



Suivi automatisé et à haute fréquence de la dynamique des populations phytoplanctoniques dans l'étang de Berre.

Anthony Malkassian - PhD student

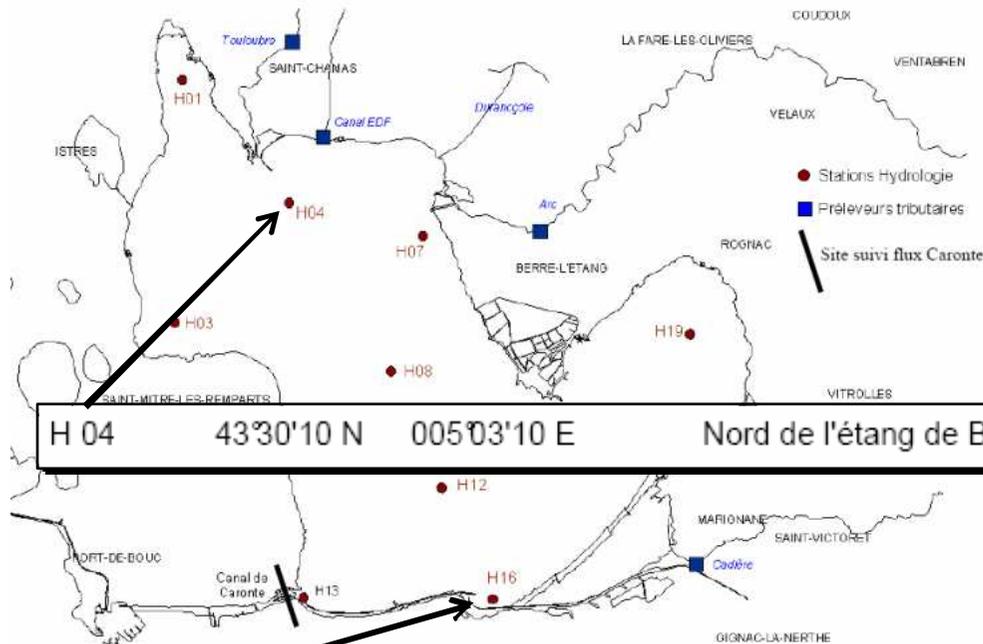
Laboratoire LMGEM UMR 6117, Centre d'Océanologie de Marseille,
Université de la Méditerranée

Directeurs de thèse: Gerald Grégori, Claude Manté & David Nérini

anthony.malkassian@univmed.fr



Suivi basse fréquence (échantillonnage mensuel)



N°station	Latitude	Longitude	Description du site - Paramètre impactant	Profondeur (m)
H 01	43°32'40 N	005°01'65 E	Anse de Saint Chamas - Emissaire de Saint Chamas	4
H 03	43°29'00 N	005°01'35 E	Anse de Ranquet - Emissaire de Istres, canal de l'étang de l'Olivier	4,5
H 04	43°30'10 N	005°03'10 E	Nord de l'étang de Berre - canal usinier de Saint Chamas	6
H 07	43°29'45 N	005°06'55 E	Embouchure de l'Arc	4
H 08	43°27'70 N	005°05'10 E	Centre du grand étang	8
H 12	43°25'70 N	005°06'90 E	Sud du grand étang	9
H 13	43°24'35 N	005°03'70 E	Martigues - Canal de Caronte	9
H 16	43°24'40 N	005°08'20 E	Embouchure du canal de navigation vers le canal du Rove	5,5
H 18	43°28'30 N	005°11'35 E	Sud de l'étang de Vaine	3
H 19	43°27'60 N	005°11'10 E	Centre de l'étang de Vaine	4

(Travaux de thèse d'Emma Gouze, 2008)

H 04 43°30'10 N 005°03'10 E Nord de l'étang de Berre - canal usinier de Saint Chamas 6

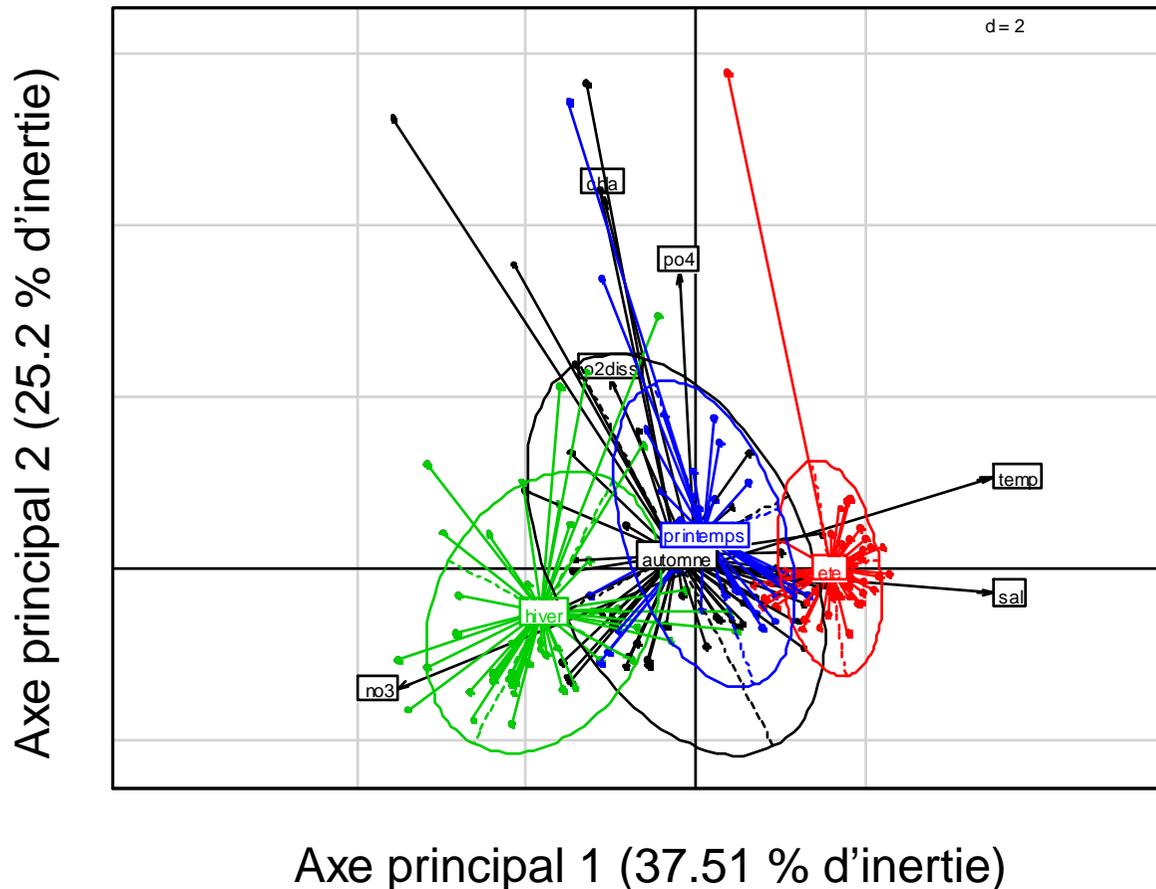
H 16 43°24'40 N 005°08'20 E Embouchure du canal de navigation vers le canal du Rove 5,5

Relevés mensuels d'Octobre 2000 à Décembre 2005 :

- **Variables environnementales** (surface et fond): Température, Salinité, NO₃, PO₄, Oxygène dissous, Chlorophylle a.
- **Phytoplancton** de surface: comptage par microscopie (méthode Utermöhl, Becker B.)

ACP sur les variables environnementales des stations H4 et H16 mélangés:

date	temp	sal	no3	po4	o2diss	chla	saison
09/08/2003	26,85	19,3	0,01	0,246		15,28	ete
23/08/2003	25	20,95	0,14	0,52	81,3	17,33	ete
06/09/2003	22,6	22,1	0,08	0,358	88,3	13,87	ete
20/09/2003	17,15	22,35	2,991	0,3	97,1	31,46	ete



Interprétation :

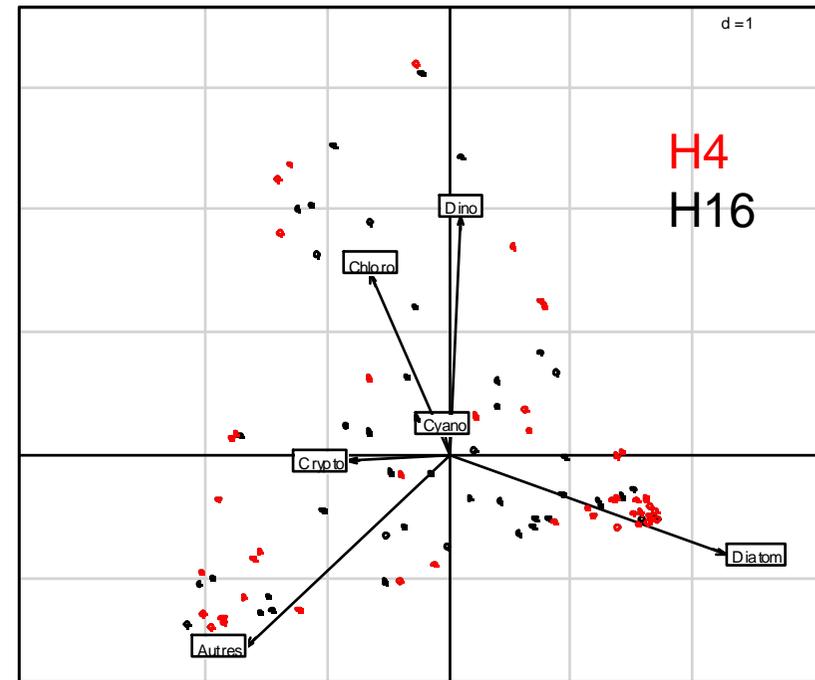
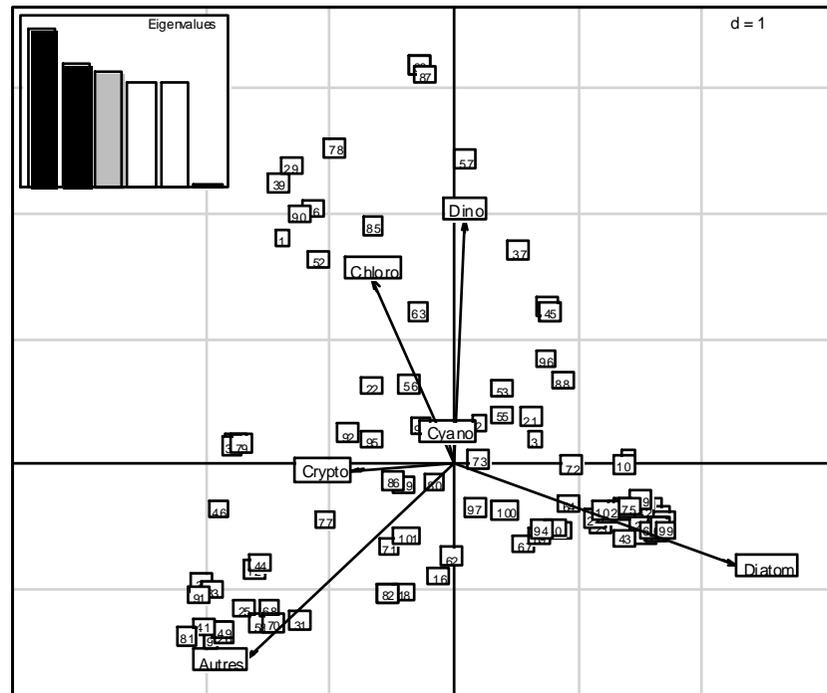
Il y a fort signal de **saisonnalité**

- En été augmentation de la température et de la salinité (corrélation positive).
- En hiver diminution de la température /salinité et augmentation des nitrates (corrélation négative).
- Indépendance entre les variables Chl a/O₂dissous/PO₄ et température/salinité/NO₃

ACP sur les **proportions** de phytoplancton (phylum) des stations h4 et h16 mélangés:

Points extrêmes éliminés: 4,61,54,84,93

Axe principal 2 (20.30 % d'inertie)



Axe principal 1 (25.83 % d'inertie)

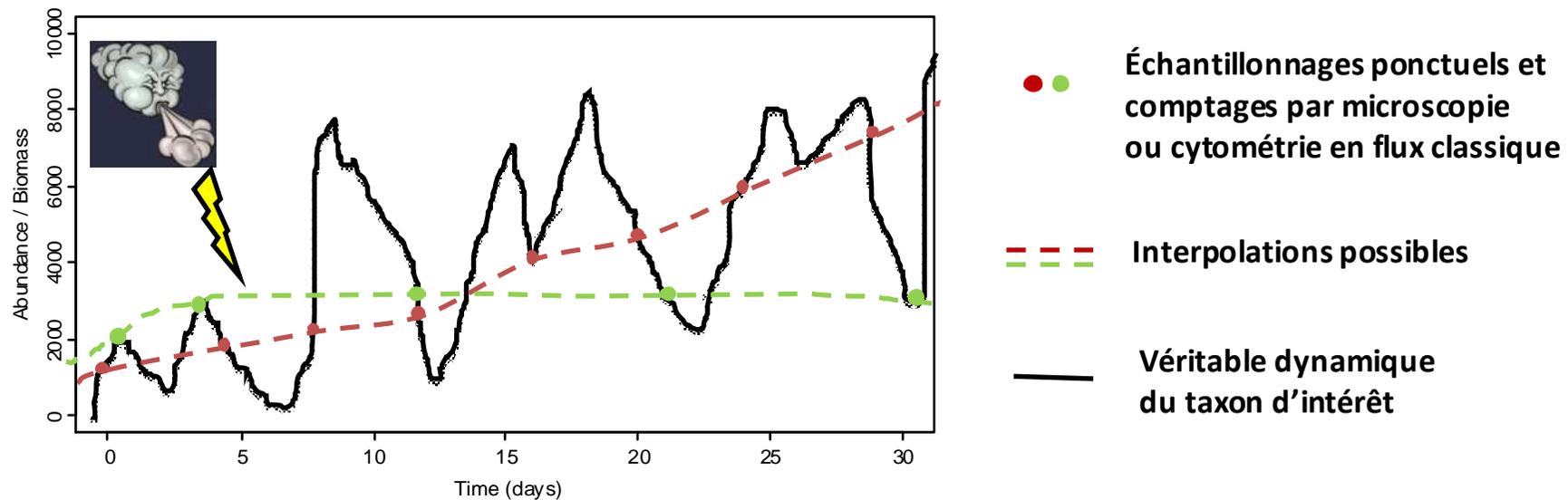
Interprétation :

- Il y a une forte proportion de diatomées pour H4.
- H4 H16 contiennent des proportions importantes de dinoflagellés et chlorophycées.
- Les cyanobactéries se retrouvent seulement dans H16 (cf. axe principal 3).

Problématique = Accéder à la dynamique des assemblages phytoplanctoniques et étudier leurs réponses aux forçages du milieu (exemple de forçage naturels : le Mistral) .

Quels organismes sont présents? quand? et pourquoi?

Une question d'échelle de mesure...



	Échelle spatiale	Echelle temporelle	
Microscopie	+++	---	Information taxonomique très précise mais possible seulement à basse fréquence (analyse couteuse en temps)
HPLC ou fluorimétrie	---	+/-	Mesure globale = Bulk mesure (pas à l'échelle de la particule)
Cytométrie en flux automatisée	+++	+++	Mesure haute fréquence et à l'échelle de la particule

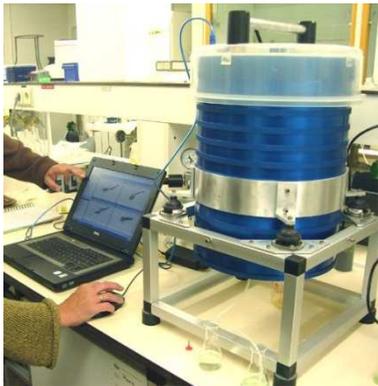
CYTOSENSE / CYTOSUB © *in situ* FLOW CYTOMETER = instruments dédiés à l'analyse automatisé du phytoplancton.



Analyse ***In situ*** jusqu'à 200m de profondeur (version submersible)

Durée maximale d'immersion = **plusieurs semaines**

Fréquence d'échantillonnage maximale d'une acquisition toute les 10 min (version submersible) ou même **en continu** pour la version de paillasse.



Analyse d'une large gamme de taille de phytoplancton de qqes microns jusqu'à plusieurs mm de longueur (chaines de cellules)

Module de prise d'image: ***Image in flow***

Acquisition des profils optiques:

- Deux variables dites de diffusion des photons du laser :

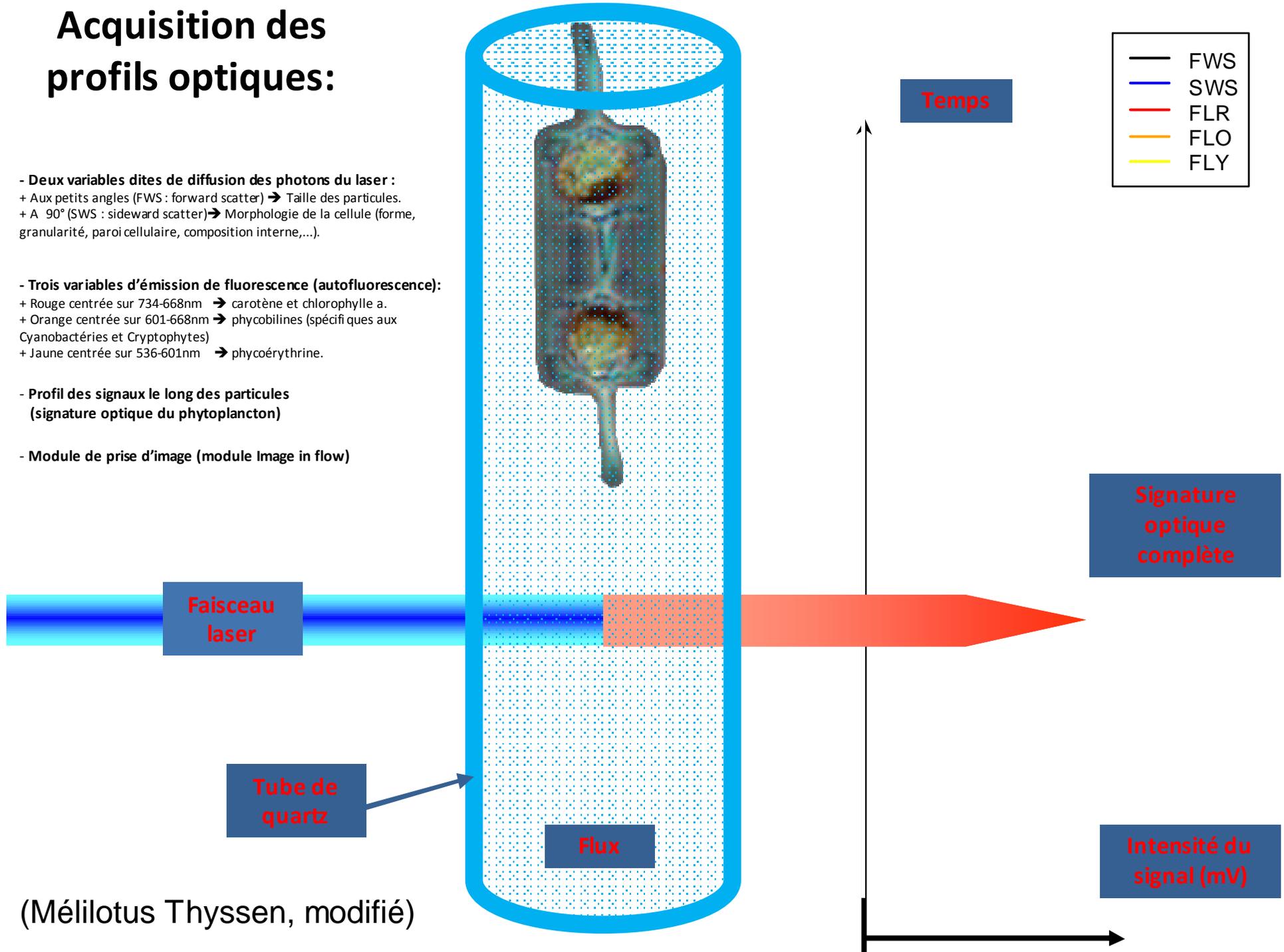
- + Aux petits angles (FWS : forward scatter) → Taille des particules.
- + A 90° (SWS : sideward scatter) → Morphologie de la cellule (forme, granularité, paroi cellulaire, composition interne,...).

- Trois variables d'émission de fluorescence (autofluorescence):

- + Rouge centrée sur 734-668nm → carotène et chlorophylle a.
- + Orange centrée sur 601-668nm → phycobilines (spécifiques aux Cyanobactéries et Cryptophytes)
- + Jaune centrée sur 536-601nm → phycoérythrine.

- Profil des signaux le long des particules (signature optique du phytoplancton)

- Module de prise d'image (module Image in flow)



(Mélilotus Thyssen, modifié)

Automatisation du traitement des données issues du Cytosub par des méthodes d'analyse fonctionnelles et de classification :

Problème : Identifier des groupes au sein d'un échantillon naturel sur la base de leurs signatures optique.

Hypothèse : Information discriminante dans la forme que prennent les profils.

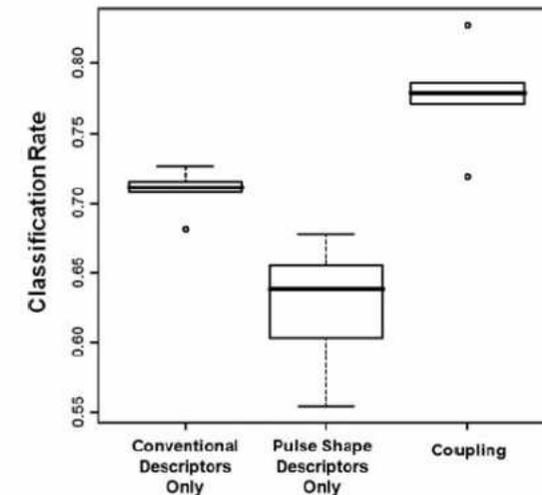
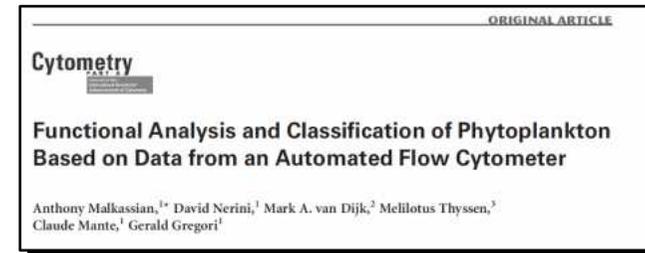
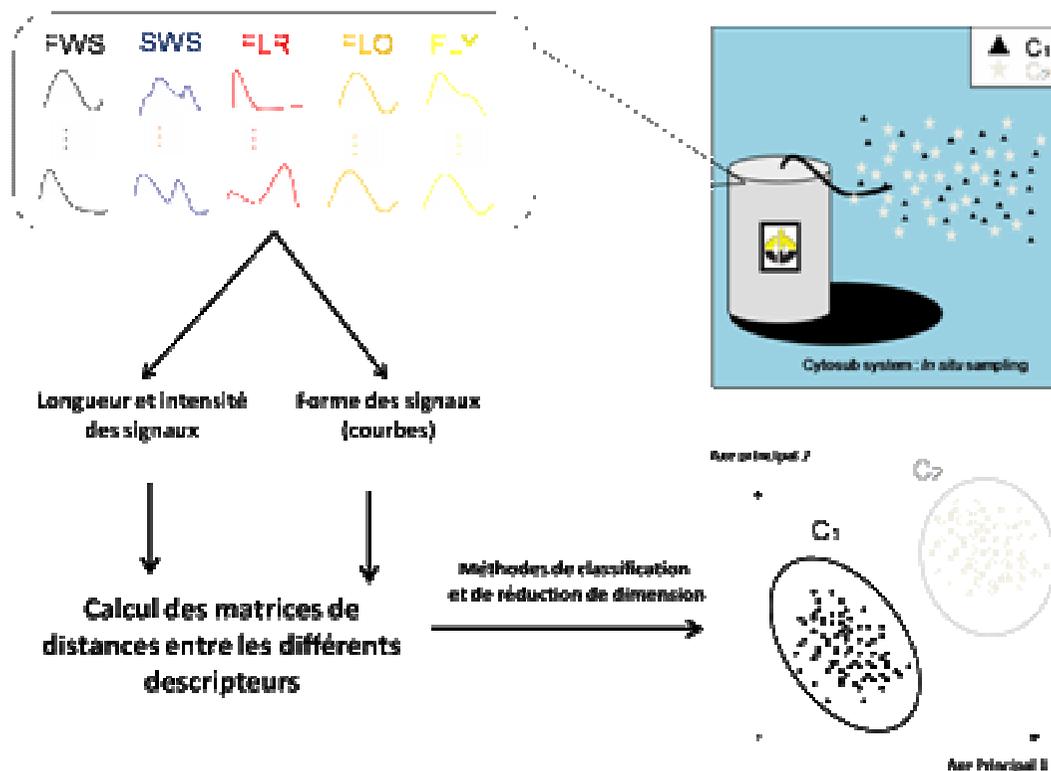
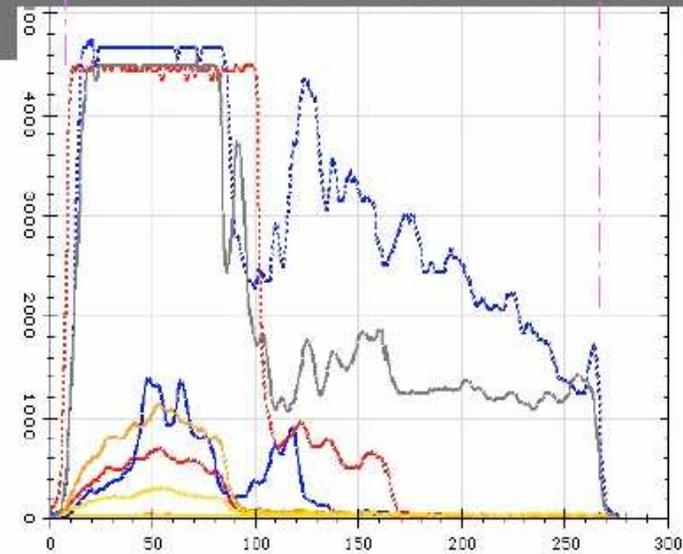
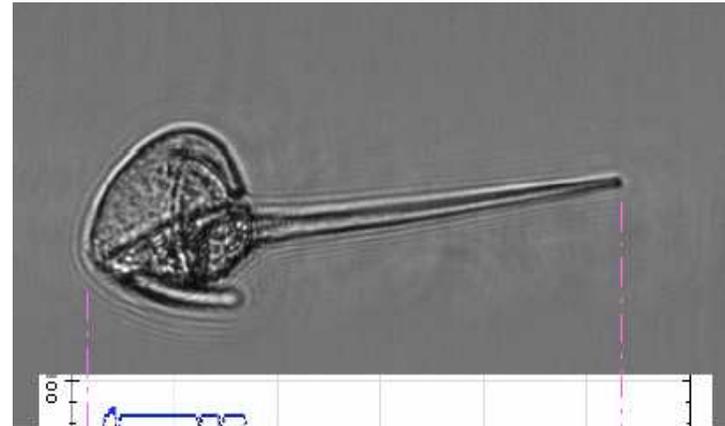
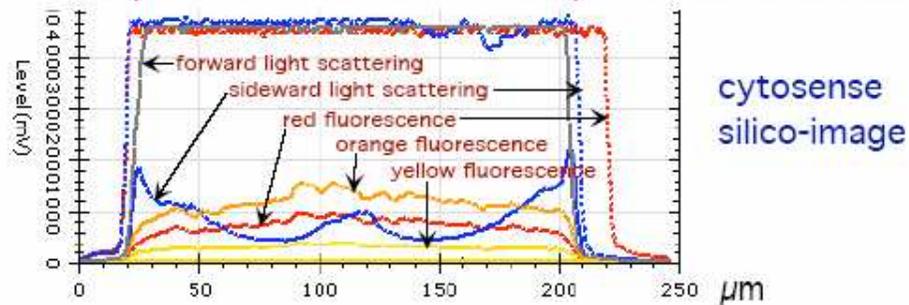
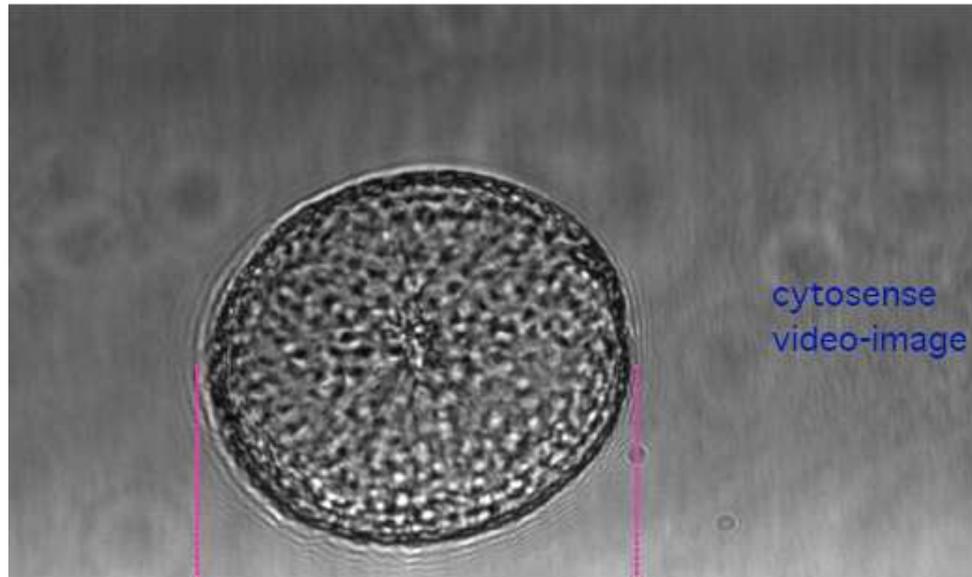


Figure 9. Classification success for three different analyses (200-fold bagging). Coupling conventional descriptors and functional pulse shapes gives accurate classification.

Qui se trouve au sein de chaque groupe?

Tester l'homogénéité grâce au module de prise d'image *Image in flow*: Un pas vers l'analyse taxonomique...



Suivi haute fréquence (Etang de Vaine)



SCHEMA DU DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Env. 250m.

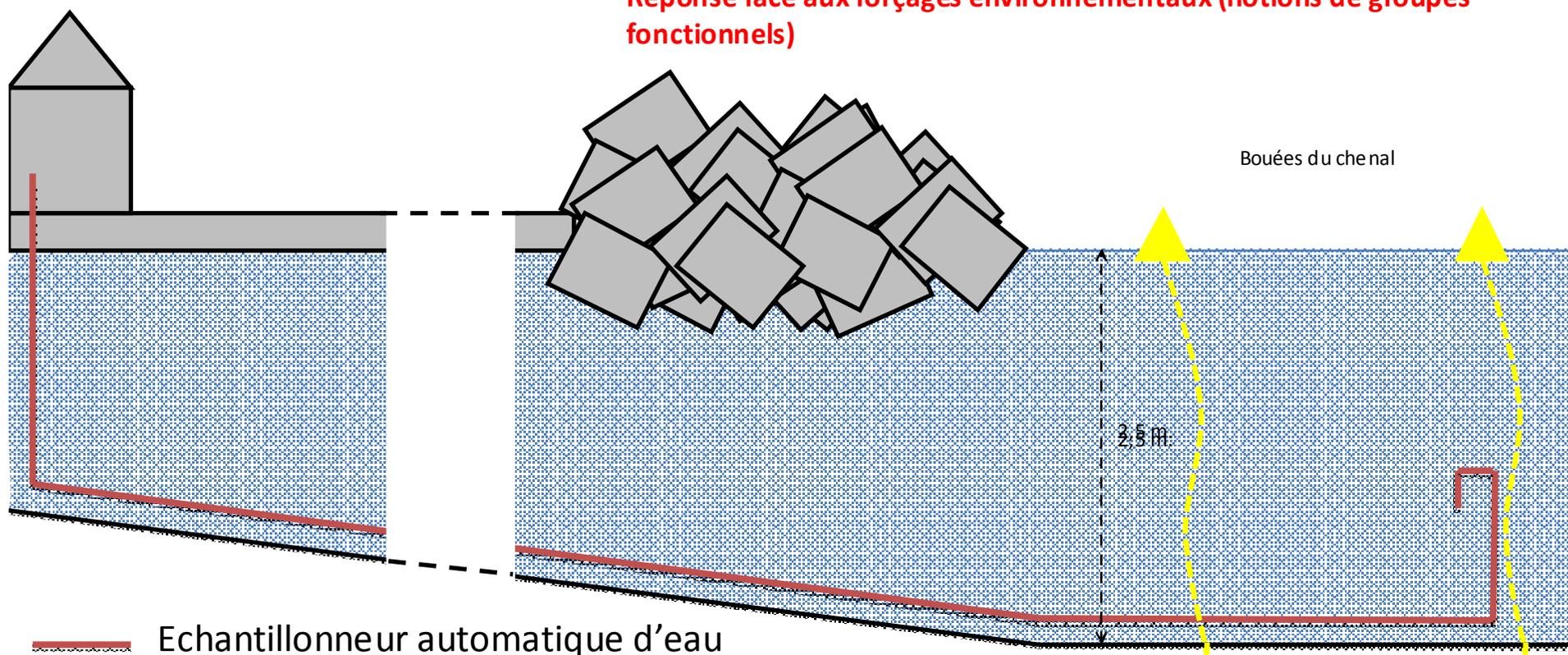


Local GIPREB

- PC (poste de contrôle)
- Pompe / Échantillonneur d'eau automatique
- CytoSense (mode paillasse)
- Sonde CTD + fluorimètre

➔ **Suivi à haute fréquence du phytoplancton et des variables environnementales en un point de l'étang (étang de Vaine).**

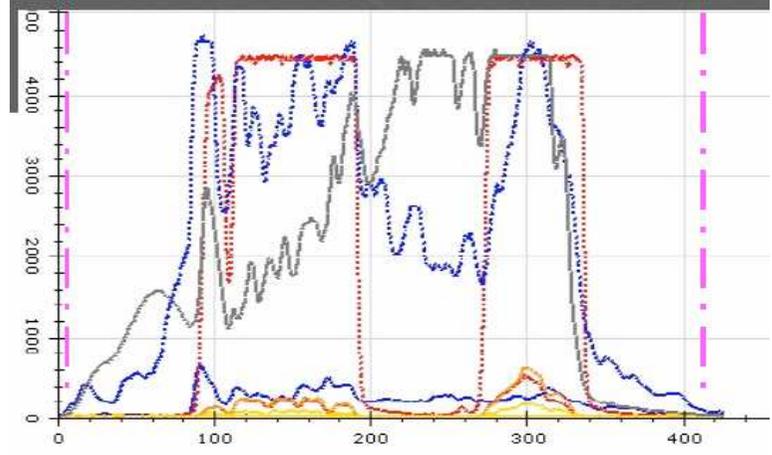
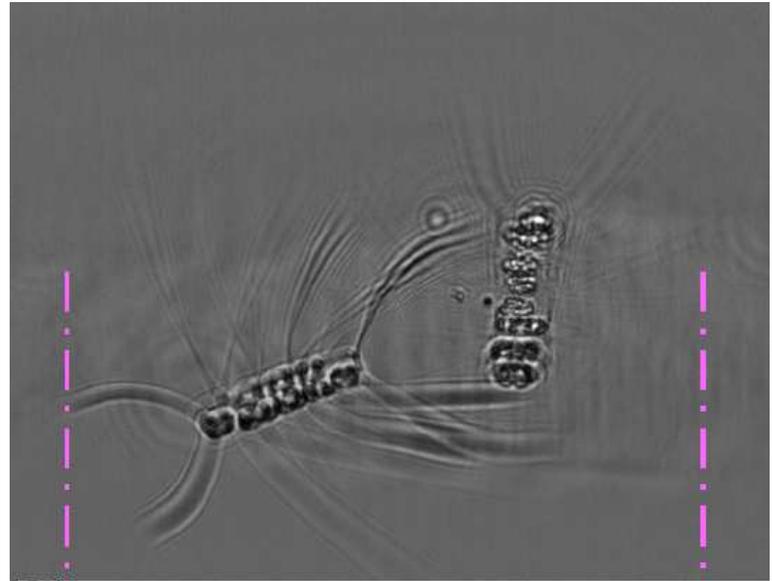
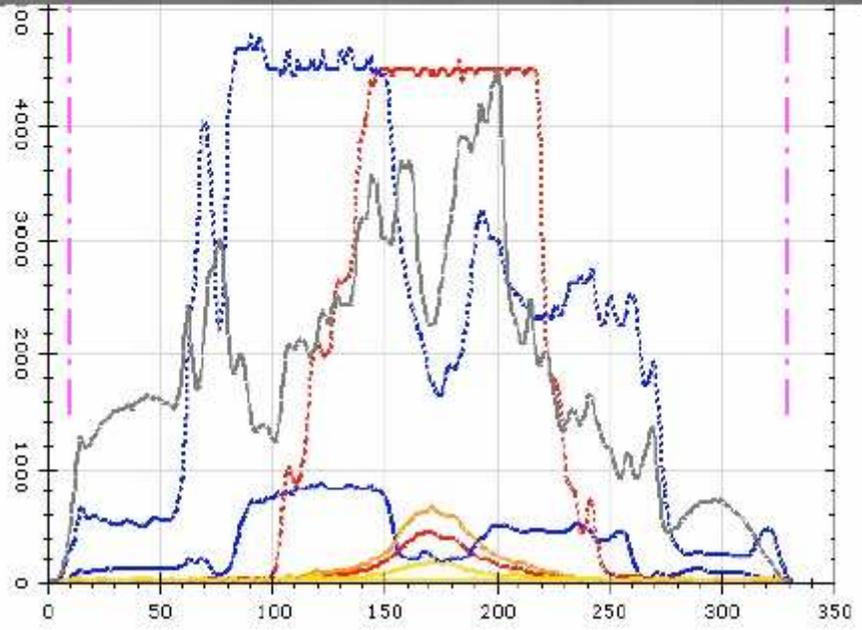
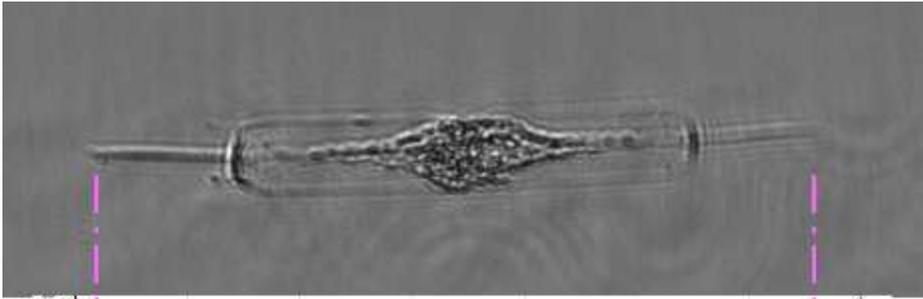
Réponse face aux forçages environnementaux (notions de groupes fonctionnels)

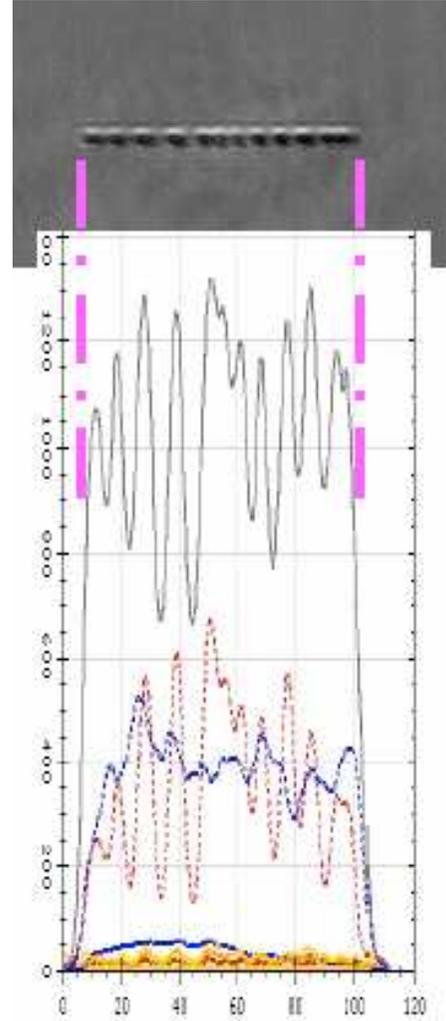
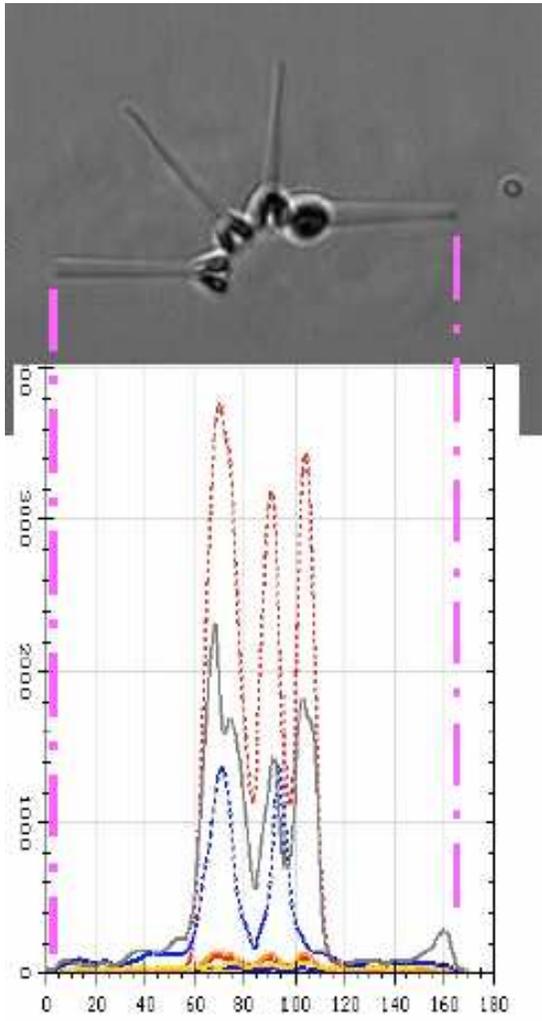




Merci de votre
attention !

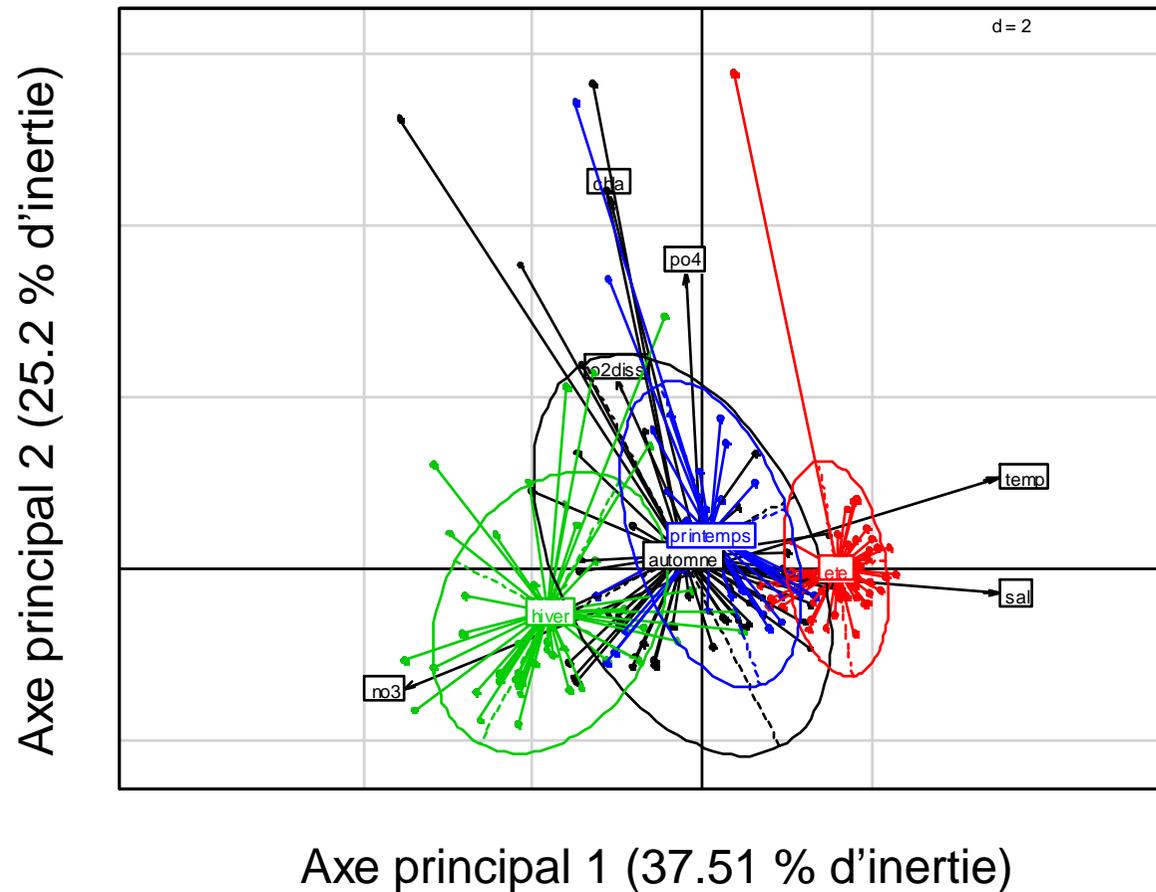
Henri Fabre - Premier vol d'hydravion au monde avec amerrissage réussi ... sur l'étang de Berre le 28 mars 1910.

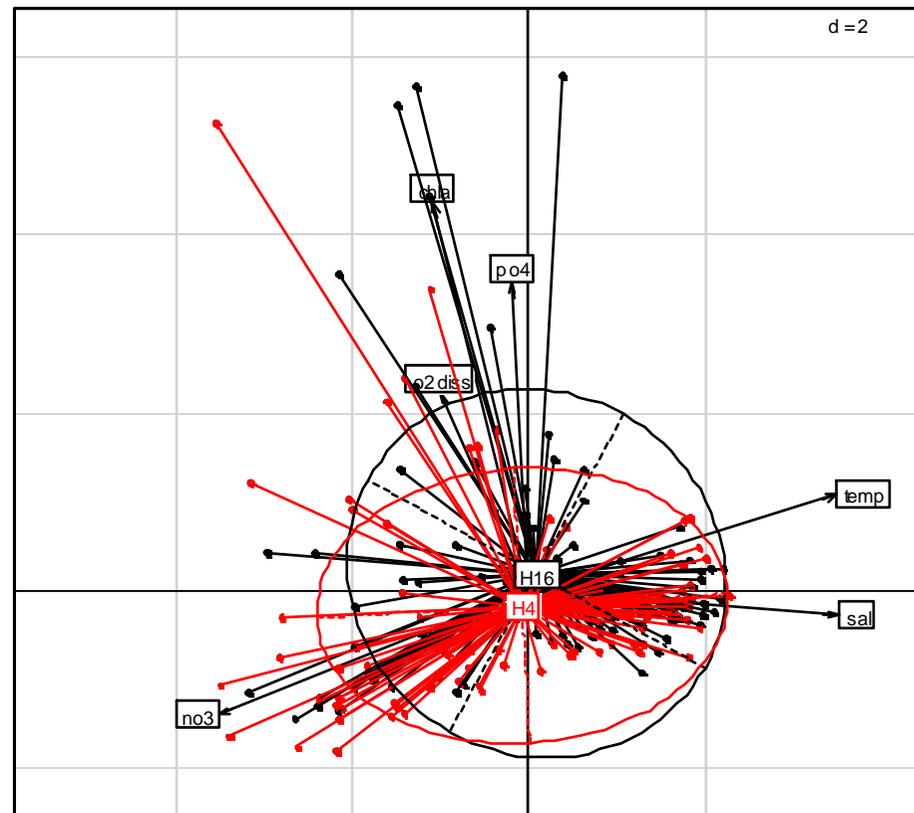
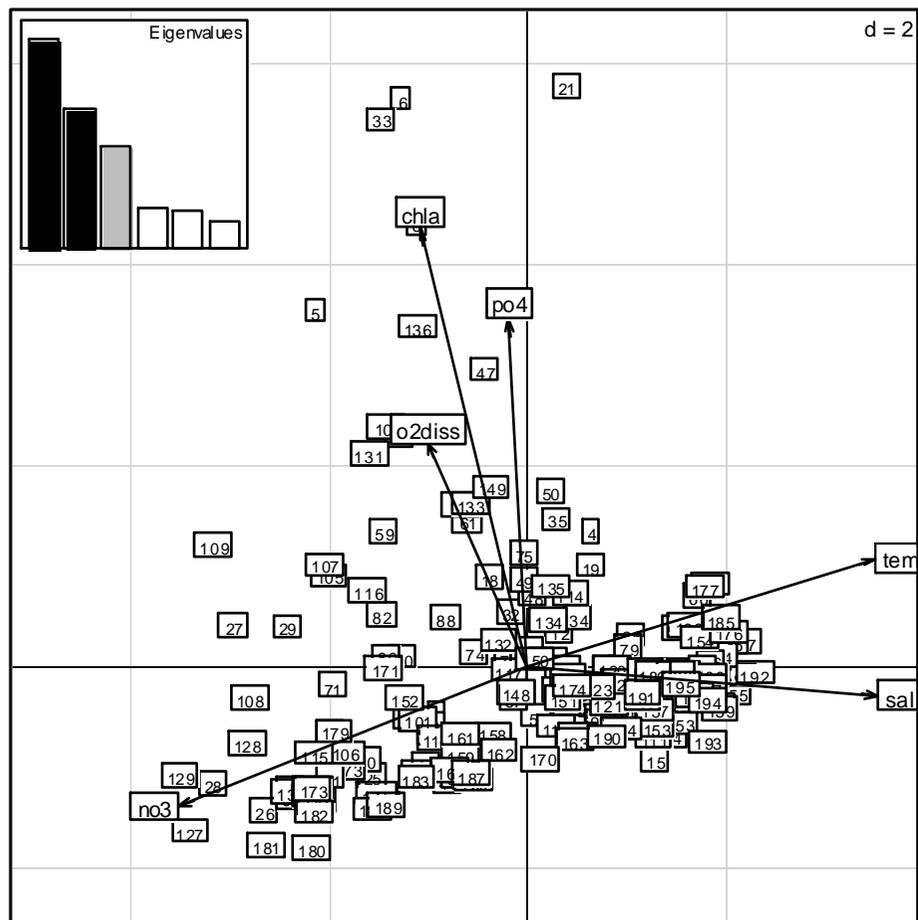




ACP sur les variables environnementales des stations H4 et H16 mélangés:

date	temp	sal	no3	po4	o2diss	chla	saison
09/08/2003	26,85	19,3	0,01	0,246		15,28	ete
23/08/2003	25	20,95	0,14	0,52	81,3	17,33	ete
06/09/2003	22,6	22,1	0,08	0,358	88,3	13,87	ete
20/09/2003	17,15	22,35	2,991	0,3	97,1	31,46	ete



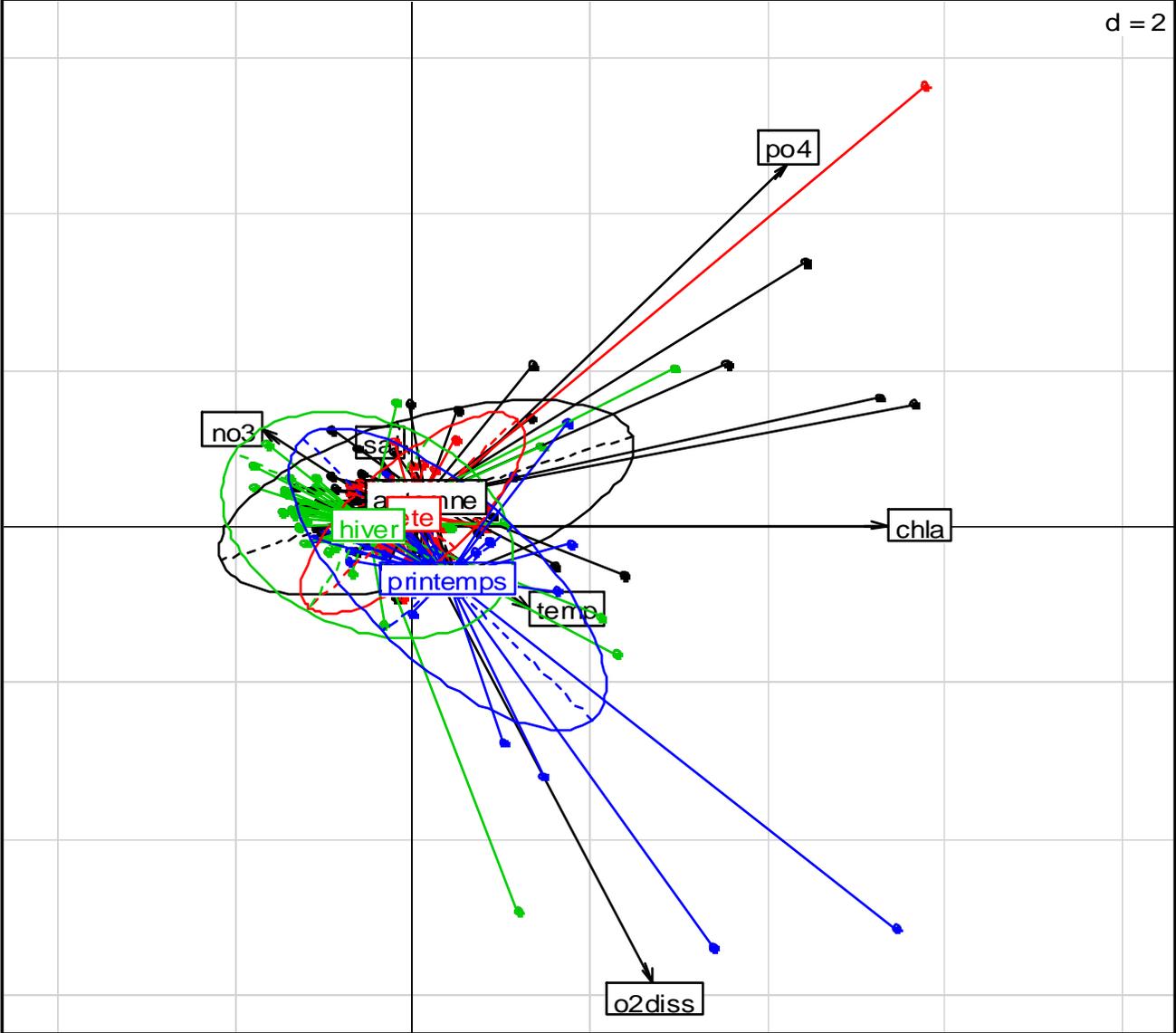


ACP sur les variables environnementales stations h4 et h16 mélangés

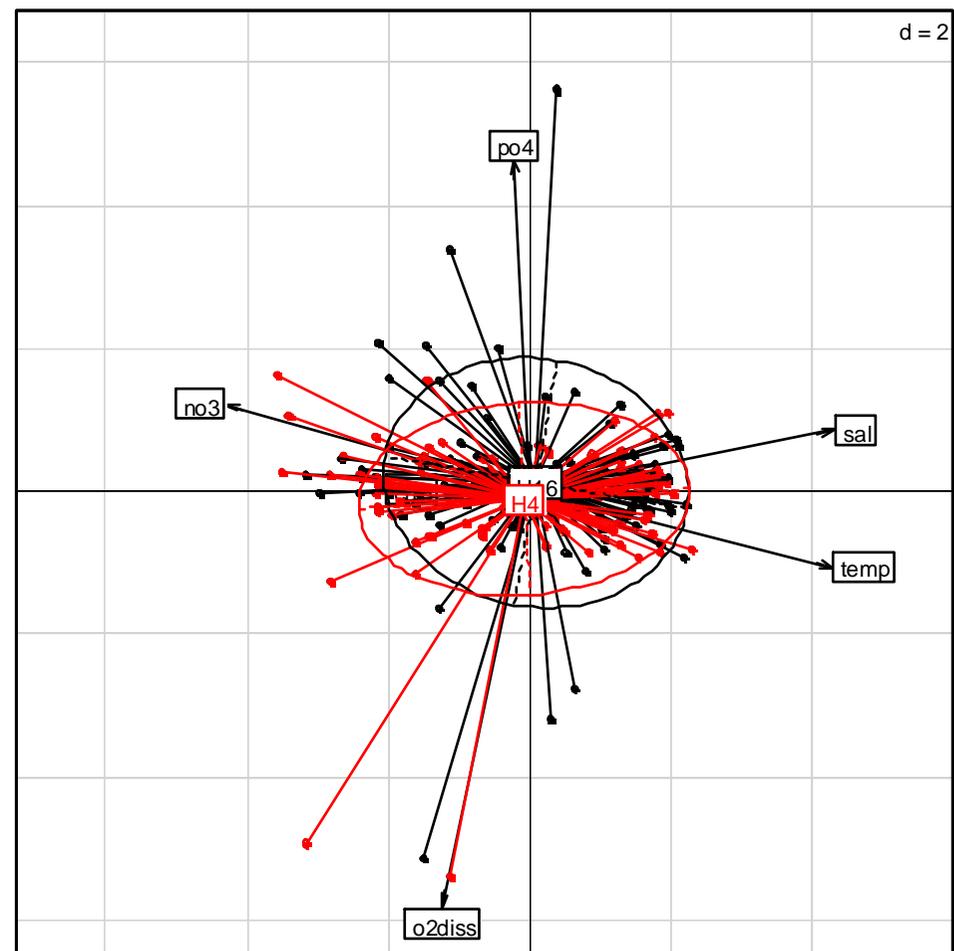
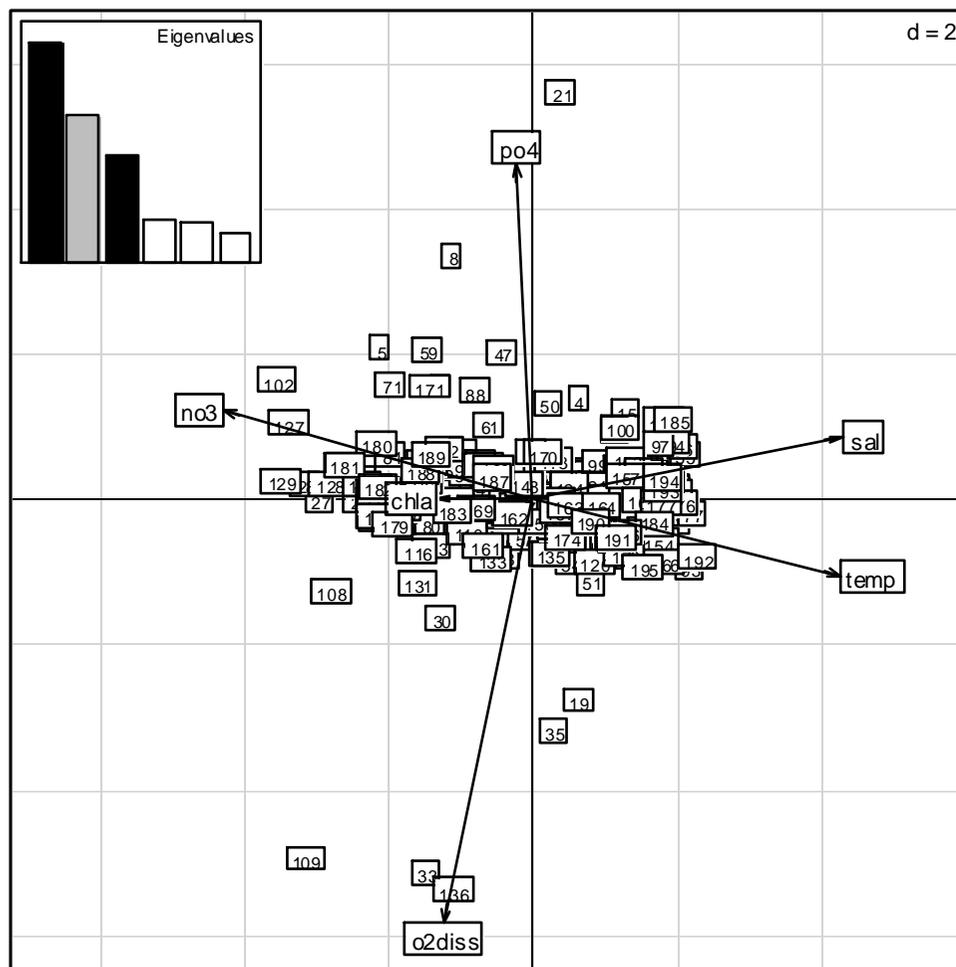
```
> inertiv3 = 100 * (acpenv3$eig/sum(acpenv3$eig))
```

```
> cumsum (inertiv3)
```

```
[1] 37.50920 62.71256 80.91127 88.34645 95.16856 100.00000
```



Saisonnalité...

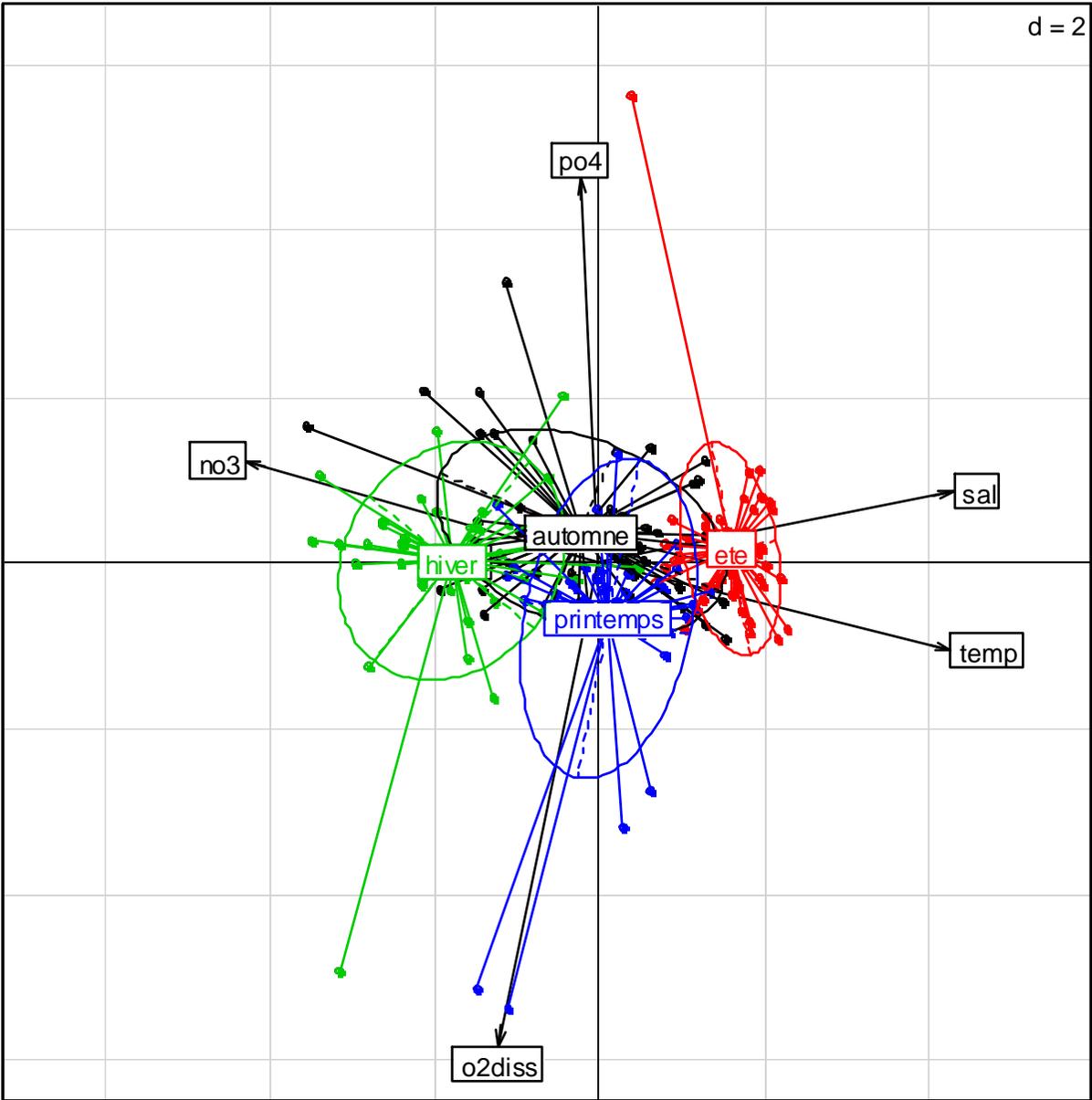


ACP sur les variables environnementales stations h4 et h16 mélangés

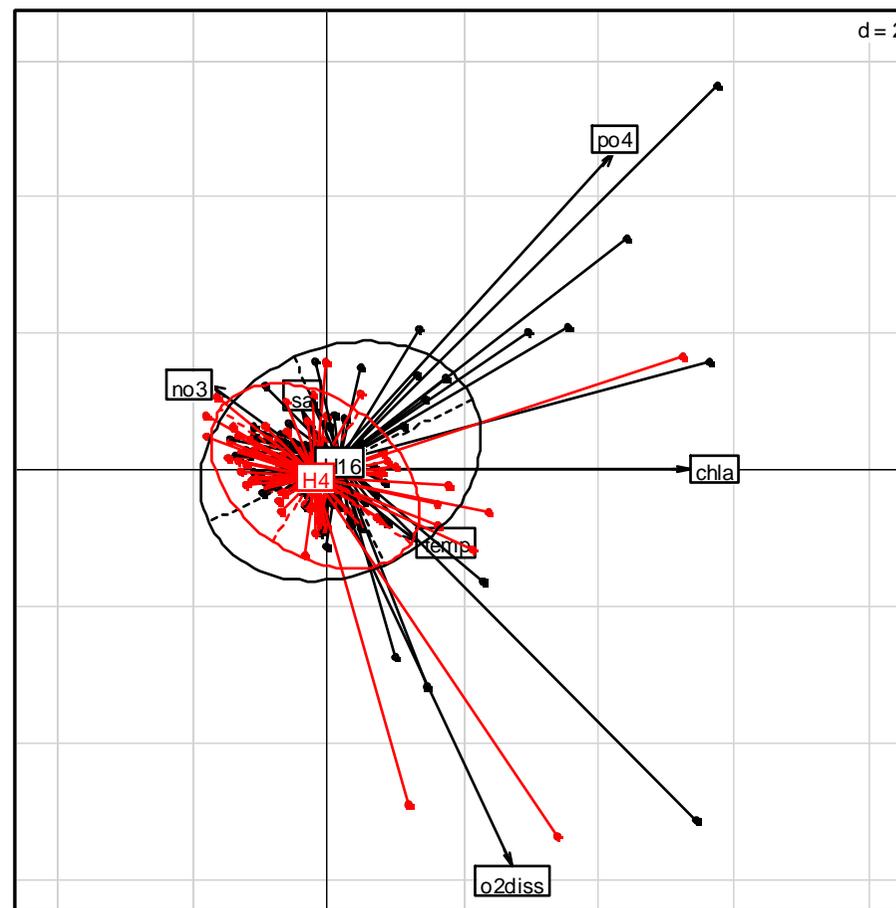
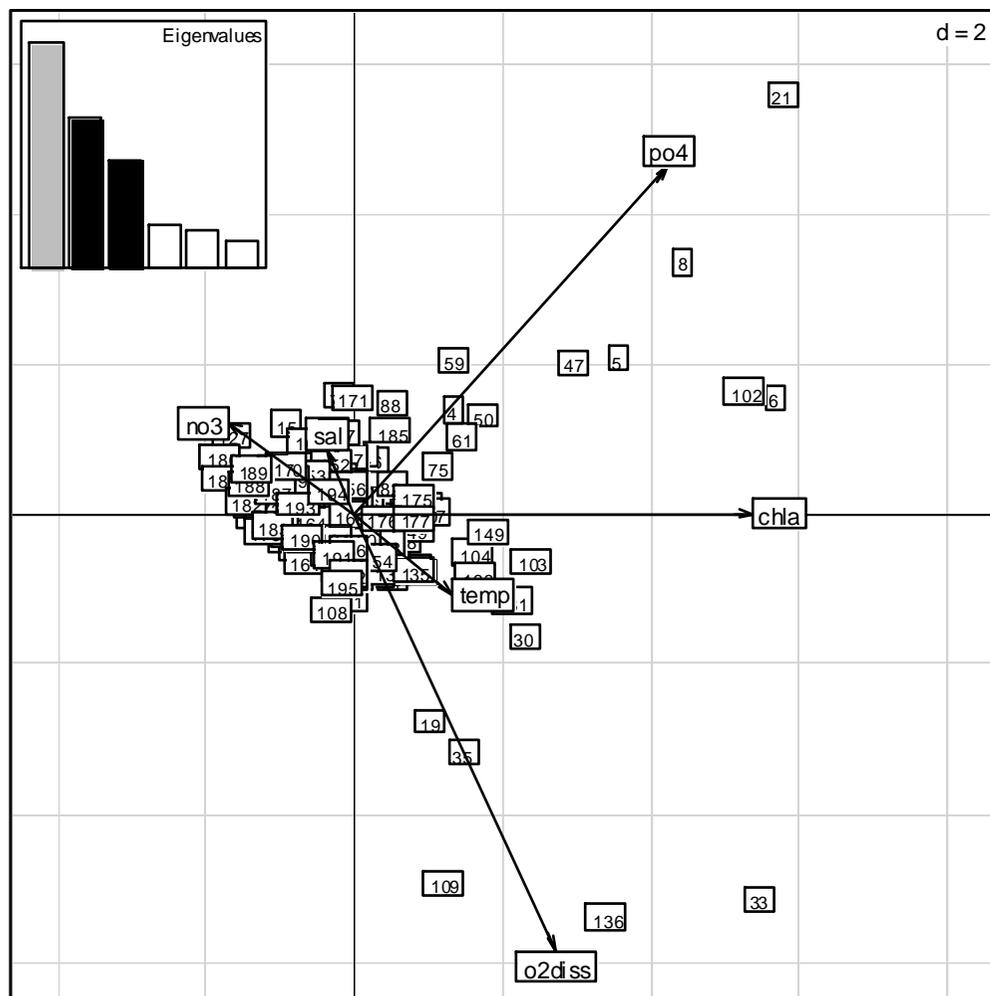
```
> inertiv3 = 100 * (acpenv3$eig/sum(acpenv3$eig))
```

```
> cumsum (inertiv3)
```

```
[1] 37.50920 62.71256 80.91127 88.34645 95.16856 100.00000
```



Saisonnalité...



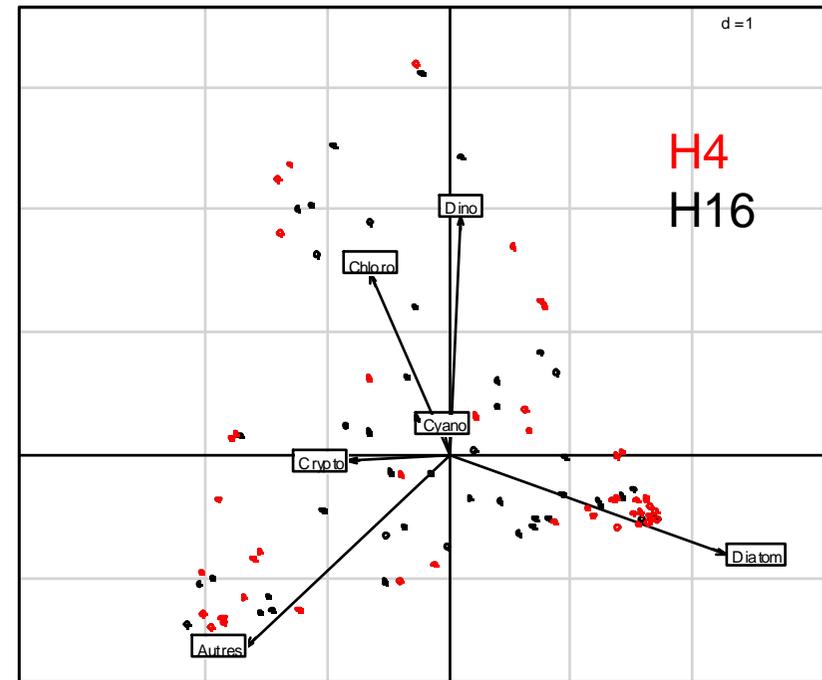
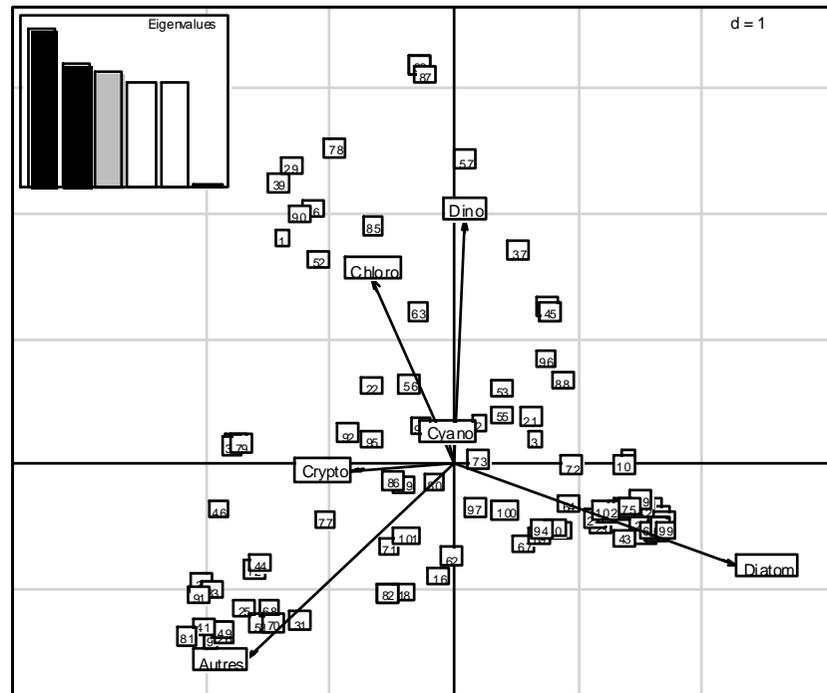
ACP sur les variables environnementales stations h4 et h16 mélangés

```
> inertiev3 = 100 * (acpnev3$eig/sum(acpnev3$eig))
> cumsum (inertiev3)
[1] 37.50920 62.71256 80.91127 88.34645 95.16856 100.00000
```

ACP sur les proportions de phytoplancton (phylum) des stations h4 et h16 mélangés:

Points extrêmes éliminés: 4,61,54,84,93

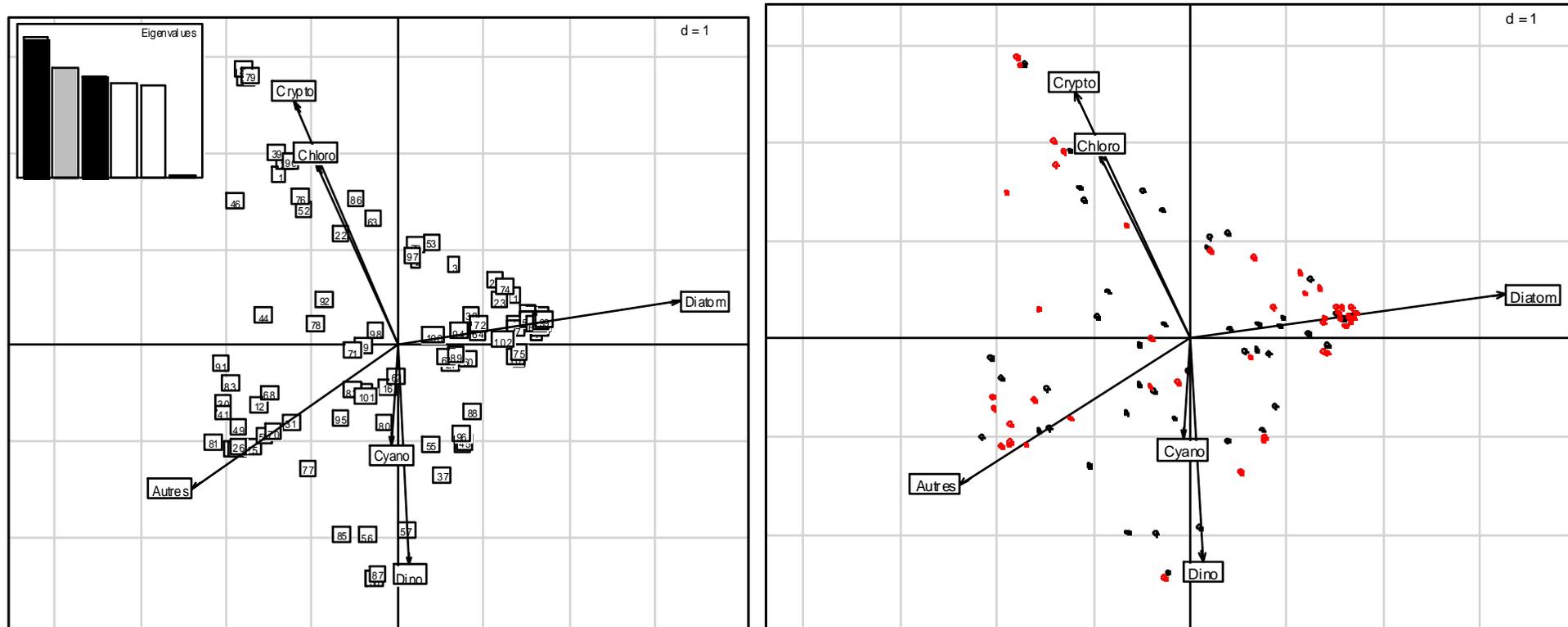
Axe principal 2 (20.30 % d'inertie)



Axe principal 1 (25.83 % d'inertie)

```
inertiep = 100 * (acpp$eig/sum(acpp$eig))
> cumsum(inertiep) #pas bon...
[1] 25.83695 46.13015 64.99503 82.41927 99.57007 100.00000
```

interprétation : forte prop de diatom et autres pour h4 ce qui la rend differe nt de h16 qui contient des prop importantes de dino et chloro (mais attention axe 1 se ult 25pourcent d'inertie) axe 2 et 3 on voit l effet des efflorescences de dino et chloro dans les deux stations??? et cyano slt dans h16



Axe principal 1 versus axe principal 3

ACP sur les **proportions** de phytoplancton (phylum) des stations h4 et h16 mélangés

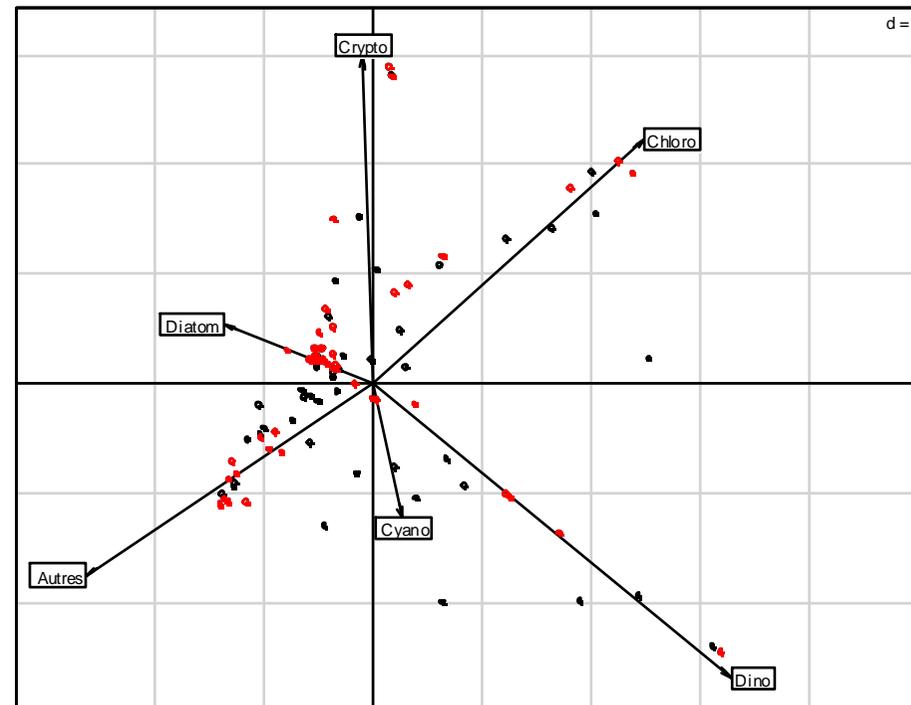
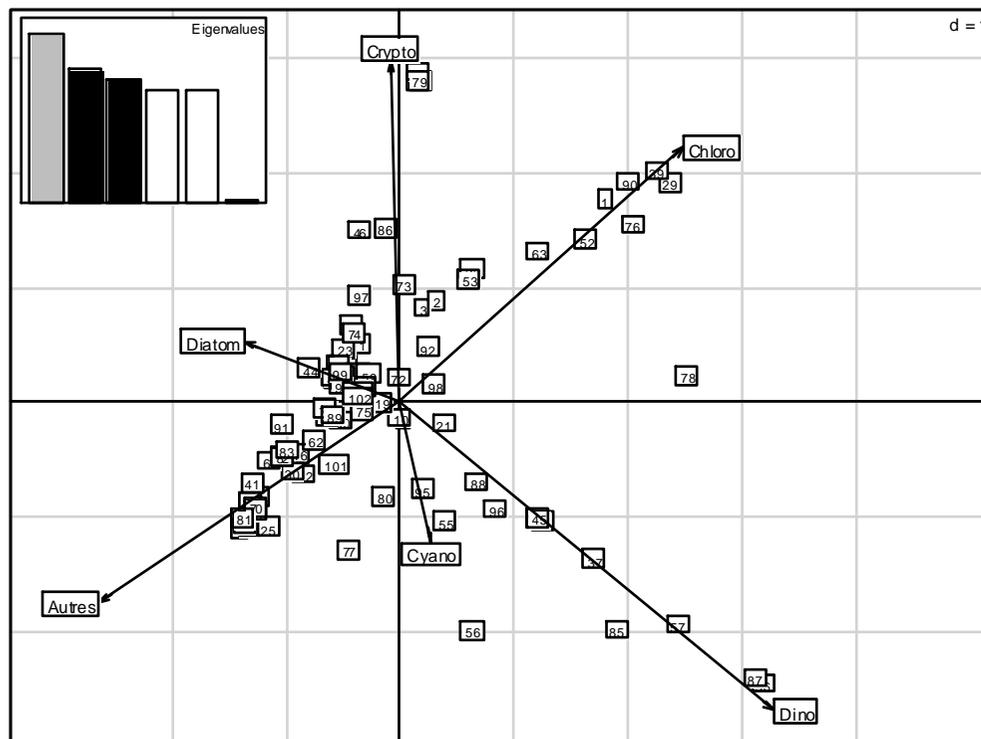
Points extrêmes 4,61,54,84,93

$\text{inertiep} = 100 * (\text{acpp}\$eig / \text{sum}(\text{acpp}\$eig))$

> cumsum(inertiep) #pas bon...

[1] 25.83695 46.13015 64.99503 82.41927 99.57007 100.00000

interprétation : forte prop de diatom et autres pour h4 ce qui la rend différente de h16 qui contient des prop importantes de dino et chloro (mais attention axe 1 seul 25 pourcent d'inertie) axe 2 et 3 on voit l'effet des efflorescences de dino et chloro dans les deux stations??? et cyano slt dans h16



Axe principal 2 versus axe principal 3

ACP sur les proportions de phytoplancton (phylum) des stations h4 et h16 mélangés

Points extrêmes 4,61,54,84,93

```
inertiep = 100 * (acpp$eig/sum(acpp$eig))
> cumsum(inertiep) #pas bon...
[1] 25.83695 46.13015 64.99503 82.41927 99.57007 100.00000
```

interprétation : forte prop de diatom et autres pour h4 ce qui la rend differe nt de h16 qui contient des prop importantes de dino et chloro (mais attention axe 1 se ult 25pourcent d'inertie) axe 2 et 3 on voit l effet des efflorescences de dino et chloro dans les deux stations??? et cyano slt dans h16

Résultats séries temporelles en H12...

