



Département Océanographie et Dynamique des Ecosystèmes côtiers - Laboratoire  
Environnement Ressources du Languedoc Roussillon



Prestation de service et formation en statistique  
Claire Bissery, Maela Kloareg

Octobre 2013 – RST-LER/LR 13-06

---

# Analyse statistique des données du RSL

## Etude des trajectoires écologiques des lagunes entre 2001 et 2012





<b>1.</b>	<b>CONTEXTE ET OBJECTIFS.....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>MATERIEL ET METHODES.....</b>	<b>3</b>
2.1.	DONNEES UTILISEES .....	3
2.2.	METHODES D'ANALYSES CHOISIES .....	4
<b>3.</b>	<b>RESULTATS.....</b>	<b>6</b>
3.1.	REGROUPEMENTS ET SUPPRESSIONS DE STATIONS.....	6
3.2.	REPERE DE REPRESENTATION DES TRAJECTOIRES D'EVOLUTION DE L'ETAT DES LAGUNES VIS-A-VIS DE L'EUTROPHISATION .....	8
3.3.	RECHERCHE D'UN EFFET METEOROLOGIQUE SUR L'EVOLUTION DES TENEURS EN NID ET PO4.....	11
3.4.	REPRESENTATION DES TRAJECTOIRES D'EVOLUTION DE L'ETAT VIS-A-VIS DE L'EUTROPHISATION.....	15
<b>4.</b>	<b>CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES .....</b>	<b>24</b>
<b>5.</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>25</b>
	<b>ANNEXE 1. TRAJECTOIRE D'EVOLUTION DES STATIONS DU GROUPE « LR- PACA-CORSE » DANS LE REPERE DE L'ACP COMMUNE .....</b>	<b>26</b>

## Fiche documentaire

<b>Numéro d'identification du rapport :</b> RST-LER/LR 13-06 <b>Diffusion :</b> libre : <input type="checkbox"/> restreinte : <input checked="" type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/>	<b>date de publication :</b> Oct. 2013 <b>nombre de pages :</b> 37 <b>bibliographie :</b> Oui <b>illustration(s) :</b> Oui <b>langue du rapport :</b> F
<b>Validé par :</b> Emmanuelle Roque <b>Adresse électronique :</b> emmanuelle.roque@ifremer.fr	
<b>Titre :</b> Analyse statistique des données du RSL. Etude des trajectoires écologiques des lagunes entre 2001 et 2012	
Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Coordination :</b> Derolez V., Ouisse V., Fiandrino A., Munaron D., Bissery C., Kloareg M.	<b>Destinataire :</b> Région Languedoc-Roussillon, Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse
<b>Résumé :</b> Les questions abordées dans le présent rapport concernent la recherche et l'interprétation d'un repère de représentation des données du RSL (colonne d'eau et phytoplancton) pour l'ensemble des stations des lagunes de Provence-Alpes Côte d'Azur (PACA), Languedoc-Roussillon (LR) et Corse : 1) Est-il possible de trouver un repère pertinent de représentation des trajectoires d'évolution pour toutes les stations, en effectuant des regroupements par typologie de stations ? Comment interpréter les deux premiers axes de l'analyse en composantes principales (ACP) ? 2) Le premier axe des repères d'ACP constitue-t-il un « Gradient d'eutrophisation » ? 3) Est-il possible de mettre en évidence un effet météorologique sur les évolutions des teneurs en azote et phosphore inorganiques ? Les repères fournis par les ACP des groupes de lagunes oligo-mésahalines (OMH) et des autres lagunes (LR-PACA-Corse) ont été jugés pertinents pour représenter les évolutions temporelles (« trajectoires ») de l'état vis-à-vis de l'eutrophisation pour chaque station. L'analyse comparée de plusieurs méthodes statistiques a permis : <ul style="list-style-type: none"><li>• de confirmer le caractère intégrateur des variables NT, PT et CHLA, qui s'avèrent robustes pour représenter l'état des lagunes vis-à-vis de l'eutrophisation,</li><li>• de montrer la difficulté à expliquer la variabilité des paramètres dissous, qui indiquent des pollutions ponctuelles ou des apports récents.</li></ul>	
<b>Mots-clés :</b> lagunes, eutrophisation, restauration, trajectoires, nutriments, phytoplancton.	





## 1. Contexte et objectifs

Chaque année depuis 2001, le diagnostic de l'état vis-à-vis de l'eutrophisation des lagunes est élaboré, pour les compartiments « Colonne d'eau » et « Phytoplancton », à partir de 13 paramètres biologiques et hydrologiques.

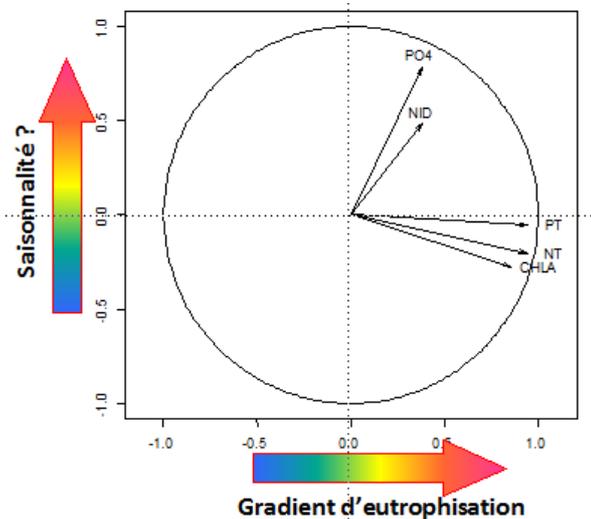
Après 12 ans de fonctionnement du Réseau de Suivi Lagunaire (RSL) sur 25 lagunes, deux questions se posent :

- 1) à l'heure du bilan méthodologique, doit-on redéfinir les grilles de lecture de l'ensemble des compartiments diagnostiqués au regard des données acquises sur ces compartiments et de l'évolution de ces milieux ?
- 2) est-on capable, à partir d'une analyse statistique des données disponibles, de mettre en évidence des trajectoires écologiques des lagunes vis-à-vis de l'eutrophisation (évolution au cours du temps de l'état des lagunes vis-à-vis de l'eutrophisation : restauration, dégradation, stabilité) ?

La première question a été traitée dans le « Bilan méthodologique de l'outil de diagnostic de l'eutrophisation du RSL » (Ifremer, 2013a). La deuxième question a été abordée dans le rapport d'étape « Analyse statistique des données du RSL. Etude des trajectoires écologiques entre 2001 et 2011. Rapport d'étape » (Ifremer, 2013b), dans lequel la mise en évidence de trajectoires écologiques des lagunes a été faite à partir des méthodes de statistique descriptive multidimensionnelle (ACP, AFM), appliquées aux données des compartiments « Colonne d'eau » et « Phytoplancton ».

Les analyses statistiques (ACP/AFM) mises en œuvre sur les données estivales des étangs palavasiens ont permis de dégager un repère de représentation de l'évolution de l'état des lagunes vis-à-vis de l'eutrophisation, construit selon deux axes (Figure 1) :

- 1) le premier axe principal, constituant un « Gradient d'eutrophisation », construit par les variables Chlorophylle *a* (CHLA), azote total (NT) et phosphore total (PT), qui renseignent sur le niveau de production primaire,
- 2) le deuxième axe principal, indépendant du premier, construit par les variables des formes minérales de l'azote et du phosphore (NID et PO<sub>4</sub>).



**Figure 1 :** ACP globale sur les données estivales des 10 stations des étangs palavasiens. Cercle des corrélations entre les variables actives. Les axes 1 et 2 expliquent respectivement 55,84 % et 19,34 % de la variabilité.

Les questions abordées dans le présent rapport concernent la recherche et l'interprétation d'un repère de représentation des données pour l'ensemble des stations des lagunes de Provence-Alpes Côte d'Azur (PACA), Languedoc-Roussillon (LR) et Corse :

- 1) Est-il possible de trouver un repère pertinent de représentation des trajectoires d'évolution pour toutes les stations, en effectuant des regroupements par typologie de stations ? Comment interpréter les deux premiers axes de l'ACP ?
- 2) Le premier axe des repères d'ACP constitue-t-il un « Gradient d'eutrophisation » ?
- 3) Est-il possible de mettre en évidence un effet météorologique sur les évolutions des teneurs en azote et phosphore inorganiques ?

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Données utilisées

#### 2.1.1. Données RSL « Colonne d'eau » et « Phytoplancton »

Les 5 paramètres RSL retenus sont : **NID (azote inorganique dissous)**, **PO4 (orthophosphate)**, **NT (azote total)**, **PT (phosphore total)** et **CHLA (chlorophylle a)**. Le choix de ces paramètres repose sur les conclusions du bilan méthodologique du RSL, qui a montré que l'état vis-à-vis de l'eutrophisation, diagnostiqué à partir de ces 5 paramètres, est représentatif de l'état de la colonne d'eau et du phytoplancton diagnostiqué à partir des 13 paramètres initiaux<sup>1</sup>.

Les mesures sont effectuées pour 12 années (de 2001 à 2012) à raison d'un prélèvement par mois au cours des trois mois d'été (juin, juillet et août).

Les données analysées concernent 41 stations pour 27 lagunes (Tableau 1, Annexe 2) de Languedoc-Roussillon (LR), de Corse et de Provence-Alpes Côte d'Azur (PACA). On raisonne à l'échelle de la station.

*Tableau 1 : Jeu de données complet : nombre de mois de prélèvement par année pour les 41 stations (dans les 27 lagunes de LR, PACA et Corse) qui ont fait l'objet d'un suivi estival (juin, juillet et août) entre 2001 et 2012.*

Année	ARN	AYR	BAN	BEF	BES	BGM	BGN	BGS	BIN	BIS	CAM	CNS	DIA	GRC	GRU	INN	INS	LAP	LEN	LES	MARN
2001	3	3	3	0	0	3	3	3	0	0	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	0
2002	3	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
2003	3	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2004	3	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2005	3	3	3	0	0	3	3	3	0	0	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3
2006	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2007	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2008	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2009	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2010	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2011	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2012	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Année	MARS	MED	MEE	MEW	ORE	ORW	PAL	PBE	PONS	PRE	PRW	TANG	TEF	TES	TWF	TWS	URB	VCS	VDR	VIC	
2001	0	3	3	3	3	3	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0	0	3	3	
2002	0	3	3	3	3	3	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0	0	3	3	
2003	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	3	3	
2004	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	3	3	
2005	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	3	3	
2006	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
2007	3	0	3	3	3	3	3	3	1	3	0	3	3	3	3	3	3	0	3	3	
2008	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
2009	3	0	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
2010	3	0	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
2011	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
2012	3	0	3	3	3	3	3	2	0	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	

<sup>1</sup> Les 13 variables « Colonne d'eau » et « Phytoplancton » du RSL sont : NID (azote inorganique dissous), NO3 (nitrate), NH4 (ammonium), NO2 (nitrite), PO4 (orthophosphate), NT (azote total), PT (phosphore total), O2sat (écart à la saturation d'oxygène), T (température), S (salinité), CHLA (chlorophylle a), PICO (abondance de picophytoplancton), NANO (abondance de nanophytoplancton).

## 2.1.2. Données hydro-météorologiques

Les données hydro-météorologiques intégrées aux analyses sont :

- 1) la pluviométrie cumulée, intégrée sur différentes périodes de temps précédant les prélèvements RSL, mesurée au niveau des stations météorologiques de Perpignan, Leucate, Narbonne, Sète, Montpellier et Aigues-Mortes. Les variables sont : la pluie mesurée le jour du prélèvement (« PLUIE »), la pluie cumulée à partir de la veille du prélèvement et pour différentes périodes jusqu'à 241 j (« Pluie\_1j » à « Pluie\_241j ») ;
- 2) la salinité mesurée au niveau de la station RSL (« SALINITE »), ainsi que les écarts à la salinité moyenne de la station (valeur rapportée à la moyenne de l'année : « Sal/année » et à la moyenne sur les 12 années du suivis : « Sal/série »),
- 3) la température mesurée au niveau de la station RSL (« TEMP\_EAU »), ainsi que les écarts à la température moyenne de la station (valeur rapportée à la moyenne de l'année « Temp/année » et à la moyenne sur les 12 années du suivis : « Temp/série »).

Les données des stations météorologiques proches des lagunes de PACA (Aix-en-Provence) et Corse (Solenzara) n'étant pas disponibles au moment des traitements statistiques, les données des stations VCS, PAL, URB, DIA, BIN, BIS, BES et BEF n'ont pas été intégrées à l'analyse des données hydro-météorologiques.

## 2.2. Méthodes d'analyses choisies

Les analyses sont effectuées par les méthodes ACP (Analyse en Composantes Principales) et AFM (Analyse Factorielle Multiple) sur le logiciel R<sup>®</sup>. Ces méthodes de statistique descriptive multidimensionnelle sont particulièrement bien adaptées au traitement des données « Colonne d'eau » et « Phytoplancton » du RSL.

### 2.2.1. Analyse en composantes principales (ACP)

L'analyse en composantes principales permet en effet de représenter un nombre important de variables quantitatives dans un espace plus petit (souvent à 2 dimensions). Cette analyse est basée sur la recherche des axes principaux (combinaisons linéaires de variables) sur lesquels on observe la plus grande variabilité. Par la suite, l'ensemble des données est représenté dans ce nouveau repère. Les deux premiers axes de l'ACP sont orthogonaux, c'est-à-dire qu'ils représentent des combinaisons indépendantes de variables.

Le **graphique des variables**, aussi appelé cercle des corrélations, permet de visualiser en deux dimensions les corrélations entre les mesures physico-chimiques effectuées pour chaque prélèvement. Lorsque deux flèches, représentant deux variables, sont longues et vont dans la même direction (*resp.* dans des directions opposées), alors les variables sont très corrélées positivement (*resp.* négativement).

Le **graphique des individus** permet de visualiser en deux dimensions les ressemblances entre les individus (ici des stations). Lorsque deux individus sont proches l'un de l'autre et éloignés du centre du graphique (cet éloignement garantit une bonne représentation des individus sur le plan), alors ces deux individus ont des mesures physico-chimiques qui se ressemblent. Il est possible de faire apparaître sur ce graphique les variables qualitatives que sont l'année et le mois de prélèvement. Ces variables sont **illustratives** : c'est-à-dire qu'elles n'ont pas participé à la recherche et à la construction des axes principaux. Elles peuvent toutefois être représentées sur le graphique à travers leurs modalités : elles sont alors utilisées comme aide à

---

l'interprétation. Une modalité sera au barycentre des individus auxquels elle correspond. Ces deux graphiques, des variables et des individus, sont liés et se lisent conjointement puisque un individu sera du côté des mesures physico-chimiques pour lesquelles il prend de grandes valeurs.

### 2.2.2. Analyse factorielle multiple (AFM)

L'Analyse Factorielle Multiple est une méthode dédiée aux tableaux de données où les variables sont structurées en groupes. Plusieurs groupes de variables sont ainsi étudiés simultanément. Cette analyse peut être vue comme une ACP pondérée dans laquelle le rôle de chaque groupe de variables est équilibré dans la recherche des axes principaux. L'AFM fournit les mêmes graphiques que l'ACP (graphique des variables et graphique des individus) avec en plus un graphique des groupes.

## 3. Résultats

### 3.1. Regroupements et suppressions de stations

Au préalable à une nouvelle analyse exploratoire, les similitudes entre stations appartenant à une même lagune doivent être recherchées pour ne pas donner « trop de poids » aux lagunes suivies sur plus d'une station et éviter de biaiser les représentations fournies par les ACP.

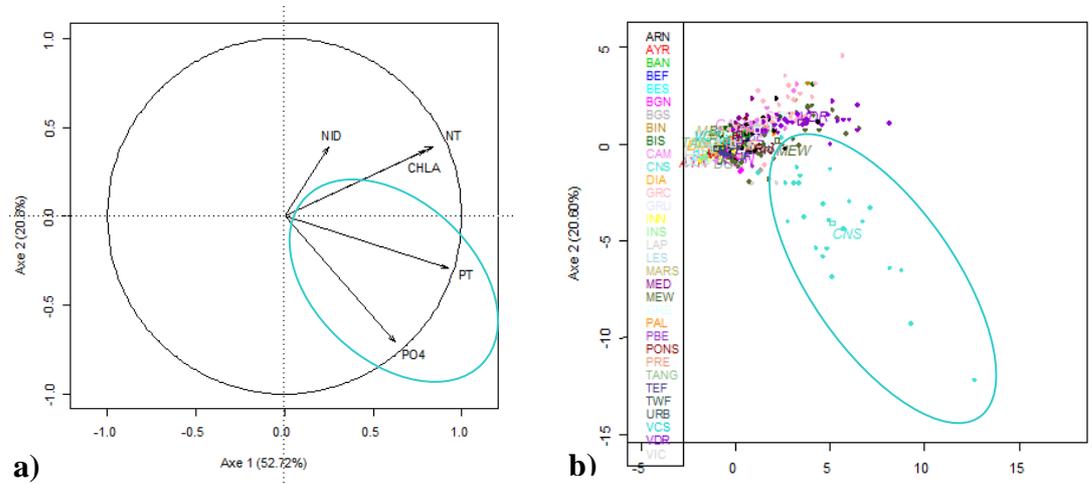
Pour chaque lagune suivie au niveau de plusieurs stations, une AFM permet de comparer les représentations fournies par les ACP propres à chaque station et de mettre en évidence d'éventuelles similitudes. En l'absence de différences marquées entre les stations et afin de simplifier l'analyse, les trajectoires d'évolution pourront être recherchées sur une station représentative de la lagune.

Les AFM par lagune mettent en évidence les similitudes suivantes :

- pour Bages, les stations BGN et BGM sont relativement similaires : seules les stations BGS et BGN sont conservées,
- pour Leucate, les stations LES et LEN sont relativement similaires : seule la station LES, station la plus déclassante, est conservée,
- pour la Murette, les stations MARS et MARN sont relativement similaires : seule la station MARS, station la plus déclassante, est conservée,
- pour Méjean, les stations MEE et MEW sont relativement similaires : seule la station MEW, station la plus déclassante, est conservée,
- pour l'Or, les stations ORE et ORW sont relativement similaires : seule la station ORE, station la plus déclassante, est conservée,
- pour le Prévost, les stations PRE et PRW sont relativement similaires : seule la station PRE, station la plus déclassante, est conservée,
- pour Thau, les stations TWS et TWF sont relativement similaires : seule la station TWF, station la plus déclassante, est conservée, ainsi que la station TEF et la station TANG.

**Cela conduit à réduire le jeu de données initial à 33 stations : ARN, AYR, BAN, BEF, BES, BGN, BGS, BIN, BIS, CAM, CNS, DIA, GRC, GRU, INN, INS, LAP, LES, MARS, MED, MEW, ORE, PBE, PONS, PRE, TANG, TEF, TWF, URB, VCS, VDR, VIC, PAL.**

Les ACP mises en œuvre sur toutes les stations et par groupes de stations montrent la particularité de l'étang de Canet (station CNS), caractérisé par des teneurs très élevées en phosphore (Figure 2, où le premier axe et le nuage de points sont très influencés par les mesures de PO<sub>4</sub> et PT mesurées à la station CNS). La lagune de Canet est entourée d'un très grand bassin versant, qui apporte des quantités importantes de limons fins, sur lesquels le phosphore s'adsorbe (Ifremer, 2003). Afin de ne pas biaiser le reste des analyses, **la station CNS, « atypique » par rapport aux autres stations, est traitée à part.**



**Figure 2 :** ACP sur les données estivales des 33 stations de PACA-LR-Corse : (a) cercle des corrélations entre les variables actives ; (b) représentation des barycentres des stations, en bleu clair : données de la station CNS (Canet). Les Axes 1 et 2 expliquent respectivement 52.72% et 20.6% de la variabilité

D'autre part, les lagunes oligo-mésohalines (Bagnas, Campagnol, Marette et Vendres) présentent un mode de fonctionnement différent des autres lagunes, se rapprochant parfois de celui de zones humides, et sont caractérisées par des valeurs très élevées pour certains des paramètres CHLA pour Vendres et NID/ PO4 pour Campagnol). **Les 4 stations de ces lagunes (BAN, CAM, MARS et VDR) sont donc traitées à part, au sein du groupe spécifique « OMH ».**

**Les 28 stations restantes sont analysées ensemble au sein du groupe « LR-PACA-Corse ».**

### 3.2. Repère de représentation des trajectoires d'évolution de l'état des lagunes vis-à-vis de l'eutrophisation

Les analyses exploratoires des données estivales acquises sur les étangs palavasiens ont permis de valider (Ifremer, 2013b) :

- l'utilisation de méthodes de statistique descriptive multidimensionnelle (ACP/AFM) pour rechercher des trajectoires écologiques des lagunes vis-à-vis de l'eutrophisation,
- l'hypothèse selon laquelle le premier axe principal des ACP constitue un « gradient d'eutrophisation » (croissant de la gauche vers la droite) pour décrire l'évolution des stations des étangs palavasiens (Figure 1).

Ces analyses ont d'autre part mis en évidence un deuxième axe principal de l'ACP, indépendant du premier, construit par les variables des formes minérales de l'azote et du phosphore (NID et PO4).

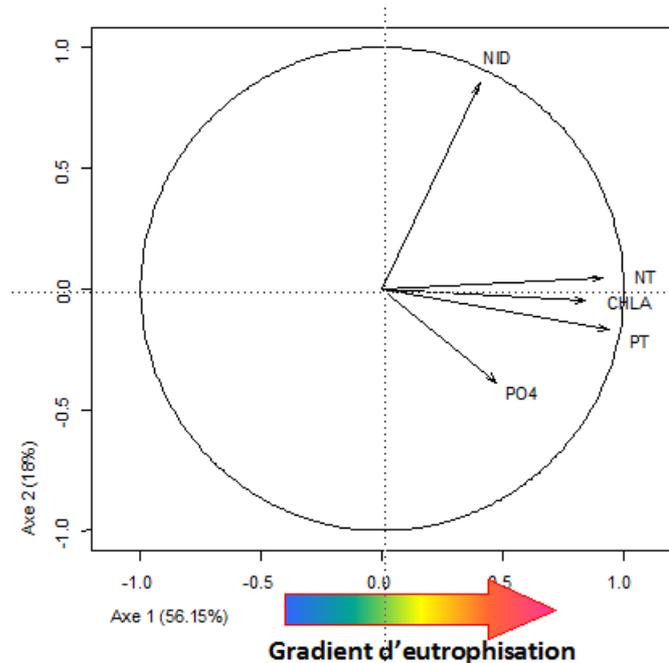
Les données estivales des 5 paramètres RSL (NT, PT, CHLA, NID et PO4) acquises sur les stations du groupe « LR-PACA-Corse », du groupe « OMH » et de la station « CNS » sont représentées dans un repère d'ACP afin :

- de vérifier la cohérence des stations au sein de chaque groupe (recherche de stations « atypiques » qui biaiserait l'analyse),
- de vérifier si les deux premiers axes sont comparables à ceux qui ont été mis en évidence pour les étangs palavasiens et s'ils fournissent un repère pertinent pour représenter des trajectoires d'évolution de l'état des lagunes vis-à-vis de l'eutrophisation.

#### 3.2.1. Repère de représentation pour le groupe « LR-PACA-Corse »

La représentation des données estivales des 28 stations du groupe « LR-PACA-Corse » dans le cadre d'une ACP ne met pas en évidence de données atypiques. Le cercle des corrélations montre que les 5 variables RSL se répartissent de façon assez similaire aux 10 stations des étangs palavasiens, excepté pour PO4 avec (Figure 3) :

- le premier axe principal (axe 1) construit par les variables CHLA, NT et PT, bien corrélées entre elles,
- le deuxième axe principal (axe 2), bien corrélé à la variable NID. La variable NID n'est pas corrélée à la variable PO4, qui est très peu représentée sur les deux axes.



**Figure 3 :** ACP globale sur les données estivales des 28 stations du groupe « LR-PACA-Corse ». Cercle des corrélations entre les variables actives. Les axes 1 et 2 expliquent respectivement 56,15 % et 18 % de la variabilité.

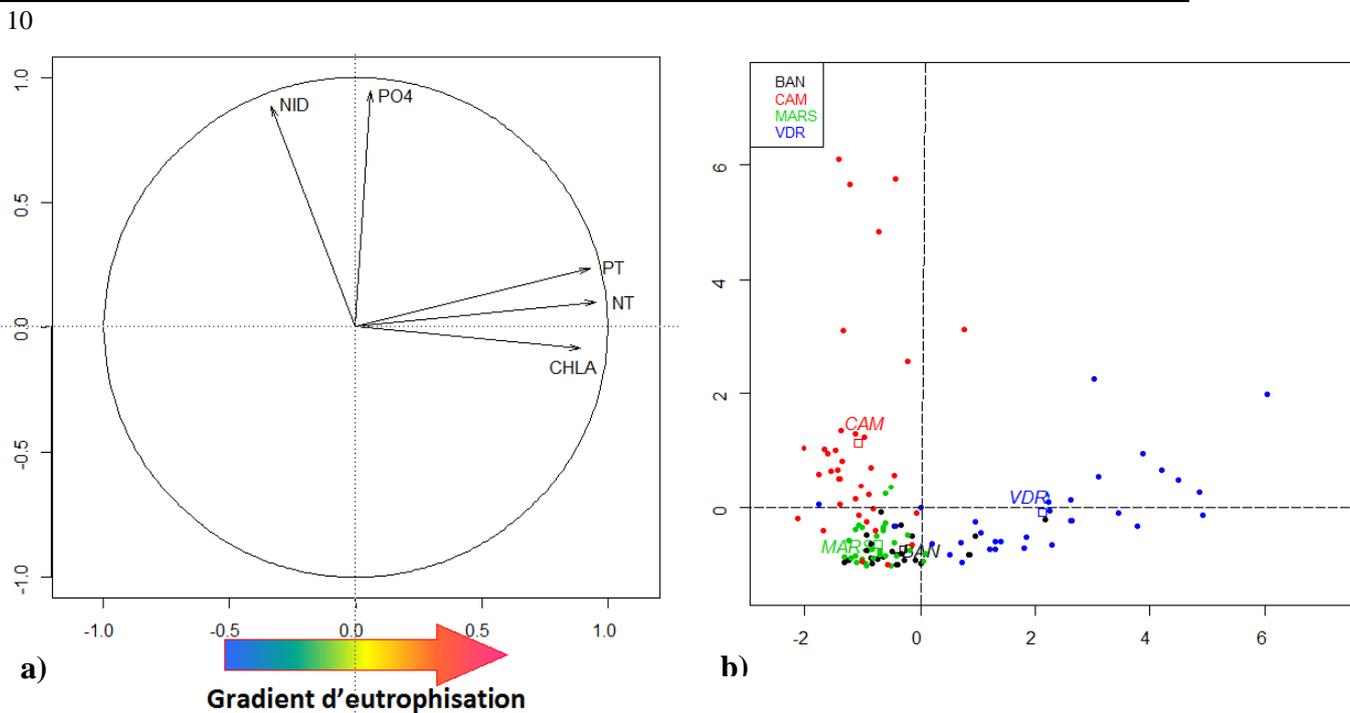
**Le premier axe, construit par les variables CHLA, NT et PT, indicatrices de la production primaire, constitue un « Gradient d'eutrophisation ».**

Le deuxième axe, construit essentiellement par l'azote inorganique dissous (NID), indique que cette variable évolue indépendamment des 4 autres variables, y compris de l'azote total (NT). La présence de NID dans la colonne d'eau peut indiquer des apports récents par les bassins versants. Les orthophosphates (PO4) sont peu corrélés et situés à mi-distance des deux premiers axes de l'ACP. Leur présence dans la colonne d'eau peut provenir des apports récents du bassin versant, mais également des apports internes (relargage sédimentaire) (cf § 3.3).

### 3.2.2. Repère de représentation pour le groupe « OMH »

La représentation des données estivales des 4 stations du groupe « OMH » dans le cadre d'une ACP met en évidence que les 5 variables RSL se répartissent de façon très similaire aux 10 stations des étangs palavasiens avec (Figure 4(a)) :

- le premier axe principal (axe 1) construit par les variables CHLA, NT et PT, bien corrélées entre elles,
- le deuxième axe principal (axe 2), bien corrélé aux variables NID et PO4.



**Figure 4 :** ACP globale sur les données estivales des 4 stations du groupe « OMH » : (a) cercle des corrélations entre les variables actives ; (b) représentation des barycentres des stations. Les axes 1 et 2 expliquent respectivement 53,5 % et 35,06 % de la variabilité.

**Le premier axe, construit par les variables CHLA, NT et PT, indicatrices de la production primaire, constitue un « Gradient d'eutrophisation ».**

Le deuxième axe, construit par les variables NID et PO4, bien corrélées entre elles, explique 35% de la variabilité du jeu de données.

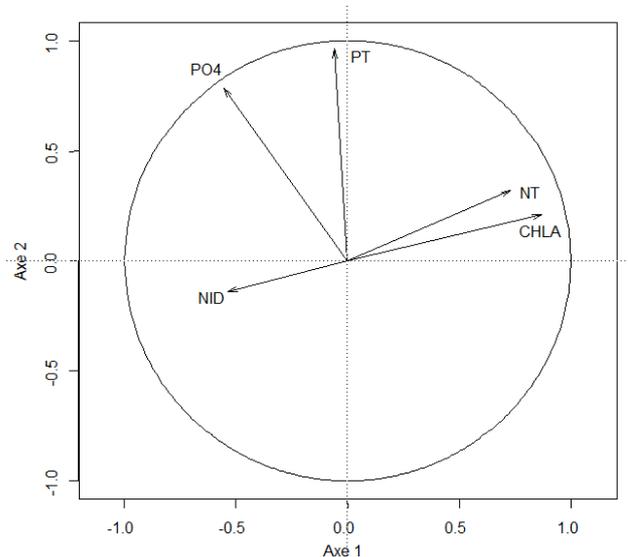
La répartition des stations et des variables dans le repère de l'ACP est très influencée par les données de la station VDR pour l'axe 1 et par celles de la station CAM pour l'axe 2 (Figure 4(b)). L'étang de Vendres est en effet caractérisé par les teneurs en CHLA les plus fortes du jeu de données et l'étang de Campagnol par des teneurs en NID parmi les plus élevées en 2001 et 2002. Cependant, les valeurs mesurées au niveau de ces deux stations sont celles qui ont le plus varié pendant la période étudiée, les stations MARS et BAN ayant été plus stables. Le repère fourni par l'ACP du groupe « OMH » est donc jugé pertinent pour mettre en évidence des trajectoires d'évolution de l'état vis-à-vis de l'eutrophisation.

### 3.2.3. Repère de représentation pour la station « CNS » de Canet

La représentation des données estivales de la station « CNS » dans le cadre d'une ACP met en évidence que les 5 variables RSL se répartissent différemment des stations des groupes « LR-PACA-Corse » et « OMH » (Figure 5). Les deux premiers axes étant caractérisés par des pourcentages d'explication du même ordre de grandeur (37,78% et 34,13%), les variables sont étudiées dans le plan (variable par variable) et non axe par axe :

- les variables PO4 et PT sont très explicatives (flèches proches du cercle de corrélation) et corrélées entre elles.

- la variable PO4 est non corrélée aux variables NT, CHLA et NID. La variable NID est moins explicative que les 4 autres variables.



**Figure 5 :** ACP sur les données estivales de la station « CNS » : cercle des corrélations entre les variables actives. Les axes 1 et 2 expliquent respectivement 37,78 % et 34,13 % de la variabilité.

Contrairement aux groupes « LR-PACA-Corse » et « OMH », on ne retrouve pas de « Gradient d'eutrophisation », regroupant les variables indicatrices de la production primaire. Les concentrations en phosphore évoluent de façon indépendante des concentrations en NT et en Chlorophylle-*a* (PO4 non corrélée à NT et CHLA). Du fait d'apports en phosphore très importants par son bassin versant, l'étang de Canet est caractérisé par du phosphore pouvant rester en excès dans l'eau, indépendamment des niveaux de production phytoplanctonique.

### 3.3. Recherche d'un effet météorologique sur l'évolution des teneurs en NID et PO4

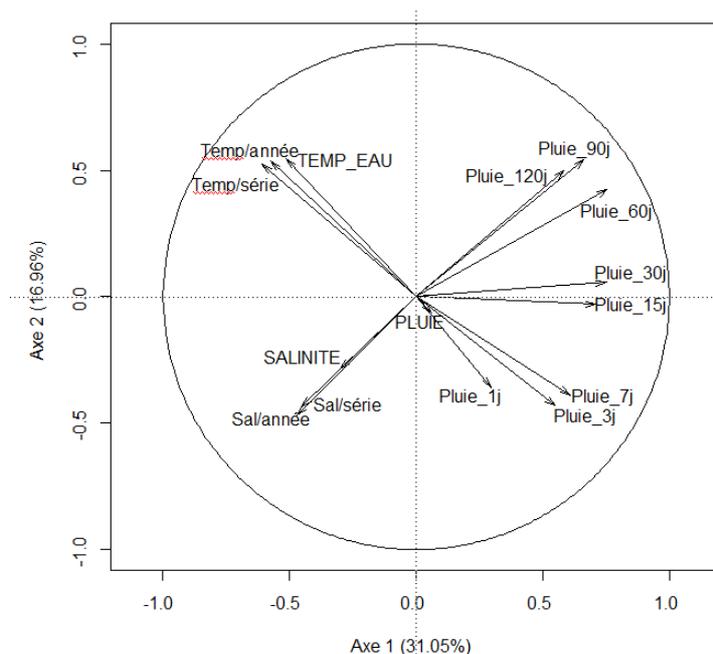
Les ACP mises en œuvre sur les étangs palavasiens (Ifremer, 2013b) et les stations des groupes « LR-PACA-Corse » et « OMH » ont mis en évidence un deuxième axe principal, construit par les formes dissoutes de l'azote (NID) et dans une moindre mesure par les formes dissoutes du phosphore (PO4). L'évolution des concentrations en NID, non corrélée à l'évolution des paramètres indicateurs de l'eutrophisation (NT, PT et CHLA), suggère que les phénomènes qui « se cachent » derrière ce second axe principal des ACP sont à mettre en relation avec :

- 1) la variabilité intra ou inter-annuelle des quantités d'azote apportées par les bassins versants, ces apports diffus étant le plus souvent liées aux précipitations,
- 2) la disponibilité en phosphate dans la colonne d'eau, celle-ci dépendant notamment de la température (le relargage sédimentaire est d'autant plus important que la température est élevée).

Les liens entre les teneurs estivales des 5 paramètres RSL, en particulier NID et PO4, et des variables hydro-météorologiques sont recherchés afin de mettre en évidence un effet « météorologique » au niveau des 25 stations RSL pour lesquelles les données pluviométriques sont disponibles.

### 3.3.1. Choix des variables hydro-météorologiques

La représentation, dans le cadre d'une ACP, des données des 15 variables hydro-météorologiques indicatrices de la pluviométrie, de la température et de la salinité de l'eau (cf. § 2.1.2) permet de visualiser les corrélations entre ces variables (Figure 6).



**Figure 6 :** ACP sur les données hydro-météorologiques : cercle des corrélations entre les 15 variables actives. Les axes 1 et 2 expliquent respectivement 31,05% et 16,96 % de la variabilité.

Les 3 variables indicatrices de la température de l'eau sont très corrélées entre elles, de même que les 3 variables indicatrices de la salinité. Les variables de cumuls pluviométriques se rassemblent en 3 groupes :

- pluviométrie « récente » (de 1 à 7 j avant le jour du prélèvement), anti-corrélée à la température,
- cumul de pluviométrie sur le « moyen terme » (de 15 à 30 j avant le prélèvement),
- cumul de pluviométrie sur le « long terme » (de 60 à 120 j avant le prélèvement), anti-corrélé à la salinité.

En vue de guider la sélection des variables de cumuls pluviométriques, leurs corrélations avec la salinité estivale ont été calculées, dans l'hypothèse que cette salinité estivale intègre l'effet des apports d'eau douce tombés pendant l'année hydrologique. Des graphiques représentant la corrélation entre la salinité (centrée sur la série de mesure) et la pluviométrie, pour différentes périodes de cumuls (de 1 à 241 j) ont donc été réalisés pour chaque station. Aucun schéma commun à toutes les stations ne se dégage de ces graphiques. Cependant, pour plusieurs stations, les corrélations sont maximales pour des pluviométries cumulées autour de 50 j et autour de 150 j, ce qui a amené à retenir ces périodes pour l'ensemble des stations.

Afin de limiter le nombre de variables hydro-météorologiques et de simplifier les analyses, seules sont donc été retenues :

- une variable relative à la salinité : « Sal/série »,
- une variable relative à la température : « Temp/série »,
- une variable relative aux pluies tombées sur le moyen terme : le cumul des 50 j précédant le prélèvement « Pluie\_50j » (correspondant à 1 mois ½ avant le prélèvement),
- une variable relative aux pluies tombées sur le long terme : le cumul des 150 j précédant le prélèvement « Pluie\_150j » (correspondant 5 mois avant le prélèvement).

### 3.3.2. Lien entre les variables RSL et les variables hydro-météorologiques

Les représentations des 4 variables hydro-météorologiques retenues en tant que variables illustratives dans les repères des ACP pour les groupes de stations « LR-PACA-Corse » et « OMH » et pour la station « CNS » ne mettent pas en évidence de corrélations significatives avec les 5 variables RSL (NT, PT, CHLA, NID et PO4). La recherche de liens entre les variables hydro-météorologiques et les variables RSL s'est donc faite à l'échelle de chaque station.

Les relations mises en évidence par les ACP sont dans la majorité des cas peu significatives et souvent dues à des points extrêmes. On peut tout de même citer des liens pour quelques stations soumises à des apports importants d'eau douce :

- entre la température centrée sur la série et les variables PT (station MED) et CHLA (station TANG),
- entre la salinité centrée sur la série et les variables PT (station ORE et VDR) et CHLA (station ORE),
- entre le cumul de pluie sur 150 j et la variable NID (station BAN).

Des régressions multiples associant chacune des 5 variables RSL à la température centrée sur la série et à la pluviométrie cumulée sur 50 j ou 150 j ont également été réalisées sur les stations des étangs palavasiens. Aucun schéma commun ne se dégage. Les relations les plus significatives sont observées concernant l'effet de la pluie cumulée sur 150 j ou de la température sur les teneurs en CHLA, PT ou NT.

**Les analyses mises en œuvre sur les 12 années de données estivales ne permettent pas de mettre en évidence d'effet clair des variables hydro-climatiques sur les variables RSL.** Cela peut s'expliquer par le fait que les phénomènes observés l'été dans les lagunes intègrent très rapidement les apports en nutriments résultant des effets des conditions météorologiques (apports diffus de NID liés aux précipitations ; relargage sédimentaire de PO4 favorisé par les fortes températures).

Les évolutions des teneurs en NID et PO4 mises en évidence dans le cadre des ACP (construction de l'axe 2) relèvent de phénomènes ponctuels et sont à mettre en relation avec des apports externes (bassin versant) et interne (relargage) en excès ou pas encore consommés pour la production primaire. Les variables NT, PT et CHLA qui construisent l'axe 1 des ACP sont intégratrices et expriment un gradient d'eutrophisation. Les variables NID et PO4, formes

---

inorganiques de l'azote et du phosphore, qui contribuent à l'axe 2 indiquent quant à elles des pollutions ponctuelles ou des apports récents.

### 3.4. Représentation des trajectoires d'évolution de l'état vis-à-vis de l'eutrophisation

Les repères communs fournis par les ACP des groupes « LR-PACA-Corse » et « OMH » sont constitués d'un premier axe pouvant s'interpréter en tant que « Gradient d'eutrophisation », le deuxième axe indiquant quant à lui des pollutions ponctuelles ou des apports récents. Ces repères sont pertinents pour représenter les évolutions temporelles (« trajectoires ») de l'état vis-à-vis de l'eutrophisation pour chaque station.

Les informations apportées par les ACP et les AFM effectuées par groupe de stations et par la connaissances des différentes lagunes, permettent de rechercher des tendances communes aux stations et de mettre en évidence des groupes de stations ayant suivi le même type de trajectoire d'évolution.

#### 3.4.1. Trajectoires d'évolution pour le groupe « LR-PACA-Corse »

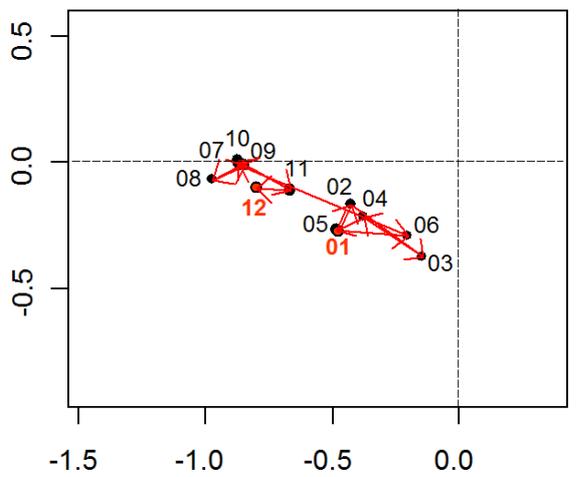
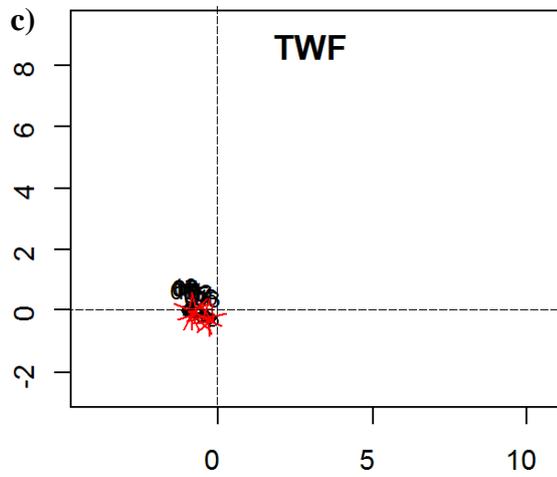
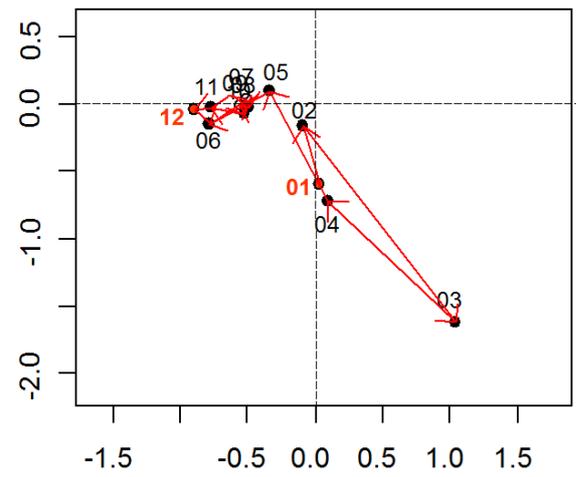
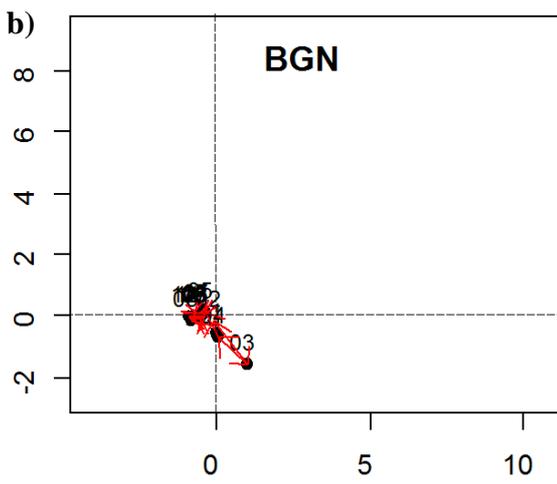
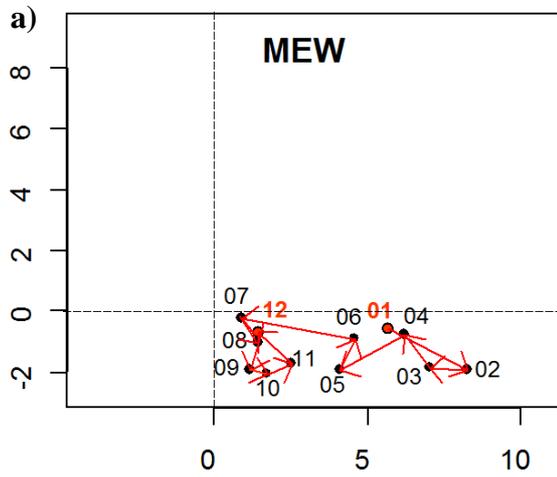
L'ACP réalisée sur les données estivales du groupe « LR-PACA-Corse » (Figure 3) fournit un repère commun permettant de représenter les évolutions temporelles de l'état vis-à-vis de l'eutrophisation pour chaque station, pour la période 2001-2012. Lorsqu'on observe l'évolution de la position des années le long du gradient d'eutrophisation (axe 1), plusieurs types de trajectoires se dégagent (exemples sur la Figure 7, voir l'Annexe 1 pour les trajectoires de chaque station) :

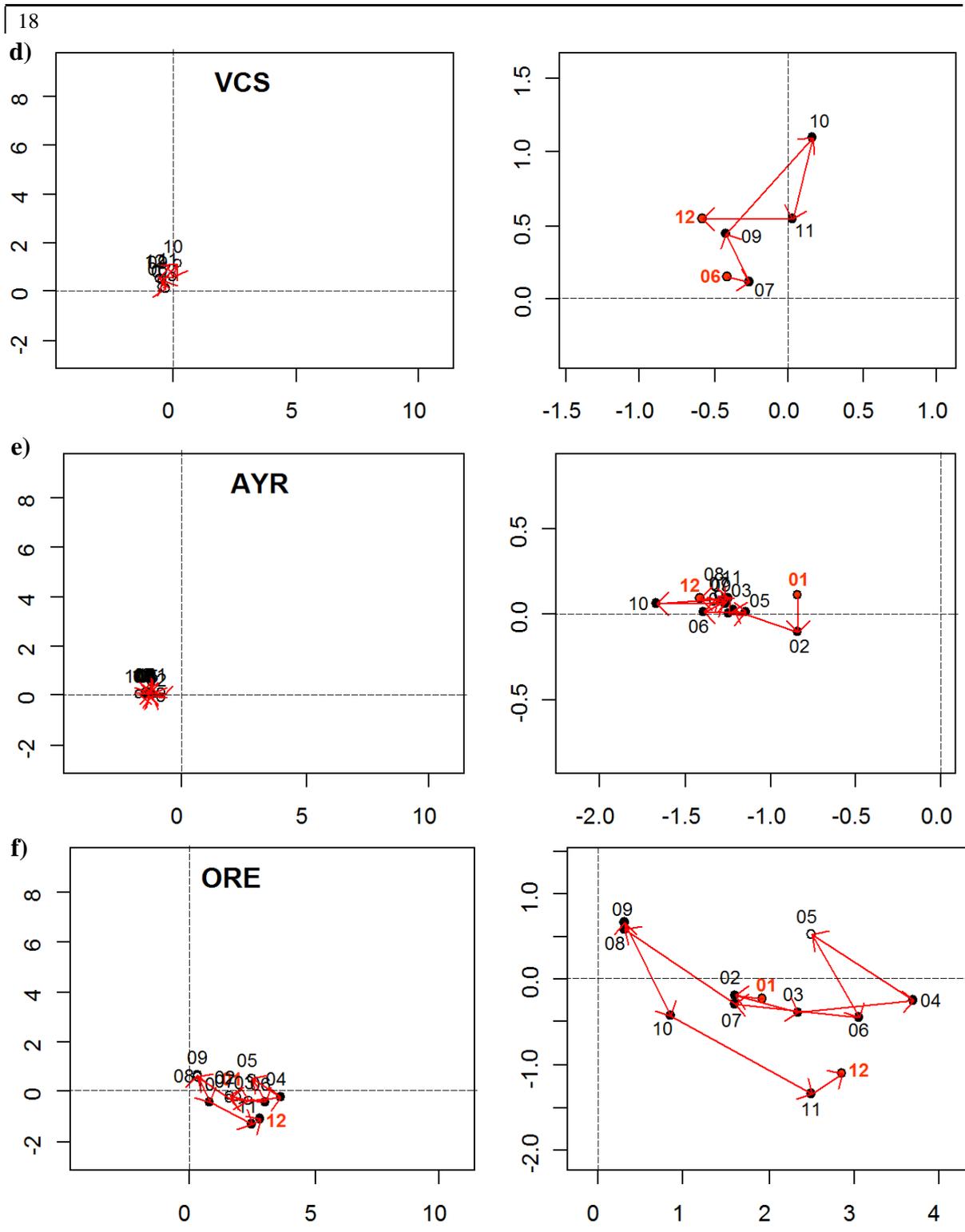
- a) **tendance à la restauration pour des stations en mauvais** état vis-à-vis de l'eutrophisation (évolution importante, dans la partie droite du repère commun) : MEW, GRC, PBE, PRE, ARN ;
- b) **tendance à la restauration pour des stations en état moyen** vis-à-vis de l'eutrophisation (faible évolution, au centre du repère commun) : BGN, BGS, VIC, TEF ;
- c) **tendance à la restauration pour des stations en bon état** vis-à-vis de l'eutrophisation (faible évolution, dans la partie gauche du repère commun) : TWF, TANG, INN, INS ;
- d) **pas de tendance pour des stations en état moyen** vis-à-vis de l'eutrophisation (faible évolution, au centre du repère commun) : VCS, PONS, BEF, BIN, BIS, PAL, MED ;
- e) **pas de tendance pour des stations en bon état** vis-à-vis de l'eutrophisation (peu d'évolution, dans la partie gauche du repère commun) : AYR, DIA, BES, GRU, LAP, LES, URB ;
- f) **tendance à la dégradation** : c'est le cas de la station ORE, qui tend à se restaurer de 2004 à 2008, puis tend à se dégrader de 2009 à 2012.

Certaines stations évoluent le long de l'axe 2, qui est bien corrélé aux teneurs en NID (Annexe 1). C'est le cas par exemple de la station GRC, pour laquelle les coordonnées des années augmentent de 2001 à 2006 puis diminuent. La station MED suit quant à elle une évolution croissante le long de l'axe 2, caractérisant une augmentation des teneurs en NID de 2001 à 2011.

Les trajectoires de certaines stations sont marquées par des années particulières :

- l'année 2003 pour BGN et BGS, avec des coordonnées positives sur l'axe 1 et sur négatives sur l'axe 2, expliquées par un pic des teneurs en PO4 et PT,
- l'année 2006 pour BEF, avec des coordonnées positives sur les axes 1 et 2, expliquées par un pic des teneurs en PO4 et PT,
- l'année 2006 pour VIC, avec des coordonnées positives sur l'axe 1 et négatives sur l'axe 2, expliquées par un pic des teneurs en PO4 et PT,
- l'année 2006 pour BIS, avec des coordonnées positives sur l'axe 2, expliquées par un pic de NID,
- l'année 2007 pour BIN et BIS, avec des coordonnées positives sur l'axe 1, expliquées par un pic de NT, PT et CHLA.





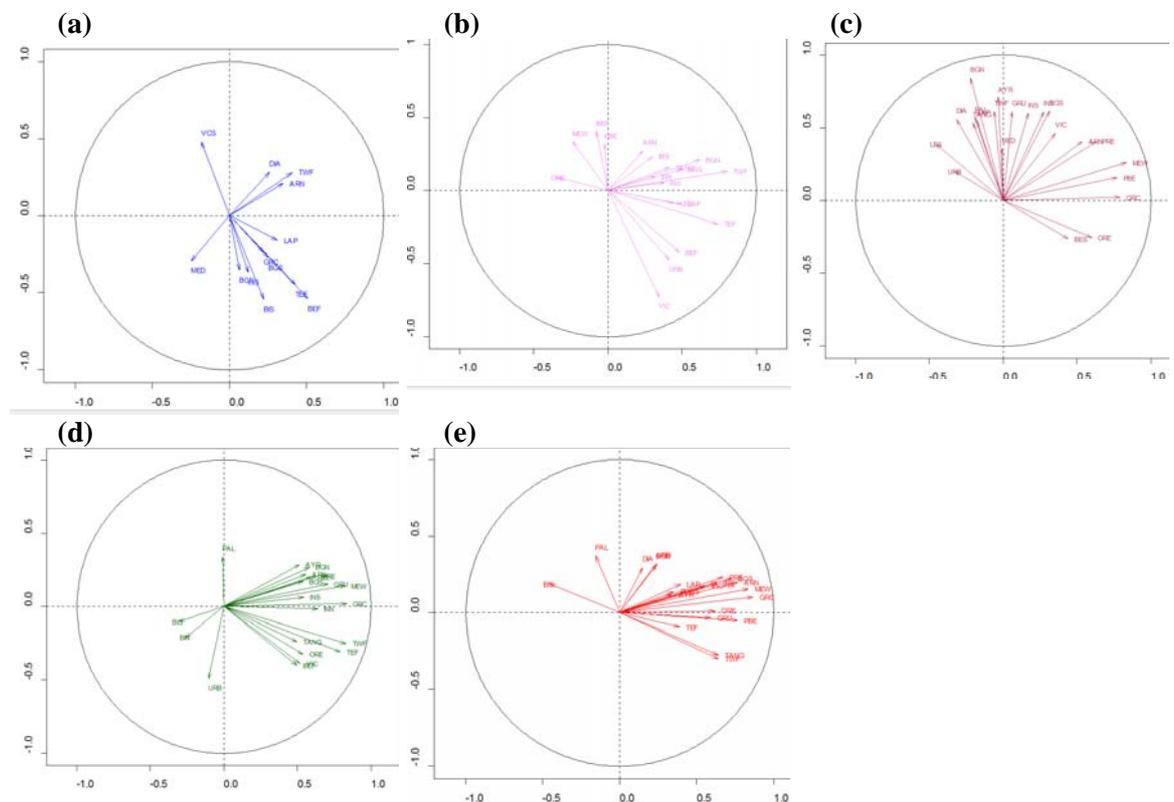
  
**Gradient d'eutrophisation**

**Figure 7 :** Représentation des barycentres des années dans le repère commun de l'ACP du groupe « LR-PACA-Corse ». Exemple de quelques stations. Les années de 2001 à 2012 sont indiquées de « 01 » à « 12 ». Les figures situées à gauche sont à la même échelle. Les figures situées à droite sont des zooms permettant de mieux visualiser les trajectoires. NB : pour VCS, seules les données de 6 années sont disponibles à partir de 2006.

L'Analyse Factorielle Multiple permet de représenter les données en créant des groupes de variables dont les poids sont équivalents (les 5 variables RSL d'une même station constituant un groupe). L'AFM permet ainsi de pondérer l'influence de chaque station dans la recherche des axes principaux.

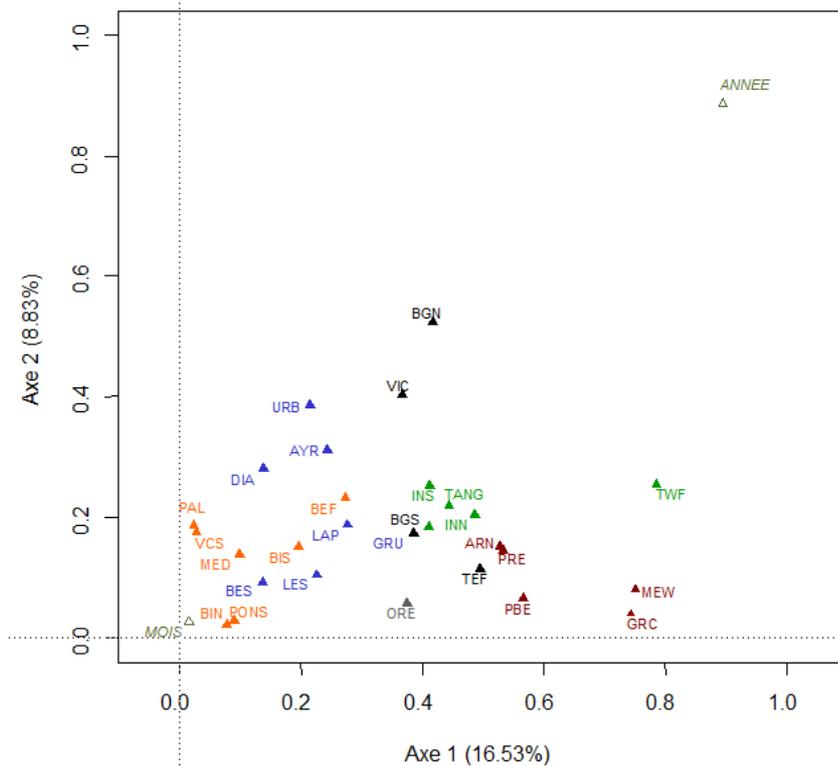
L'AFM effectuée sur les données estivales des stations du groupe « LR-PACA-Corse » explique une faible part de la variabilité des données : 16,53% pour l'axe 1 et 8,83% pour l'axe 2.

La contribution de chacune des 5 variables explicatives du point de vue de chaque station est représentée sur la Figure 8 en distinguant les 5 variables explicatives retenues. Dans cette structuration par station, on distingue peu de directions communes pour les variables NID, PO4 et NT. En revanche, les variables CHLA et PT, représentant la production primaire, sont représentées pour la plupart des stations dans la même direction et contribuent fortement à la construction de l'axe 1. Ces deux variables expliquent bien la variabilité des données du groupe « LR-PACA-Corse » et sont adaptées pour mettre en évidence des tendances d'évolution vis-à-vis de la production primaire dans le repère commun de l'AFM.



**Figure 8 :** AFM sur les données estivales des 28 stations du groupe « LR-PACA-Corse ». Cercles des corrélations pour les 5 variables de chaque station (a) : NID, (b) : PO4, (c) : NT, (d) : PT et (e) : CHLA. Les Axes 1 et 2 expliquent respectivement 16,53 % et 8,83 % de la variabilité.

La représentation des stations dans le repère de l'AFM permet de mettre en évidence les similitudes qui peuvent exister entre les stations du point de vue des évolutions de leurs concentrations en PT et CHLA entre 2001 et 2012 (coordonnées sur l'axe 1) (Figure 9). Les types de trajectoires d'évolution vis-à-vis de l'eutrophisation mises à jour dans le repère commun de l'ACP (Figure 7) se retrouvent dans la représentation de l'AFM, avec des stations ayant beaucoup évolué dans la partie droite du graphique et des stations ayant peu évolué dans la partie gauche du graphique.

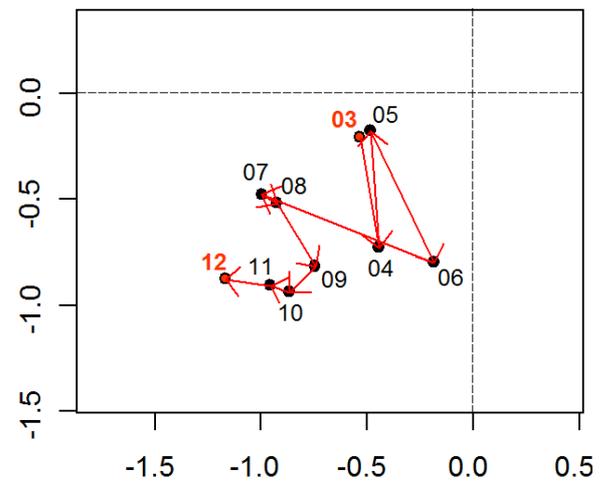
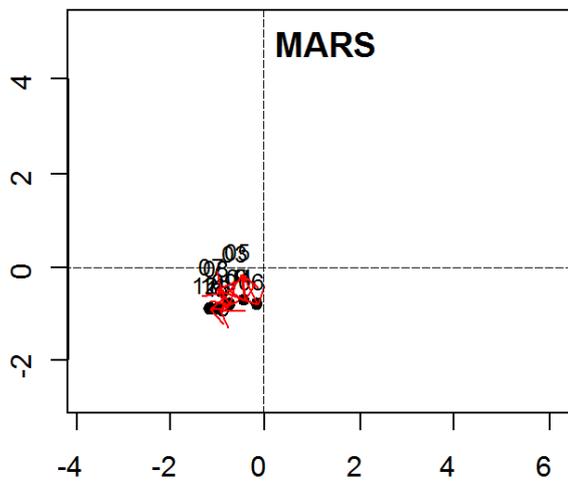
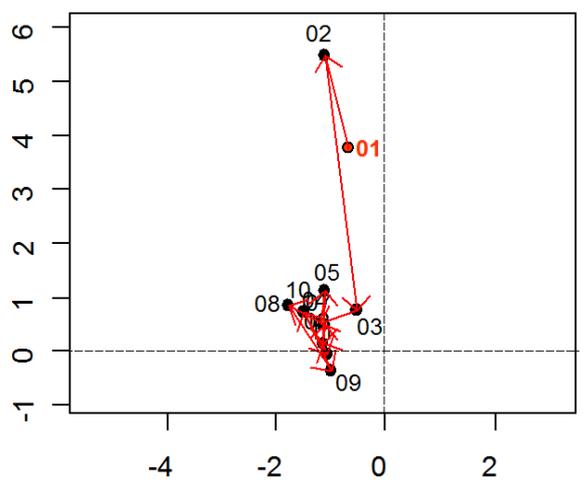
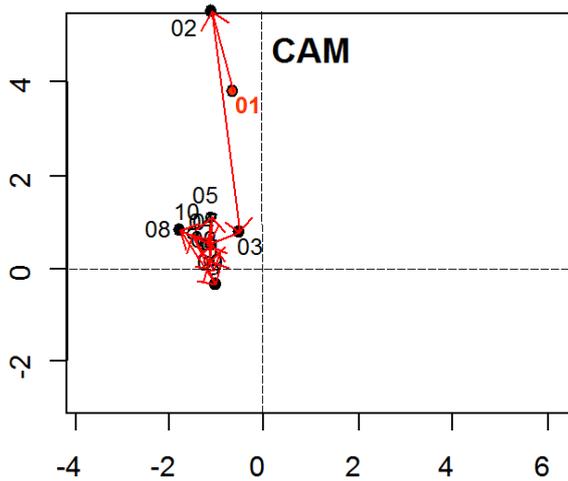
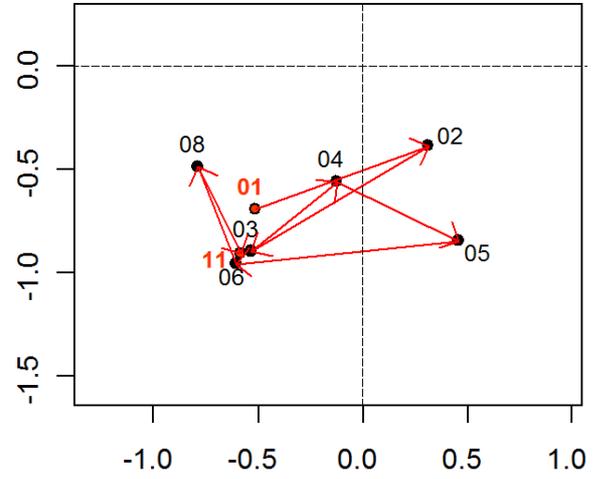
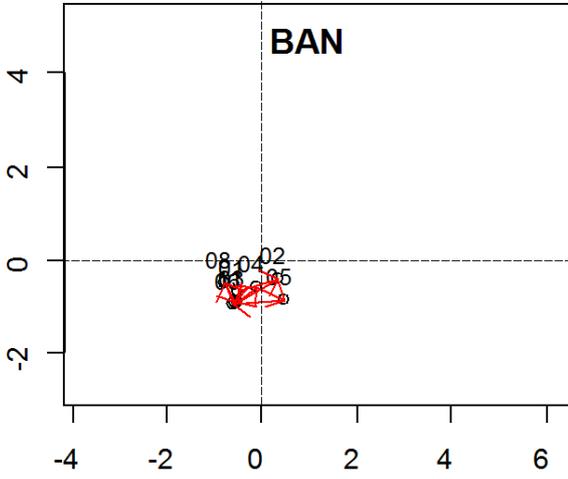


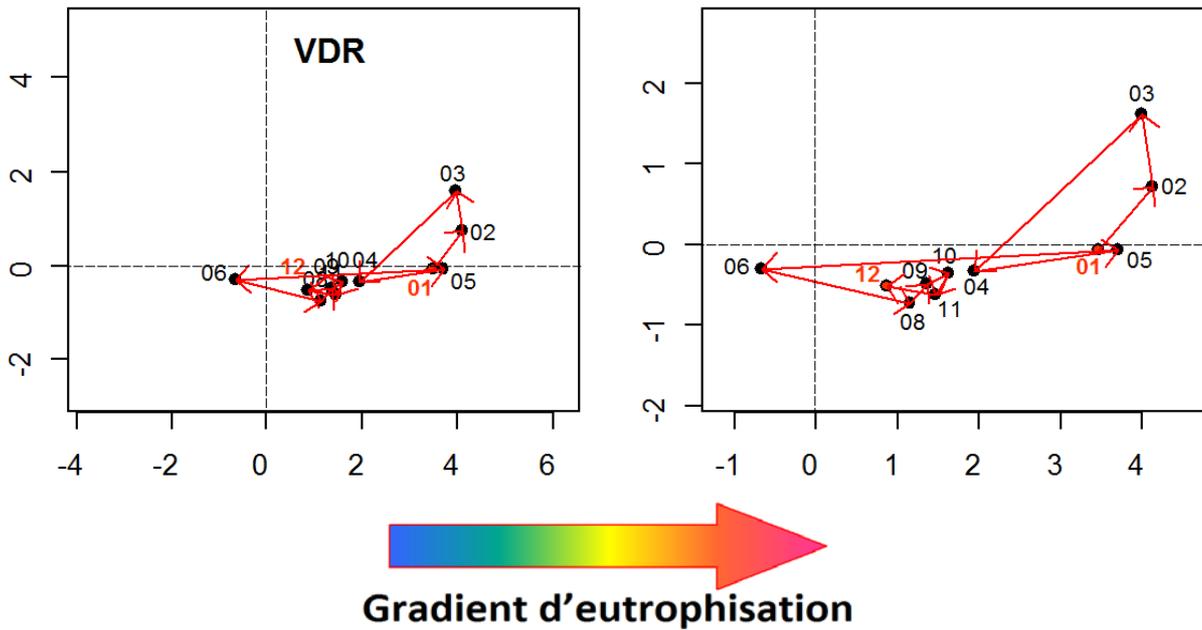
**Figure 9 :** AFM globale sur les données estivales des 28 stations du groupe « LR-PACA-Corse ». Représentation des stations. Les couleurs indiquent les types de tendances d'évolution mises en évidence par l'ACP (Figure 7) : (a) en pourpre ; (b) en noir ; (c) en vert ; (d) en orange ; (e) en bleu.

#### 3.4.2. Trajectoires d'évolution pour le groupe « OMH »

L'ACP réalisée sur les données estivales du groupe « OMH » fournit un repère commun (Figure 4) permettant de représenter les évolutions temporelles de l'état vis-à-vis de l'eutrophisation pour chaque station, pour la période 2001-2012 (Figure 10).

Seule la station MARS semble suivre une trajectoire de restauration le long de l'axe 1, « gradient d'eutrophisation », mais cette tendance est peu marquée.



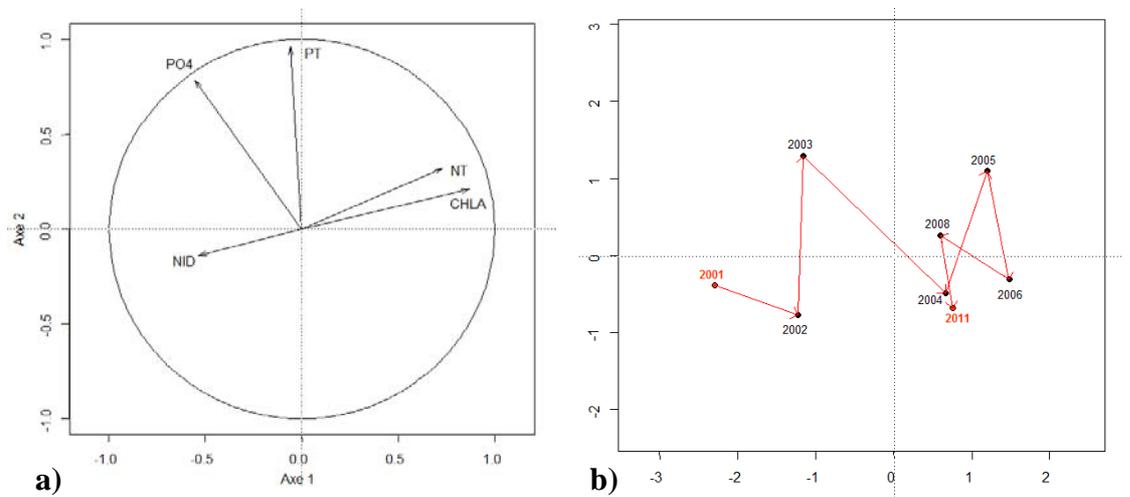


**Figure 10 :** Représentation des barycentres des années dans le repère commun de l'ACP des 4 stations du groupe « OMH ». Les années de 2001 à 2012 sont indiquées de « 01 » à « 12 ». Les figures situées à gauche sont à la même échelle. Les figures situées à droite sont des zooms permettant de mieux visualiser les trajectoires. Le nombre d'années disponibles est différent pour les 4 stations : 8 pour BAN, 12 pour CAM, 10 pour MARS et 11 pour VDR.

L'AFM effectuée sur les données estivales des stations du groupe « OMH » explique une faible part de la variabilité des données : 24,48% pour l'axe 1 et 15,7% pour l'axe 2.

La contribution de chaque station à la construction des 2 axes principaux ne met pas en évidence de directions communes pour les variables NID, PO4, NT, PT et CHLA. Les 4 stations du groupe ont suivi des évolutions trop différentes pour que leurs trajectoires soient comparées, en particulier dans le repère fourni par l'AFM.

### 3.4.3. Trajectoires d'évolution pour la station « CNS » (Canet)



**Figure 11** : ACP sur les données estivales de la station « CNS » : (a) cercle des corrélations entre les variables actives ; (b) représentation des barycentres des années. Les axes 1 et 2 expliquent respectivement 37,78 % et 34,13 % de la variabilité.

La représentation des années dans le cadre du repère fourni par l'ACP permet de montrer que la production phytoplanctonique (CHLA et NT) augmente de 2001 à 2006, puis tend à diminuer en 2008 et 2011 (Figure 5 (b)). Ces évolutions se font indépendamment des teneurs en phosphore minéral et organique, qui ne suivent pas de tendance marquée pendant cette période, mais sont particulièrement élevées en 2003 et 2005.

## 4. Conclusions et perspectives

Les analyses effectuées sur les données estivales du RSL ont permis de mettre en évidence des similitudes entre stations pour plusieurs lagunes et d'isoler la station de l'étang de Canet, du fait de ses particularités vis-à-vis des teneurs en phosphore. Les stations des lagunes oligo-mésahalines ont été traitées au sein du groupe « OMH », séparément des autres stations du groupe « LR-PACA-Corse ».

Les analyses en composantes principales (ACP) réalisées sur les données estivales de ces deux groupes ont permis de mettre à jour des repères communs de représentation des données RSL, constitués d'un premier axe pouvant s'interpréter en tant que « Gradient d'eutrophisation », construit par les variables NT, PT et CHLA ; le deuxième axe indiquant quant à lui des pollutions ponctuelles ou des apports récents (apports externes (bassin versant) et/ou internes (relargage)).

Les analyses mises en œuvre sur les 12 années de données estivales ne permettent pas de mettre en évidence d'effet clair des variables hydro-climatiques sur les variables RSL. Cela peut s'expliquer par le fait que les phénomènes observés l'été dans les lagunes intègrent très rapidement les apports en nutriments résultant des effets des conditions météorologiques. De plus, la comparaison de données RSL mensuelles estivales à des données journalières de pluviométrie pose un problème d'échelles de temps différentes. La mise en évidence d'un effet météorologique sur les variables du RSL pourrait être testée à partir des données mensuelles acquises sur les étangs palavasiens.

Les repères fournis par les ACP des groupes « OMH » et « LR-PACA-Corse » ont été jugés pertinents pour représenter les évolutions temporelles (« trajectoires ») de l'état vis-à-vis de l'eutrophisation pour chaque station. L'analyse comparée de plusieurs méthodes statistiques a permis :

- de confirmer le caractère intégrateur des variables NT, PT et CHLA, qui s'avèrent robustes pour représenter l'état des lagunes vis-à-vis de l'eutrophisation (Ifremer, Créocéan, UMII, 2000),
- de montrer la difficulté à expliquer la variabilité des paramètres dissous, qui indiquent des pollutions ponctuelles ou des apports récents. La recherche des facteurs limitants (N ou P) serait une piste pour mieux appréhender les évolutions de ces paramètres dissous (Souchu et al., 2010).

La représentation des données estivales du RSL dans le cadre de repères d'ACP pourrait être renouvelée à l'issue de la 3<sup>ème</sup> période RSL (2014-2010), afin de mettre à jour l'évolution des trajectoires pour chaque station. Il faudra dans ce cas veiller à bien interpréter les axes des nouveaux repères, qui peuvent être modifiés avec l'ajout de nouvelles données.

---

## 5. Bibliographie

Ifremer, Créocéan, UMII, 2000. Mise à jour d'indicateurs du niveau d'eutrophisation des lagunes méditerranéennes. Tomes I et II. Rapport marché public n°90 9851, 412 p.

Ifremer, 2003. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2002. Rapport RSL-03/2003, 495 p.

Ifremer, 2013a. Bilan méthodologique de l'outil de diagnostic de l'eutrophisation du RSL. RST-LER/LR 13-01. 263 p.

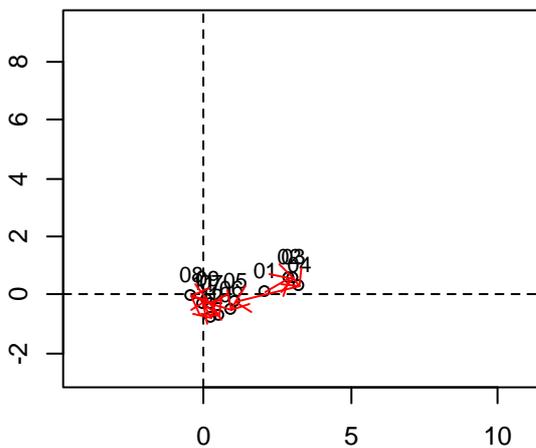
Ifremer, 2013b. Analyse statistique des données du RSL Etude des trajectoires écologiques des lagunes entre 2001 et 2012. Rapport d'étape. RST-LER/LR 13-06. 21 p.

Souchu P., Bec B., Smith V.H., Laugier T., Fiandrino A., Benau L., Orsoni V., Collos Y., Vaquer A, 2010. Patterns in nutrients limitation and chlorophyll *a* along an anthropogenic gradient in French Mediterranean coastal lagoons. Canadian Journal of Fishery and Aquatic Science, 67, pp. 743-753.

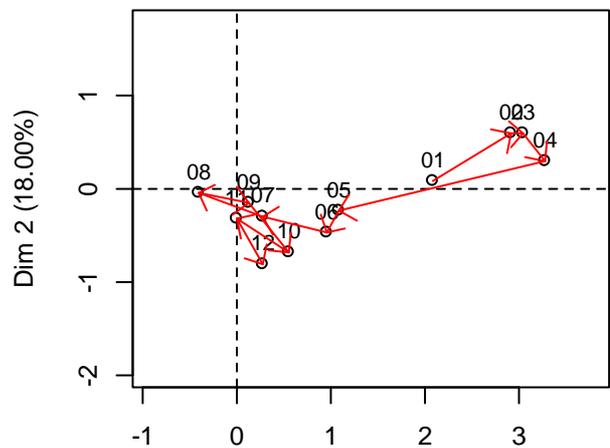
## Annexe 1. Trajectoire d'évolution des stations du groupe « LR-PACA-Corse » dans le repère de l'ACP commune

Représentation des barycentres des années dans le repère commun de l'ACP « LR-PACA-Corse ». Les axes 1 et 2 expliquent respectivement 56,15 % et 18 % de la variabilité. Les années de 2001 à 2012 sont indiquées de « 01 » à « 12 ». Les figures situées à gauche sont à la même échelle. Les figures situées à droite sont des zooms permettant de mieux visualiser les trajectoires. Le nombre d'années pour lesquelles des données sont disponibles est indiqué pour chaque station.

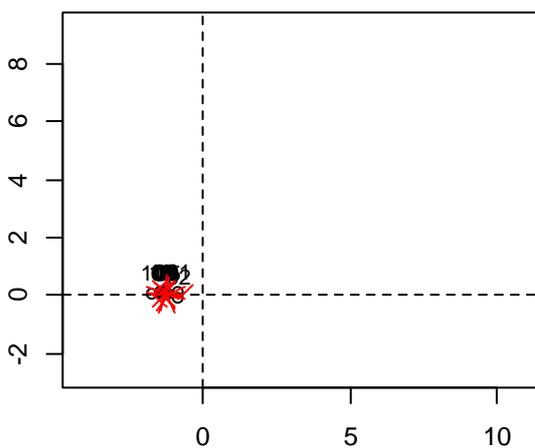
**ARN - 12 années**



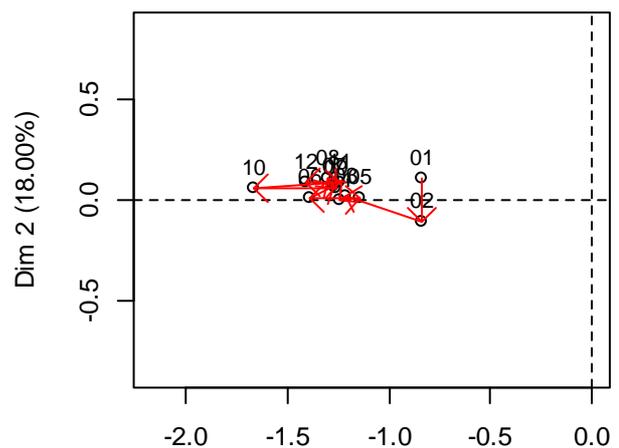
**ARN - 12 années**



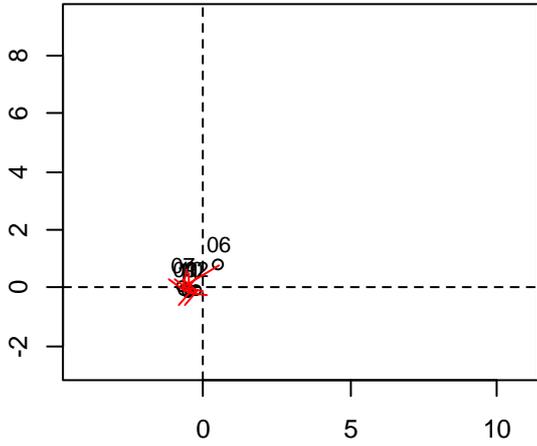
**AYR - 12 années**



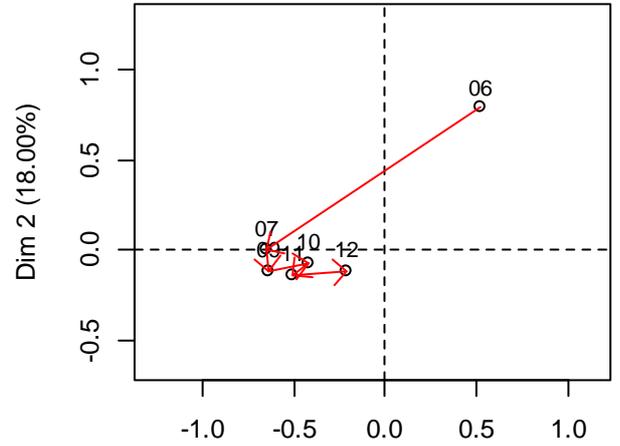
**AYR - 12 années**



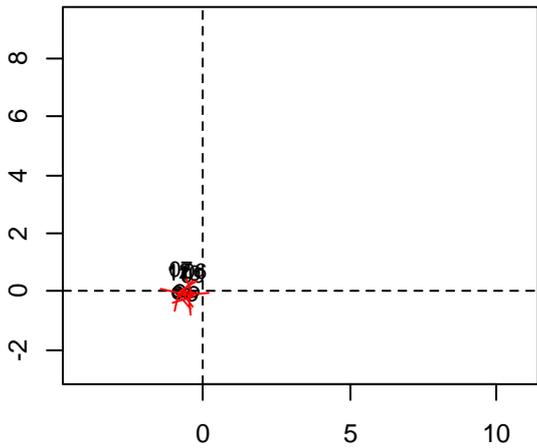
**BEF - 6 années**



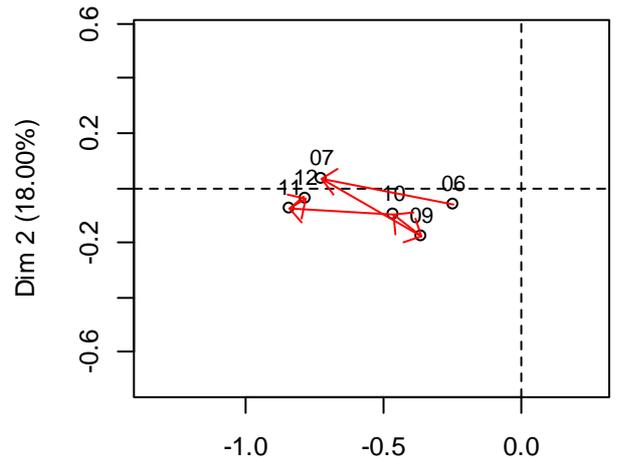
**BEF - 6 années**



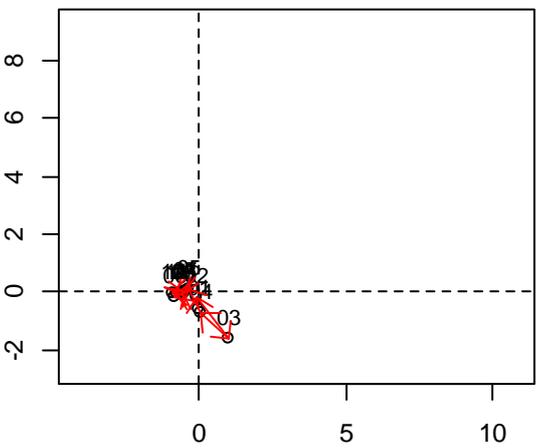
**BES - 6 années**



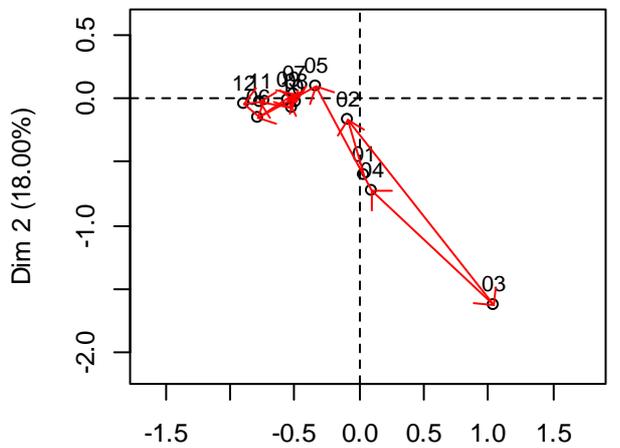
**BES - 6 années**



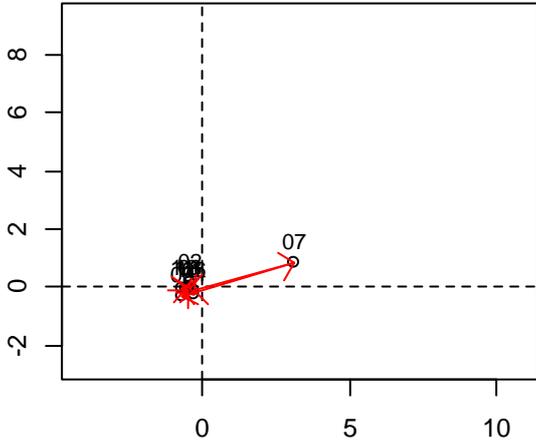
**BGN - 12 années**



**BGN - 12 années**

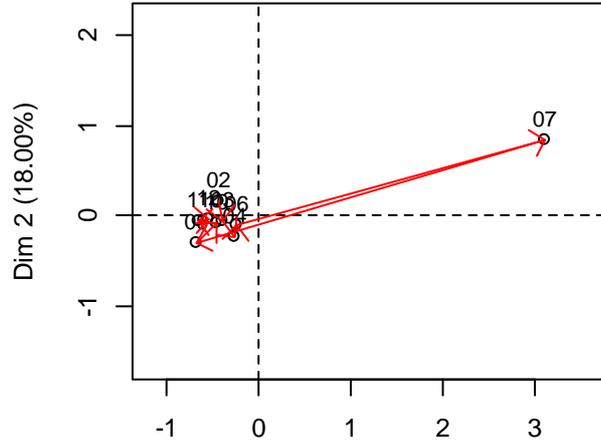


**BIN - 9 années**

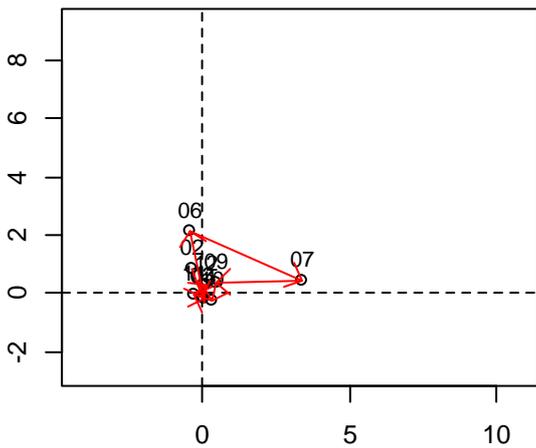


**BIS - 9 années**

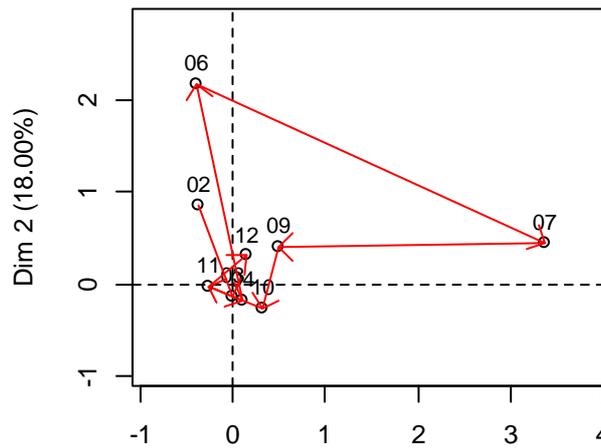
**BIN - 9 années**



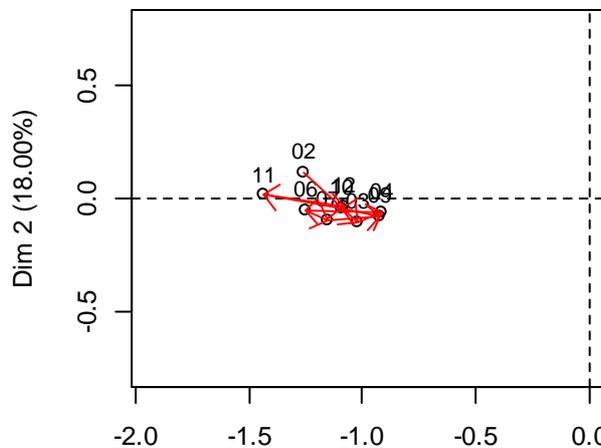
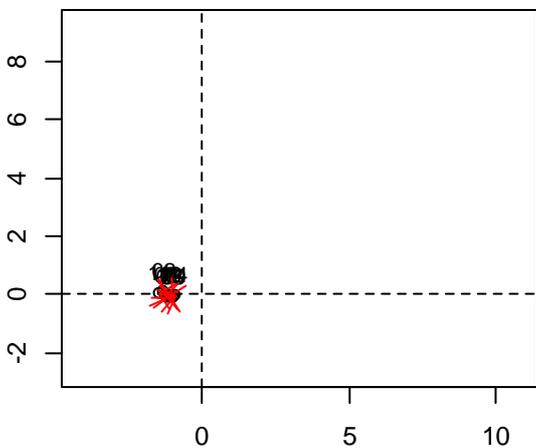
**BIS - 9 années**



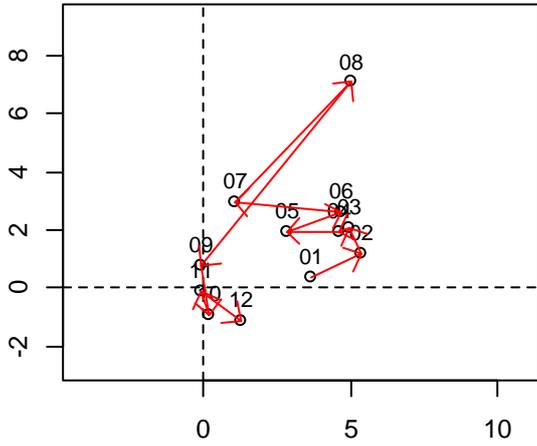
**DIA - 9 années**



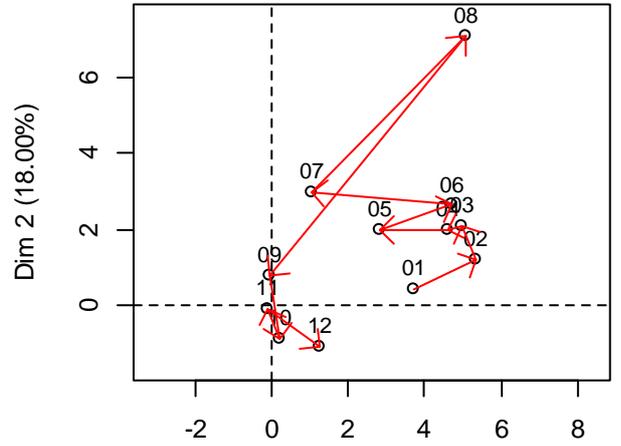
**DIA - 9 années**



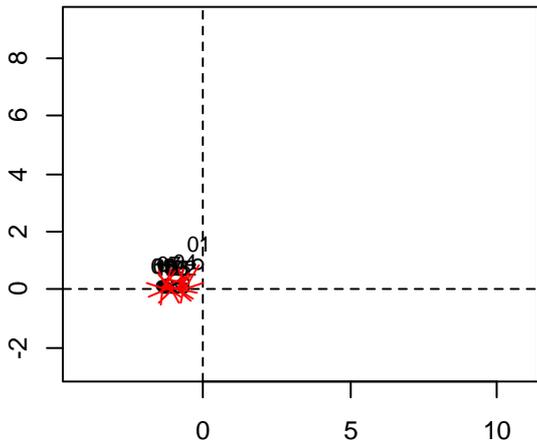
**GRC - 12 années**



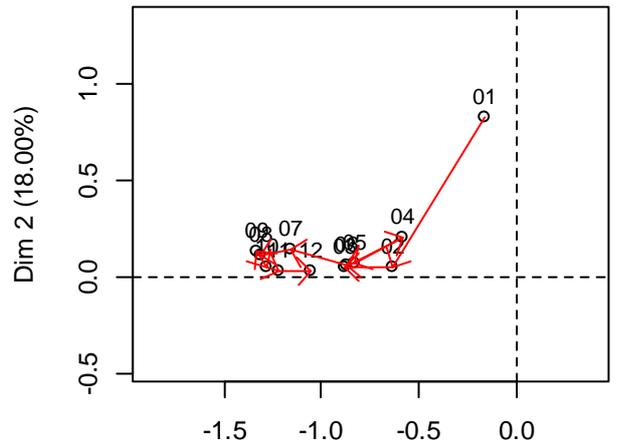
**GRC - 12 années**



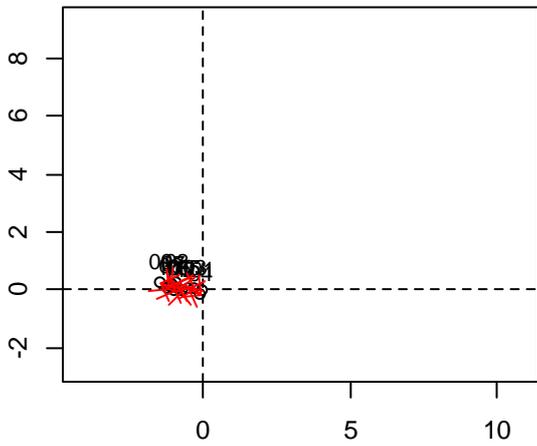
**GRU - 12 années**



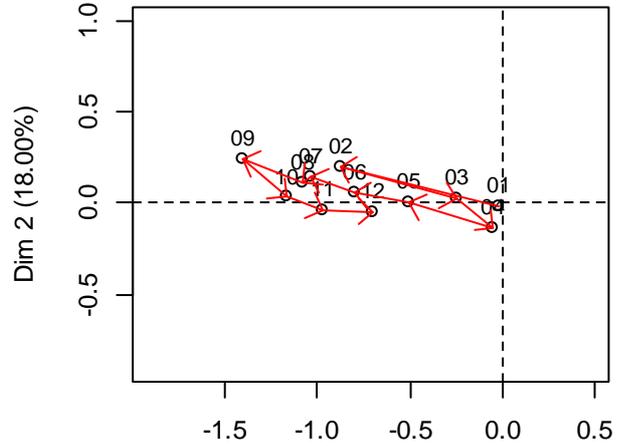
**GRU - 12 années**



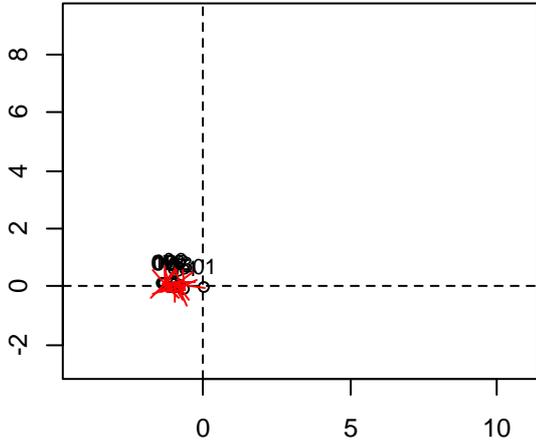
**INN - 12 années**



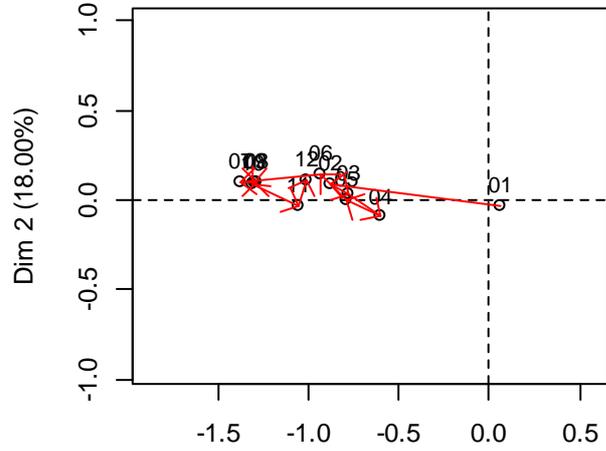
**INN - 12 années**



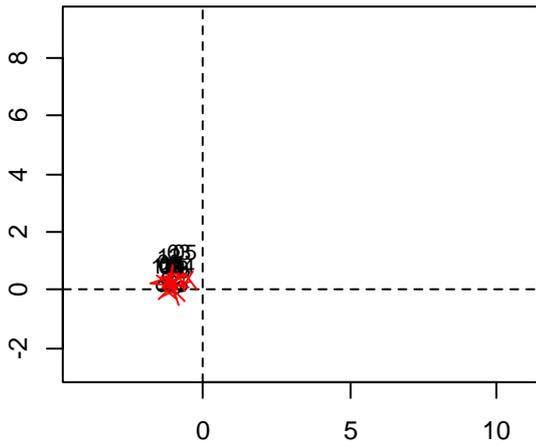
**INS - 12 années**



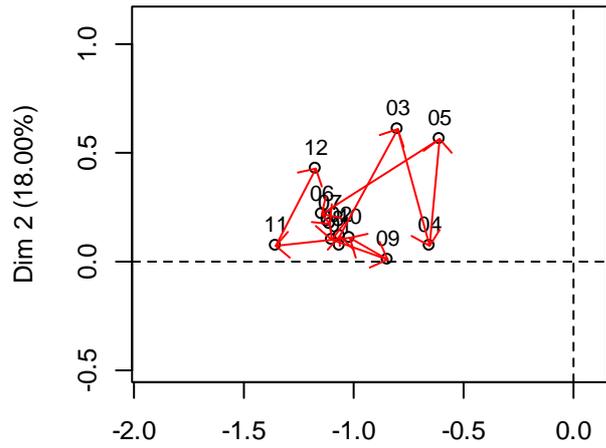
**INS - 12 années**



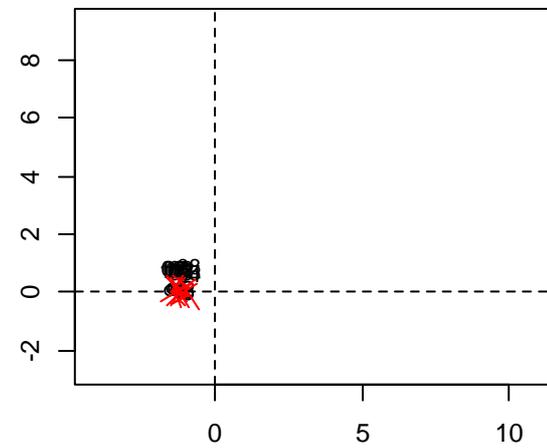
**LAP - 12 années**



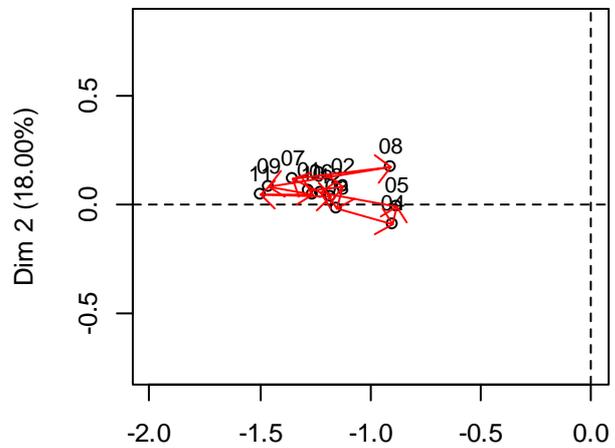
**LAP - 12 années**



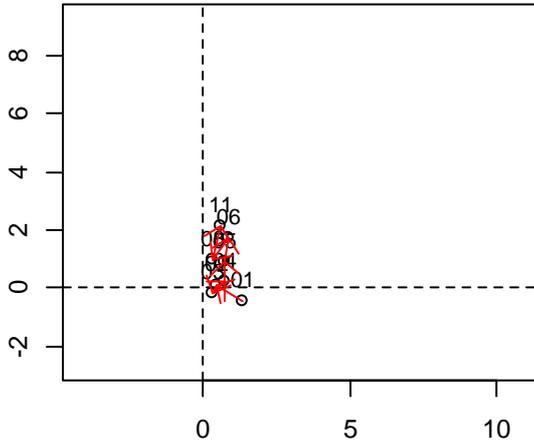
**LES - 12 années**



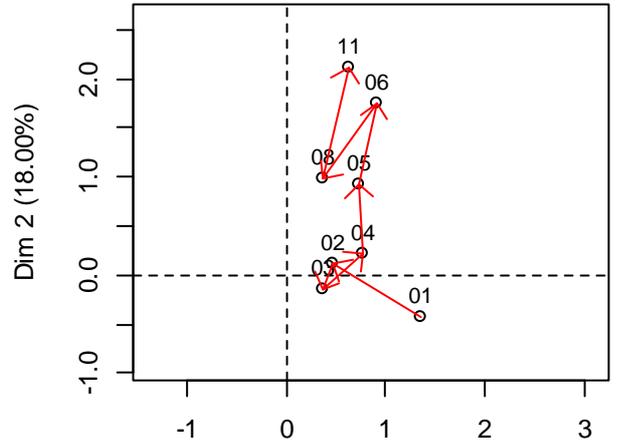
**LES - 12 années**



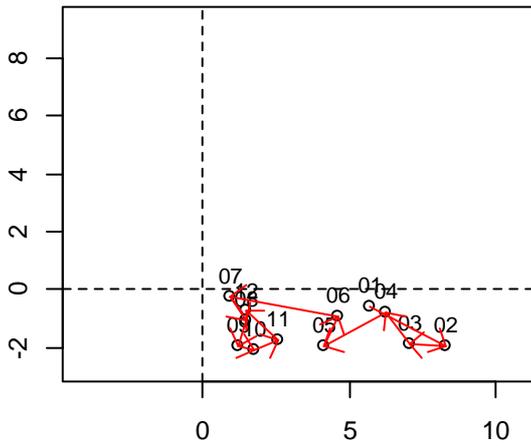
**MED - 8 années**



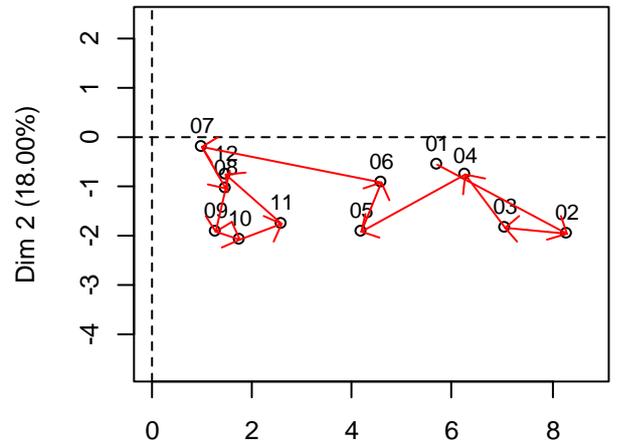
**MED - 8 années**



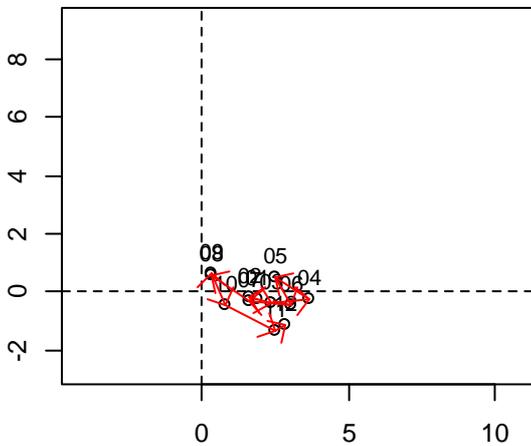
**MEW - 12 années**



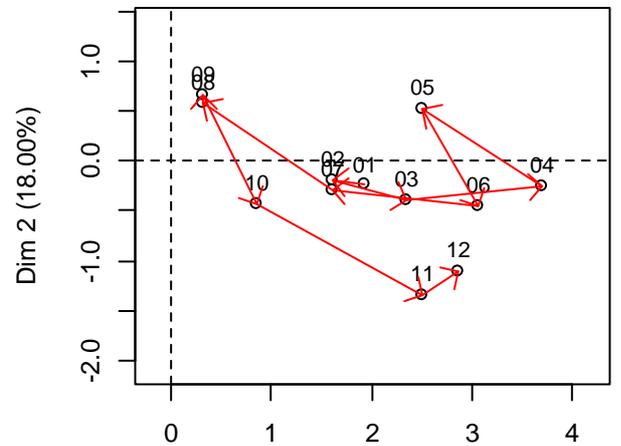
**MEW - 12 années**



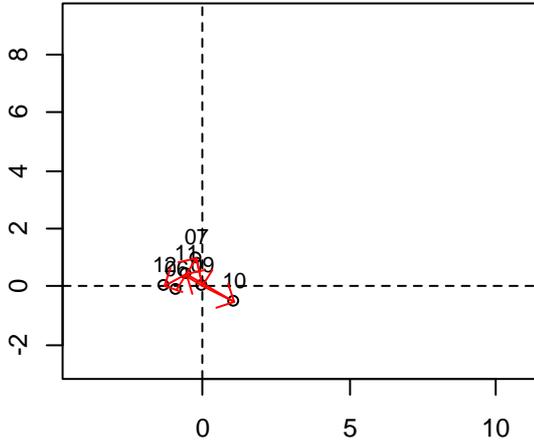
**ORE - 12 années**



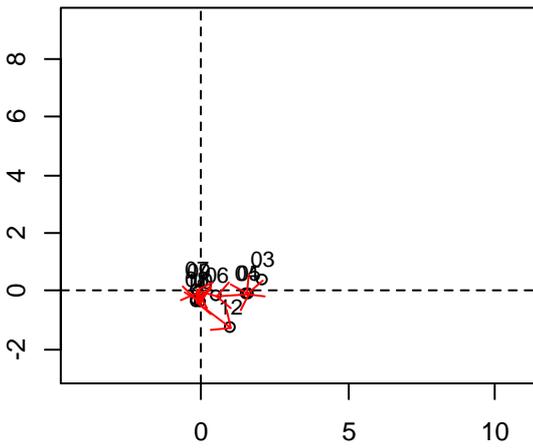
**ORE - 12 années**



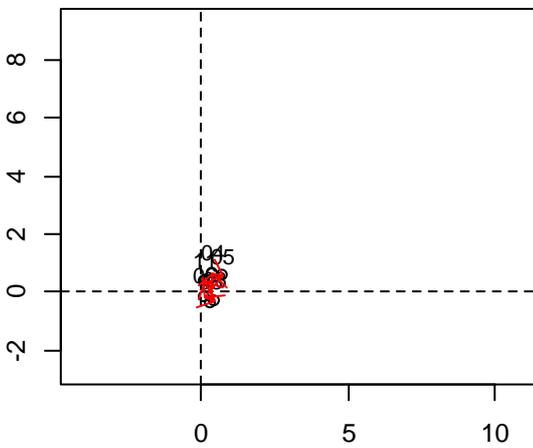
**PAL - 6 années**



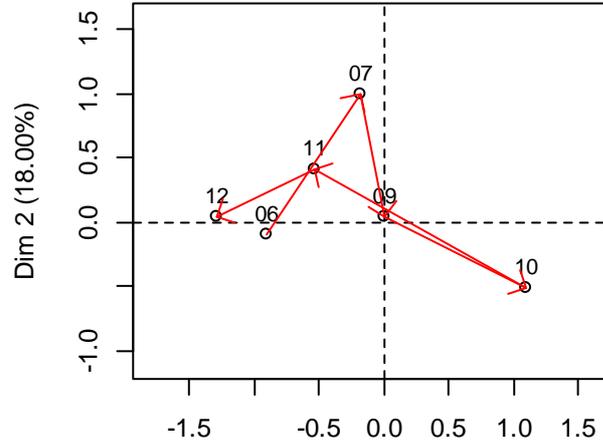
**PBE - 10 années**



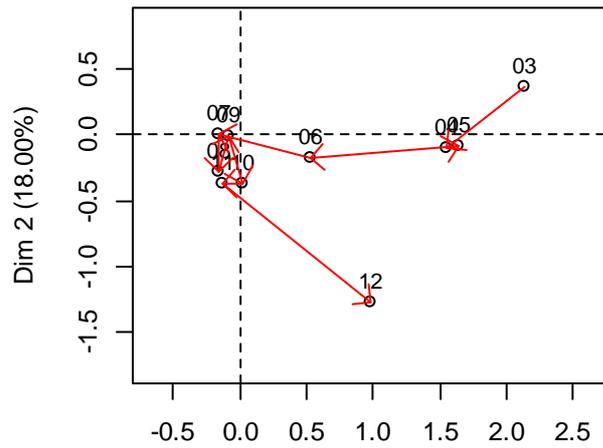
**PONS - 6 années**



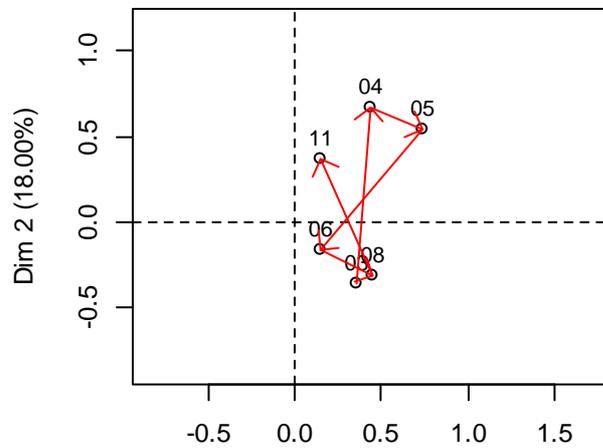
**PAL - 6 années**



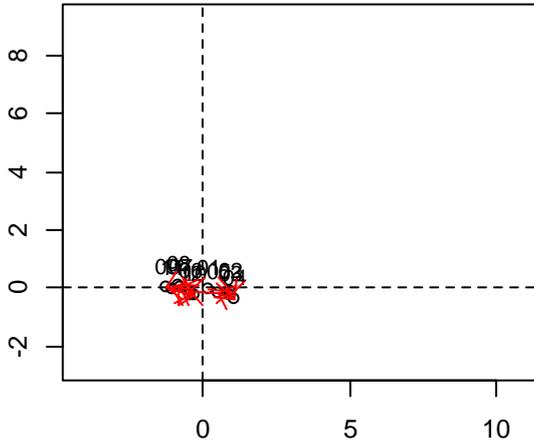
**PBE - 10 années**



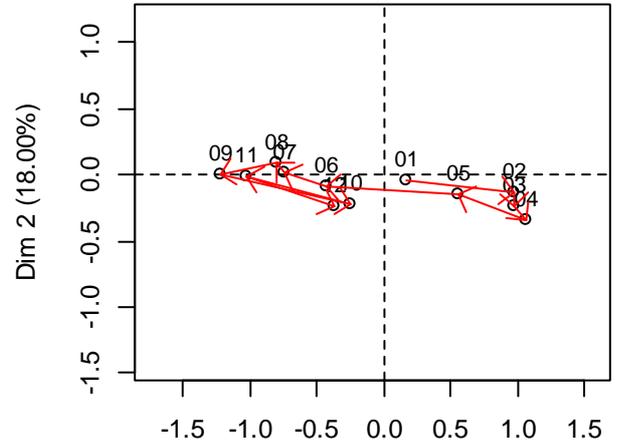
**PONS - 6 années**



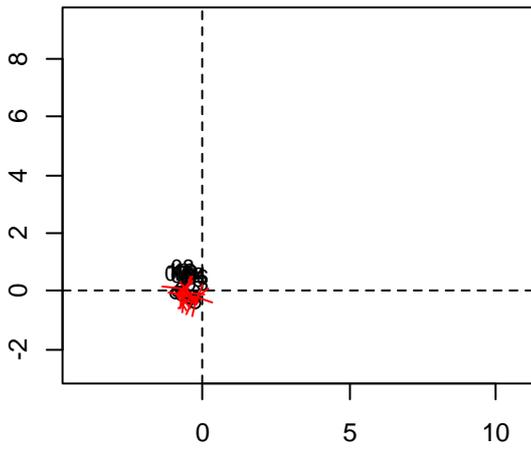
PRE - 12 années



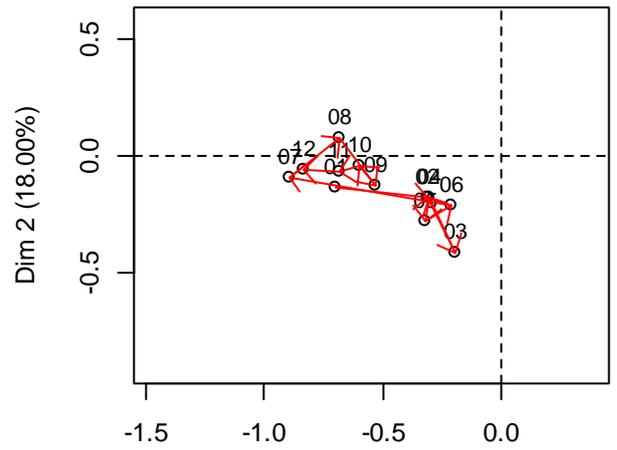
PRE - 12 années



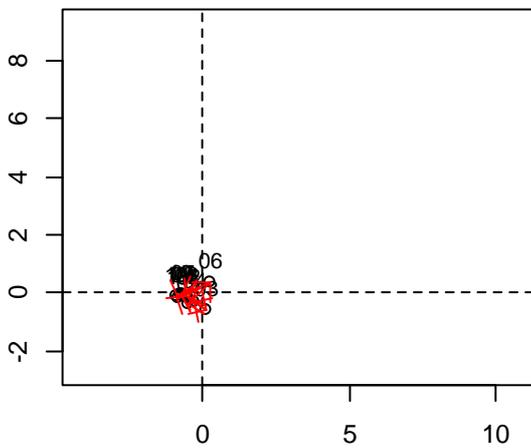
TANG - 12 années



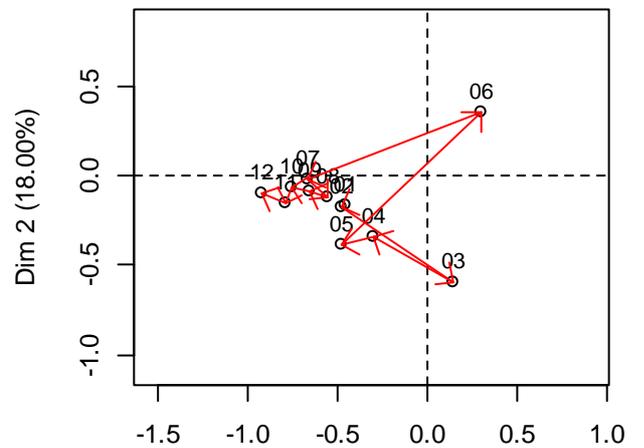
TANG - 12 années



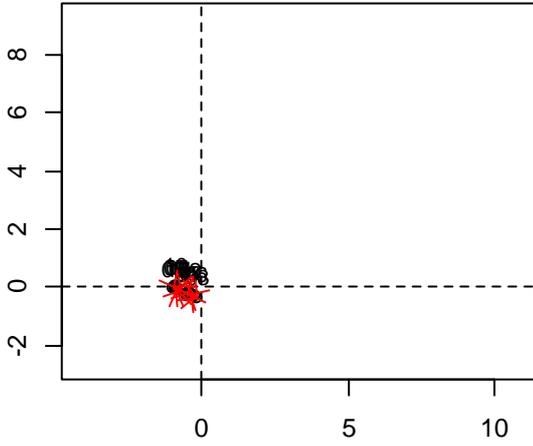
TEF - 12 années



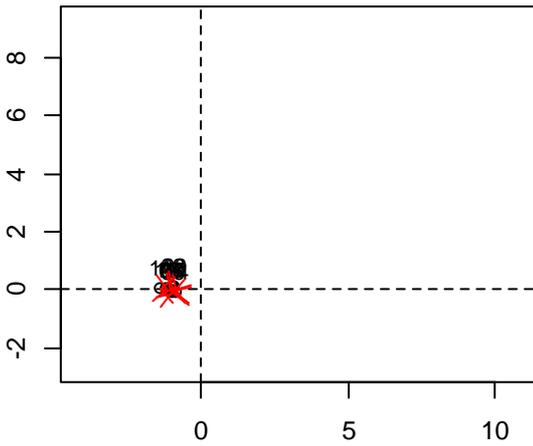
TEF - 12 années



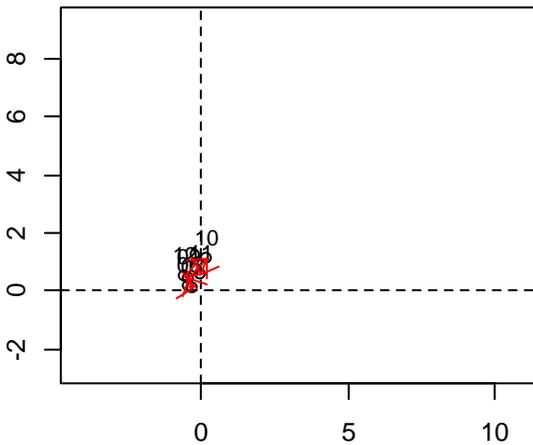
**TWF - 12 années**



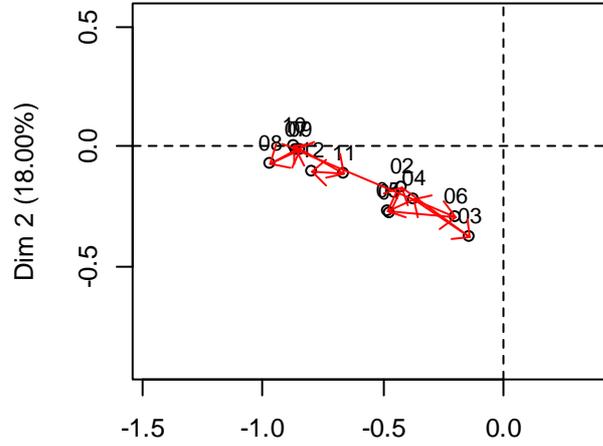
**URB - 9 années**



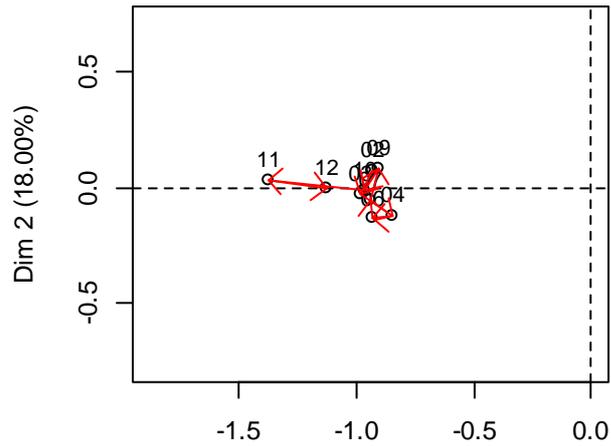
**VCS - 6 années**



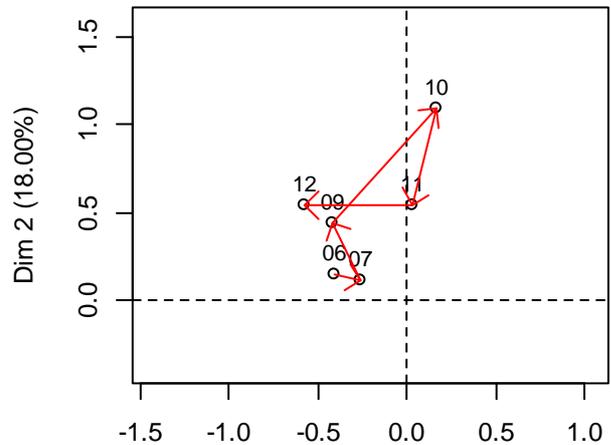
**TWF - 12 années**



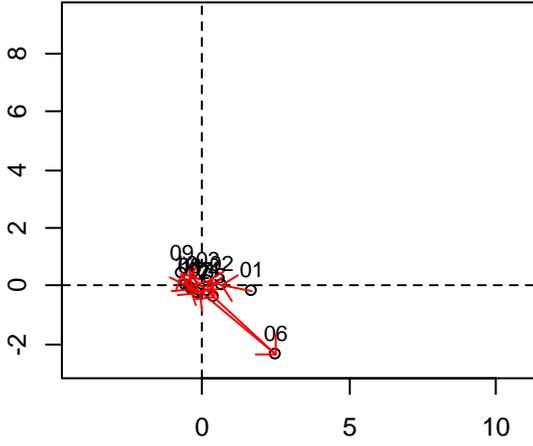
**URB - 9 années**



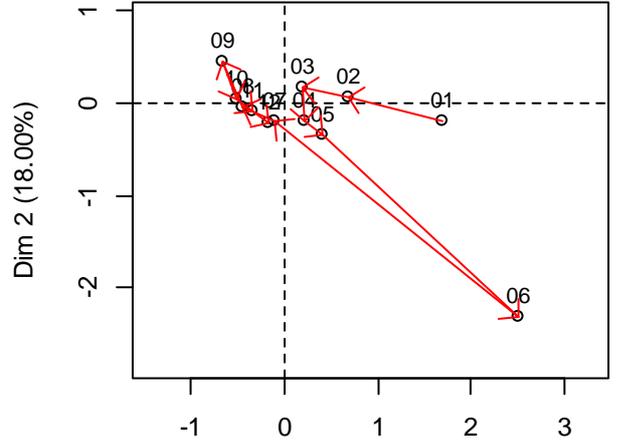
**VCS - 6 années**



VIC - 12 années



VIC - 12 années



## Annexe 2. Codes des stations RSL et DCE

Station	Lagune	Groupe (OMH = oligo-mésohaline)
ARN	Arnel	LR-PACA-Corse
AYR	Ayrolle	LR-PACA-Corse
BAN	Bagnas	LR-PACA-Corse
BEF	Berre fond	LR-PACA-Corse
BES	Berre surface	LR-PACA-Corse
BGM	Bages milieu	LR-PACA-Corse
BGN	Bages nord	LR-PACA-Corse
BGS	Bages sud	LR-PACA-Corse
BIN	Biguglia nord	LR-PACA-Corse
BIS	Biguglia sud	LR-PACA-Corse
CAM	Campagnol	OMH
CNS	Canet sud	Canet
DIA	Diane	LR-PACA-Corse
GRC	Grec	LR-PACA-Corse
GRU	Gruissan	LR-PACA-Corse
INN	Ingril nord	LR-PACA-Corse
INS	Ingril sud	LR-PACA-Corse
LAP	La Palme	LR-PACA-Corse
LEN	Leucate nord	LR-PACA-Corse
LES	Leucate sud	LR-PACA-Corse
MARN	Marette nord	OMH
MARS	Marette sud	OMH
MED	Médard	LR-PACA-Corse
MEE	Méjean est	LR-PACA-Corse
MEW	Méjean ouest	LR-PACA-Corse
ORE	Or est	LR-PACA-Corse
ORW	Or ouest	LR-PACA-Corse
PAL	Palo	LR-PACA-Corse
PBE	Pierre Blanche	LR-PACA-Corse
PONS	Ponant surface	LR-PACA-Corse
PRE	Prévoist est	LR-PACA-Corse
PRW	Prévoist ouest	LR-PACA-Corse
TANG	Thau Crique de l'Angle	LR-PACA-Corse
TEF	Thau est fond	LR-PACA-Corse
TES	Thau est fond	LR-PACA-Corse
TWF	Thau ouest fond	LR-PACA-Corse
TWS	Thau ouest surface	LR-PACA-Corse
URB	Urbino	LR-PACA-Corse
VCS	Vaccarès	LR-PACA-Corse
VDR	Vendres	OMH
VIC	Vic	LR-PACA-Corse

