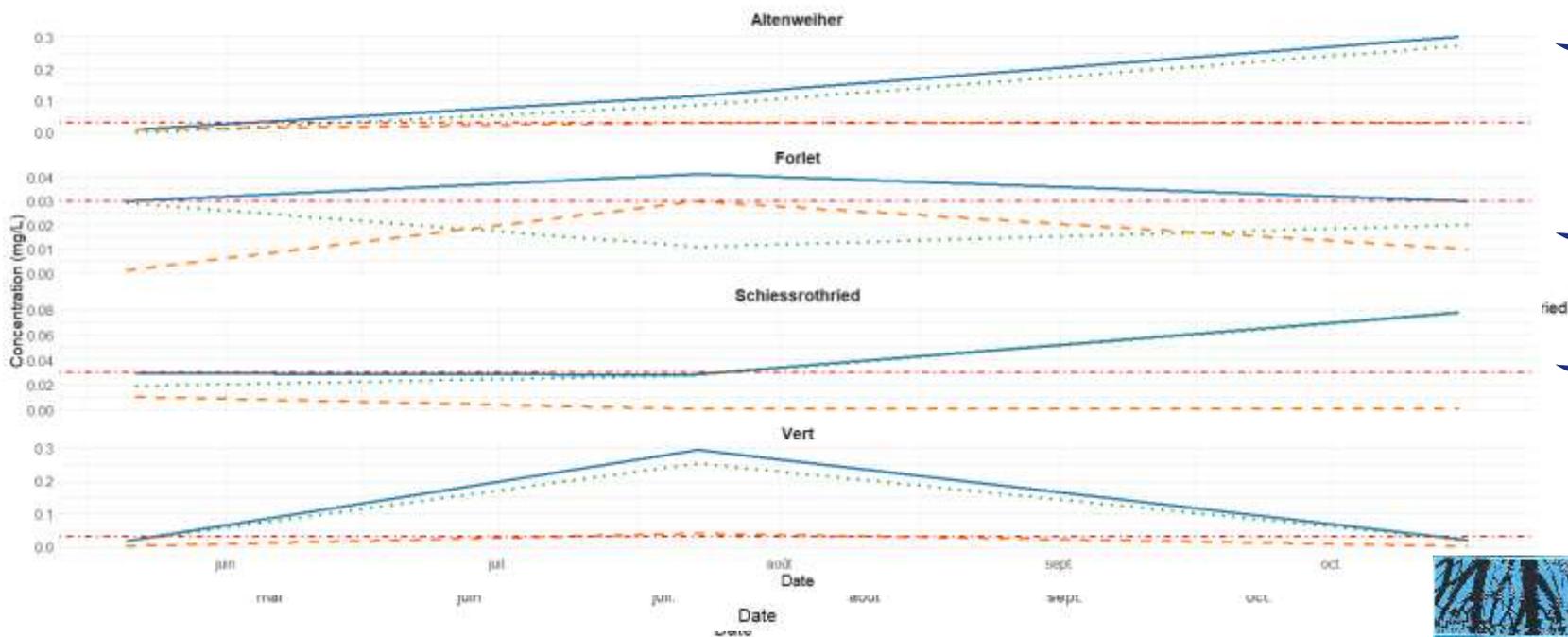
- **Peuplement spécifique** sur chaque lac
- Impact de **l'abaissement** de l'Altenweiher sur les résultats
- Prolifération estivale de **cyanobactéries** sur l'ensemble des lacs
- **Faible nombre de taxon** sur le lac Vert rendant impossible le calcul de l'IPLAC

Approche biologique – volet cyanobactéries

Évolution du biovolume des cyanobactéries au cours du temps

Évolution des phosphores pour les différents lacs

Type de Phosphore — Orthophosphate — Phosphore Organique — Phosphore Total



Suivi spécifique mensuel

- Principalement cyanobactéries de **nature toxique**
- Seuil **20 000 cellules/ml** dépassé sur les 4 lacs durant la **période estivale**
- Corrélation avec résultats **physico-chimiques**
- Faible concentration en P mais **impact important** (Seuil critique autour de 20 à 30 µg/l, Fastner et al. 2016)



Approche biologique – volet cyanobactéries



- ◆ **Fréquentation importante** de la Vallée de Munster (Impact de la randonnée sur les lacs de montagne, *Senetra et al. 2020*)
- ◆ **Activité pastorale** présente sur de nombreux bassins versants
- ◆ **Gestion halieutique** à revoir

Approche biologique – volet cyanobactéries



Charge en nutriments pourrait être déjà présente lors de l'implantation des lacs

- **Carottage des lacs** permettrait de retracer l'état trophique
- **Technique déjà utilisée** dans de nombreux lacs de montagne et a prouvé son efficacité

Approche biologique – volet inventaires faunistiques et floristiques

Espèces		Forlet	Vert	Schiessrothried	Altenweiher
Amphibiens	Crapaud commun	x	x	x	x
	Grenouille rousse	x	x	x	x
	Triton alpestre	-	-	x	x
	Triton palmé	x	-	x	x
	Alyte	-	x	x	-
	Salamandre tachetée	-	-	-	-
Reptiles	Couleuvre helvétique	x	x	x	x
	Coronelle lisse	-	-	x	-
	Orvet fragile	x	-	x	x
	Lézard des souches	-	-	x	-
	Lézard vivipare	x	x	x	x
Lézard des murailles	-	-	x	-	
RS avant 2024	6	2	8	3	
RS 2024	6	5	9	6	
RS totale	6	5	11	7	

BUFO

Lacs	Aqua-tiques	Bâti	Ouverts ou semi-ouverts	Forestiers	Rupestres	Total
Forlet	4	4	5	36	2	51
Lac Vert	5	3	4	36	1	49
Schiessrothried	4	2	3	36	2	47
Altenweiher	3	1	1	30	1	36

Classe	Nombre d'espèce
Grand mammifère terrestre	7
Petit mammifère terrestre	4
Chiroptères	17

En cours d'analyse



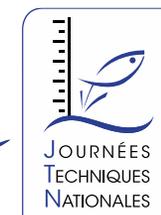
Partenariat avec 4 associations locales présentant chacune une expertise :

- BUFO : Association pour l'étude et la protection des amphibiens et des reptiles
- GEPMA : Groupe d'étude et de protection des mammifères d'Alsace
- LPO : Ligue de protection des oiseaux
- CBAL : Conservatoire botanique Alsace-Lorraine

Lac inventorié	Taxons recensés	Proportion flore du massif Vosgien
Altenweiher	176	8 %
Vert	162	8 %
Forlet	197	9 %
Schiessrothried	224	11 %



- **Description complète** de la faune et de la flore
- **Préconisations de gestion et de travaux spécifiques**



Approche biologique – volet inventaires faunistiques et floristiques

Quelques recensements remarquables !



Pédiculaire des bois



Chouette de Tengmalm



Alyte accoucheur



Crossope aquatique

Partenariat avec 4 associations locales présentant chacune une expertise :

- BUFO : Association pour l'étude et la protection des amphibiens et des reptiles
 - GEPMA : Groupe d'Etude et de Protection des Mammifères d'Alsace
 - LPO : Ligue de Protection des Oiseaux
 - CBAL : Conservatoire Botanique Alsace-Lorraine
- **Description complète** de la faune et de la flore
- **Préconisations de gestion et de travaux spécifiques**



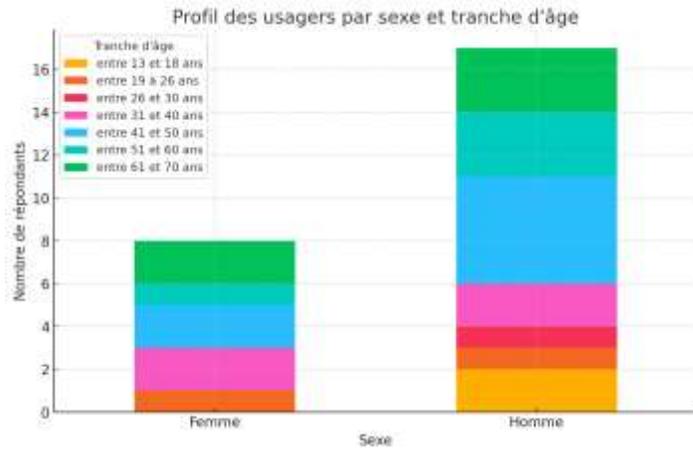
3 Approche socio-économique

- ◆ Volet questionnaire aux usagers
- ◆ Volet sciences participatives
- ◆ Volet usage et fréquentation

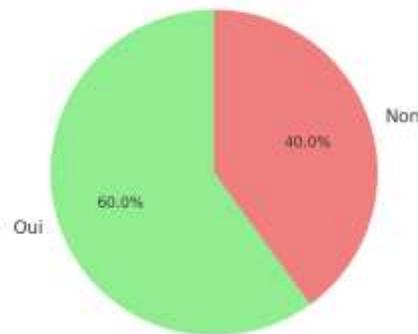




Approche socio-économique – volet questionnaire aux usagers



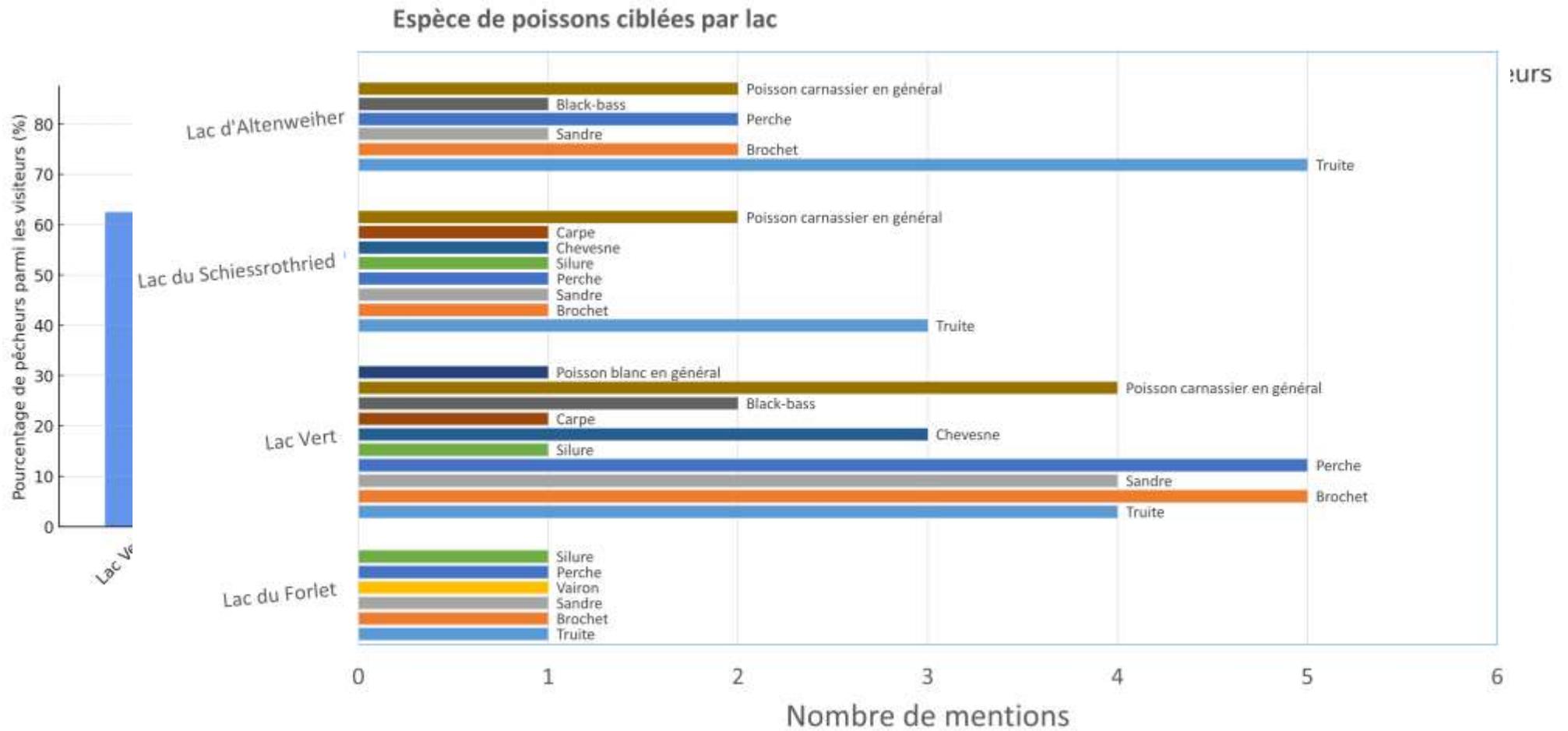
Pratique de la pêche parmi les répondants



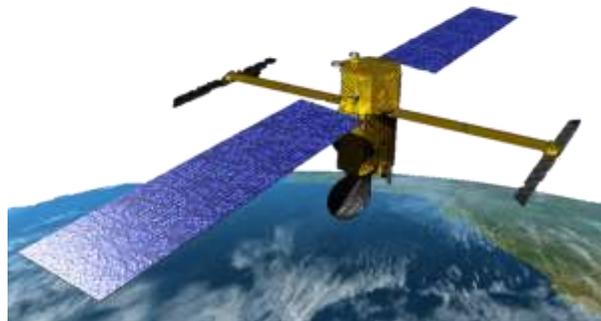
- ◆ **Difficulté rencontrée** car les zones sont faiblement couvertes par le **réseau mobile**
- ◆ **Manque de réponses** pour faire de réelles conclusions (25)
- ◆ Informations sur les **usages et la fréquentation** des sites
 - Informations sur la **pratique de la pêche et les prises**



Approche socio-économique – volet questionnaire aux usagers



Approche socio-économique – volet sciences participatives



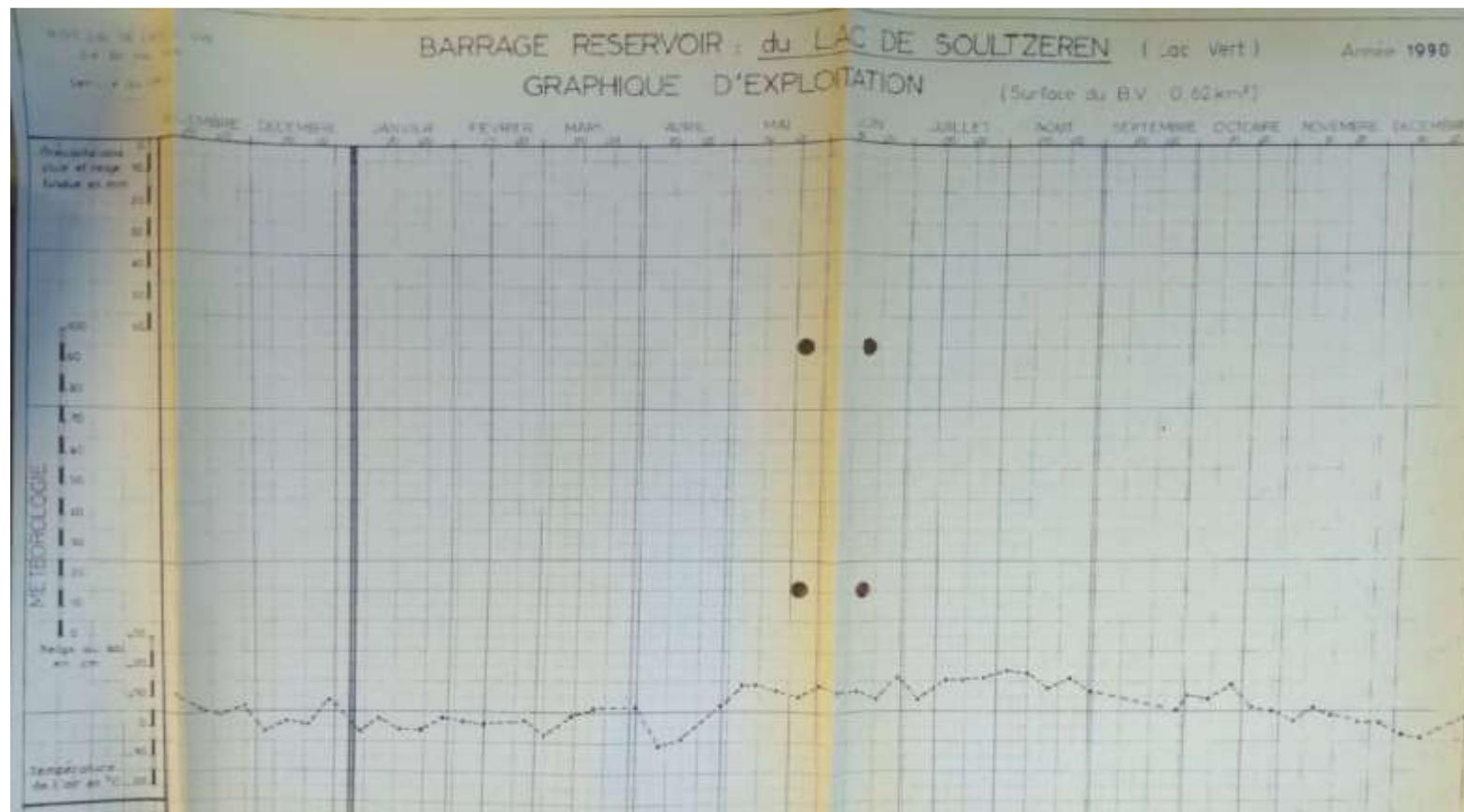
- ◆ **Suivi satellite** (SWOT) du niveau des eaux de surface
- ◆ **Transmission** du niveau d'eau par les **passants** pour calibration
- ◆ Obtention d'un **suivi en continu de la hauteur d'eau**

<https://icube.unistra.fr/>





Approche socio-économique – volet usage et fréquentation



- ◆ **Recherche archives** (DDT, archives numériques, archives départementales)
- ◆ Anciennes études, historique de la **gestion du barrage** (niveau d'eau, précipitations, enneigement)
 - ➔ Analyse **des usages passés et présents** pour connaître l'évolution des **pratiques** du bassin versant mais aussi **paysagère**



Approche socioéconomique – volet usage et fréquentation (archive)

2018

- Début du problème en 2018 (*Montagnes des Vosges*)





Approche socioéconomique – volet usage et fréquentation (archive)

2018

- Début du problème en 2018 (*Montagnes des Vosges*)

2013

- Présence de cyanobactéries sur le Forlet et d'un niveau de phosphate important (*PV AG AAPPMA de Munster*)





Approche socioéconomique – volet usage et fréquentation (archive)

2018	2013	2008-2007
------	------	-----------

- Début du problème en 2018 (*Montagnes des Vosges*)

- Présence de cyanobactéries sur le Forlet et d'un niveau de phosphate important (PV AG AAPPMA de Munster)

- Identification de cyanobactéries sur deux des lacs par un groupe d'amateurs (*lenaturaliste.fr*)





Approche socioéconomique – volet usage et fréquentation (archive)

2018	2013	2008-2007	1985
<p>- Début du problème en 2018 (<i>Montagnes des Vosges</i>)</p> 	<p>- Présence de cyanobactéries sur le Forlet et d'un niveau de phosphate important (PV AG AAPPMA de Munster)</p> 	<p>- Identification de cyanobactéries sur deux des lacs par un groupe d'amateurs (<i>lenaturaliste.fr</i>)</p> 	<p>- Présence de cyanophycées et d'un relargage de phosphore important (<i>Lac Vert, CEMAGREF</i>)</p> 





Approche socioéconomique – volet usage et fréquentation (archive)

2018	2013	2008-2007	1985	1925
------	------	-----------	------	------

- Début du problème en 2018 (*Montagnes des Vosges*)

- Présence de cyanobactéries sur le Forlet et d'un niveau de phosphate important (PV AG AAPPMA de Munster)

- Identification de cyanobactéries sur deux des lacs par un groupe d'amateurs (*lenaturaliste.fr*)

- Présence de cyanophycées et d'un relargage de phosphore important (*Lac Vert, CEMAGREF*)

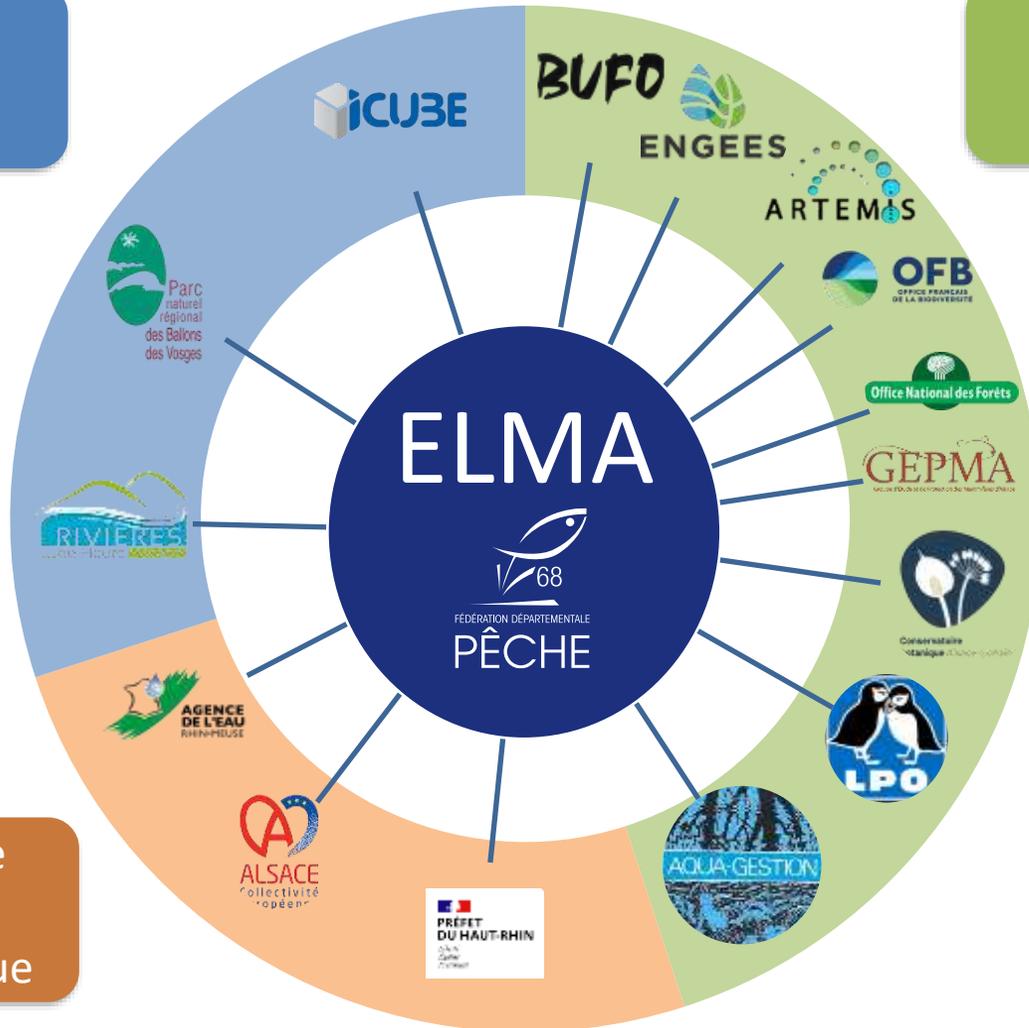
- Inventaire planctonique sur les 4 lacs avec présence de cyanophycées (*Faune et flore planctonique des Hautes Vosges*)





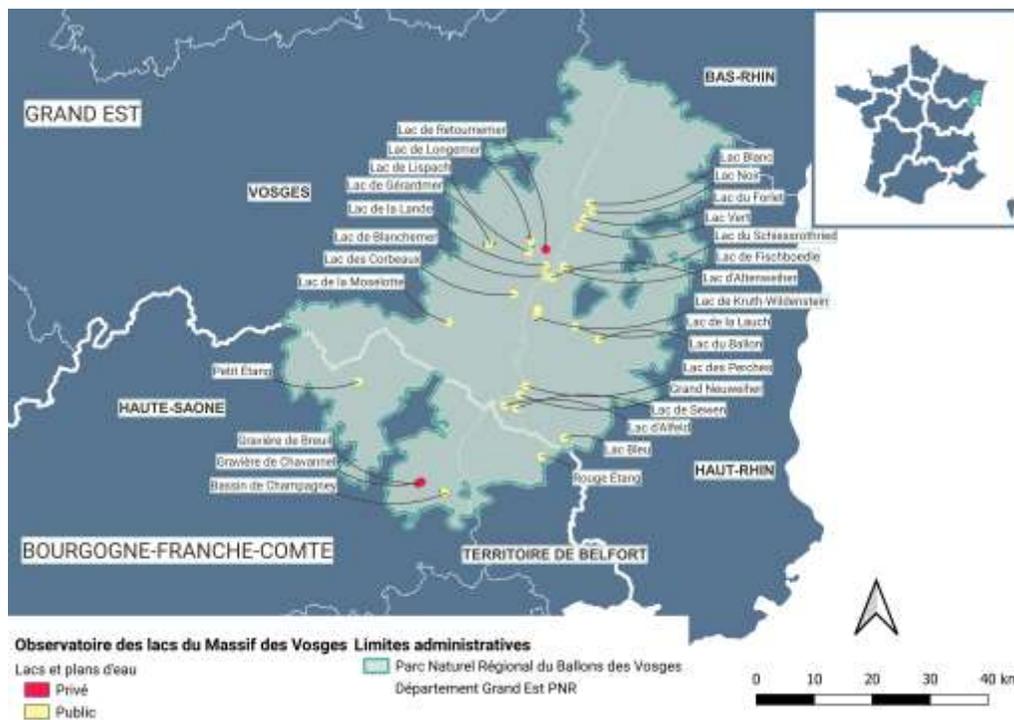
Approche physique

Approche biologique



Approche socio-économique

- **Trois approches complémentaires** pour un diagnostic exhaustif
 - Actions en faveur des milieux aquatiques
 - Plan de gestion
- Démarche fédératrice pour réunir les **acteurs locaux**
- Mise en place d'une méthodologie pour un **diagnostic** des autres lacs d'altitude
- Création d'un **observatoire des lacs du massif vosgien 68 / 88**, en association avec les acteurs du territoire



- Trois approches complémentaires pour un diagnostic exhaustif
- Démarche fédératrice pour réunir les **acteurs locaux**
- Mise en place d'une méthodologie pour un **diagnostic** des autres lacs d'altitude
- Création d'un **observatoire des lacs du massif vosgien 68 / 88**, en association avec les acteurs du territoire



