



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 39640

WP3.2.2 : Etude et scénarios pour l'introduction des outils génomiques basés sur l'ADN environnemental dans le domaine de la biosurveillance

Responsables : INRA & Prestataires

Philippe Blancher

Estelle Lefrançois

Blancher Conseil



Table des matières

Glossaire.....	4
Résumé	6
Summary	6
Contexte et objectifs du projet SYNAQUA et du WP3	7
Déroulement de la mission et méthodologie mise-en-œuvre.....	8
Démarche d'ensemble	8
Participants aux séminaires.....	9
Séminaires d'élaboration d'images vertueuses et des processus y conduisant	11
<i>Production d'images contrastées de la bioindication à l'horizon 2025 – 2030.....</i>	<i>11</i>
<i>Caractérisation de la situation souhaitée et analyse des processus pouvant y conduire</i>	<i>12</i>
Mise au point du scénario de développement vertueux	12
Séminaire de validation du scénario et d'élaboration du plan d'actions.....	13
Finalisation du rapport	14
Intégration de l'ADNe dans la biosurveillance : scénario vertueux à l'horizon 2025 – 2030	15
La place de l'ADNe dans la bioindication en 2025-2030	15
Les effets sur la gestion et l'état des milieux aquatiques en 2025-2030	16
Les pièges à éviter : les scénarios repoussoirs	17
Plan d'action pour la mise en œuvre du scénario vertueux	19
Domaine 1 - Le développement, l'expérimentation et la normalisation des méthodes basées sur l'ADNe.....	20
<i>Consolider les méthodes ADNe.....</i>	<i>20</i>
<i>Intégrer l'ADNe dans le dispositif global de biosurveillance</i>	<i>20</i>
<i>Optimiser les outils de collecte et de traitement de la donnée</i>	<i>21</i>
<i>Standardiser, normaliser et la mutualiser à l'échelle européenne.....</i>	<i>21</i>
Domaine 2 – Une réglementation et une organisation permettant une mise en œuvre favorable des outils de bioindication basés sur l'ADNe.....	22
<i>Adapter la réglementation et piloter le dispositif</i>	<i>22</i>
<i>Articuler les outils et résultats de la bioindication avec les besoins des gestionnaires.....</i>	<i>23</i>
<i>Organiser la filière et maîtriser les impacts qu'elle subit</i>	<i>23</i>
Domaine 3 : La mobilisation/formation des professionnels	25
<i>Organiser la formation pour répondre aux nouveaux besoins de la filière</i>	<i>25</i>

<i>Soutenir et accompagner les professionnels dans la préservation et le développement de leurs compétences.....</i>	26
Domaine 4 : La sensibilisation / mobilisation des décideurs et maîtres d'ouvrages	27
<i> Informer et sensibiliser les décideurs et maîtres d'ouvrages aux enjeux d'une biosurveillance de qualité et au potentiel des méthodes basées sur l'ADNe</i>	27
<i> Amener les décideurs et maîtres d'ouvrages à s'engager dans une biosurveillance de qualité et les accompagner dans cette démarche</i>	27
<i> Mobiliser des fonds au service de l'amélioration de la qualité des milieux aquatiques.....</i>	29
Domaine 5 : La sensibilisation / mobilisation de la société civile	29
Domaine 6 : La mise en place d'un dispositif de pilotage de l'ensemble pour qu'il y ait cohérence et intégration des domaines.....	30
<i> Insérer le dispositif de pilotage de la démarche dans le système existant.....</i>	30
<i> Valider ses missions et le statut le plus adapté.....</i>	31
<i> Eléments de « cahier des charges » et processus.....</i>	32
<i> Initier la démarche.....</i>	32
Conclusion et perspectives.....	34
Les points clés de la réflexion prospective	34
2029, le plan a été mis en œuvre... ..	34
Annexes.....	a
Annexe 1 : Liste des publications et communications	b
Annexe 2 : Liste des participants aux trois ateliers	c
Annexe 3 : Compte-rendu de l'atelier du 22 janvier 2019 à Lyon.....	e
Annexe 4 : Compte-rendu de l'atelier du 24 janvier 2019 à Paris.....	e
Annexe 5 : Diaporama-support de la réunion de restitution du 3 juin 2019	e
Annexe 6 : Article publié dans la revue Environmental Science and Pollution Research – “Development and implementation of eco-genomic tools for aquatic ecosystem biomonitoring: the SYNAQUA French-Swiss program”	e

Glossaire

Acronyme ou terme scientifique	Définition
Abondance relative d'un taxon	Rapport entre l'abondance d'un taxon et l'abondance totale de tous les taxons inventoriés dans un échantillon.
ADN environnemental (ADNe)	ADN pouvant être extrait à partir d'échantillons environnementaux (eau, biofilm, sédiment...), sans avoir besoin d'isoler au préalable le ou les organismes cibles.
Amorce	Une amorce est une séquence spécifique d'ADN capable de s'hybrider spécifiquement à une extrémité de la séquence d'ADN que l'on désire amplifier par PCR. Les amorces (ou Primers) sont toujours employées par couple.
Barcode	Fragment standard d'ADN (région du gène <i>rbcL</i> par exemple) dont la séquence est caractéristique de l'espèce.
Barcoding	Technique permettant la caractérisation génétique d'une espèce cible à partir d'une séquence d'ADN choisie (Barcode)
Benthique	Ce qui est benthique est relatif au benthos, c'est-à-dire vivant de manière fixée, sessile ou vagile directement sur le substrat.
Biofilm	Un biofilm est une communauté de micro-organismes associés au sein d'une matrice auto-produite muco-polysaccharidique, qui se développe sur une surface naturelle ou artificielle, essentiellement en milieu aquatique.
Bioindication	Evaluation de la qualité du milieu à l'aide de communautés ou peuplements biologiques connus pour leur capacité à refléter la qualité du milieu.
Bioinformatique	« La bioinformatique fournit des bases de données centrales, accessibles mondialement, qui permettent aux scientifiques de présenter, rechercher et analyser de l'information. Elle propose des logiciels d'analyse de données pour les études de données et les comparaisons et fournit des outils pour la modélisation, la visualisation, l'exploration et l'interprétation des données » Définition de l'Institut Suisse de Bioinformatique.
Biomonitoring 2.0	Surveillance de la qualité des milieux par la mise en œuvre de techniques d'identification des espèces basées sur l'ADN, couplées à des techniques de séquençage haut-débit.
Biosurveillance	Méthode d'évaluation environnementale visant à détecter et mesurer la concentration des polluants ou de leurs métabolites au sein des différents milieux (eau, air sol) et niveaux de l'organisation biologique, et aussi d'en mesurer les impacts sur les communautés biologiques, autrement que par des méthodes physicochimiques directes.
Composition taxonomique	Liste des espèces présentes au sein d'un milieu ou d'un échantillon.

Acronyme ou terme scientifique	Définition
Diatomées	Algues microscopiques unicellulaires appartenant aux Chromophytes (algues brunes). Ces algues sont considérées comme un des bioindicateurs des eaux courantes les plus pertinents, grâce notamment à leur sensibilité aux conditions du milieu, à la rapidité de leur cycle de développement (de quelques heures à quelques jours) et au fait qu'elles sont à la base de l'édifice trophique, en tant que producteur primaire.
Gène 16 ou 18S	Gène codant pour l'ARN ribosomique 16 ou 18S.
Gène <i>rbcl</i>	Gène chloroplastique codant pour la grande sous-unité (dite "L") de l'enzyme RuBisCo.
Metabarcoding ADN	Technique permettant la caractérisation génétique d'un groupe cible à partir d'une séquence d'ADN choisie (Barcode).
NGS <i>New Generation Sequencing</i>	Nouvelle technique de séquençage dite haut-débit, autorisant le séquençage de nombreuses séquences en même temps.
OTU Operational Taxonomic Unit	Groupe de séquences rattachées au même taxon.
PCR Polymerase Chain Action	Technique utilisée pour répliquer plusieurs fois (amplifier) des séquences spécifiques d'ADN à partir de l'ADN qui a été extrait d'un échantillon. Elle permet d'obtenir un très grand nombre de copies d'une séquence d'ADN choisie. Chaque cycle de PCR est constitué de trois étapes : une dénaturation de l'ADN par chauffage pour séparer les deux brins qui le composent, une hybridation des amorces aux extrémités de la séquence recherchée, puis une élongation grâce à l'action d'une enzyme (ADN polymérase). Ce cycle est répété un grand nombre de fois pour obtenir une multiplication exponentielle de la séquence d'ADN cible.
Phytobenthos	Flore aquatique benthique vivant en eau douce ou salée (algues, plantes aquatiques, phanérogames marins).
Polymorphisme génétique	Existence, dans une population, de plusieurs états alternatifs de l'ADN, ou allèles, en une position définie du génome. Le polymorphisme génétique peut être considéré à plusieurs échelles : celle du nucléotide, du gène, de la protéine ou du phénotype.
Profondeur de séquençage	Rapport entre la longueur de l'ensemble des séquences lues mises bout à bout et la longueur de la portion de génome cible. Plus la profondeur est importante, plus nombreuses seront les lectures chevauchantes que l'on pourra assembler, et plus grande sera la fraction du génome couverte.
Séquençage	Détermination de la séquence (suite ordonnée) des bases azotées constituant un fragment d'ADN.
Taxinomie ou Taxonomie	Méthode de classification des êtres vivants.

Résumé

Le projet franco-suisse SYNAQUA (INTERREG France-Suisse 2017-2019) a eu pour but le développement et la validation d'outils génomiques basés sur les diatomées et les oligochètes permettant le biomonitoring de la qualité des eaux et des milieux aquatiques. Dans le cadre du work-package dédié à la sensibilisation et l'implication des parties-prenantes et de la population dans son ensemble, trois séminaires de prospective participative ont été organisés à Lyon et Paris début 2019. Ces séminaires avaient pour but de concevoir des scénarios souhaités et redoutés de développement des outils génomiques en France (et dans une moindre mesure en Suisse), puis de bâtir un scénario « idéal », tout en étant réaliste, à même de permettre un meilleur biomonitoring. La production de ces séminaires inclut un plan d'action organisé en six domaines d'action : le développement, l'expérimentation et la normalisation des méthodes basées sur l'ADNe ; une réglementation et une organisation permettant une mise en œuvre favorable des outils de bioindication basés sur l'ADNe ; la formation / mobilisation des professionnels ; la sensibilisation / mobilisation des décideurs et maîtres d'ouvrages ; la sensibilisation / mobilisation de la société civile ; la mise en place d'un dispositif de pilotage de l'ensemble pour qu'il y ait cohérence et intégration des domaines.

Le "scénario idéal ou vertueux", basé sur une bonne complémentarité entre la génomique et les méthodes traditionnelles, requiert une forte collaboration entre tous les professionnels concernés, en particulier les chercheurs et les opérateurs qui mettront en œuvre ces méthodes, ainsi qu'une volonté politique et les financements permettant de soutenir le processus de développement. Pour garantir une telle implication, il est nécessaire de démontrer comment ces méthodes vont améliorer la préservation et la restauration des milieux aquatiques et globalement la qualité de vie et la santé de la population, avec une utilisation optimisée des ressources financières.

Summary

The French-Swiss project SYNAQUA (INTERREG France-Switzerland 2017-2019) focuses on the development and the validation of genomic tools for water quality biomonitoring based on diatoms and oligochaetes. As part of the work-package dedicated to stakeholders and public awareness and involvement, three foresight participative seminars were organized in Lyon and Paris in early 2019. These seminars aimed to design various feared and desired scenarios of genomic tools development in France (and to a lesser extent in Switzerland), then to build an ideal but realistic one, favouring a better biomonitoring. The outcome of the seminars included an action plan along six fields of action: the development, experimentation and normalisation of methods based on eDNA; the regulation and organisation of biomonitoring allowing a good implementation of these tools; the training and mobilisation of professionals; the awareness-building and involvement of policy and decisions makers; the awareness-building and involvement of civil society; the set-up of an implementation mechanism for the overall plan, insuring a steady and consistent progress.

The "ideal scenario", based on a good complementarity between genomic and traditional methods, requires a strong collaboration between all the concerned professionals, especially between researchers and operators, as well as political will and funds to support the process of development. To secure such an involvement, it is necessary to demonstrate how these methods will improve the preservation and restauration of aquatic environments and the overall quality of life and health of the population, with an optimized use of financial resources.

Contexte et objectifs du projet SYNAQUA et du WP3

Mené dans le cadre du programme INTERREG France-Suisse 2017-2019, le projet SYNAQUA a eu pour objectifs de :

- développer et valider des outils de biosurveillance des milieux aquatiques basés sur la méthode ADNe¹ ;
- favoriser le déploiement de ces outils et leur intégration dans le dispositif de biosurveillance réglementaire.

Le projet a été organisé en quatre workpackages ayant pour objet de :

- 1- Valider la méthode moléculaire sur les espaces aquatiques transfrontaliers.
- 2- Développer un indicateur de la qualité de l'eau innovant basé sur l'ADN, au service des politiques publiques de protection de l'environnement.
- 3- Sensibiliser professionnels, scolaires et grand public aux avantages de la génomique pour la surveillance de l'environnement.
- 4- Livrer un diagnostic de qualité aux gestionnaires locaux, sur lequel ils puissent s'appuyer pour préserver ces écosystèmes régionaux emblématiques.

Le projet SYNAQUA a fait l'objet d'un article de présentation, publié dans un numéro spécial de la revue *Environmental Science and Pollution Research*, en 2018, à la suite du 6^{ème} séminaire d'écotoxicologie de l'INRA qui a eu lieu à Alixan en décembre 2017 [voir en annexe].

Le présent rapport concerne la volet « sensibilisation des professionnels » du workpackage 3. Au-delà, d'une sensibilisation, il s'agissait réellement d'associer ces professionnels à la réalisation de l'objectif « favoriser le déploiement de ces outils et leur intégration dans le dispositif de biosurveillance réglementaire ».

A cet effet, en France, il était prévu d'organiser des séminaires de réflexion prospective sur les applications des outils génomiques basés sur l'ADN environnemental à la biosurveillance des milieux naturels. La conception, l'organisation et l'animation de ces séminaires ont été confiées par l'INRA à Philippe Blancher (Blancher Conseil) et Estelle Lefrançois (Eco in'Eau), dans le cadre de 2 prestations de service. Les 2 premiers séminaires de réflexion ont fait l'objet d'une livrable préalable (WP3.3.1 N° 39639). Le présent livrable reprend l'ensemble des résultats de ces deux séminaires, ainsi que ceux du séminaire final. Il propose sur cette base un scénario optimal d'implémentation des outils de génomique dans la biosurveillance et un plan d'action pour sa mise en œuvre.

¹ Nous utilisons ici indifféremment « ADNe » ou « méthode ADNe » pour parler des méthodes de biodiagnostic utilisant des approches de biologie moléculaire basées sur l'ADN environnemental.

Déroulement de la mission et méthodologie mise-en-œuvre

Les séminaires de prospective ont été conçus afin de permettre un réel travail de concertation et de co-construction avec les utilisateurs et bénéficiaires potentiels directs de l'outil, et d'en tirer un scénario définissant une trajectoire jugée optimale d'intégration de l'ADNe dans la biosurveillance opérationnelle.

Ce travail est allé jusqu'à préciser les actions prioritaires à mener et les principales échéances à respecter. Ces séminaires ont permis, en outre, de sensibiliser les professionnels présents aux potentialités ouvertes par les outils de bioindication basés sur l'ADNe.

Démarche d'ensemble

Après un travail préparatoire, le travail d'élaboration s'est déroulé en quatre temps, comme le montre le schéma ci-dessous :



Figure 1 : Le processus d'élaboration du scénario vertueux et de son plan d'action

Les séminaires ont comporté des temps d'ateliers importants qui ont permis une participation très active de l'ensemble des participants. Les partenaires du projet ont été associés à l'animation de l'atelier et ont ainsi pu y contribuer eux aussi de façon très active. Puis, au cours de mois de mai et de juin, l'ensemble du travail a été structuré et précisé afin de produire le présent rapport.

Comme on peut le voir sur le schéma, **seul le séminaire lyonnais de janvier avait véritablement une dimension franco-suisse**. Les séminaires parisiens, quant à eux, sont restés franco-français, même si les partenaires suisses ont été associés à leur animation. Il était en effet difficile de poursuivre avec le même niveau de précision la réflexion sur les deux pays, du fait de différences importantes dans les systèmes politico-administratifs. Toutefois, occasionnellement, nous mentionnerons les convergences et divergences qui ont pu apparaître.

Participants aux séminaires

Afin d'organiser les invitations aux séminaires, une analyse du système de biosurveillance des milieux aquatiques, sous la forme d'un « workflow », a été produite. Elle a permis d'identifier les principaux acteurs et « porteurs d'enjeux » en lien avec le développement des techniques génomiques, c'est-à-dire les organismes susceptibles de développer et d'utiliser ces techniques ou leurs résultats : autorités de contrôle, gestionnaires de bassins versants, entreprises privées ayant un impact sur les milieux aquatiques, chercheurs, bureaux d'études, laboratoires...

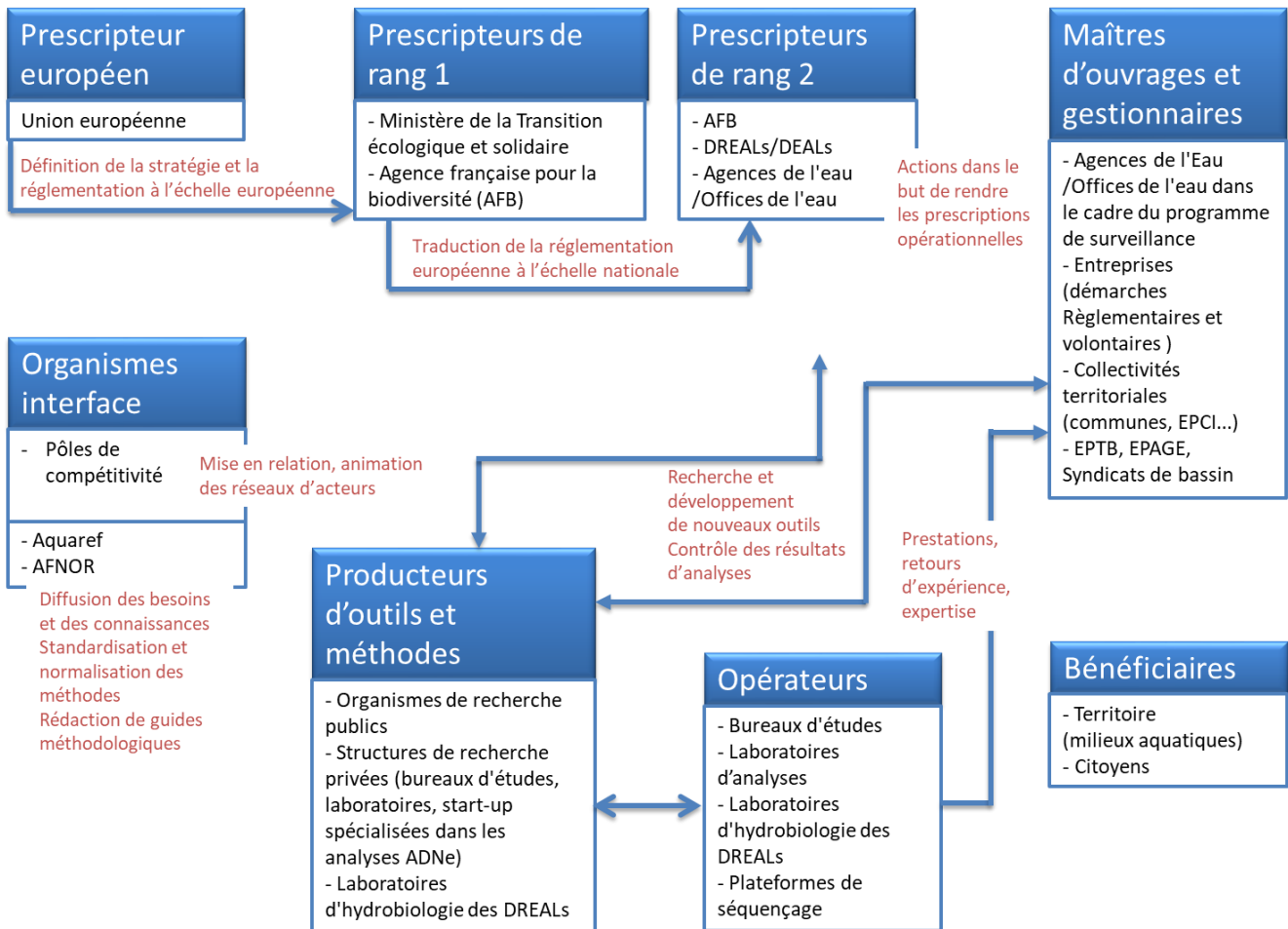


Figure 2 : Les acteurs de la bioindication

Au final, **46 personnes, représentant 34 organismes**, ont participé à au moins un séminaire (voir liste en annexe) et la typologie de la participation a chacun des séminaires a été la suivante.

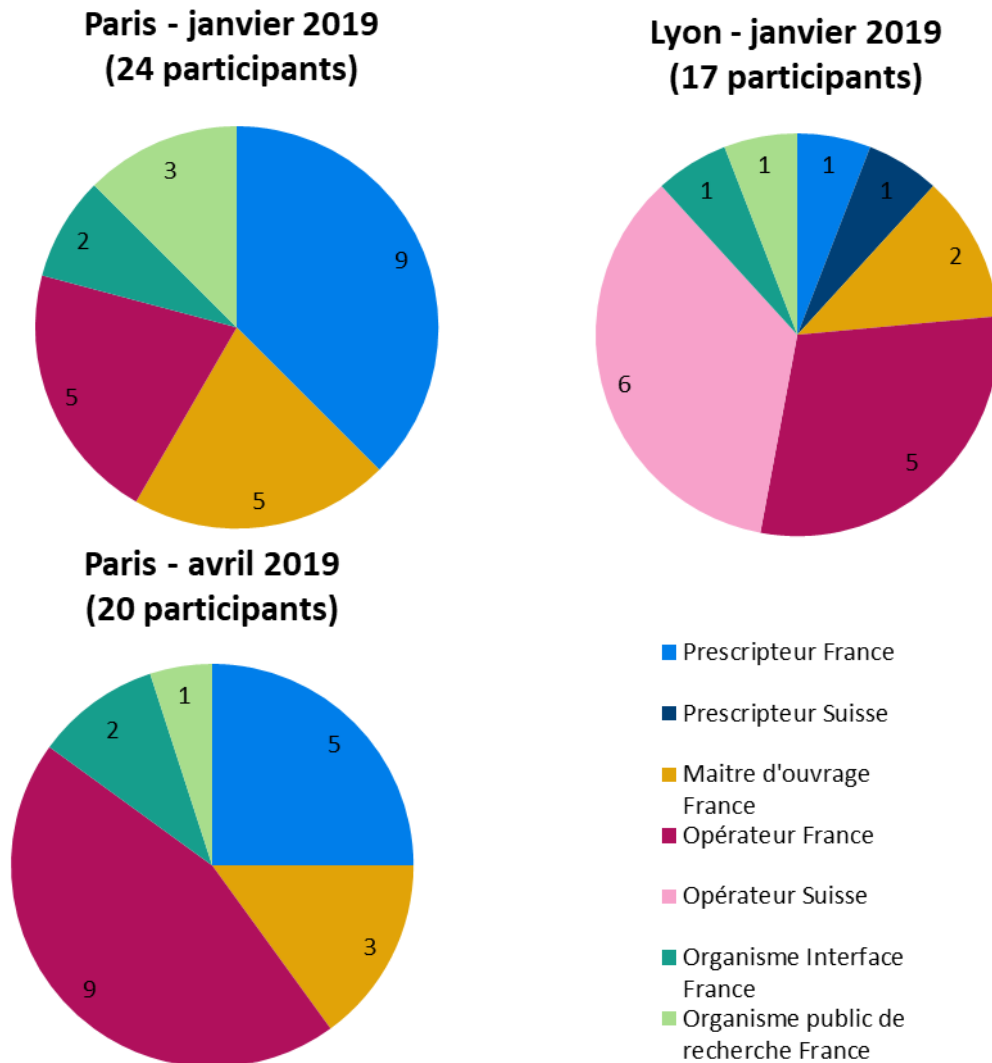


Figure 3 : Typologie de la participation aux différents ateliers

Séminaires d'élaboration d'images vertueuses et des processus y conduisant

Lors des séminaires de janvier, la réflexion des participants a été organisée en trois temps :

- La production d'un **bilan de la situation actuelle** avec d'une part les aspects positifs et les points forts à préserver dans le futur, d'autre part, les manques et insatisfactions ou les évolutions préoccupantes. Il s'agissait, en particulier, de voir dans quelle mesure le système de bioindication actuel permettait de bien représenter ou non la qualité des milieux aquatiques...). Cette réflexion a été menée au sein de groupes homogènes en termes de types d'acteurs représentés. En effet, il nous paraissait important de faire apparaître le plus clairement possible les différences de perception selon le statut.
- La **production d'images contrastées** (tendancielle, souhaitées, redoutées) de la bioindication à l'horizon 2025 – 2030 dans le cadre de 3 (Lyon) ou 4 (Paris) groupes de travail regroupant chacun des acteurs de statuts différents.
- La **caractérisation de la situation souhaitée et l'analyse des processus pouvant y conduire** au sein des mêmes groupes de travail.

Suite à la production du bilan de la situation actuelle (étape 1), et avant que les participants ne travaillent sur les images du futur (étape 2), deux-trois partenaires du projet SYNAQUA ont présenté, plus en détails, le projet et ses premiers résultats... En particulier, ils ont expliqué avec quelles objectifs, les partenaires ont construit le projet SYNAQUA, puis présenté les premiers résultats scientifiques. Ce faisant, ils ont montré comment les méthodologies développées étaient susceptibles de répondre à certaines attentes ou insatisfactions exprimées précédemment par les participants.

Production d'images contrastées de la bioindication à l'horizon 2025 – 2030

Lors de la préparation des séminaires de janvier, il est apparu important, de bien se démarquer d'une réflexion dans laquelle le développement des techniques génomiques dans la biosurveillance est de facto un progrès et que la question centrale est de favoriser leur développement.

La **préoccupation première** affichée a donc été **l'amélioration de la préservation et de la gestion des milieux aquatiques, grâce à un meilleur suivi de ces milieux basé sur l'amélioration quantitative (extension et intensification dans le temps et l'espace) et qualitative des dispositifs de biosurveillance. A partir de là, la question centrale était donc de voir comment et dans quelle mesure les techniques génomiques pouvaient contribuer à la réalisation de cet objectif.**

Et pour ce faire, nous avons demandé aux participants de construire des images contrastées de la bio-indication dans le futur, en réfléchissant selon deux axes : d'une part, l'amélioration ou la dégradation de la bioindication ; d'autre part, le déploiement ou non des méthodes basées sur l'ADNe. Ceci permettait de distinguer les situations-types représentées par chacun des cadrans du schéma ci-contre.

	Non-développement de la bioindication basée sur l'ADNe	Développement de la bioindication basée sur l'ADNe
Bioindication améliorée		
Bioindication dégradée		

Figure 3 : Quatre images du futur contrastées

Il était demandé aux participants de se projeter à l'horizon 2025-2030, soit dans un temps suffisamment long pour que les évolutions soient possibles et crédibles, mais suffisamment court pour que les premières actions soient à entreprendre rapidement.

Dès cette étape, les participants devaient commencer à décrire les processus conduisant à l'une ou l'autre situation, ainsi qu'à la probabilité de se retrouver ou pas dans telle ou telle situation.

Caractérisation de la situation souhaitée et analyse des processus pouvant y conduire

Dans ce troisième temps et compte-tenu de l'orientation du projet, nous avons demandé aux participants :

- d'une part, de mieux caractériser la « **situation vertueuse** » dans laquelle la **bioindication basée sur l'ADNe est déployée et la qualité de la bio-indication s'améliore** (quadrant en haut à droite) ;
- d'autre part, de mieux identifier et caractériser les processus conduisant à cette situation.

Le fait d'avoir d'abord envisagé différents types de situation a permis d'enrichir la caractérisation de la « situation vertueuse » et des processus y conduisant ; par exemple, en permettant de bien prendre en compte les processus amenant à une dégradation de la bioindication et en réfléchissant sur la manière de les contrer. D'autre part, la réflexion sur une bioindication améliorée sans déploiement des techniques génomiques a permis de bien mettre en valeur ce qui devait être conservé du système actuel et les difficultés pour maintenir une bioindication de qualité sans l'appui des techniques ADNe, avec le risque d'un déploiement sauvage, dans l'urgence, se traduisant par une dégradation forte du système actuel.

Dans le corps principal de ce rapport, seule la description de la situation vertueuse et des processus y conduisant est reprise en détails. Toutefois, on trouvera l'ensemble de la réflexion, avec la description des images contrastées, dans les comptes-rendus des deux séminaires, en annexe.

Mise au point du scénario de développement vertueux

Les « images du futur vertueuses » produites par les différents groupes n'ont pas fait apparaître de divergences fortes. Il a donc été possible de produire une « image vertueuse » consensuelle, faisant simplement apparaître des variantes. Il en a été de même pour les descriptions des processus conduisant à cette situation.

De ce fait, le travail réalisé avant le deuxième séminaire de Paris a été avant tout un travail de synthèse et de structuration.

Nous avons, en particulier, fait apparaître 6 domaines d'action devant structurer le plan d'action.

1. Le développement, l'expérimentation et la normalisation des méthodes basées sur l'ADNe
2. Une réglementation et une organisation permettant une mise en œuvre favorable des outils de bioindication basés sur l'ADNe
3. La formation / mobilisation des professionnels

4. La sensibilisation / mobilisation des décideurs et maîtres d'ouvrages
5. La sensibilisation / mobilisation de la société civile
6. La mise en place d'un dispositif de pilotage de l'ensemble pour qu'il y ait cohérence et intégration des domaines.

Séminaire de validation du scénario et d'élaboration du plan d'actions

Toutes les personnes invitées aux deux premiers séminaires ont été invitées au troisième, ainsi que quelques-unes identifiées entre temps.

Un premier temps, en plénière, a été consacré à la mise au point et validation du scénario vertueux. Puis, afin de travailler le plan d'action, les participants ont été regroupés en 4 ateliers traitant d'un, ou pour l'un d'eux de trois, domaines d'action ; les domaines 3, 4 et 5 étant traités par le même atelier. Chaque atelier regroupait des acteurs de statuts différents, mais en veillant à bien avoir quelques acteurs-clés dans l'atelier pertinent.

Après un premier temps d'atelier, il y a eu une première restitution en plénière afin de permettre à chacun de contribuer aux différents domaines et de mettre en valeur les interconnexions entre domaines à ne pas oublier.

Le résultat de ce séminaire constitue le corps de ce rapport : scénario vertueux validé et plan d'action.

En complément de ces ateliers, 6 entretiens téléphoniques ont été conduits auprès d'acteurs pas ou peu représentés lors des séminaires (Tableau 1).

Tableau 1 : Liste des personnes contactées par téléphone

Personne-ressource	Organisme	Fonction
Olivier Bouchez	GeT-PlaGe, US INRA 1426	NGS Lab Manager
Christian Chauvin	Irstea – Centre de Bordeaux	Phytoécologue dans l'unité Ecovea Animateur scientifique Hydrobiologie Aquaref Président de la commission de normalisation AFNOR et expert auprès du CEN Animateur de la Forge Logiciel SIE
Romain Cresson	INRA Transfert Environnement	Directeur business Unit d'INRA transfert
Clémence Genthon		Chargée de Projets - Génomique & Transcriptomique
Martyn Kelly	Bowburn Consultancy	Bowburn Consultancy founder
Arnault Lemainque	Génoscope-France Génomique	Responsable du laboratoire de séquençage au Génoscope

Finalisation du rapport

Comme à la suite des ateliers précédents, le travail de finalisation a été avant tout un travail de synthèse et de structuration.

Sont présentés successivement dans les chapitres qui suivent : le scénario vertueux et le plan d'action conçus dans le cadre de cette réflexion prospective. Le plan d'action lui-même est présenté sous une forme classique, puis à travers le « jeu de rôle » imaginé pour le présenter lors d'une réunion de restitution à l'Université de Genève, le 3 juin 2019.

Intégration de l'ADNe dans la biosurveillance : scénario vertueux à l'horizon 2025 – 2030

Comme vu précédemment, les systèmes politico-administratifs français et suisses étant très différents, il était difficile de proposer un plan d'action suffisamment précis qui puisse s'appliquer aussi bien en France qu'en Suisse. Toutefois, au vu des échanges avec les partenaires suisses et les participants au premier séminaire lyonnais, en amont du plan d'action, le scénario vertueux décrit ci-dessous est pertinent pour les deux pays. Le plan d'action lui-même peut être une source d'inspiration pour la Suisse.

La réglementation européenne ne s'appliquant pas en Suisse, les décideurs et gestionnaires suisses ne sont pas soumis aux exigences liées à la DCE, en particulier en matière d'homologation des méthodologies, de calendrier ou encore de rapportage. Néanmoins la surveillance des milieux aquatiques en Suisse s'est développée sur un modèle très proche de celui de la DCE et les questions relatives à l'implémentation d'une nouvelle méthode de bioindication se posent aussi bien à la Suisse, qu'à la France ou un autre pays européen.

La place de l'ADNe dans la bioindication en 2025-2030

Lors des premiers ateliers, des « scénarios vertueux » privilégiant quasi exclusivement le développement de la méthode ADNe ont été évoqués. Néanmoins, **la projection vertueuse la plus souvent mise en avant est celle où l'ADNe et les méthodes traditionnelles sont utilisées de manière complémentaire.**

Un des modèles de développement privilégié prévoit que :

- pour des raisons économiques et de gain de temps, la méthode ADNe soit utilisée comme un outil massif de surveillance environnementale : en première intention (première étape de screening pour identifier les hot-spots de contamination ou de dysfonctionnement) et en routine ;
- mais, sans exclure les approches traditionnelles, qui pourraient être utilisées notamment pour la calibration ou pour un meilleur diagnostic sur les sites contaminés et dégradés mis en évidence grâce à l'ADNe.

Pour que cette situation soit réellement vertueuse, elle doit répondre à plusieurs caractéristiques.

En premier lieu, la méthode ADNe y est utilisée selon des méthodes consolidées et standardisées, qui ont été sélectionnées comme les plus performantes à l'issue d'un effort important de R&D. De fait, les opérateurs disposent d'un panel de méthodes (traditionnelles et basées sur l'ADNe) adaptées à différentes situations et différents compartiments biologiques, qu'ils utilisent de façon complémentaire. De plus, ils disposent de méthodes diagnostiques révélant le fonctionnement des milieux (approches moléculaires ou pas, ou intégration des deux), qu'ils peuvent utiliser dans un cadre DCE ou non. Globalement, l'ADNe, les méthodes « omics » en général et les outils d'intégration des différentes méthodologies ont été développés pour répondre à des questions écologiques variées.

Ce scénario a pu se réaliser dans la mesure où, en amont, les décideurs ont été convaincus (cf. domaine d'action 4 : La sensibilisation / mobilisation des décideurs et maîtres d'ouvrages) de la nécessité d'une intégration des méthodes ADNe dans les protocoles reconnus et qu'ils ont décidé des investissements nécessaires dans les efforts de R&D, de normalisation et de déploiement (cf. domaine d'action 1 : Le développement, l'expérimentation et la normalisation des méthodes basées sur l'ADNe).

De façon plus fondamentale, ces évolutions vertueuses et les développements sous-tendus ont eu lieu dans la mesure où les pouvoirs publics (nationaux et européens) ont maintenu des objectifs élevés en matière de qualité des milieux et de biosurveillance, et ont été incités à le faire par la pression des citoyens (cf. domaine d'action 5 : La sensibilisation / mobilisation de la société civile).

De plus, il est apparu souhaitable que, tout en faisant évoluer de façon significative l'organisation socio-économique de la « filière bioindication » (bureaux d'études et laboratoires en particulier), le scénario ne la déstabilise complètement (cf. domaine d'action 2 : Une réglementation et une organisation permettant une mise en œuvre favorable des outils de bioindication basés sur l'ADNe, et domaine d'action 3 : La formation / mobilisation des professionnels).

Enfin, la réalisation d'un tel scénario a nécessité d'agir dans différents domaines de façon coordonnée et d'assurer la continuité dans la mise en œuvre des différentes actions. Ceci n'a été possible que grâce à la mise en place d'un dispositif en charge de la promotion et de l'animation de la démarche d'ensemble (cf. domaine d'action 6 : La mise en place d'une structure ou un dispositif de pilotage de l'ensemble pour qu'il y ait cohérence et intégration des domaines).

Les effets sur la gestion et l'état des milieux aquatiques en 2025-2030

Tel qu'il a été développé, l'ADNe est devenu un outil robuste et fiable qui améliore globalement les performances de la biosurveillance. La biodiversité est mieux évaluée, l'évaluation de l'état écologique est améliorée, les états initiaux sont mieux évalués et, en conséquence, les impacts environnementaux comme les résultats d'actions de préservation ou restauration mieux mesurés. Du fait de ces évolutions, et aussi grâce à des actions de renaturation ou de création d'équipements structurants, la gestion des milieux et son suivi s'améliorent.

On dispose d'une bien meilleure connaissance de tous les milieux, y compris les milieux moins étudiés (ex. : petites masses d'eau, masses d'eau de transition). Ceci permet une grande réactivité face aux espèces invasives et aux évolutions des milieux et des espèces, en particulier sous l'effet du changement climatique. Les bioindicateurs et leurs usages sont adaptés aux milieux mesurés.

La connaissance s'améliorant, les actions de restauration/conservation deviennent plus pertinentes et se développent ; les évolutions liées au changement climatique sont bien anticipées. La qualité des milieux aquatiques s'améliore ou *a minima* la dégradation est enrayée.

La bioindication appliquée aux milieux aquatiques se révèle un outil précieux dans le cadre des politiques de transition écologique et solidaire, en particulier dans le développement de l'agroécologie.

Toutes ces améliorations se traduisent par des impacts positifs sur l'environnement plus globalement et la santé. Couplés, aux actions de sensibilisation des décideurs et maîtres d'ouvrages, et plus largement de la société civile, menées tout au long de la démarche, ces bons résultats et leur diffusion font que le développement de la bioindication bénéficie d'une adhésion forte de la société dans son ensemble.

Les pièges à éviter : les scénarios repousseurs

Les scénarios redoutés, élaborés lors des séminaires de janvier, ont servi, par contraste, à définir le scénario vertueux. On trouvera leur description détaillée dans les comptes-rendus de ces séminaires ; toutefois, il est intéressant de mettre en valeur les processus redoutés et, à travers eux, les pièges à éviter.

De façon schématique, deux types d'évolutions sont craints :

1. L'ADNe ne se développe pas dans la mesure où les efforts ne sont pas faits pour permettre son développement ou sont mal organisés. Il en résulte des déceptions et un découragement des pionniers en la matière, la faillite des entreprises qu'ils ont créées...
2. Les méthodes ADNe sont introduites avant tout dans un souci de réduction des coûts et au détriment de la qualité. De fait, l'un des avantages des outils basés sur l'ADNe est leur faible coût et les économies qu'ils sont supposés permettre de réaliser. Dans un contexte de forte contrainte financière, ils risquent de fait d'être promus dans le seul but d'optimiser les coûts et de phagocytter tous les budgets de la recherche au détriment d'autres méthodes.

Un scénario combine ces deux types d'évolution : dans un premier temps, les efforts ne sont pas faits pour développer l'ADNe, et seules les méthodes traditionnelles sont utilisées (scénario 1) ; puis, sous la pression des contraintes budgétaires, l'ADNe est introduit en catastrophe débouchant sur le scénario 2.

Dans ces scénarios-repousseurs, la qualité des milieux naturels se dégrade du fait d'un manque d'intérêt des décideurs, de restrictions budgétaires et/ou de choix malheureux dans la surveillance des milieux naturels, notamment la mise en œuvre des méthodes de bioindication.

Le respect et la valorisation des chroniques de données est apparu comme un point critique qui donne tout son sens aux opérations de biosurveillance, surtout dans un contexte d'évolution des écosystèmes. Dans l'un des scénarios redoutés, les données obtenues par les méthodes ADNe ne sont pas analysées et interprétées par des écologues confirmés et perdent ainsi en fiabilité

Un risque de dérive vient aussi du fait que, en routine, les outils basés sur l'ADNe évitent la manipulation directe des espèces-cibles (diatomées, macro-invertébrés, poissons), mais, en conséquence, et dans l'état actuel des recherches, ils ne permettent pas d'appréhender la structure des communautés ni d'apprécier l'état de santé des individus. C'est pour cela, entre autres, qu'il faut veiller à ne pas les considérer comme une **alternative à toutes les autres méthodes** et plutôt les utiliser de façon complémentaire, à bon escient.

Plus globalement, les méthodes basées sur l'ADNe, font craindre **une déconnexion des opérateurs et des gestionnaires avec le milieu naturel**, ainsi que la **perte progressive des connaissances taxonomiques et de l'expertise écologique**. Dans ce contexte, la standardisation des méthodes, leur normalisation et la certification des opérateurs paraissent cruciales au maintien de la fiabilité des méthodes et de la qualité des résultats. Il apparaît également essentiel que l'interprétation des données issues des analyses ADNe soient réalisées par des écologues confirmés.

Le développement des méthodes basées sur l'ADN fait aussi craindre **de profonds bouleversements de la filière professionnelle** impliquée dans la biosurveillance, en favorisant les structures qui peuvent assumer le traitement de gros volumes d'échantillons et l'amortissement des machines nécessaires ; structures européennes ou même étrangères (plateforme de séquençage en Asie). La déconnexion avec le terrain pourrait alors être encore plus prononcée.

Enfin, les acteurs de la biosurveillance des milieux naturels craignent également que les développements méthodologiques soient guidés par le secteur médical et peu adaptés au marché plus réduit de l'environnement.

Plan d'action pour la mise en œuvre du scénario vertueux

Pour rappel : ce plan d'action est destiné plus spécifiquement au contexte français ; mais il peut inspirer une démarche similaire en Suisse.

La réalisation du scénario vertueux, décrit ci-dessus, nécessite la mise en œuvre coordonnée d'actions dans différents domaines.

La réflexion a été organisée et le plan d'action structuré en six domaines :

1. Le développement, l'expérimentation et la normalisation des méthodes basées sur l'ADNe
2. Une réglementation et une organisation permettant une mise en œuvre favorable des outils de bioindication basés sur l'ADNe
3. La formation / mobilisation des professionnels
4. La sensibilisation / mobilisation des décideurs et maîtres d'ouvrages
5. La sensibilisation / mobilisation de la société civile
6. La mise en place d'une structure ou un dispositif de pilotage de l'ensemble pour qu'il y ait cohérence et intégration des domaines.

Très fortes, les interdépendances entre ces différents domaines ont été mises en valeur de façon répétées.

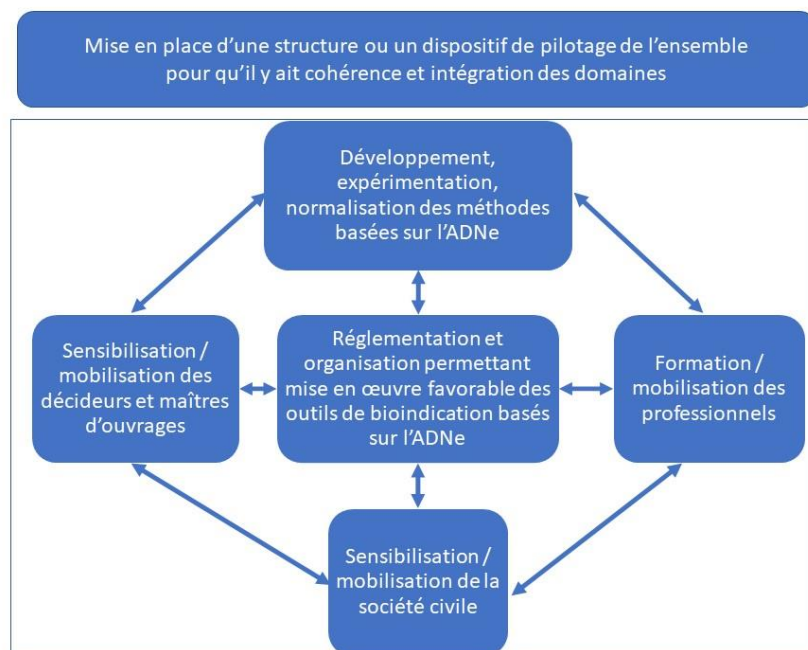


Figure 4 : Structure du plan d'action

Domaine I - Le développement, l'expérimentation et la normalisation des méthodes basées sur l'ADNe

Ce premier domaine d'action est d'ordre scientifique et technique. Il se décline en quatre objectifs principaux.

Consolider les méthodes ADNe

Bien que les méthodes ADNe aient fait leur preuve dans un cadre de R&D et expérimental et qu'elles aient fait l'objet de nombreuses publications scientifiques, leur mise en œuvre en routine nécessite encore d'augmenter leur niveau de maturité technologique (automatisation de certaines étapes, simplification des protocoles, augmentation des débits, mesure des incertitudes...).

Remarque : En ce qui concerne les travaux menés par l'unité INRA – UMR CARTELE, environ 500 échantillons ont été analysés par la méthode ADNe et les résultats comparés aux données issues des méthodes traditionnelles, et ce à différentes échelles territoriales (de l'île de Mayotte au territoire de la France). L'ensemble des travaux de recherche conduits a donné lieu à trois thèses et de nombreuses publications scientifiques. Il est possible de considérer que la méthode a atteint le niveau 6 sur l'échelle TRL (Technology Readiness Level). L'INRA, étant un laboratoire public, n'a pas vocation à mettre en œuvre et commercialiser les analyses en routine. Il convient donc maintenant de faire « évoluer le front de transfert » de la méthode en augmentant son niveau de maturité technologique (automatisation de certaines étapes, simplification des protocoles, augmentation des débits, mesure des incertitudes...).

Le travail au long-cours de consolidation des bases de références et leur maintien en *open access* est également à poursuivre, ce qui implique une collaboration et un financement européen en plus des initiatives nationales.

Dès que cela sera possible, des essais inter-laboratoires devront être organisés à l'échelle nationale et européenne afin de valider la méthode et sa mise en œuvre. Ils pourront être organisés par le CEN et/ou l'Association Générale des Laboratoires d'Analyses et d'Essais (A.G.L.A.E)² et coordonnés par un institut de recherche ou une association reconnue.

Intégrer l'ADNe dans le dispositif global de biosurveillance

Le développement des méthodes basées sur l'ADNe offre de nouvelles possibilités en matière de biosurveillance. Afin de valoriser tout le potentiel de ces méthodes, il conviendra de faire évoluer les différentes méthodes de calcul des indices de qualité écologique et la manière de les articuler entre eux.

Les méthodes traditionnelles ou les méthodes visant l'évaluation du fonctionnement des écosystèmes ne doivent pas être oubliées pour autant et faire également l'objet de développements et d'améliorations, afin d'être en capacité d'apporter des informations complémentaires pertinentes.

Les laboratoires devront contribuer au transfert de la méthode par la formation.

² A.G.L.A.E. est une association à but non lucratif réunissant plusieurs laboratoires (laboratoires départementaux, régionaux, publics, privés, minéraliers, industriels, distributeurs d'eau...), dont le but est de contribuer à l'amélioration des analyses, notamment chimiques, microbiologiques et biologiques, dans les domaines de l'environnement et de la biologie médicale.

Optimiser les outils de collecte et de traitement de la donnée

Des développements technologiques et méthodologiques concernant l'échantillonnage et l'analyse bioinformatique des données ont été réalisés par l'équipe CARRTEL, notamment au cours du programme SYNAQUA. Des développements supplémentaires restent néanmoins à prévoir, par exemple, automatiser l'échantillonnage, adapter les bases de données dédiées à la bancarisation et les outils de calcul des indices ; ceci en vue d'une utilisation en routine lors du prochain plan de gestion DCE.

Standardiser, normaliser et la mutualiser à l'échelle européenne

Parallèlement à la maturation technologique de la méthode ADNe et dans le même objectif opérationnel, les efforts de normalisation doivent être poursuivis. Ce travail implique essentiellement le CEN et l'AFNOR, en étroite collaboration avec les chercheurs à l'origine de la méthode. La standardisation et la normalisation conditionnent l'utilisation en routine de la méthode dans un cadre DCE.

L'importance de sensibiliser les décideurs français européens, par l'intermédiaire de l'AFB et du ministère de la Transition écologique et solidaire, a été abordée à plusieurs reprises. En effet, la volonté politique nationale et européenne sous-tend la faisabilité de toutes ces actions. En particulier, l'affectation de (nouvelles) ressources financières est cruciale pour la poursuite des actions de recherche et de développement.

Domaine 2 – Une réglementation et une organisation permettant une mise en œuvre favorable des outils de bioindication basés sur l’ADNe

Adapter la réglementation et piloter le dispositif

L’intégration de la nouvelle méthode à la réglementation est un processus technico-politico-administratif qui, pour être maîtrisé et efficace, doit respecter un certain nombre d’étapes (voir figure ci-dessous) et un calendrier précis en cohérence avec le calendrier des plans de gestion de la DCE (voir tableau ci-dessous)

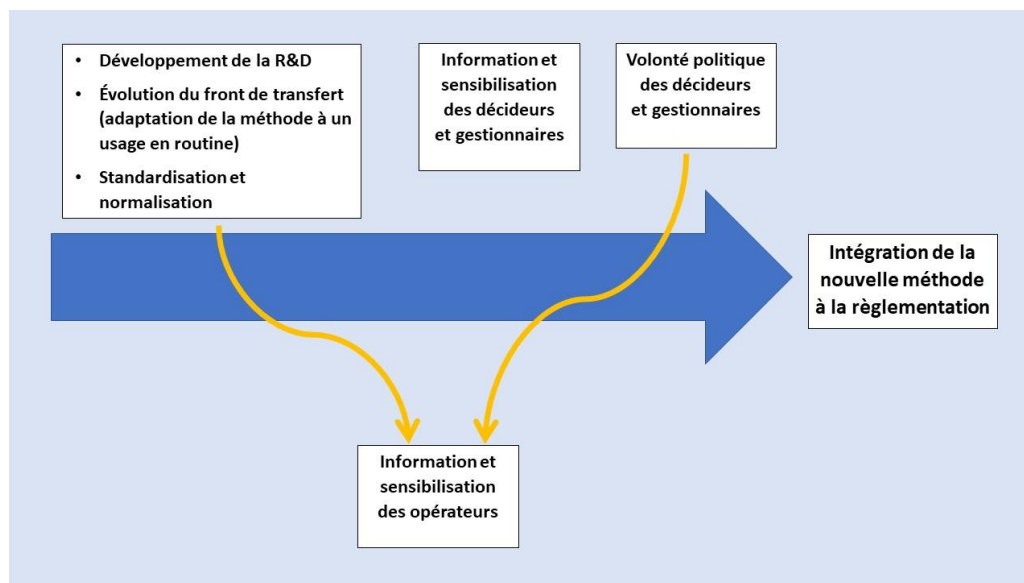


Figure 5 : Workflow de la modification de la réglementation

Plans DCE	Année	Etapes à franchir
2 ^{ème} plan de gestion DCE	2019	
	2020	Circulaire préconisant la mise en œuvre de la méthode ADNe dans les Réseaux de Contrôle et de Surveillance (RCS)*. <i>Cette circulaire est souhaitable pour uniformiser les acquisitions au niveau du territoire, mais n'est pas indispensable puisque les agences de l'eau peuvent prendre l'initiative de demander des analyses par la méthode ADNe (cf. AELB)</i>
3 ^{ème} plan de gestion DCE	2021	
	2022	Acquisition de données par la méthode ADNe à l'échelle du territoire français
	2023	
	2024	Arrêté ministériel en vue de la mise à jour de l'état des lieux en 2025
	2025	État des lieux sur la base des données acquises depuis 2021
	2026	
4 ^{ème} plan de gestion DCE	2027 à 2034	4 ^{ème} plan de gestion intégrant la méthode ADNe d'un point de vue réglementaire et opérationnel

Tableau 2 : Simulation du processus d'intégration des méthodes ADNe pour le 4^{ème} plan de gestion

Les travaux réglementaires sont conduits par les groupes de travail de la Direction de l'eau et de la biodiversité (DEB), en lien avec un collègue d'expert, tel qu'Aquaref. Ils consistent à définir les champs d'application de la nouvelle méthode, ses standards, les modalités d'agrément des structures chargées de sa mise en œuvre. Le dispositif proposé dans le cadre du Domaine d'action 6 pourrait être l'organisme ressource en lien avec le groupe de travail de la DEB.

La conservation des méthodes traditionnelles en parallèle des méthodes ADNe est souhaitable pour tous les acteurs de la surveillance des milieux aquatiques. Toute la difficulté est de leur définir une place et une fonction. Il sera peut-être plus facile de répondre à cette question lorsque les méthodes ADNe seront employées en routine. Pour le moment, il apparaît néanmoins essentiel de préserver la double compétence des opérateurs à l'échelle individuelle (chaque opérateur doit l'avoir), de la structure opérationnelle ou encore à travers groupement (regroupant, par exemple, un organisme ayant des compétences en taxonomie et un autre en bioinformatique). Cette exigence peut être imposée par le biais de l'agrément délivré aux opérateurs ou de l'accréditation COFRAC.

Articuler les outils et résultats de la bioindication avec les besoins des gestionnaires

De façon générale, il est essentiel de bien analyser quand et comment l'amélioration de la qualité du milieu passe par celle de la biosurveillance. En d'autres termes, avant de mettre en œuvre un programme de biosurveillance nécessitant des moyens complémentaires, il faut vérifier/démontrer qu'il aura une véritable valeur ajoutée en termes d'amélioration (ou de non-dégradation) du milieu naturel. Pour cela, il faut pouvoir montrer que c'est bien le manque de connaissance qui est le principal verrou à l'amélioration ou au maintien de la qualité recherchée et qu'en conséquence, l'acquisition de nouvelles connaissances permettra de mieux prioriser les actions, de choisir les actions les plus performantes, d'agir de façon anticipée...

La méthode ADNe, telle qu'elle est développée par l'INRA ou l'Université de Genève, semble répondre à certains besoins des gestionnaires, en particulier, dans la mesure où elle apparaît :

- plus fiable et robuste, moins sujette au biais « opérateur »,
- moins coûteuse,
- à « haut-débit » permettant d :
 - traiter un grand nombre d'échantillons de manière groupée, et ainsi intensifier la surveillance au niveau du territoire dans le temps et/ou l'espace.
 - acquérir une connaissance plus fine et complète des milieux, et ainsi mieux mesurer, comprendre et gérer les impacts anthropiques.

Toutefois, afin de garantir que cette adéquation aux besoins des gestionnaires sera réellement là, cette préoccupation doit être prise en compte et intégrée aux développements à venir, notamment en ce qui concerne la mutualisation des prélèvements, la bancarisation des données, et plus globalement l'optimisation des différents réseaux de surveillance.

Organiser la filière et maîtriser les impacts qu'elle subit

Contrairement à l'Angleterre où la surveillance des milieux aquatiques est réalisée par les services de l'Etat (prélèvement, analyse des échantillons, bancarisation et interprétation des données), la surveillance en France fait intervenir des opérateurs privés dans la réalisation d'une large part des tâches et/ou pour la plupart des échantillons prélevés et traités. D'autre part, la mise en œuvre de la biosurveillance concerne de multiples maîtres d'ouvrage.

Le déploiement des méthodes basées sur l'ADNe va donc impacter la filière et nécessiter de profondes adaptations. Il est, par conséquent, souhaitable que la stratégie mise en œuvre et le calendrier suivi soient, le plus possible, accessibles à toutes les parties prenantes.

D'autre part, afin que la filière ne se restructure pas uniquement sur des critères de prix, avec une prime au moins-disant (un scénario redouté), les participants à la réflexion ont jugé nécessaire de réintroduire l'interprétation des données dans les cahiers des charges, voire de demander une meilleure valorisation de ces données (comparaison historique, développement d'outils de communication...). Il est de plus nécessaire de privilégier la note technique ou le rapport qualité/prix (sans trop baisser sur l'exigence en termes de qualité), lors de l'évaluation des propositions dans le cadre des marchés publics.

La mobilisation/formation des professionnels (domaine 3) participe de cette organisation de la filière.

Domaine 3 : La mobilisation/formation des professionnels

Organiser la formation pour répondre aux nouveaux besoins de la filière

Le système de compétence requis pour développer dans de bonnes conditions les méthodologies ADNe, tel qu'il a été formalisé par l'atelier, est le suivant :

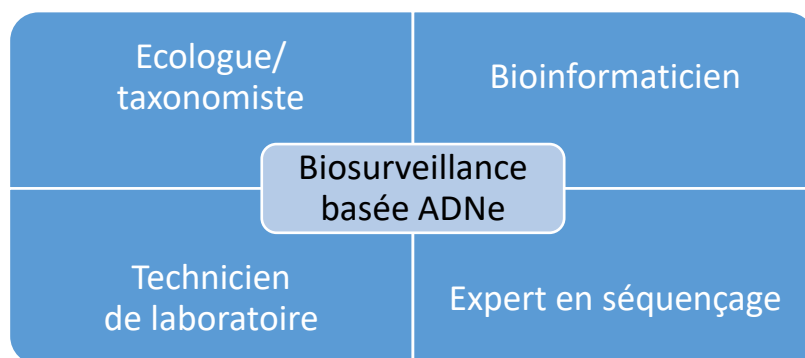


Figure 6: Principaux métiers impactés par le déploiement de la méthode ADNe

Les compétences jugées critiques sont celles de taxonomiste et de bio-informaticien.

Le développement et l'évolution des compétences des acteurs de la bioindication basée sur l'ADNe doit se faire à plusieurs niveaux et selon des modalités adaptées.

Plusieurs actions sont à prévoir :

- ▶ Intégrer la formation à ces nouveaux outils (ADNe, bioinformatique) dans tous les cursus d'écologues pour qu'ils soient à même de les utiliser et d'interpréter les résultats (connaissance des limites, des biais, des incertitudes de la méthode...).
- ▶ Développer les formations aux nouveaux métiers dédiés à la technique (techniciens de laboratoire, experts en séquençage, bio-informaticiens), en intégrant les applications environnementales.
- ▶ Développer les actions de formation continue pour la mise à niveau ou la reconversion des professionnels en poste (opérateurs, maitres d'ouvrage).

La capacité à travailler dans des contextes d'inter ou de transdisciplinarité doit être une compétence développée chez les personnes qui auront la tâche de concevoir les dispositifs de biosurveillance et d'interpréter les résultats.

La mise en œuvre de ces formations nécessite de mobiliser plusieurs organismes, au premier rang desquels : le ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, le ministère de l'Agriculture, l'AFB, INRA-IRSTEA, l'IFORE, l'OIEAU.

Pour que cette démarche soit fructueuse, il est nécessaire d'assurer le recrutement des personnes ainsi formées, y compris dans les services publics où la baisse des effectifs est une tendance lourde, de manière à garantir la fiabilité et l'intégrité des résultats. D'où, un deuxième objectif.

Soutenir et accompagner les professionnels dans la préservation et le développement de leurs compétences

Les gestionnaires de la qualité des milieux aquatiques et, plus généralement, les maitres d'ouvrage devront acquérir des connaissances adaptées, via la formation de leur personnel ou des embauches ciblées, afin de prescrire la méthode à bon escient et valoriser les données au mieux. Les laboratoires et bureaux d'études afin de les mettre en œuvre.

Pour assurer la mobilisation des professionnels dans ce sens et organiser dans de bonnes conditions les formations, il est nécessaire de donner de la visibilité sur la stratégie de déploiement mise en œuvre et les échéances de développement et de mise en application des méthodologies ADNe ; d'autant que les contraintes européennes peuvent contribuer au manque de visibilité. Les opérateurs privés devront vraisemblablement faire des choix en matière de formation et de développement des ressources humaines, sans avoir une parfaite connaissance des évolutions du marché de la bioindication, avec des risques de choix non-opportuns ; il faut donc chercher à atténuer les incertitudes. Il faut aussi intégrer les temporalités, car il ne sera pas possible de former tout le monde en même temps ou, pour les entreprises, d'envoyer tout le monde en formation au même moment.

Plus largement, il est nécessaire de les sensibiliser et les accompagner dans des démarches de changement : stratégies de mutualisation, nouveaux modèles économiques permettant de valoriser les compétences et d'utiliser au mieux les potentialités de l'ADNe. Des stratégies de mutualisation pourraient se révéler payantes.

En amont de cela, tant dans les organismes publics que chez les opérateurs privés, il est nécessaire de préserver et valoriser les compétences et l'expérience en écologie et taxonomie (une compétence critique, comme vu précédemment) en maintenant les personnels et/ou postes existants, comme ceux d'hydrobiologistes dans les DREAL, tout en permettant à ces personnels d'acquérir les compétences nouvelles qui assurent la pérennité de leur poste.


Les formations et divers actions destinées à maintenir et développer les compétences des opérateurs doivent être pleinement intégrées aux systèmes qualité et prises en compte dans l'accréditation des opérateurs.

Domaine 4 : La sensibilisation / mobilisation des décideurs et maîtres d'ouvrages

Informers et sensibiliser les décideurs et maîtres d'ouvrages aux enjeux d'une biosurveillance de qualité et au potentiel des méthodes basées sur l'ADNe

Pour que le déploiement de l'ADNe tel que présenté dans les pages précédentes, s'opère, les responsables politiques et exécutifs des administrations, des organismes publics et des entreprises concernés par la biosurveillance des milieux aquatiques, du niveau européen au local (cf tableau ci-dessous), doivent également être informés et convaincus de l'intérêt de la méthode. Les décideurs sont même la cible prioritaire puisque la volonté politique permettra ensuite de mener des actions efficaces et coordonnées, notamment la création d'une structure dédiée (domaine d'action 6). Une fois créée, l'une des missions de cette structure sera la conception et la mise en œuvre d'une stratégie de communication.

Tableau 3 : Acteurs de la biosurveillance devant être informés et sensibilisés

Niveau organisationnel et échelle géographique décroissants 	Union Européenne : Commission, Parlement, Conseil
	État français : ministère de la Transition écologique et solidaire, AFB...
	Régions : assemblée régionale et exécutif
	EPTB, EPAGE, EPCI disposant de la compétence GEMAPI, Syndicats de rivière : élus et directeurs généraux...
	SAGE ou contrats de milieu (généralement portés par les structures précédentes) : commissions locales de l'eau, comités de milieu
	Entreprises : Directions générales, responsables environnement
	Organismes de sensibilisation et mobilisation de la société civile (associations de protection de l'environnement, Conservatoire des espaces naturels, CPIE...)
	Associations/syndicats de bureaux d'études

Très **Figure 7 : Acteurs de la biosurveillance devant être informés et sensibilisés**

rapidement, il est nécessaire de commencer à :

- ▶ Produire des outils de vulgarisation/communication adaptés à chaque groupe, synthétiques et percutants : plaquette recto-verso, vidéo de 3 minutes, 3 messages-clés maxi par support.
- ▶ Concevoir la stratégie de diffusion : quand ? comment ? à travers quels vecteurs (ne pas oublier GESTEAU, l'Association Française des EPTB...).

Amener les décideurs et maîtres d'ouvrages à s'engager dans une biosurveillance de qualité et les accompagner dans cette démarche

Afin de pouvoir s'engager dans une biosurveillance de qualité, les principaux messages à faire passer auprès des décideurs et maîtres d'ouvrages, selon le niveau organisationnel concerné, sont les suivants.

Au niveau européen et de la DCE

La France doit continuer à défendre le maintien des exigences en termes d'objectifs de qualité.

Au niveau national

Bien qu'il soit largement influencé par les décisions qui sont prises au niveau européen, il dispose de marges importantes dans la mise en œuvre. Les enjeux et objectifs prioritaires sont les suivants :

- ▶ Maintenir le personnel-clé à même de garantir la qualité de la biosurveillance, en particulier les postes d'hydrobiologistes dans les DREAL.
- ▶ Maintenir l'importance et les moyens de la politique de l'eau.

Au niveau bassin

Des actions concrètes peuvent et doivent être menées :

- ▶ Gérer et bien expliquer les évolutions dans le classement des masses d'eau suite à l'introduction des méthodes ADNe ; en particulier, en cas de déclassement, il est indispensable d'accompagner les maîtres d'ouvrage dans la restauration de la situation avec des moyens techniques et financiers spécifiques.
- ▶ Démontrer les gains économiques liés à des outils plus performants ; par exemple, grâce à une réactivité plus forte face à de nouvelles pressions, comme l'arrivée d'espèces exotiques, il est possible d'agir avant que les dégâts ne soient trop importants.
- ▶ Élaborer des clés d'aide à la décision : dans quelles situations l'ADNe est pertinent techniquement et économiquement et, dans lesquelles, il ne l'est pas ou peu.
- ▶ Valoriser les efforts de surveillance et de restauration à l'échelle des territoires ; par exemple rejoindre un label existant tel que « territoire engagé pour la nature³ » et en faire un critère permettant d'abonder les aides.

La structure dédiée au déploiement de la méthode ADNe et ses membres devraient prendre en charge l'élaboration des analyses technico-économiques et des outils d'aide à la décision. Il y a au sein de l'INRA/IRSTEA et de l'Université des experts (biologie, économie, management...) à même de faire ce travail. Cette action doit être menée en relation avec le service connaissance et valorisation de l'AFB, dans le cadre du volet études économiques et évaluation.

Au niveau des entreprises

Le principal enjeu est de les inciter à s'inscrire dans des démarches visant un impact global positif sur la biodiversité⁴ notamment en s'appuyant sur les démarches de RSE (responsabilité sociale et environnementale). Les méthodes ADNe peuvent également être bien valorisées dans le cadre des démarches « Éviter – Réduire – Compenser ».

³ <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/plan-biodiversite-lancement-linitiative-territoires-engages-nature-collectivites-engagez-vous>

⁴ Voir, en particulier, la Plateforme de l'initiative française pour les Entreprises et la Biodiversité : <http://www.entreprises-biodiversite.fr/>.

Mobiliser des fonds au service de l'amélioration de la qualité des milieux aquatiques

D'un point de vue financier, afin que la mise en œuvre de la méthode ADNe soit bien au bénéfice de la qualité des milieux aquatiques, il faut que les économies réalisées soient réinvesties dans des programmes R&D ou d'actions visant l'amélioration des milieux naturels. Pour cela il convient de bien évaluer les gains liés à l'utilisation de l'ADNe, à l'échelle de l'échantillon et au niveau global du programme de biosurveillance, ce qui permettra de mieux rationaliser son usage. De même, il est essentiel de préserver le système français des agences de l'eau en permettant que les redevances restent très prioritairement affectées à l'amélioration de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques. Une part des financements de la R&D doit être recherchée au niveau des appels d'offres européens.

Domaine 5 : La sensibilisation / mobilisation de la société civile

Les actions dans ce domaine doivent s'inscrire dans le cadre des démarches plus larges concernant l'eau et la biodiversité et s'appuyer sur les organismes spécialisés (associations de protection de l'environnement, Conservatoire des espaces naturels, Centres Permanents d'Initiatives pour l'Environnement-CPIE...); comme cela a été fait dans le cadre du programme SYNAQUA, avec la participation du Conservatoire des Espaces Naturels Haute-Savoie et de la Maison de la rivière côté suisse.

Ont ainsi été mentionnées les démarches qui ont pour but de :

- ▶ Développer la collaboration entre chercheurs, opérateurs et associations d'éducation à l'environnement.
- ▶ Développer la vulgarisation (dès le plus jeune âge) et la formation afin de créer un intérêt fort pour les problématiques liées à l'eau.
- ▶ Favoriser le lancement de nombreuses initiatives : émissions de télé, radios, sites internet, applications (« quelle est la qualité de la masse d'eau devant laquelle je me trouve ? », « quels en sont les effets ? », « que faudrait-il faire pour l'améliorer ? »)...
- ▶ Faire en sorte que des sensibilisations soient aussi présentes dans des formations non liées à l'écologie, mais ouvrant à des métiers ayant un impact sur l'environnement (ingénieurs, managers, financiers).
- ▶ Faire en sorte que la communication auprès du public s'améliore, qu'elle permette d'initier des actions concrètes et d'améliorer la confiance dans les résultats
- ▶ Faire en sorte que, face à la dégradation de l'environnement, la société civile se mobilise pour faire pression sur les décideurs (publics et privés).
- ▶ Développer des démarches de science participative, en particulier pour le suivi des milieux. *Exemples : des associations motivées assurent le prélèvement, voire le séquençage et s'impliquent dans l'interprétation ; surtout, les associations et la population assurent un suivi des actions menées après ces mesures.*

Domaine 6 : La mise en place d'un dispositif de pilotage de l'ensemble pour qu'il y ait cohérence et intégration des domaines

Comme vu précédemment, pour mettre en œuvre le scénario vertueux, il est nécessaire de faire en sorte que les acteurs de la biosurveillance des milieux aquatiques en France se fédèrent autour d'un projet de structure ou de dispositif de pilotage de l'ensemble, assurant l'intégration des domaines, la cohérence et la continuité des actions.

Insérer le dispositif de pilotage de la démarche dans le système existant

Premier élément de cahier des charges du dispositif : il est indispensable qu'il s'inscrive dans le système actuel de validation et d'inclusion des méthodes hydrobiologiques dans les programmes de surveillance et d'évaluation afin qu'il ne se déconnecte pas du besoin et de la demande, et qu'il utilise au mieux les compétences existantes. Comme le montre le schéma ci-dessous : « les ingrédients sont là ». Le nouveau dispositif dédié au développement des méthodes basées sur l'ADNe doit s'insérer au mieux dans ce système, avec un positionnement clair, et créer les liens nécessaires.

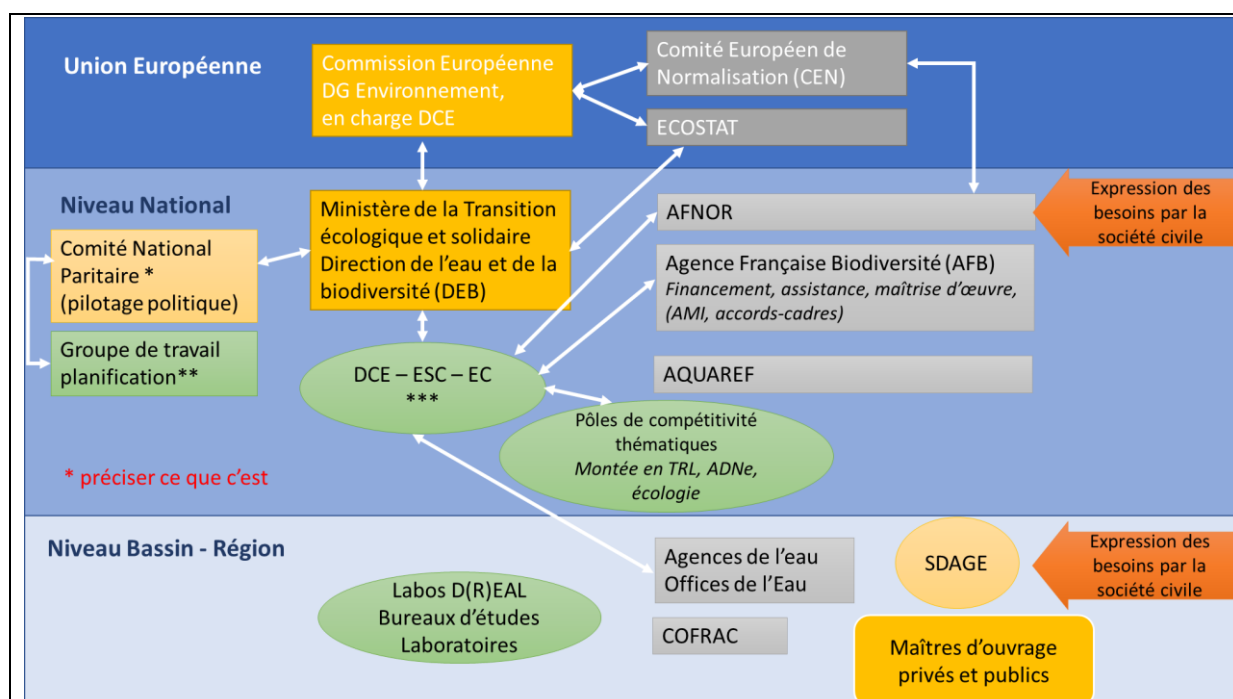


Figure 8 : Image du système actuel dans lequel le nouveau dispositif doit s'insérer

Nota : il s'agit d'un schéma de travail construit en atelier pour permettre aux participants d'identifier les principaux acteurs et de visualiser le schéma global fonctionnel dans lequel la nouvelle structure devra s'inscrire. Des fonctions et de liens ont pu être oubliés, mais seront intégrés dans la réflexion par la suite.

* Comité National Paritaire (CNP) pilote la mise en œuvre de la DCE au niveau des directions générales des Agences de l'eau, des instances de Bassin, et de la Direction de l'eau et de la biodiversité du Ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES). C'est ce comité qui, le cas échéant, valide les évolutions des méthodes et programmes de surveillance. C'est une instance inter-établissements, animée par le MTES.

** Le groupe de travail planification est un dispositif de pilotage interne au MTES, qui propose des orientations pour les principales décisions de la mise en œuvre des politiques du MTES, entre autres pour la DCE. A ce titre, il examine et valide (ou non) les propositions d'évolution méthodologique pour la surveillance et l'évaluation.

*** Le groupe de travail DCE-ESC (DCE-Eaux de surface continentales) est le groupe de pilotage DCE français pour le volet « Etat écologique » des masses d'eau rivières et lacs (les autres groupes de travail concernent les eaux

littorales, les eaux souterraines et l'état chimique). A ce titre, il est le groupe miroir du groupe de travail européen ECOSTAT. Ce groupe de travail et son sous-groupe plans d'eau regroupent les acteurs institutionnels de la surveillance et de l'évaluation DCE (Agences de l'eau, DREAL, DREAL de bassin, scientifiques, AQUAREF). Ils sont pilotés par le MTES.

Valider ses missions et le statut le plus adapté

Les missions prioritaires identifiées dans le cadre du séminaire sont les suivantes :

1. **Cartographier les besoins des différents acteurs de la bioindication des milieux aquatiques**, afin ensuite d'y répondre au mieux.
2. **Promouvoir les méthodes disponibles auprès des gestionnaires** en veillant à ce qu'elles servent l'amélioration de la surveillance des milieux aquatiques et qu'elles ne soient pas uniquement perçues comme des moyens de faire des économies. Il s'agit de consolider le panel de méthodes et de faire le choix de celles à appliquer pour permettre une meilleure qualité de bioindication. A partir de l'identification des besoins objectifs (point 1), il sera possible de mettre en évidence les meilleurs outils (moléculaires, traditionnels, fonctionnels, etc.) pour chaque question écologique et d'en déterminer les avantages et limites, avec un souci de répondre aux préoccupations locales (pollutions locales et émergentes) et globales (changement climatique). Ce travail d'évaluation doit inclure des analyses technico-économiques comparant les coûts et avantages de la méthode ADNe au regard d'autres méthodes, ou comparant différentes modalités de mise en œuvre de l'ADNe.
3. **Favoriser les actions de recherche** répondant aux besoins identifiés auprès des scientifiques et des gestionnaires, en centralisant les besoins et diffusant l'information, à l'échelle nationale et européenne, mais aussi en proposant des programmes de recherche collaboratifs qui auront plus de visibilité et seront plus attractifs pour les financeurs, et plus largement en mobilisant les appuis nationaux et européens.
4. **Mettre en œuvre le transfert aux opérateurs** à travers : l'organisation de formations (en veillant à préserver/développer les compétences-clés), la rédaction de guides et protocoles (traitant des questions techniques, mais aussi jouant le rôle d'outils d'aide à la décision en incluant les évaluations technico-économiques), la participation aux démarches de standardisation et de normalisation, d'accréditation.
5. **Être une instance de conseil et d'appui aux politiques publiques**, en particulier pour la mise en place d'une réglementation adaptée, d'autant plus performante et crédible que tous les experts/acteurs seront représentés dans le dispositif.
6. Pour remplir de façon efficace, l'ensemble de ces missions, le dispositif mis en place devra **concevoir et mettre en œuvre une stratégie de communication performante**.

Ce dispositif doit être léger et fédérateur. Le Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) apparaît une structure adaptée, au moins dans un premier temps. Ensuite, il sera possible et nécessaire de mener les concertations et analyses nécessaires pour trouver la structure la plus pertinente pour la pérennisation du dispositif, si celle-ci est jugée nécessaire.

Un nom a même été suggéré : **GIS ADNe EB/GEN** (Ecologie & Biodiversité / Génomique), avec un slogan : « La génomique pour l'environnement et la biodiversité ».

Son objet social pourrait être formulé ainsi : « Promouvoir l'outil ADNe et mettre en avant sa plus-value au service de l'amélioration de la surveillance des milieux aquatiques ».

Eléments de « cahier des charges » et processus

Pour avancer, il s'agit assez rapidement d'**établir un point focal d'échanges** afin de :

- discuter avec les instances nationales et les différents instances d'ancrage de la démarche (DCE-ESC, AFNOR, AQUAREF, Ministère-DEB, AFB, CEN) ;
- discuter avec les différents acteurs de différentes disciplines (hydrobiologistes, écologues, « experts » ADN, bioinformaticiens) ;
- valider les propositions et capacités par rapport aux besoins ;
- mobiliser des financements pour amorcer, puis pour pérenniser le dispositif

Pour ce faire, il est opportun de **s'appuyer sur le réseau français mis en place dans le cadre de l'action COST DNAqua-Net comme point focal**.

L'action COST se termine en 2020, commencer maintenant, en s'appuyant sur le réseau français, permettra d'assurer un bon tuilage et de garder le lien, la visibilité avec le réseau d'experts européens. Il s'agit de constituer un groupe miroir de celui de DNAqua-Net, qui aura la légitimité pour être acteur/fondateur d'un réseau de réseaux européens.

A partir de là, il s'agira de :

1. **Mobiliser les intervenants des différents domaines afin d'assurer la cohérence et la synergie** : scientifiques, laboratoires d'analyse et bureaux d'études, gestionnaires et maitres d'ouvrage (dont agences de l'eau), représentants des pouvoirs publics... Ils constitueront le noyau de base de la structure qui doit être suffisamment attractive pour agréger toutes les initiatives et être un lieu de synergie.
2. **Concevoir une structure ouverte et identifier la forme juridique la plus adaptée**. Cette structure doit permettre l'implication de toutes les parties-prenantes (y compris les politiques, les acteurs économiques et les représentants de la société). Ce doit être un espace d'échange et de décisions. Idéalement, cette structure devrait avoir pour ambition de générer des structures jumelles en Europe.
3. **Obtenir un financement initial**, par exemple grâce à un appel à manifestation d'intérêt proposé par l'AFB et, dans la foulée, **élaborer un schéma à même d'assurer un financement pérenne**, s'il est confirmé que la structure est destinée à l'être. Les actions portant sur les aspects méthodologiques pourraient être portées par le programme d'AQUAREF, dans son volet « méthodes innovantes ». La structure doit assurer le financement de son fonctionnement et de ses actions ; mais, elle peut aussi, si opportun, piloter des projets coopératifs et/ou mutualiser des financements permettant de lancer des appels à projets dans les domaines de la R&D, l'expérimentation et la formation.
4. **Élaborer et mettre en œuvre une stratégie et un plan de communication**. Comme cela a été décrit précédemment, la communication ciblée et la promotion des méthodes ADNe auprès des différents acteurs est une étape fondamentale de leurs déploiements.

Initier la démarche

En amont, avant qu'il ne soit possible de constituer (élire) une équipe dirigeante et de disposer d'une équipe opérationnelle, un **groupe restreint doit s'organiser pour lancer et piloter la démarche**.

Ses premières étapes de travail/tâches devraient être les suivantes :

- **Etape 1 : Constituer un groupe de travail et monter un GIS :**
Il devrait regrouper le groupe DNAqua-Net français - Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (fusion INRA et IRSTEA), l'AFNOR, AQUAREF, le ministère (DEB), l'AFB et les Agences de l'eau, et éventuellement un ou deux représentants des bureaux d'études et des laboratoires d'analyse. Assez rapidement, il devrait pouvoir vérifier que le GIS est bien la forme pertinente pour initier la démarche, en définir le contour (missions, bureau, siège...) et le mettre en place. Il devrait produire un premier document de communication permettant de mener les démarches nécessaires.
- **Etape 2 : Préparer une réponse à l'appel à manifestation d'intérêt (AMI) de l'AFB « surveillance et évaluation de l'état des eaux et des milieux aquatiques » :**
Il y aura des appels en juin 2019, puis 2020, 2021. En cas de réponse positive, ce premier financement devrait permettre de financer un personnel en CDD, des événements, la mise en place et l'animation d'un site internet...
- **Etape 3 : Communiquer à travers un événement français :**
Le congrès de clôture du COST DNAquaNet à Evian en 2020 pourrait être le lieu le plus adapté. Il serait nécessaire de pouvoir présenter le GIS, sa feuille de route, sa vision prospective...
- **En parallèle, il s'agira de monter en puissance et de réaliser les tâches visant à :**
 - Elaborer et mettre en œuvre un plan de communication ;
 - Mettre au point un guide visant à promouvoir les méthodes opérationnelles ;
 - Cartographier les besoins ;
 - Concevoir un plan de développement des méthodes ;
 - Regrouper les compétences et favoriser le dialogue, notamment entre gestionnaires et société civile.
 - Concevoir un schéma de pérennisation du dispositif

Conclusion et perspectives

Les points clés de la réflexion prospective

Les ateliers organisés dans le cadre du projet SYNAQUA ont donné lieu à des débats particulièrement riches. Tous les acteurs, y compris les opérateurs privés, ont fait preuve d'une forte implication, faisant ainsi émerger la bioindication basée sur l'ADNe au-delà du domaine strictement académique.

Au cours des ateliers, et des discussions qui ont eu lieu en marge, plusieurs personnes, en général impliquées en tant que chercheurs ou gestionnaires dans le domaine de la qualité des milieux aquatiques, ont rappelé qu'il ne fallait pas perdre de vue l'objectif ultime de la bioindication et, plus globalement de la surveillance des milieux aquatiques, qui est le maintien ou l'amélioration de leur qualité écologique.

Le respect du calendrier européen et des cycles de gestion dans le cadre DCE est également une contrainte avec laquelle il faut composer, afin que le déploiement de l'outil ADNe se fasse dans la fluidité et que toutes les étapes puissent s'enchaîner.

L'intérêt pour le maintien des méthodes traditionnelles a été souligné très régulièrement. Cependant, probablement parce que ce n'était pas le cœur des débats, peu d'idées concrètes de développement et/ou de financement des méthodes traditionnelles ont été évoqués.

La création d'une structure de pilotage de type GIS (ou une autre forme juridique) semble assez centrale et cruciale pour le déploiement de l'outil ADNe. Elle permettrait d'assurer toutes les tâches initiées par l'INRA et qui ne peuvent être portées par un organisme de recherche. Ses missions seraient suffisamment nombreuses et diversifiées pour que cette structure soit dédiée à la méthode ADNe. Que ce soit pour porter des actions politiques ou obtenir des financements, il est important qu'elle soit la plus ouverte possible et représentative des toutes les parties prenantes (décideurs, gestionnaires, maîtres d'ouvrage, opérateurs, organismes d'appui type AQUAREF, organismes de normalisation et d'accréditation). Enfin, cette structure doit être capable de rayonner à l'échelle européenne, d'entretenir des collaborations et de favoriser la communication entre les pays membres. Elle doit s'inscrire dans la dynamique du réseau COST DNAquanet.

Maintenant, faisons un rêve. Nous sommes en 2019 et le plan d'action a été mis en œuvre

2029, le plan a été mis en œuvre...

Une réunion de restitution des résultats du projet SYNAQUA a été organisée à Genève le 3 juin 2019. Pour donner un caractère plus vivant à la présentation de la réflexion prospective, les partenaires du projet ont joué un « jeu de rôle », dont on trouvera le script ci-dessous. Celui-ci reprend, sous une forme, plus vivante et imagée, les résultats présentés dans les deux chapitres précédents.

L'animateur

Mesdames et messieurs, je vous invite à fermer les yeux pendant 3 secondes.

Ouvrez les yeux ! Nous sommes le lundi 4 juin 2029 et j'ai quatre bonnes nouvelles. Le Monde ne s'est pas encore effondré. Vous n'avez pas vieilli ou si peu. Nous vous garantissons un retour en 2019 sans effets secondaires. Et surtout, la stratégie proposée par le projet SYNAQUA a été mise en œuvre !!!

La stratégie proposée par le projet SYNAQUA a été mise en œuvre sous la forme du programme « Tous pour le Léman », vaste programme transfrontalier de restauration de la qualité des eaux et sédiments du Léman et des rivières transfrontalières. Nous sommes tous réunis pour fêter la fin de ce programme et son succès, puisque la qualité des milieux aquatiques de notre territoire s'est considérablement améliorée.

Les parties-prenantes au programme, rassemblées autour de cette table, reviennent sur les opérations conduites ces dernières années, les facteurs qui ont permis que le programme soit un succès et les résultats obtenus.

Vont intervenir successivement :

- M. Philippe POISSON, président du Comité de bassin Rhône-Méditerranée, membre de l'organe directeur de la CIPEL.
- Dr Laure BARCODE, Chercheuse dans le secteur R&D d'une entreprise privée en Suisse.
- M. Frédéric RIVIERE, représentant de la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes
- Mme Estelle BIOFILM, bureau d'études Water Impact
- Mme Brune POISSON-DULAC, responsable animation sensibilisation au CEN74
- Dr Agnès TRANSFERT, présidente du groupement ADN-BIOSURVEILLANCE

Philippe POISSON, président du Comité de bassin Rhône-Méditerranée, membre de l'organe directeur de la CIPEL

Il y a 10 ans, les responsables du projet SYNAQUA sont venus nous voir à la CIPEL. Ils voulaient nous sensibiliser à l'intérêt des méthodes basées sur l'ADNe. Je me suis dit encore des études et des recherches à n'en plus finir et encore des demandes de sous alors que nous cherchons à faire des économies. Des financements, nous avons dû en mettre, mais cela s'est révélé par la suite à bon escient.

En effet, après nous avoir confirmé qu'au niveau européen les exigences de la DCE n'allaient pas être réduites et qu'en Suisse ça serait pareil, ils nous ont montré les résultats de leur projet, puis ils nous ont demandé les principaux enjeux pour nous et les principales difficultés que nous rencontrons.

Ils nous ont ensuite proposé une petite étude technique et socio-économique afin de préciser comment l'ADNe permettrait de mieux traiter nos problèmes et quels seraient les gains liés à la mise en place d'outils plus performants intégrant l'ADNe. Ce qui nous a intéressés, en particulier, c'est la possibilité d'être plus réactifs face à de nouvelles pressions, comme l'arrivée d'espèces exotiques ou les impacts du changement climatique.

Ce qui était bien, c'est que cette étude était très appliquée, qu'elle intégrait une phase d'expérimentation bien foutue, et que d'autres territoires avaient été démarchés en France et en Suisse. Tout cela a permis d'élaborer un ouvrage de synthèse et des clés d'aide à la décision afin de savoir dans quelles situations l'ADNe est pertinent techniquement et économiquement.

Nous l'avons diffusé auprès de l'ensemble de maîtres d'ouvrage de notre territoire, et ils ont tous adhéré à la démarche.

Je ne vous cache pas que cela ne s'est pas fait sans difficultés. En particulier, dans le cadre réglementaire, en France, lorsque l'ADNe aboutissait à un meilleur classement d'une masse d'eau, il fallait un peu expliquer, mais ça passait. Par contre, quand, cela faisait que la masse d'eau était moins bien classée, je ne vous dis pas !!!!

Heureusement, tout cela s'est fait en bonne intelligence avec l'Etat, la Région, l'Agence de l'eau et nous avons prévu une aide technique et financière pour les maîtres d'ouvrages se trouvant dans cette situation.

De plus, nous ne nous sommes pas limités aux obligations et au cadre réglementaire, ni aux acteurs publics. Nous sommes allés à la rencontre des entreprises avec la même approche : quelles sont vos difficultés, comment pouvons-nous vous aider ? Beaucoup commençaient à être sensibilisées aux enjeux de la biodiversité et à la nécessité d'avoir un impact globalement positif. Pour ce faire, elles voyaient bien qu'elles avaient besoin de diagnostics et d'une biosurveillance améliorés.

Tout cela nous a permis de bien avancer. Tous les bassins transfrontaliers ont obtenu le label « territoire engagé pour la nature » ou l'équivalent en Suisse. Il a été très important pour nos administrés et a pu être valorisé, en particulier auprès des touristes.

Dr Laure BARCODE : Chercheuse dans le secteur R&D d'une entreprise privée en Suisse

Pour ma part je travaille dans le secteur R&D d'une entreprise privée en Suisse. J'étais déjà active dans le domaine il y a 10 ans en arrière quand les premiers outils basés sur l'ADNe sont arrivés sur le marché. Si je dois faire un bilan de cette dernière décennie je dirais qu'il est très positif. L'utilisation de l'ADN dans la bioindication a été acceptée. L'ADN est maintenant utilisé en complément des méthodes dites traditionnelles. Cela a permis d'élargir largement les suivis cantonaux et nationaux, autant en termes de fréquence d'échantillonnage que de nombre de sites, ce qui nous permet aujourd'hui d'avoir une image beaucoup plus fine de la qualité du réseau et une réponse plus rapide en cas de problème. Pour arriver à ce résultat, de gros efforts de collaboration ont été fournis de la part des organismes privés et publics afin d'élaborer des processus robustes et reproductibles à l'usage des laboratoires de routine. De nouveaux outils ont été mis en place, par exemple l'utilisation de la totalité de la biodiversité comme bioindicateur de la qualité des eaux plutôt que de cibler sur des groupes taxonomiques spécifiques, domaine qui était déjà dans l'air mais encore peu exploité il y a 10 ans en arrière.

Il est bien acquis aussi que de « simplement » sortir une note de qualité n'est pas suffisant pour avoir une bonne image de l'écosystème et que les connaissances écologiques de certaines espèces spécifiques aident considérablement le diagnostic global. Donc on peut retrouver ces espèces dans l'environnement grâce à l'ADN, mais après c'est le travail des taxonomistes de donner un sens à ces résultats.

A ce propos j'aimerais quand même souligner l'implication majeure de l'OFEV dans la mise en place d'une base de données génétique de référence au niveau national qui nous aide justement à identifier les espèces en fonction de leur séquence ADN. On est parti d'une initiative de plusieurs individus qui ont créé une association il y a 15 ans en arrière, et maintenant on a une base de référence génétique pour quasiment la totalité des espèces vivant en Suisse.

Ce travail colossal a été possible grâce à l'implication personnelle des spécialistes mais aussi grâce à l'OFEV justement qui a pris en charge le financement de la mise en place et la gestion de cette base de données sur le long terme.

En ce qui me concerne je me concentre sur l'optimisation des outils ainsi que la reconstruction de certains d'entre eux pour s'adapter aux nouvelles technologies. En ce moment, par exemple, nous travaillons sur la possibilité de séquencer en direct, sur le terrain, des échantillons de biofilm afin d'avoir une réponse immédiate sur la qualité de l'eau. Cela me permet de rebondir sur un point qui est la standardisation et la normalisation des méthodes ADN. Ces procédures sont de toute évidence d'une importance capitale, mais il faut être conscient que ce domaine est en constante évolution et que cette évolution est particulièrement rapide. Les normes de standardisation doivent suivre la cadence et c'est un travail à plein temps.

En Suisse, le premier guide parlant de l'utilisation de l'ADNe, dans le secteur de la bioindication entre autres, est paru en 2020, depuis plusieurs mises à jour ont déjà été faites. C'est une bonne chose, car cela prouve que les personnes impliquées dans la robustesse de ces analyses n'ont pas lâché l'affaire. Grâce à des infrastructures pérennes, comme l'EAWAG ou le centre ECOTOX, on peut être rassuré sur le fait que ces normes soient mises à jour régulièrement et fiables, sans qu'elles reposent uniquement sur le secteur privé, ce qui à mon avis constituerait un risque au niveau de la qualité des analyses sur le long terme.

Mr Frédéric RIVIERE, Chef du service Eau Nature et Paysage de la DREAL Auvergne Rhône Alpes

Il y a environ 15 ans, j'avais vaguement entendu parler de l'ADNe mais je n'y croyais pas trop, car il y a un tel foisonnement de méthode en écologie que toutes ne parvenaient pas au stade de l'utilisation en routine.

En 2019, un peu désœuvré, je suis allé à la réunion de restitution du programme SYNAQUA. Et, là, je me suis rendu compte de la maturité de la méthode et de ses nombreux avantages notamment son faible coût et surtout l'augmentation du débit que cette méthode avait permis à l'échelle du Lac Léman. Je me suis dit que cela pouvait vraiment me servir au niveau de la région, car le réseau de suivi était quand même assez lâche et, pour prendre des décisions et mener des actions de gestion, nous avions besoin d'informations plus précises.

Ce qui s'est passé aussi à cette époque, c'est la création d'un groupement ADNe/Biosurveillance qui a rassemblé plusieurs scientifiques mais aussi des gestionnaires pour animer le passage de relais entre scientifiques et gestionnaires. Et puis il y a eu la normalisation, qui permet de fixer dans le marbre les méthodes qui ont tendance à évoluer un peu trop rapidement au grè des progrès scientifiques. Tout cela a eu lieu autour de 2019. Il a fallu pousser les scientifiques parce qu'il faut avouer que la normalisation, c'est quand même assez éloigné de leurs préoccupations académiques. Je dois avouer qu'ils ont, quand même, bien joué le jeu. Il a également fallu former les acteurs de la biosurveillance aux méthodes ADNe grâce à des formations d'initiation dès 2019/2020, puis de spécialisation en 2021/2022. Ce sont les scientifiques qui ont relevé le défi. Pas mal de monde sont passé chez eux. Il y a eu aussi des tutorats afin que les laboratoires se fassent accréditer par le COFRAC en France, et aussi en Suisse même si je ne connais pas le nom de l'organisme d'accréditation suisse.

Et puis, à un moment, ces nouvelles méthodes ont été inscrites par le ministère dans les arrêtés ministériels pour le 4^{ème} plan de gestion DCE. Cela a permis de passer de nouveaux marchés en intégrant l'ADNe et, *in fine*, de faire le rapportage à l'Europe en augmentant la densité des sites étudiés ce qui était une bonne chose.

Cependant, le personnel de notre laboratoire d'hydrobiologie était composé de diatomistes, qui connaissaient bien le terrain, les diatomées et l'écologie, mais pas l'ADN. Ils étaient capables de faire parler les listes floristiques et nous n'avions pas envie de les perdre.

Alors nous avons travaillé à ce que les méthodes ADN intègrent aussi les méthodes traditionnelles. Actuellement, lorsqu'on met en œuvre des méthodes ADNe, on a l'obligation de traiter un certain pourcentage d'échantillon par des méthodes traditionnelles (microscopie) pour pouvoir assurer la qualité des analyses.

Estelle BIOFILM, bureau d'études Water Impact :

De mon point de vue aussi, les choses ont bien changé depuis 10 ans... Je crois que tout a commencé par ce stage proposé par l'INRA, l'Université de Genève et le Centre Ecotox en 2019. C'est là que j'ai compris que les choses allaient vraiment changer et qu'il fallait s'intéresser sérieusement à la bioindication basée sur la méthode ADNe. Suivre ce stage m'a permis de comprendre à quel point la technologie ADNe pouvait être utile parmi toutes les méthodes de bioindication disponibles, mais aussi à quel point elle était déjà mature. Je vous avoue qu'à l'époque, ça a été un choc, car j'étais plutôt dans l'idée que la technologie était encore balbutiante.

Bref, j'ai eu bien raison de faire ce stage, car après cela les premiers appels d'offre demandant des analyses ADNe ont commencé à paraître. Au début, un par an sur des petits volumes, mais cela n'a cessé de progresser.

Et puis la norme européenne est parue en 2024, enfin plutôt les normes puisqu'il y en a une pour chaque étape. Il a fallu les décortiquer, s'en emparer et surtout les intégrer à notre système qualité... Ça a été un sacré boulot. Mais on en est venu à bout.

Heureusement qu'avec mes associés on a décidé de recruter un biologiste moléculaire. Ça aussi, ça a été une sacrée aventure car on souhaitait recruter quelqu'un qui ait à la fois des compétences en biologie moléculaire, en bioinformatique, qui ait une appétence pour la qualité, qui ne rechigne pas à faire du terrain, et bien-sûr avec qui on puisse communiquer facilement. On a trouvé la perle rare, Martin, qui s'était construit un parcours idéal et parfaitement adapté à travers ses choix à l'Université de Montpellier et ses stages.

Heureusement aussi que pendant toutes ces années, on a pu continuer à traiter des échantillons avec la méthode traditionnelle, ça nous a permis d'évoluer progressivement et de mettre nos compétences en écologie au service de la nouvelle méthode ADNe.

C'est heureux également que les Agences de l'eau en France et l'Office Fédéral en Suisse nous aient laissé le soin de traiter les données et de travailler l'interprétation des résultats, tout en restant disponibles pour en discuter avec eux. Sans cela, les choses seraient devenues très abstraites pour nous et on aurait eu l'impression de n'être que des préleveurs.

Et puis eux, je crois qu'ils ont été bien occupés pendant ce temps à mener les actions de restauration. Je suis bien contente que le résultat soit là aujourd'hui.

Brune POISSON-DULAC, responsable animation sensibilisation au Conservatoire d'Espaces Naturels de Haute-Savoie (CEN 74)

En 2019, la vulgarisation des recherches scientifiques nous en faisons déjà, mais plus à partir de la recherche de terrain, dans les réserves naturelles, sur des protocoles liés à la faune ou à la flore. Le contexte de labo, c'était plus inhabituel ! La première fois à vrai dire ! Et travailler sur des données de l'ordre de l'infiniment petit, de l'invisible à l'œil nu, aussi !

Comprendre et transmettre tout en faisant le lien avec le concret, tel fut le défi de notre tout nouvel animateur de la Dranse, Samuel, la star du film sur les diatomées ! Il a dû arpenter les couloirs de l'INRA un bon moment avant de tisser le fil cohérent et progressif d'une séquence d'animations sur ce thème ! Mais sa créativité a payé et c'est au travers du jeu, de la recherche active et de la curiosité qu'il a réussi à captiver les jeunes sur la notion d'ADN. Le programme a eu un tel succès qu'il s'est pérennisé bien après le projet à la demande des professeurs.

C'est grâce aux relations nouées et aux obstacles surmontés lors de ce premier projet franco-suisse. C'est aussi grâce à nos compétences complémentaires, que nous avons renforcé notre partenariat avec l'INRA autour de nouveaux projets sur la biosurveillance. Samuel est parti, mais sa remplaçante, Pauline, a su s'approprier la thématique et a mis son expertise pédagogique au service de ces nouveaux projets.

Nous avons ainsi, au fil des années, développé des outils pédagogiques qui ont déjà fait leur preuve et sont maintenant disponibles au prêt. Nous avons également conçu une exposition qui a déjà été accueillie dans de nombreux lieux dans toute la région et en Suisse.

Le conservatoire d'espaces naturels de Haute-Savoie a donc continué à jouer ce rôle de pont entre la recherche et les citoyens, en lien étroit, très souvent, avec les établissements scolaires collèges et lycées. Ces techniques de biosurveillance des milieux sont devenues pour nous, professionnels de l'animation nature, une autre façon d'aborder l'environnement et d'en souligner la fragilité, notamment auprès des jeunes qui sont de plus en plus nombreux à souhaiter agir dans leurs futurs métiers pour la protection de notre planète.

Aujourd'hui l'ADNe est devenu un outil du quotidien pour surveiller notre environnement proche, celui où nous vivons. Avec la prise de conscience globale de l'impact de l'homme sur la terre, ce sujet rencontre un grand intérêt et une écoute favorable de la part des habitants en quête d'information et de garanties sur la qualité de leurs rivières et du lac. Des groupes Facebook se sont même spontanément créés pour suivre et animer des campagnes d'observations, de relevés de données et de photos. Et puis ce sujet a connu ces dix dernières années un intérêt de la part des médias, en faisant l'objet de plusieurs émissions de télé et de radio.

Bref l'ADNe fait partie désormais de notre société moderne.

Dr Agnès TRANSFERT, présidente du groupement ADN-BIOSURVEILLANCE :

En 2019, nous venons de passer plus de 10 ans dans mon labo de recherche de l'INRA à développer les approches de génomique et à les adapter pour la biosurveillance des milieux aquatiques. Je dois vous avouer qu'à ce moment-là, je pensais que les derniers développements allaient m'occuper tranquillement jusqu'à la retraite... Eh bien, pas du tout ! Grâce (ou plutôt à cause) d'un programme franco-suisse en cours, SYNAQUA (vous en avez peut-être entendu parler ?), je me suis retrouvée devant un nouveau défi !

Vous imaginez facilement que le transfert de méthodes de la recherche à la gestion environnementale opérationnelle n'est pas quelque chose d'évident... C'est même peut-être pour cela que vous êtes là ? Et bien en 2019, après avoir mis autour de la table tous les acteurs de la filière, cela nous a sauté aux yeux ! Ce transfert n'était pas évident ! Il nous fallait passer le l'artisanat du laboratoire à une plus grande maturité. Ce n'est pas parce que ces méthodes étaient des méthodes « haut-débit » qu'elles ne restaient pas encore très artisanales.

Il restait encore beaucoup à construire : nous avons franchi le « front scientifique », mais nous avons devant nous un « front de transfert ». On s'est même rendu compte que cette transition difficile entre la recherche et le secteur opérationnel était bien connue, à tel point qu'elle portait un nom : nous étions dans « la vallée de la mort » !

Tous les acteurs concernés par ce transfert ont accepté de se relever les manches et de jeter ensemble les bases d'une structure destinée à accompagner ce changement. C'est ce qui allait devenir le « groupement ADN-BIOSURVEILLANCE ».

Au travers de cette structure nous avons accompagné le changement de plusieurs façons :

- En faisant passer les méthodes de l'artisanat à une plus grande maturité technologique, grâce à une structure de transfert institutionnelle. Cette solution initiale a permis de renforcer la confiance dans la méthode et de tester le produit sur des « marchés de niche ».
- Cette structure institutionnelle a ensuite transféré la technologie aux entreprises privées, puis elle s'est effacée et ce sont les entreprises qui maintenant sont passées à un « marché de masse ».
- Nous avons également soutenu un effort de normalisation, indispensable au transfert de ces outils
- Ce groupement a formé des dizaines de professionnels des structures privées et publiques, leur permettant de s'approprier pleinement les outils et de prendre leur place dans le changement,
- Enfin, nous avons tenté de répondre aux mille et une demandes des acteurs de la filière de la biosurveillance, afin de les rassurer, de les informer, de les conseiller au mieux.

Eh bien, ce défi m'a occupée jusqu'à la retraite, et je pense qu'il a été relevé grâce à l'engagement de chacun. Il a permis de transférer la méthode de façon optimale, en préservant les métiers d'expertise écologique, tout en développant une nouvelle filière biotechnologique et en y créant des emplois. Par-dessus tout, cette réussite se mesure à une amélioration de nos écosystèmes aquatiques. Je vais maintenant pouvoir profiter pleinement pendant ma retraite de ces écosystèmes si bien préservés !

Annexes

1. Liste des publications et communications
2. Liste des participants aux trois ateliers
3. Compte-rendu de l'atelier de du 22 janvier 2019 à Lyon (dossier Annexes)
4. Compte-rendu de l'atelier de du 24 janvier 2019 à Paris (dossier Annexes)
5. Diaporama-support de la réunion de restitution du 3 juin 2019 (dossier Annexes)
6. Article publié dans la revue *Environmental Science and Pollution Research* - Development and implementation of eco-genomic tools for aquatic ecosystem biomonitoring: the SYNAQUA French-Swiss program. Lefrançois et al. 2019 (dossier Annexes)

Annexe I : Liste des publications et communications

- Lefrançois, E., Apothéloz-Perret-Gentil, L., Blancher, P., Botreau, S., Chardon, C., Crepin, L., Cordier, T., Cordonier, A., Domaizon, I., Ferrari, B., et al. (2018). Development and implementation of eco-genomic tools for aquatic ecosystem biomonitoring: the SYNAQUA French-Swiss program. *Environmental Science and Pollution Research*, Special Issue.
- Blancher, P., Bouchez, A., Cordonier, A., Ferrari, B., Mazonq, A., Pawlowska, A., Pawlowski, J., Rimet, F., Rubin, J., and Lefrancois, E. (2018). *Implication des acteurs dans une réflexion sur le développement des techniques génomiques de bioindication : le projet Synaqua*, Colloque Gestion intégrée des eaux : enjeux entre société et nature, 6 et 7 décembre 2018, Faculté des géosciences et de l'environnement, Université de Lausanne, Suisse.
- Blancher, P., Lefrançois, E., Bouchez, A., Ferrari, B., Gueguen, J., Mazonq, A., Pawlowska, A., Pawlowski, J., Perret-Gentil, L., Rimet, F., Trevisan, D., Vasselon, V., (2019), *Scenario and action plan for the deployment of genomic for water quality biomonitoring in France*, Communication at the 6th Biennial Symposium of the International Society for River Science, 8-13 Sept. 2019 – Vienna, Austria.
- Lefrançois, E., Blancher, P., Bouchez, A., Gueguen, J., Pawlowski, J., Rimet, F., Vasselon, V., Kelly, M. (2019), *Implementation of genomic tools in water quality biomonitoring: comparison between the French and the English model*, Poster at the 6th Biennial Symposium of the International Society for River Science, 8-13 Sept. 2019 – Vienna, Austria.

Annexe 2 : Liste des participants aux trois ateliers

Nom	Prénom	Pays	Organisme en France	Titre / fonction	Atelier Lyon (22 janvier 2019)	Atelier Paris (24 janvier 2019)	Atelier Paris (04 avril 2019)
Partaud	Jessica	France	Agence de l'eau Adour-Garonne			X	
Durocher	Jacky	France	Agence de l'Eau Loire Bretagne	Chef de projet – Responsable de l'Equipe Réseaux Direction de l'Evaluation et de la Planification - Service de l'Evaluation		X	
Praud	Marie-Andrée	France	Agence de l'Eau Loire Bretagne	Direction de l'Evaluation et de la Planification - Service de l'Evaluation - Equipe Réseaux		X	X
Akopian	Maia	France	Agence Française pour la biodiversité	Chargée de mission « Littoral » Département Recherche Développement Innovation		X	
Coupric	Stephanie	France	Agence Française pour la biodiversité	Chargée de mission Dispositifs de surveillance des milieux aquatiques Direction de l'Appui aux Politiques Publiques - Service de l'Observation et de la Surveillance Animatrice de la Forge Logiciel SIE (Projet "Taxonomie et Bioindication")		X	X
Monnier	Olivier	France	Agence Française pour la biodiversité	Chargé de mission Biodiversité aquatique Outre-mer Département Recherche, développement et innovation Direction Recherche, expertise et données		X	
Poulet	Nicolas	France	Agence Française pour la biodiversité	Chargé de mission Biodiversité aquatique Pôle d'Etudes et de Recherche échohydraulique AFB - IMFT Direction Recherche Expertise et développement des Compétences (DREC)		X	
Villemagne	Esterelle	France	Agence Française pour la biodiversité	Chargée de mission Innovations issues de la R&D et transfert Département RDI, Direction recherche, expertise et développement des compétences		X	X
Marcel	Remy	France	Aquabio	Biologiste des écosystèmes d'eaux douces, coordinateur des projets internationaux chez Aquabio		X	X
Stucki	Pascal	Suisse	Aquabug		X		
Saget	Mathieu	France	Aquascope	Responsable commercial / Cheffe de service hydrobiologie Pôle environnement aquatique		X	X
Vizinet	Jessica	France	Aquascope	Chef de projet Coordinatrice du Pôle micro-algues Pôle environnement aquatique			X
Mallet	Jean-Paul	France	Aralep	Chef de Projet	X		
Richir	Aline	France	Axelera - Pôles de compétitivité Chimie & Environnement	Chargée de Projets & Innovation, Thématiques Air et Eau	X		
Vuataz	Laurent	Suisse	Biolconseils (bureau d'étude) - canton VS	Ingénieur de projet Docteur en biologie	X		
Mulattieri	Pascal	Suisse	Biol-Eau (bureau d'étude) - Etat GE	M.Sc. Ecologie & biologie aquatique	X		
Devau	Nicolas	France	BRGM	Ingénieur-Chercheur		X	
Hellal	Jennifer	France	BRGM Direction Eau, Environnement et Ecotechnologies Unité Géomicrobiologie et Monitoring de l'Environnement	Géomicrobiologiste		X	
Brasier	William	France	CNR	Ingénieur Environnement Direction de l'Ingénierie - Grands Projets	X		
Jeannot	Benjamin	France	DGALN/DEB/EARM3 - Ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES)	Chef de pôle DCE Bureau de la ressource en eau, des milieux aquatiques et de la pêche en eau douce (EARM3)		X	X
Le Loarer-Guezbar	Marina	France	DGALN/DEB/EARM3 - Ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES)	Chargée de mission DCE - Hydrobiologie Bureau de la ressource en eau, des milieux aquatiques et de la pêche en eau douce (EARM3)		X	
Genin	Brigitte	France	DREAL Auvergne-Rhône Alpes	Chef d'unité Service Eau, Hydroélectricité, Nature Pôle politiques de l'eau	X		X
Peeters	Valérie	France	DREAL Bourgogne-Franche-Comté	Hydrobiologiste (laboratoire d'hydrobiologie) Modératrice de la Forge Logiciel SIE (Projet "Taxonomie et Bioindication")		X	
Attia	Lucie	France	DREAL Occitanie - DEMA/DLH	Hydrobiologiste (Laboratoire d'hydrobiologie)		X	
Barbe	Luc	France	DREAL Occitanie - DEMA/DLH	Responsable du laboratoire d'hydrobiologie			X
Vedrine-Bauer	Stephanie	France	DREAM - Pôles de compétitivité	Chef de projets Ingénierie de l'Innovation & Programme PIVOTS Métrologie environnementale		X	
Courric	Fanny	France	Eau du Grand Lyon	Chargée d'Etudes Biodiversité	X		
Kerमारrec	Lénaig	France	Ecoma	Hydrobiologiste - Spécialiste des diatomées		X	X
Le Brun	Mathieu	France	EDF - Recherche et Développement Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement	Ingénieur Chercheur – Responsable équipe Mesures en Milieu Naturel		X	X
Jaeg	Jean-Philippe	France	ENVY/RECORD	Maitre de conférence - Référent Pharmacie Toxicologie			X

Nom	Prénom	Pays	Organisme en France	Titre / fonction	Atelier Lyon (22 janvier 2019)	Atelier Paris (24 janvier 2019)	Atelier Paris (04 avril 2019)
Barthès	Amélie	France	Eurofins	Responsable Marché / Activités R&D			X
Verdier	Héloïse	France	Eurofins	Doctorante			X
Aller	François	Suisse	Fasteris	Responsable commercial	X		
Prompt	Philippe	France	Grebe	Président-Directeur général	X		
Laurent	Benjamin	France	Groupe AFNOR – AFNOR Normalisation	Chef de projet en normalisation Département Construction et Cycle de l'eau		X	X
Eulin-Garrigue	Anne	France	Hydreco	Chef de Projet	X		X
Pawlowski	Jan	Suisse	Id-Gene	Professeur à L'UNIGE	X		
Chauvin	Christian	France	IRSTEA - Centre de Bordeaux	Phytoécologie aquatique - AQUAREF hydrobiologie ECOVEA - Ecosystèmes Aquatiques et Changements Globaux Président de la commission de normalisation AFNOR Animateur de la Forge Logiciel SIE		X	X
Pesce	Stephane	France	Irstea - Research Unit RiverLy (Lyon-Villeurbanne)	Responsable de l'équipe de recherche sur l'écotoxicologie microbienne aquatique (EMA)	X		
Pobel	David	France	Laboratoire Carso	Diatomiste - Hydrobiologiste		X	X
Massat	Felix	France	Laboratoire Départemental d'Analyses de la Drôme	Directeur scientifique du laboratoire		X	
Ilg	Christiane	Suisse	Office fédéral de l'environnement (OFEV)	Plattform Wasserqualität VSA (OFEV)	X		
Richard	Alexandre	Suisse	SCIMABIO Interface	Hydrobiologiste, Ichtyologue Associé-Gérant	X		
Rivollet	Marion	France	SM3A (Syndicat mixte de l'Arve)	Responsable de la politique des milieux aquatiques	X		
Grondin	Jonathan	France	Spygen	Chef de Projet	X		X
Merzi	Thomas	France	TOTAL S.A.	Environmental engineer HSE division for EP branch Coordinateur technique R&D concernant le metabarcoding / ADN environnemental		X	X

Annexe 3 : Compte-rendu de l'atelier du 22 janvier 2019 à Lyon

Annexe 4 : Compte-rendu de l'atelier du 24 janvier 2019 à Paris

Annexe 5 : Diaporama-support de la réunion de restitution du 3 juin 2019

Annexe 6 : Article publié dans la revue Environmental Science and Pollution Research – “Development and implementation of eco-genomic tools for aquatic ecosystem biomonitoring: the SYNAQUA French-Swiss program”
