



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Les Diatomées



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Présentation des intervenants

Jacques Mourin, DR Pays de la Loire

Yves-Marie Heno, DR Bretagne

La bioindication - principe.

Les principales pressions.

L'IBD

Cas d'utilisation. Ce qu'on cherche à étudier

Prélèvements de terrain

Phase de laboratoire

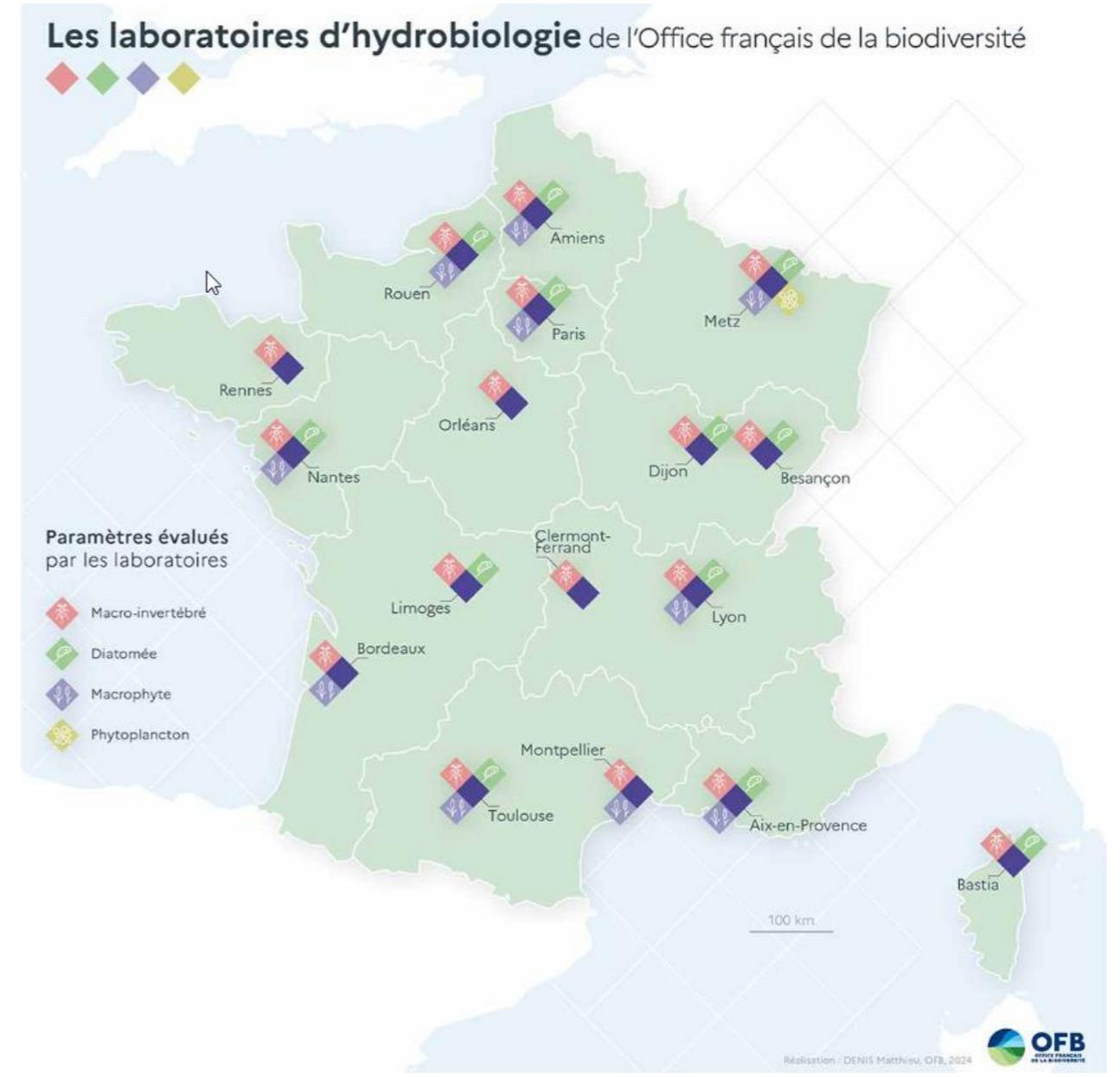
Exemples

Accès aux données

Les laboratoires d'hydrobiologie à l'OFB

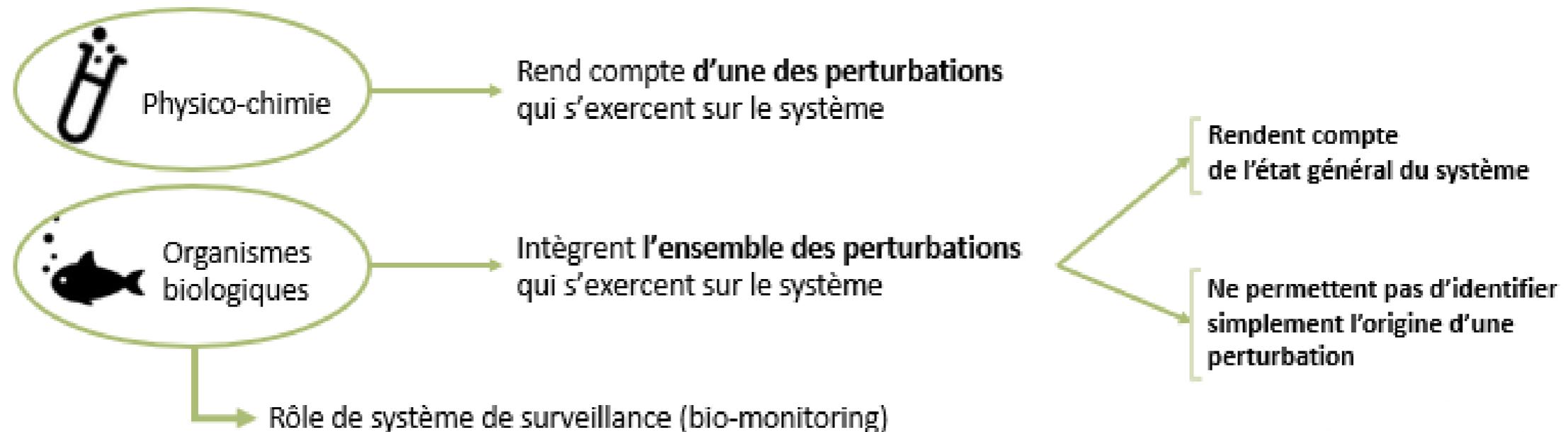
Intégrés à l'OFB depuis le 1^{er} janvier 2023

- Réseau de 17 laboratoires, 60 techniciens
- Accréditations Cofrac, agrément ministériel
- Partenaires techniques de l'agence de l'eau :
 - référents localisation stations
 - Prélèvements terrain
- Tri et détermination
- Vérifications, audits, contrôles
- Saisie et qualification des résultats

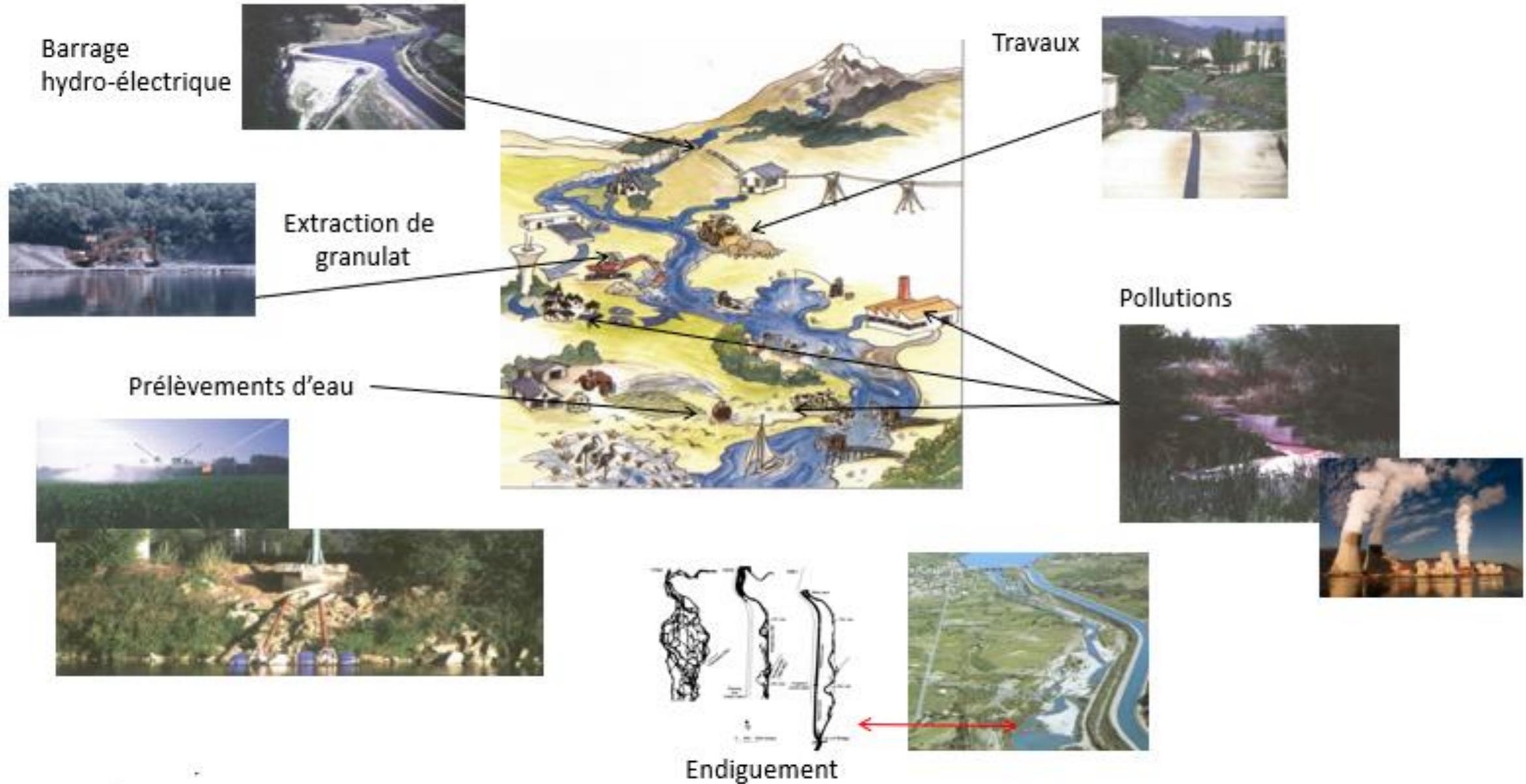


La bioindication

- **Compte tenu**
 - > de la multiplicité des perturbations,
 - > de la complexité des hydro-systèmes,
 - > des interactions entre les éléments,
- **les méthodes basées sur la physico-chimie ont rapidement montré leurs limites.**



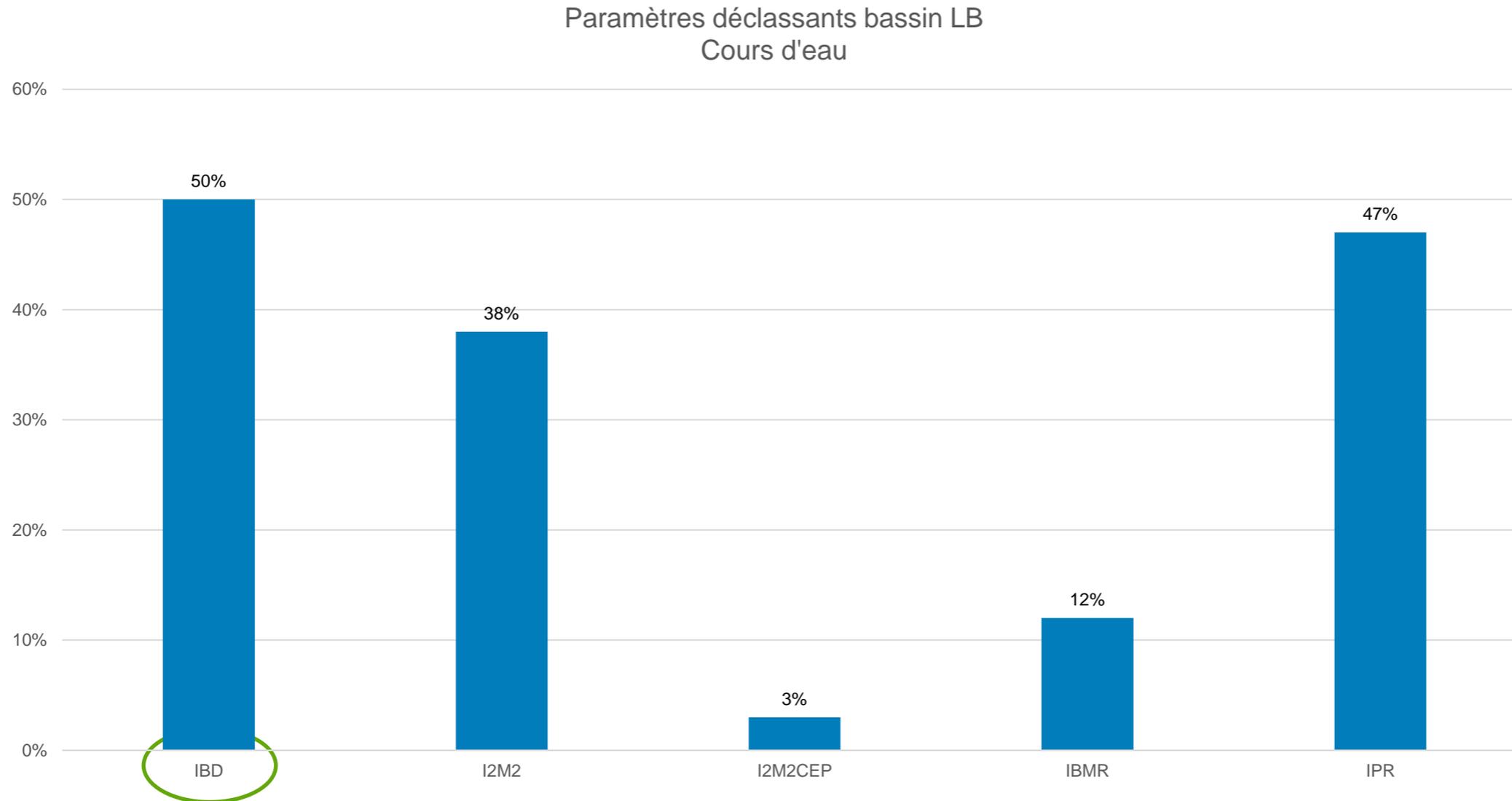
Les principales pressions sur les cours d'eau



L'indice biologique diatomées

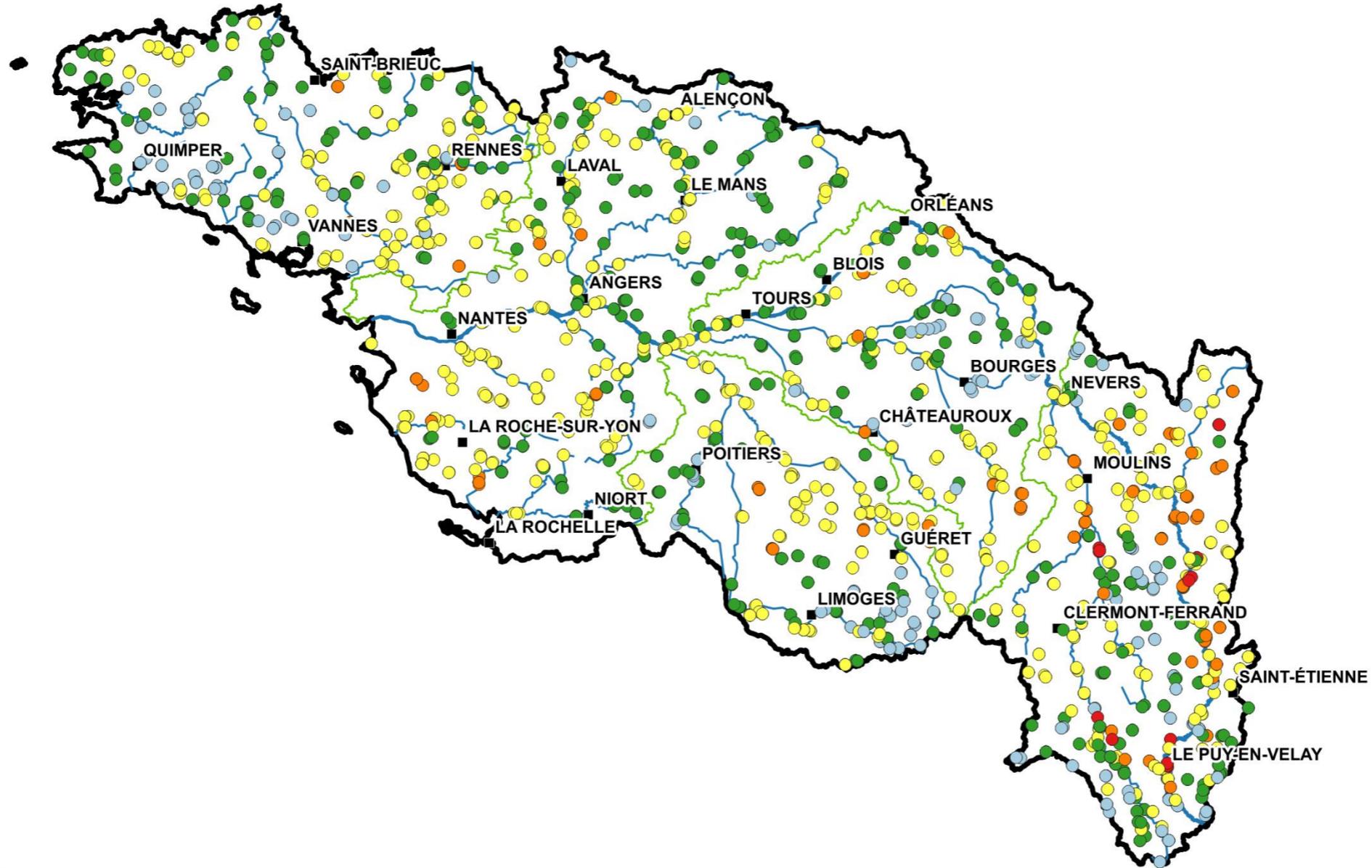
- Première version en 2000, amélioré en 2007 puis mis à jour
- Construction de profils écologiques : probabilités de présence de l'espèce par rapport aux classes de qualité physico-chimiques
- Toutes les espèces ne sont pas prises en compte.
- De nouvelles espèces décrites en permanence.
- L'IBD est le seul indice diatomées normalisé

- Les paramètres biologiques déclassants de l'état écologique

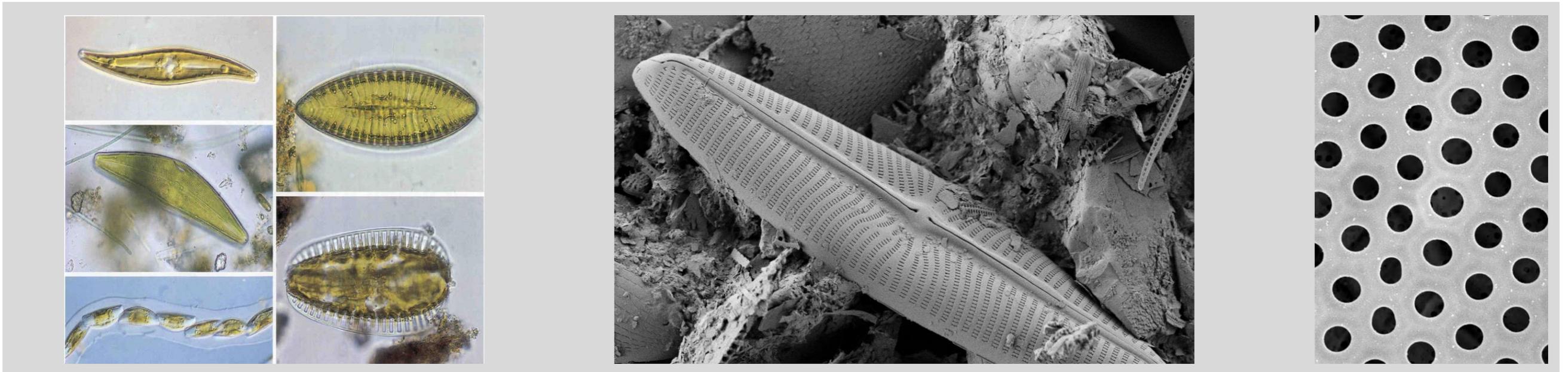


Données de l'état des eaux 2025, en cours de consultation

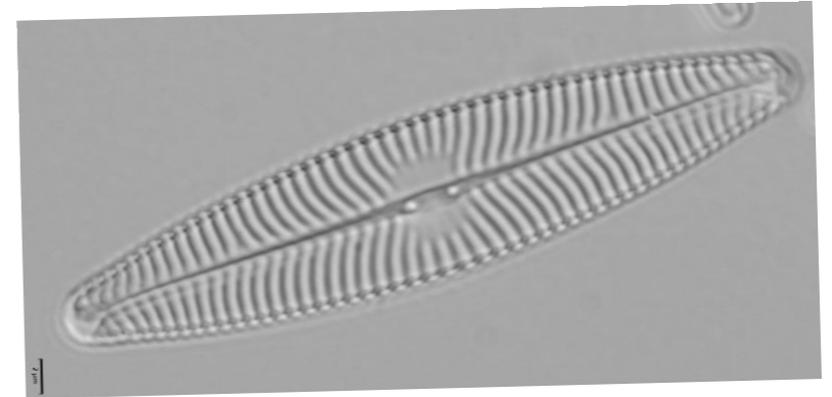
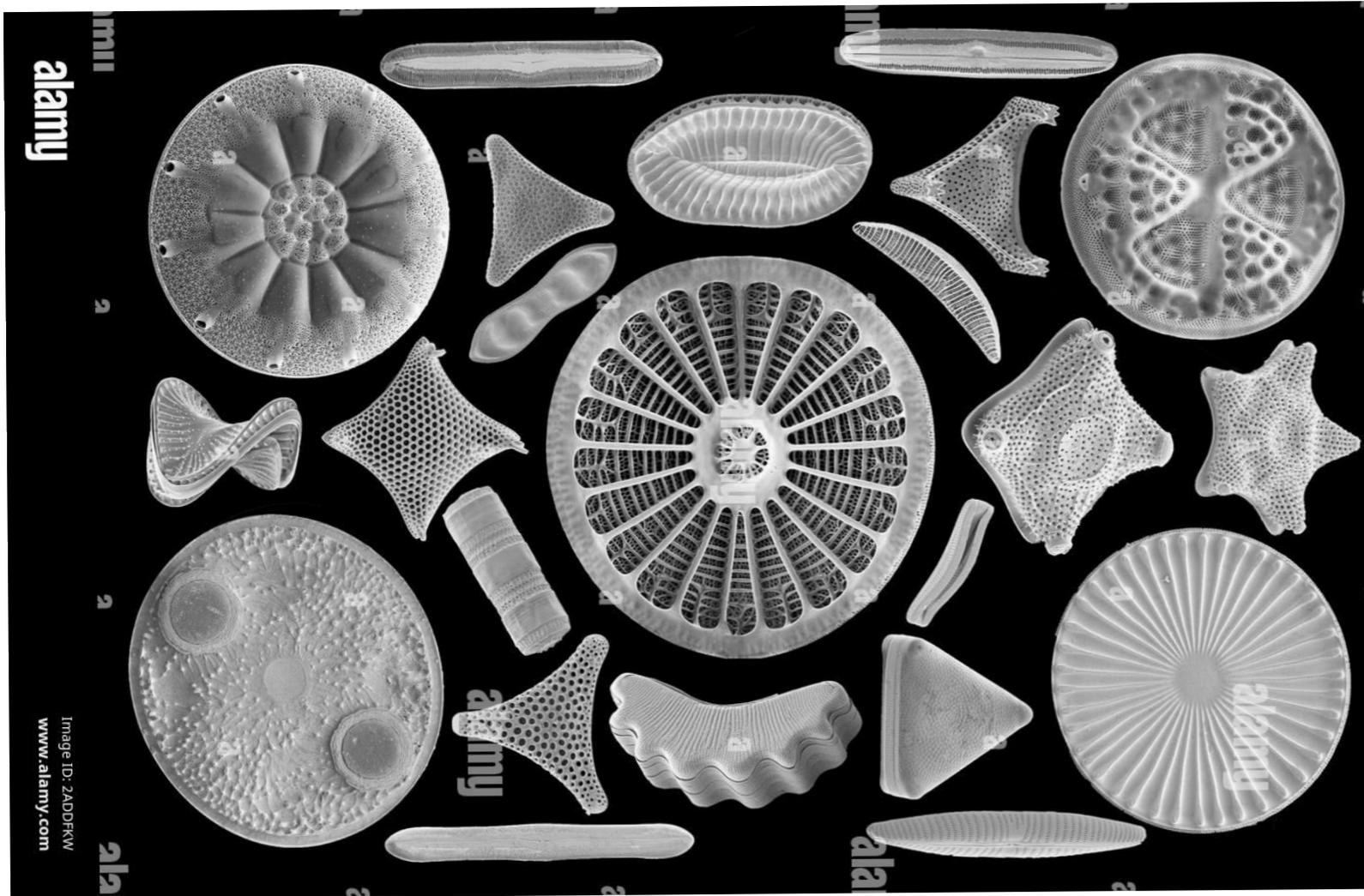
Etat des cours d'eau au regard de l'IBD



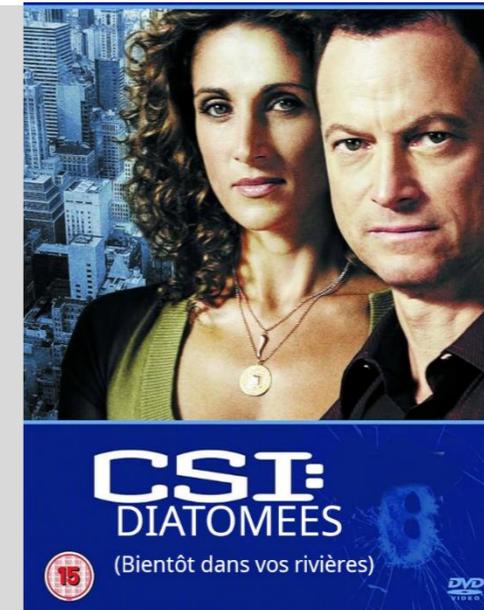
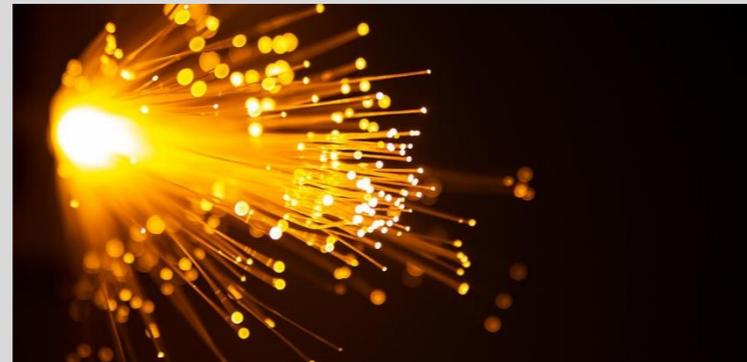
- Les diatomées
- **Micro algues unicellulaires** présentes dans toutes les eaux (mer, eaux douces)
- Photosynthétiques, **génèrent 1/4 de l'O₂ sur terre**
- A la **base des chaînes trophiques**
- Rôle important du **captage du carbone**
- **+200 000 espèces**
- **Coque en silice (verre), structure poreuse multi échelle**



- Les formes multiples



- **Pour les diatomées, il n'y a pas que la bio indication !**
 - Synthèse du verre à froid
 - Optimiser la captation de la lumière
 - Antiparasites, vermifuges
 - Compléments alimentaires
 - Police judiciaire et médecine légale



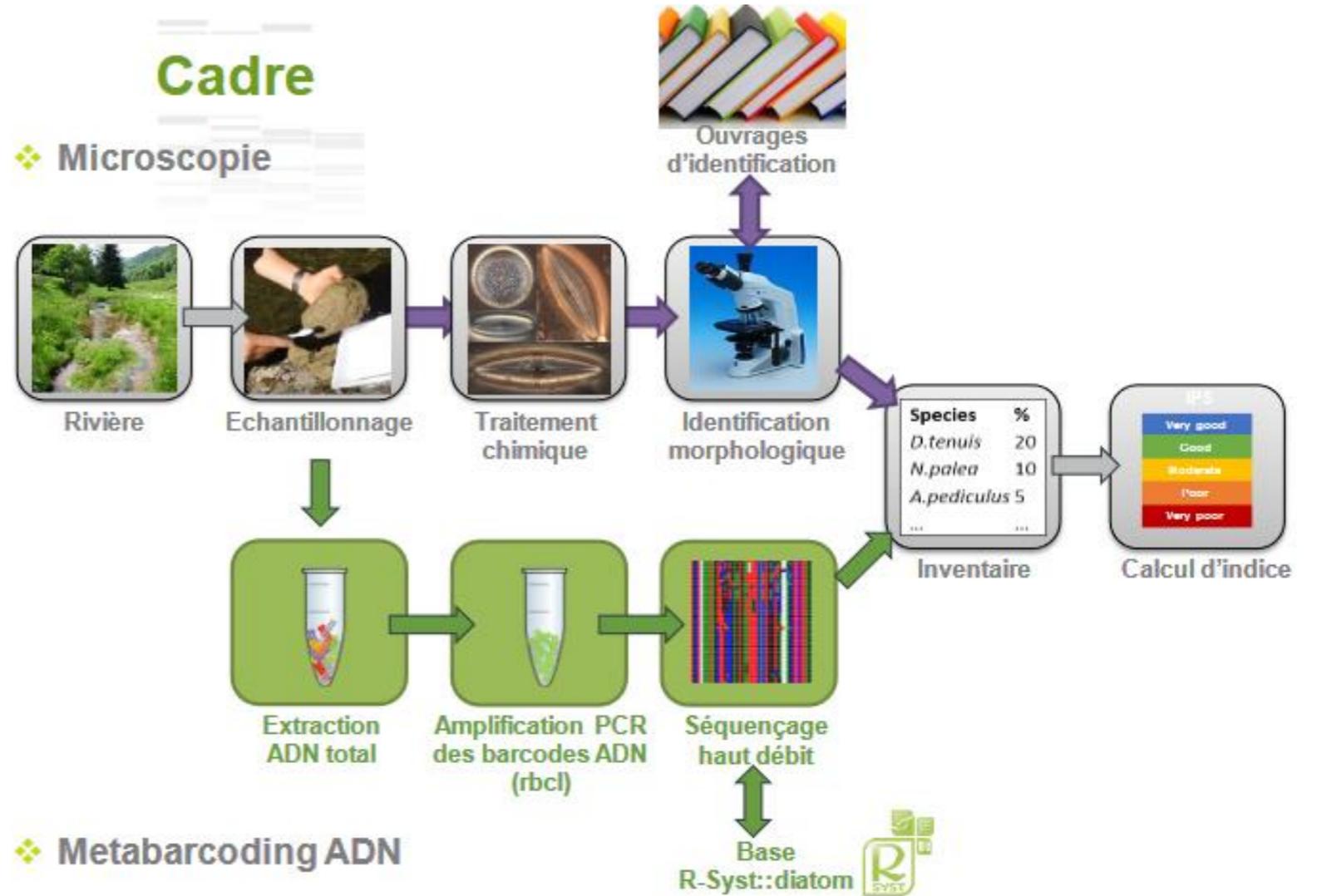
ADN

Une méthode prometteuse

Même prélèvement que pour l'IBD

Expérimentation en Bretagne (2019) : résultats intéressants mais méthode à améliorer (correspondance barcodes, biovolumes)

Nouvelle expérimentation nationale en cours



Crédit F. Rimet, INRAe

Du prélèvement aux résultats

- **Prélèvements de terrain : norme NF T90-354 (Avril 2016)**

Période de basses eaux, mai à octobre

Substrat : **pierres** (le + souvent), végétaux, substrat artificiel

Matériel : **une brosse à dents** + pissette d'alcool

A pied dans le cours d'eau

Sur le bord (grand cours d'eau)

- **Traitement avant montage de lame**

bain de peroxyde d'hydrogène, mise en chauffe dans un bain de sable, traitement à l'acide chlorhydrique, rinçage successifs à l'eau déminéralisée

-Observations au microscope (x1000): ~400 individus

Grande diversité de taxons (mais <10 dominants qui expliquent l'indice)



DESCRIPTION DE LA STATION ET CONDITIONS DE PRELEVEMENT

EN 48-5

N° de préparation : Méthode : NF T90-354 (Avril 2016) Visa :

Designation de la station

Code station : Cours d'eau : Commune :
 Réseau : Bassin : Département :
 Coordonnées L93 (m) : X : Y :

Description du point de prélèvement

Localisation précise : Modification du site : Oui Non

Localisation du point de prélèvement : Si oui, pourquoi ?

Schéma descriptif :

Commentaires éventuels :

Conditions de prélèvement

Préleveur : Date : Heure :

Largeur mouillée (m) :

Distance à la berge (m) : Hauteur d'eau moyenne (cm) :

Type de prélèvement : Substrats échantillonnés : Nombre :
 Epilithon Cailloux (16-64mm)
 Epiphyton Pierres (64-256mm)
 Autre (préciser) : Blocs (>256mm)
 Végétaux
 Autre (préciser)

Faciès d'écoulement : Vitesse moyenne (cm/s) : Code Omnidia :
 Lotique < 5 (N1)
 Lentique [5 ; 25 [(N3)
 [25 ; 75 [(N5)
 [75 ; 150 [(N4)
 ≥ 150 (N2)

Hydrologie : Tendances du débit : Divers :
 Etiage Stable
 Eaux moyennes En diminution
 Hautes eaux En augmentation
 Irrégulier

Matériel : Conditions : Recouvrement :
 Brosse Facile Algues filamenteuses > 75 % Oui / Non
 Binette Difficile (préciser) Bryophytes > 75 % Oui / Non
 Autre (préciser) 100 % algues fil. et bryophytes Oui / Non

Description du milieu

Coloration : Limpidité : Eclaircissement : Colmatage :
 Incolore Limpide Ouvert Absent
 Légèrement colorée Légèrement trouble Semi-ouvert Faible
 Très colorée Trouble Fermé Important





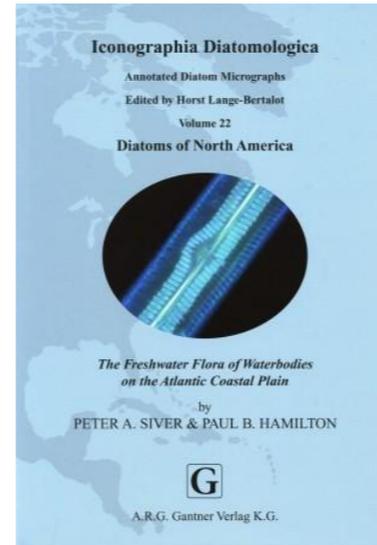
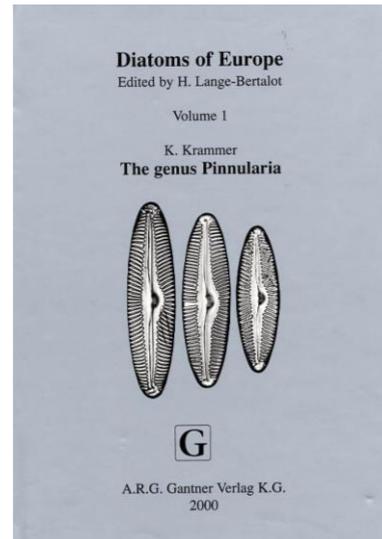
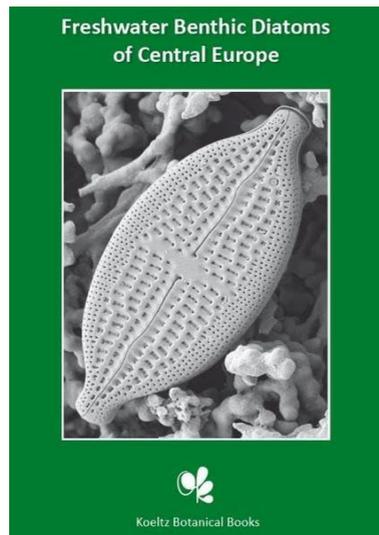
- Aides à la détermination

LANGÉ-BERTALOT H. & al, Freshwater benthic diatoms of central Europe

Diatoms of Europe (volumes 1 à 8)

Iconographia Diatomologica (nombreux volumes)

Atlas régionaux (Bretagne-Pays de la Loire, Rhône Alpes, Bourgogne, PACA, Ile de France)



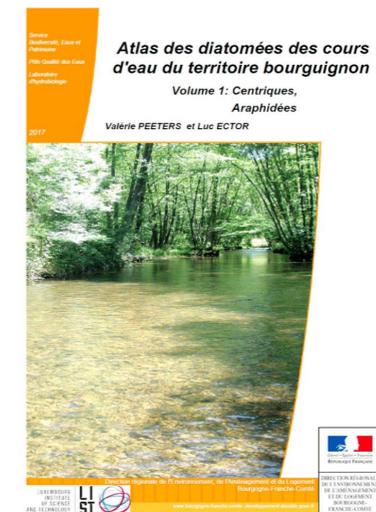
Ector L., Wetzel C.E., Novais M.H. & Guillard D. (2015). Atlas des diatomées des rivières des Pays de la Loire et de la Bretagne. DREAL Pays de la Loire, Nantes.

Dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE) et du programme de surveillance de l'état des eaux pour les eaux douces de surface, des inventaires floristiques sont réalisés suivant la norme AFNOR - NFT 90-354 - Détermination de l'indice biologique diatomées (IBD).

L'Atlas des diatomées des rivières des Pays de la Loire et de la Bretagne présente les espèces observées lors de ces opérations réalisées entre 2005 et 2010 (1590 inventaires) ; 236 taxons (66 genres) sont illustrés dont 204 > 5 % en abondance relative.

Les dernières avancées en matière de taxonomie ont conduit à de nombreuses évolutions quant à la désignation de plusieurs espèces : les identifications apparaissant dans cet ouvrage correspondent à la description la plus récente au regard de la bibliographie.

L'utilisateur de cet atlas est averti que ces caractérisations récentes d'espèces conduisant à des identifications nouvelles ne sont pas encore retenues par les outils officiels d'évaluation de la qualité des eaux superficielles. Dans le cadre de l'utilisation des communautés de diatomées pour le calcul de l'Indice Biologique Diatomées selon la norme AFNOR de décembre 2007, l'utilisateur devra se rapprocher du gestionnaire des données pour connaître la stratégie à suivre pour certains taxons.



- Calcul de l'indice

Elaboration d'une liste floristique sous format défini

Document d'accompagnement de la liste :

Conditions environnementales

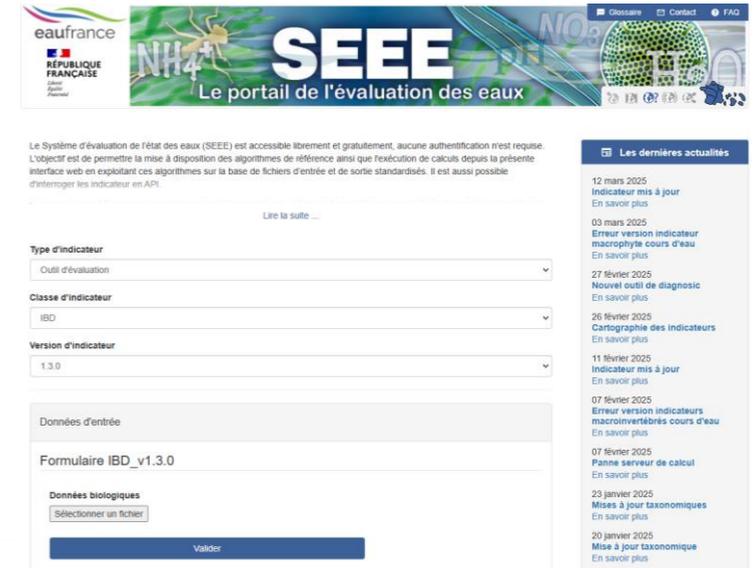
Éventuellement mesures physico (sonde multiparamètre)

Calcul sur le site du SEEE

Extrait de rapport OMNIDIA :

Les codes espèces marqués (*) sont pris en compte dans le calcul de la note IBD selon la table de correspondance en cours

CODE	Dénomination	Abd.	%	TAM	GENRE	IPS s	IPV v
APED*	Amphora pediculus (Kützing) Grunow var. pediculus	61	14.9	NA	AMPH	4	1
NCTE*	Navicula cryptotenella Lange-Bertalot var. cryptotenella	51	12.5	NA	NAVI	4	1
SNIG*	Sellaphora nigri (De Not.) C.E. Wetzel et Ector comb. nov. emend.	37	9	NA	SELL	2.2	1
CEUG*	Cocconeis euglypta Ehrenberg	33	8.1	MO	COCO	3.6	1
ADEU*	Achnanthydium eutrophilum (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	31	7.6	MO	ACHD	3	1
PTRN	Pseudostaurosira trainorii Morales	23	5.6	AR	PSST	3	1
SELL	SELLAPHORA C. Mereschkowsky	20	4.9	NA	SELL	2.8	1
ADMO	Achnanthydium delmontii Peres, Le Cohu et Barthes	19	4.6	MO	ACHD	4	1
ADCT*	Achnanthydium catenatum (Bily & Marvan) Lange-Bertalot	19	4.6	MO	ACHD	4.5	2
SRAE	Sellaphora raederæ (Lange-Bertalot) C.E. Wetzel	14	3.4	NA	SELL	0	0
ADMI*	Achnanthydium minutissimum (Kützing) Czarniecki var. minutissimum	10	2.4	MO	ACHD	5	1
NANT*	Navicula antonii Lange-Bertalot	9	2.2	NA	NAVI	4	1



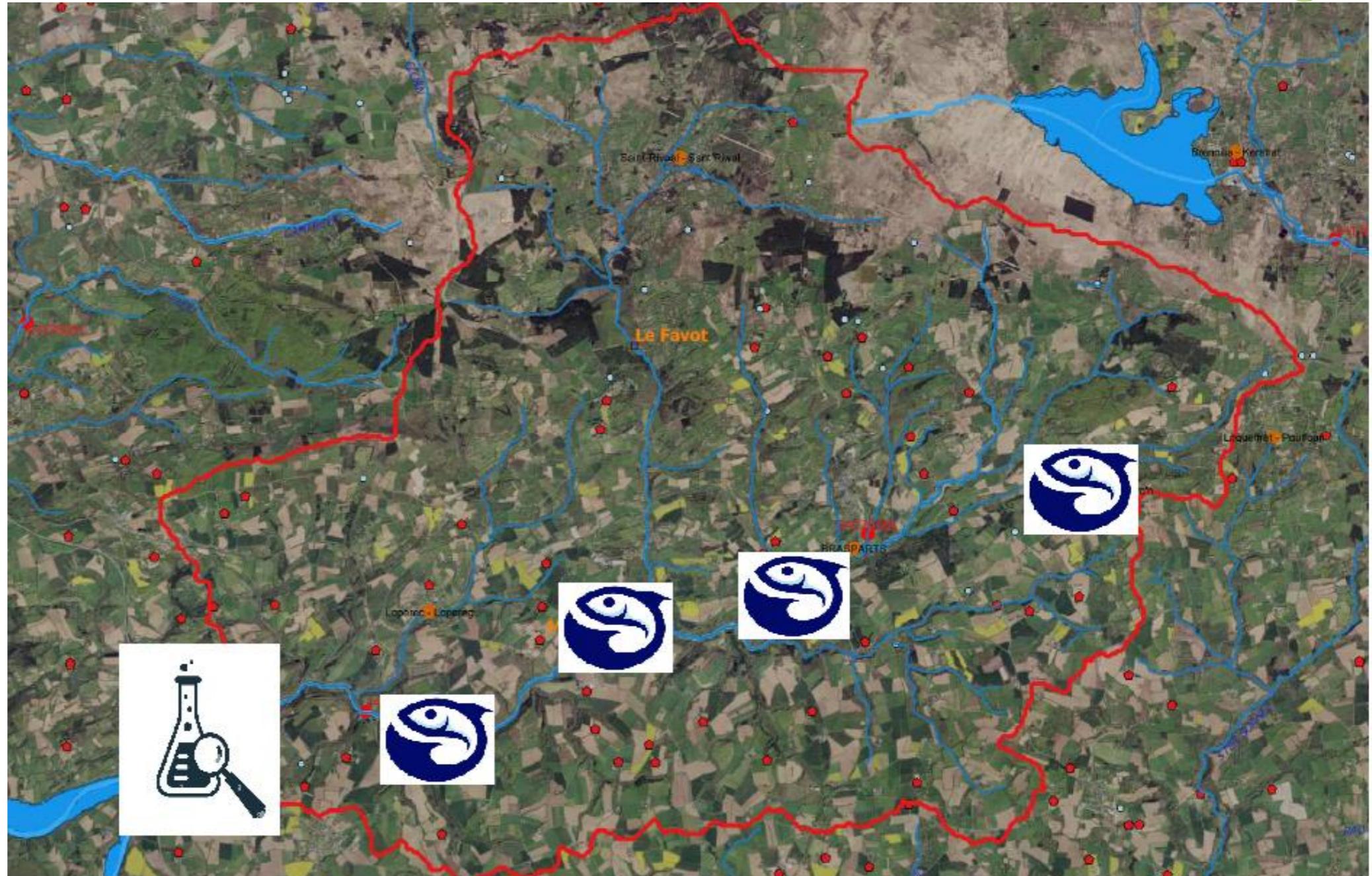
Conservation des lames, échantillons bruts et traités

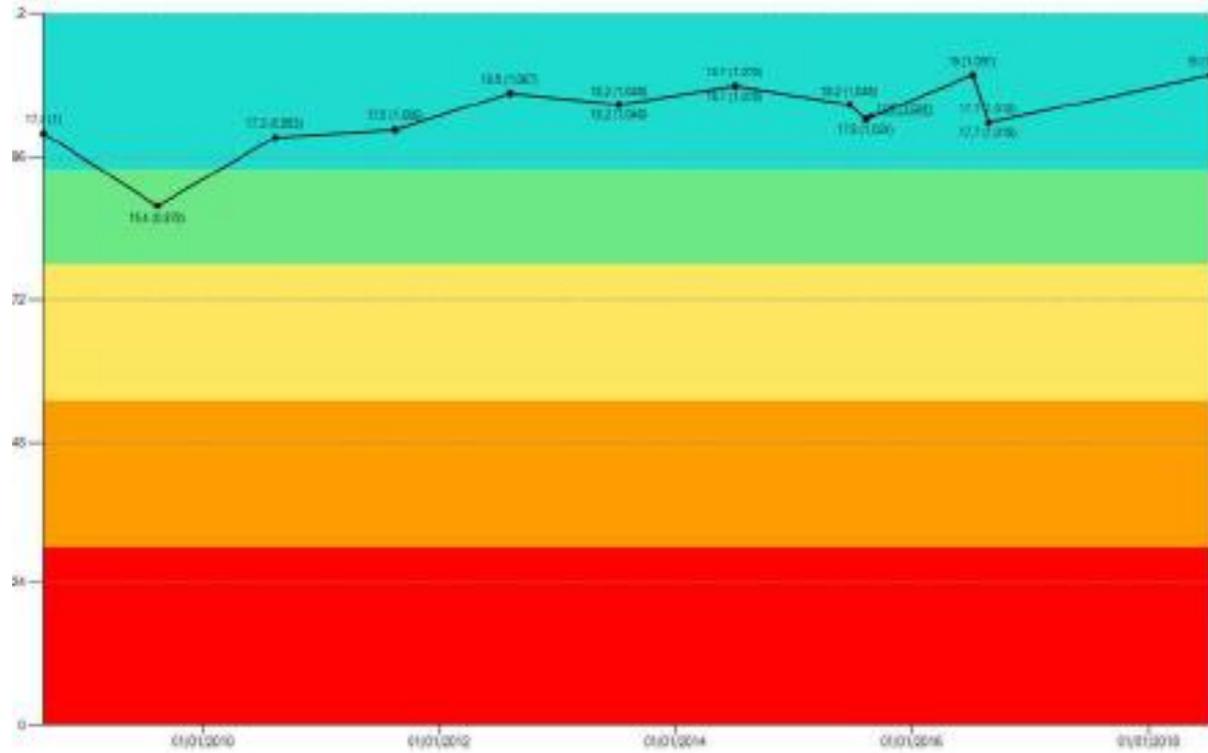


Exemples de suivi,

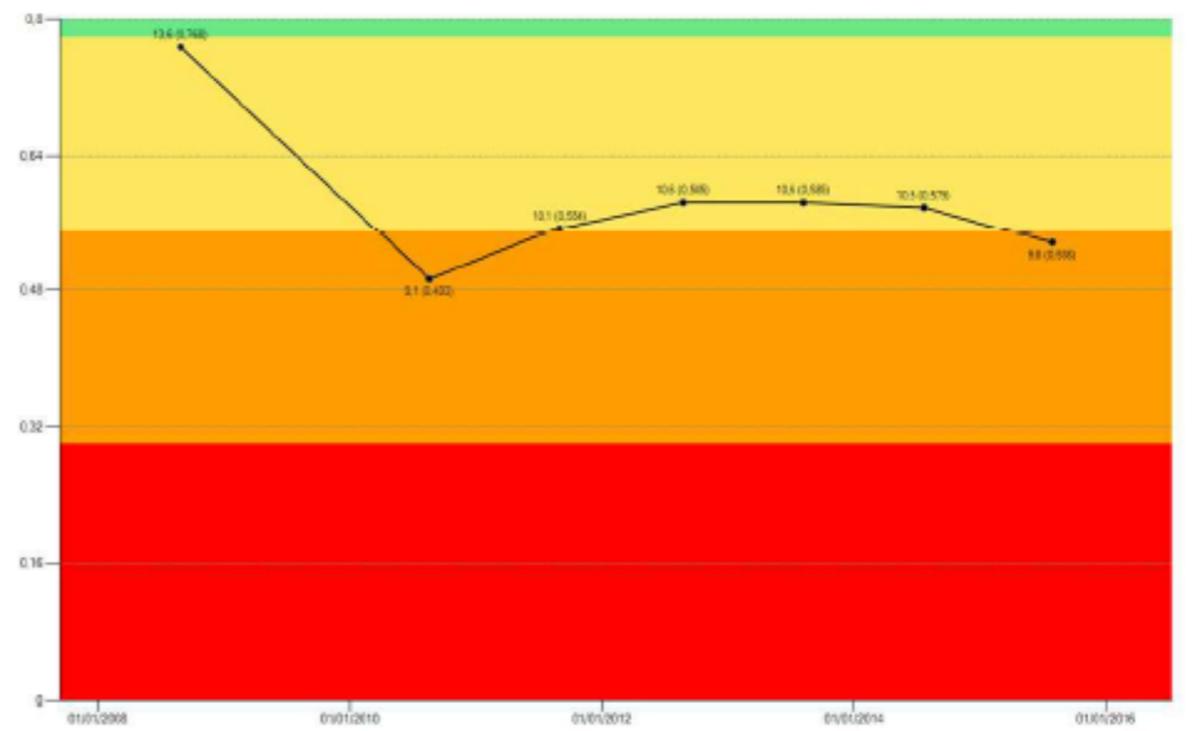
- **Enchaînement de piscicultures sur la Doufine.**
- **Rejet polluant sur la Loirance étude amont/aval.**
- **Amélioration après perturbation**
- **Liberté pour les diatomées ?**

- Enchaînement de piscicultures





Station amont (témoin)



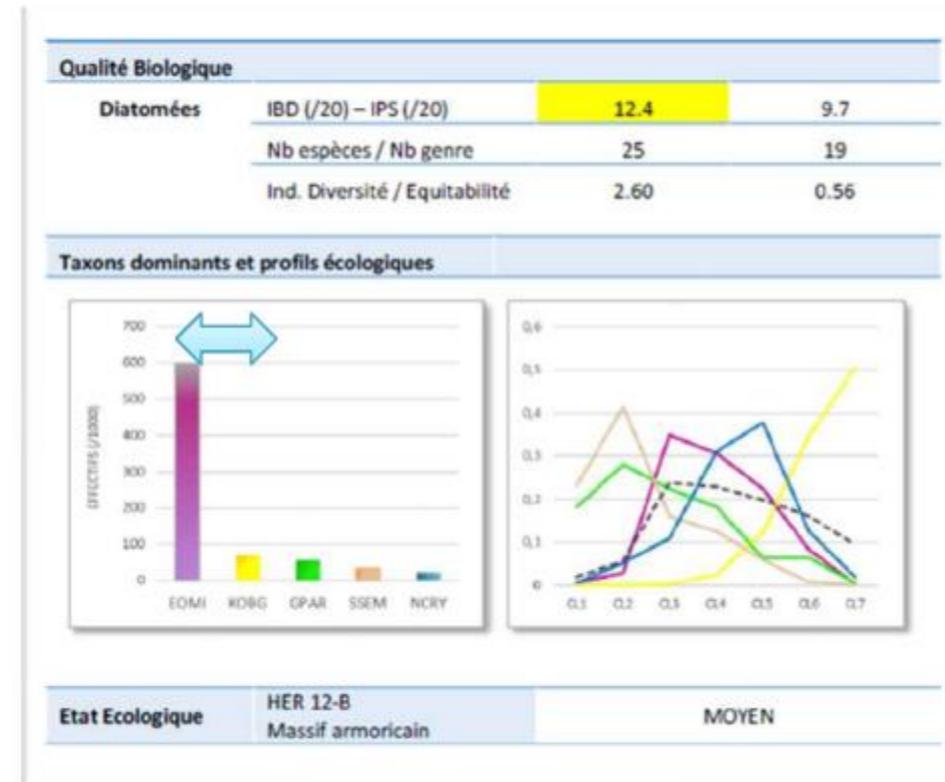
Station aval (évaluation)

Dégradation amont aval avec perte de 9 points d'IBD + perte de 2 classes de qualité DCE

- Enchaînement de piscicultures
- Dégradation amont/aval : exemple de modification du cortège taxonomique



Amont



Aval perturbé

Perspectives

On a un gain de 0,4 point pour 410 m → insuffisant pour gagner une classe de qualité

Actions sur la pollution diffuse :

- **revoir la conformité des rejets : réduire le ruissellement (bocage, couvert végétal, bandes enherbées) pour limiter le lessivage des sols**
- **favoriser les puits a nitrate : roselières, forets alluviales, prairies permanentes humides**
- **Travail sur la diminution des rejets**

Impact d'un rejet

Amont/aval d'un rejet ICPE

Demande d'extension de l'entreprise-avis OFB demandé

Doutes sur les rejets (conductivité importante)

Température : + 3,3 degrés à l'aval du rejet

Conductivité ++++ à l'aval du rejet

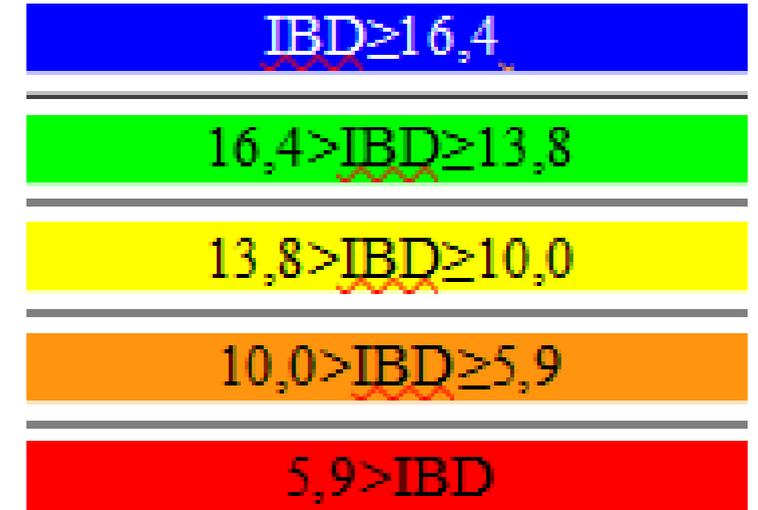
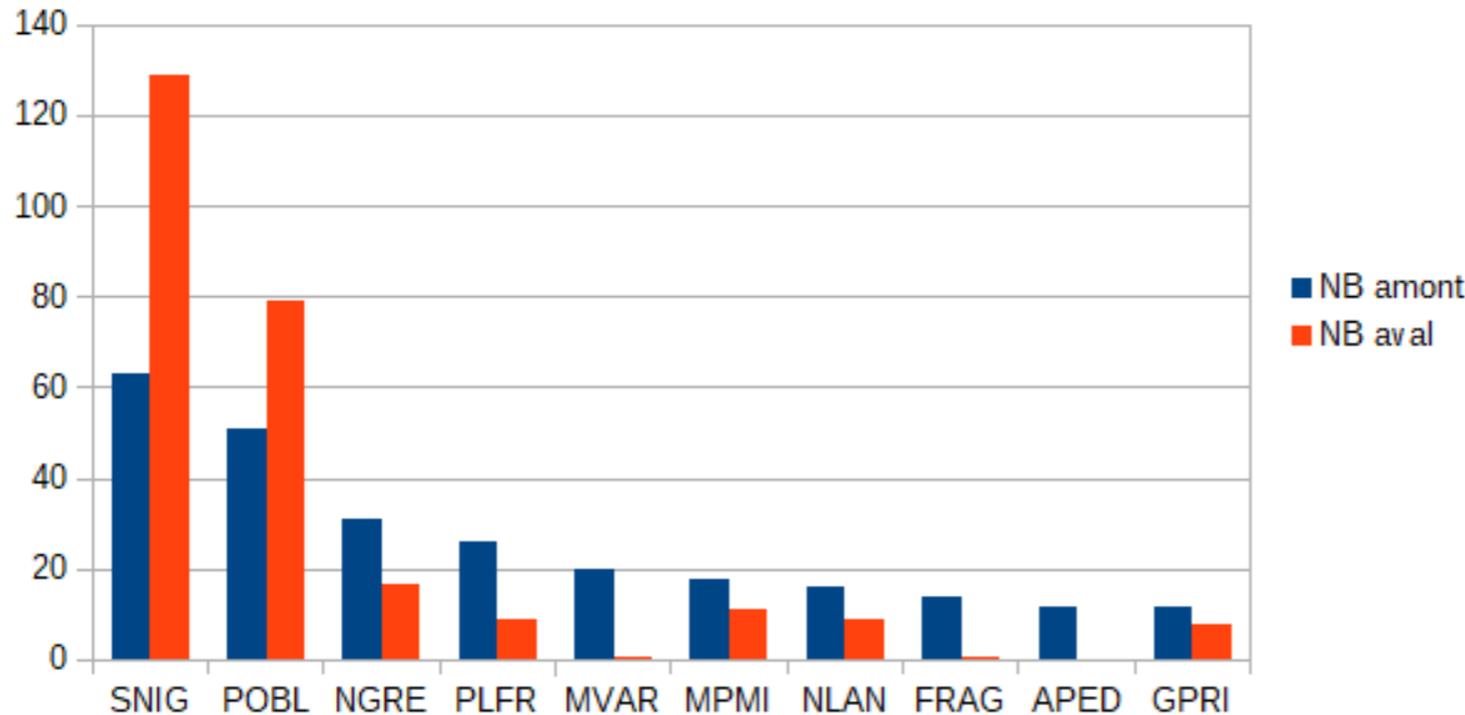
	Température de l'eau(°C)	pH	Conductivité (µS/cm)	Quantité O2 (mg/L)	Saturation O2 (%)
AMONT	17,3	7,1	364	8,7	90,8
AVAL	20,6	7,3	2300	8,7	98,0

Impact d'un rejet

IBD amont : 13.8 **BON** (limite de classe)

IBD aval : 12.6 **MOYEN**

taxonomie amont/aval dominantes



Peu de variation
d'indice
contrairement à la
liste taxonomique

- **Evolution indicateur sur la Jouanne à Forcé (53 - Mayenne)**

2019 : dominance de *Cocconeis euglypta*, *Navicula tripunctata*, *Navicula cryptotenella* ainsi que d'autres espèces plutôt qualitatives ce qui explique le bon IBD.

2020 : prolifération de *Fistulifera saprophila* (38 %) espèce polluo résistante cosmopolite se développant en milieu eutrophe ou chargé en pollutions organiques (comme les eaux usées). Dans les dominantes un autre taxon qui prolifère dans les eaux riches et polluées *Craticula subminuscula*.

2021 : présences des taxons de 2019 et 2020 parmi les dominantes ce qui explique le résultat intermédiaire en IBD mais l'amélioration par rapport à 2020. *Fistulifera saprophila* reste le taxon majoritaire mais en moindre proportion (15,8%)

2022, 2023 : amélioration progressive de l'indice

Année	Diatomées	
	IBD	Mois
2023	13,5	07
2022	12,7	06
2021	12	07
2020	11,5	07
2019	14,6	09

Possibilités d'interprétation

Pollution en après 2019, qui diminue.

En 2021, l'ouvrage à proximité immédiate du prélèvement a été modifié. Perturbation de la zone de prélèvements lors de la période de travaux, sans effet majeur sur l'indice. La suppression de l'ouvrage en amont contribue sans doute à améliorer les résultats IBD, mais pas déterminant sur ce paramètre.



Attention, de gros problèmes de rejets polluants sur l'amont de ce bassin versant, de retour en 2023 avec des pics de phosphore total, phosphate et dioxyde d'azote,

Autres indicateurs très perturbés.

- **La Sèvre nantaise à Vertou : passage d'état moyen à bon état entre 2021 et 2022 (+0,29 point)**

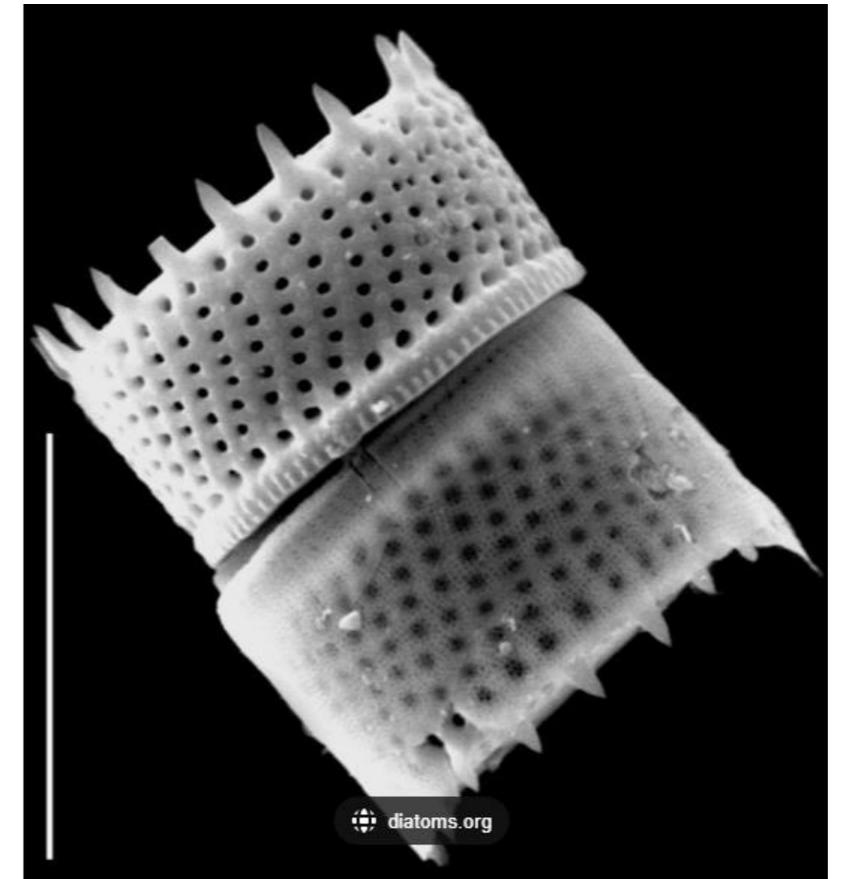
L'espèce très largement dominante dans l'inventaire floristique est *Alacoseira pusilla*, une diatomée centrique libre dans le milieu (non « attachées » à un support).

Note IBD tirée vers le haut par ce taxon, mais une incertitude potentielle : ces diatomées ont pu dériver, entraînées par le courant.

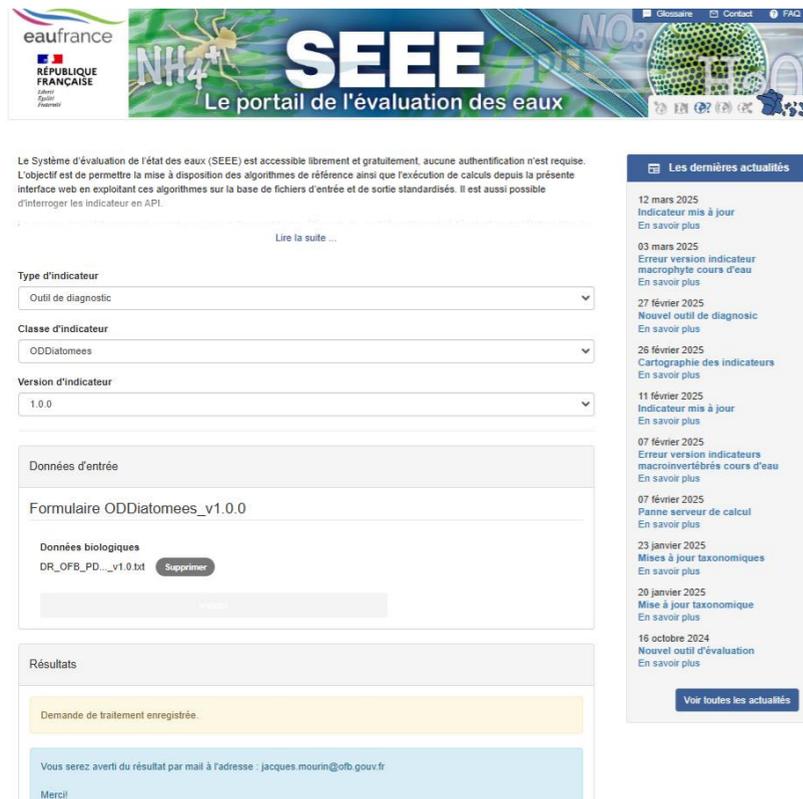
Le prélèvement à la binette, ici, peut favoriser la récolte de ces diatomées centriques libres.

- *l'indicateur poissons IPR est en baisse sur cette station depuis 2010*

→ **Attention aux diatomées libres en dérive**



- Un nouvel outil diagnostique de l'indicateur Diatomées



eaufrance

 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

 Le portail de l'évaluation des eaux

Le Système d'évaluation de l'état des eaux (SEEE) est accessible librement et gratuitement, aucune authentification n'est requise. L'objectif est de permettre la mise à disposition des algorithmes de référence ainsi que l'exécution de calculs depuis la présente interface web en exploitant ces algorithmes sur la base de fichiers d'entrée et de sortie standardisés. Il est aussi possible d'interroger les indicateurs en API.

Type d'indicateur
 Outil de diagnostic

Classe d'indicateur
 ODDiatomees

Version d'indicateur
 1.0.0

Données d'entrée
 Formulaire ODDiatomees_v1.0.0

Données biologiques
 DR_OFB_PD_v1.0.txt Supprimer

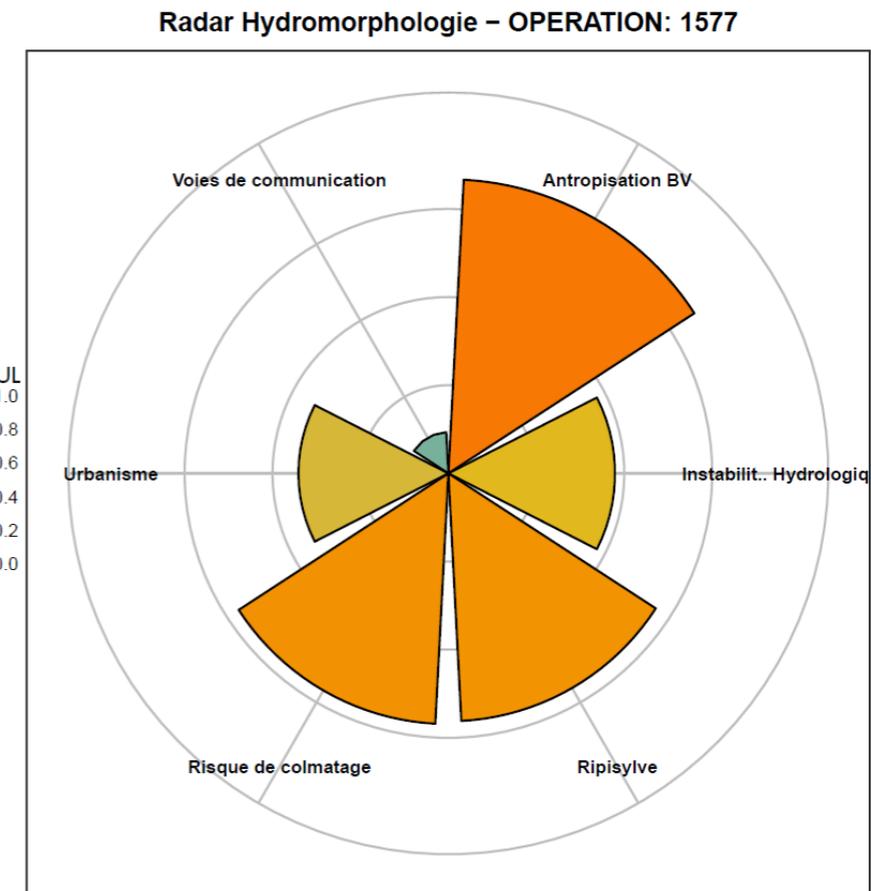
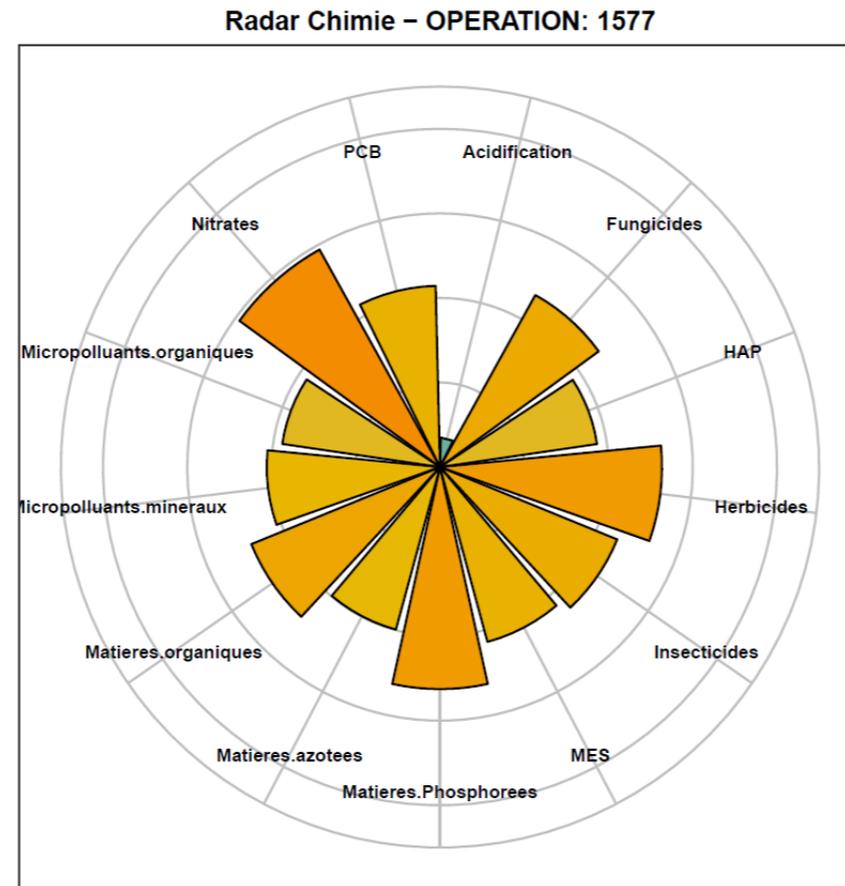
Résultats
 Demande de traitement enregistrée.

Vous serez averti du résultat par mail à l'adresse : jacques.mourin@ofb.gouv.fr

Merci!

Les dernières actualités

- 12 mars 2025 Indicateur mis à jour En savoir plus
- 03 mars 2025 Erreur version indicateur macroinvertébrés cours d'eau En savoir plus
- 27 février 2025 Nouvel outil de diagnostic En savoir plus
- 26 février 2025 Cartographie des indicateurs En savoir plus
- 11 février 2025 Indicateur mis à jour En savoir plus
- 07 février 2025 Erreur version indicateurs macroinvertébrés cours d'eau En savoir plus
- 07 février 2025 Patrimoine serveur de calcul En savoir plus
- 23 janvier 2025 Mises à jour taxonomiques En savoir plus
- 20 janvier 2025 Mise à jour taxonomique En savoir plus
- 16 octobre 2024 Nouvel outil d'évaluation En savoir plus



• Synthèse sur l'indicateur diatomées

Avantages

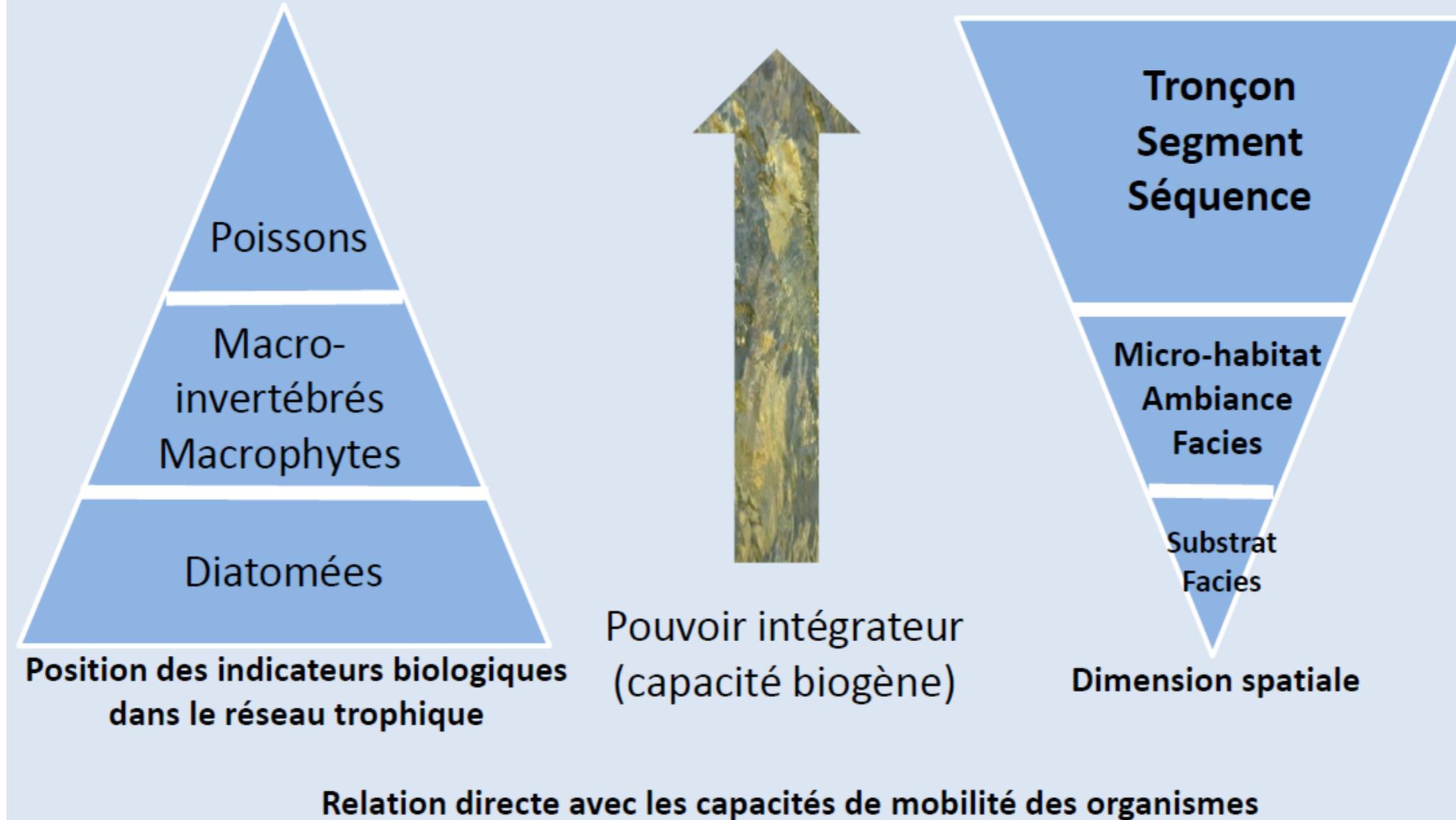
- Spectre biologique large
- Echelle spatio-temporelle réduite (1 mois, échelle de la station de mesure)
- Forte réactivité aux perturbations ponctuelles
- De notre expérience : très sensible à l'eutrophisation
- Facilité d'échantillonnage

Inconvénients

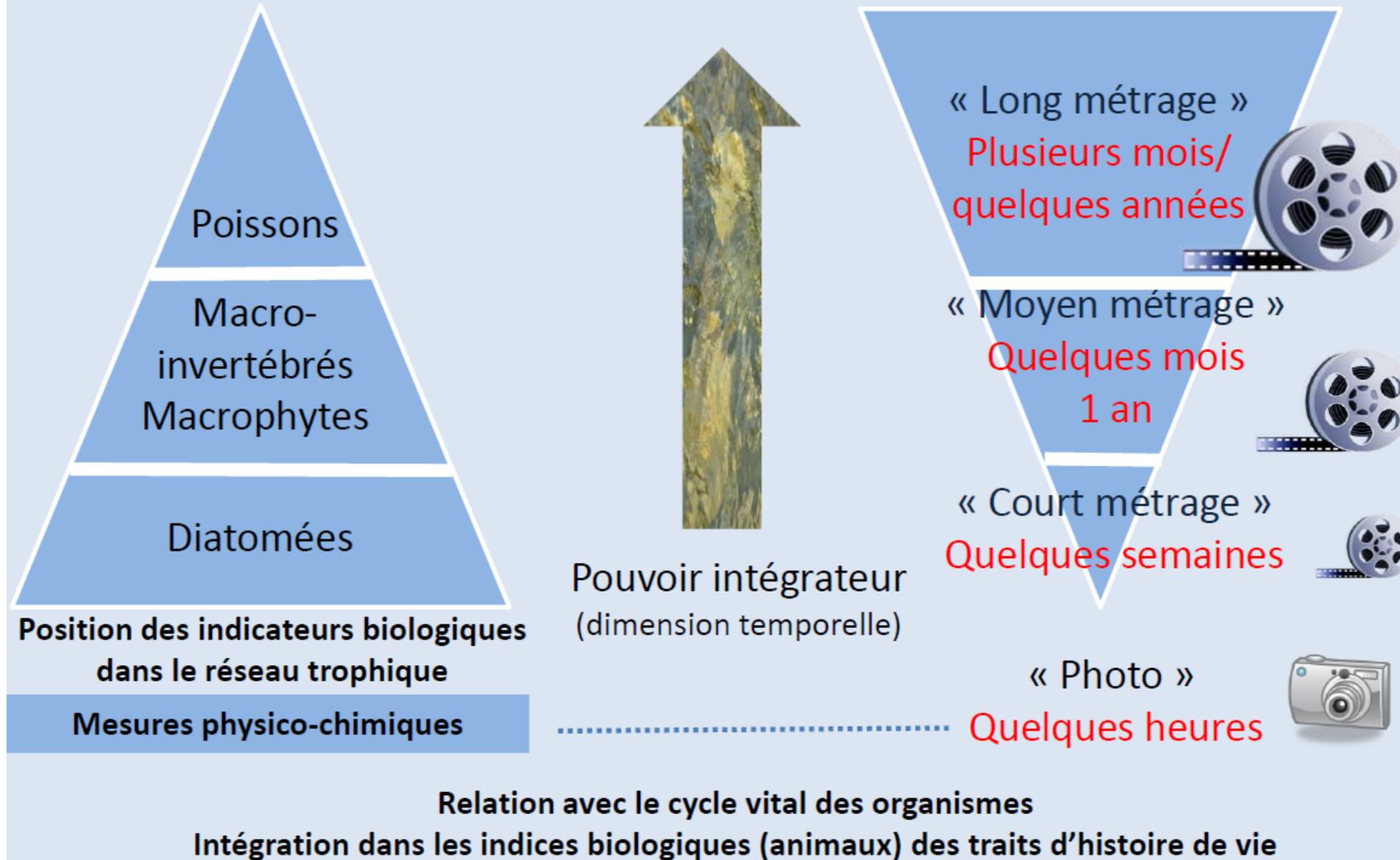
- Recherche active, nouvelles espèces régulièrement découvertes (difficultés de détermination)
- Peu sensible aux altérations morphologiques
- Eau douce continentale uniquement
- Expertise de détermination

- Fourchette de prix : autour de 400 € / station
- Concurrence prochaine de l'ADN ?

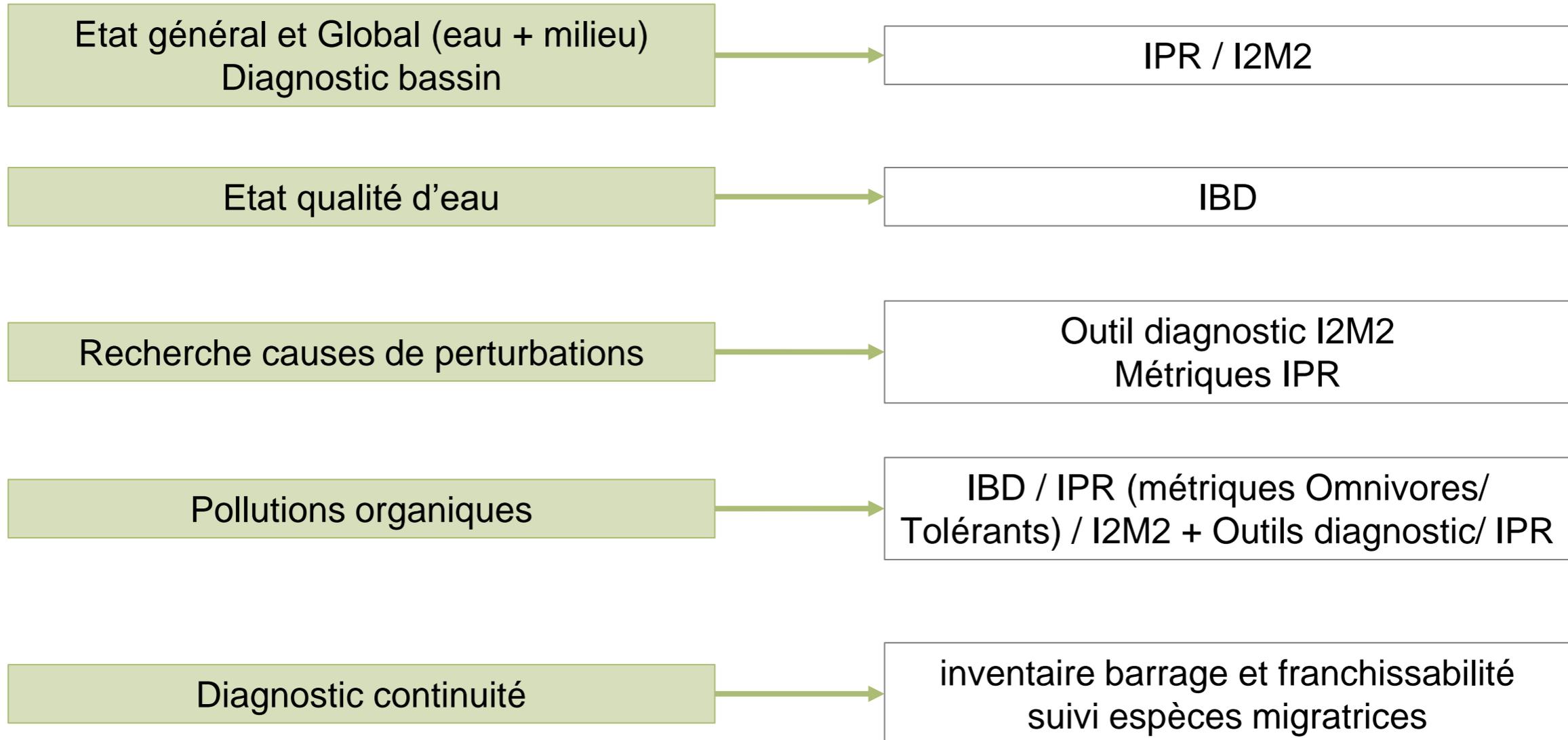
Informations apportées sur la dimension spatiale et sur les capacités biogènes du milieu



Informations apportées sur la dimension temporelle



Quels outils pour quels objectifs ?



• Accès aux données :

LB : rendu des résultats fin mars. Qualification fin juin, puis versement des données sur naïades (octobre)

<https://naiades.eaufrance.fr/>

Données disponibles également sur Hubeau

<https://hubeau.eaufrance.fr/> , via une API. Package R disponible



En savoir plus, solliciter un avis

- La bioindication

<https://professionnels.ofb.fr/fr/doc-rencontres-synthese/bioindication-outils-evaluer-letat-ecologique-milieus-aquatiques>

- Les laboratoires d'hydrobiologie de l'OFB :

<https://www.ofb.gouv.fr/les-laboratoires-dhydrobiologie>

Contact : hydrobiologie.pays-de-la-loire@ofb.gouv.fr

