

SYNAQUA : Un programme franco-suisse pour la bio-surveillance et la préservation des écosystèmes du lac Léman

J. Guéguen^A, A. Bouchez^A, A. Cordonier^B, I. Domaizon^A, B.J.D. Ferrari^C, S. Jacquet^A, E. Lefrançois^D, A.L. Mazon^E, A. Pawlowska^F, L. Perret-Gentil^G, F. Rimet^A, J.F. Rubin^H, E. Servoli^F, D. Trevisan^A, R. Vivien^C, J. Pawlowski^G

^A UMR CARTEL, INRA, Université Savoie Mont Blanc, 74200 Thonon-les-bains, France

^B Direction Générale de l'Eau, Canton de Genève, avenue Sainte-Clotilde 25, CP 78, 1211 Genève 8, Switzerland

^C Centre Ecotox, Eawag/EPFL, EPFL-ENAC-IIE-GE, station 2, 1015 Lausanne, Switzerland

^D Asconit Consultants, Parc Scientifique Tony Garnier, 6-8 Espace Henry Vallée, 69366 Lyon Cedex 07, France

^E ASTERS, Conservatoire d'Espaces Naturels de Haute-Savoie, 84 route du Viéran, PAE de Pré Mairy, 74370 Pringy, France

^F ID-Genecodiagnosics, c/o fondation Ecllosion, 14 chemin des Aulx, 1228 Plan-les-Ouates, Switzerland

^G UNIGE, 30 quai Ernest Ansermet, 1211 Genève 4, Switzerland

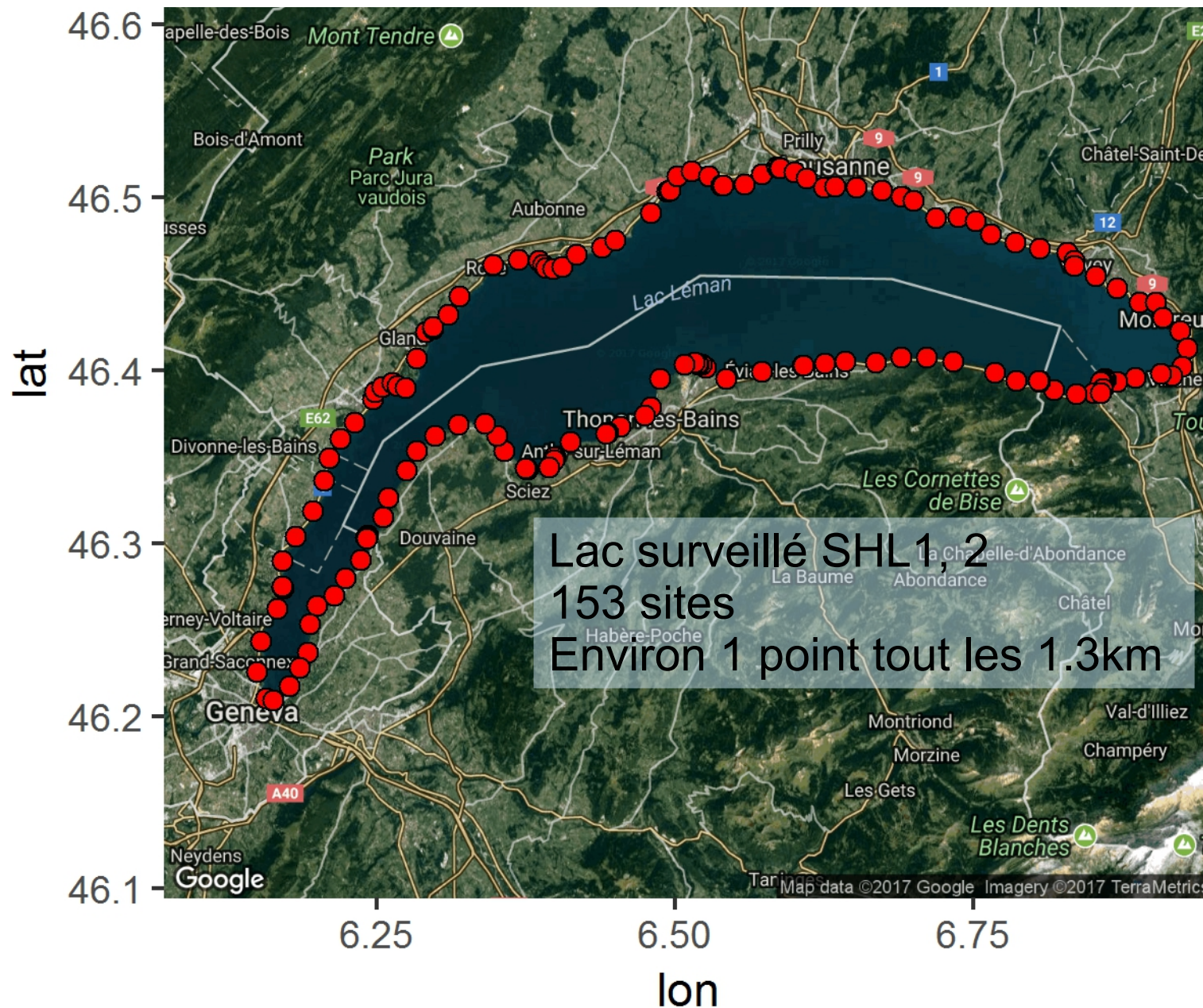
^H Fondation Maison de la Rivière, Chemin du Boiron 2, 1131 Tolochenaz, Switzerland



France/Suisse
200 km de rives (cipel)
72 km de long (cipel)
Prof max 309 m (cipel)



- Programme lancé en mars 2017
- Récolte des données
- Utiliser les outils génomiques de la bio-surveillance
- Reconnaissance d'organismes bio-indicateurs présents dans l'environnement aquatique directement par leur ADN
→ diatomées et oligochètes
- **Créer une carte de qualité écologique des rives du lac Léman**
- Partie de sensibilisation
 - Scolaires à la surveillance environnementale
 - Acteurs locaux et partenaires



Hypothèses

Existences de pressions locales :

- ports
- stations d'épuration
- embouchures de rivières
- structure des rives

Hypothèses

Existences de pressions locales :

- ports
- stations d'épuration
- embouchures de rivières
- structure des rives



Hypothèses

Existences de pressions locales :

- ports
- stations d'épuration
- embouchures de rivières
- structure des rives



Hypothèses

Existences de pressions locales :

- ports
- stations d'épuration
- embouchures de rivières
- structure des rives



Hypothèses

Existences de pressions locales :

- ports
- stations d'épuration
- embouchures de rivières
- structure des rives



Hypothèses

Existences de pressions locales :

- ports
- stations d'épuration
- embouchures de rivières
- structure des rives

pouvant être mesurées via :



Hypothèses

Existences de pressions locales :

- ports
- stations d'épuration
- embouchures de rivières
- structure des rives

pouvant être mesurées via :

- Physico-Chimie

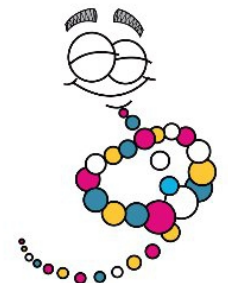
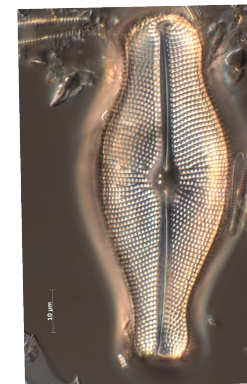


Existences de pressions locales :

- ports
- stations d'épuration
- embouchures de rivières
- structure des rives

pouvant être mesurées via :

- Physico-Chimie
- Communautés algales benthiques
 - Benthotorche
 - Diversité : moléculaire et microscopique



Existences de pressions locales :

- ports
- stations d'épuration
- embouchures de rivières
- structure des rives

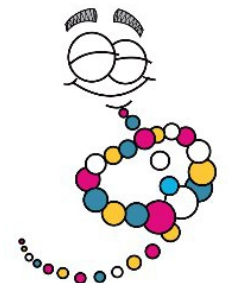
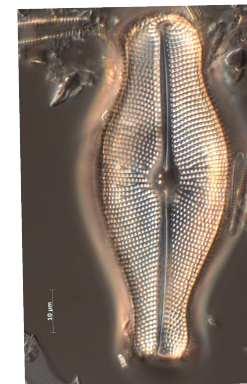
pouvant être mesurées via :

- Physico-Chimie
- Communautés algales benthiques
 - Benthotorche
 - Diversité : moléculaire et microscopique



Et de pressions plus globales :

- bassin versant
- occupation du sol



Conductivité	pH	TAC	NH_4^+	N_2^-	N_3^-	N_{tot}	PO_4^{3-}
COT	Ca	K^+	Mg	Na^+	Cl^-	SO_4^{2-}	P_{tot}

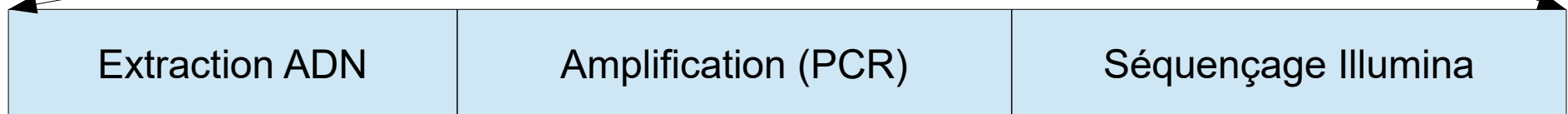
Sonde multi-paramètres (exo)

Conductivité	Température	Oxygène dissous	Turbidité
Chlorophylle	Pression	Profondeur	

Bentho-torche

Cyano-bacteries	Algues vertes	Diatomées	Chlorophylle totale
-----------------	---------------	-----------	---------------------

Labo de biomol.



Paramètres analysés

Labo de chimie

Paramètres explicatifs des pressions

France - Suisse



Conductivité	pH	TAC	NH_4^+	N_2^-	N_3^-	N_{tot}	PO_4^{3-}
COT	Ca	K^+	Mg	Na^+	Cl^-	SO_4^{2-}	P_{tot}

Sonde multi-paramètres (exo)

Conductivité	Température	Oxygène dissous	Turbidité
Chlorophylle	Pression	Profondeur	

Bentho-torche

Cyano-bacteries	Algues vertes	Diatomées	Chlorophylle totale
-----------------	---------------	-----------	---------------------

Labo de biomol.

Extraction ADN	Amplification (PCR)	Séquençage Illumina
----------------	---------------------	---------------------

Paramètres analysés

Labo de chimie

Paramètres explicatifs des pressions

France - Suisse



Conductivité	pH	TAC	NH_4^+	N_2^-	N_3^-	N_{tot}	PO_4^{3-}
COT	Ca	K^+	Mg	Na^+	Cl^-	SO_4^{2-}	P_{tot}

Sonde multi-paramètres (exo)

Conductivité	Température	Oxygène dissous	Turbidité
Chlorophylle	Pression	Profondeur	

Bentho-torche

Vision globale des concentrations algales

Cyano-bacteries	Algues vertes	Diatomées	Chlorophylle totale
-----------------	---------------	-----------	---------------------

Labo de biomol.

Extraction ADN	Amplification (PCR)	Séquençage Illumina
----------------	---------------------	---------------------

Paramètres analysés

Labo de chimie

Paramètres explicatifs des pressions

France - Suisse



Conductivité	pH	TAC	NH_4^+	N_2^-	N_3^-	N_{tot}	PO_4^{3-}
COT	Ca	K^+	Mg	Na^+	Cl^-	SO_4^{2-}	P_{tot}

Sonde multi-paramètres (exo)

Conductivité	Température	Oxygène dissous	Turbidité
Chlorophylle	Pression	Profondeur	

Bentho-torche

Vision globale des concentrations algales

Cyano-bacteries	Algues vertes	Diatomées	Chlorophylle totale
-----------------	---------------	-----------	---------------------

Labo de biomol.

Structure précise des communautés de diatomées

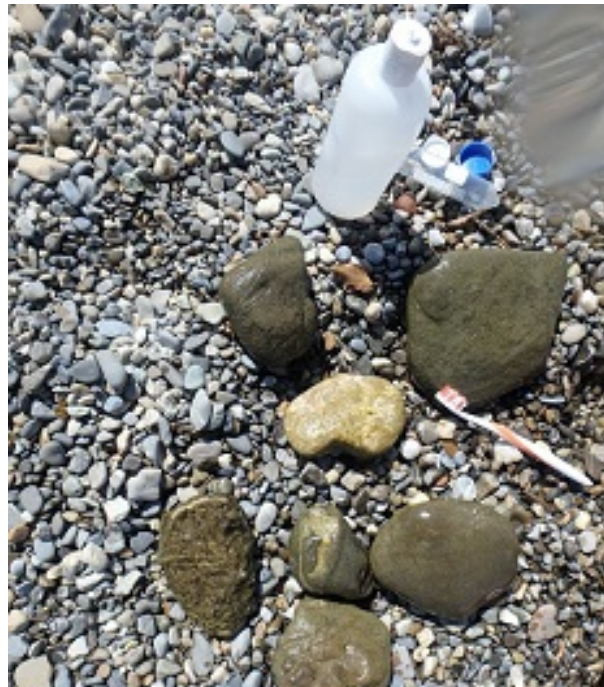
Extraction ADN	Amplification (PCR)	Séquençage Illumina
----------------	---------------------	---------------------

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

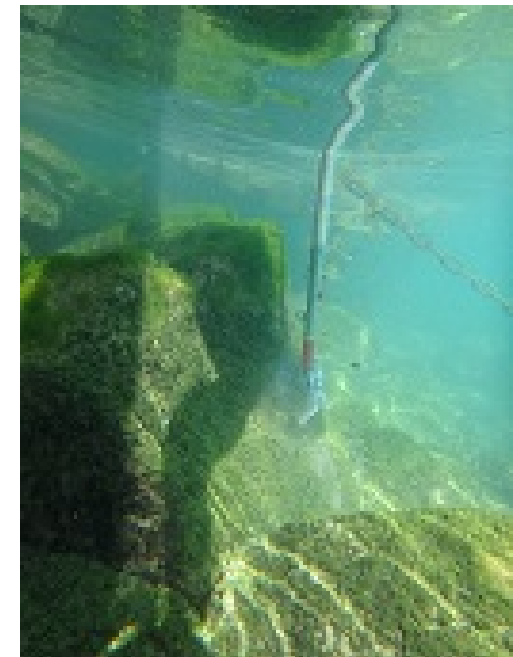
Pressions / Caractérisation

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

- Si le site présente des substrats récoltables :
 - 5 pierres au moins
 - 40cm à 1.5m de profondeur
 - Frotter à la brosse à dent + bassine



- Si le site présente des substrats récoltables :
 - 5 pierres au moins
 - 40cm à 1.5m de profondeur
 - Frotter à la brosse à dent + bassine
- Si le site n'a pas de substrats facile à transporter :
 - Échantillonnage au racloir



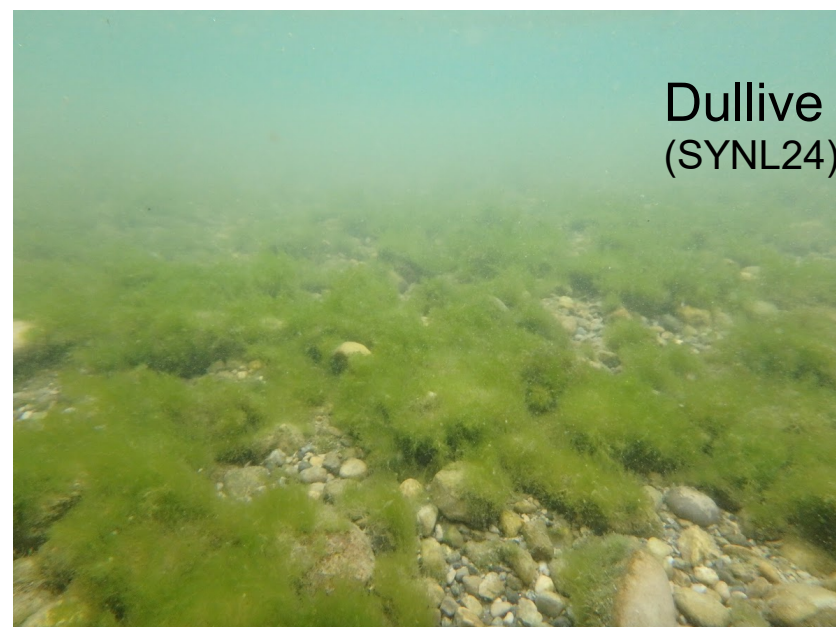
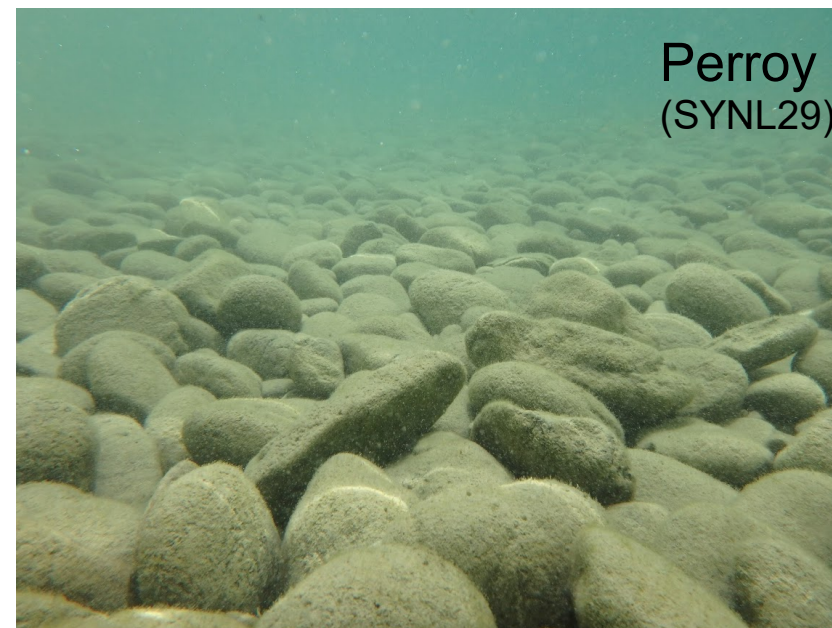
- Si le site présente des substrats récoltables :
 - 5 pierres au moins
 - 40cm à 1.5m de profondeur
 - Frotter à la brosse à dent + bassine
- Si le site n'a pas de substrats facile à transporter :
 - Échantillonnage au racloir
- Dans tous les cas :
 - Mettre le mélange dans un tube
 - Compléter avec éthanol (conservation)



- Rive principalement composée d'enrochements (~ 39%)



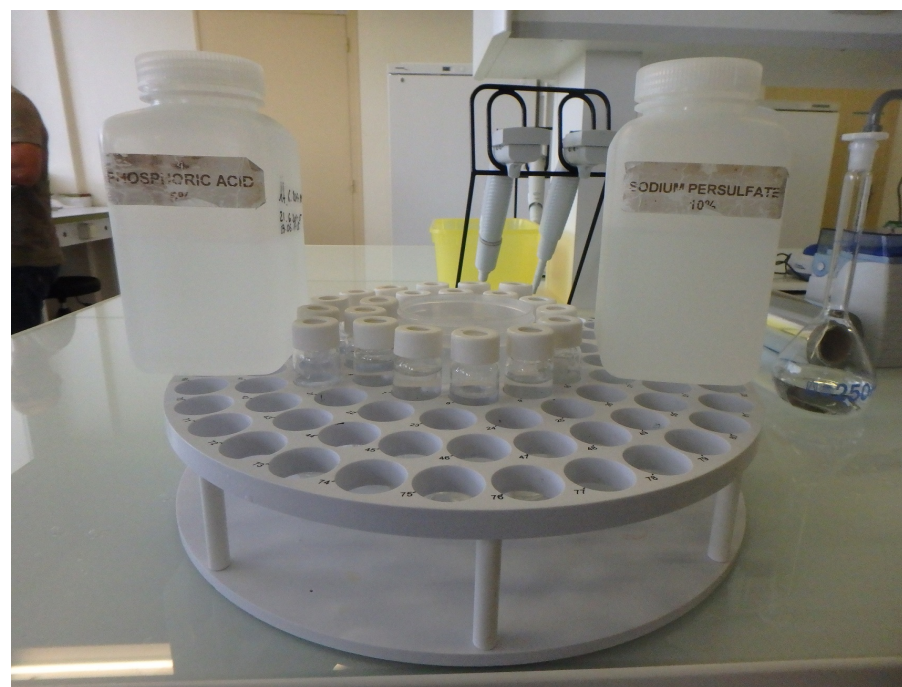
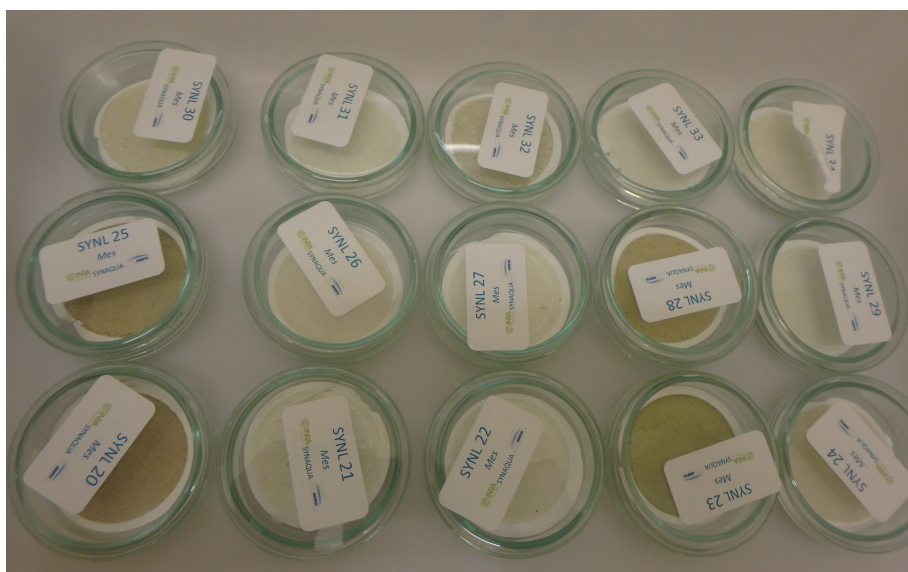
- Les fonds sont principalement composés de galets (~ 58%)



- 8 jours de terrain du 14/06 au 27/06 avec une météo favorable



- 8 jours de terrain du 14/06 au 27/06 avec une météo favorable
- 154 échantillons d'eau pour les analyses chimiques (dont des paramètres traités le soir même)



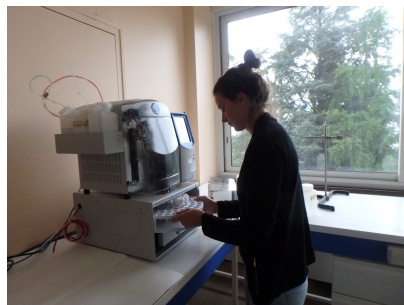
- 8 jours de terrain du 14/06 au 27/06 avec une météo favorable
- 154 échantillons d'eau pour les analyses chimiques (dont des paramètres traités le soir même)
- 156 échantillons diatomées



- 8 jours de terrain du 14/06 au 27/06 avec une météo favorable
- 154 échantillons d'eau pour les analyses chimiques (dont des paramètres traités le soir même)
- 156 échantillons diatomées
- 9 personnes sur le terrain



- 8 jours de terrain du 14/06 au 27/06 avec une météo favorable
- 154 échantillons d'eau pour les analyses chimiques (dont des paramètres traités le soir même)
- 156 échantillons diatomées
- 9 personnes sur le terrain
- 5 personnes pour les analyses chimiques



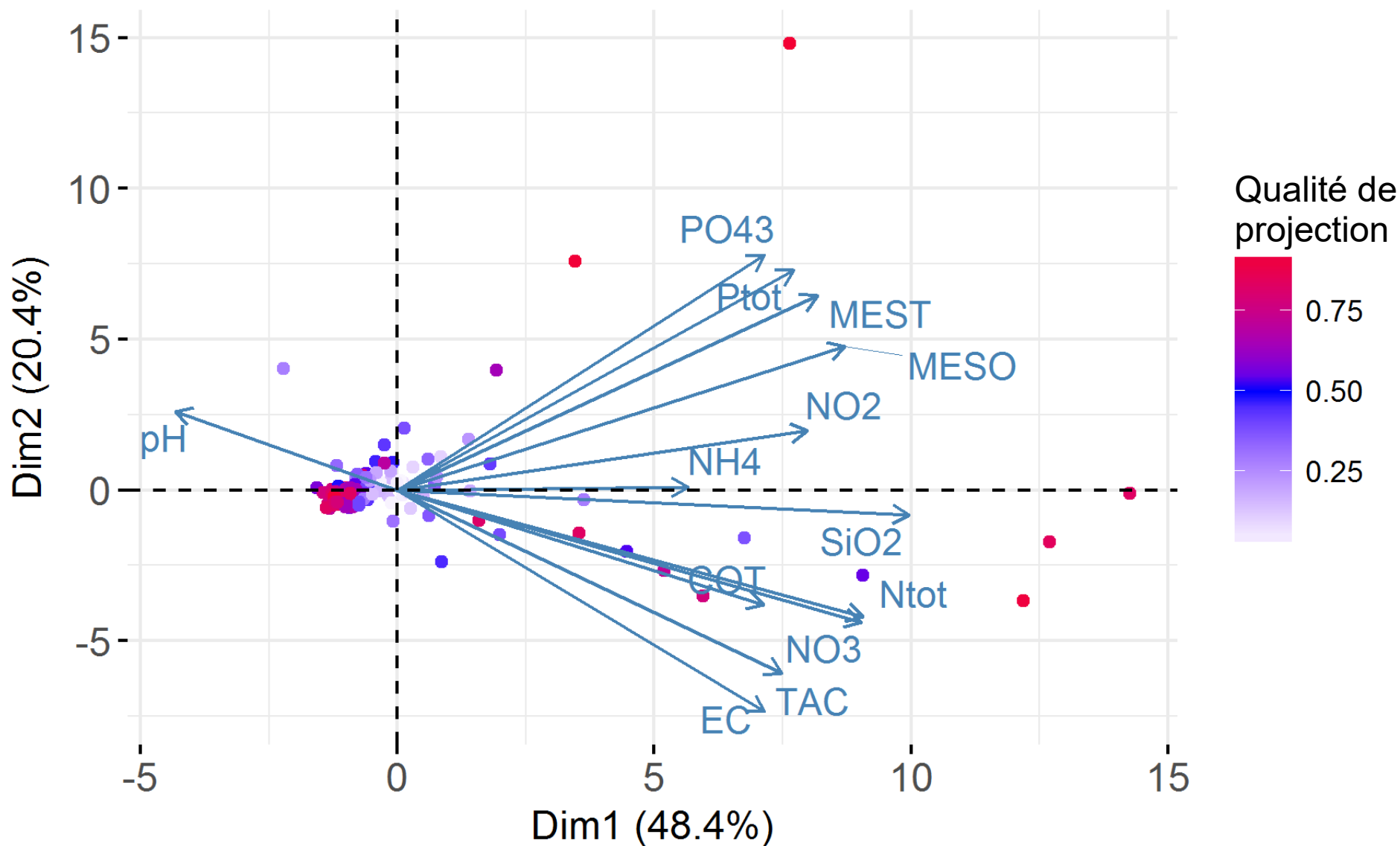
- 8 jours de terrain du 14/06 au 27/06 avec une météo favorable
- 154 échantillons d'eau pour les analyses chimiques (dont des paramètres traités le soir même)
- 156 échantillons diatomées
- 9 personnes sur le terrain
- 5 personnes pour les analyses chimiques
- 6Go de photos des rives et fonds du Léman



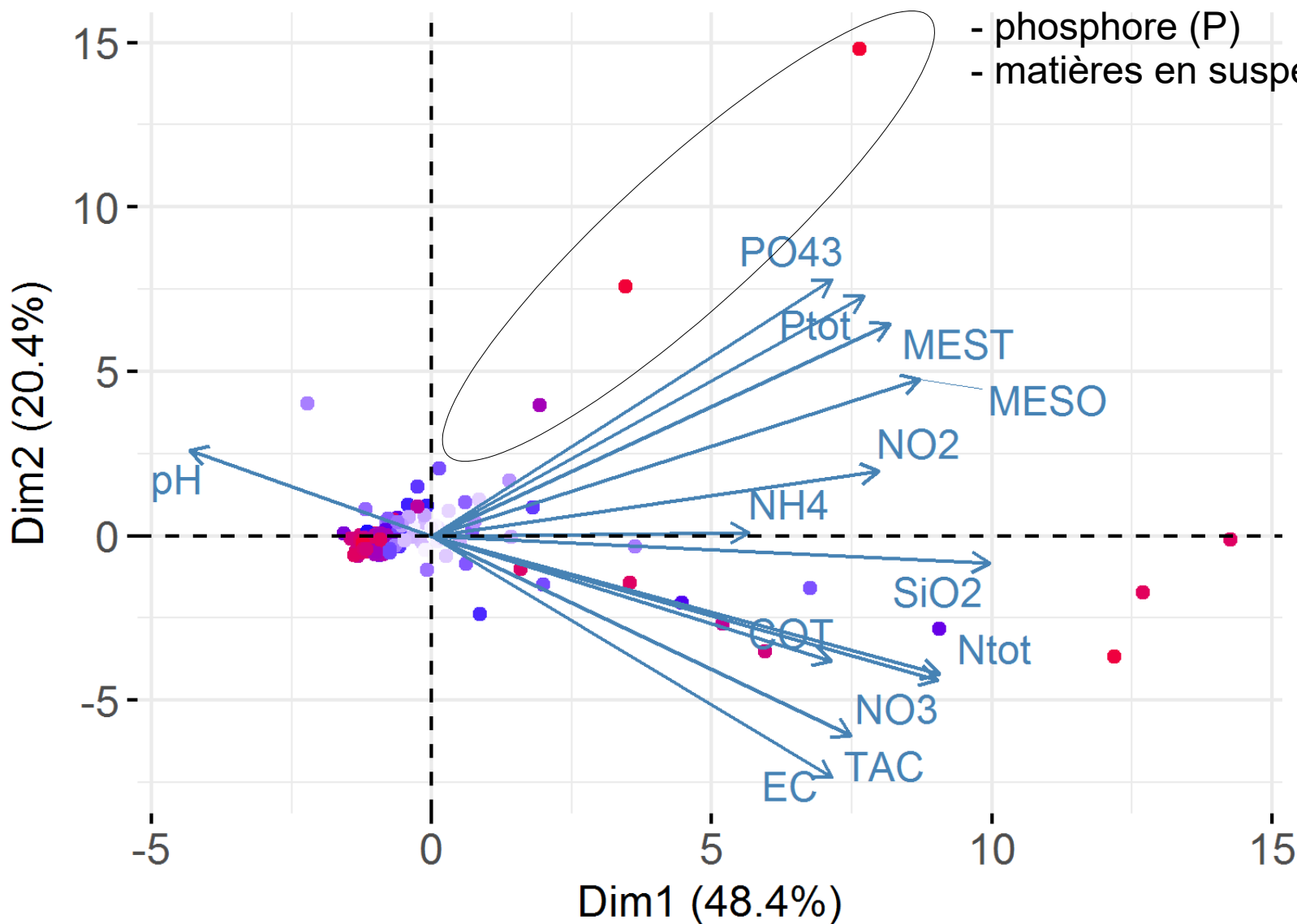
- 8 jours de terrain du 14/06 au 27/06 avec une météo favorable
- 154 échantillons d'eau pour les analyses chimiques (dont des paramètres traités le soir même)
- 156 échantillons diatomées
- 9 personnes sur le terrain
- 5 personnes pour les analyses chimiques
- 6Go de photos des rives et fonds du Léman
- Informations sur les substrats, la pente et l'occupation du sol au niveau de chaque station

Résultats (très) préliminaires

Biplot ACP

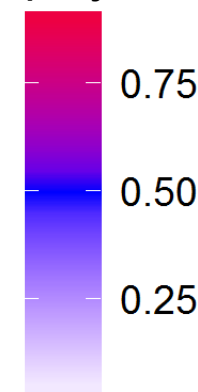


Biplot ACP

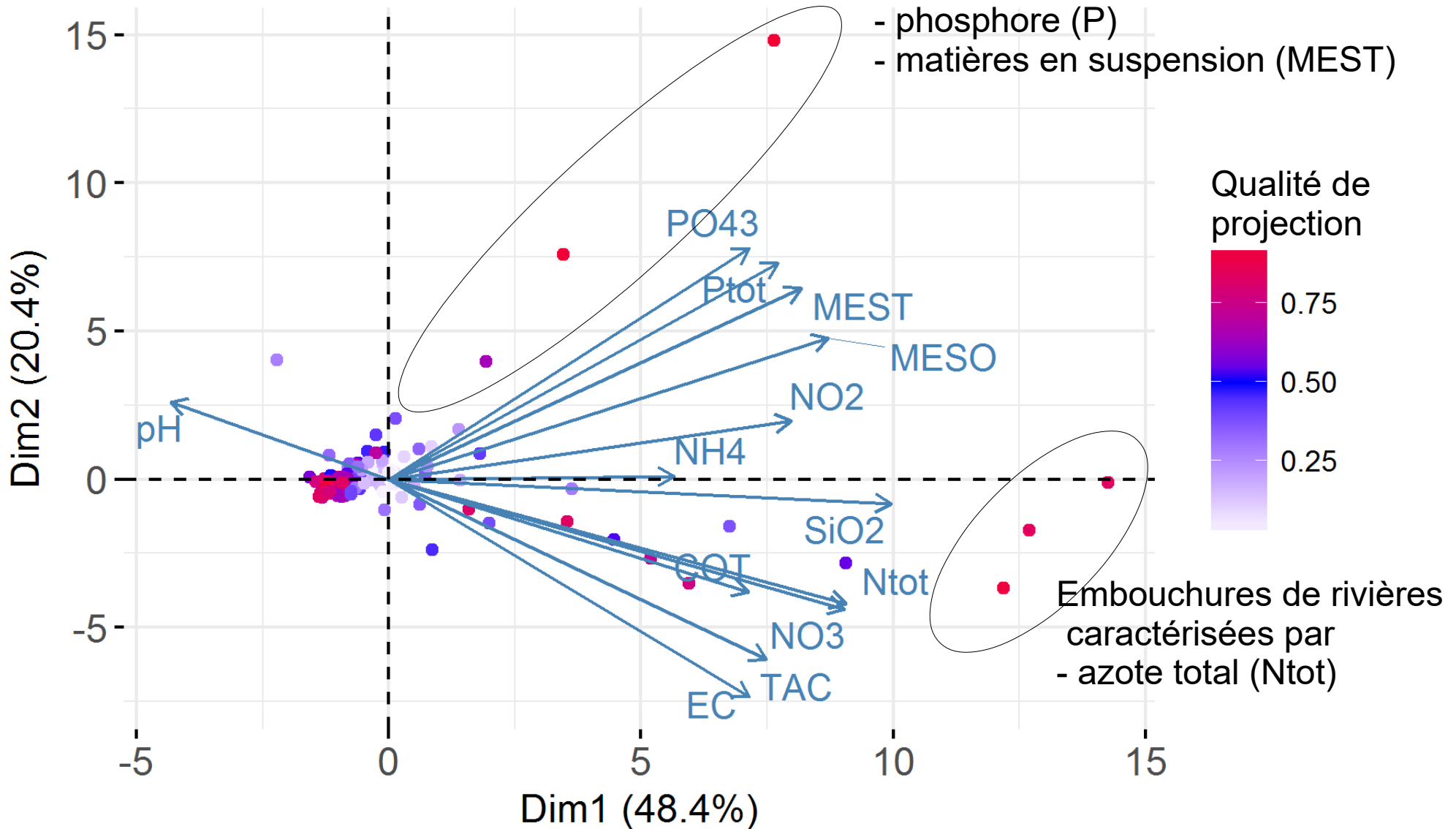


Embouchure du Rhône
Fortes valeurs en
- phosphore (P)
- matières en suspension (MEST)

Qualité de projection



Biplot ACP



Résultats préliminaires

Analyse Benthotorche



Bentho-torche

Sonde fluorimétrique benthique



→ Quantifier la biomasse algale du biofilm via la concentration en chlorophylle-A (Chl-a).



Bentho-torche

Sonde fluorimétrique benthique



- Quantifier la biomasse algale du biofilm via la concentration en chlorophylle-A (Chl-a).
- Fluorescence des pigments



Bentho-torche

Sonde fluorimétrique benthique



- Quantifier la biomasse algale du biofilm via la concentration en chlorophylle-A (Chl-a).
- Fluorescence des pigments



La différence de fluorescence des pigment permet de distinguer 3 types d'algues :

- Cyanobacteries



- Algues vertes



Green Algae

- Diatomées



Résultats préliminaires

Analyse BBE



- Chaque site entre 5 et 9 pierres testées
- Les même types de substrat sont prélevés en diatomées et relevés à la sonde
- Les coordonnées GPS sont prises par la sonde pendant la mesure



Résultats préliminaires

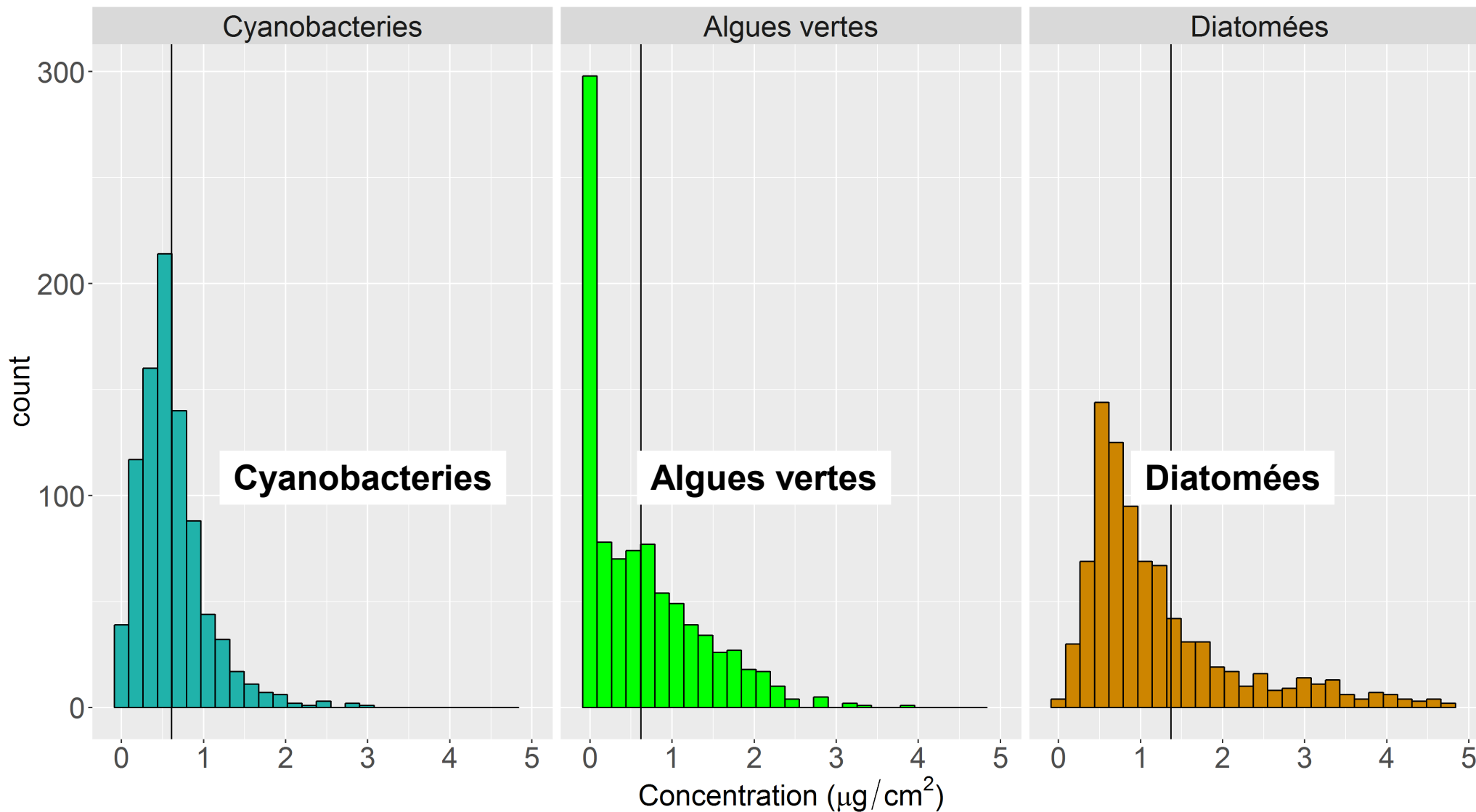
Analyse BBE



- Chaque site entre 5 et 9 pierres testées
- Les même types de substrat sont prélevés en diatomées et relevés à la sonde
- Les coordonnées GPS sont prises par la sonde pendant la mesure

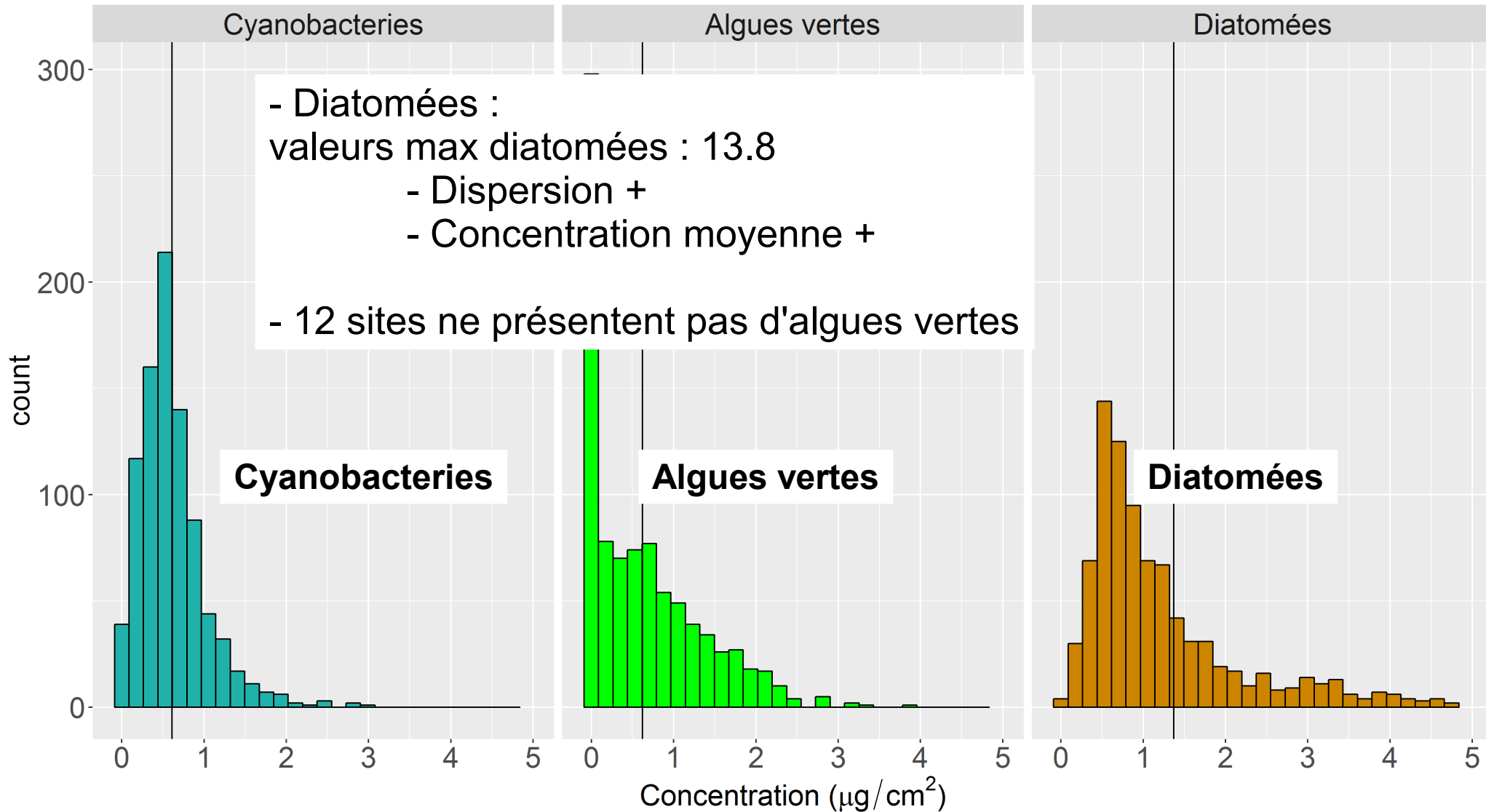
Remarques :

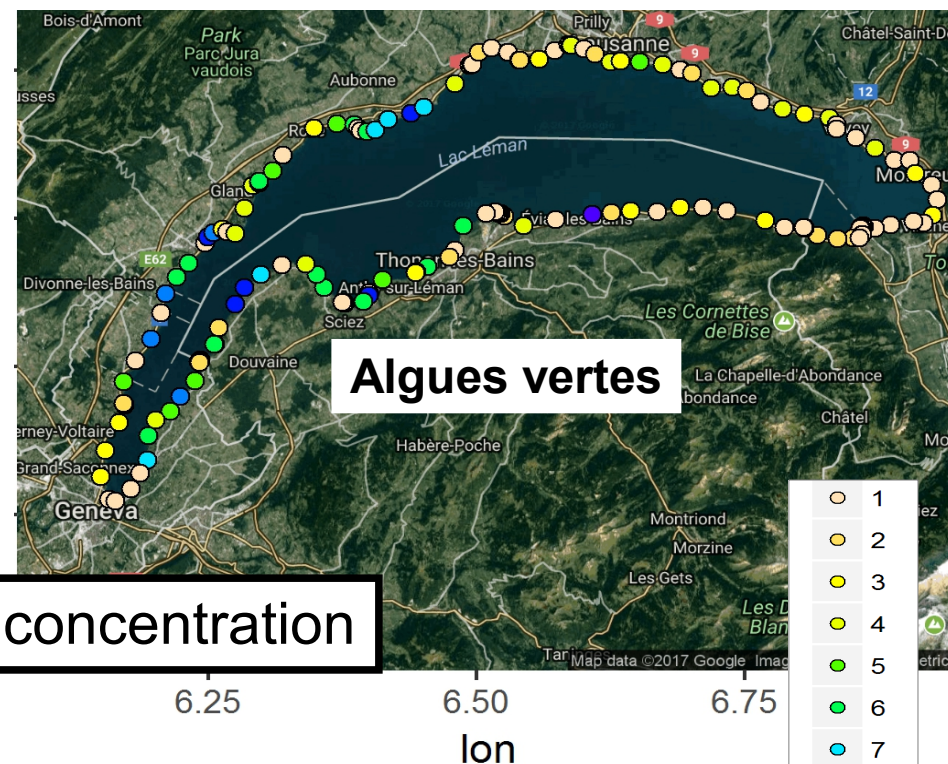
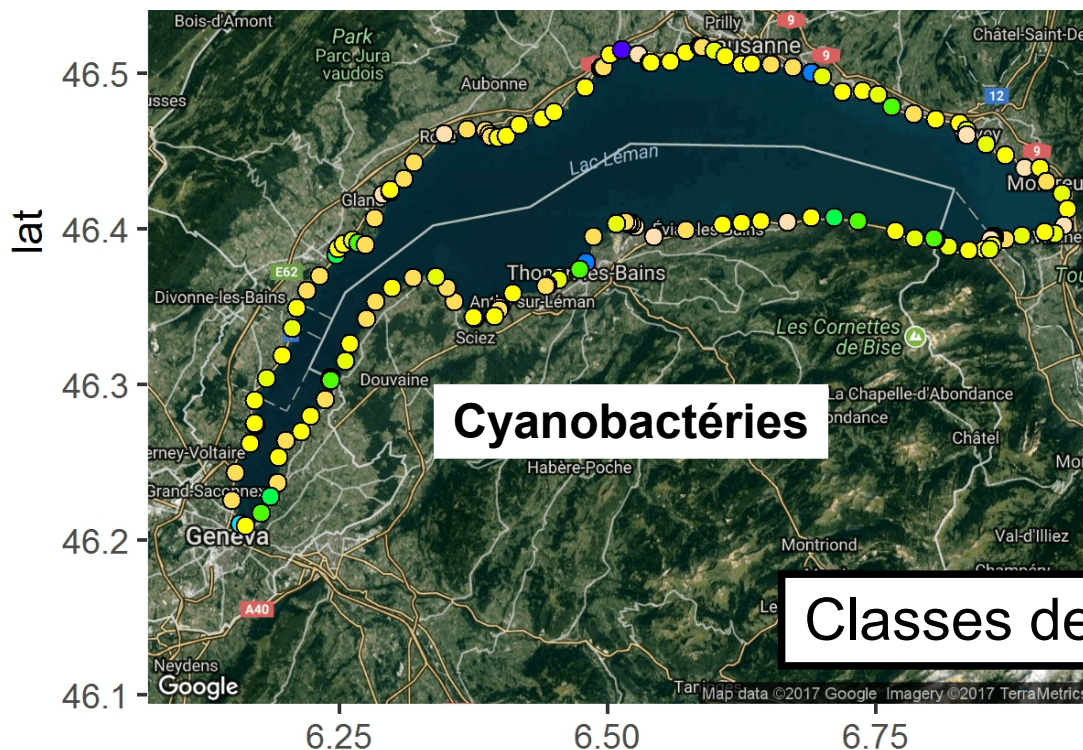
- Grande variabilité intra-site entre les valeurs de concentration
 - variabilité réelle (substrat), sonde
- Quelques différences dans un même site au niveau du GPS



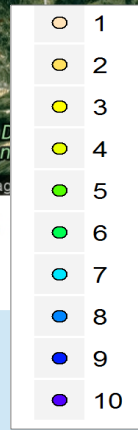
Résultats préliminaires

Analyse BBE

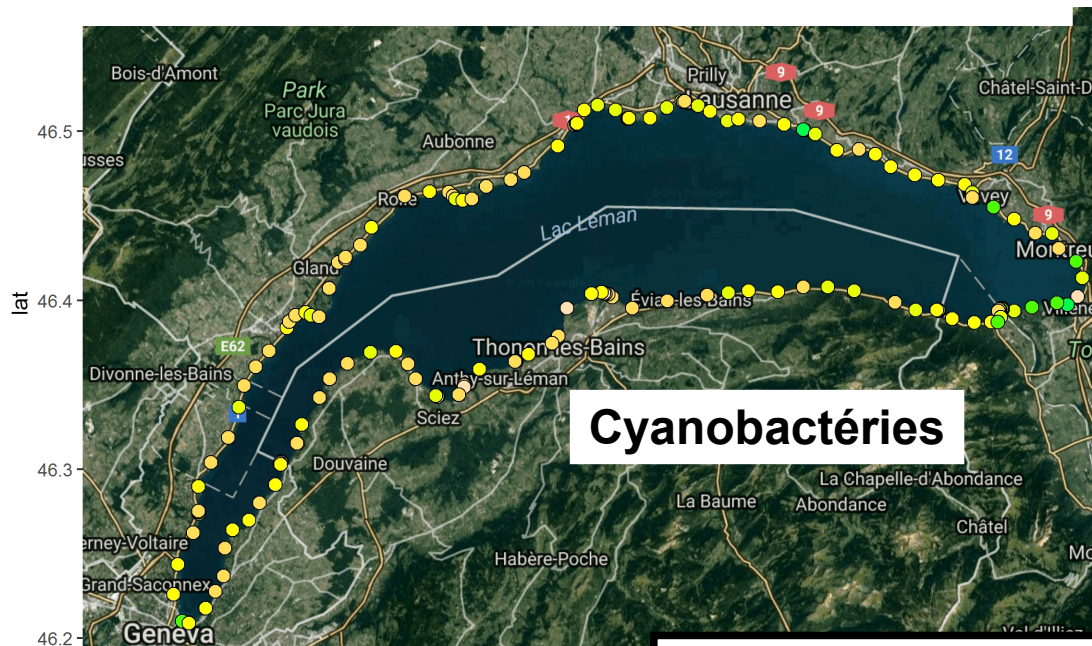




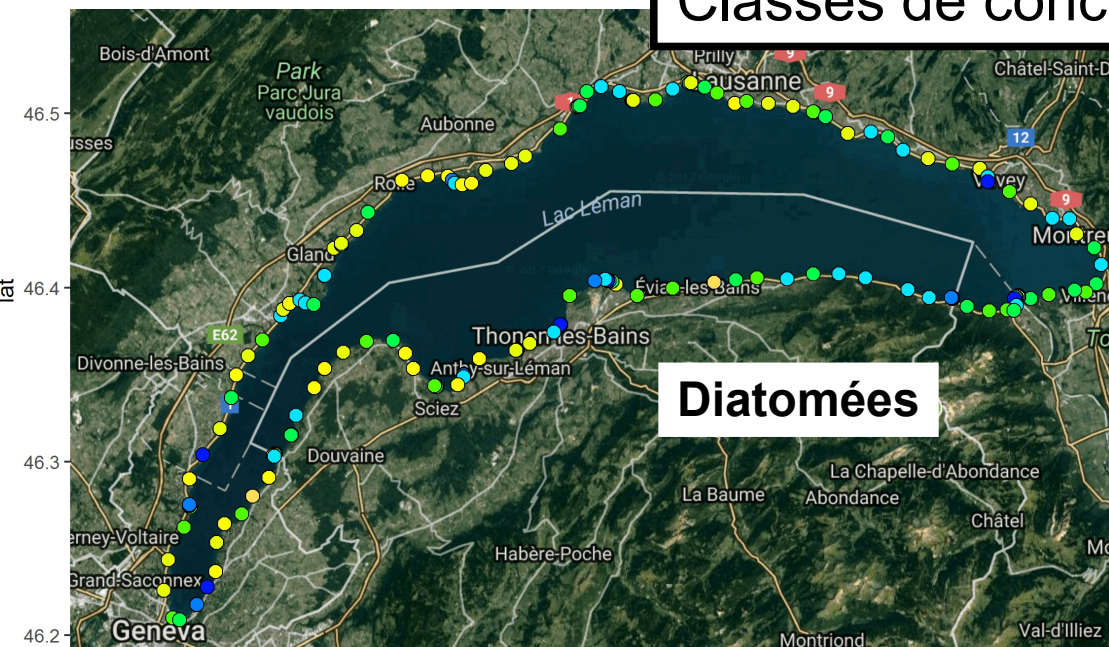
Classes de concentration



- Patterns différents entre les groupes algaux
- Certaines pressions attendues non Identifiées (ex : Lausanne)
- Gradient pour les algues vertes
- Spot des pressions



Classes de concentration relatives



- concentration des algues par rapport à la concentration totale
→ quelle dominance ?

- Les diatomées ont une proportion plus importante dans 64% des sites.

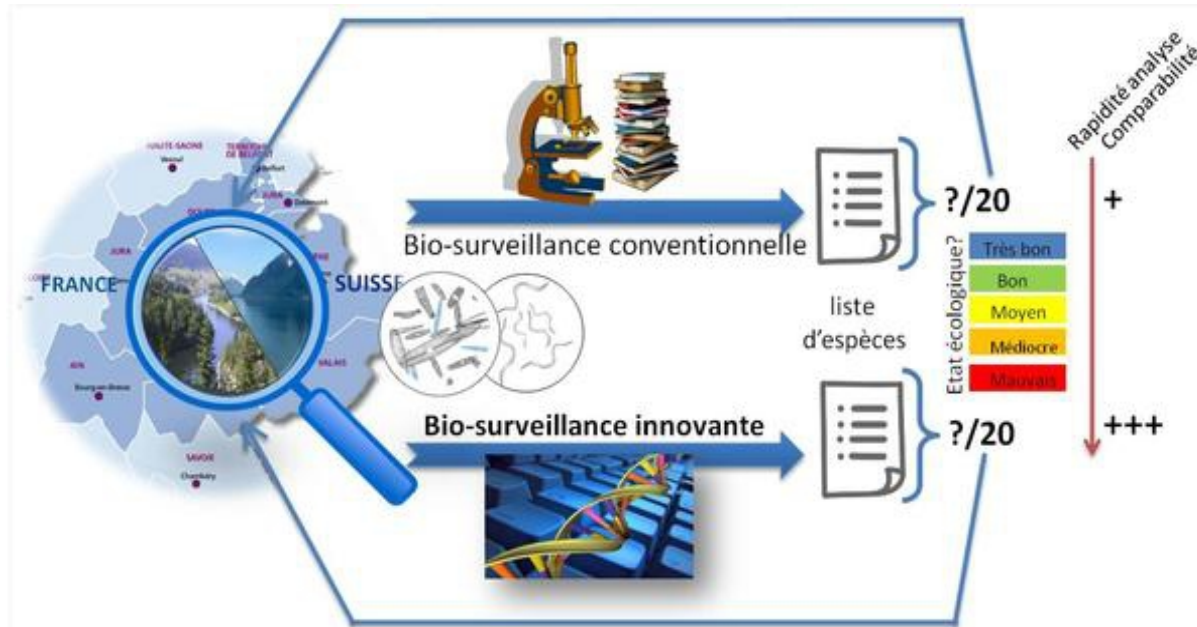
20 Vertes 32%, cyano 4%

Résultats préliminaires

Conclusions préliminaires

- Certains sites avec une chimie particulière facilement repérés (embouchures)
- Différentes réponses aux pressions selon le groupe algal
- Les diatomées ont une biomasse plus importante que les autres, qui justifie d'aller voir au niveau composition spécifique
- Points de pressions pas toujours identifiés via la biomasse

- passage à la composition spécifique via le moléculaire et la microscopie (30 sites)



- Suite de l'analyses des données (sonde exo, fiches de pressions...)

Merci de votre attention !

<http://inra6.synaqua.inra.fr>



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**



CCA triplot scaling 3 :
substratDiat

