



INTERREG V A FRANCE-SUISSE 2014-2020

(2014 - 2020)

Axe prioritaire-Priorité d'investissement-Objectif spécifique 2-1-2

AXE 2 : Protéger et valoriser le patrimoine naturel et culturel

6.c En conservant, protégeant, favorisant et développant le patrimoine naturel et culturel

OS 4 = Préserver et restaurer les écosystèmes fragilisés de l'espace transfrontalier

SYNAQUA

(Ref : 2369 / 2016-36)

SYNérgie transfrontalière pour la bio-surveillance et la préservation des écosystèmes AQUAtiques

LIVRABLE 39658

WP4.2 : Proposition d'un plan de préservation / restauration

Responsable : INRA – UMR CARRETEL



Elaboration concertée d'un plan de préservation / restauration pour les zones littorales du Léman

Dans le cadre de SYNAQUA, une cartographie haute-densité des zones littorales a été réalisée grâce à l'utilisation du metabarcoding ADN (voir livrable 39657). Cette carte repose sur une campagne d'échantillonnage réalisée sur le Léman en juin 2017 en 153 sites côtiers. De façon totalement inédite, nous avons pu associer à cette cartographie un diagnostic de qualité des zones littorales.

Ce diagnostic a été communiqué et discuté avec les parties prenantes de la gestion environnementale du bassin lémanique, afin de leur apporter des éléments à même de les aider à élaborer des mesures de gestion sur leurs territoires.

Les compte-rendu des différentes réunions qui ont eu lieu entre les gestionnaires environnementaux autour du Léman et les partenaires du projet SYNAQUA sont présentés dans un premier temps. Dans un second temps, des pistes d'actions sont proposées sur la base de ces différents échanges.

1- Présentation de la carte de qualité à la CIPEL

La Commission Internationale de la Protection des Eaux du Léman (CIPEL) qui a été un soutien capital du projet SYNAQUA lors de son dépôt à INTERREG, a été la première structure à laquelle nous avons souhaité présenter la carte de qualité des zones littorales du Léman produite dans le projet SYNAQUA.

La réunion a eu lieu le 27 avril 2019 à l'INRA de Thonon les Bains (cf Annexe 2 : feuille d'émargement). La CIPEL été représentée par son président, Marc Babut, et par un ingénieur membre du secrétariat permanent, Adrien Oriez. Les partenaires du projet SYNAQUA présents étaient : Benoit Ferrari (Centre Ecotox et membre du conseil scientifique de la CIPEL), Frédéric Rimet, Julie Guéguen et Agnès Bouchez (INRA). Les résultats ont été présentés par Agnès Bouchez et Frédéric Rimet (Annexe 1).

En premier lieu, une discussion fouillée a porté sur la compréhension des analyses réalisées, validant in fine l'approche méthodologique et statistique ainsi que les résultats présentés. Le débat s'est ensuite installé sur les résultats eux-mêmes, sur leur interprétation et sur leur utilisation en gestion environnementale. Plusieurs points sont ressortis de cette discussion approfondie :

- Cette étude apporte **une preuve du concept** : il est possible d'appliquer cet outil de génomique pour la biosurveillance des zones côtières de façon performante et rapide, et d'obtenir ainsi une vision d'ensemble de la qualité des zones littorales.
- L'approche fournit **une grille d'interprétation de la qualité des zones littorales** du Léman qu'il est intéressant de lire en deux temps :
 - o Les **3 groupes de qualité** obtenus grâce aux communautés de diatomées étudiées en metabarcoding ADN apparaissent bien soutenus et bien caractérisés au regard des gradients environnementaux. Le **diagnostic de qualité** livré par ces groupes semble clair et apparaît comme un support pour les gestionnaires.
 - o Au-delà de ces 3 groupes, il est possible méthodologiquement de pousser la caractérisation, en proposant **11 groupes distincts**. Certains de ces groupes portent un message clair en termes de qualité et de gradient environnemental. Cependant, chacun de ces 11 groupes reposant sur un plus faible jeu de données, et sur une seule date d'échantillonnage (juin 2017), il porte un signal de qualité qu'il convient de manier avec plus de prudence. Cette classification en 11 groupes vient cependant apporter, dans un second temps, un éclairage complémentaire qui

s'avère pertinent et intéressant dans de nombreux cas et permet d'**affiner le diagnostic au sein de chacune des grandes typologies**.

- Cette grille d'interprétation est à mettre entre les mains des différentes parties prenantes de la gestion environnementale autour du Léman pour les soutenir dans leurs actions de gestion.
- Il est apparu important de bien préciser que la grille d'interprétation est **dépendante du lac étudié** et de son bassin versant. En effet il s'agit d'informations relatives entre sites d'un même écosystème. Cette grille n'est pas transposable directement à d'autres écosystèmes lacustres.

Nous avons ensuite étudié ensemble les perspectives qui pourraient être tracées à l'issue de cet essai réussi de cartographie haut-débit de qualité des zones côtières lacustres. Il s'agit d'une nouvelle approche particulièrement intéressante pour les grands lacs (notamment grands lacs alpins) pour lesquels elle apporte des informations inédites sur les zones côtières, tout à fait complémentaires des informations produites par le monitoring régulier réalisé en zone pélagique. Cette approche semble permettre deux grands types de suivis : (1) un monitoring régulier, tous les 5 ou 10 ans, de l'ensemble des zones littorales pour identifier l'évolution sur les moyen- et long-termes et (2) à plus court terme, piloter sur des zones plus restreintes des opérations de gestion ou des travaux en suivant leurs effets. En particulier, les actions concrètes suivantes ont été mises en avant :

- Il serait intéressant de la proposer aux gestionnaires d'autres écosystèmes lacustres (ex : SILA pour le lac d'Annecy, CIPAIIS pour les grands lacs italiens, Internationale Gewässerschutz Kommission Bodensee IGKB pour le lac de Constance.)
- Concernant le Léman, il apparaît intéressant de profiter de cette approche nouvelle. Dans ce but, les résultats seront présentés lors d'un prochain conseil scientifique de la CIPEL (automne 2019), afin de pouvoir inscrire les suites du projet SYNAQUA dans le prochain plan d'action de la commission. Ils seront également présentés aux parties prenantes de la gestion environnementale locale (mai et juin 2019).
- Cette approche semble apporter une ouverture intéressante vers les citoyens. Il paraît intéressant d'étudier comment à l'avenir mobiliser les citoyens ou associations de citoyens sur cette action de diagnostic, en particulier sur des aspects d'échantillonnage. L'Association de Sauvegarde du Léman (ASL), autre soutien du projet SYNAQUA, pourrait être intéressée et contactée à ce sujet. Une sensibilisation via leur publication trimestrielle, « Lémaniques » tirée à 8500 exemplaires, serait un plus indéniable pour diffuser ces résultats à un large public (<https://asleman.org/lemaniques/>).

2- Présentation de la carte de qualité aux gestionnaires environnementaux du bassin lémanique

Dans un second temps, sur la base des échanges avec la CIPEL, nous avons souhaité présenter nos résultats aux différents acteurs, français et suisses, de la gestion environnementale autour du Léman (cf Annexe 3 : feuille d'émargement). Responsables de services cantonaux, communaux, d'association ou encore de services de l'état ont répondu présents à cette rencontre :

- Service de l'Ecologie des eaux – Etat de Genève (A. Cordonnier)
- Direction Générale de l'Environnement – Canton de Vaud (N. Menetrey)
- Thonon Agglomération – Service Protection et Gestion des milieux naturels (M. Gleize)
- Syndicat Mixte d'Aménagement du Chablais SIAC (G. Bugnet)
- Communauté de Commune des Pays d'Evian et du Val d'Abondance CCPEVA (B. Cousin)

- Agence Française de la Biodiversité AFB-DRIRE (J.C. Raymond)
- Swiss Water Association VSA (C. Ilg)
- Association de Sauvegarde du Léman ASL (J.B. Lachavanne et P. Roux)

La réunion a eu lieu le 29 avril 2019 à l'INRA de Thonon les Bains (France). Les partenaires du projet SYNAQUA présents étaient : Alina Pawlowska (ID-Gene), Frédéric Rimet, Stéphan Jacquet et Agnès Bouchez (INRA). Les résultats ont été présentés par Agnès Bouchez et Frédéric Rimet (Annexe 1).



Suite aux premières questions d'éclaircissement sur les résultats présentés, s'en est suivi un débat riche sur les résultats eux-mêmes, sur leur interprétation et sur leur utilisation en gestion environnementale. Plusieurs points sont ressortis de cette discussion approfondie :

- Dans un contexte où l'on cherche à **renforcer la surveillance des lacs**, cette nouvelle approche haut-débit apporte des perspectives très intéressantes. La question de son utilisation pour la surveillance des cours d'eau du bassin versant a été soulevée.
- Les zones côtières sont des zones où les gens se construisent leur **image du lac**. Pour préciser l'image « vertueuse » du lac, il serait intéressant de faire le lien avec les services écosystémiques pour mieux caractériser cette image.
- Il a été souligné que cette évaluation haut-débit du littoral du Léman était un état des lieux inédit et précieux. L'intérêt de cartographier des zones côtières de bonne qualité qui permettent d'identifier des **états de référence**, particulièrement précieux dans un contexte d'urbanisation très forte du bassin versant. Il existe pour les cours d'eau des réseaux de référence pérennes, serait-il envisageable de faire de même sur le Léman ?
- L'intérêt d'un outil permettant un **suivi régulier** est souligné. Il reste des questions ouvertes : quelle fréquence de suivi (5, 7, 10 ans) ? quel maillage ?
- Pour un suivi régulier, d'autres indicateurs, comme l'hydromorphologie, pourraient être complémentaires, notamment en apportant de l'information sur la diversité des habitats disponibles en zone côtière. De même l'ADN extrait des biofilms pourrait apporter des signaux bioindicateurs autres que celui des diatomées. Une thèse est en cours à l'INRA sur ce sujet, pour essayer d'identifier la nature des ADN libres piégés dans les biofilms

(ADN de poissons, macroinvertébrés...), et leur capacité à indiquer l'écologie locale des sites prélevés.

- L'intérêt de l'approche a été retenue comme particulièrement intéressante pour des **suivis spécifiques** de zones. Par exemple, un suivi régulier de la baie de Vidy pourrait permettre d'identifier l'évolution de la qualité écologique de la zone suite aux nombreuses actions en faveur de l'environnement dans cette zone (ex : modernisation de la STEP). Différentes actions de restauration autour du Léman ont ainsi été évoquées : roselière en mesure compensatoire pour les travaux de déploiement de la plage de Genève (Chens-sur-Léman - France), ouverture et restauration de l'accès au lac du ruisseau de Drainan (Lugrin - France), construction ou modernisation de stations d'épuration (Saint Gingolph – France, Venoge, Vidy - Suisse), action « pavillon bleu » de la CCPEVA (Evian et Val d'Abondance, France), travaux portuaires (Publier, Anthy – France), etc. Ces différentes situations sont autant de cas où les approches de bioindication moléculaire pourraient offrir aux gestionnaires un véritable tableau de bord de suivi de l'impact écologique des actions menées sur leur territoire.
- Enfin, les différents gestionnaires ont souligné l'importance pour appliquer efficacement cette nouvelle approche de disposer de **méthodes standardisées** et de prestataires en capacité de les mettre en œuvre à de coûts adaptés à leurs budgets de surveillance. Le **besoin de formation** sur ces nouveaux outils a également été relevé par tous les participants.

Les débats ont donc porté plus sur les perspectives de surveillance offertes par les nouvelles approches développées lors du projet SYNAQUA, que vers des points particuliers de qualité identifiés sur la cartographie présentée. Ceci reflète l'intérêt porté à cette approche pour l'avenir de la biosurveillance de façon générale, et le souhait des gestionnaires de s'en saisir à différents niveaux.

Une journaliste du Dauphiné Libéré (quotidien régional français), Madame Virginie Borlet, a été conviée à cette rencontre, suite à laquelle elle a publié suite un article dans l'édition du vendredi 3 mai 2019 (Annexe 4).

3- Présentation aux professionnels français et suisses

Cette carte de qualité a également été présentée à différentes autres occasions auprès des professionnels français et suisses de l'environnement lors de différentes occasions.

Restitution finale du projet SYNAQUA – 3 juin 2019 – Genève

Lors de cette rencontre qui réunissait plus de 60 professionnels de l'environnement, la carte de qualité des zones littorales du Léman a été présentée par F. Rimet et J. Guéguen (INRA). Ces résultats ont suscité l'intérêt des professionnels, en particulier pour la capacité de l'approche basée sur l'ADN environnemental à fournir des informations inédites sur ces zones côtières mal caractérisées jusque-là.



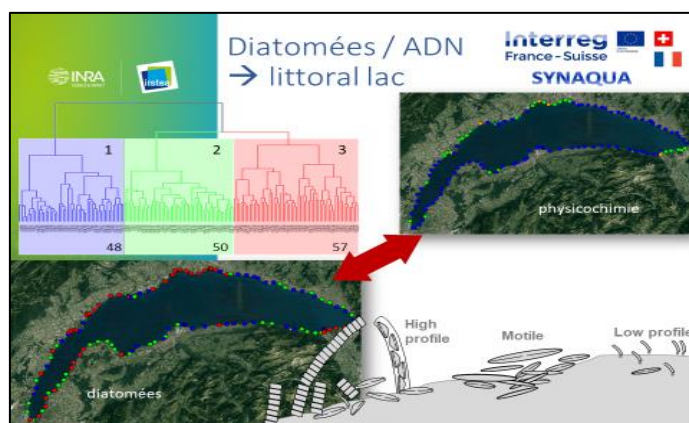
Comité Stratégique de la Filière EAU – 27 juin 2019 – Paris

La Filière EAU est l'une des 16 filières françaises du Conseil National de l'Industrie (F). Labellisée depuis le 28 mai 2018, ses priorités sont notamment de mieux faire connaître à l'international les réalisations industrielles françaises dans le cadre de la « feuille de route française de l'eau » et de structurer une filière française des biotechnologies de l'eau.

Le 27 juin 2019, elle organisait à Paris une rencontre entre acteurs économiques et acteurs de la recherche qui fut l'occasion de présenter les résultats de SYNAQUA à un autre type d'acteurs professionnels dans le domaine de l'eau ; ceux du monde économique. Cette journée, introduite par J. Launay (Président du Comité National de l'Eau et Président du Partenariat Français pour l'Eau), a commencé par des présentations des porteurs de projets du CSF Eau pour continuer sur la recherche appliquée aux grands enjeux du secteur de l'Eau.



Des chercheurs de l'INRA, d'Irstea et du CNRS ont présenté des résultats dans différents domaines : 1) Gestion territoriale de l'eau, 2) Données de l'eau – modélisation - développement d'outils d'aide à la décision, et 3) Métrologie environnementale - capteurs - indicateurs. Dans ce troisième domaine, A. Bouchez (INRA) a présenté les avancées de l'INRA en matière de biosurveillance via l'ADN, appuyant son propos sur les résultats de SYNAQUA et en particulier sur la carte de qualité du Léman (ex : diapositive de présentation ci-dessous).



A la suite de l'ensemble des présentations issues du monde de la recherche, une table ronde a permis d'ouvrir le débat avec les acteurs du monde économique. En ce qui concerne les outils développés et appliqués lors du projet SYNAQUA, les nombreuses questions tant techniques que prospectives ont bien montré l'intérêt des professionnels du domaine économique de l'eau pour ces nouveaux outils.

4- Propositions et perspectives

Par-dessus tout, ces différents échanges ont montré que la carte de qualité des zones côtières du Léman intéresse au plus haut point les acteurs de l'environnement autour du Léman. Ils plébiscitent en particulier la capacité des approches basées sur l'ADN à fournir un véritable « tableau de bord » de pilotage de la qualité écologique des zones côtières. C'est donc plus le potentiel des nouveaux outils de surveillance que le diagnostic de qualité en lui-même qui a plus retenu leur intérêt. Les utilisations potentielles et priorités qui ont été identifiées sont reprises ci-après.

➤ Inclure les zones côtières dans le monitoring du Léman

En particulier ce monitoring en zone côtière benthique leur ait apparu comme un outil très complémentaire aux suivis réalisés en zone pélagique sur les points centraux du lac (SHL2, GE1) depuis plus de 50 ans par l'INRA et l'Etat de Genève pour le compte de la CIPEL. En effet réalisé au plus proche des pressions et dans une zone caractérisant pour le grand public l'image du lac, ce monitoring apporte une vision du lac plus contrastée localement et de ce fait informative pour la gestion locale. L'inclusion des zones côtières dans les programmes de monitoring du lac sera étudiée prochainement dans le cadre du Conseil Scientifique de la CIPEL. La fréquence et le maillage d'un tel suivi à long terme restent cependant à définir ainsi que son financement.

➤ Des pistes d'action spécifiques en faveur du Léman

Réseau de référence : La première piste d'action est d'établir un réseau de référence pérenne du littoral lémanique. La cartographie de qualité a mis en évidence un ensemble de 10 sites très faiblement anthropisés et présentant les meilleures conditions de qualité du littoral (groupe 3/11 – voir détails dans le Livrable 39657). Leur surveillance régulière permettrait de disposer d'un référentiel de qualité propre au Léman. Ce référentiel pourrait ainsi servir à 1) établir des comparaisons avec des suivis d'autres sites autour du Léman et ainsi évaluer leur qualité relative, et 2) à suivre les changements à long-terme s'opérant sur cette zone côtière sous l'effet des changements globaux. Un tel pilotage concernerait environ 27 km de linéaire côtier.

Sites à surveiller : La seconde piste d'action est le suivi des sites apparus comme plus dégradés au sein du référentiel de qualité propre au Léman (voir détails dans le Livrable 39657).

- 6 sites sont dans des zones de ports plus mésotrophes (groupe 8/11 ≈8km)
- 11 sites sont dans des zones plus eutrophes à fonds sablo-limoneux (groupe 9/11 ≈14km)
- 28 sites sont dans des zones plus eutrophes proches d'embouchures (groupe 10 & 11/11 ≈36 km)

Ainsi, ces outils pourraient faciliter le suivi de ces sites sur environ 58 km du linéaire côtier.

Pilotage des actions de gestion : Les gestionnaires de l'environnement Lémanique ont identifié de nombreuses actions en faveur de l'environnement dont le pilotage écologique pourrait être mis en place grâce à ces outils : de gestion écologique (ex : protection ou implantation de roselières), de restauration (ex : renaturation d'exutoire ou reprise d'érosion des berges), d'aménagement touristique (ex : plage ou port) ou encore de réduction des pressions en aval (ex : modernisation ou création de STEP). Ainsi les outils développés dans SYNAQUA pourraient faciliter le pilotage d'actions sur plus 20 km de la côte lémanique.

Au total, ce sont plus de 100 km de côtes qui pourraient bénéficier des outils de biosurveillance basés sur l'ADN développés lors du projet SYNAQUA.

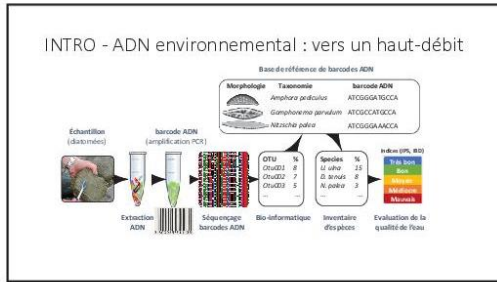
➤ Une approche à implémenter dans la biosurveillance opérationnelle

De nombreux besoins de biosurveillance haut-débit sont donc apparus pour la gestion environnementale, tant au niveau local pour la gestion du Léman qu'au niveau national en France et en Suisse. Au-delà, les industriels de la filière Eau sont également intéressés par ces outils, pour le développement de cette filière biotechnologique et pour les besoins de surveillance propres à l'industrie.

Pour l'ensemble de ces acteurs, il s'agit désormais d'assurer un transfert de ces approches de la sphère de la recherche vers la sphère opérationnelle, incluant de nouveaux acteurs tels qu'ID-Gene, la start-up partenaire de SYNAQUA. Des normes et de la formation seront notamment nécessaires pour accompagner cette évolution. Ces conclusions rejoignent pleinement celles qui ont été mises en lumière lors des ateliers de perspectives de SYNAQUA (voir Livrables 39636 et 39640). En particulier, une structure de transfert semble indispensable à une implémentation harmonieuse de ces outils en faveur de l'environnement.

➤ Communiquer et impliquer les citoyens

La participation d'associations dans les discussions, en particulier l'ASL, a également permis de mettre en évidence que cette carte de qualité constitue un excellent support de communication vers le grand public. Mais au-delà de le sensibiliser à l'environnement lémanique, cette cartographie haut-débit de la qualité du Léman ouvre la porte à l'action du citoyen qui pourrait à l'avenir participer à des campagnes de prélèvement. Ainsi, on peut espérer à l'avenir voir s'associer le « haut-débit technologique » et le « haut-débit citoyen » pour une meilleure préservation de l'écosystème emblématique qu'est le Léman.



Physico-chimie des zones côtières

- Pour chaque site, la composition physico-chimique de l'eau a été mesurée
- Certaines compositions physico-chimiques se ressemblent et peuvent être rassemblées en 4 groupes
- Bleu** : peu de nutriments
- Vert** : plus turbides, plus P, plus de chlorophylle
- Orange** : plus de nutriments (NO₃, NH₄), plus minéralisé (Mg, cond., TAC) et plus de matières organiques. Surtout proches d'embouchures et port
- Rouge** : Rhône, turbide, beaucoup de P

- Si on regarde les classes de qualité physico-chimiques DCE : >90% des sites en très bon état
- attention : mesures estivales de physico-chimie : consommation importante, dépletion en nutriments

SYNAQUA : approche environnementale sur le Léman

Zones côtières : 156 points (juin 2017)
 Échantillonnage densifié au niveau des pressions : STEP / embouchures / ports

- Physico-chimie eau
- Typologie sites
- Vitesse (confinement) – modélisation
- Communautés de diatomées – ADN

Confinement des eaux : modélisation vitesses

Résultat de la modélisation des vitesses (échelle log(m/s))

Légende des points :
 bleu : calage modèle sur MES
 roses : maille de calcul
 étoiles : arrivées tributaires
 verts : prélèvements SYNAQUA

Communautés de diatomées / ADN

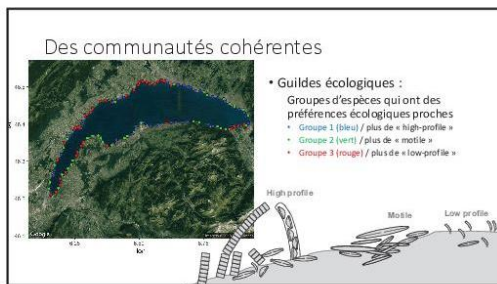
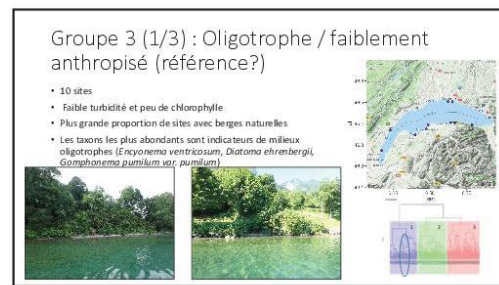
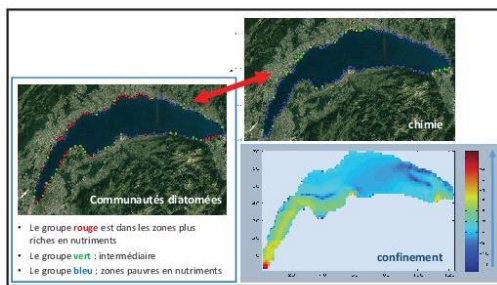
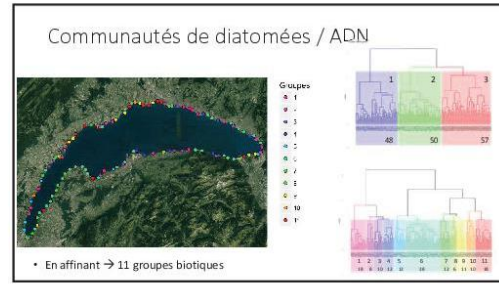
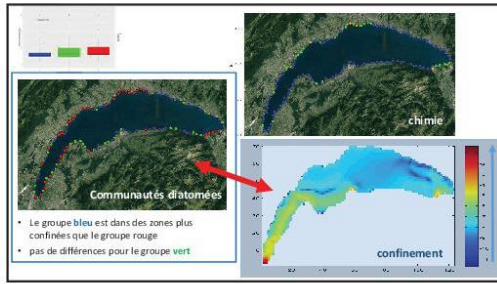
- Pour chaque site, une liste de séquences de diatomées est établie à partir de l'ADN : liste d'espèces
- Certaines listes se ressemblent et peuvent être regroupées selon 3 groupes ayant des communautés de diatomées qui se ressemblent
- écologie similaire → qualité de milieu similaire
- Groupe 1 / bleu
- Groupe 2 / vert
- Groupe 3 / rouge

1 2 3
 48 50 57

chimie

Communautés diatomées

confinement



Groupe 8 (3/3): Ports / mésotrophe

- 6 sites
- Intérieur des ports avec fonds blocs ou sable
- Beaucoup de taxons indicateurs de grande taille, vivant sur la vase (*Iconella*, *Surirella*, *Diploneis*, *Nitzschia sigmaidea*)



Groupe 9 (3/3) : Eutrophe / fonds sablo-limoneux

- 11 sites
- Beaucoup de taxons indicateurs de milieux tychoplactoniques (*Staurastria* spp.) et de milieux vaseux (*Sellaphora* spp.)

Un outil de prédiction au service de la qualité du lac

Grâce à cette approche haut-débit basée sur l'ADN on peut :

1. Utiliser différents bioindicateurs : diatomées, oligochètes
2. Obtenir une cartographie haute-densité de la qualité des zones côtières
3. Prédire la probabilité d'appartenance d'un site côtier à une typologie de qualité

→ Un outil préfiguré dans le cadre du projet SYNAQUA

Attention : résultats basés sur 1 échantillonnage ponctuel (juin 2017), qui demandent à être consolidés pour aller vers un outil plus fiable!

Groupes 10 et 11 (3/3) : Eutrophe / proche embouchures

- 10 + 18 sites
- Nutriments importants
- Chlorophylle élevée
- Les taxons indicateurs sont typiques de milieux eutrophes (*Mayamaea permixta*, *Fistulifera soprophila*) et mésotrophes (*Nitzschia linearis*)

Un outil de prédiction au service de la qualité du lac

Quel usage pour cet outil haut-débit ?

1. Identifier des zones plus problématiques / identifier des pressions / pour décider de mesures de restauration-préservation
2. Piloter l'effet des actions de restauration-préservation sur ces sites
3. Surveiller l'évolution sur l'ensemble du lac (tous les 5 ans ?)

Interreg
France - Suisse

Merci de votre attention!

Financement :

Partenaires :

Le projet SYNAQUA (2017-2018) mis en point par un consortium de 7 partenaires institutionnels et privés suisses et français est soutenu financièrement dans le cadre du programme européen de la coopération transfrontalière Interreg France-Suisse 2014-2020 et a bénéficié à ce titre d'une subvention européenne (Fonds européen de développement régional - FEDER) et d'une subvention fédérale suisse et des subventions des services cantonaux de Genève, Valais et Vaud.

Annexe 2 – feuille d'émargement de la réunion du 27 avril 2019



Feuille de présence réunion SYNAQUA – CIPEL

Mercredi 27 Mars 2019

INRA – 75 avenue de Corzent – 74200 Thonon

Nom	Institution	mail	signature
Guéguen	INRA	julie-gueguen@inra.fr	
PIRET	INRA	frederic.piret@inra.fr	
ORIEZ	CIPEL	a.oriez@cipel.org	
BABUT	Instea (CIPEL)	marc.babut@instea.fr	
FERRARI	Centre Ecovoc	benoit.ferrari@centroecovoc.ch	
BOUCHER	INRA	celesse.bouchy@inra.fr	

Annexe 3 – feuille d'émargement de la réunion du 29 avril 2019



Feuille de présence réunion SYNAQUA – WP4 - Gestionnaires

Lundi 29 avril 2019

INRA – 75 avenue de Corzent – 74200 Thonon

Nom	Institution	Mail	Signature
BOUCHEZ	INRA	agnes.bouchez@inra.fr	<i>[Signature]</i>
RISTET F	INRA	frederic.rimet@inra.fr	<i>[Signature]</i>
GLEIZE P.	Thonon Agglomération	m.gleize@thononagglom.fr	<i>[Signature]</i>
PAWLOWSKA	ID-Gene	info@id-gene.com	<i>[Signature]</i>
LACHAUANNE	UNIGE ARL	jean-bernard.lachauanne@unige.ch	<i>[Signature]</i>
Roux	Paul	pi.paul.roux@orange.fr	<i>[Signature]</i>
JACQUET	Stephan	stephan.jacquet@inra.fr	<i>[Signature]</i>
RAYMOND	JClaude	Jean-claude.raymond@pbiodiversite.fr	<i>[Signature]</i>
BUGNET G-	SiAC	contact.inra@siac-ehollain.fr	<i>[Signature]</i>
BOUET	Dauphiné Libéré	virginie.bouet@ledauphine.com	<i>[Signature]</i>
ILG	USA	christine.ilg@usg.ch	<i>[Signature]</i>
CORDONIER	OCEAU	annelle.cordonier@etat.g.ch	<i>[Signature]</i>
COUSIN	CCPEVA	Bertrand.cousin@cc-peva.fr	<i>[Signature]</i>



Le programme SYNAQUA est soutenu par le programme européen de coopération transfrontalière (Interreg France-Suisse 2014-2020) et a reçu une subvention européenne (fond européen de développement régional) ainsi qu'une subvention fédérale couvrant respectivement 60% du cout total français et 29% du cout total Suisse. Les cantons Suisses (Valais, Genève, Vaud) ont apporté un financement complémentaire.

THONON-LES-BAINS L'Inra, en coopération avec des chercheurs suisses, a mis au point un nouvel outil de bio-surveillance

Le Léman cartographié à partir d'une micro-algue

L'observation d'une micro-algue vient de permettre de livrer une nouvelle vision du lac et de ses zones côtières. Un bio-outil dont les gestionnaires pourraient s'emparer pour amorcer des actions sur les petites ou grosses dégradations...

Quelques petites zones rouges se démarquent dans un paysage plutôt homogène. Embouchure du Rhône, côte lausannoise... Ces points rouges représentent les "spots" aquatiques les plus exposés aux pressions de l'activité humaine. Si le projet Synaqua ne réserve pas de grandes surprises, la carte du littoral lémanique dont il a accouché est pourtant totalement inédite. Pourquoi ? Parce qu'elle se base pour la première fois sur un bio-indicateur : la diatomée, une micro-algue.

■ Un passage au haut débit

Le principe est simple : un inventaire des diatomées est réalisé à partir d'un échantillon de bio-film (cette matière visqueuse et glissante présente à la surface des galets). Pour identifier les diatomées parmi les 100 000 espèces recensées dans le monde, les chercheurs ont regardé dans leur ADN et comparé avec une base de données de référence. Chaque espèce ayant une écologie bien particulière, elle renseigne alors sur la qualité du milieu. *Diatoma ehrenbergii* pour les sites les plus propres ; *Iconella* pour les installations les plus polluées. Au total, près de 160 sites du littoral lémanique ont été



Rien à voir avec les relevés bactériologiques des eaux de baignade, est passé au microscope la qualité physico-chimique des échantillons. Photo DR

passés au tamis.

« Grâce à ce nouvel outil de biosurveillance, on a pu passer de deux points de surveillance à un plus haut débit », restitue Agnès Bouchez, directrice de recherche à l'Inra et porteuse du projet Synaqua pour la France. Un changement de paradigme rendu possible par le séquençage ADN. « Identifier rapidement et à faible coût l'ensemble des espèces présentes dans un simple échantillon d'eau ou de sédiment prélevé in situ et calculer un indice biologique sans avoir recours au microscope : telle est la promesse

de l'ADN environnemental, dont les développements récents laissent entrevoir une véritable révolution dans le domaine de la bio-indication en milieu aquatique », expliquent les scientifiques.

■ Un outil pour les gestionnaires de milieu

La carte du littoral a été présentée cette semaine à des gestionnaires de milieux aquatiques franco-suisses. Placer sous surveillance des sites particuliers comme les rejets des stations d'épuration ou les ports, utiliser

en rivière... Plusieurs pistes d'application ont été évoquées.

« Cet outil haut débit peut permettre d'identifier des zones plus problématiques pour décider de mesures de restauration ou de préservation, de piloter l'effet de ces actions et de surveiller l'évolution sur l'ensemble du lac », estime Agnès Bouchez.

Déjà mise en œuvre sur les lacs du Bourget et du Léman, la méthode sera utilisée cet été à Annecy.

Virginie BORLET

Pour en savoir plus : inra.fr/synaqua

REPÈRES

■ Un financement européen et suisse

Le projet Synaqua (2017-2019) mis au point par un consortium de 7 partenaires institutionnels et privés suisses et français a bénéficié d'un financement européen Feder et de subventions fédérale et cantonales suisses. Un budget de 1,1 million d'euros au total.

■ Une algue utilisée en médecine légale

Aujourd'hui outil de biosurveillance, la diatomée est aussi à la base d'une application criminalistique.

Une application née au lendemain du procès Villemain, au milieu des années 90. À l'époque, aucun outil scientifique ne permet de savoir si le petit Grégory, découvert noyé dans la Vologne en octobre 1984, est mort dans le cours d'eau ou non.

Les diatomées permettent pourtant d'aider au diagnostic de la noyade.

Présentes en eau douce comme en milieu marin, les diatomées sont ingérées par le noyé et véhiculées dans tout le corps, dans tous les tissus. A contrario, lorsqu'un corps est jeté dans l'eau post-mortem, pas de diatomées.

Mise au point avec les scientifiques de l'Inra de Thonon, une spécialisation en la matière existe dans la quasi-totalité des instituts médico-légaux de France.