


RENOUVELER LE BIOMONITORING DES ÉCOSYSTÈMES AQUATIQUES AVEC DES OUTILS D'ÉCO-GÉNOMIQUE : L'EXEMPLE DU PROGRAMME FRANCO-SUISSE SYNAQUA

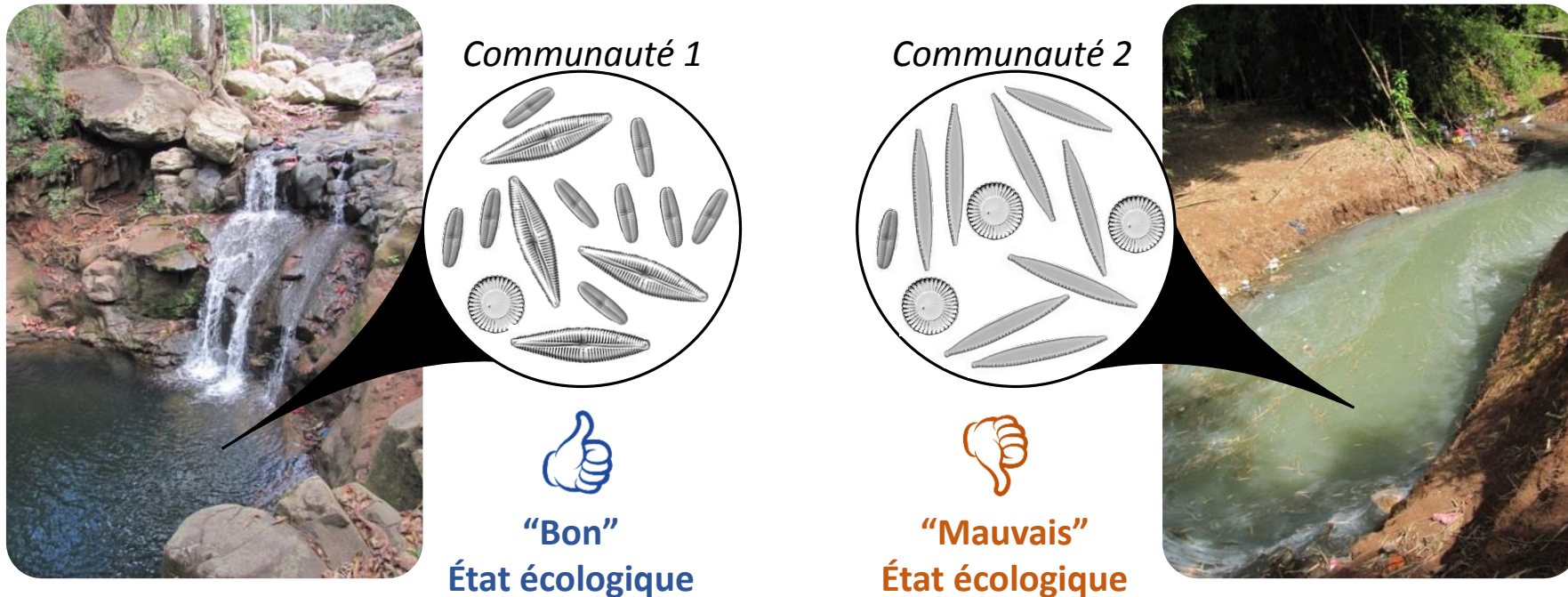


AGNÈS BOUCHEZ, JULIE GUÉGUEN, SONIA LACROIX, SAMUEL BOTREAU, ARIELLE CORDONIER,
ISABELLE DOMAIZON, BENOIT J.D. FERRARI, STEPHAN JACQUET, ESTELLE LEFRANÇOIS, ANNE-LAURENCE
MAZENQ, ALINA PAWLOWSKA, FRÉDÉRIC RIMET, JEAN-FRANÇOIS RUBIN, JAN PAWLOWSKI

- 
- **La Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE)**
 - **Le système modulaire gradué (OFEV – Suisse)**
- des outils pour **évaluer l'état écologique des milieux** aquatiques sur la base des profils écologiques des espèces (ex: bioindicateur diatomées / phytobenthos → IBD, IPS, IBL)

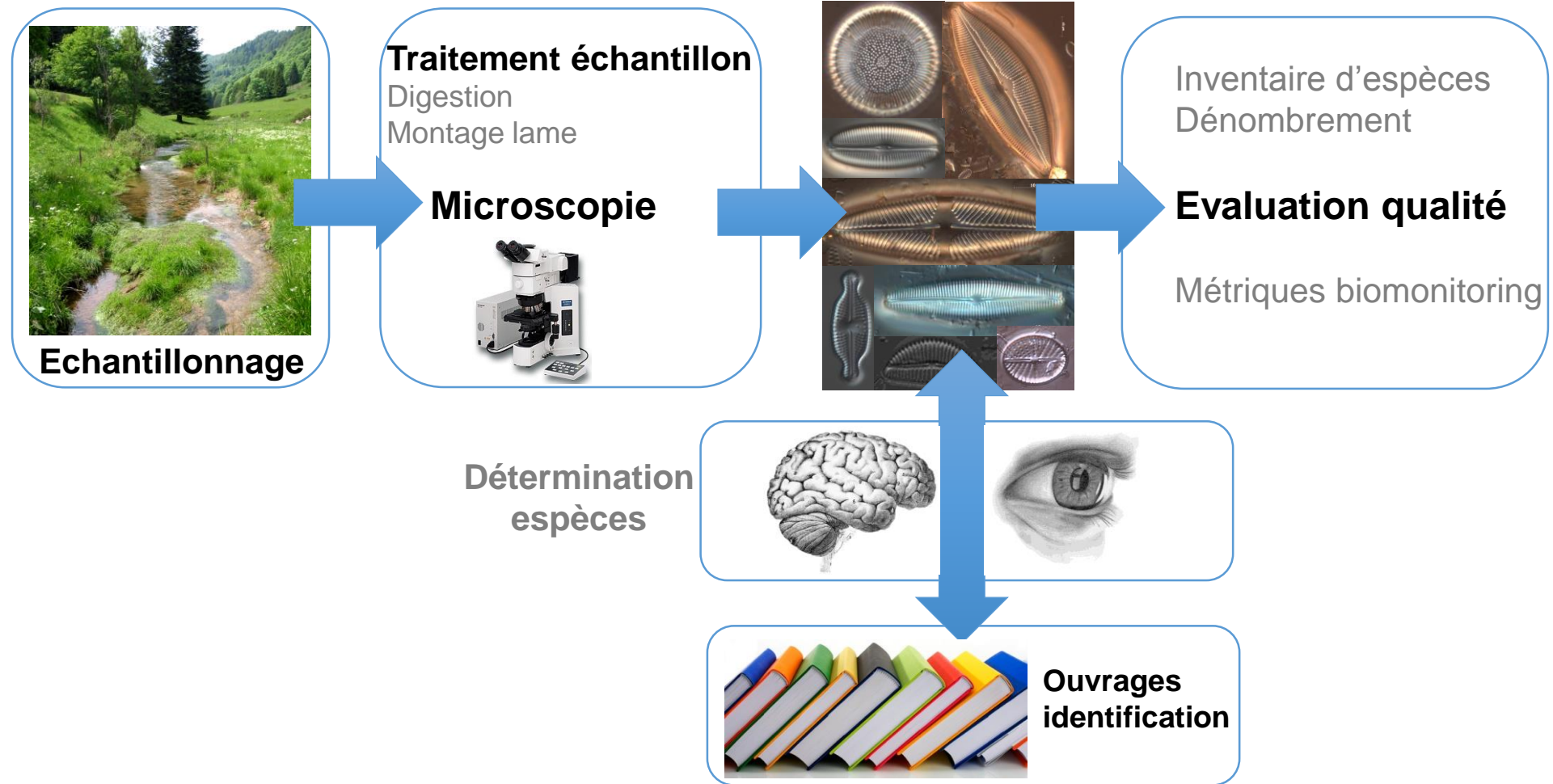
Les diatomées comme indicateurs biologiques

- Algues unicellulaires retrouvées dans les milieux aquatiques, grande diversité
- Espèces sensibles aux modifications physiques et chimiques du milieu (*e.g. polluants*)
- La communauté est représentative de l'état écologique du cours d'eau



Bioindication conventionnelle

❖ Technologie : microscope



• La Directive Cadre Européenne sur l'Eau

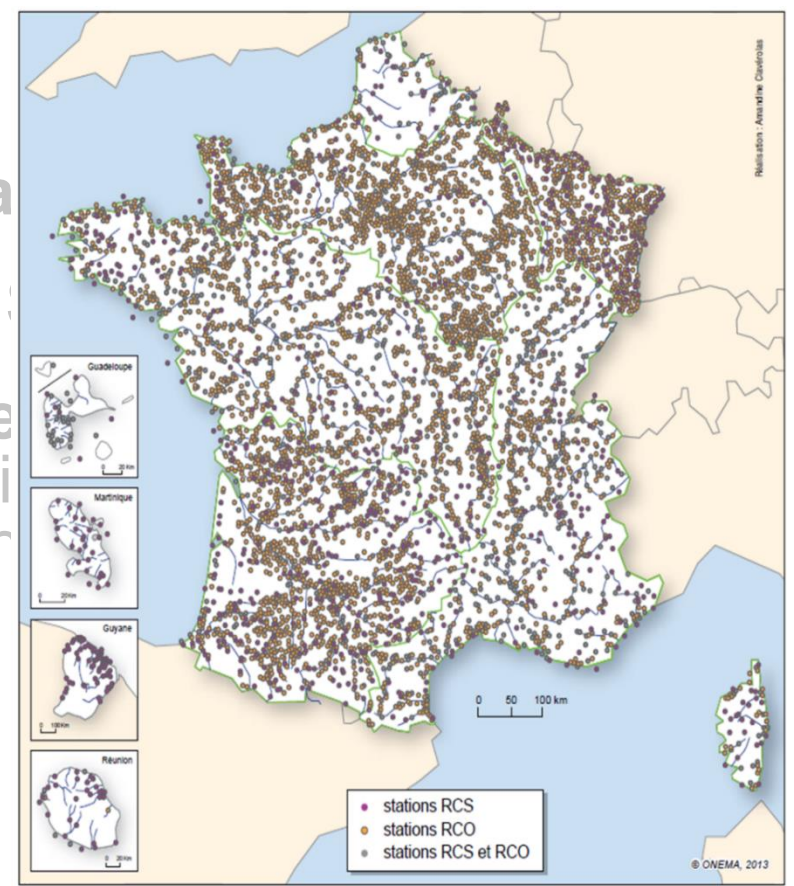
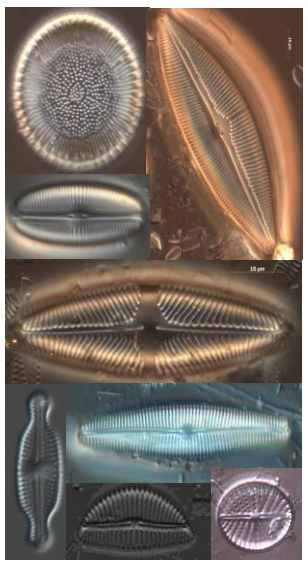
• Le système modulaire gradué (OFEV –)

→ des outils pour évaluer l'état écologique aquatiques sur la base des profils écologiques espèces (ex: bioindicateur diatomées / ph IBD, IPS, IBL)

→ Expertise taxonomique requise pour identifier les espèces au microscope

→ Des milliers de points de surveillance dans les réseaux DCE des différentes masses d'eau

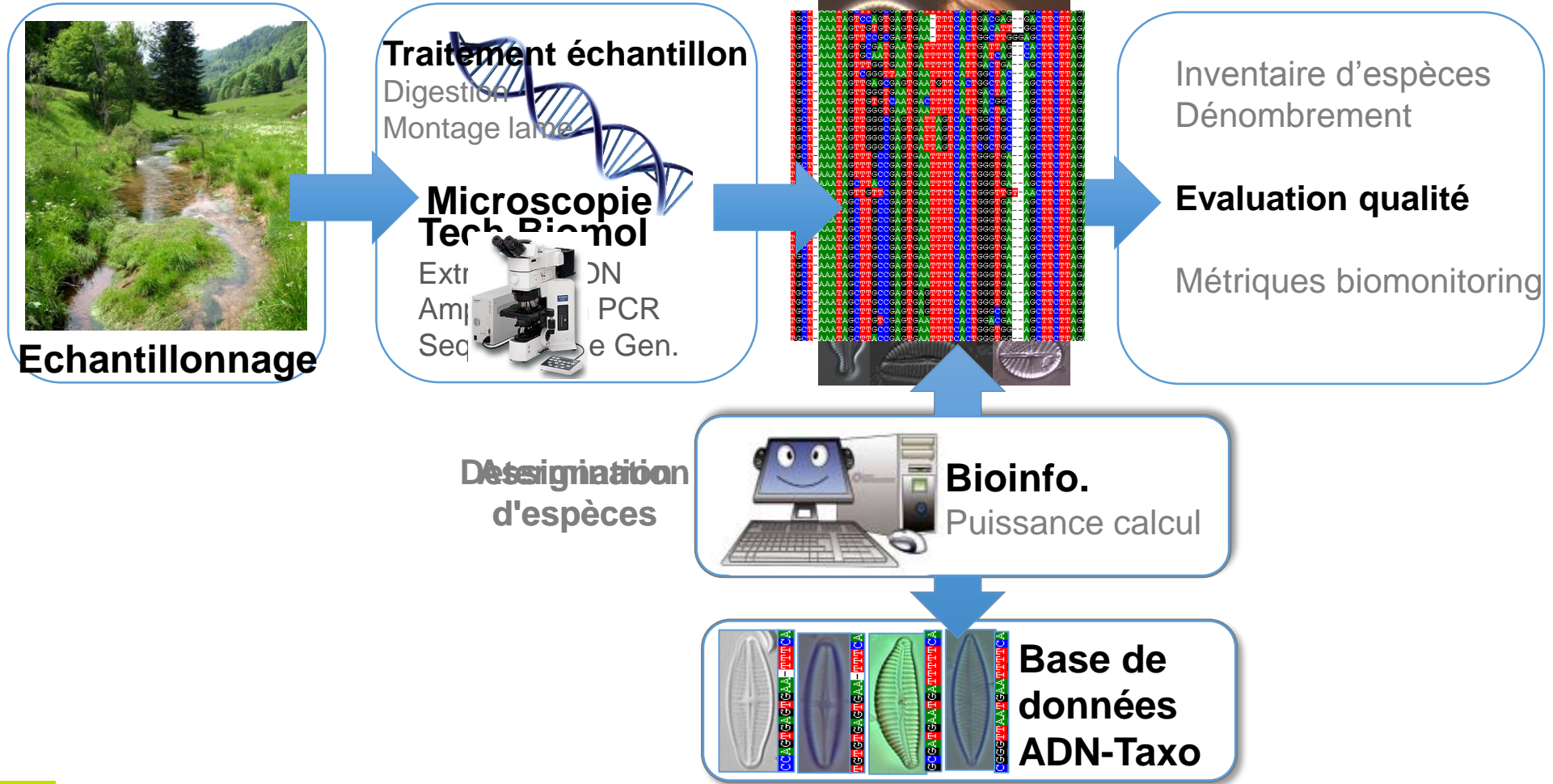
→ **Quelles possibilités pour une bio-surveillance fiable et à plus haut-débit?**



(Petit & Michon 2013)

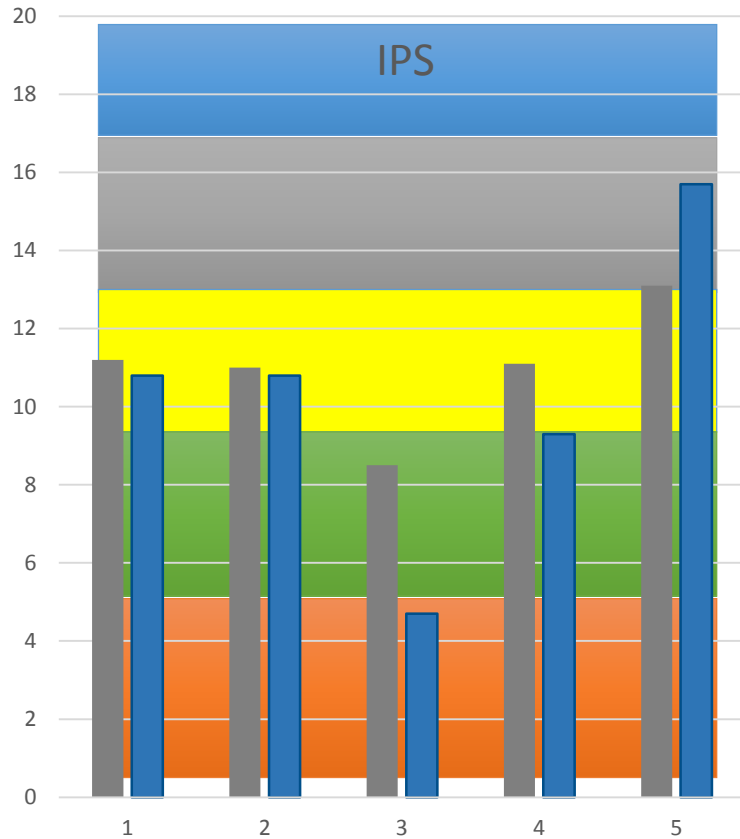
Bioindication innovante

❖ Technologie : biologie moléculaire (ADN)

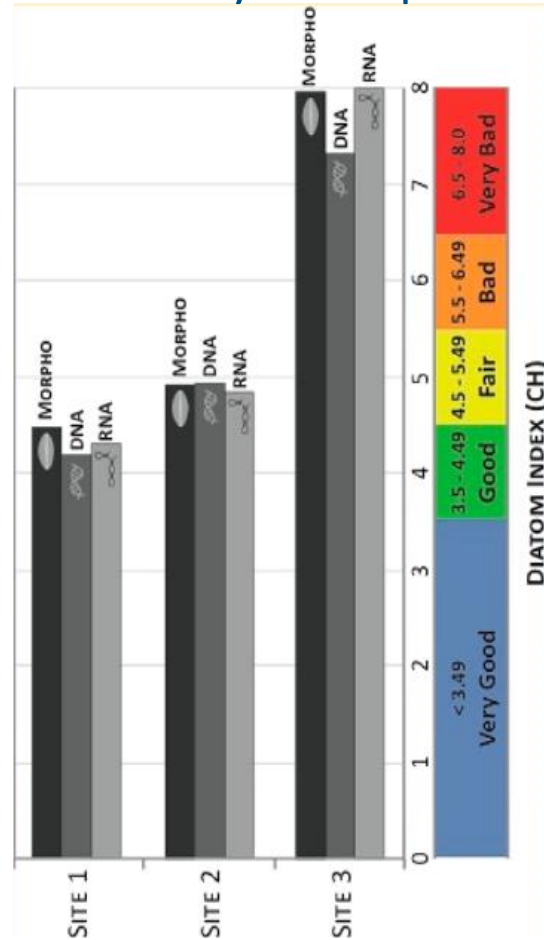


Quelques exemples

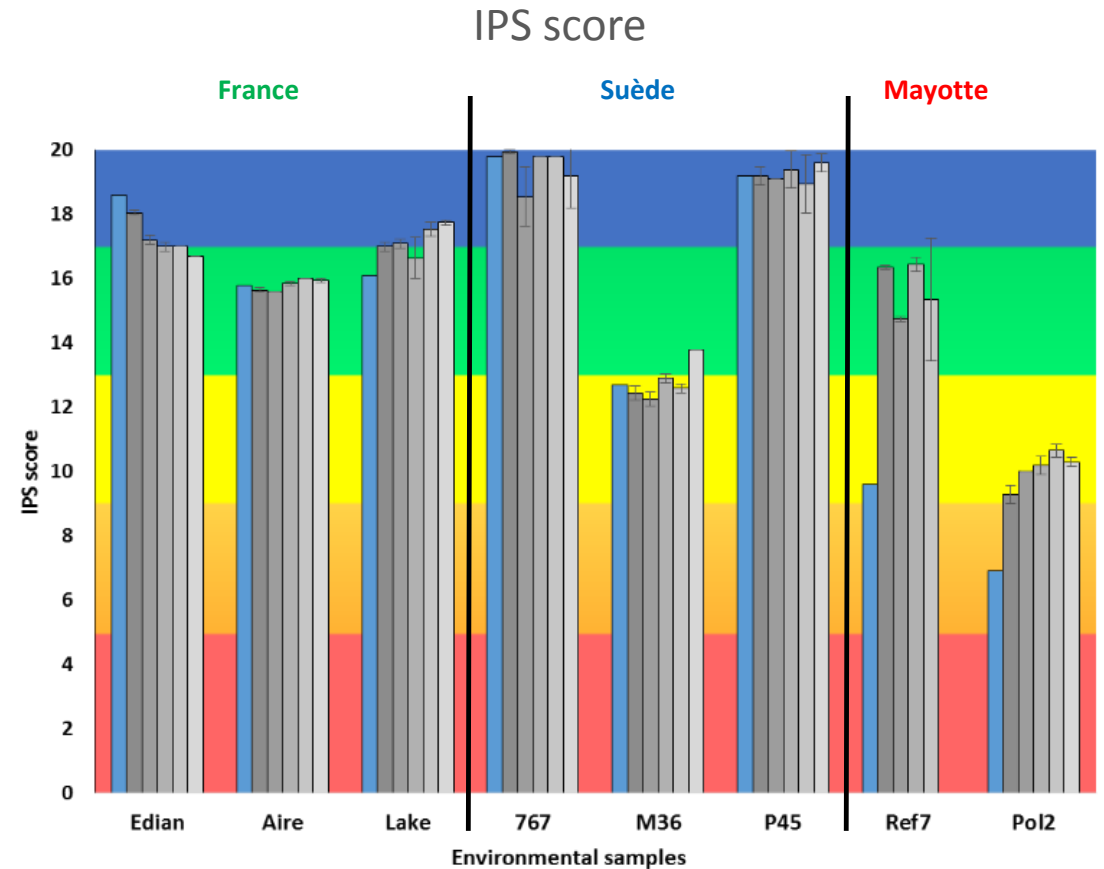
→ test sur communautés synthétiques : Kermarrec et al - 2013



Kermarrec et al 2014



Visco et al 2015



Vasselon et al 2017



Bibliothèque de référence / *Rsys::diatom*

Morphology	Taxonomy	DNA barcode reference
	<i>Amphora pediculus</i>	ATCGGGATGCCA
	<i>Gomphonema parvulum</i>	ATCGCCATGCCA
	<i>Nitzschia palea</i>	ATCGGGAAACCA



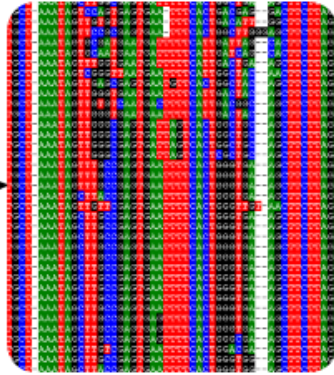
Échantillonnage biofilm



Extraction ADN total



Amplification barcode ADN



Séquençage haut-débit

OTU	%
Otu001	8
Otu002	7
Otu003	5
...	...

Bioinformatique

Species	%
<i>U. ulna</i>	15
<i>D. tenuis</i>	8
<i>N. palea</i>	3
...	...

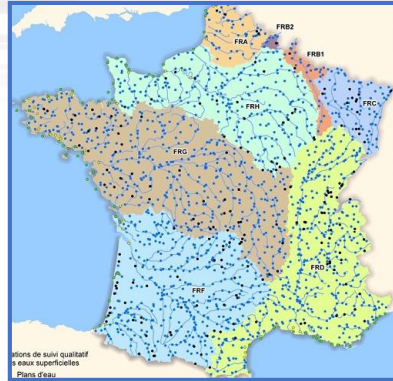
Liste floristique (espèces)



Évaluation qualité

Changement d'échelle

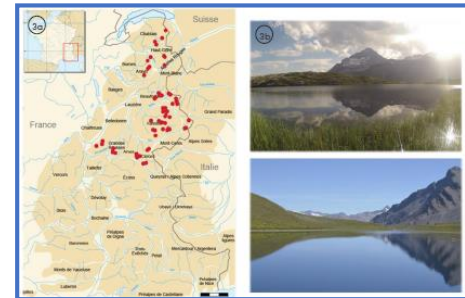
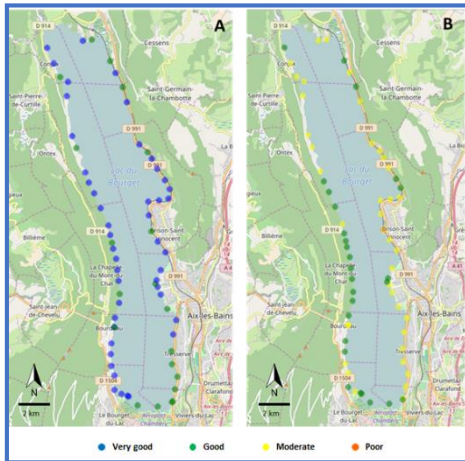
AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT



AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT



Vasselon et al 2017, Ecol. Ind.
Tapolczai et al, (soumis)



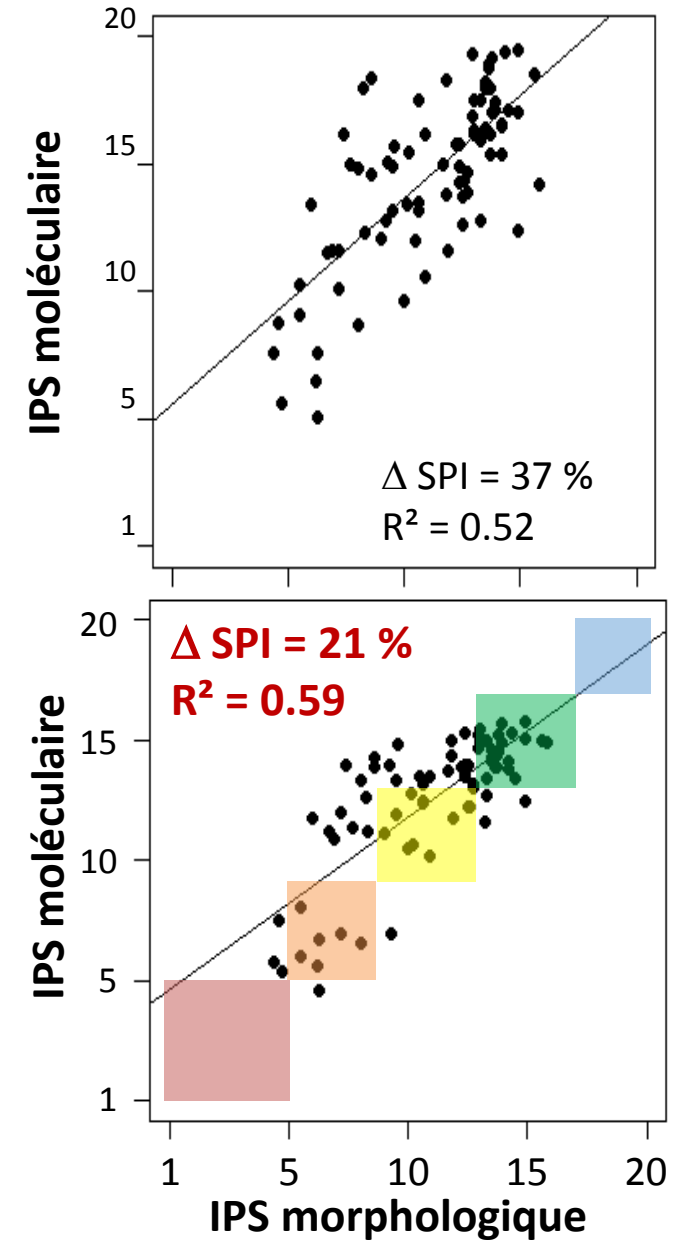
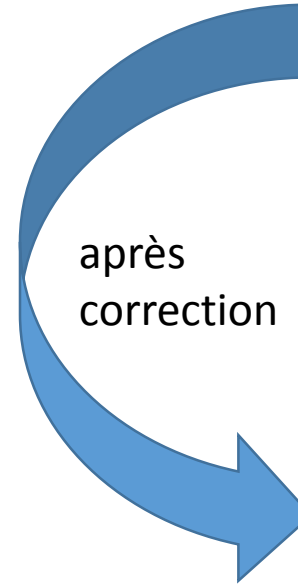
Observatory on alpin **LA**kes

Rivera et al, 2017, Hydrobiologia

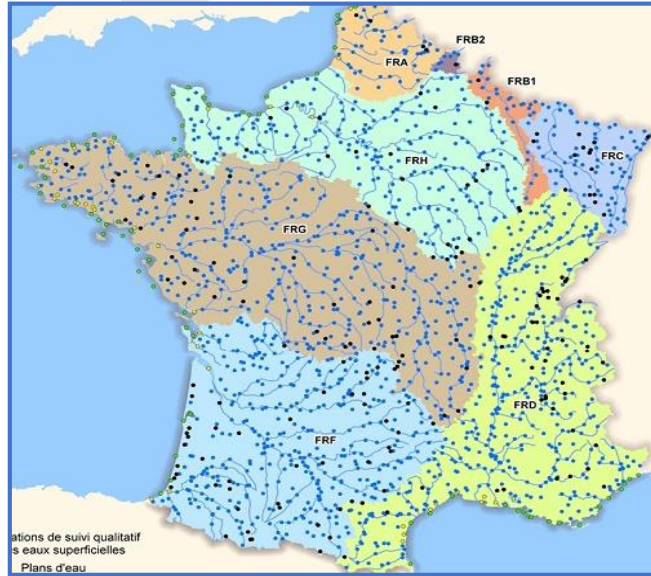
Changement d'échelle

Mayotte – 45 sites x 2 années

AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT



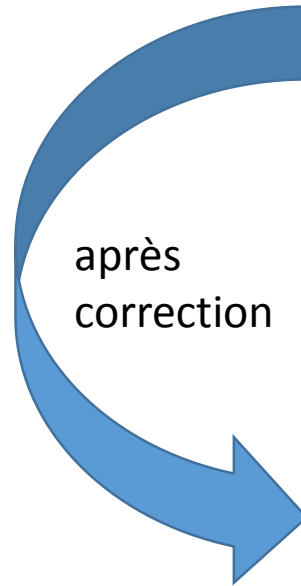
Changement d'échelle



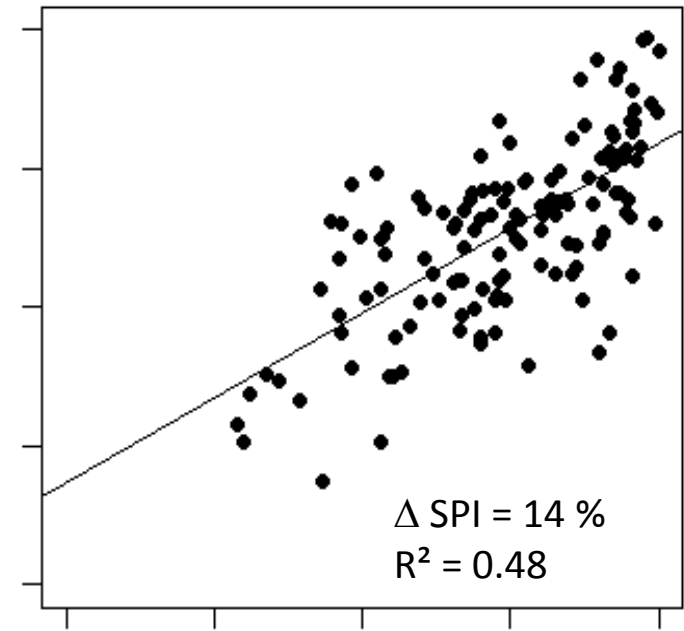
AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT



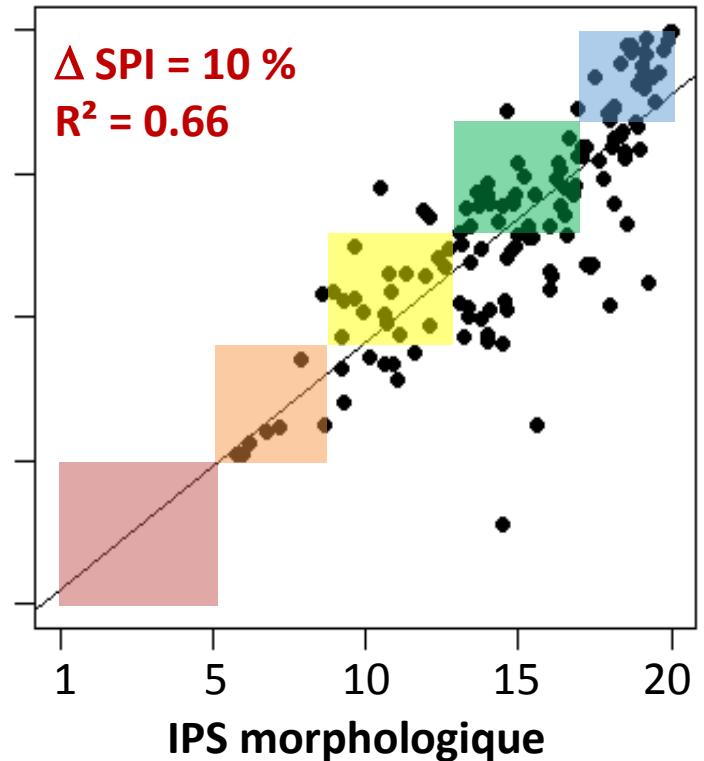
Campagnes DCE 2016-2017
166 sites (2016) + 295 sites (2017)
rbcL barcode (312 bp), Miseq



IPS moléculaire

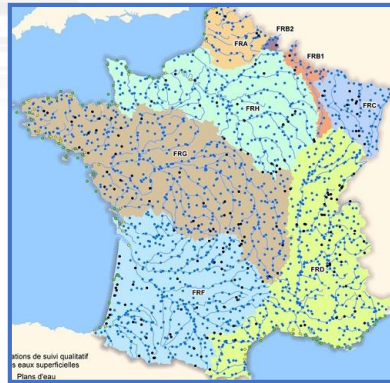


IPS moléculaire



Changement d'échelle

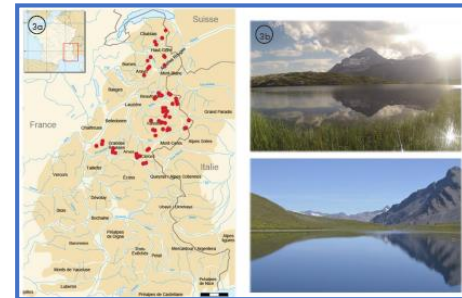
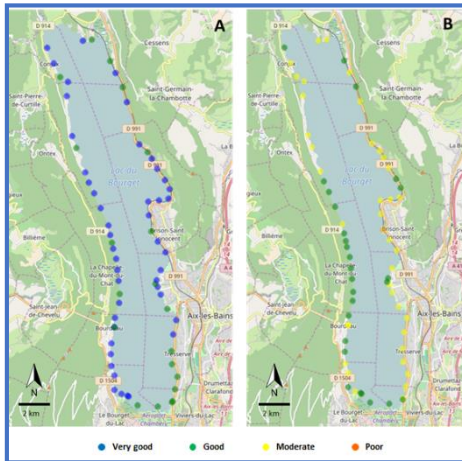
AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT



AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

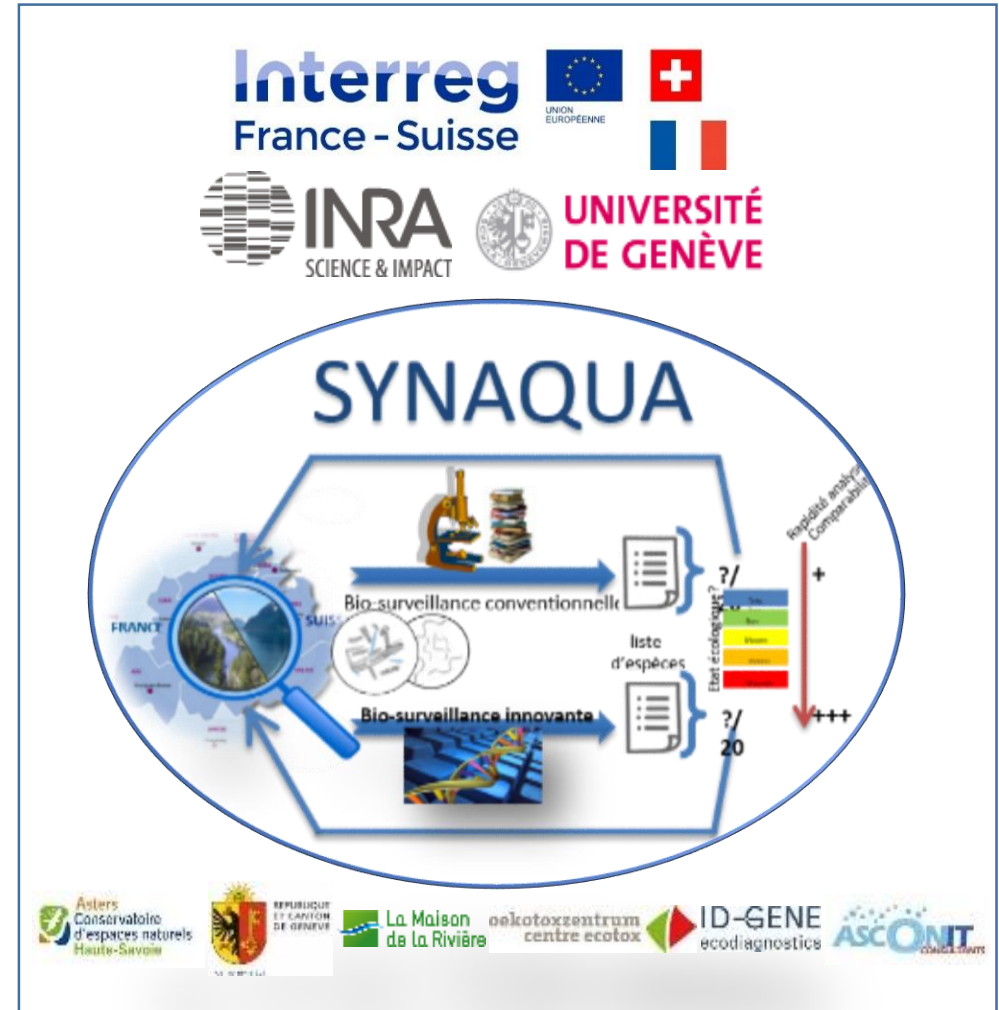


Vasselon et al 2017, Ecol. Ind.
Tapolczai et al, (soumis)



Observatory on alpin LAkes

Rivera et al, 2017, Hydrobiologia



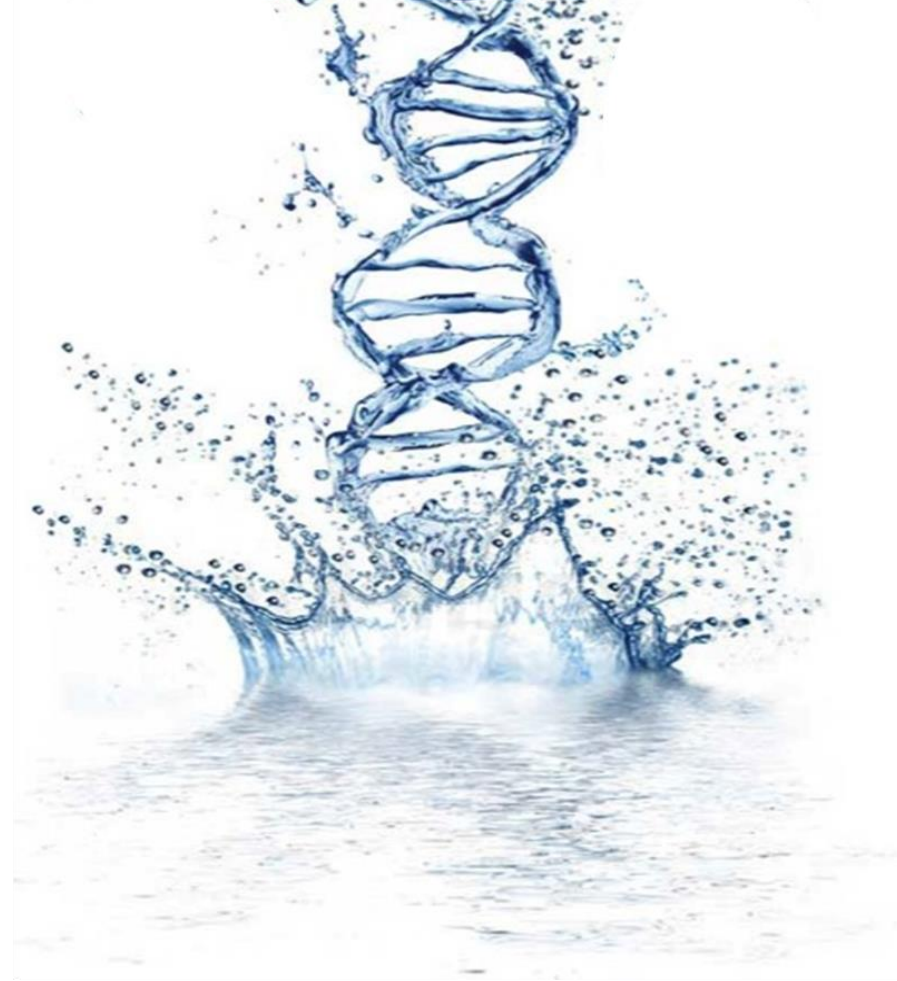
Interreg
France - Suisse



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE



INRA
SCIENCE & IMPACT

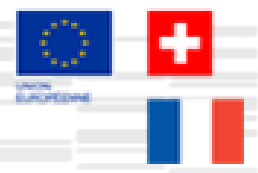


ID-GENE
ecodiagnosics

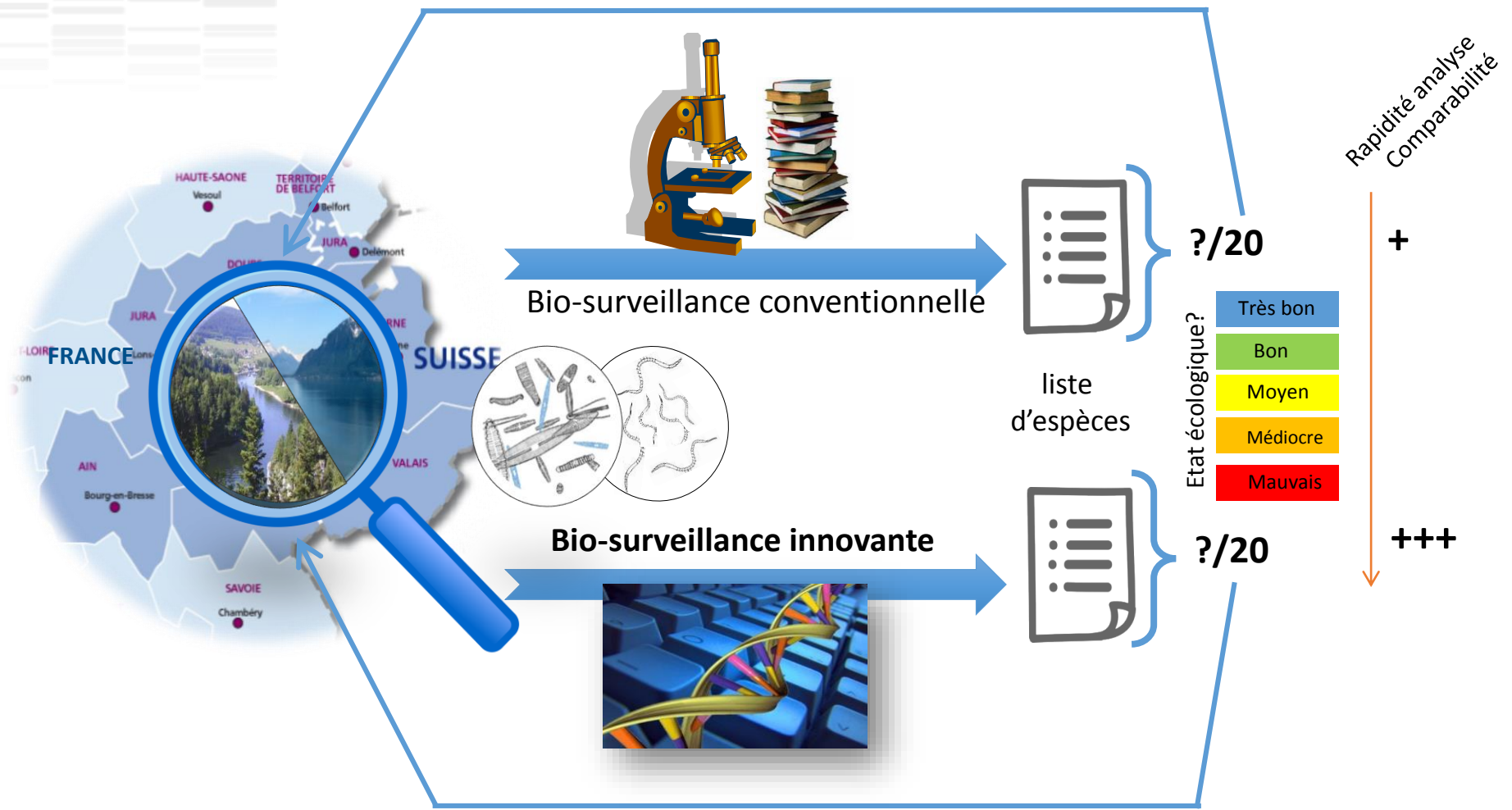


SYNAQUA

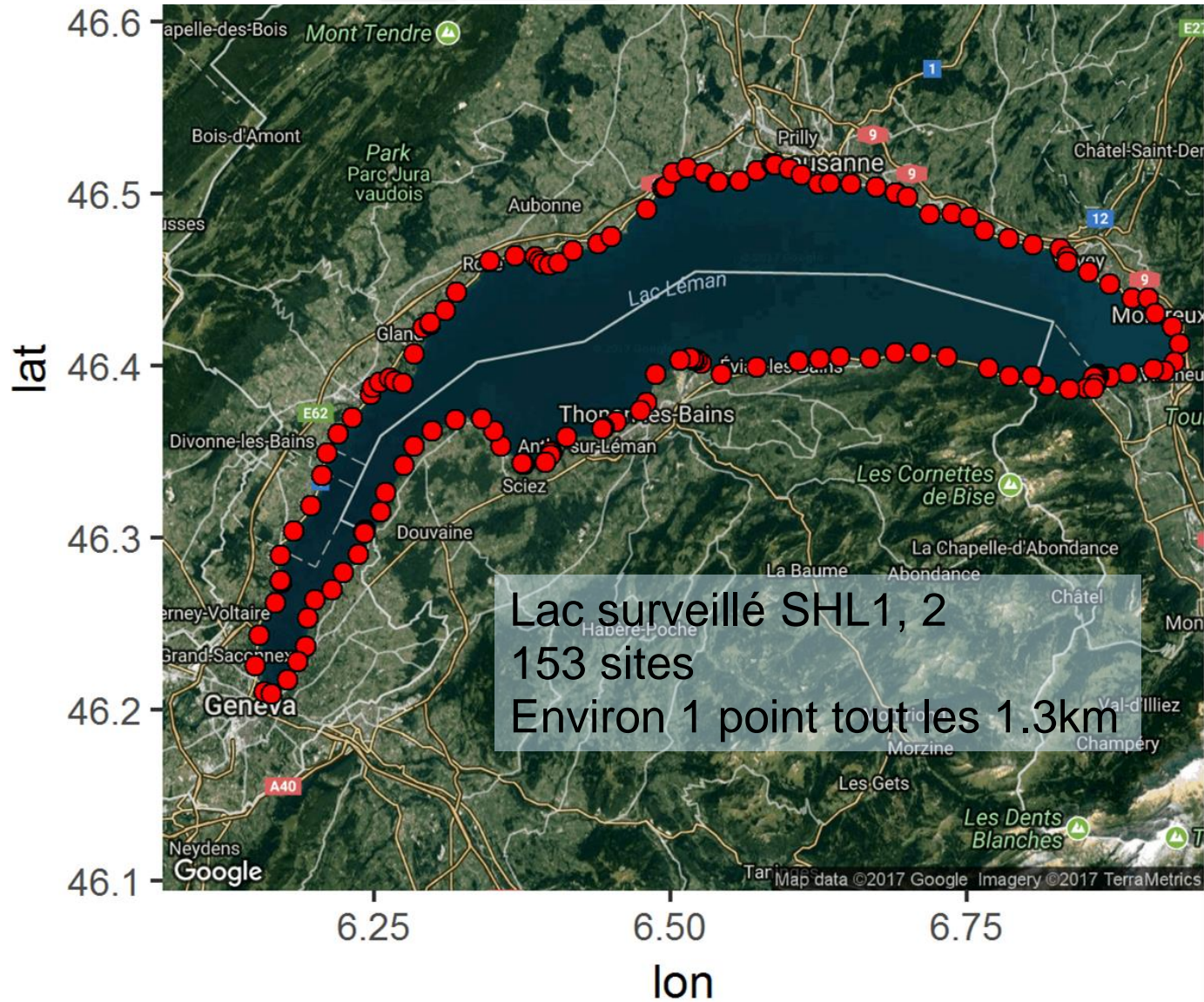
SYNERGIE TRANSFRONTALIÈRE POUR LA BIO-SURVEILLANCE
ET LA PRÉSERVATION DES ÉCOSYSTÈMES AQUATIQUES



SYNAQUA



SYNAQUA



1^{ère} étape :
suivi de qualité sur 150 points → scientifiques

Prélèvement des diatomées



Caractérisation des stations

- Protocole simplifié des protocoles « AIBer » et « Charli » (Irstea)
 - Caractérisation des altérations des berges (AIBer)
 - Caractérisation des habitats des rives et du littoral (Charli)

Pressions / Caractérisation

Station	Mesure de pente	Type de fond (substrat)	Type de fond (végétation)	Hydrologie
Station	Occupation du sol	Type de rive	Vagues	Vent
Prélèvement	Météo	Ombrage	Profondeur prélèvement	Substrat prélèvement

Paramètres physico-chimiques

Labo de chimie

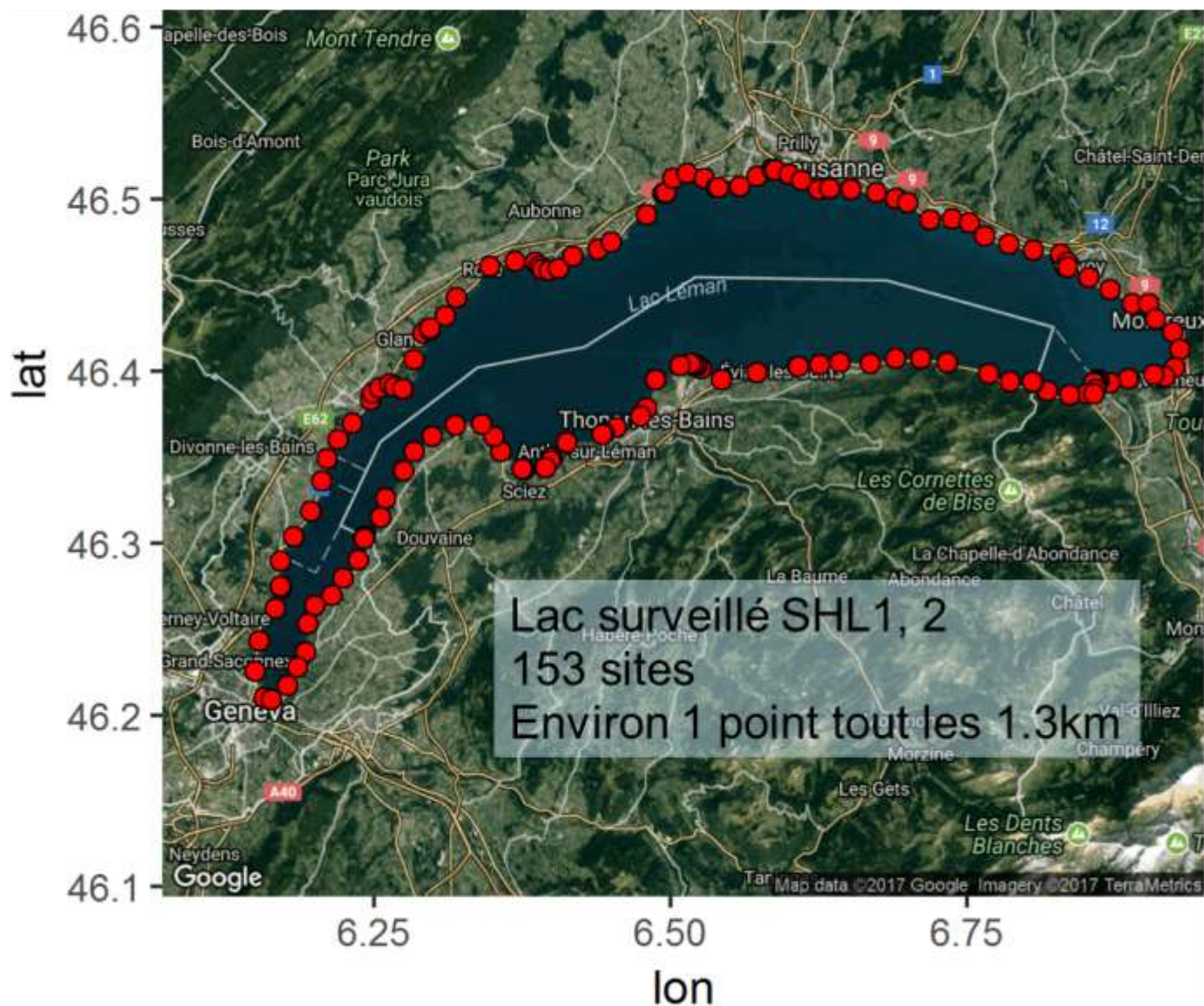
Paramètres explicatifs des pressions

Conductivité	pH	TAC	NH_4^+	NO_2^-	NO_3^-
COT	Ca^{2+}	K^+	Mg^{2+}	Na^+	Cl^-
MESO MEST	S_iO_2	P_{tot}	N_{tot}	PO_4^{3-}	SO_4^{2-}

Sonde multi-paramètres (exo)

Conductivité	Température	Oxygène dissous	Turbidité
Chlorophylle	Pression	Profondeur	

SYNAQUA



1^{ère} étape :

suivi de qualité sur 150 points → scientifiques

2^{nde} étape :

carte de qualité des zones côtières → scientifiques



Sensibilisation



Utilisateurs de demain

Implémentation

Parties prenantes



Formation



Gestionnaires
environnement

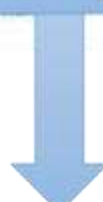


Acteurs de la biosurveillance :

- Ministère
- Office National de l'Eau (AFB)
- Services régionaux de l'environnement
- Bureaux d'étude en hydrobio
- Agences de l'eau



Carte de qualité



Implémentation



Quelles stratégies ?

SENSIBILISATION aux nouveaux outils de biosurveillance

ATELIER ENTRE ACTEURS

→ *Quelle utilisation de ces outils pour demain?*

→ Proposition de scénarios d'implémentation



Carte de qualité

Utilisation par les acteurs locaux

→ Syndicats d'aménagement, décideurs locaux

- Déclenchement de mesures de préservation
- Déclenchement de mesures de restauration
- Recherche de financement locaux, régionaux

Collaborations EU



„Developing new genetic tools for bioassessment of aquatic ecosystems in Europe“

Mises au point méthodologiques

- Quantification
- Bases de référence
- Préservation des échantillons
- Etc.

Des tests à large échelle



- Développements
- Avantages et limites
- Guides de bonnes pratiques



European Committee for Standardization

CEN TC230 : 2 Technical Reports

- *Échantillonnage des diatomées*
- *Établissement des bases de référence*

→ vers WG spécialisé sur les approches moléculaires



**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT



**Interreg
France - Suisse**



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen de Développement Régional



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra



REPUBLIQUE
ET CANTON
DE GENÈVE

1700 - 1713 - 1714 - 1715 - 1716 - 1717 - 1718 - 1719 - 1720 - 1721 - 1722 - 1723 - 1724 - 1725 - 1726 - 1727 - 1728 - 1729 - 1730 - 1731 - 1732 - 1733 - 1734 - 1735 - 1736 - 1737 - 1738 - 1739 - 1740 - 1741 - 1742 - 1743 - 1744 - 1745 - 1746 - 1747 - 1748 - 1749 - 1750 - 1751 - 1752 - 1753 - 1754 - 1755 - 1756 - 1757 - 1758 - 1759 - 1760 - 1761 - 1762 - 1763 - 1764 - 1765 - 1766 - 1767 - 1768 - 1769 - 1770 - 1771 - 1772 - 1773 - 1774 - 1775 - 1776 - 1777 - 1778 - 1779 - 1780 - 1781 - 1782 - 1783 - 1784 - 1785 - 1786 - 1787 - 1788 - 1789 - 1790 - 1791 - 1792 - 1793 - 1794 - 1795 - 1796 - 1797 - 1798 - 1799 - 1800 - 1801 - 1802 - 1803 - 1804 - 1805 - 1806 - 1807 - 1808 - 1809 - 1810 - 1811 - 1812 - 1813 - 1814 - 1815 - 1816 - 1817 - 1818 - 1819 - 1820 - 1821 - 1822 - 1823 - 1824 - 1825 - 1826 - 1827 - 1828 - 1829 - 1830 - 1831 - 1832 - 1833 - 1834 - 1835 - 1836 - 1837 - 1838 - 1839 - 1840 - 1841 - 1842 - 1843 - 1844 - 1845 - 1846 - 1847 - 1848 - 1849 - 1850 - 1851 - 1852 - 1853 - 1854 - 1855 - 1856 - 1857 - 1858 - 1859 - 1860 - 1861 - 1862 - 1863 - 1864 - 1865 - 1866 - 1867 - 1868 - 1869 - 1870 - 1871 - 1872 - 1873 - 1874 - 1875 - 1876 - 1877 - 1878 - 1879 - 1880 - 1881 - 1882 - 1883 - 1884 - 1885 - 1886 - 1887 - 1888 - 1889 - 1890 - 1891 - 1892 - 1893 - 1894 - 1895 - 1896 - 1897 - 1898 - 1899 - 1900 - 1901 - 1902 - 1903 - 1904 - 1905 - 1906 - 1907 - 1908 - 1909 - 1910 - 1911 - 1912 - 1913 - 1914 - 1915 - 1916 - 1917 - 1918 - 1919 - 1920 - 1921 - 1922 - 1923 - 1924 - 1925 - 1926 - 1927 - 1928 - 1929 - 1930 - 1931 - 1932 - 1933 - 1934 - 1935 - 1936 - 1937 - 1938 - 1939 - 1940 - 1941 - 1942 - 1943 - 1944 - 1945 - 1946 - 1947 - 1948 - 1949 - 1950 - 1951 - 1952 - 1953 - 1954 - 1955 - 1956 - 1957 - 1958 - 1959 - 1960 - 1961 - 1962 - 1963 - 1964 - 1965 - 1966 - 1967 - 1968 - 1969 - 1970 - 1971 - 1972 - 1973 - 1974 - 1975 - 1976 - 1977 - 1978 - 1979 - 1980 - 1981 - 1982 - 1983 - 1984 - 1985 - 1986 - 1987 - 1988 - 1989 - 1990 - 1991 - 1992 - 1993 - 1994 - 1995 - 1996 - 1997 - 1998 - 1999 - 2000 - 2001 - 2002 - 2003 - 2004 - 2005 - 2006 - 2007 - 2008 - 2009 - 2010 - 2011 - 2012 - 2013 - 2014 - 2015 - 2016 - 2017 - 2018 - 2019 - 2020 - 2021 - 2022 - 2023 - 2024 - 2025



**CANTON DU VALAIS
KANTON WALLIS**

