



Etablissement public
du Marais poitevin

Evolution de la biodiversité en lien avec la gestion de l'eau dans le Marais poitevin 2014-2019

**Analyse de l'état initial 2014 et comparaisons entre les différents secteurs
de suivi**

Version détaillée



Gore Olivier, Csali-Faucillon Manon, Georges Romain, Rossignol Nicolas, Paillisson Jean-Marc & Bonis Anne.

Travail réalisé sous la direction de Paillisson Jean-Marc & Bonis Anne, UMR ECOBIO CNRS-Université de Rennes 1.

Pour l'Etablissement Public du Marais poitevin



Décembre 2015
Unité Mixte de Recherche ECOBIO



Ce rapport a été principalement rédigé par Olivier Gore, Ingénieur d'études contractuel au CNRS et chargé de la mise en œuvre opérationnelle du suivi de la Biodiversité en lien avec le régime hydrique. Ce rapport a été relu et corrigé par Jean-Marc Paillisson et Anne Bonis.

Pour le groupe des macro-invertébrés aquatiques, des analyses ont été prises en charge par Romain Georges, ingénieur au CNRS.

Pour les données relatives aux écrevisses et aux poissons, les analyses et l'interprétation ont été conduites par Jean-Marc Paillisson.

Pour la végétation de prairies, la mise en forme du jeu de données et son analyse a été conduite par Manon Csali-Faucillon et Nicolas Rossignol, sous la direction d'Anne Bonis.

Guillaume Bouger, assistant ingénieur au CNRS et Olivier Jambon, Ingénieur d'études au CNRS, ont conçu et mis en place les dispositifs de suivi des niveaux d'eau sur le terrain en 2014, en interaction étroite avec Olivier Gore, Jérôme Mansons et Yoann Leroy.

Olivier Gore a développé une version préliminaire de la base de données qui organisera l'ensemble des résultats de ce suivi 'biodiversité', en interaction étroite avec Françoise Le Moal, ingénieur au CNRS, qui a pris en charge la conception du modèle de données sous-jacent à la base de données.

Ce travail a été réalisé pour l'EPMP, en concertation avec Jérôme Mansons, Chargé de mission 'biodiversité'. Nous remercions la direction de l'EPMP pour sa confiance et les personnels de l'Etablissement public pour les interactions efficaces au cours de ce travail d'état des lieux. Nous remercions également le PNR du marais poitevin et les opérateurs chargés des suivis sur le terrain pour la qualité de leur travail et les échanges constructifs.

Remerciements :

Nous tenons à remercier les opérateurs de terrain et le PNR du Marais poitevin dont les compétences et le professionnalisme sont indispensables à la réalisation d'une telle étude :

Végétation prairiale : **Ouest aménagement**

Végétation aquatique : **Aquascop**

Limicoles nicheurs et odonates : **Ligue de Protection des Oiseaux**

Amphibiens et macrofaune aquatique : **Obios**

Ecrevisses : **Cap pêche et nature**

Poissons : **Hydro concept**

Nous remercions également les exploitants, gestionnaires ou propriétaires de parcelles pour nous autoriser à effectuer les suivis sur les prairies dont ils ont usage.

Table des matières

I.	Introduction.....	3
A.	Eléments de cadrage	3
B.	Dispositif.....	4
C.	Caractérisation environnementale.....	6
II.	Végétation prairiale.....	7
A.	Les différents types de végétation des prairies étudiées.....	9
B.	Type de végétation et diversité phytocénotique par secteur.....	19
C.	Comparaison des résultats acquis via le jeu de données ‘relevés Braun-Blanquet ’ et le jeu de fréquence d’occurrence acquis via la méthode des quadrats	26
III.	Végétation aquatique.....	30
A.	Diversité par secteur	30
B.	Analyse des occurrences par station pour chacun des secteurs.....	36
C.	Comparaison de la végétation des canaux entre secteurs.....	42
D.	Recouvrement et répartition entre végétations émergée et immergée	49
IV.	Limicoles nicheurs	52
A.	Fréquentation générale.....	52
B.	Nicheurs potentiels	54
V.	Amphibiens et Macrofaune aquatique	58
A.	Amphibiens.....	59
B.	Poissons.....	59
C.	Invertébrés	60
D.	Analyses sur l’ensemble des taxons macro-invertébrés aquatiques	62
VI.	Odonates	69
A.	Richesse spécifique par secteur	70
B.	Effectif par station	71
VII.	Ecrevisses.....	74
A.	Etat des populations.....	75
B.	Structure des peuplements	76
VIII.	Poissons.....	77
C.	Diversité par secteur	78
D.	Structure des peuplements	80
IX.	CONCLUSION	83

Bibliographie	83
Annexe I : Paramètres environnementaux et éléments paysagers compilés en 2014 et 2015	3
Annexe II : Végétation prairiale - Fréquence des espèces par secteur	5
Annexe III : Végétation prairiale - Fréquence des espèces dans les groupes issus de la classification (tableau 5)	6
Annexe IV : Macrofaune aquatique - AFC Niveaux hétérogènes	11
Annexe V : Macrofaune aquatique - AFC Niveaux hétérogènes, retrait des taxons <i>Atyaephyra desmaresti</i> (espèce) et <i>Palaemonidae</i> (famille).....	12
Annexe VI : Macrofaune aquatique - AFC Famille.....	13
Annexe VII : Macrofaune aquatique - AFC Niveaux hétérogènes, retrait des taxons <i>Atyidae</i> et des <i>Palaemonidae</i>	14

I. Introduction

La mise en place d'un dispositif de suivi de la biodiversité en lien avec les modalités de gestion des niveaux d'eau sur le marais correspond à une demande du SDAGE 2010-2015. Initiée par le SGAR Poitou-Charentes en 2010, cette opération a ensuite été confiée à l'EPMP lors de sa création. Ce dispositif permettra d'affiner les connaissances, de communiquer vers les acteurs et d'orienter les modes de gestion de l'eau.

Pour la conception de ce dispositif, l'EPMP s'est appuyé sur l'expertise développée par le laboratoire ECOBIO de l'Université de Rennes 1 qui possède une expérience dans l'étude de l'évolution de la biodiversité, en particulier dans les zones humides du Grand Ouest. Les protocoles mis en œuvre ont été proposés dans le rapport rédigé en amont à ce suivi (Bonis *et al.* 2012), avec pour certains d'entre eux quelques modifications mineures suite à la phase test conduite en 2013.

Le présent rapport a vocation à rassembler les premières analyses de données effectuées sur les jeux de données de 2014. Il présente pour chaque protocole les jeux de données, le décline sous forme de tableaux synthétiques, et en propose une analyse descriptive. Destiné à un public généraliste, les procédures d'analyses sont présentées de manière simplifiée pour permettre à chacun de s'approprier les méthodes mises en œuvre.

A. Éléments de cadrage

La biodiversité a été comparée entre les différents secteurs de marais, et ce, pour tous les groupes taxonomiques suivis lors de la campagne 2014 : la végétation prairiale, la végétation aquatique, les limicoles, la macrofaune aquatique, les odonates, les écrevisses et les poissons. La comparaison avec les données partielles obtenues en 2013 sera faite lorsque cela sera possible.

Chaque secteur pourra être caractérisé, sur le plan :

- des espèces dominantes de chacun des groupes taxonomiques suivis ;
- des assemblages (approche habitat pour la végétation) et de leur structure trophique lorsque les données s'y prêtent (macrofaune aquatique, poissons) ou de préférendum écologique (proportion d'espèces végétales immergées/émergées dans le réseau, % d'espèces d'odonates par habitat échantillonné) ;
- des espèces remarquables sur le plan patrimonial ;
- du caractère « d'indicateur biologique » de certaines espèces le cas échéant (cf. les espèces prairiales hygrophiles).

Les éventuels contrastes de biodiversité au niveau intra- et inter-secteur (voire intra et inter-station) seront recherchés.

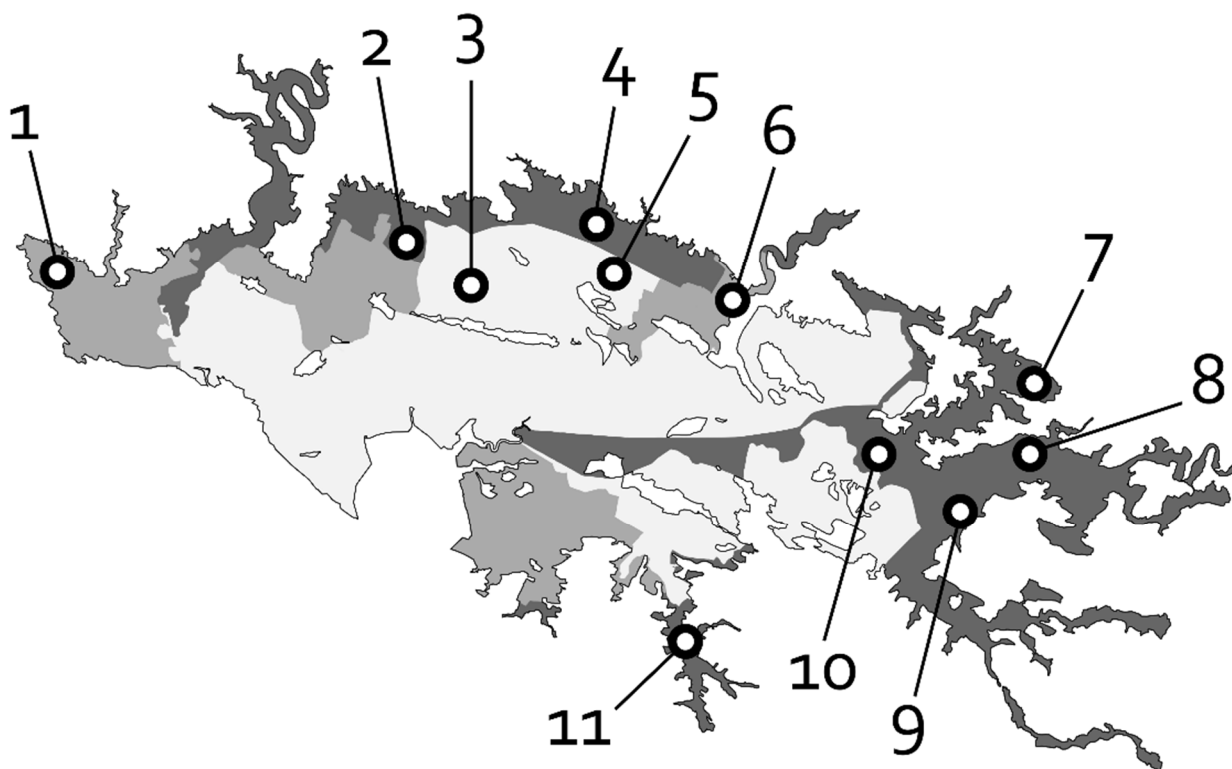
B. Dispositif

Ont été retenus pour ce suivi, des groupes d'espèces et des milieux connus pour leur sensibilité au changement de régime hydrique et qui représentent différents maillons de la chaîne alimentaire.

7 protocoles sont ainsi mis en place dès 2014 :

- Suivi de la végétation prairiale
- Suivi de la végétation aquatique
- Suivi des limicoles nicheurs
- Suivi des amphibiens et de la (macro)faune aquatique
- Suivi des odonates
- Suivi des écrevisses
- Suivi des poissons

Ces protocoles (Bonis *et al.* 2012) sont appliqués sur 11 secteurs représentatifs des différents types de marais (mouillés, desséchés...) et des situations de gestion de l'eau rencontrées dans le marais (voir carte 1). Seul le suivi des limicoles nicheurs est effectué sur une partie seulement des secteurs : les secteurs 1 à 6 et le secteur 11. Les autres secteurs ne présentent en effet pas de conditions favorables à la nidification de ces espèces (espaces ouverts).

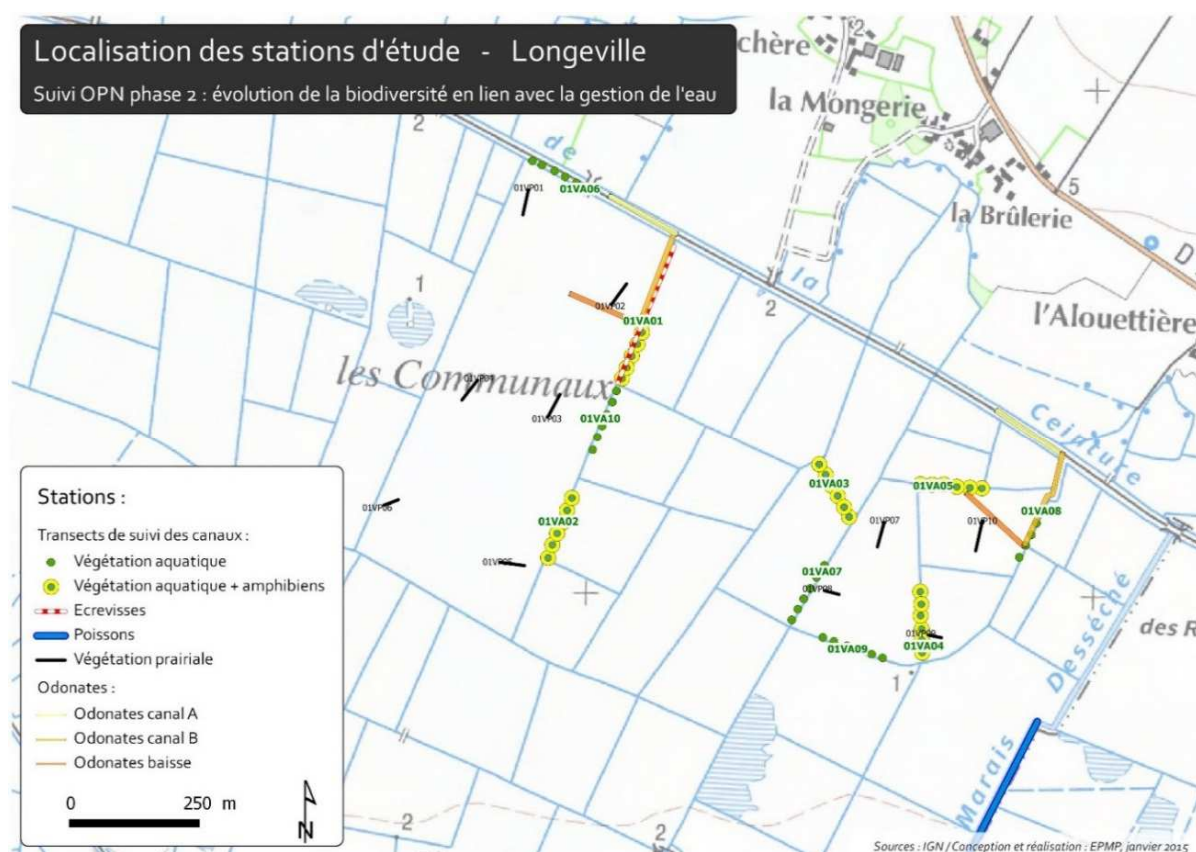


Carte 1 : localisation des secteurs.

Tableau 1 : typologie des secteurs.

Secteur	Nom	Typologie fma	Typologie ecobio
1	Longeville	Marais intermédiaire	Marais intermédiaire - système prairial subsaumâtre
2	Luçon	Marais mouillé	Marais mouillé - système prairial subsaumâtre
3	Champagné	Marais desséché	Marais desséché - système prairial subsaumâtre
4	Nalliers	Marais mouillé	Marais mouillé - système prairial subsaumâtre
5	Boissière	Marais desséché	Marais desséché - système prairial subsaumâtre
6	Le Poiré	Marais mouillé	Marais mouillé, fond de vallée - système prairial oligo-saumâtre
7	Sainte-Christine	Marais mouillé	Marais mouillé, fond de vallée - système prairial doux
8	Le Mazeau	Marais mouillé	Marais mouillé, fond de vallée - système prairial doux
9	Saint-Hilaire-La-Palud	Marais mouillé	Marais mouillé, fond de vallée - système prairial doux
10	La Ronde	Marais mouillé	Marais mouillé, fond de vallée - système prairial doux
11	Cuvette de Nuillé	Marais mouillé	Marais mouillé, fond de vallée - système prairial doux

Les suivis sont mis en œuvre dans les prairies (pour les odonates, la végétation prairiale) et les canaux attenants (pour les poissons, les écrevisses, la végétation aquatique, la macrofaune aquatique). Les stations d'échantillonnages ont été choisies pour être les plus représentatives possible du secteur et les plus similaires sur le plan de la gestion agricole. En effet, l'objectif est de pouvoir isoler un effet éventuel du régime hydrique sur la biodiversité par rapport aux effets d'autres facteurs. Certains groupes taxonomiques sont suivis sur des stations communes : toutes les stations de suivi de la macrofaune aquatique (5 par secteur) font également l'objet d'un suivi de la végétation aquatique. Parmi ces stations mutualisées, une par secteur accueille une partie des nasses du suivi des écrevisses (carte 2).



Carte 2 : exemple de répartitions des stations.

C. Caractérisation environnementale

Lors de la campagne de terrain 2014, un effort particulier a été apporté à la caractérisation des variables environnementales pouvant 'typer' les secteurs et les stations. Ces variables seront par la suite des variables candidates pour l'analyse des données de biodiversité. Parmi les variables environnementales à acquérir sur le terrain figurent les données relatives aux chroniques de niveau d'eau, avec un point de collecte de données par secteur.

Les variables environnementales récoltées caractérisent l'environnement à différentes échelles spatiales. La liste des paramètres actuellement disponibles ou en cours d'acquisition est consultable en Annexe I. Par exemple, à l'échelle de chacun des secteurs de marais (tableau 2), nous avons calculés la superficie de l'unité de gestion hydraulique, celle du linéaire de canaux, de l'assolement, et disposons des données topographiques Lidar acquises antérieurement à ce travail. Pour les stations de type « canaux » (tableau 2), ont été décrits les gabarits (largeur, profondeur etc...), les habitats des berges (structure des haies, pente et végétalisation des berges etc.). Des données physico-chimiques sont également acquises sur les stations des suivis poissons et de la macrofaune aquatique. Pour les stations « prairies », des informations permettant de décrire les pratiques agricoles ont été acquises.

Tableau 2 : types de variables environnementales compilées en 2015.

Echelle	Type de variables environnementales
Secteur	Assolement Linéaires de canaux Données topographiques (LIDAR) Variables issues des chroniques de niveaux d'eau
Station Limicoles	Assolement Surface des mares Linéaires de canaux
Parcelles agricoles	Utilisation agricole (type de pâturage, date de fauche, fertilisation...) Gestion environnementale Topographie (point haut, point bas, altitude moyenne...) Inondabilité
Canaux	Physicochimie Hauteurs d'eau, de vase et des berges Largeur des canaux Ombrage Pente des berges Végétalisation des berges (continuité, recouvrement, hauteur) Caractérisation des haies (continuité, hauteur, largeur) Assolement et éléments paysagers riverains

Cette première caractérisation environnementale constitue un socle qui est amené à être complété en 2016/2017. Une réflexion est en cours sur le rôle de certains paramètres en fonction du taxon étudié (par exemple l'assolement sur la macrofaune aquatique) afin de déterminer les échelles de prise en compte qui sont optimales pour chaque groupe taxonomique.

Un important travail reste à réaliser concernant la mise en forme des chroniques de niveaux d'eau en variables exploitables en lien aux données de biodiversité. Fin 2015, nous disposons d'au moins une année de mesures des niveaux d'eau superficielle pour 5 secteurs équipés en sondes fin 2014 (2, 3, 4, 6 et 9), et des chroniques plus anciennes sur les 6 autres secteurs. Une méthodologie devra également être définie pour renseigner la notion de connectivité, aussi bien des canaux que des baisses, avec le réseau hydraulique.

Remarque : des différences observées entre stations ou secteurs, pourraient être dues à des interventions de gestion (curage, arrachage mécanique *etc.*) et ne reflèteraient pas une situation « normale ». Ces informations ne sont pas disponibles lors de la rédaction de ce rapport. Ces paramètres nécessitent une compilation, pour les événements passés, et une veille pour intégrer les événements à venir jusqu'à la fin du suivi.

II. Végétation prairiale

Jeu de données :

Sur chacun des 11 secteurs, 10 stations ont été choisies de façon à répondre aux critères suivants :

- présenter les mêmes conditions sur le plan du régime hydrique ;
- être sur des types de sol équivalents ;
- présenter des gestions agricole et pastorale les plus similaires possibles.

Il a été choisi de sélectionner en priorité des parcelles pâturées mais la pratique occasionnelle de fauche n'est pas à exclure si elle est représentative du mode de gestion des prairies sur le secteur. Dans certains secteurs (cf secteurs 9 et 10), peu de parcelles de prairies étaient disponibles et de gestion très hétérogène : les stations de suivi sont en conséquence caractérisées par des contextes agricoles et pastoraux plus variés que dans les autres secteurs.

Dans chaque station, l'échantillonnage de la végétation s'effectue le long d'un transect situé de façon à :

- intégrer les zones les plus basses topographiquement et donc susceptibles d'être les plus inondées ;
- suivre le gradient topographique pour inclure des conditions contrastées quant aux conditions d'inondabilité. Chaque station (parcelle de prairie) peut présenter des configurations particulières sur le plan topographique et de ses dimensions. La longueur du transect le long duquel sont organisés les relevés de végétation en prairie n'est donc pas identique d'une station à l'autre.

Le long du transect, les groupements végétaux homogènes sont repérés puis un relevé de type phytosociologique est effectué sur une surface de 4 x 4 mètres. Il s'agit de déterminer chaque espèce présente et de lui affecter un coefficient d'abondance dominance qui peut être ensuite traduit en

équivalent % de recouvrement par l'espèce sur la surface du relevé. Le % de sol nu et la hauteur de la végétation sont notés, ainsi que le caractère inondé et la hauteur d'eau le cas échéant.

En complément de ce relevé de végétation, la fréquence des espèces dans chaque groupement homogène est également mesurée par la présence de chacune d'entre elles dans 20 quadrats de 25x25cm. Ces données seront particulièrement utiles pour suivre la dynamique de la végétation au cours du temps (effet inter-annuel). Dans le cadre de l'analyse des données 2014, la similitude des résultats obtenus par ces deux jeux de données a été vérifiée.

	Secteurs	Station (= transects)	Groupements homogènes par station	Nb relevés (méthode 1)	Quadrats (méthode 2)
L'ensemble de l'étude	11	110	De 1 à 7 / station*	270 par an*	5400*

**ces chiffres pourront être revus à la baisse, en effet certains groupements (donc relevés puis quadrats) ont été notés en 2014 à titre indicatif et pourraient ne plus être prospectés les années suivantes.*

Les relevés de végétation réalisés permettent donc de décrire les groupements végétaux présents dans chaque station depuis les zones les plus longuement inondées jusqu'aux zones plus hautes où le sol est seulement engorgé au pic de crue voire jamais anoxique.

Résultats présentés :

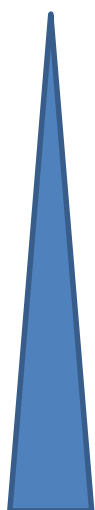
- Les différents types de végétation des prairies étudiées ;
- Typologie de la végétation et diversité spécifique ;
- Effets des secteurs sur la végétation : types présents, % de chaque type et diversité phytocoenotique ;
- Analyse par indice de préférendum écologique S, F et N par type et par secteur.



Les indices d'Ellenberg concernent entre autres les préférendum des espèces à l'humidité et à l'inondation (F), à la ressource en azote (N) et à la conductivité du sol (indice S).

L'interprétation des compositions en espèces dans les différentes stations et secteurs peut ainsi se baser sur ces connaissances bien étayées sur l'écologie des espèces (travaux à l'échelle européenne : Ellenberg *et al.* (1991) complétés pour l'Europe de l'Ouest par Hill *et al.* 1999.). Certaines espèces de type atlantico-méditerranéennes ne sont pas renseignées dans ces travaux et ne sont donc pas prises en compte dans le calcul de ces indices réalisés à l'échelle des groupements végétaux.

Exemple de gammes et signification des indices d'Ellenberg utilisés, ici l'indice relatif à l'humidité du sol (F) :



- 1** Indicateur de sècheresse extrême, réservé aux sols souvent à sec pendant un certain temps
- 2** Entre 1 et 3 de sites secs, plus souvent trouvé sur la terre ferme que dans les endroits humides
- 3** Indicateur de sites secs, plus souvent trouvé sur la terre ferme que dans les endroits humides
- 4** Entre indices 3 et 5
- 5** Indicateur de site humide, principalement sur les sols frais d'humidité moyenne
- 6** Entre indices 5 et 7
- 7** Indicateur d'humidité, principalement ou constamment sur sol humide ou peu mouillé mais pas sur sol très humide
- 8** Entre indices 7 et 9
- 9** Indicateur de site humide, souvent dans des eaux saturées et des sols mal aérés
- 10** Indicateur de sites en eaux peu profondes qui peuvent ne pas être en eau stagnante pendant de longues périodes
- 11** Plante à racine sous-marine, mais avec une partie aérienne ou plante flottante à la surface
- 12** Plante submergée, en permanence ou presque constamment sous l'eau

Figure 1 : référentiel Ellenberg et al. 1991 pour l'indice F (pour Flooding) reflétant l'affinité pour l'humidité voire l'inondation des stations (Ellenberg, 1988 complété par Hill et al. 1999).

A. Les différents types de végétation des prairies étudiées

Peut-on typer la diversité des couverts végétaux au regard des conditions écologiques ?

1. Variabilité de la végétation inter-secteur

Une analyse multivariée de type ACP a été effectuée sur l'ensemble des relevés de végétation, c'est-à-dire pour tous les secteurs, stations et groupements homogènes échantillonnés, quelle que soit leur position le long du gradient topographique éventuellement présent.



Une ACP est une méthode d'analyse multivariée voisine de l'AFC. Elle considère des tableaux de mesure avec en ligne des individus (secteurs, stations, groupements) et en colonne des variables quantitatives, ici une valeur numérique proportionnelle aux abondances des taxons. Cette valeur est obtenue à partir des relevés phytosociologiques comportant les indices de Braun-Blanquet transformés via une table de conversion (Tableaux 3 et 4).

Tableau 3: table de conversion des indices Braun-Blanquet (R.Meddou).

AD	R% moyen (Dufrêne, 1998)	Van der Maarel (1979)
5	87.5	9
4	62.5	8
3	37.5	7
2	15	5
1	2.5	3
+	0.2	2
r	0.1	1

Tableau 4 : exemple de tableau de mesure

	espèce 1	espèce 2	espèce 3	espèce 4	espèce 5	espèce 6	...
relevé 1	0	0,2	37,5	0	0	0,1	
relevé 2	0	0,2	15	0	0	0,1	
relevé 3	0	0,1	0	0	2,5	0	
relevé 4	0,1	0	0	0,1	0	0	
relevé 5	0	0	0	0,1	0	0	
relevé 6	0	0	0	0	0	87,5	
...							

L'objectif de ce type d'analyse est de chercher des ressemblances entre individus et de déterminer quels critères peuvent expliquer les différences observées. Cette méthode produit des représentations sur un espace à deux dimensions en préservant au mieux les relations entre les individus et les variables. L'interprétation graphique consiste à observer si les secteurs et/ou espèces semblent s'opposer sur ces axes ou au contraire s'associent. Le pourcentage d'inertie restituée (la part expliquée) est indiqué pour chaque axe. Une méthode de classification peut être réalisée par la suite.

Le plan factoriel ½ de cette ACP (Figure 2) met en évidence deux grands groupes de relevés de végétation distincts :

- Un groupe constitué par les relevés de végétation des secteurs 7 à 11, assez compact, situé à gauche (valeur négative) de l'axe 1 ;
- Un groupe incluant les secteurs 1 à 6, avec des relevés qui se répartissent sur une plus large gamme de valeurs de coordonnées sur l'axe 1 et sur l'axe 2.

Groupe des secteurs 1 à 6 :

Secteur 1 : Longeville sur mer
Secteur 2 : Luçon
Secteur 3 : Champagné les marais
Secteur 4 : Nalliers
Secteur 5 : Boissière
Secteur 6 : Le Poiré sur Velluire

Groupe des secteurs 7 à 11 :

Secteur 7 : Sainte Christine
Secteur 8 : Le Mazeau
Secteur 9 : Saint Hilaire la Palud
Secteur 10 : La Ronde
Secteur 11 : Nuaillé d'aunis

L'axe 1 de l'ACP présentée figure 2 distingue, du côté gauche du plan factoriel, des relevés caractérisés par des espèces essentiellement présentes dans les systèmes de marais doux. *Ranunculus repens* possède un indice d'Ellenberg de salinité de 0 illustrant une salinité faible, contrairement à *Hordeum secalinum* (indice=6), *Plantago coronopus* (indice=6) ou *Juncus gerardi* (indice=7), espèces situées à droite du plan factoriel.

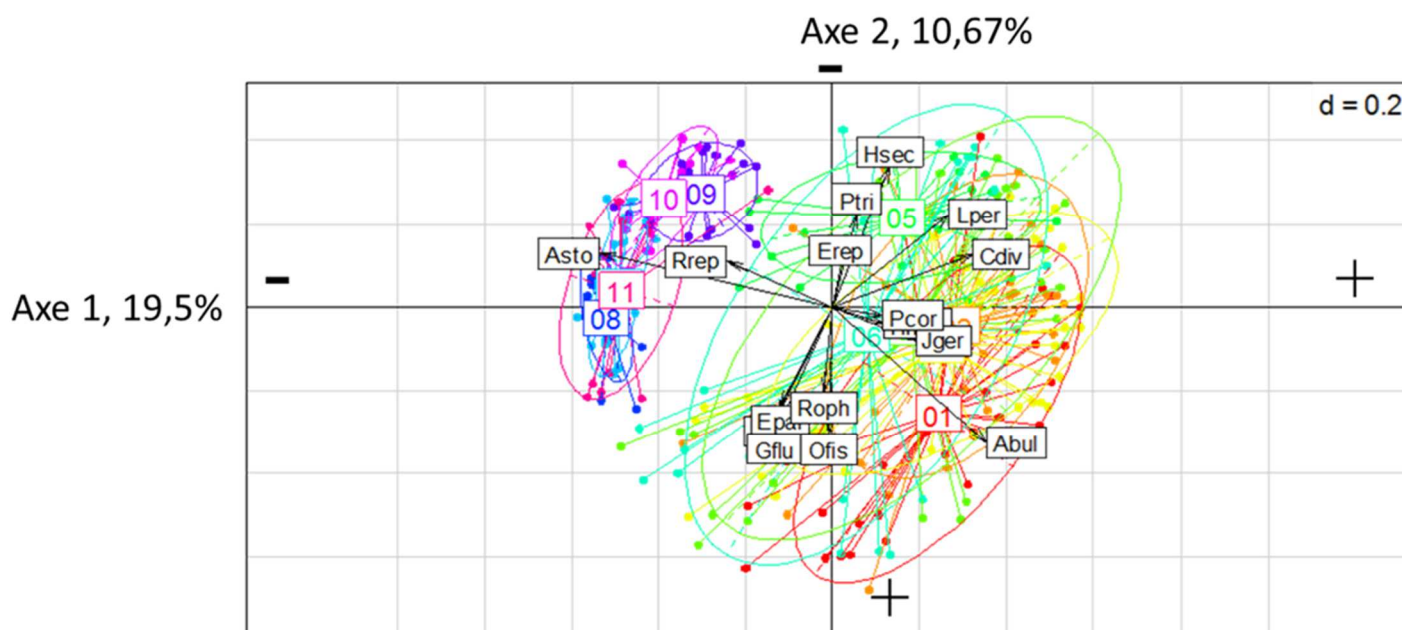


Figure 2 : projection des relevés dans l'espace factoriel des espèces. Les ellipses figurent l'appartenance des relevés aux différents secteurs. Les flèches figurent la contribution des espèces les plus importantes aux axes 1 et 2.

Cette analyse globale montre que les plus forts contrastes de composition de la végétation, correspondant à l'axe 1 (19,5 % d'inertie) de l'ACP, se situent entre deux grands groupes de secteurs 7 à 11 d'une part et 1 à 6 d'autre part.

L'axe 2 avec 10,67 % d'inertie, correspond à des variations de compositions de la végétation surtout présentes dans les secteurs 1 à 6, et qui apparaissent principalement liées au caractère plus ou moins hygrophile des espèces. Au pôle positif (haut), se trouvent en effet des espèces plutôt mésophiles avec *Hordeum secalinum* par exemple, des espèces mésohygrophiles sont situées en position intermédiaires sur cet axe 2 (ex : *Plantago coronopus* (indice d'Ellenberg=6) et *Juncus gerardi* (indice d'Ellenberg=7). Au pôle négatif de cet axe 2, sont positionnées les espèces présentant un caractère nettement hygrophile comme *Ranunculus ophioglossifolius* (indice d'Ellenberg=8), *Glyceria fluitans* (indice d'Ellenberg=10) ou encore *Oenanthe fistulosa* (indice d'Ellenberg=9). La présence de ces espèces permet de qualifier les relevés situés au pôle positif du gradient d'hygrophilie comme des relevés hygrophiles.

La végétation des secteurs 1 à 6 montre une plus forte hétérogénéité des relevés intra-secteur, liée vraisemblablement à des contrastes de durée d'inondation et de salinité du sol.

2. Variabilité de la végétation intra-secteur

Au sein de chacun des secteurs, une analyse de type ACP a été utilisée pour explorer les éventuelles variabilités de végétation entre stations. De façon globale, cette analyse montre que la variabilité de la végétation, appréciée par l'inertie sur les axes des ACP par secteur, est moins importante que les variations mises en évidence dans les analyses globales à l'échelle du marais. Cela est en cohérence avec les critères qui ont présidé au choix des stations échantillonnées dans chaque secteur : conditions hydrique et agricole plutôt homogènes.

Secteur 1

L'analyse présentée sur la figure 3 montre que la végétation des 10 stations de suivi est très similaire, avec une gamme de contrastes - sans doute lié à la topo-séquence - proche. L'axe 1 de l'ACP 'porte' 12 % d'inertie et l'axe 2, 8,26 %.

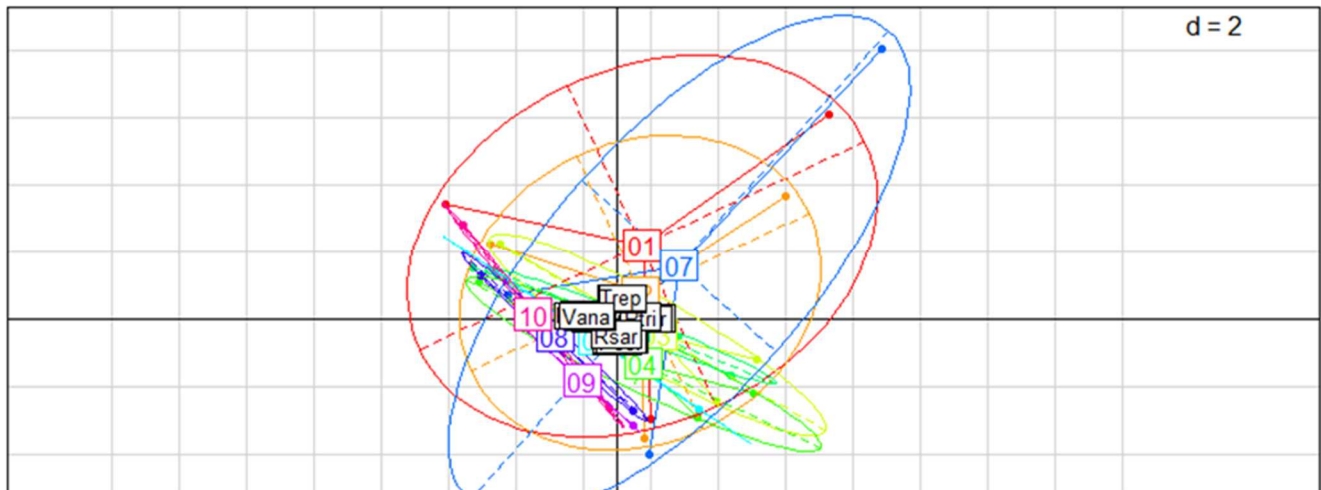


Figure 3 : analyse en Composantes Principales (ACP) sur l'ensemble des relevés de végétation réalisés sur le secteur 1, plan 1-2. Les numéros correspondent au numéro des 10 stations.

Secteur 2

L'analyse de la végétation des 10 stations du secteur 2 montre une bonne similitude de la végétation, avec une inertie de 9,67 % sur l'axe 1 et de 7,6 % sur l'axe 2. La végétation des stations 1 et 2 se différencie de celle des autres stations par des groupements de végétation qui leur sont particuliers.

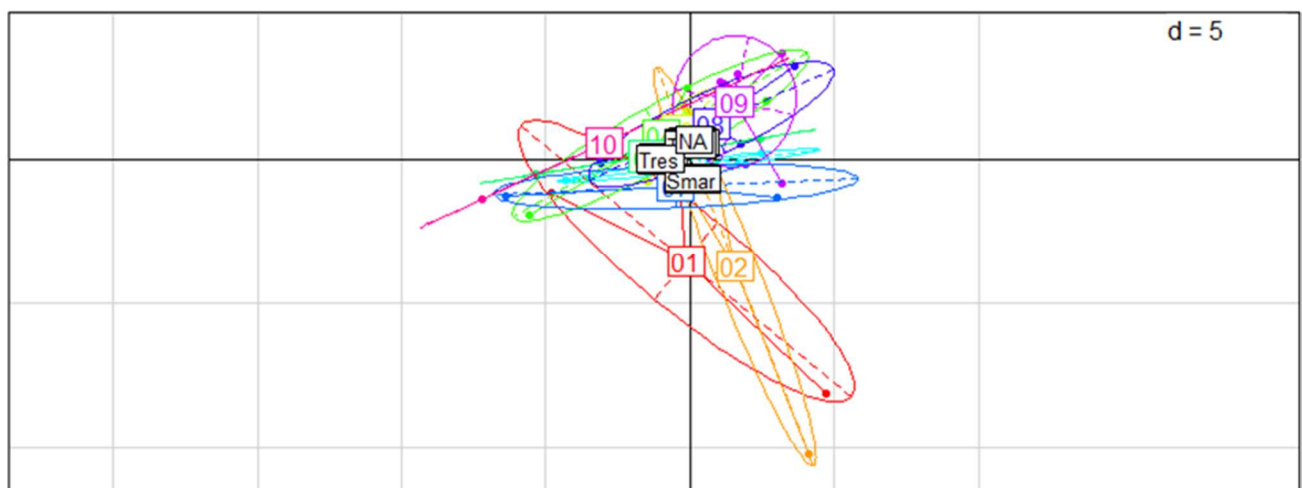


Figure 4 : analyse en Composantes Principales (ACP) sur l'ensemble des relevés de végétation réalisés sur le secteur 2, plan 1-2. Les numéros correspondent au numéro des 10 stations.

Secteur 3

Dans ce secteur 3, La végétation apparaît très homogène mais l'ACP met en évidence le caractère assez particulier d'une partie des relevés de végétation de la station 6 sur l'axe 1 (inertie de 15 %) et de certains relevés de la station 9 sur l'axe 2 (11,36 % d'inertie).

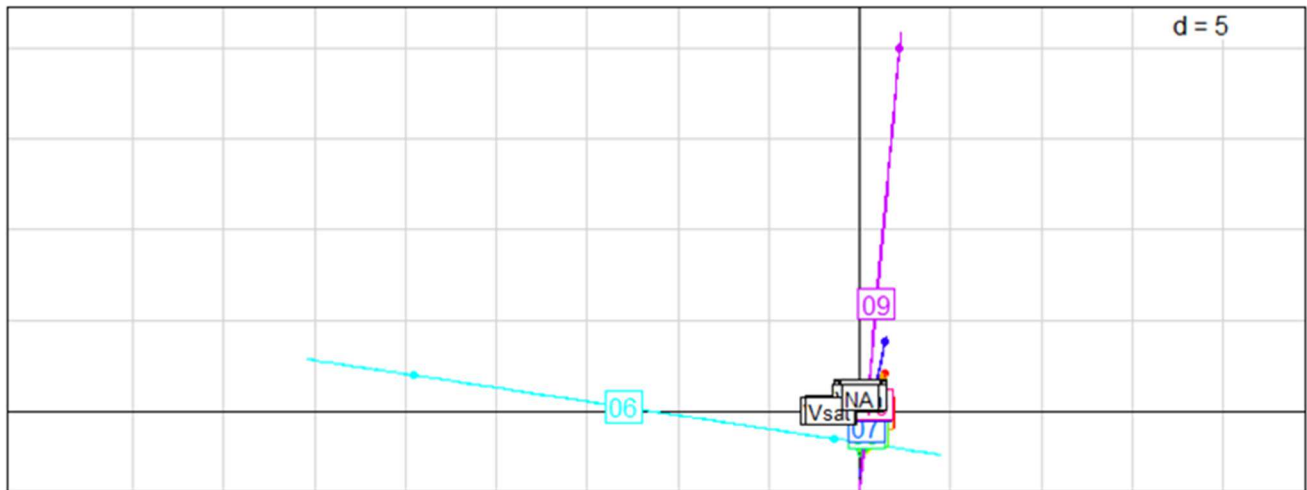


Figure 5 : analyse en Composantes Principales (ACP) sur l'ensemble des relevés de végétation réalisés sur le secteur 3, plan 1-2. Les numéros correspondent au numéro des 10 stations.

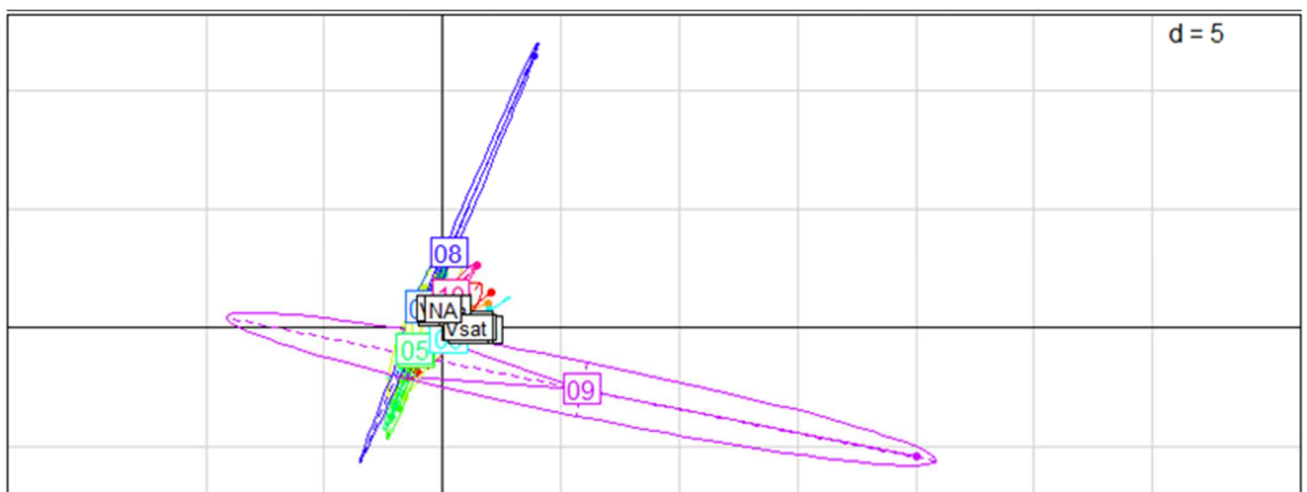


Figure 6 : analyse en Composantes Principales (ACP) sur l'ensemble des relevés de végétation réalisés sur le secteur 3, plan 2-3. Les numéros correspondent au numéro des 10 stations.

Secteur 4 :

Avec 12 % d'inertie sur le 1er axe, l'analyse en composante principale met en évidence des contrastes assez nets entre la végétation de la station 1 d'une part et celle de la station 9 d'autre part, et entre ces deux stations et toutes les autres. La très faible inertie sur l'axe 2 (4,17 %) suggère que la végétation du secteur 4 est plutôt homogène au sein de chaque station par ailleurs. La dispersion des relevés au sein des stations 5, 8 et 9 est plus forte que dans les autres stations et il serait intéressant d'examiner si cela est lié à la gamme de niveau topographique.

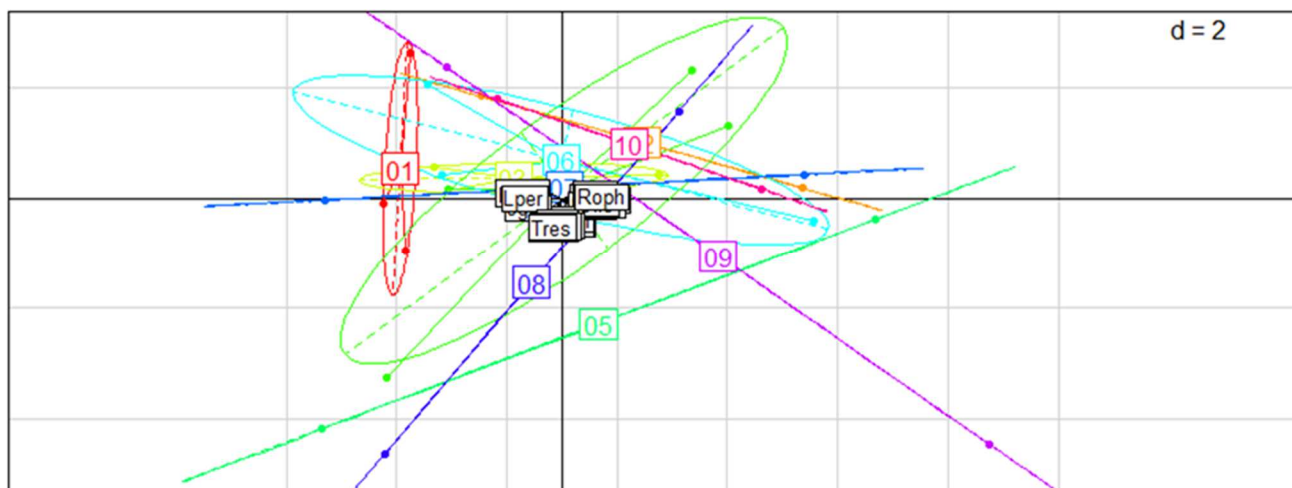


Figure 7 : analyse en Composantes Principales (ACP) sur l'ensemble des relevés de végétation réalisés sur le secteur 4, plan 1-2. Les numéros correspondent au numéro des 10 stations.

SECTEUR 5

L'analyse montre que l'axe 1 porte 12 % d'inertie du nuage de points et le deuxième axe 7,67 %. Dans le secteur 5, les stations 7 et 8 (qui se ressemblent) apparaissent les plus hétérogènes sur le plan du couvert végétal (dispersion sur l'axe 1) et dans une moindre mesure la station 6 (sur l'axe 2). La végétation apparaît très homogène entre toutes les autres stations.

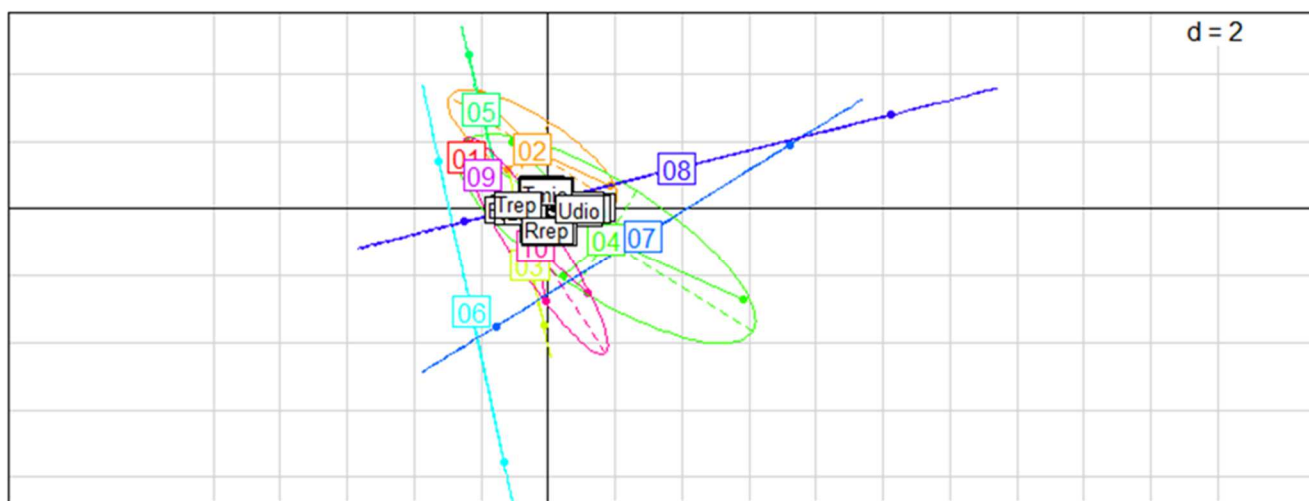


Figure 8 : analyse en Composantes Principales (ACP) sur l'ensemble des relevés de végétation réalisés sur le secteur 5, plan 1-2. Les numéros correspondent au numéro des 10 stations.

SECTEUR 6

Avec 10,8 % d'inertie sur l'axe 1 et 5,99 % d'inertie sur l'axe 2, la végétation du secteur 6 s'avère plutôt homogène entre stations. Seules les stations 1 et 5 présentent une gamme nettement plus étendue de végétation, avec quelques relevés qui leur sont spécifiques.

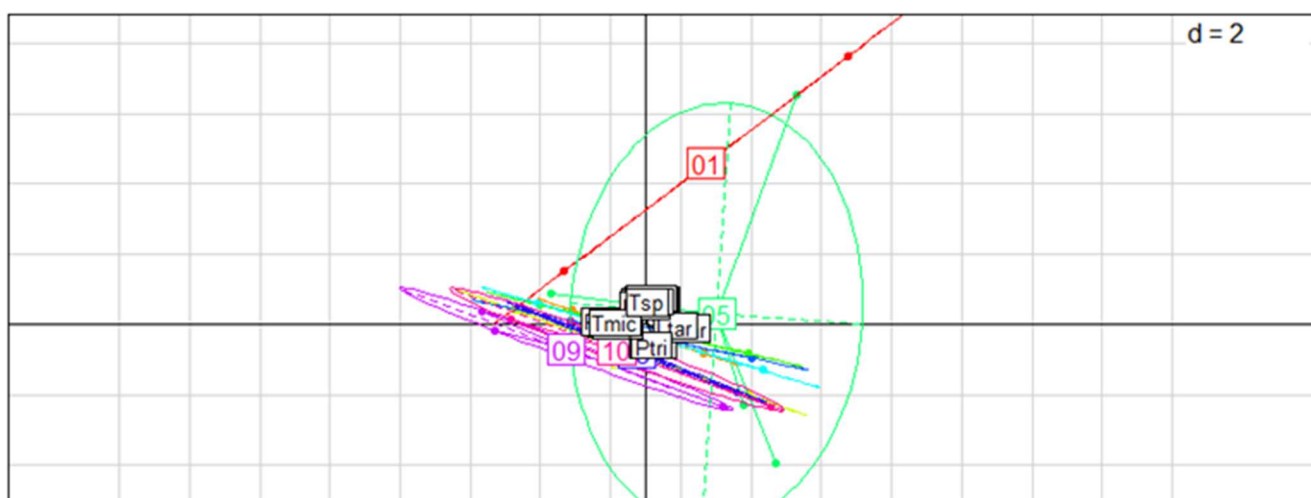


Figure 9 : analyse en Composantes Principales (ACP) sur l'ensemble des relevés de végétation réalisés sur le secteur 6, plan 1-2.

SECTEUR 7

L'analyse sur l'ensemble des relevés du secteur 7 montre une grande similarité de la végétation entre stations. Seules les stations 9 et 10 se différencient par leur moindre variation intra-station sur l'axe 1 (inertie 8,22 %). L'axe 2 porte 7,36 % d'inertie de l'analyse.

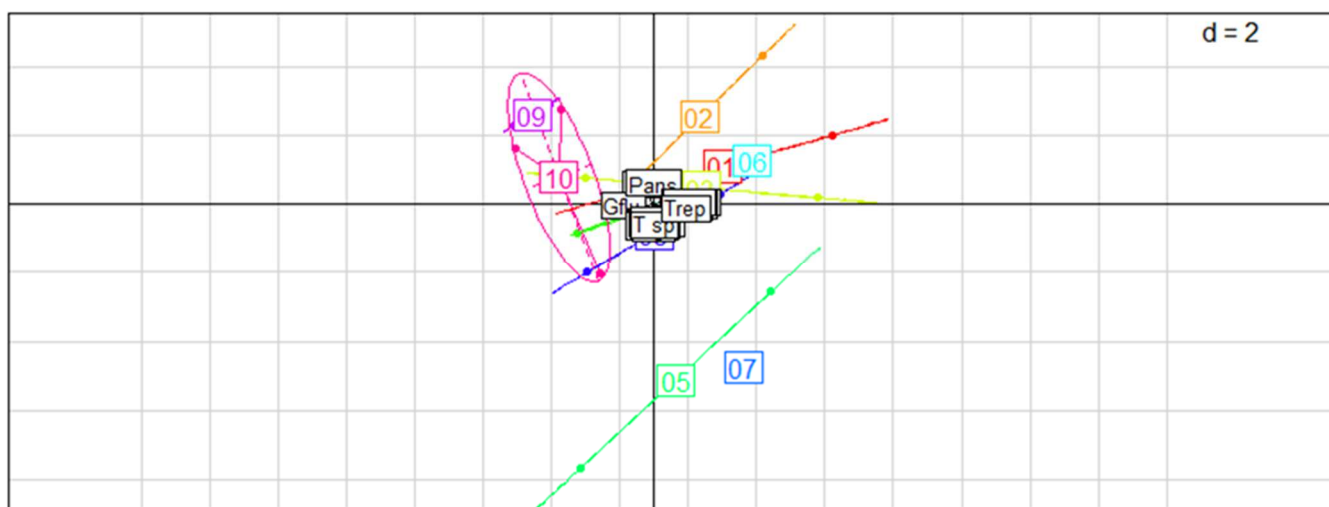


Figure 10 : analyse en Composantes Principales (ACP) sur l'ensemble des relevés de végétation réalisés sur le secteur 7, plan 1-2. Les numéros correspondent au numéro des 10 stations.

SECTEUR 8

L'analyse sur les relevés réalisés sur le secteur 8 montre une faible variabilité des données, avec 8,38 % d'inertie sur l'axe 1 et 6,15 % sur l'axe 2. Un résultat marquant est l'absence de variabilité intra-station sauf pour la station 6 dans une mesure limitée.

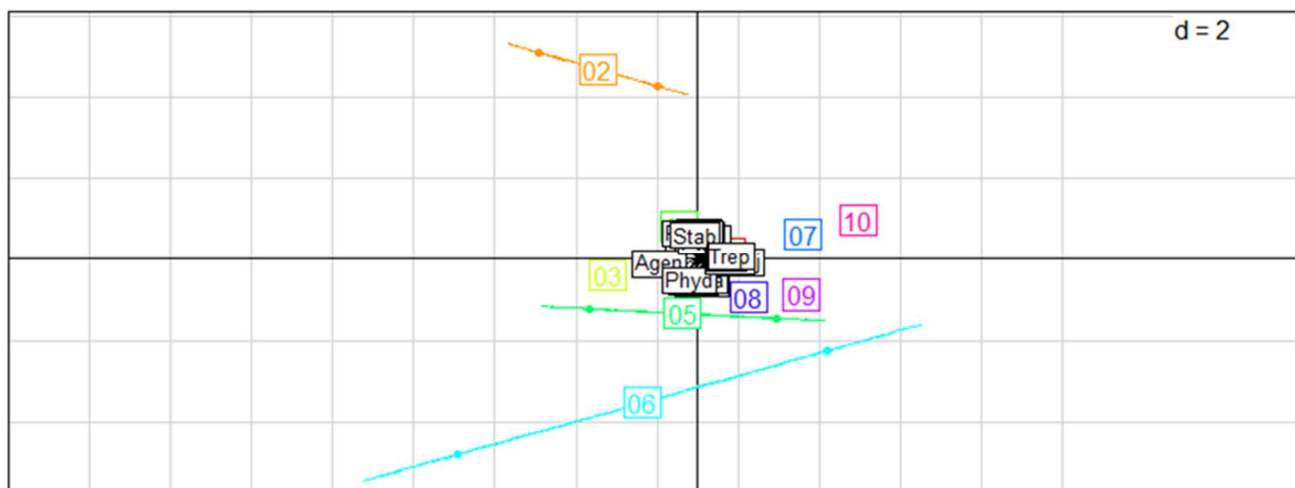


Figure 11 : analyse en Composantes Principales (ACP) sur l'ensemble des relevés de végétation réalisés sur le secteur 8, plan 1-2. Les numéros correspondent au numéro des 10 stations.

SECTEUR 9

L'analyse en composante principale présentée dans la figure 12 présente une très forte similitude des relevés de végétation réalisés dans les stations de 1 à 9 tandis que la végétation de la station 10 apparaît différente et explique la majeure partie de l'inertie de l'axe 1 (11,69 %). L'axe 2 distingue certains relevés de la station 5, et porte 8 % d'inertie.

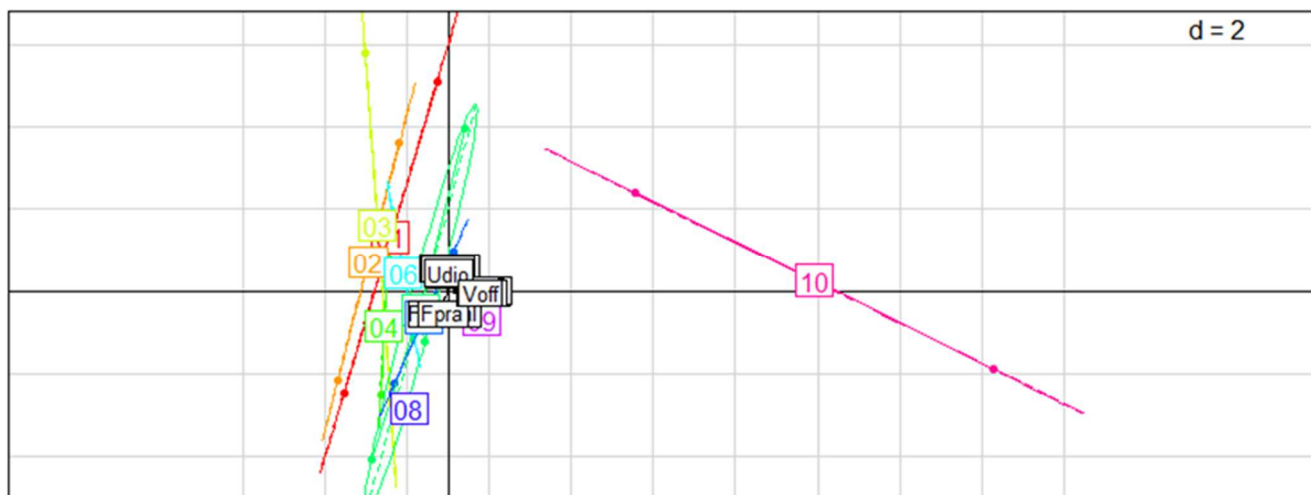


Figure 12 : analyse en Composantes Principales (ACP) sur l'ensemble des relevés de végétation réalisés sur le secteur 9, plan 1-2. Les numéros correspondent au numéro des 10 stations.

SECTEUR 10

L'inertie sur l'axe 1 est de 11 % et de 8,96 % sur l'axe 2. Les variations de végétation le long de cet axe sont essentiellement liées aux contrastes de végétation entre les stations 9 et 10 (qui se ressemblent) et la végétation des autres stations (Figure 13).

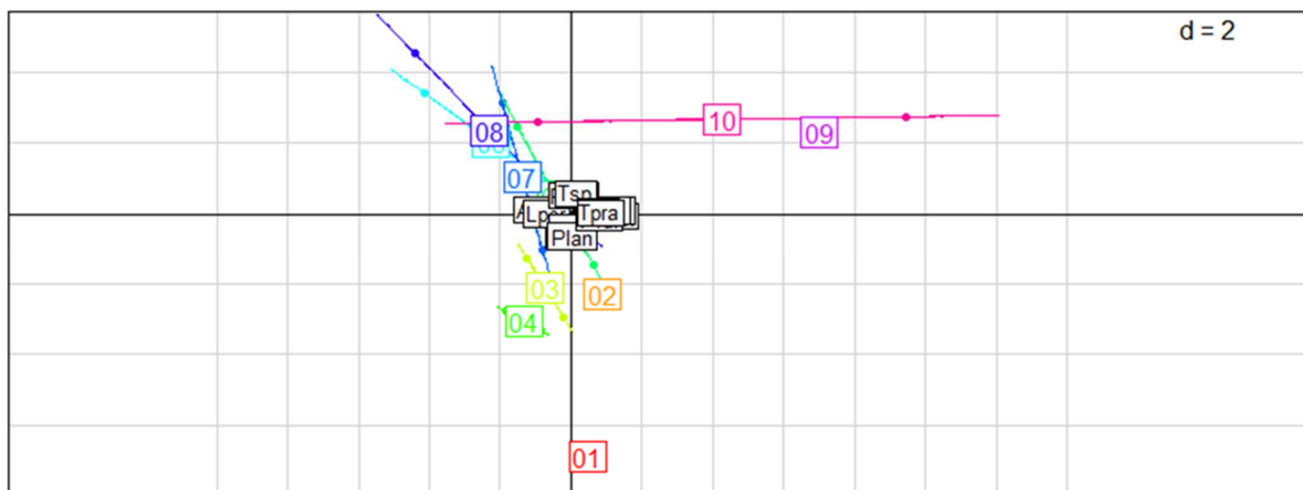


Figure 13 : analyse en Composantes Principales (ACP) sur l'ensemble des relevés de végétation réalisés sur le secteur 10, plan 1-2. Les numéros correspondent au numéro des 10 stations.

SECTEUR 11

Le 1er et le second axe de l'ACP sur la végétation du secteur 11 portent respectivement 9 et 8 % d'inertie. La végétation de la station 1 est similaire à la végétation de ce secteur mais avec une gamme de variation plus large. Les stations 2 (pour partie) et 4 (pour l'essentiel) présentent des relevés de végétation qui leur sont particuliers.

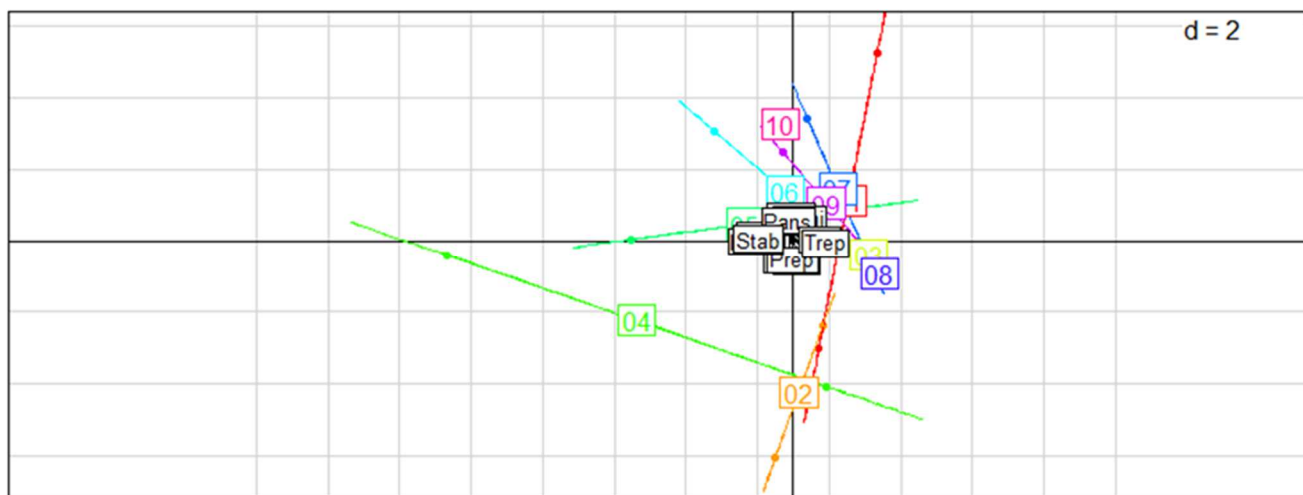


Figure 14 : analyse en Composantes Principales (ACP) sur l'ensemble des relevés de végétation réalisés sur le secteur 11, plan 1-2. Les numéros correspondent au numéro des 10.

3. Analyse de la végétation pour chacun des 2 grands ensembles de marais

Secteurs 1 à 6 : marais de la partie occidentale du Marais poitevin

L'analyse par ACP de l'ensemble des relevés des secteurs 1 à 6 (figure 15) montre une dispersion assez limitée des relevés de végétation entre secteurs tandis que l'hétérogénéité de la végétation existe au sein de chacun secteur. L'axe 1 peut en effet s'interpréter comme un gradient d'humidité du sol et/ou de régime d'inondation. En effet, pour les valeurs négatives de coordonnées sur l'axe 1, sont projetées des espèces hygrophiles comme *Glyceria fluitans* et *Ranunculus ophioglossifolius* qui caractérisent donc les relevés à gauche de l'axe 1. Au centre de l'axe 1, en position intermédiaire, sont projetées des espèces mésohygrophiles comme *Plantago coronopus* et *Juncus gerardi*. Pour des valeurs positives de l'axe 1, on trouve projetés des relevés de végétation plutôt mésophiles, caractérisés par *Lolium perenne*, *Carex divisa* et *Hordeum secalinum*.

L'Axe 2 de cette ACP qui porte 10,96 % d'inertie du nuage de points apparaît comme un axe pluri-factoriels mais qui pourrait traduire un gradient d'intensité d'utilisation agricole des prairies. En effet, les connaissances disponibles quant à la tolérance des espèces végétales au pâturage conduisent à suggérer que le secteur 5 puisse être plus intensément pâturé que les autres, car il présente de plus fortes fréquences d'espèces tolérantes au pâturage (Annexe II). Par contraste, la végétation du secteur 01 apparaît être la moins riche en espèces typiques de zones intensément pâturées.

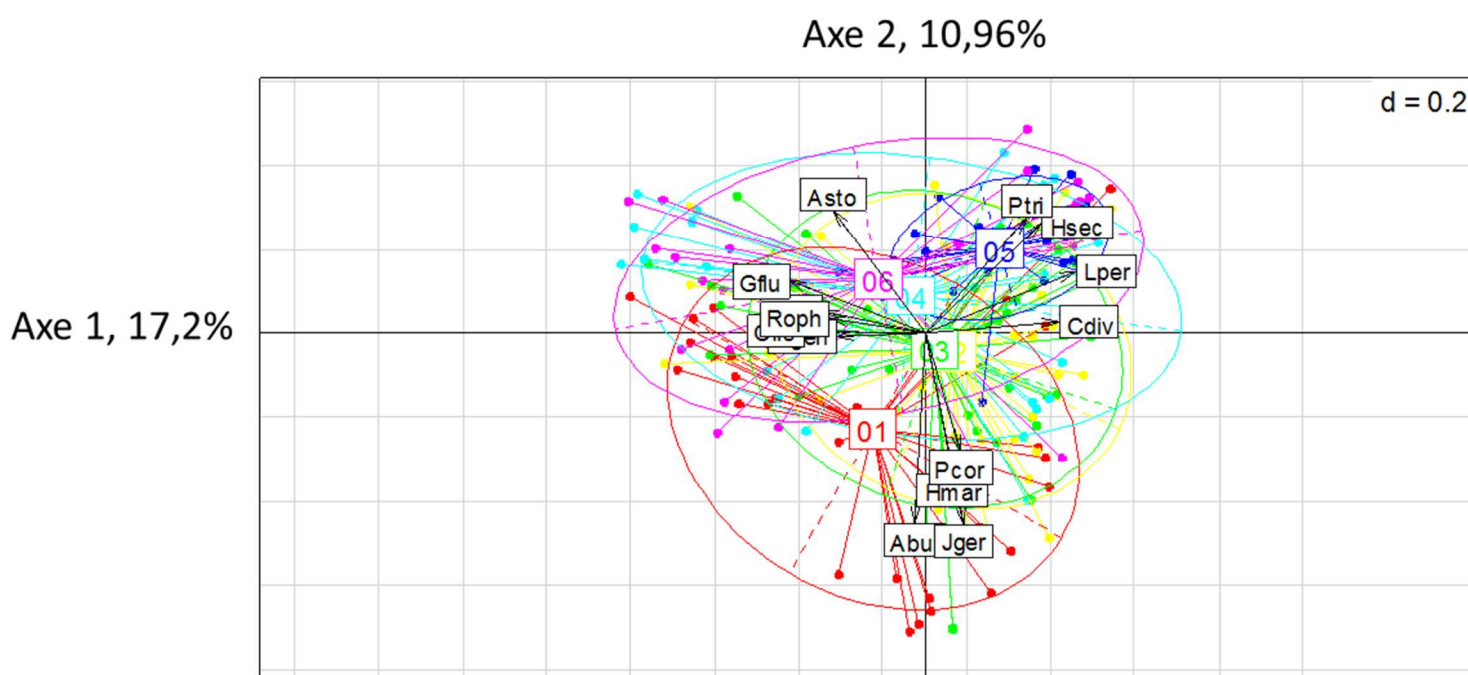


Figure 15 : projection des relevés des secteurs 1 à 6 dans l'espace factoriel des espèces.

Secteurs 7 à 11 : marais de la partie orientale du Marais poitevin

L'ACP réalisée sur les relevés des secteurs 7 à 11 présente une forte inertie sur l'axe 1 (20,78 %) qui est donc l'axe selon lequel les relevés de végétation sont le plus fortement discriminés (Figure 16). Les relevés de végétation des secteurs 7, 8 et 11 se distinguent des relevés de végétation des secteurs 9 et 10.

Au sein des secteurs 7, 8 et 11, la végétation des secteurs 7 et 8 apparaît très proche, avec de nombreuses espèces caractéristiques des habitats inondés. Dans le secteur 11, la végétation apparaît moins riche en espèces hygrophiles typiques et fortement caractérisée par l'abondance et la fréquence d'*Agrostis stolonifera* qui est très tolérante à l'inondation comme au pâturage.

Pour des coordonnées positives de l'axe 1, la position des espèces déterminantes dans l'analyse suggère que la végétation des secteurs 9 et 10 est caractérisée par des graminées de haute stature et/ou compétitives, à forte croissance végétative et de milieux plutôt enrichis comme *Festuca arundinacea* (secteur 9) et *Elymus repens* (secteur 10).

La prise en considération 1) de la fréquence des espèces (annexe II) et 2) du nombre de groupements mésophiles, mésohygrophiles et hygrophiles suggèrent que la végétation des secteurs 7, 8 et 11 présente un caractère plus humide que celles des secteurs 9 et 10, avec un plus grand nombre de groupements hygrophiles.

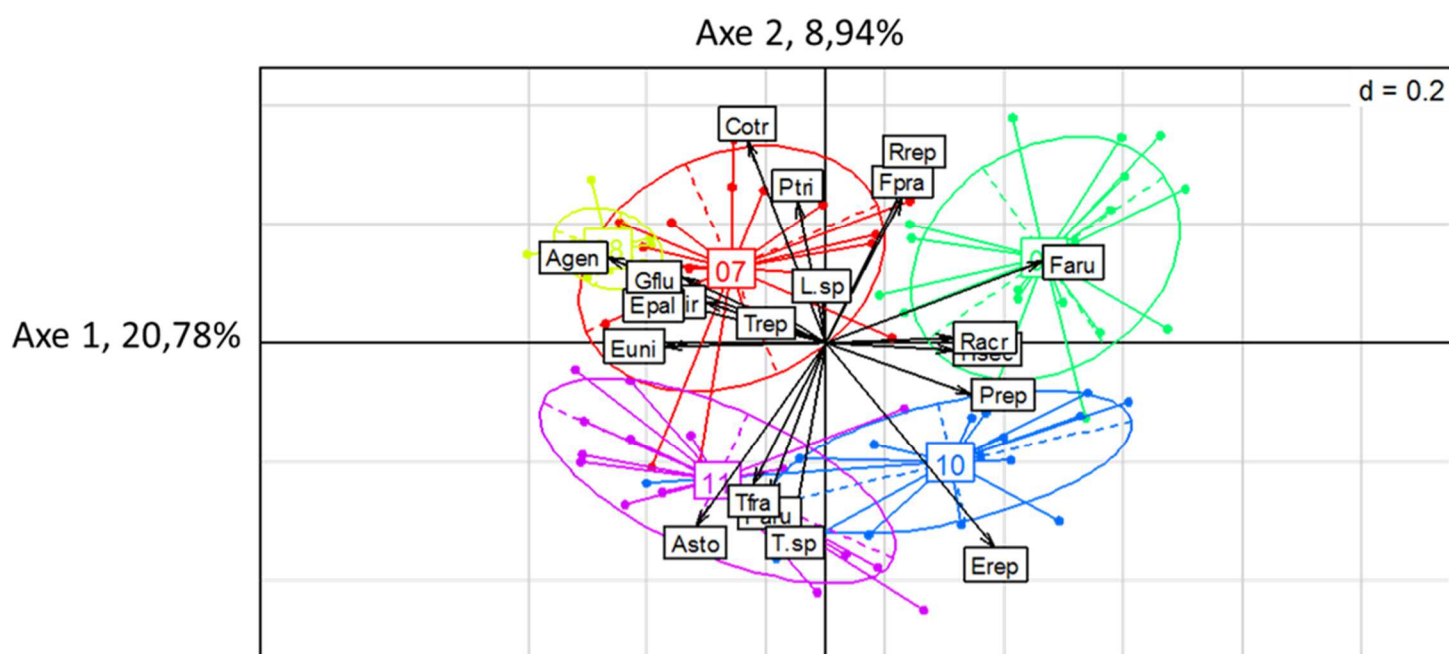


Figure 16 : projection des relevés des secteurs 07 à 11 dans le plan factoriel des espèces.

B. Type de végétation et diversité phytocoenotique par secteur

Une classification a été mise en œuvre pour identifier des groupes de végétation 'homogènes' différents (=diversité phytocoenotique) décrits dans le marais sur la base de ce suivi. Le calcul de l'indice de Bray-Curtis (indice de dissimilitude) entre les différents groupes, issus du travail de classification (tableau 5 ci-après), confirme la bonne qualité de la classification puisque les indices de dissimilitude varient entre 0,58 et 0,93, sachant que plus la valeur s'approche de 1 et plus les groupes présentent une végétation différente. Huit groupes ou types de végétation ont été identifiés.

Tableau 5 : Indice de Bray-Curtis entre les groupes issus de la classification. Ces valeurs de dissimilarité montrent que les groupes de végétation sont clairement différents les uns des autres (plus la valeur est forte, plus la dissimilarité l'est également).

	groupe 1	groupe 2	groupe 3	groupe 4	groupe 5	groupe 6	groupe 7	groupe 8
groupe 2	0.60							
groupe 3	0.78	0.74						
groupe 4	0.80	0.79	0.60					
groupe 5	0.93	0.92	0.65	0.67				
groupe 6	0.84	0.82	0.70	0.58	0.77			
groupe 7	0.75	0.64	0.65	0.78	0.87	0.82		
groupe 8	0.84	0.81	0.71	0.58	0.80	0.62	0.77	
groupe 9	0.62	0.60	0.60	0.58	0.73	0.61	0.65	0.81

Le groupe 1 est caractérisé par des espèces signalant une certaine fermeture du couvert, consécutive à une faible intensité d'utilisation agricole et/ou à la proximité de haies ou d'ourlets de boisement : *Prunella vulgaris*, *Rubus sp* et *Calystegia sepium* (Annexe III). Il est caractérisé par un indice d'Ellemborg pour l'humidité élevé.

Les autres groupes sont tous de nature exclusivement prairial.

Le groupe 2 est assez clairement isolé des autres groupes, et correspond pour l'essentiel à des relevés issus des secteurs 07 à 11. Ce groupe est plutôt homogène avec une faible dispersion des points-relevés sur le plan ½ de l'ACP. La végétation caractéristique de ce groupe 2 est composée d'espèces de milieu doux et plutôt humide, en grande majorité, de cypéracées, et de poacées à forte affinité pour l'inondation comme *Phalaris sp*, *Agrostis stolonifera*, mais aussi d'espèces tolérantes au piétinement et de milieu doux comme *Taraxacum taraxacoides* et *Plantago major*. Le caractère de tolérance ou d'affinité pour l'humidité est confirmé par l'indice d'Ellenberg moyen du groupe 2 de 6,74 (tableau 6).

Les groupes 3, 4, 5, 6 et 8 sont exclusivement constitués par les relevés issus des secteurs 01 à 06. Cet ensemble est donc caractéristique des marais sub-halophiles qui se trouvent pour la majorité dans la partie occidentale du marais.

Le groupe 3 réunit des relevés avec des espèces caractéristiques des milieux très humides ou longuement inondés telles *Oenanthe fistulosa* qui est particulièrement fréquente dans ce groupe, avec un indice F d'Ellenberg de 7,06 (tableau 6).

Le groupe 5 réunit des relevés plutôt mésohygrophiles, avec une fréquence élevée de certaines espèces de milieu ouvert comme *Trifolium resupinatum* ou *Trifolium ornithopoides*.

Les groupes 4, 6 et 8 regroupent des relevés effectués sur une végétation mésophile. Ils diffèrent par les espèces caractéristiques : le groupe 4 est caractérisé par *Carex divisa* et *Trifolium resupinatum*, le groupe 6 par *Hordeum secalinum* et le groupe 8 par une plus grande diversité de poacées mésophiles (tableau 6).

Le groupe 7 réunit des relevés typiquement hygrophiles, probablement longuement inondés, et qui peuvent se trouver aussi bien dans les marais sub-halophiles de la partie occidentale du marais que dans les marais doux. Avec une valeur moyenne d'Ellenberg F de 7,9 (tableau 6), la plus forte du jeu de données,

la végétation du groupe 7 est dominée par des espèces hygrophiles comme *Glyceria fluitans*, *Eleocharis uniglumis* et *Alopecurus geniculatus*.

Tableau 6 : caractérisation des espèces caractéristiques de chaque type ou groupe de végétation, et niveau de richesse et diversité spécifique. La dernière ligne du tableau correspond à l'indice d'Ellenberg caractérisant chaque groupe.

Caractéristiques des groupes issus de la classification	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4	Groupe 5	Groupe 6	Groupe 7	Groupe 8
espèces caractéristiques	<i>Prunella vulgaris</i> , <i>Calystegia sepium</i> , <i>Rumex</i> sp, <i>Rubus</i> sp, <i>Symphytum officinalis</i>	<i>Agrostis stolonifera</i> , <i>Ranunculus repens</i> , <i>Carex hirta</i> , <i>Carex otrubae</i> , <i>Potentilla anserina</i> , <i>Potentilla reptans</i> , <i>Taraxacum</i> sp, <i>Plantago major</i> , <i>Phalaris arundinacea</i>	<i>Alopecurus bulbosus</i> , <i>Oenanthe fistulosa</i>	<i>Carex divisa</i> , <i>Trifolium resupinatum</i>	<i>Juncus gerardi</i> , <i>Hordeum marinum</i> , <i>Plantago coronopus</i> , <i>Spergularia marina</i>	<i>Hordeum secalinum</i>	<i>Alopecurus geniculatus</i> , <i>Eleocharis uniglumis</i> , <i>Glyceria fluitans</i>	<i>Lolium perenne</i> , <i>Cynosurus cristatus</i> , <i>Gauidinia fragilis</i> , <i>Dactylis glomerata</i>
Richesse spécifique moyenne	15.04	16.14	11.51	13.35	10.37	13.05	13.50	12.92
Ecart type de la richesse spécifique moyenne	6.93	4.40	3.80	4.90	3.68	5.63	4.65	4.62
Indice de Shannon	1.74	1.93	1.73	1.95	1.56	1.79	1.80	1.84
Ecart type de l'indice de Shannon moyen	0.70	0.40	0.50	0.43	0.36	0.55	0.55	0.36
Indice moyen d'humidité d'Ellenberg	6,96	6,74	7,06	6,51	6,66	5,75	7,92	5,79

La richesse spécifique des différents types ou groupes de végétation varie de 10,37 en moyenne à 6,14 espèces et l'indice de diversité de Shannon de 1,56 à 1,93. Ces valeurs sont des valeurs moyennes mesurées au niveau d'un relevé de 4x4 m réalisé sur un groupement de composition homogène. A l'échelle des stations, qui peuvent inclure plusieurs groupements homogènes, comme à l'échelle des secteurs, des valeurs bien supérieures sont attendues (voir partie suivante).

La richesse spécifique (RS) et la diversité spécifique (indice de Shannon) ont été calculées pour les différentes prairies (stations) qui composent chaque secteur. Ces mesures peuvent être calculées selon trois échelles emboîtées :

- l'échelle du groupement de végétation homogène (valeur moyenne à l'échelle locale d'un relevé, dite richesse ou diversité α (alpha)) ;
- l'échelle de l'ensemble de la prairie, tous groupements végétaux homogènes considérés (échelle γ (gamma)) ;
- la richesse ou diversité dite ' β ' correspond à la différence entre les richesses gamma et alpha et exprime la part de la richesse d'une prairie liée aux contrastes entre relevés de cette prairie.

Les 8 types (ou groupes) de végétation identifiés ne sont pas répartis de façon homogène dans les onze secteurs (tableau 7 et figure 17).

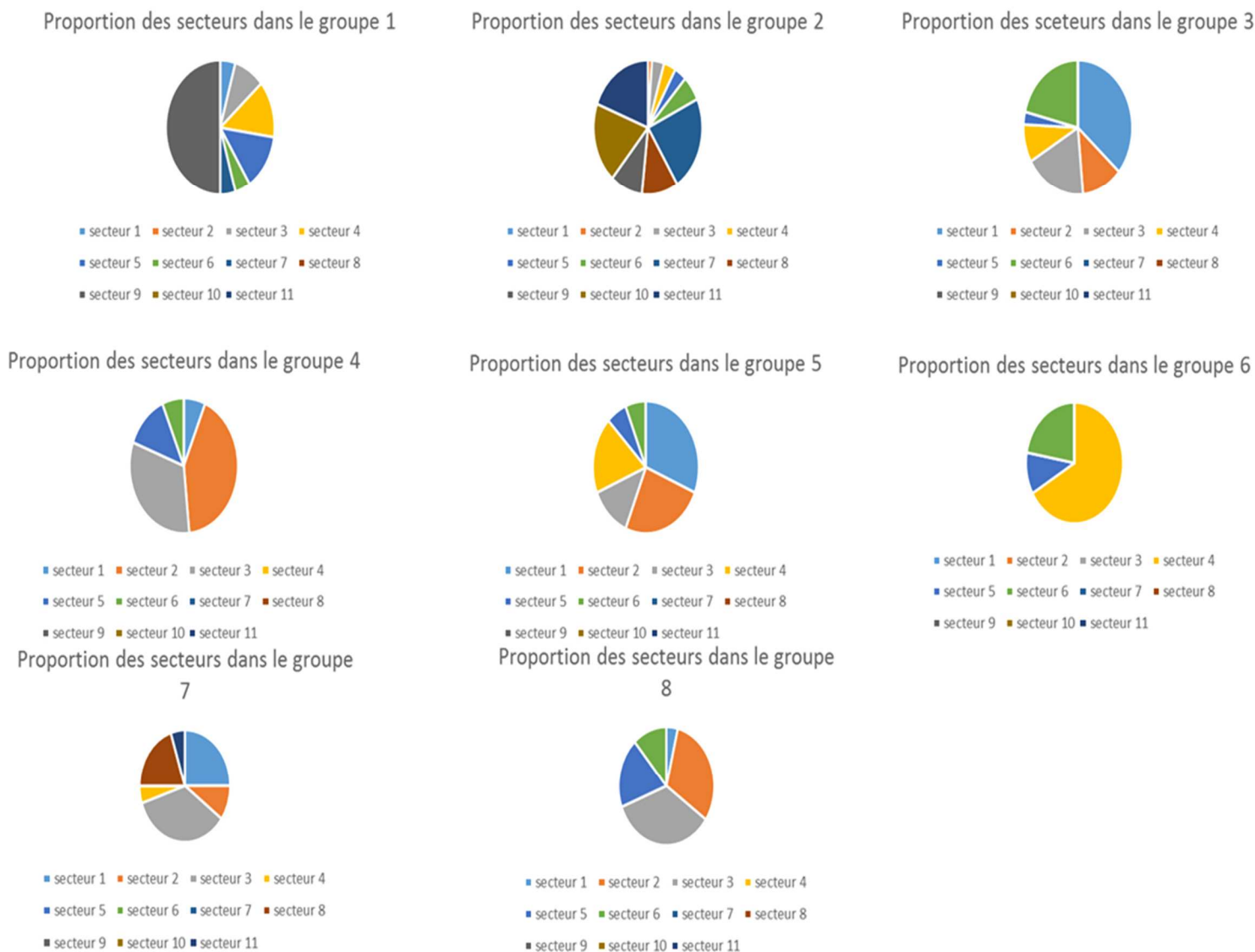


Figure 17 : fréquence des différents types (groupes) de végétation selon les secteurs.

Tableau 7 : fréquence des différents types (groupes) de végétation selon les secteurs.

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
secteur 1	1	0	12	2	5	0	5	1
secteur 2	0	1	4	13	4	0	2	8
secteur 3	2	3	6	10	2	0	7	9
secteur 4	3	3	2	0	3	12	1	0
secteur 5	2	3	1	4	3	2	0	5
secteur 6	1	4	7	2	1	4	0	3
secteur 7	1	19	0	0	0	0	0	0
secteur 8	0	9	0	0	0	0	4	0
secteur 9	11	8	0	0	0	0	0	0
secteur 10	0	16	0	0	0	0	0	0
secteur 11	0	16	0	0	0	0	1	0
frequence/11 secteurs	7/11	10/11	6/11	5/11	6/11	3/11	6/11	5/11

Les secteurs diffèrent entre eux en ce qui concerne les types de groupements végétaux répertoriés dans les stations d'étude, et le nombre de groupements différents identifiés (tableaux 7 et 8 et figure 17).

La diversité phytocoenotique est surtout très fortement contrastée entre les secteurs de la partie occidentale du marais (secteurs 01 à 06) et ceux de la partie orientale et sud du Marais poitevin (secteurs 7 à 11). Elle varie ainsi de 1 groupement seulement (secteur 10) à 9 groupements différents (cas du secteur 2). De façon logique, la part de la richesse spécifique liée à l'hétérogénéité de la végétation (richesse β) est beaucoup plus forte pour les secteurs 1 à 6 (tableau 8).

La richesse spécifique moyenne α varie moins fortement que la diversité phytocoenotique, avec tout de même des variations allant presque du simple au double selon les secteurs (minimum trouvé dans le secteur 3, maximum dans le secteur 08). Il faut noter que cette mesure dépend pour partie du nombre de groupements répertoriés et de la longueur du transect et qu'il faut donc l'utiliser avec précaution.

Tableau 8 : richesse spécifique moyenne à l'échelle d'un groupement de végétation homogène (α), d'une prairie (β), richesse β qui est la richesse liée à la présence de plusieurs groupements dans la prairie et diversité phytocoenotique.

	Richesse spécifique α	Richesse spécifique γ	Richesse spécifique β	Nb de groupes différents (diversité phytocoenotique)
secteur 1	13.7	28.4	14.8	6
secteur 2	13.8	28.5	14.7	9
secteur 3	10.1	24.8	14.7	7
secteur 4	11.8	20.8	9	6
secteur 5	17.4	26.2	8.8	7
secteur 6	10.6	21.1	10.5	7
secteur 7	16.1	22.6	6.5	2
secteur 8	20.1	21.5	1.5	2
secteur 9	17.6	26.2	7.6	2
secteur 10	17.1	21.9	4.8	1
secteur 11	17.1	22.2	5.1	2

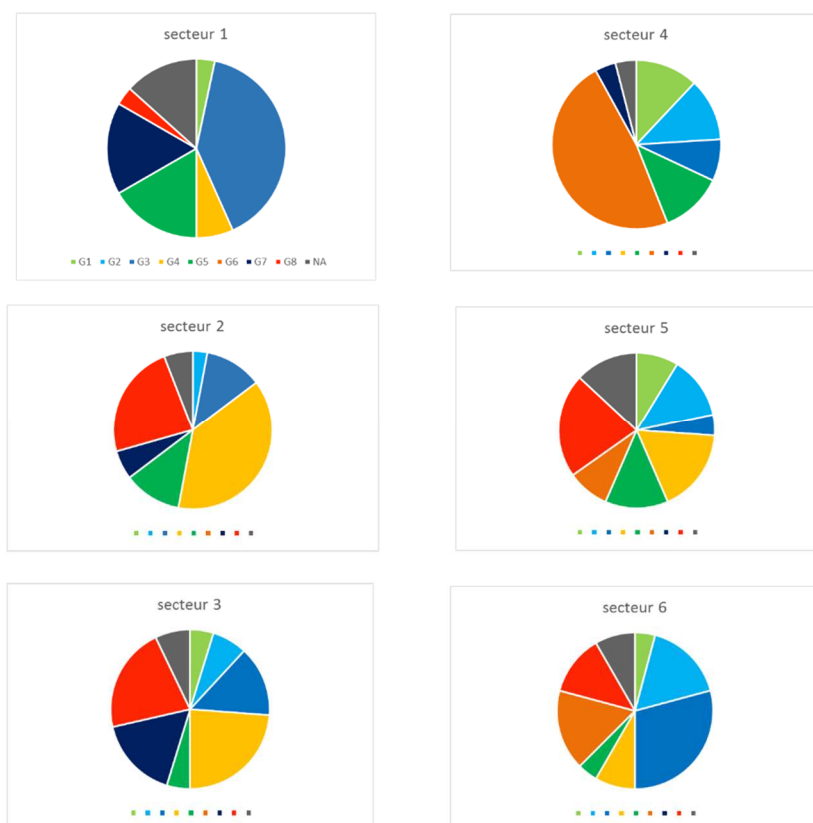


Figure 18 : groupes de végétation présents dans les secteurs 01 à 06 et fréquence relative (voir tableau 5 pour la caractérisation des groupes).

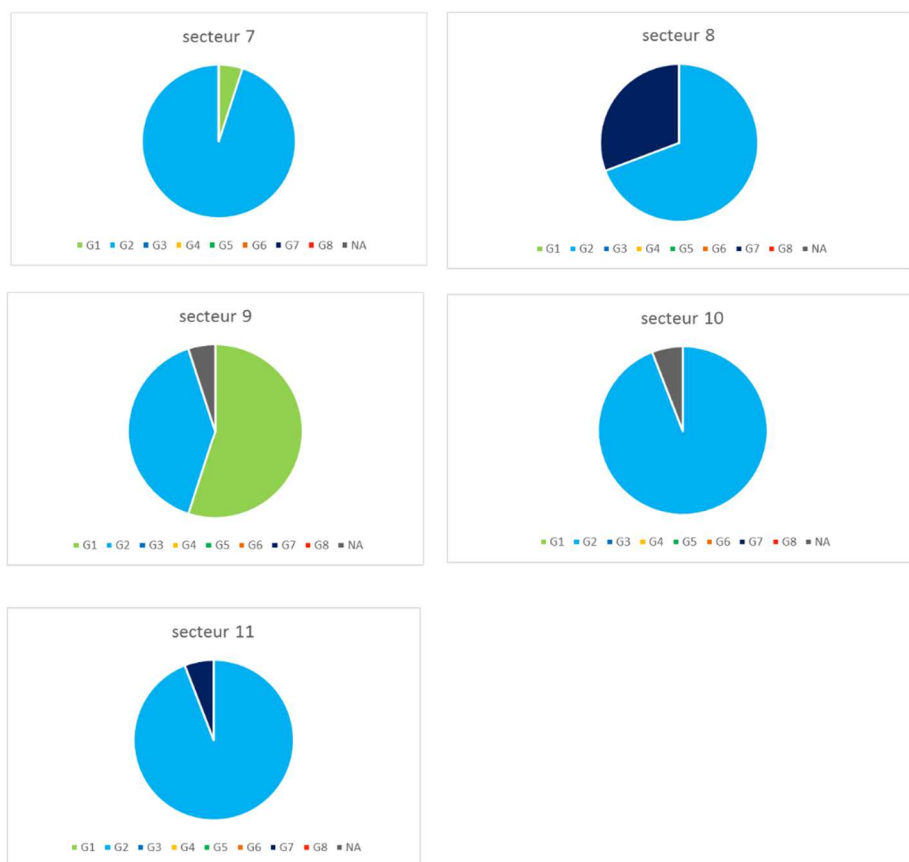


Figure 19 : groupes de végétation présents dans les secteurs 07 à 11 et fréquence relative.

La végétation hygrophile des différents secteurs

Sachant que les groupements typiquement hygrophiles de prairie sont les groupes 2, 3 et 7, nous avons examiné si la composition spécifique de ces groupements de végétation variait entre secteurs quant à leur caractère plus ou moins hygrophile. Cette affinité pour l'humidité peut s'apprécier en calculant la somme des indices d'Ellenberg F des espèces dans chaque relevé de végétation, pondérée par le recouvrement relatif de chaque espèce. La Figure 20 montre que les variations d'indice d'Ellenberg F agrégé existent entre secteurs mais que ces variations restent de faible ampleur. Le secteur 02 présente la plus forte valeur F, suivi des secteurs 04, 05 puis 03.

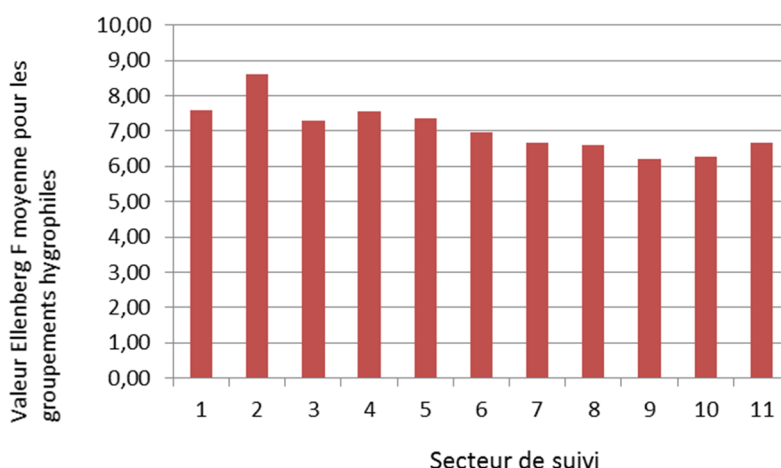


Figure 20 : valeur d'Ellenberg F moyenne des relevés hygrophiles dans chaque secteur. L'indice d'Ellenberg F indique l'affinité pour l'humidité ou pour l'inondation de la végétation dans son ensemble.

Par contraste, les valeurs moyennes F des secteurs 07 à 11 sont toutes inférieures à 7, une valeur retenue comme caractéristique des prairies humides par exemple par Rüşüña *et al.* 2013. Les contrastes entre secteurs restent néanmoins limités d'un secteur à l'autre.

Il n'a par ailleurs été trouvé aucun contraste significatif de ces valeurs moyennes d'indice F quand tous les relevés, tous types de végétation confondus, sont pris en compte (données non montrées).

Les contrastes entre secteurs en matière de végétation hygrophile ont également été examinés sur la base de leur composition spécifique. Comme précédemment pour l'ensemble des relevés, le sous jeu de données identifiés comme hygrophiles (groupes M1, M2, M7 et M3) a été analysé par une analyse multivariée de type ACP. La figure 21 donne les projections des secteurs et des espèces sur les 2 premiers axes de l'analyse. L'inertie sur l'axe 1 est de 10,6 %. On observe 2 groupes de relevés hygrophiles distincts : 1 groupe hygrophile présent dans les secteurs 1,2 ,3 ,4 et 6 (valeurs positives sur l'axe 1) et un groupe constitué des secteurs 7 à 11 (valeurs négatives). Chacun de ces groupes hygrophiles présente également une dispersion le long de l'axe 2, mais de manière différente, avec une enveloppe des points plus longue et large pour les relevés des secteurs occidentaux. Cela est sans aucun doute lié à la présence de relevés mésohygrophiles avec des espèces subhalophiles dans le jeu de données. Les relevés hygrophiles du secteur 5 sont situés en position intermédiaire sur cet axe 1.

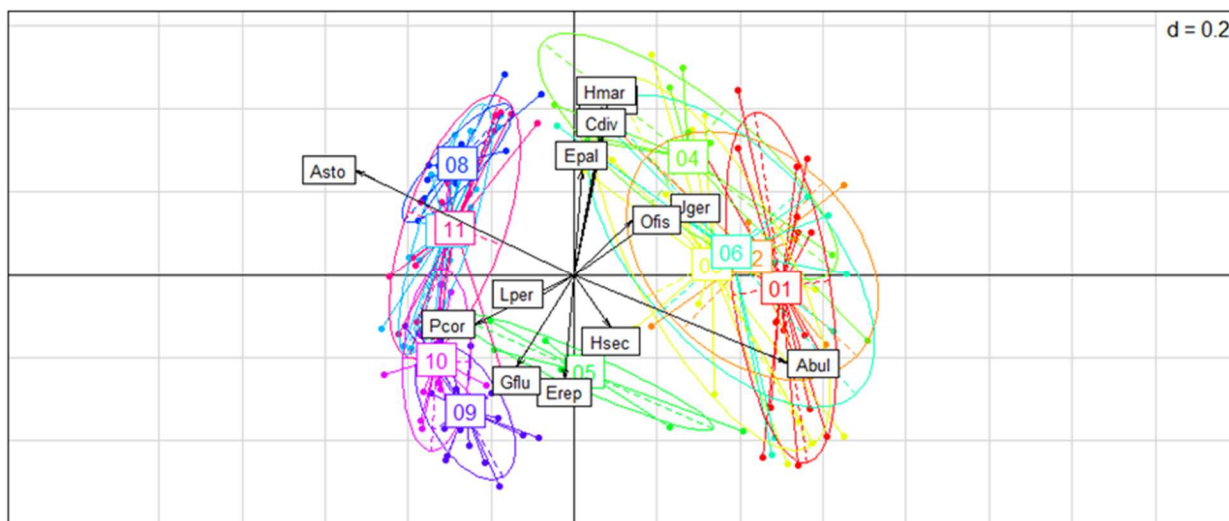


Figure 21 : plan factoriel des axes 1 et 2 sur les relevés hygrophiles (voire MH sl) de tous les secteurs étudiés. Les relevés retenus sont ceux classés dans les groupes de végétation 1, 2, 3 et 7.

On retrouve donc dans cette analyse les contrastes de secteurs mis en évidence à partir de l'analyse de tous les relevés : la végétation hygrophile des secteurs orientaux se différencie de celle des secteurs occidentaux. Le secteur 5 est intermédiaire sur le plan de la végétation hygrophile comme sur le plan géographique entre ces deux grandes localisations. Il sera intéressant d'analyser ce qu'il en est sur le plan des caractéristiques de l'habitat ou s'il s'agit plutôt d'un contraste lié à l'éloignement de la mer (aspect de continentalité) qui distingue ainsi les 2 grands ensembles de secteurs.

C. Comparaison des résultats acquis via le jeu de données 'relevés Braun-Blanquet' et le jeu de fréquence d'occurrence acquis via la méthode des quadrats

Le protocole de suivi de la végétation prairiale prévoit l'acquisition de deux types de données une fois tous les 2 ans : des relevés phytosociologiques et des relevés de présence/absence sur 20 quadrats par groupement qui permettent le calcul d'une fréquence spécifique. Seuls les quadrats sont relevés chaque année car les données ainsi produites se prêtent mieux à une analyse statistique visant à apprécier la variation de la végétation au cours du temps.

Pour l'analyse de l'état initial réalisé en 2014, le travail a été conduit sur les relevés phytosociologiques. Nous avons néanmoins examiné la convergence des deux jeux de données sur i) la détection des espèces et ii) deux paramètres synthétiques des communautés végétales : la richesse et la diversité spécifique (Figures 23 à 26 ci-dessous). Les tracés en noir indiquent le résultat produit par le jeu de données 'quadrats' et ceux en rouge les résultats du jeu de données 'relevés phytosociologique'.

Il s'avère que la méthode par les quadrats, plus intensive, détecte plus d'espèces que les relevés. Néanmoins, l'écart entre les résultats des deux méthodes est très faible et il y a donc une très bonne corrélation entre eux et une bonne convergence entre les 2 jeux de données sur ce critère.

mesure de Richesse Spécifique

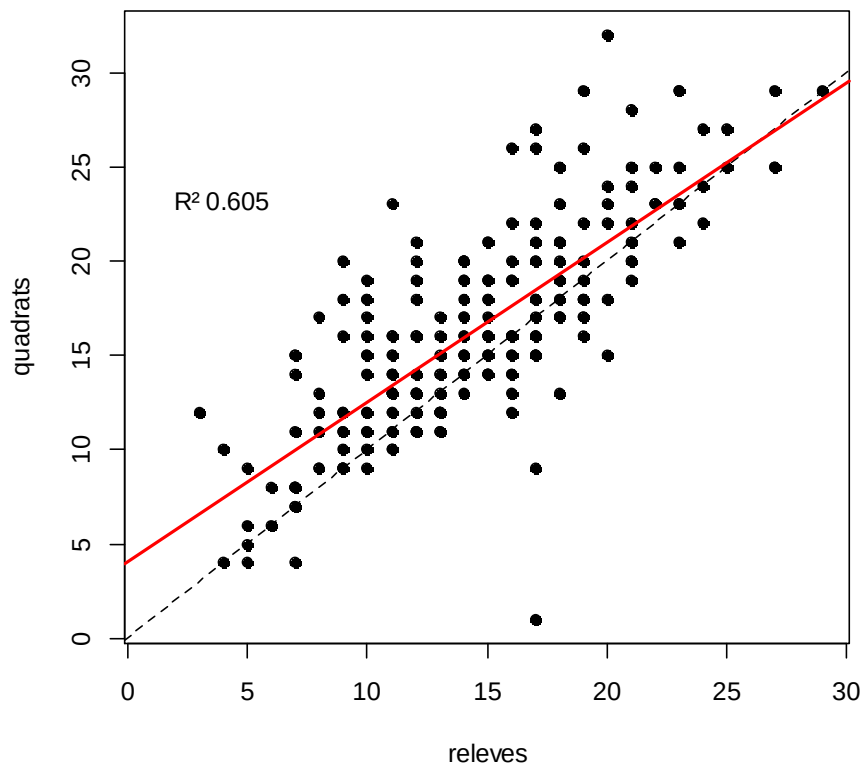


Figure 22 : richesse Spécifique via les quadrats versus par les relevés de Braun-Blanquet.

Le diagramme en boîte de Tukey (ou boîte à moustache ou boxplot) est une représentation graphique de la répartition des données (figure 5). Ce type de diagramme est utilisé pour comparer la valeur médiane et la variation des données au sein d'une unité d'échantillonnage, ici le secteur. Ci-contre par exemple la répartition du nombre de taxons relevés par quadrat à l'échelle d'un secteur. Le trait horizontal gras correspond à la médiane. C'est-à-dire qu'il y a autant de données au-dessus de cette valeur qu'au dessous. La boîte regroupe les valeurs comprises entre le premier et troisième quartile. La ligne pointillée représente ici les données qui se situent dans un intervalle d'1,5 fois la distance interquartile. Par exemple sur le secteur 1, si le premier quartile descend à 2 espèces et que le troisième monte jusqu'à 4 espèces, $D=2$, les « moustaches » engloberont donc les valeurs allant de 0 à 7 espèces (car $1,5 \times D = 3$). Les valeurs extrêmes sont représentées par des cercles vides.

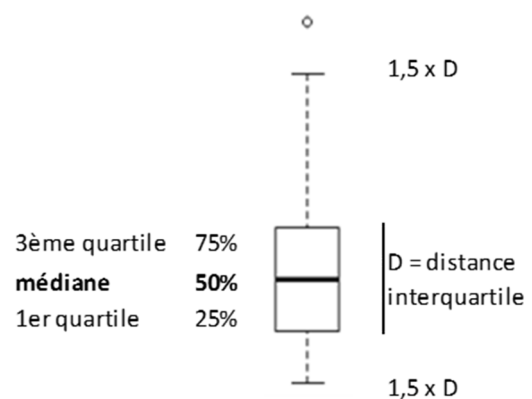


Figure 23 : exemple de boxplot.

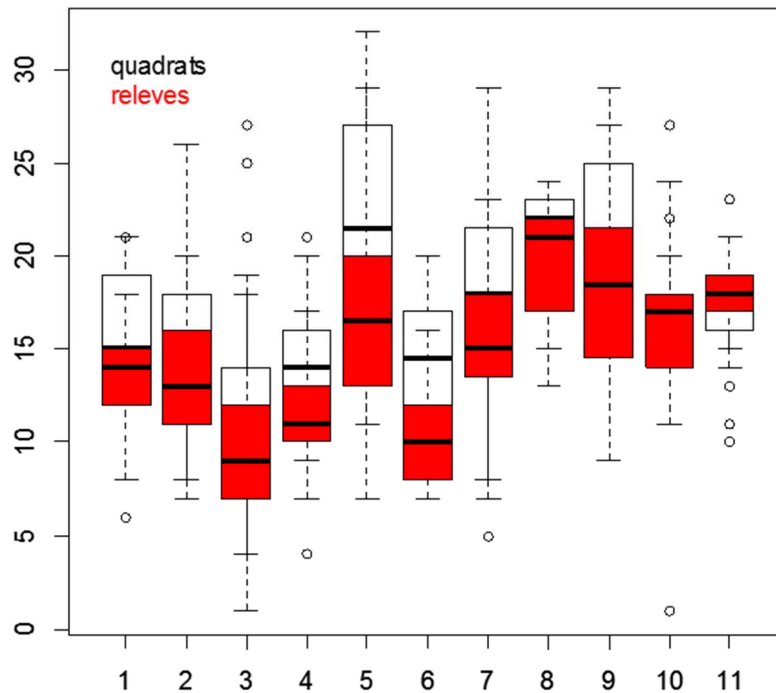


Figure 24 : richesse Spécifique par secteur de marais, via les quadrats (noir) et via les relevés Braun-Blanquet (rouge).

Diversité spécifique (Figures 25 et 26)

La méthode des quadrats tend à détecter plus d'espèces par relevé et à estimer des recouvrements plus équitables entre espèces que les relevés de type Braun-Blanquet, ce qui aboutit à un indice de diversité plus élevé que celui obtenu par les relevés de type Braun-Blanquet. Ce biais est plus sensible pour les relevés les moins diversifiés et tend à disparaître pour les relevés les plus diversifiés. De façon générale, les deux jeux de données donnent des résultats qui sont proches et cohérents entre eux.

mesure de Diversité Spécifique

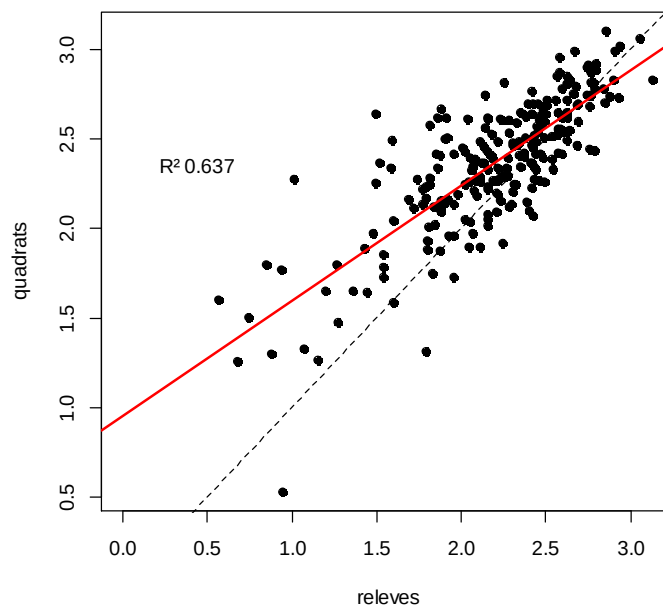


Figure 25 : relation entre la mesure de diversité spécifique (indice de Shannon H') mesurée sur la base des relevés sur les 20 quadrats (en y) et sur la base des relevés Braun-blanket (en x).

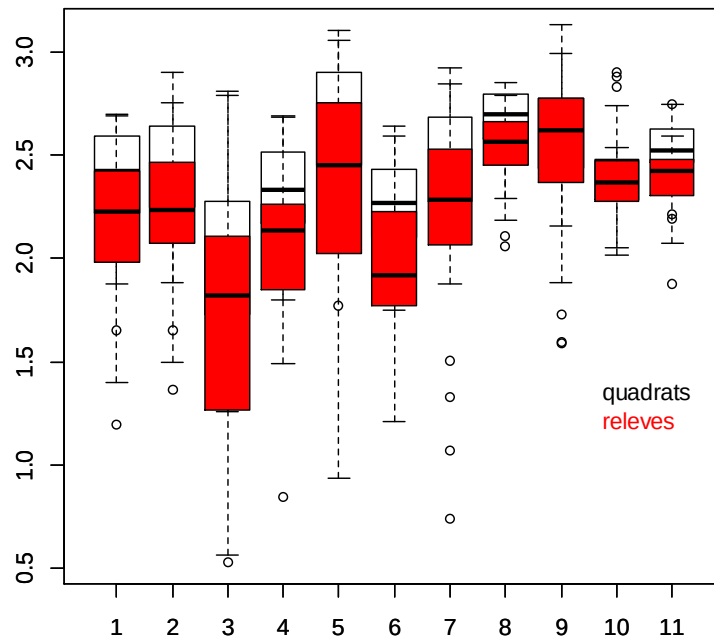


Figure 26 : diversité spécifique (indice de Shannon H') mesurée sur la base des relevés sur les 20 quadrats (en noir) et sur la base des relevés Braun-blauquet (en rouge) dans les 11 secteurs de suivi.

Abondance relative des espèces (Figure 27)

Les abondances moyennes des espèces sont globalement plus faibles quand on utilise la méthode des quadrats : cette méthode détecte plus d'espèces et donne plus de poids aux espèces peu fréquentes tandis que les espèces fréquentes atteignent vite le seuil maximum de fréquence de 1 (avec 20 présences pour 20 quadrats).

A l'échelle d'un relevé de Braun-Blanquet, l'abondance d'une espèce est exprimée comme son abondance-dominance / somme des abondances-dominances dans le relevé. Lorsqu'il y a plus d'espèces par relevé, cela amène logiquement un recouvrement de chaque espèce plus faible. Inversement la méthode des relevés phytosociologiques donne un poids plus élevé aux espèces dominantes et détecte moins d'espèces.

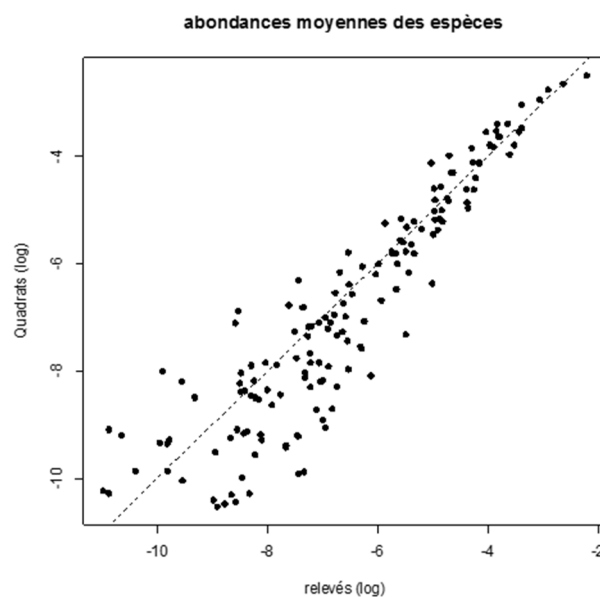


Figure 27 : comparaison des abondances moyennes des espèces selon la méthode. On voit qu'il y a une excellente convergence entre les deux méthodes, avec un contraste pour les espèces les plus rares comme indiqué dans le texte.

III. Végétation aquatique

Jeu de données

Sur chacun des 11 secteurs, 10 stations sont choisies pour être les plus représentatives possibles. Elles sont placées dans les canaux de types II et III. Pour chaque station, l'échantillonnage a été réalisé chaque année (2013 et 2014) en mai dans 25 quadrats de 25*25 cm.

	Secteurs	Stations	Tronçons	Quadrats
Ensemble de l'étude	11	110	550	2750 par an

1 station = 125 mètres de long, 5 portions de 25 m, 5*5=25 quadrats de 0,25 m² de surface, soit 250 quadrats par secteur.

Tous les végétaux présents dans les quadrats, positionnés dans le lit du canal de manière aléatoire, sont identifiés. On évalue également sur chaque quadrat le recouvrement de chaque taxon en distinguant une strate émergée et une strate immergée.

En 2013, seul des repérages ont été réalisés, l'analyse qui suit ne concerne donc que le jeu de données de 2014. L'effort d'échantillonnage en 2014 est à lui seul intéressant pour se faire une idée de la végétalisation des canaux inventoriés.

Dans un premier temps, nous regarderons la diversité taxonomique des secteurs et la répartition des taxons le long d'un gradient de tolérance à l'humidité du sol. Enfin, le jeu de données permet de décrire le recouvrement des stations en végétation émergée et immergée.

Tolérance des taxons à l'humidité du sol : l'indice F d'Ellenberg

Les analyses de biodiversité pour ce jeu de données peuvent se baser sur la composition spécifique des communautés d'espèces, mais on peut également avoir recours au classement des taxons par affinité plus ou moins forte pour l'humidité et l'inondation. Comme pour l'analyse de la végétation prairiale l'indice F d'Ellenberg (Figure 1, page 10 : Référentiel Ellenberg *et al.* 1991) est utilisé classiquement pour caractériser cette affinité.

A. Diversité par secteur

1. *Richesse spécifique (RS) globale*

Le tableau 9 ci-dessous nous informe des caractéristiques globales des peuplements des secteurs étudiés.

Tableau 9 : nombre de taxons par secteurs suivant leur indice F d'Ellenberg.

	Secteur	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	2014
A.RS* indice F 5 à 8 = taxons des sites humides		2	12	6	9	7	4	7	4	4	2	7	23
B.RS F 9 = taxons « amphibies »		2	3	3	4	5	2	9	2	5	4	6	16
C.RS** indice F 10 à 12 = taxons « aquatiques »		15	6	10	13	8	10	3	3	4	3	6	24
D.RS totale A+B+C = nb de taxons min		19	21	19	26	20	16	19	9	13	9	19	62
E.RS F 9 à 12 B+C = nb de taxons min		17	9	13	17	13	12	12	5	9	7	12	40

*Bryophyte indéterminé incluse (= 1 taxon sur les secteurs 01, 02, 03, 04, 06, 08, 11)

**Algues filamenteuses incluses (= 1 taxon indice 12 sur tous les secteurs) + autres algues incluses également (= 1 taxon indice 12 sur les secteurs 04, 05, 09, 10, 11)

Certains secteurs, comme les secteurs 01, 03, 04 et 06, montrent la plus forte richesse totale (D), essentiellement due à la présence de taxons d'indices F de 10 à 12 (C > 50%). La végétation aquatique semble bien diversifiée. Parmi eux, le secteur 01 se démarque par la faible diversité de taxons d'indices F 4 à 9 (sites humides + amphibies). Sur ce secteur, une grande partie des berges est abrupte, avec un pied de berge peu végétalisé. Cela peut expliquer cette particularité. Comparativement, des stations du secteur 03 présentent la même configuration sur certaines berges, quand d'autres voient leurs pieds de berges partiellement végétalisés (*Phalaris arundinacea*, *Iris pseudacorus* etc.).

Pour d'autres secteurs, (secteurs 07, 08, 09, 10 et 11), les taxons aquatiques représentent au mieux un tiers des taxons présents.

Une représentation graphique du nombre de taxons en fonction de leur indice F d'Ellenberg (Figures 28 à 30) nous permet d'établir 3 ensembles de secteurs.

Le premier concerne les secteurs 01, 03, 04 et 06 pour qui l'indice 12 présente le plus de taxons (de 5 à 11). L'indice 11 est lui représenté par 4 à 5 taxons.

Un second groupe constitué des secteurs 02, 05, 07, 09 et 11 présente plus de taxons dans les catégories 8 ou 9 que dans la 12 (de 2 à 5 taxons) ou la 11 (0 à 4 taxons).

Les secteurs 08 et 10 présentent peu de taxons quel que soit leur indice F.

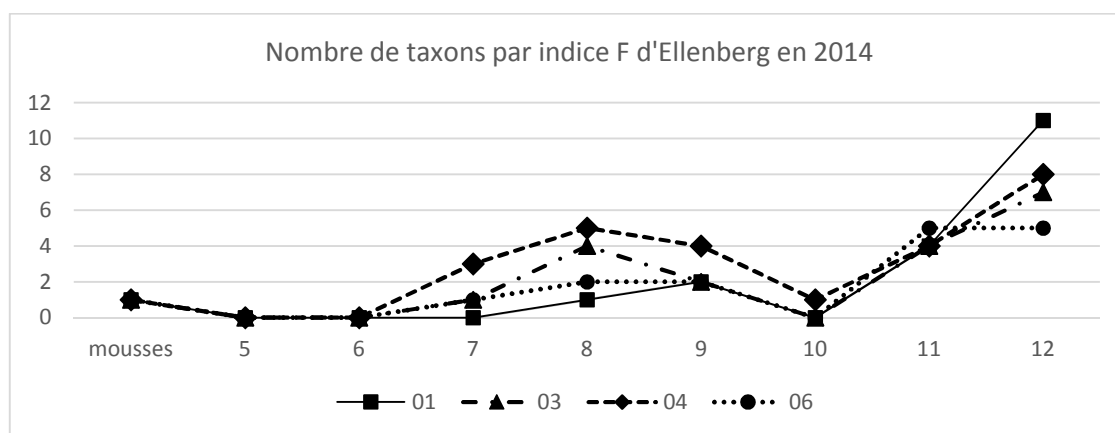


Figure 28 : nombre de taxons observés par indice d'Ellenberg pour les secteurs 01, 03, 04 et 06.

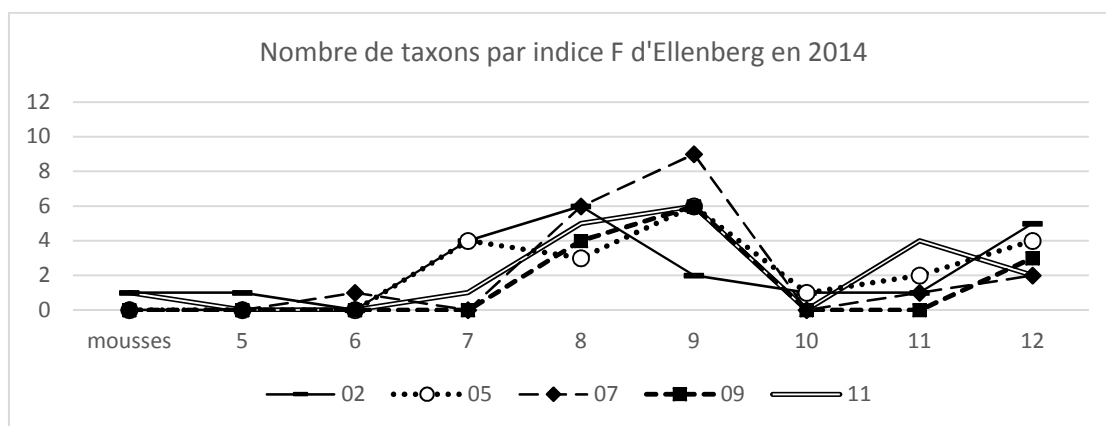


Figure 29 : nombre de taxons observés par indice d'Ellenberg pour les secteurs 02, 05, 07, 09 et 11.

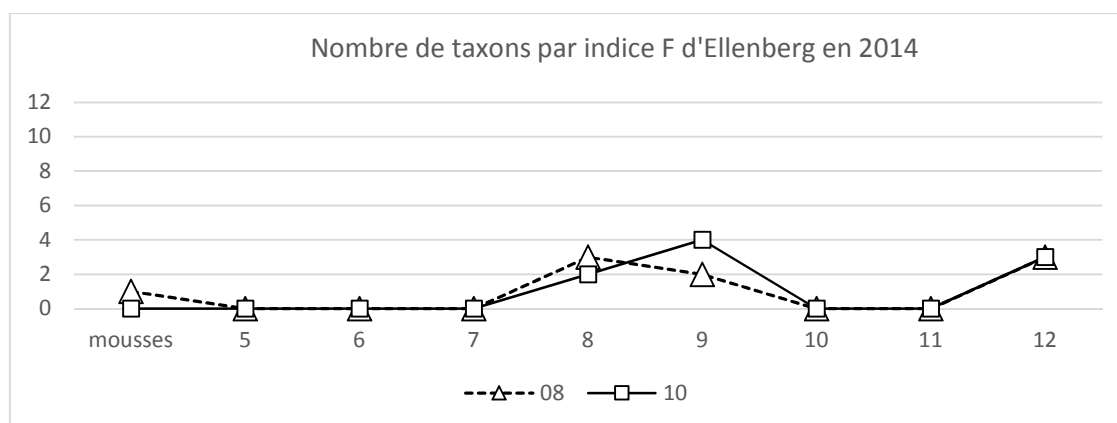


Figure 30 : nombre de taxons observés par indice d'Ellenberg pour les secteurs 08 et 10.

Quelques hypothèses peuvent expliquer ces différences de richesse spécifique globale ou par groupe d'indices d'Ellenberg. Le secteur 02, avec peu de végétation aquatique, peut avoir fait l'objet d'interventions de curage récentes. Les diversités A, B et C de niveau intermédiaire du secteur peuvent être liées à l'hétérogénéité de ses stations. Ces remarques rappellent que cette diversité totale à l'échelle du secteur est à interpréter à ce niveau avec prudence et que l'éventuelle hétérogénéité entre stations doit être prise en compte.

Taxons par quadrats :

Chaque station est échantillonnée par 250 quadrats. 4 secteurs (7 ; 9 ; 10 et 11) présentent une majorité de quadrats sans aucun taxon (tableau X). Les secteurs 1 et 6 présentent eux une majorité de quadrats avec plus d'un taxon.

Tableau 10 : % de quadrats en fonction du nombre de taxons répertoriés.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
% de quadrats vides	3,6	43,2	18,4	16,8	26	9,6	65,6	17,2	86	58	67,6
% de quadrats avec un taxon	9,2	32	43,2	40,4	32,4	22,8	24,4	66	11,6	40,4	20,8
% de quadrats avec plus d'un taxon	87,2	24,8	38,4	42,8	41,6	67,6	10	16,8	2,4	1,6	11,6

Le diagramme en boîte (figure 31) permet de visualiser la distribution des nombres de taxons par quadrat au sein de chaque secteur.

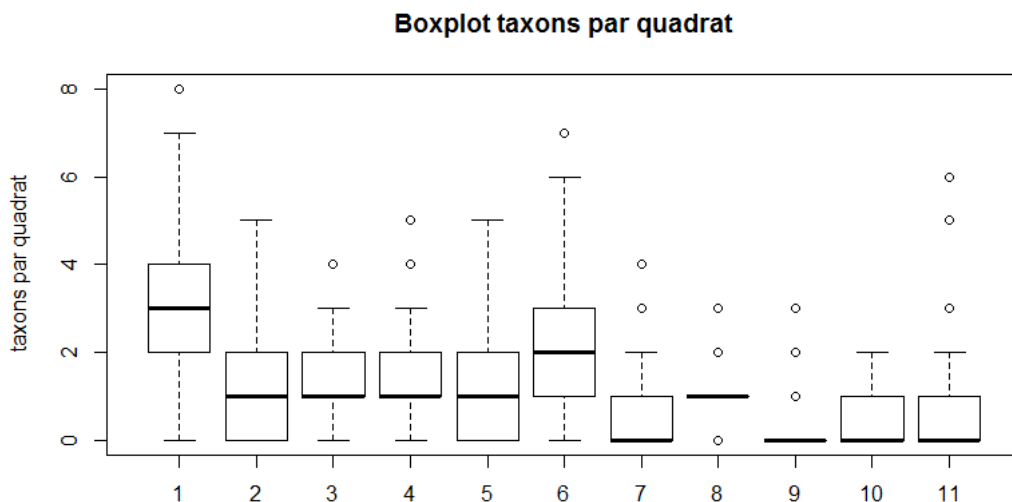


Figure 31 : diagramme en boîte des taxons par quadrat pour chaque secteur.

Le « nombre de taxons par quadrat » est faible, avec des médianes souvent < 2 . Certains secteurs se distinguent avec des quadrats présentant 6, 7 ou 8 taxons. L'amplitude est plus importante sur les secteurs 01 (diversité jusqu'à 8), 06 (de 0 à 7) et 11 (de 0 à 6) et plus faible sur les secteurs 8, 9 (de 0 à 3) et 10 (de 0 à 2).

2. Richesse spécifique (RS) par groupe d'espèces selon leurs indices F d'Ellenberg 'F' par secteur

Un complément d'analyse consiste à regarder la répartition des observations et leurs occurrences par indice d'Ellenberg.



Occurrence des taxons par secteur :

On calcule le nombre d'apparitions d'un évènement (ici chaque taxon, ou groupe de taxons) au sein d'une modalité (ici les secteurs). On peut également calculer la fréquence soit l'occurrence divisée par le nombre de quadrats. Un secteur contient 250 quadrats. Par exemple, les algues filamenteuses apparaissent sur le secteur 01 dans 168 des 250 quadrats, soit une fréquence de 67,2 %. Au total les algues filamenteuses sont notées dans 990 des 2750 quadrats de l'étude en 2014, soit dans 36 % des quadrats du dispositif complet.

Le tableau 11 montre pour chaque secteur le cumul de présence des taxons de même indice d'Ellenberg F. Par exemple, sur le secteur 1, il y a 784 occurrences de taxons d'indice F 12 sur les 250 quadrats. Le pourcentage entre parenthèses indique la part des occurrences de chaque indice au sein de chaque secteur. Ainsi, sur le secteur 1, les taxons d'indice 12 représentent 93,1 % des occurrences.

Tableau 11 : cumul des apparitions de taxons d'indices F identiques pour chaque secteur.

Secteur		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
indice F d'Ellenberg	5		2 (0,9 %)									
	6							1 (0,8 %)				
	7		10 (4,6 %)	1 (0,3 %)	8 (2,3 %)	18 (5,4 %)	1 (0,2 %)					1 (0,8 %)
	8	1 (0,1 %)	16 (7,3 %)	10 (3,0 %)	25 (7,3 %)	8 (2,4 %)	3 (0,5 %)	15 (12,7 %)	6 (2,4 %)	4 (9,5 %)	3 (2,8 %)	17 (13,0%)
	9	8 (0,9 %)	7 (3,2 %)	5 (1,5 %)	42 (12,2 %)	86 (25,74 %)	5 (0,9 %)	68 (57,6 %)	3 (1,2 %)	23 (54,8%)	26 (23,8 %)	64 (48,8%)
	10		2 (0,9 %)		5 (1,5 %)	1 (0,3 %)						
	11	49 (5,8 %)	18 (8,2 %)	19 (5,7 %)	42 (12,2 %)	156 (46,7 %)	224 (41,0 %)	1 (0,8 %)				29 (22,1%)
	12	784 (93,1 %)	164 (74,9 %)	299 (89,5 %)	221 (64,4 %)	65 (19,4 %)	313 (57,3 %)	33 (28,0 %)	243 (96,4 %)	15 (35,7 %)	80 (73,4 %)	20 (15,3%)

On peut comme précédemment regrouper certains secteurs en fonction de leurs similitudes. Les quatre premiers secteurs sont largement représentés par les taxons d'indice 12. Les secteurs 07 à 10 sont constitués pour l'essentiel de taxons d'indices 8, 9 et 12.

Le total des occurrences par secteur est très différent d'un secteur à l'autre. Il donne une idée du niveau de végétalisation des canaux.

3. Part des espèces indicatrices de sites aquatiques et humides (indice F de 9 à 12)

Le tableau 12 présente le nombre d'occurrence de chaque taxon d'indice F = 9 à 12 pour chacun des secteurs. Il permet d'apprécier la dominance ou la rareté des taxons aquatiques.

Les algues filamenteuses sont présentes sur tous les secteurs, parfois en nombre. D'autres espèces présentent une large répartition, *Myriophyllum spicatum* et *Iris pseudacorus* avec des occurrences moins fortes (173 et 58).

On note des espèces exclusives à certains secteurs, comme *Azolla filiculoides* sur le secteur 5 ou *Wolffia arrhiza* sur le 6.

La présence occasionnelle d'espèces d'indice 9, c'est-à-dire des espèces hygrophiles, amphibies telles que *Iris pseudacorus* et *Phragmites australis*, peut être liée à l'occurrence de la faible pente de certaines berges ou de la faible profondeur de certains canaux. La présence très ponctuelle de *Lycopus europaeus* peut refléter l'assèchement épisodique d'un canal ou d'une partie de canal. Il ne peut être exclu que le placement aléatoire des quadrats puisse également conduire à échantillonner un éboulement de berge temporairement immergé par exemple. Seul le nombre important de quadrats réalisés et la répétition de ce suivi sur plusieurs sites et plusieurs années pourra permettre d'interpréter ces données.

Tableau 12 : fréquence d'apparition des taxons par secteur.

Espèces	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Tot
Algues filamenteuses	168	41	51	172	54	168	32	220	6	59	19	990
Autres algues				6	3				4	19	1	33
<i>*Azolla filiculoides</i> Lam., 1783					155							155
<i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla, 1905				2								2
<i>Butomus umbellatus</i> L., 1753				5	1							6
<i>Callitriche obtusangula</i> Le Gall, 1852				36		4	1				5	46
<i>Callitriche platycarpa</i> Kütz., 1842											6	6
<i>Carex acutiformis</i> Ehrh., 1789							1					1
<i>Carex elata</i> All., 1785							1		3	4	14	22
<i>Carex paniculata</i> L., 1755							26					26
<i>Carex pseudocyperus</i> L., 1753								2				2
<i>Carex riparia</i> Curtis, 1783							13		2	9	2	26
<i>Ceratophyllum submersum</i> L., 1763	180	88	14	21		76		21				400
Characées indéterminées	5											5
<i>*Elodea canadensis</i> Michx., 1803	122											122
<i>*Elodea nuttallii</i> (Planch.) H.St.John, 1920	32		54	1		53						140
<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb., 1919				2	1		4		10			17
<i>Helosciadium nodiflorum</i> (L.) W.D.J.Koch, 1824											2	2
<i>Iris pseudacorus</i> L., 1753	3	6	4	19	10	1	8		4		3	58
<i>Leersia oryzoides</i> (L.) Sw., 1788							1					1
<i>Lemna gibba</i> L., 1753	10											10
<i>Lemna minor</i> L., 1753	21		13	1		83					9	127
<i>*Lemna minuta</i> Kunth, 1816	4		1			72					9	86
<i>*Ludwigia peploides</i> (Kunth) P.H.Raven, 1963				19	69	4		1	3	9		105
<i>Lycopus europaeus</i> L., 1753		1			1				1			3
<i>Myriophyllum spicatum</i> L., 1753	58	31	55	2	2	15	1	2	5	2		173
<i>Persicaria amphibia</i> (L.) Gray, 1821		18	3	2	1							24
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud., 1840	5				4		11			4	42	66
<i>Potamogeton crispus</i> L., 1753	50	1	15	14								80
<i>Potamogeton lucens</i> L., 1753	18											18
<i>Potamogeton trichoides</i> Cham. & Schldl., 1827	71											71
<i>Ranunculus peltatus</i> subsp. <i>baudotii</i> (Godr.)			2									2
<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Besser, 1821					1						1	2
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L., 1753			1									1
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla, 1888		2										2
<i>Sparganium erectum</i> L., 1753							3					3
<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid., 1839	14			3		40						57
<i>Stuckenia pectinata</i> (L.) Börner, 1912	77	3	101	4	6	1						192
<i>Wolffia arrhiza</i> (L.) Horkel ex Wimm., 1857						25						25
<i>Zannichellia palustris</i> L., 1753	3		9	1								13
Total	841	191	323	310	308	542	102	246	38	106	113	3120

La police en gras renseigne les espèces d'indice F > à 9, ainsi que les algues. *=espèce exogène

4. Statut de Protection

Parmi les taxons répertoriés, seul *Ceratophyllum submersum* est protégé à l'échelle régionale (protection totale, DREAL PDL). Il est présent dans les secteurs 01, 02, 03, 04, 06 et 08.

B. Analyse des occurrences par station pour chacun des secteurs

Regardons ce qui se passe à l'échelle de chacun des secteurs en répartissant les observations par station (10 stations par secteur, 25 quadrats par station) et par indice F d'Ellenberg (9 à 12). Cela permet d'apprécier l'homogénéité de la végétation aquatique et amphibie entre stations d'un même secteur.

Secteur 1

Ce secteur présente la plus importante végétalisation dans les canaux, de par la diversité et la fréquence taxonomique dans les quadrats (tableau 13).

Tableau 13 : occurrence de taxons/station en fonction de leur indice F d'Ellenberg de 9 à 12 du secteur 01.

	9	10	11	12	total taxons 9 à 12	total taxons 9 à 12 sans algue	hauteur d'eau moyenne (cm)	% d'eau libre	Largeur moyenne (m)	Type canal	
01VA01			7	53	60	44	54	91	10,8	III	
01VA02	2		12	62	76	59	44	78	6,8	III	
01VA03	3		15	88	106	81	42	87	5,5	III	
01VA04			1	95	96	78	50	86	6	III	
01VA05			2	73	75	65	52	67,8	5,3	III	
01VA06			1	89	90	65	56	20	5,7	III	
01VA07				90	90	74	55	97,4	6,6	III	Fréquence :
01VA08				23	23	21	70	99,2	6,2	III	Médiocre de 0 à 10 occurrences
01VA09	1		1	108	110	93	60	80	5,5	III	Moyenne de 11 à 25 occurrences
01VA10	2		10	103	115	93	50	88,2	7,2	III	Bonne + de 25 occurrences

Si les algues filamenteuses sont présentes dans 67,2 % des quadrats, d'autres taxons ont une fréquence élevée comme *Ceratophyllum submersum* (72 % des quadrats). L'Elodée du Canada (*Elodea canadensis*), espèce envahissante, est présente dans 48,8 % des quadrats et n'est notée en 2014 que sur ce secteur. Parmi les autres espèces bien représentées, notons *Stuckenia pectinata*, *Potamogeton trichoides* ou *Myriophyllum spicatum*.

Particularités taxonomiques : le groupe des Characées (espèces non déterminées), *Lemna gibba*, *Potamogeton lucens* et *Potamogeton trichoides* n'ont été trouvées que sur ce secteur 01. Ces espèces ont un indice F de 11 (*Lemna gibba*) ou 12.

Seulement 2 taxons sur 17 ont un indice F de 9 (Iris et phragmite).

Particularités des stations : La station 01VP08, la plus profonde, présente une occurrence en taxons moins forte que celles des 9 autres stations.

Secteur 2

Avec 6 espèces d'indice 10 à 12, ce secteur est moins riche en espèces aquatiques et amphibiens (tableau 14) que les secteurs 01 et 03 géographiquement proches.

Tableau 14 : occurrence de taxons/station en fonction de leur indice F d'Ellenberg de 9 à 12 du secteur 02.

	9	10	11	12	total taxons 9 à 12	total taxons 9 à 12 sans algue	hauteur d'eau moyenne (cm)	% d'eau libre	Largeur moyenne (m)	Type canal
02VA01			3		3	3	180	99,2	8,18	II
02VA02	1			47	48	31	94	99	6,04	III
02VA03				1	1	1	100	100	6,96	III
02VA04	1	1	3	1	6	5	100	99	5,4	II
02VA05	2	1	4	19	26	22	64	99	4,84	III
02VA06	2		3	11	16	15	52	99	4,5	III
02VA07	1			46	47	29	104	99	6,06	III
02VA08			3	12	15	15	60	99	5,1	III
02VA09			2	24	26	26	78	99	4,98	III
02VA10				3	3	3	62	99	6,8	III

Fréquence :

Médiocre	de 0 à 10 occurrences
Moyenne	de 11 à 25 occurrences
Bonne	+ de 25 occurrences

La plupart des stations présente une végétalisation contrastée. Un lot de stations (02, 07, 09, 05, 06) connectées entre elles a des occurrences de taxons/station bonnes à moyennes, tandis qu'un autre lot (03, 08, 10) a des occurrences médiocres à moyennes. Cela pourrait s'expliquer partiellement par le curage, les stations 01 et 04 ayant subi une intervention récente. Ce qui ne serait pas le cas des stations 3 et 10. Il semble ainsi important de recueillir des données fiables sur l'historique de curage des canaux.

Particularités taxonomiques : *Ceratophyllum submersum*, *Myriophyllum spicatum* et *Persicaria amphibian* sont les trois espèces les plus fréquemment recensées.

Particularités des stations : 3 taxons sur 9 ont un indice F de 9 (*Iris pseudacorus* ; *Lycopus europaeus* ; *Schoenoplectus lacustris*). Le scirpe aigu (*Schoenoplectus lacustris*) n'a été noté que sur ce secteur.

Secteur 3

Ce secteur présente 13 espèces d'indices 9 à 13 dont 3 d'indice 9. *Stuckenia pectinata*, *Myriophyllum spicatum* et *Elodea nuttallii* sont les trois espèces les plus fréquentes. Les stations ont toutes des occurrences de taxons moyennes à bonnes (tableau 15).

Particularités taxonomiques : *Ranunculus peltatus* et *Sagittaria sagittifolia* (indice 9) ne sont trouvées que sur ce secteur en 2014.

Particularités des stations : La station 05 est surtout occupée par des algues filamenteuses.

Tableau 15 : occurrence de taxons/station en fonction de leur indice F d'Ellenberg de 9 à 12 du secteur 03.

	9	10	11	12	total taxons 9 à 12	total taxons 9 à 12 sans algue	hauteur d'eau moyenne (cm)	% d'eau libre	Largeur moyenne (m)	Type canal
03VA01	1			25	26	26	50	99	5,3	III
03VA02			2	12	14	13	78	99,8	9,8	III
03VA03			1	25	26	26	40	99	4,5	III
03VA04			3	23	26	26	52	98,8	7,4	III
03VA05			4	19	23	7	38	98	5,5	III
03VA06				23	23	23	42	99	5,4	III
03VA07				52	52	28	38	99	4,8	III
03VA08			2	50	52	45	40	98	4,8	III
03VA09	4		5	12	21	20	30	98	4,9	III
03VA10			2	58	60	58	44	90	5,2	III

Fréquence :
Médiocre de 0 à 10 occurrences
Moyenne de 11 à 25 occurrences
Bonne + de 25 occurrences

Secteur 4

Plus de la moitié des occurrences observées sur ce secteur (tableau 16) sont attribuables à des algues filamenteuses (55,5 %). Malgré cela, ce secteur est un des plus diversifié avec 17 espèces, tout indices confondus, et 13 espèces au total d'indice > à 9.

Tableau 16 : occurrence de taxons/station en fonction de leur indice F d'Ellenberg de 9 à 12 du secteur 04.

	9	10	11	12	total taxons 9 à 12	total taxons 9 à 12 sans algue	hauteur d'eau moyenne (cm)	% d'eau libre	Largeur moyenne (m)	Type canal
04VA01	1		7	20	28	15	102	99	6,06	II
04VA02	1		4	14	19	10	120	99	5,14	II
04VA03	1		7	32	40	16	122	94	6,5	II
04VA04			1	24	25	1	68	99	2,56	III
04VA05				42	42	19	116	97,4	3,68	III
04VA06	2		3	12	17	5	114	100	5,42	II
04VA07			4	9	13	8	94	99	5,46	II
04VA08			16	26	42	16	68	99,8	2,72	III
04VA09	4	5		23	32	9	58	80	3,04	III
04VA10	33			19	52	33	60	57	3	III

Fréquence :
Médiocre de 0 à 10 occurrences
Moyenne de 11 à 25 occurrences
Bonne + de 25 occurrences

Particularités taxonomiques : Le scirpe maritime (*Bolboschoenus maritimus*, indice 9) n'a été noté que sur ce secteur.

Particularités des stations : La station 10 se caractérise par une fréquence de taxons plus élevée que les autres. Cette fréquence est essentiellement liée à la présence de Jussie (*Ludwigia peploides*) qui occupe presque tous les quadrats.

Secteur 5

La richesse spécifique en plantes aquatiques et amphibies est de 13 sur ce secteur, 8 si les espèces d'indice 9 sont exclues. La fréquence d'apparition de telles plantes est moyenne à bonne (tableau 17), sauf pour

une station (05). Toutefois deux espèces invasives occupent 73 % des occurrences. Il s'agit d'*Azolla filiculoides* et de *Ludwigia peploides*.

Tableau 17 : occurrence de taxons/station en fonction de leur indice F d'Ellenberg de 9 à 12 du secteur 05.

	9	10	11	12	total taxons 9 à 12	total taxons 9 à 12 sans algue	hauteur d'eau moyenne (cm)	% d'eau libre	Largeur moyenne (m)	Type canal
05VA01			19	2	21	20	56	95,6	3,46	III
05VA02	17		17	14	48	34	20	64	3,14	III
05VA03	5	1	22	13	41	28	21	55	2,88	II
05VA04	21		23	11	55	44	30	61	4,72	III
05VA05	2				2	2	40	99	5,32	III
05VA06	15		23		38	38	27	1,8	3,98	II
05VA07	11		15	10	36	26	28	70	4,88	III
05VA08	10		4		14	14	30	90	3,44	III
05VA09			26	7	33	31	40	93	3,46	III
05VA10	5		7	8	20	14	40	95	4,22	III

Fréquence :

Médiocre	de 0 à 10 occurrences
Moyenne	de 11 à 25 occurrences
Bonne	+ de 25 occurrences

Particularités taxonomiques : *Azolla filiculoides* et *Butomus umbellatus* n'ont été trouvées que sur ce secteur.

Particularités des stations : La station 05VA05 est quasiment dépourvue de végétation aquatique.

Secteur 6

12 espèces d'indice 9 à 12 sont notées dans ce secteur, dont 2 avec un indice de 9. Les occurrences de ces espèces sont plutôt bonnes (tableau 18). La végétation flottante est bien représentée avec 15 % des fréquences attribuées à *Lemna minor*, 13 % pour *Lemna minuta* (invasive) et 4,5 % pour *Wolffia arrhiza*.

Particularités taxonomiques : *Wolffia arrhiza* n'est trouvée que sur ce secteur.

Tableau 18 : occurrence de taxons/station en fonction de leur indice F d'Ellenberg de 9 à 12 du secteur 06.

	9	10	11	12	total taxons 9 à 12	total taxons 9 à 12 sans algue	hauteur d'eau moyenne (cm)	% d'eau libre	Largeur moyenne (m)	Type canal
06VA01			16	25	41	16	44	99,2	3,6	III
06VA02			2	47	49	24	96	99	5,84	III
06VA03	1		3	45	49	27	88	99	5,22	III
06VA04	1		13	44	58	37	126	99	9,34	II
06VA05			26	23	49	42	80	99	6,04	II
06VA06			8	56	64	41	134	95,6	9,6	III
06VA07	3		6	40	49	24	98	99	11,82	II
06VA08			25	20	45	38	98	99	5,72	II
06VA09			98	5	103	98	86	84	11,72	III
06VA10			27	8	35	27	106	99,2	5,82	III

Fréquence :

Médiocre	de 0 à 10 occurrences
Moyenne	de 11 à 25 occurrences
Bonne	+ de 25 occurrences

Secteur 7

En prenant en compte les indices 9 à 12, 12 taxons sont répertoriés. Parmi eux, 3 seulement sont d'indices 10 à 12 et la majorité des occurrences d'indices 10 à 12 correspond à des algues filamenteuses (tableau 19). Des carex, phragmites et iris sont fréquents.

Tableau 19 : occurrence de taxons/station en fonction de leur indice F d'Ellenberg de 9 à 12 du secteur 07.

	9	10	11	12	total taxons 9 à 12	total taxons 9 à 12 sans algue	hauteur d'eau moyenne (cm)	% d'eau libre	Largeur moyenne (m)	Type canal
07VA01	28			1	29	28	34	42	3,16	III
07VA02			1	4	5	2	116	100	4,6	II
07VA03	14				14	14	44	88	2,52	III
07VA04	4				4	4	12	88	2,28	III
07VA05	1				1	1	120	100	4,74	II
07VA06	1			4	5	1	52	99,6	2,8	III
07VA07							22	100	2,2	III
07VA08	17				17	17	11	47	2,36	III
07VA09							144	99,6	4,76	II
07VA10	3			24	27	3	38	98,4	2,8	III

Fréquence :

Médiocre	de 0 à 10 occurrences
Moyenne	de 11 à 25 occurrences
Bonne	+ de 25 occurrences

Particularités taxonomiques : *Carex acutiformis*, *Leersia oryzoides* et *Sparganium erectum*, d'indice 9 ne sont répertoriées que sur ce secteur.

Particularités des stations : Les stations 07 et 08 sont déconnectées du réseau principal par des bourrelets de terre (Observation 2015). Certaines stations sont susceptibles d'avoir subi des interventions d'arrachage en 2014 (action contre la Jussie menée par l'IIBSN). Comme pour la connectivité des canaux, ces données 'environnementales' seront à acquérir sur l'ensemble des stations.

Secteur 8

Seuls 5 taxons (indices 9 à 12) sont trouvés sur ce secteur. La fréquence calculée toutes espèces confondues sur la plupart des stations semble élevée (tableau 20) mais 89 % des occurrences sont liées aux algues filamenteuses. Les autres taxons groupés sont donc peu fréquents.

Particularités taxonomiques : *Carex pseudocyperus* n'est présent que sur ce secteur.

Tableau 20 : occurrence de taxons/station en fonction de leur indice F d'Ellenberg de 9 à 12 du secteur 08.

	9	10	11	12	total taxons 9 à 12	total taxons 9 à 12 sans algue	hauteur d'eau moyenne (cm)	% d'eau libre	Largeur moyenne (m)	Type canal
08VA01				35	35		50	97	3,5	III
08VA02				41	41	3	62	98	4,52	III
08VA03				19	19		64	97,8	5,1	III
08VA04	1			12	13	10	122	99	7,1	II
08VA05				8	8	5	120	99	8,3	II
08VA06				26	26	1	76	99	5	III
08VA07				26	26	1	64	99	3,04	III
08VA08				25	25		50	84,8	2,9	III
08VA09				26	26	4	94	99	3,62	III
08VA10	2			25	27	2	42	98,2	4,26	III

Fréquence :

Médiocre	de 0 à 10 occurrences
Moyenne	de 11 à 25 occurrences
Bonne	+ de 25 occurrences

Secteur 9

Sur ce secteur, 3 taxons d'indices 10 à 12 ont été répertoriés, auxquels s'ajoutent 6 taxons d'indice 9. Ce secteur présente peu d'algues filamenteuses et le cumul des occurrences de tous les taxons n'atteint que 38 pour 250 quadrats (tableau 21).

Particularités des stations : La plupart des stations sont sur des canaux de type tertiaire sauf la station n°04 située sur un canal secondaire. Sur cette dernière, largeur et profondeur sont nettement plus élevées que dans les autres stations du secteur.

Tableau 21 : occurrence de taxons/station en fonction de leur indice F d'Ellenberg de 9 à 12 du secteur 09.

	9	10	11	12	total taxons 9 à 12	total taxons 9 à 12 sans algue	hauteur d'eau moyenne (cm)	% d'eau libre	Largeur moyenne (m)	Type canal
09VA01					3		20	100	2,1	III
09VA02				3	3		54	100	3	III
09VA03	4				4	4	40	100	2,2	III
09VA04				6	6	5	100	100	6,7	II
09VA05							30	100	2,5	III
09VA06	8				8	8	15	100	2,08	III
09VA07	1				1	1	58	100	2,98	III
09VA08	3				3	3	42	100	2,14	III
09VA09	6			6	12	6	50	100	2,8	III
09VA10	1				1	1	36	100	2,18	III

Fréquence :

Médiocre	de 0 à 10 occurrences
Moyenne	de 11 à 25 occurrences
Bonne	+ de 25 occurrences

Secteur 10

Sur le secteur 10, 7 espèces d'indice 9 à 12 ont été répertoriées dont 3 seulement d'indice 10 à 12. Plus de la moitié des occurrences correspond à la présence d'algues (tableau 22).

Tableau 22 : occurrence de taxons/station en fonction de leur indice F d'Ellenberg de 9 à 12 du secteur 10.

	9	10	11	12	total taxons 9 à 12	total taxons 9 à 12 sans algue	hauteur d'eau moyenne (cm)	% d'eau libre	Largeur moyenne (m)	Type canal
10VA01	5				5	5	46	91	3,62	III
10VA02	9			1	10	9	22	84,8	2,6	III
10VA03	1			21	22	1	32	99,2	4,26	III
10VA04				24	24		14	98,4	3,9	III
10VA05	1				1	1	25	99,8	2,1	III
10VA06				19	19		11	100	2,26	III
10VA07	7				7	7	10	76	0,84	III
10VA08				1	1		30	100	4,74	III
10VA09	3			2	5	5	42	90	3,54	III
10VA10				12	12		14	99	2,3	III

Fréquence :

Médiocre	de 0 à 10 occurrences
Moyenne	de 11 à 25 occurrences
Bonne	+ de 25 occurrences

Particularités des stations : Ce secteur présente peu de canaux qui correspondent aux critères de choix de stations de suivi établis initialement. Il présente un linéaire de canaux réduit et une bonne part de

l'assolement est réservée à la culture de maïs ou de céréales avec un drainage important. Ces contraintes ont conduit à la sélection de stations situées dans des contextes plus hétérogènes que sur les autres secteurs sur le plan des haies et de l'assolement des parcelles environnantes notamment. En 2014, les niveaux d'eau étant bas au moment du suivi : la hauteur d'eau moyenne était d'une dizaine de centimètres et certains tronçons étaient à sec, hormis pour la station 1 qui présentait une hauteur d'eau moyenne maximale de 46 cm (24,6 cm en moyenne).

Secteur 11

Sur le secteur 11, 12 espèces d'indices 9 à 12 ont été répertoriées, dont 50 % d'indice 9 (tableau 23). Il se caractérise par une hétérogénéité marquée des stations. La station 01 présente une eau plus claire et plus courante à l'allure de ruisseau. Elle présente une bonne fréquence de taxons et trois taxons ne sont trouvés que sur cette station. Les autres stations sont moyennes à médiocres en termes de fréquence taxonomique.

Tableau 23 : occurrence de taxons/station en fonction de leur indice F d'Ellenberg de 9 à 12 du secteur 11.

	9	10	11	12	total taxons 9 à 12	total taxons 9 à 12 sans algue	hauteur d'eau moyenne (cm)	% d'eau libre	Largeur moyenne (m)	Type canal
11VA01	2		25	18	45	27	54	98	2,42	III
11VA02	8		2		10	10	48	98	3,4	III
11VA03	22				22	22	36	95	2,84	III
11VA04	2			1	3	2	66	98	5	III
11VA05							100	100	4,9	III
11VA06			2	1	3	2	70	100	4,44	III
11VA07	5				5	5	16	98	2,5	III
11VA08	22				22	22	38	95	2,7	III
11VA09	2				2	2	44	98	4,78	III
11VA10	1				1	1	34	100	2,72	III

Fréquence :

Médiocre	de 0 à 10 occurrences
Moyenne	de 11 à 25 occurrences
Bonne	+ de 25 occurrences

Particularités taxonomiques : *Callitriche platycarpa* (12) et *Helosciadium nodiflorum* (9) ne sont pas trouvées ailleurs en 2014. La station 01 est particulière car alimentée par une source. Elle présente une eau plus courante et limpide que les autres stations. Sous influence directe de cette source, le canal se retrouve à sec quand cette dernière se tarie.

C. Comparaison de la végétation des canaux entre secteurs

Sur la base des tableaux de contingence utilisés précédemment, on peut mettre en œuvre des méthodes d'analyse factorielle des correspondances (AFC).

Suite à cette AFC, une CAH (**Classification Ascendante Hiérarchique**) permet de séparer des secteurs en groupes présentant des caractéristiques proches sur le plan des données de végétation des canaux. Cette méthode produit des partitions emboîtées d'hétérogénéité croissante (voir détails page 24).

1. Première approche de l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) et clés d'interprétation

Ce paragraphe apporte, à travers un exemple, des éléments méthodologiques et des clés pour interpréter les AFC qui suivront.



L'AFC est réalisée sur un tableau de contingence, ici les secteurs (ou les stations par exemple) en lignes et le taxon (ou groupes de taxon) en colonne. Dans ce tableau de contingence figure le nombre d'événements ayant à la fois la modalité secteur et la modalité taxon. Ici par exemple (tableau 24), un événement est un taxon répertorié dans un quadrat (lui-même dans un secteur). Une cellule du tableau représente donc la somme des occurrences de l'espèce dans les 250 quadrats de chaque secteur.

Tableau 24 : extrait d'un tableau de contingence d'occurrence de taxons sur les 11 secteurs

01	0	0	0	0	0	180	5	122
02	0	0	0	0	0	88	0	0
03	0	0	0	0	0	14	0	0
04	6	0	5	36	0	21	0	0
05	3	155	1	0	0	0	0	0
06	0	0	0	4	0	76	0	0
07	0	0	0	1	0	0	0	0
08	0	0	0	0	0	21	0	0
09	4	0	0	0	0	0	0	0
10	19	0	0	0	0	0	0	0
11	1	0	0	5	6	0	0	0

L'AFC permet d'extraire la plus grande partie de l'information initiale de ce tableau pour la restituer en un nombre réduit de dimensions (axes) en s'attachant aux correspondances entre les variables. Elle offre la particularité de fournir un espace de représentation commun aux modalités lignes (secteurs) et colonnes (taxons).

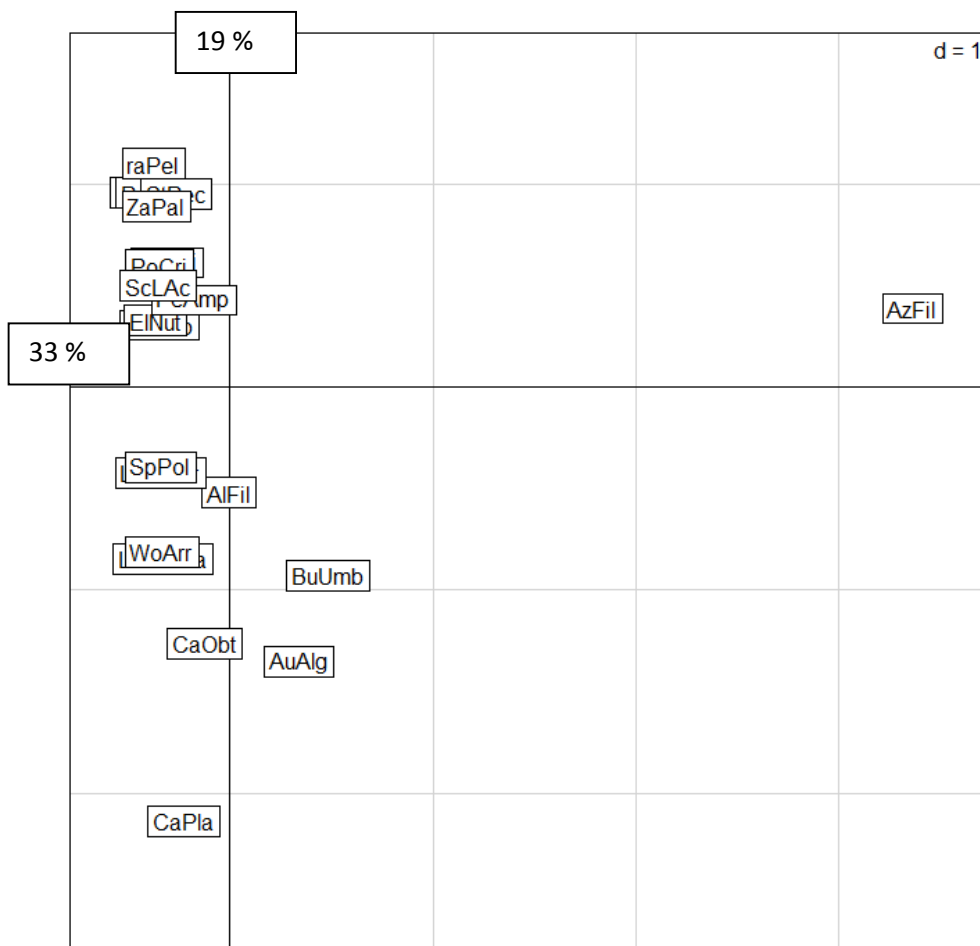
La représentation graphique est un espace en deux dimensions constitué des axes 1 (horizontal) et 2 (vertical) qui restituent les plus grandes parts d'information possible. Le pourcentage d'inertie restituée (la part expliquée) est indiqué pour chaque axe. L'analyse graphique consiste à observer si les secteurs et/ou espèces semblent s'opposer sur ces axes ou au contraire s'associent.

Les sorties graphiques doivent être interprétées en considérant également des résultats numériques fournis par les logiciels d'analyses lors d'une AFC, en particulier le pourcentage d'inertie expliqué par chaque axe et la contribution de chaque taxon à chacun des axes. Leur lecture est complexe et ils ne seront pas présentés dans ce document. Ils sont composés :

- de tableaux regroupant les contributions absolues apportées par les caractères (taxons, stations, secteurs etc.) aux axes. Ainsi, certains éléments contribuent plus fortement à la formation d'un axe, ils sont dits principaux constituants.
- de tableaux regroupant les contributions relatives qui indiquent la qualité de la représentation d'une modalité avec un axe.

Enfin, nous pouvons affirmer que deux caractères sont proches ou éloignés s'ils contribuent fortement à la formation des axes et s'ils sont bien représentés.

Par exemple, démarrons sous le logiciel « R » une AFC avec un tableau de contingence regroupant les occurrences des taxons d'indices 10 à 12 par secteurs. Un rendu possible est la projection des taxons sur un plan factoriel (figure 32)..



Inertie : L'AFC indique que pour ce plan factoriel, l'axe 1 explique 33 % de l'inertie et l'axe 2 en explique 19 %. Pour comparaison, les axes 3 et 4 restituent 14 % et 10 % de l'information.

Dans cet exemple, le plan factoriel figuré, constitué des axes 1 et 2, restitue 52 % de l'information. Les axes 3 et 4 sont cependant informatifs.

On remarque graphiquement en positionnant les taxons dans cet espace (figure 32), que l'axe 1 est très étiré par *Azolla filiculoides* (valeurs positives extrêmes). Les autres espèces se répartissent plutôt le long de l'axe 2.

Azolla filiculoides représente près de 50 % des occurrences de tous les taxons du secteur 5 et n'est d'ailleurs présente qu'à cet endroit. En projetant les lignes sur ce même plan factoriel ce secteur 5 se retrouve lui aussi éloigné des autres secteurs sur l'axe 1.

Contributions : Les contributions absolues nous indiquent que le secteur 5 contribue à 90 % à la formation de l'axe 1, de même qu'*Azolla filiculoides*. Pour l'axe 2, y contribuent principalement les secteurs 1 (27 %), 3 et 4 (14 %), 6 (13 %) et 8 (11 %). Pour les taxons, les algues filamenteuses, *Elodea canadensis* et *Stuckenia pectinata* sont les plus contributeurs. Les autres axes, non représentés ici, ne sont pas inintéressants mais moins informatifs.

Qualité de la représentation : Les contributions relatives nous indiquent une très bonne qualité de représentation du secteur 5 sur l'axe 1 (le seul sur cet axe), de même pour le taxon *Azolla filiculoides*.

Interprétation : Cette représentation graphique suggère une opposition du secteur 5 par rapport aux autres sur l'axe 1. Or l'analyse des contributions relatives et absolues montrent qu'il est le seul secteur à contribuer à cet axe et à y être bien représenté ce qui conduit à ne pas confirmer une telle opposition.

On peut conduire une analyse suivant la même méthode en excluant la colonne *Azolla filiculoides*. On s'attend alors à une représentation graphique plus éclatée des espèces et des secteurs.

2. Taxons par secteur avec retrait de l'*Azolla*

La même démarche est conduite en retranchant le taxon *Azolla filiculoides* du jeu de données. Les points sont mieux distribués sur le plan constitué des axes 1 et 2 (figure 33).

Inertie : les axes 1 et 2 participent à l'inertie à hauteur de près de 50 %.

Contributions : les secteurs 01, 04, 05, 08 et 10 contribuent fortement à l'axe 1. Le secteur 06 et à moindre mesure les secteurs 04, 08 et 10 contribuent à l'axe 2. En ce qui concerne les taxons, l'axe 1 est dominé par les algues filamenteuses, *stuckenia pectinata* et l'Elodée du Canada. Il se rapproche de l'axe 2 de l'AFC précédente. *Lemna minor* et *Lemna minuta* contribuent à 50 % à l'axe 2.

Qualité de la représentation : sur le premier axe, les secteurs 01, 04, 05, 07 et 08 sont les mieux représentés. Pour l'axe 2 les secteurs 05 et 06 sont les secteurs qui contribuent majoritairement.

Interprétation : le secteur 01 présente une végétation des canaux qui est nettement distincte de celle des secteurs 04, 05 et 08 puisque ce contraste ressort sur le premier axe de l'AFC. Les végétations des canaux des secteurs 04 et 06 sont en situation opposée sur l'axe 2 ce qui indique un contraste, qui est néanmoins moins fort que les contrastes mis en évidence sur l'axe 1. Attention, pour le secteur 05 il s'agit des contingences sans *Azolla filiculoides*.

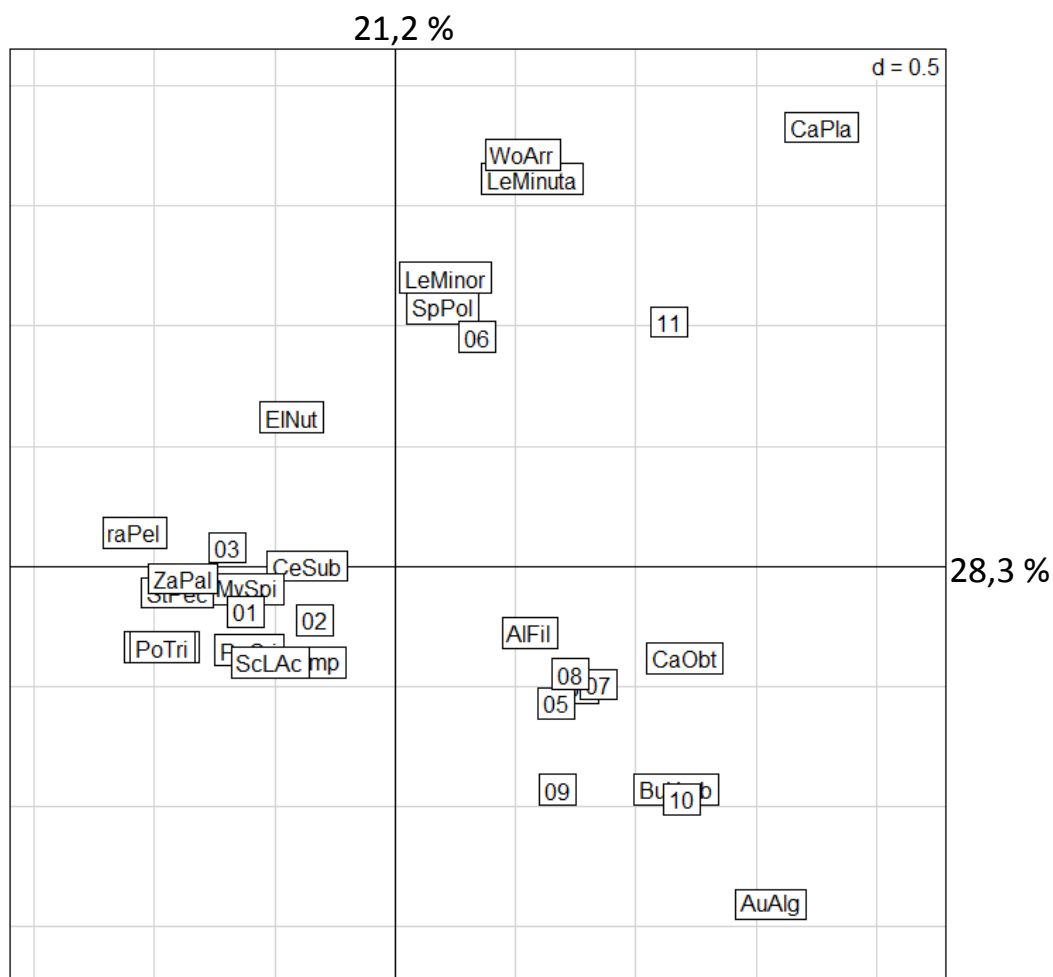


Figure 33 : occurrence des taxons d'indices 10 à 12 par secteurs avec retrait de l'*Azolla*.

A partir de cette AFC, on peut réaliser une CAH (Classification Ascendante Hiérarchique).



Une CAH est une classification maximisant l'homogénéité des objets au sein de groupes et les contrastes (distances) entre les groupes. Le rendu est un dendrogramme (arbre). La CAH crée à chaque étape une partition obtenue en agrégeant 2 à 2 les éléments les plus proches (ici secteurs ou taxons). Plus on remonte dans la classification, plus les groupes sont hétérogènes. La méthode utilisée ici est la méthode de Ward.

CAH :

La CAH réalisée sur la végétation des canaux produit un dendrogramme (figure 34) mettant en évidence trois groupes de secteurs différents. Un premier groupe est constitué des secteurs de la Venise verte (07, 08, 09 et 10) auxquels s'ajoutent le secteur de marais mouillé de bordure de Nalliers (04) et le secteur du marais desséché de Boissière (05). Le deuxième groupe est constitué des secteurs les plus occidentaux (01, 02 et 03). Le troisième groupe réunit les marais mouillés du Poiré (06) et de la cuvette de Nuaillé (11).

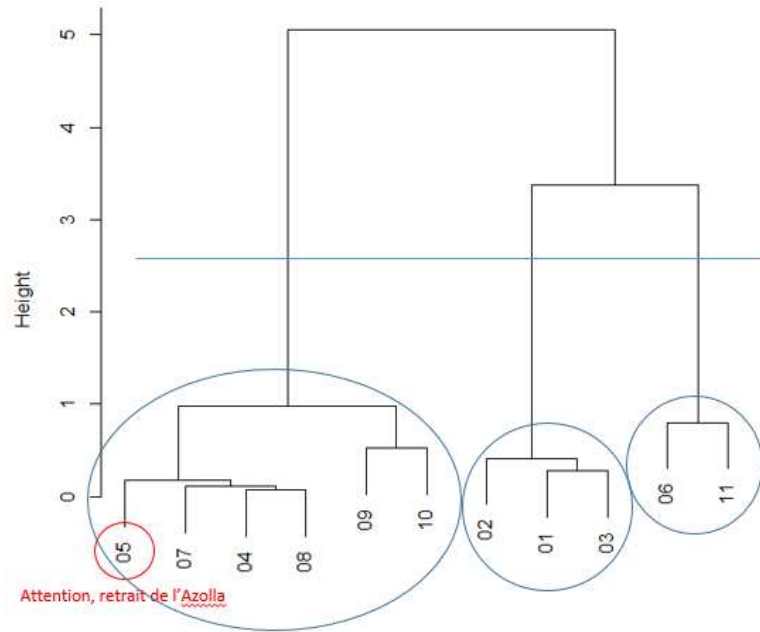


Figure 34 : CAH de l'occurrence des taxons d'indices 10 à 12 par secteur avec retrait de *Azolla filicoïdes*.

3. Intégration des taxons d'indice F=9

Les mêmes démarches sont reconduites en considérant cette fois-ci les taxons d'indice F 9 à 12, donc les taxons « aquatiques », les taxons « amphibies » (phragmites, iris etc.). *Azolla filicoïdes* est également intégrée à l'analyse.

Le dendrogramme après CAH (figure 35) sépare de nouveau le secteur 05 des autres secteurs et propose de nouveau un groupe homogène pour les secteurs 01, 02, 03 et 06.

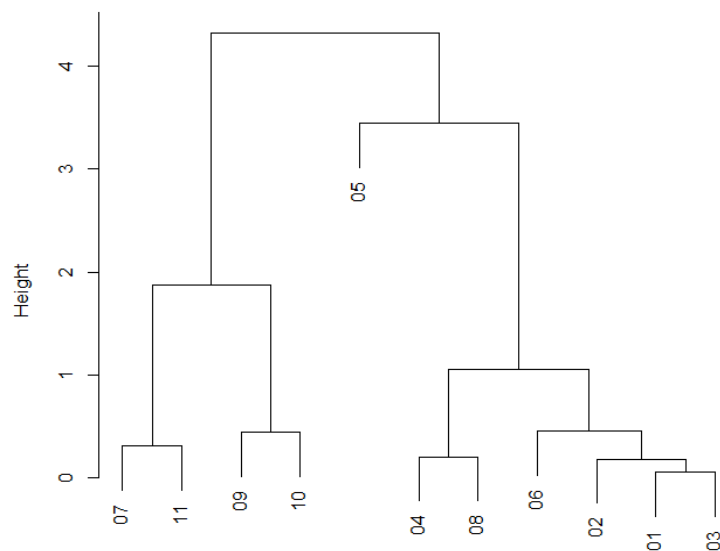


Figure 35 : CAH Occurrence des taxons d'indices 9 à 12 par secteur.

Pour information, d'autres analyses ont été testées sans procurer d'information supplémentaire (Annexes IV à VII).

4. Hétérogénéité de la végétation entre stations

Les secteurs 01, 02, 03 semblent présenter une similitude de leurs végétations aquatiques des canaux. Il peut être utile de vérifier si certaines stations de ces secteurs se distinguent ou si ces secteurs présentent une forte homogénéité de leur végétation des canaux. Pour explorer le patron d'homogénéité/hétérogénéité des stations de ces trois secteurs, une AFC a été conduite avec en lignes leurs stations et en colonnes toutes les espèces répertoriées d'indices F 9 à 12.

Une CAH (figure 36) est conduite à la suite de cette AFC.

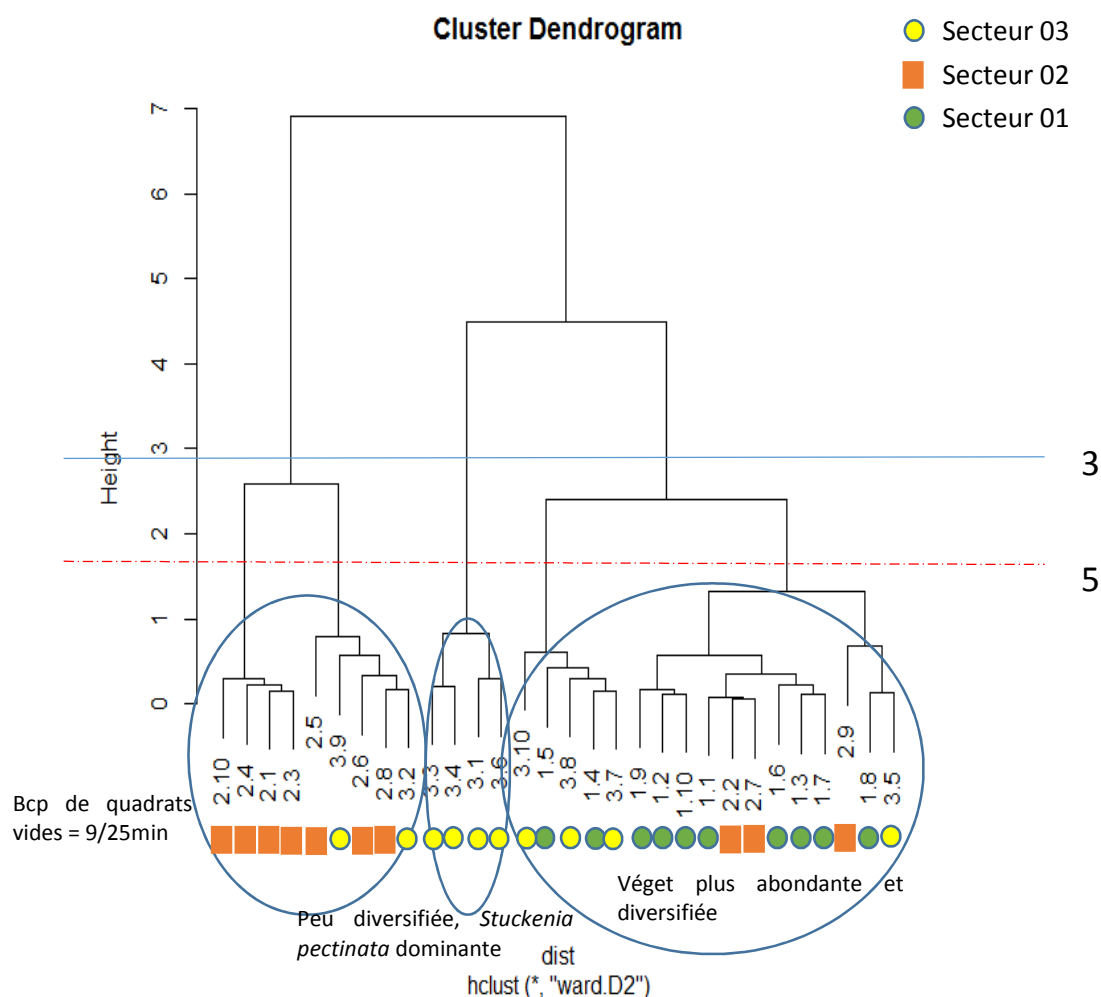


Figure 36 : CAH Occurrence des taxons d'indices 9 à 12 par station - secteurs 01 à 03.

3 groupes se distinguent :

- Le groupe qui contient le plus de stations est celui des stations où la végétation est abondante et diversifiée. Il regroupe toutes les stations du secteur 01, 4 stations du secteur 03 et 3 stations du secteur 02.
- Un autre groupe, ne contenant que 4 stations du secteur 03, est moins riche en espèces végétales et *Stuckenia pectinata* en est l'espèce dominante.
- Le 3^{ème} groupe réunit les stations sur lesquelles au moins 9 quadrats sur 25 sont sans aucune végétation. Ce groupe correspond à 2 stations du secteur 03 et 7 du secteur 02.

Cette analyse conclut à une bonne homogénéité de la végétation des canaux entre les stations des secteurs 1, 2 et 3 mais identifie également les quelques stations et les quelques taxons sources d'hétérogénéité locale.

D. Recouvrement et répartition entre végétations émergée et immergée

Les relevés effectués sur les quadrats listent les espèces en présence et précisent leur abondance/dominance émergée et/ou immergée selon le coefficient de Braun Blanquet (Figure 37). Cette échelle n'étant pas linéaire et qualitative, nous pouvons convertir nos données suivant un code de recouvrement moyen (Figure 37 selon *Dufrêne, 2003*).

AD	Rec moy
R	0,1 %
+	0,2 %
1	2,5 %
2	15 %
3	37,5 %
4	62,5 %
5	87,5 %

Figure 37 : correspondance entre l'Abondance/Dominance (AD) et le recouvrement moyen (*Dufrêne, 2003*).

Le recouvrement moyen des espèces répertoriées est compilé dans le tableau 17, qui a été élaboré en additionnant les recouvrements de chaque taxon, sur la partie émergée, et dans le tableau 18 pour les recouvrements cumulés par taxon sur la partie immergée. 63 taxons sont présents en situation émergée contre 28 en situation complètement immergée. Sont émergées la quasi-totalité des espèces d'indices 5 à 12. Symétriquement, les espèces inféodées aux milieux aquatiques (F 10 à 12), quelques espèces d'indices 9 et des espèces 'accidentelles' d'indices F de 7 et 8 sont répertoriées en situation immergée.

Les tableaux suivants présentent les données de recouvrement des taxons les mieux représentés en 2014 (en % de recouvrement global) pour les recouvrements immergés (tableau 25) et émergés (tableau 26).

Tableau 25 : identité et recouvrement des taxons immergés.

Indice d'Ellenberg	F	Taxons à recouvrement immergé	% de rec. Global ¹	% de rec. quand présence ²	Occurrence (fréquence) immergé ³
12		Algues filamenteuses	5,6	16,6	922 (33,5 %)
12		<i>Ceratophyllum submersum</i> L., 1763	4,5	31,0	400 (14,5 %)
12		<i>Stuckenia pectinata</i> (L.) Börner, 1912	1,9	28,8	184 (6,69 %)
12		<i>Elodea nuttallii</i> (Planch.) H.St.John, 1920	1,1	21,6	140 (5,09 %)
9		<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) P.H.Raven, 1963	1,0	32,7	83 (3,01 %)
12		<i>Elodea canadensis</i> Michx., 1803	0,9	20,9	122 (4,43 %)
12		<i>Myriophyllum spicatum</i> L., 1753	0,8	13,6	171 (6,21 %)
12		<i>Potamogeton crispus</i> L., 1753	0,5	17,6	79 (2,87 %)
12		<i>Potamogeton trichoides</i> Cham. & Schltdl., 1827	0,5	18,4	70 (2,54 %)
11		<i>Callitriche obtusangula</i> Le Gall, 1852	0,1	8,5	6 (0,21 %)
12		<i>Potamogeton lucens</i> L., 1753	0,1	20,7	18 (0,65 %)
12		Autres algues	0,1	10,7	33 (1,2 %)
12		<i>Zannichellia palustris</i> L., 1753	0,1	18,1	13 (0,47 %)
		Mousses	0,1	4,2	45 (1,63 %)
12		Characées indéterminées	0,1	36,2	5 (0,18 %)

Tableau 26 : recouvrement des taxons émergents.

Indice d'Ellenberg	F	Taxons à recouvrement émergé	% de rec. Global ¹	% de rec. moyen quand présence ²	Occurrence (fréquence) émergé ³
11		<i>Azolla filiculoides</i> Lam., 1783	1,4	24,2	155 (5,63 %)
12		Algues filamenteuses	1,0	17,2	164 (5,96 %)
9		<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) P.H.Raven, 1963	1,0	30,0	94 (3,41 %)
9		<i>Carex paniculata</i> L., 1755	0,4	45,5	26 (0,94 %)
11		<i>Lemna minuta</i> Kunth, 1816	0,3	10,3	86 (3,12 %)
9		<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud., 1840	0,2	10,4	65 (2,36 %)
11		<i>Lemna minor</i> L., 1753	0,2	5,2	127 (4,61 %)
9		<i>Iris pseudacorus</i> L., 1753	0,2	11,0	57 (2,07 %)
9		<i>Carex elata</i> All., 1785	0,2	23,2	22 (0,8 %)
8		<i>Phalaris arundinacea</i> L., 1753	0,2	12,3	40 (1,45 %)
7		<i>Juncus inflexus</i> L., 1753	0,1	20,6	19 (0,69 %)
9		<i>Carex riparia</i> Curtis, 1783	0,1	14,0	26 (0,94 %)
12		<i>Potamogeton crispus</i> L., 1753	0,1	20,8	11 (0,4 %)
9		<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb., 1919	0,1	14,1	13 (0,47 %)
11		<i>Persicaria amphibia</i> (L.) Gray, 1821	0,1	7,7	22 (0,8 %)
10		<i>Butomus umbellatus</i> L., 1753	0,1	28,3	6 (0,21 %)
12		<i>Ceratophyllum submersum</i> L., 1763	0,1	8,6	19 (0,69 %)
8		<i>Carex divisa</i> Huds., 1762	0,1	15,3	9 (0,32 %)

¹ Pourcentage de recouvrement global : pourcentage couvert par l'espèce, en recouvrement émergé ou immergé sur la totalité des 2750 quadrats.

² Pourcentage de recouvrement quand présence : pourcentage couvert par l'espèce, en recouvrement émergé ou immergé dans les quadrats qu'elle occupe.

³ Occurrence (fréquence) : nombre de quadrats (ou pourcentage) dans lesquels le taxon apparaît en recouvrement émergé ou immergé.

Le recouvrement global du sol (tous taxons réunis) est nettement plus élevé pour la végétation immergée (17,6 %) que pour la végétation émergée (6,2 %). Sur les 2750 quadrats que compte le suivi, 73,5 % ne présentent aucune végétation émergée et 49,1 % sont sans végétation immergée. 37,5 % des 2750 quadrats ne présentent aucune végétation.

Le faible recouvrement global peut s'expliquer à la fois par la faible fréquence d'apparition des taxons et par le faible recouvrement des taxons au sein des quadrats.

Certaines stations, principalement sur le secteur 5, présentent un pourcentage de recouvrement de végétation émergée plus important. Ce secteur accueille les plus fortes abondances d'*Azolla filiculoides* et de *Ludwigia peploides*, souvent notées en végétation émergée. Le fort pourcentage de végétation émergée dans ces quelques quadrats pourra donner lieu à examen détaillé eu égard à la caractérisation stationnelle.

On peut observer la variabilité des recouvrements immergés entre les différents secteurs sur la figure 38. Le pourcentage de recouvrement des quadrats par la végétation immergée est assez hétérogène entre secteurs (figure 39) avec des valeurs médianes variant entre 0 (secteurs 7, 9 et 11) et 66 % (secteur 1).

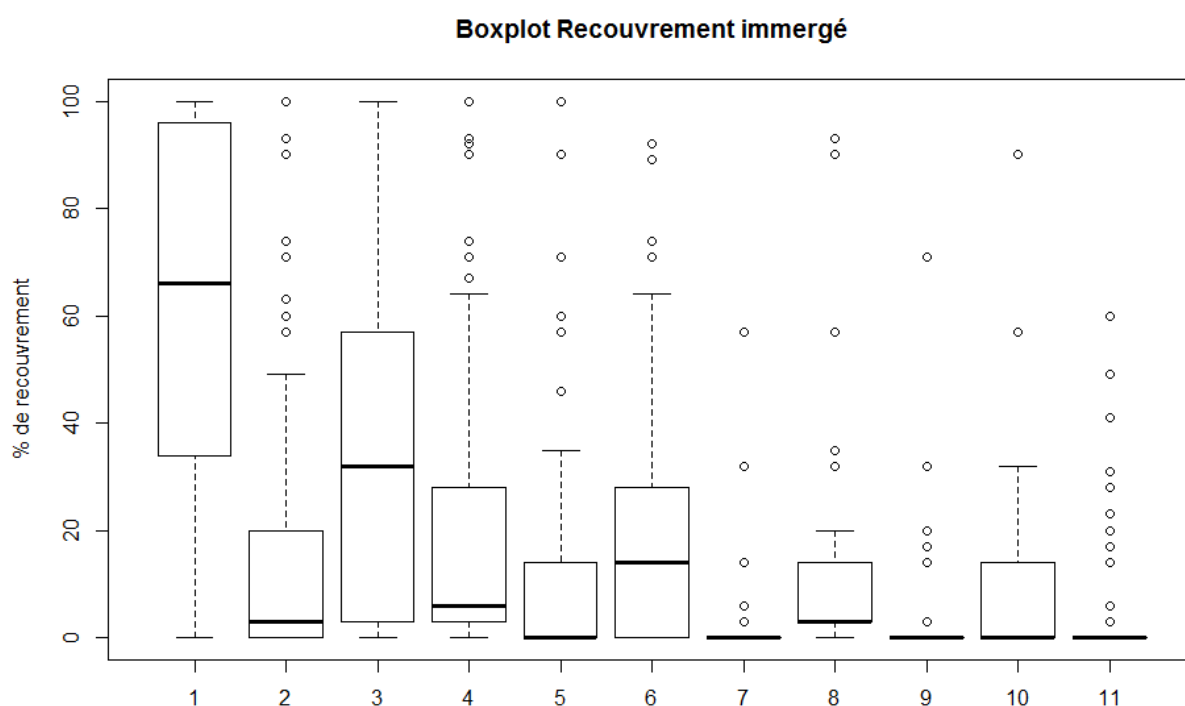


Figure 38 : pourcentages de recouvrement immergé par secteur.

IV. Limicoles nicheurs

Jeu de données

Le jeu de données 2014 offre une bonne représentation des limicoles fréquentant les secteurs. La station d'étude pour ce suivi correspond à une zone de 350 hectares environ. Le jeu de données 2013 a été relevé sur des zonages recouvrant approximativement les stations actuelles. Il est partiel car le premier passage n'a pas pu être réalisé et le secteur 04 (Nalliers) est manquant. Par ailleurs, la météo fraîche et peu clémente n'a pas été favorable au succès de reproduction des limicoles. Les suivis n'ont pas été optimaux (LPO, 2014).

Le jeu de données 2014 peut d'ores et déjà être utilisé pour mesurer la fréquentation de chaque secteur et approcher son attractivité. Le jeu de données 2013 sera consulté à la marge (nicheurs potentiels) et n'entrera pas dans l'analyse à proprement parlé.

La diversité des limicoles fréquentant les secteurs peut être décrite à la fois par les individus potentiellement nicheurs et par la fréquentation globale (nidification + halte migratoire).

A noter que toutes les espèces potentiellement nicheuses observées en 2014 sont classées dans la Liste rouge des oiseaux nicheurs de France métropolitaine (UICN, 2008). Les classes représentées vont de préoccupation mineure à vulnérable.

RE : Disparue de métropole
CR : En danger critique
EN : En danger
VU : Vulnérable
NT : Quasi menacée
LC : Préoccupation mineure
DD : Données insuffisantes

A. Fréquentation générale

Le vanneau est de très loin l'espèce la plus observée avec 51,4 % des effectifs cumulés (n = 1801 oiseaux cumulés sur les différents passages). C'est aussi la seule espèce présente sur tous les secteurs (figure 39). La barge à queue noire arrive en second grâce à un groupe en stationnement de 369 individus sur le secteur 11.

Avec 14 espèces répertoriées, le secteur n°01 est de loin le plus diversifié (tableau 27), et de plus, pour la moitié des espèces qui y ont été répertoriées, les effectifs cumulés dépassent les 30 individus. La proximité de la mer et la présence de mares de chasse attractives (8) sont des facteurs à ne pas négliger. Le secteur 03 est le second secteur en termes de diversité de limicoles, avec 7 espèces. Il présente également des mares de chasse attractives (3) et comme le secteur 01 présente une topographie contrastée offrant une surface potentielle de baisses en eau importante.

Tableau 27 : espèces observées en 2014.

secteur	nb d'espèces
01	14
02	3
03	7
04	4
05	3
06	2
11	4

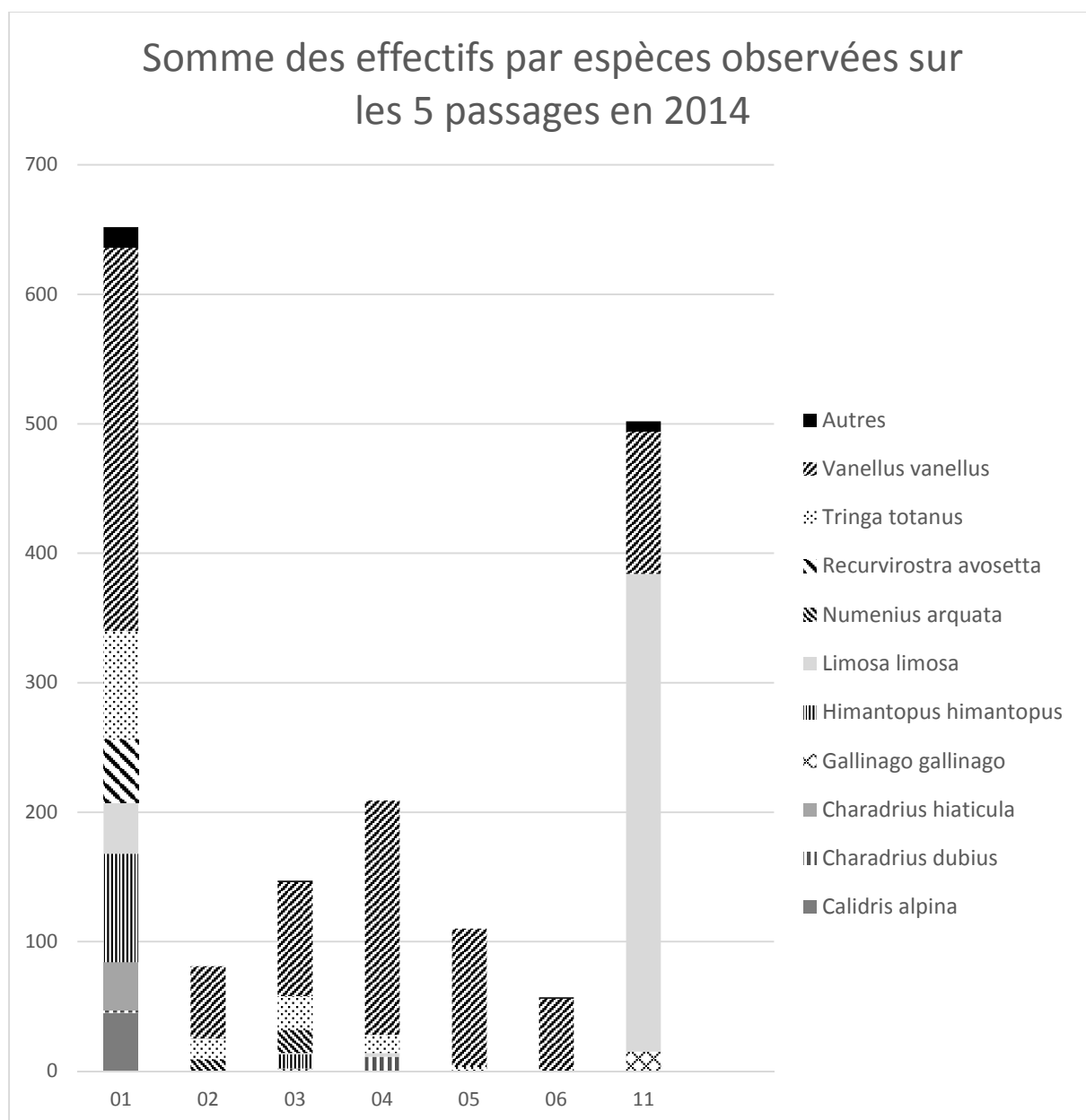


Figure 39 : effectifs de limicoles observés en 2014.

B. Nicheurs potentiels

Trois classes ont été retenues en suivant la logique des atlas nationaux des oiseaux nicheurs : nidification possible, probable ou certaine.

Les comportements des oiseaux observés sur le terrain permettent de classer les couples dans ces catégories. Le géo-référencement de ces observations conduit à une synthèse annuelle des couples nicheurs, possibles, probables et certains, sur chacun des secteurs étudiés.

1. Comparaison de la richesse spécifique des nicheurs potentiels entre 2013 et 2014

Tableau 28 : espèces potentiellement nicheuses en 2013 et en 2014.

Secteur	Année	Nb espèces avec comportement reproducteur	Vanneau huppé LC	Avocette élégante LC	Chevalier gambette LC	Echasse blanche LC	Barge à queue noire VU	Petit Gravelot LC
01	2013	5	x	x	x	x		x
	2014	5	x	x	x	x		x
02	2013	2	x		x			
	2014	2	x		x			
03	2013	2	x		x			
	2014	3	x		x		x	
04	2013							
	2014	3	x				x	x
05	2013	3	x		x	x		
	2014	1	x					
06	2013	1	x					
	2014	1	x					
11	2013	2	x					x
	2014	1	x					

Le niveau de richesse spécifique (tableau 28) est relativement stable sur les deux années en ce qui concerne les oiseaux nicheurs. Certaines différences (secteur 03 et secteur 11) sont liées à des espèces plus rares (Barge à queue noire) ou plus discrètes (Petit gravelot). Ce dernier pourrait passer inaperçu malgré la pression d'observation. Pour le secteur 05, la différence observée peut être liée au déplacement de la zone d'étude entre 2013 et 2014.

2. Détails du jeu de données 2014 par secteur

Secteur 01 : Longeville

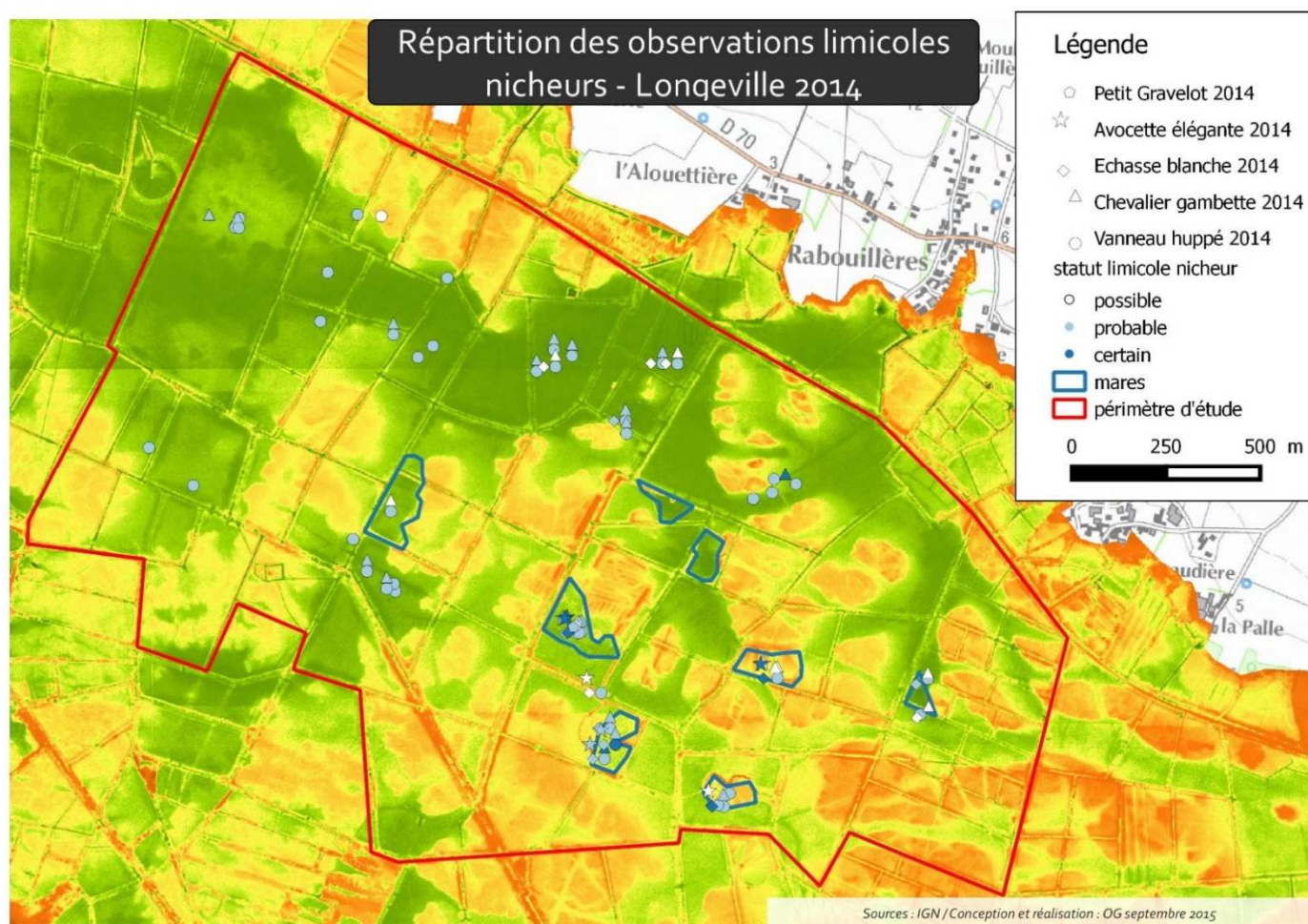
Le secteur 01 présente de loin la plus forte richesse spécifique de limicoles nicheurs avec de 4 à 5 espèces (tableau 29). Il présente également un nombre de couples plus élevé que les autres secteurs. Ce secteur est globalement à faible altitude avec des microreliefs naturels (nombreuses baisses). Des mares gérées pour la chasse sont présentes sur le secteur et concentrent plusieurs couples (échasses et avocettes en particulier).

Tableau 29 : effectifs nicheurs 2014, secteur 01.

Espèce	Nombre de couples		
	Possibles	Probables	Certains
Vanneau huppé	5	10	4
Avocette élégante	0	2	4
Chevalier gambette	0	6	2
Echasse blanche	0	4	4
Petit gravelot	1	0	0

Les observations étant géo-référencées, il est possible de les projeter sur la carte Litto3D. Cela permet d'étudier s'il existe localement des zones plus attractives qui concentrent les observations des différentes espèces au niveau d'une baisse, d'une mare de chasse, d'un assolement particulier etc. Attention, chaque point ne représente pas un couple nicheur, mais une observation d'un indice de nidification sur un passage. Le même couple observé sur les 5 passages générera 5 points sur ces cartes.

Sur la carte ci-dessous (carte 3, cumul des 5 passages) on note que les limicoles sont répartis sur une grande partie de l'espace étudié. Ce secteur est recouvert de prairies, exploitées par la fauche et le pâturage. La gestion hydraulique et la configuration du secteur permettent la présence d'eau au printemps dans de nombreuses baisses. Les mares, qui subissent peu de dérangement sur cette période concentrent certaines espèces (échasses, avocette).



Carte 3 : répartition des observations de limicoles dont le comportement suggère une reproduction possible à certaine.

Secteur 02 : Luçon

Ce secteur présente deux espèces, le Vanneau huppé et le Chevalier gambette (tableau 30). Elles ont été observées essentiellement au centre de la zone suivie, sur des points bas de parcelles de fauche où les roseaux se développent. La majorité du secteur est en herbe.

Tableau 30 : effectifs nicheurs 2014, secteur 02.

Espèce	Nombre de couples		
	Possibles	Probables	Certains
Vanneau huppé	1	2	3
Chevalier gambette	1	1	2

La zone étudiée du secteur 02 est traversée par une route départementale relativement fréquentée qui peut constituer un dérangement à l'installation de limicoles.

Secteur 03 : Champagné les marais

Ce secteur de Champagné les marais accueille deux à trois espèces en nidification (tableau 31). Le secteur est en prairie pour ses deux tiers Est, dont 50 % sont fauchées. Les couples cantonnés sont surtout répartis dans la grande baisse qui traverse le secteur. Cette dépression est jalonnée de mares à vocation cynégétique.

Tableau 31 : effectifs nicheurs 2014, secteur 03.

Espèce	Nombre de couples		
	Possibles	Probables	Certains
Vanneau huppé	1	2	2
Chevalier gambette	0	1	4
Barge à queue noire	0	1	0

Secteur 04 : Nalliers

Le secteur de Nalliers (communaux de Nalliers et de Mouzeuil St Martin), accueille trois espèces en nidification (tableau 24). Les observations montrent une répartition des couples de vanneaux sur l'ensemble de la zone. La barge à queue noire, dont les effectifs nicheurs sont faibles en France (de 111 à 145 couples, Quaintenne *et al.* 2013), a niché de manière certaine dans le communal de Nalliers en 2014. Il s'agit d'un espace pâturé avec des baisses restant tardivement en eau (jusqu'à début Juin).

Du côté de Mouzeuil on retrouve des prairies (fauche et pâturage) et des parcelles cultivées. Sur cette partie du secteur, les vanneaux se cantonnent principalement dans les parcelles cultivées.

Tableau 32 : effectifs nicheurs 2014, secteur 04.

Espèce	Nombre de couples		
	Possibles	Probables	Certains
Vanneau huppé		6	14
Petit Gravelot			1
Barge à queue noire			1

Secteur 05 : Boissière

Seul le Vanneau a été noté comme nicheur probable et certain sur ce secteur en 2014 (tableau 25). On retrouve les couples principalement sur des parcelles cultivées en céréales.

Tableau 33 : effectifs nicheurs 2014, secteur 05.

Espèce	Nombre de couples		
	Possibles	Probables	Certains
Vanneau huppé		5	8

Secteur 06 : Le Poiré sur Velluire

Une seule espèce en nidification a été répertoriée sur ce secteur en 2014, à savoir le vanneau huppé, et avec de très faibles effectifs (tableau 26). Les couples se répartissent autour des principales baisses.

Tableau 34 : effectifs nicheurs 2014, secteur 06.

Espèce	Nombre de couples		
	Possibles	Probables	Certains
Vanneau huppé		1	4

Secteur 11 : Cuvette de Nuillé

Les données de ce secteur présentent des observations au-delà du périmètre prévu pour le suivi. Cela pose des problèmes de comparabilité des données entre secteurs. Si on ne considère que les données de la zone de suivi, seul le vanneau est supposé nicheur avec des effectifs très faibles et dans les parcelles cultivées (tableau 27).

Tableau 35 : effectifs nicheurs 2014, secteur 11.

Espèce	Nombre de couples		
	Possibles	Probables	Certains
Vanneau huppé		1	1

V. Amphibiens et Macrofaune aquatique

Jeu de données et historique du suivi

Le protocole d'étude des amphibiens appliqué en 2013 a été l'occasion d'obtenir un jeu de donnée supplémentaire sur la macrofaune aquatique des stations retenues pour le suivi des amphibiens. En effet, l'association Obios a inventorié les taxons de macrofaune aquatique en utilisant une stratégie de capture équivalente à celle prévues pour les amphibiens : 10 « coups » de troubleau par station. Cet méthode conduit à échantillonner une macrofaune très hétérogène sur le plan taxonomique (poissons, arthropodes, mollusques et plus rarement annélides ou spongiaires). A partir de 2014, ce type de suivi a été ajouté aux autres protocoles de suivi, en adoptant la même stratégie d'échantillonnage et le même protocole que pour les amphibiens. L'objectif est de pouvoir continuer à obtenir des données sur les amphibiens tout en y ajoutant une description de la composition et de la diversité des autres groupes de faune aquatique. Il faut noter que le protocole n'est pas forcément optimal pour l'ensemble de cette faune aquatique et ne permet par exemple pas de bien échantillonner la faune benthique.

L'opérateur détermine les taxons au niveau le plus fin possible, sur le terrain, et ce, pour tous les invertébrés échantillonnés par filet troubleau. Chacune des stations est échantillonnée lors de 3 passages chaque année (3 dates de mars à mai). L'échantillonnage consiste à donner 10 coups de troubleaux par passage et par station. On appelle ici pêche, le produit de ces 10 coups de troubleau. Les données sont actuellement saisies par pêche et non par coup de troubleau.

Le travail de détermination des individus réalisé sur le terrain ne permet pas de déterminer chaque taxon avec la même précision. Les données sont classées dans plusieurs niveaux taxonomiques (figure 40).

	nb de taxons
Embranchement	1
Classe	2
Ordre	6
Famille	13
Genre	15
Espèce	22

Figure 40 : niveau de détermination des taxons échantillonnés en 2014..

Les niveaux taxonomiques sont globalement compatibles avec le référentiel TAXREF (INPN). Néanmoins, certaines données sont déterminées à des rangs taxonomiques intermédiaires comme par exemple l'ordre des odonates pour lequel deux sous-ordres (zygoptères et anisoptères) peuvent être distingués.

Ainsi, le jeu de données peut être appréhendé avec des niveaux d'identification hétérogènes, ou bien en dégradant le jeu de données de façon à travailler à des rangs taxonomiques plus homogènes mais à des niveaux supérieurs.

Les analyses peuvent être conduites sur des embranchements différents (poissons, mollusques, arthropodes etc.).

Depuis 2014, les stations de suivi 'amphibiens' et macro faune aquatique ont été positionnées aux mêmes endroits que les stations de suivi de la végétation aquatique.

Le jeu de données 2013 étant partiel (5 secteurs) et le jeu 2014 déjà conséquent, seules les données récoltées en 2014 sont considérées dans ce document.

Les données peuvent être regroupées par secteur, ou par station.

Secteurs : 11

Stations : 55 (5 par secteur)

Pêches : 165 (une pêche = somme de 10 coups de troubleau, sur une station lors d'un passage)

A. Amphibiens

En 2014, 30 occurrences d'amphibiens ont été répertoriées sur les 55 stations, toutes attribuées au genre *Pelophylax* (tableau 38).

Tableau 36 : occurrences d'amphibiens par secteur en 2014.

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
Pelophylax	12	3	1	2	0	7	2	0	1	2	0

La très faible occurrence d'amphibiens dans les stations conduit à analyser ces données seulement au niveau du secteur mais rend en l'état impossible toute analyse statistique des données. Sur les secteurs 01 et 06, le genre *Pelophylax* est détecté sur les 3 passages et respectivement sur 5 et 4 stations. Sur les autres secteurs, les occurrences concernent toujours des stations différentes. Il ne semble pas y avoir d'effet «date de passage », les passages 1, 2 et 3 ont respectivement 8, 9 et 13 occurrences.

B. Poissons

En 2014, sur 1650 coups de troubleau (11 secteurs × 3 passages × 5 stations × 10 coups de troubleau), 7871 individus ont été capturés répartis en 12 espèces (tableau 36). La moyenne est de 716 individus par secteur avec un maximum de 1187 prises pour le secteur 01 et un minimum de 65 pour le secteur 06. Un maximum de 9 espèces a été noté dans le secteur 1 et un minimum de 3 dans le secteur 11). Les gambusies et les épinoches représentent respectivement 73,1 % et 22,4 % des effectifs. Ce sont des espèces formant habituellement des populations très abondantes dans le type de milieu échantillonné ici et par ailleurs aisément capturables. De plus, ce protocole permet de capturer essentiellement les plus petits individus.

Tableau 37 : effectifs de poissons pêchés par secteur en 2014 (données déterminées à l'espèce).

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
Ablette	27	1	18	4		3	3	3	5	6	
Poisson chat		5	7	20		8	6	7	14	33	
Anguille	4	1	4		1			1			
Carassin commun	24	2			1						
Carpe commune	35		7							3	
Brochet	2	1		2		1	2				2
Gambusie	133	28	88	12	539	30	270	84	188	389	7
Epinoche	914	113	459	751	123	21	534	161	632	869	1184
Perche soleil	2							3			
Black-bass										1	
Perche commune	46					1		25		1	
Tanche						1					

Concernant le nombre d'individus par secteur, il est maximal dans le secteur 03 avec 43 individus et minimal dans le secteur 11 avec 21 poissons. La densité maximum répertoriée pour un taxon est de 15 (5 passages dans 3 stations/secteur). On remarque que l'épinoche a été capturée systématiquement sur 6 des 11 secteurs et est très fréquente dans tous les secteurs (tableau 37).

Tableau 38 : nombre d'apparitions des poissons par secteur en 2014 (données déterminées à l'espèce).

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
Ablette	3	1	5	2		3	2	3	1	4	
Poisson chat		2	3	7		7	2	2	5	3	
Anguille	3	1	4		1			1			
Carassin commun	2	1			1						
Carpe commune	5		4							1	
Brochet	1	1		2		1	1				2
Gambusie	8	8	12	6	14	9	11	9	15	13	4
Epinoche	15	10	15	15	11	6	12	13	15	15	15
Perche soleil	1							3			
Black-bass										1	
Perche commune	4					1		7		1	
Tanche						1					

C. Invertébrés

Le groupe des « invertébrés » échantillonnés sur les stations de suivi 'amphibiens' concerne 4 embranchements :

Porifera : les spongiaires dont la détermination s'arrête à l'embranchement concerne 4 données de présence, uniquement sur le secteur 06.

Annelida : « vers segmentés » faisant tous partie de la classe des *Clitellata*. Cela concerne 32 données de présence réparties dans 3 taxons considérés à des rangs différents. 10 données s'arrêtent à la classe des *Clitellata*, 21 au genre *Tubifex* et 1 donnée à l'espèce (la sangsue, *Piscicola geometra*). Il convient de rappeler que le protocole employé n'est nullement adapté à ce genre d'organismes benthiques présents dans le substrat.

Mollusca : 137 données de présence de mollusques répartis dans les classes des bivalves (20) et des Gastéropodes (117) ont été acquises. 12 taxons sont identifiés allant du genre à l'espèce.

Les bivalves ne sont trouvés que sur les secteurs 01, 06 et 08 (tableau 39). Ils sont répartis en 3 genres.

Tableau 39 : effectifs des taxons de bivalves en 2014.

	01	06	08
Corbicula			16
Dreissena		42	
Sphaerium	39		6

Les gastéropodes sont répartis en 9 taxons (tableau 40). Un taxon déterminé à la famille (*Planorbidae*), deux au genre (*Anisus* et *Planorbis*) et 6 à l'espèce.

Tableau 40 : effectifs des taxons de gastéropodes en 2014.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Acroloxus lacustris</i>						1					
<i>Anisus</i>									1		
<i>Bithynia tentaculata</i>	1								1		
<i>Omphiscola glabra</i>	1										
<i>Physella acuta</i>	598	44	109	18	1	159	34	40	1	4	58
Planorbidae	2					2		3			1
<i>Planorbis</i>								1			
<i>Radix peregra</i>	35					2		3	1		1
<i>Viviparus viviparus</i>								1			

Près de 95 % des gastéropodes appartiennent à l'espèce *Physella acuta*, espèce introduite et connue pour former des populations abondantes. Plus de 56 % des individus comptabilisés proviennent du secteur 01.

Arthropoda : L'embranchement des arthropodes (756 données) concerne ici deux classes.

Les Malacostracés ou crustacés « supérieurs » représentent 228 données de présence (tableau 41). Trois des taxons identifiés ont été déterminés à la famille et 3 jusqu'à l'espèce.

Tableau 41 : effectifs par taxon d'arthropodes en 2014.

Secteur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Asellus aquaticus</i>	1			3	1	22	4	40			
<i>Atyaephyra desmarestii</i>			22			2		6	1		
<i>Gammaridae</i>				1		221	65	74		1	3
<i>Idotheidae</i>	1										
<i>Palaemonidae</i>	2		1334		3	4					
<i>Procambarus clarkii</i>	157	33	27	119	134	117	705	162	303	377	392

L'écrevisse rouge de Louisiane (*Procambarus clarkii*) est de loin le taxon présentant les plus gros effectifs (58 % des abondances de Malacostracés). Ces abondances pourront être comparées aux données du suivi spécifique portant sur cette espèce, mais il ne s'agit pas des mêmes stations. Les *palaemonidae*, une famille de crevettes, se retrouvent en nombre sur le secteur 03.

Les insectes, sur l'ensemble du suivi (55 stations x 3 passages), représentent 528 occurrences pour 4321 individus répartis en 22 taxons (ordre, famille et genre, données non présentées).

Les larves d'odonates (anisoptères et zygoptères), suivies par le genre *corixa* (les corises) avec respectivement 25 % et 24,5 % des abondances. Ce sont les organismes les plus représentés.

Le secteur 01 comprend 46,2 % des abondances d'insectes, tandis que le secteur 05 n'en compte que 0,8 %.

D. Analyses sur l'ensemble des taxons macro-invertébrés aquatiques

1. Abondance

En cumulant les effectifs capturés par secteur, plus de 4000 individus ont été pêchés dans le secteur 01, avec une bonne représentation du groupe des arthropodes, du groupe des vertébrés et du groupe des mollusques. Par contraste, les effectifs totaux des secteurs 02, 05 et 08 ne dépassent pas 1000 individus (figure 41).

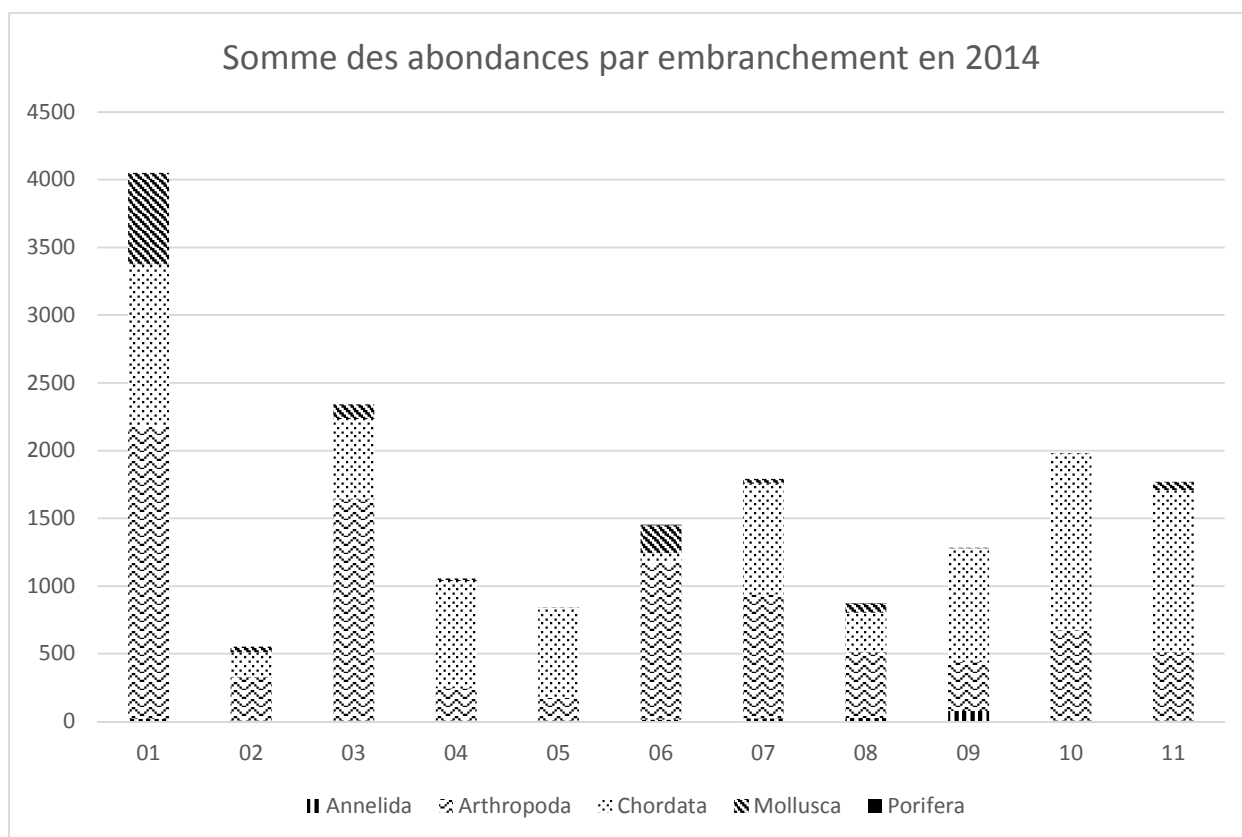


Figure 41 : effectifs pêchés en 2014 dans les 11 secteurs, par embranchement.

2. Richesse taxinomique et abondance globale

Le nombre de taxons observés varie fortement entre secteurs (tableau 42) avec un maximum (38) dans les secteurs 01 et 08 et une richesse minimale (14 ou 15) dans les secteurs 05 et 11.

Tableau 42 : nombre de taxons observés par secteur en 2014

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
Cumul des taxons, niveau de détermination hétérogène	38	23	22	19	14	36	22	38	22	21	15

On peut également considérer le nombre de taxons observés par pêche. Sur le diagramme ci-dessous (figure 42) on observe les nombres de taxons capturés lors des pêches réalisées sur chaque secteur.

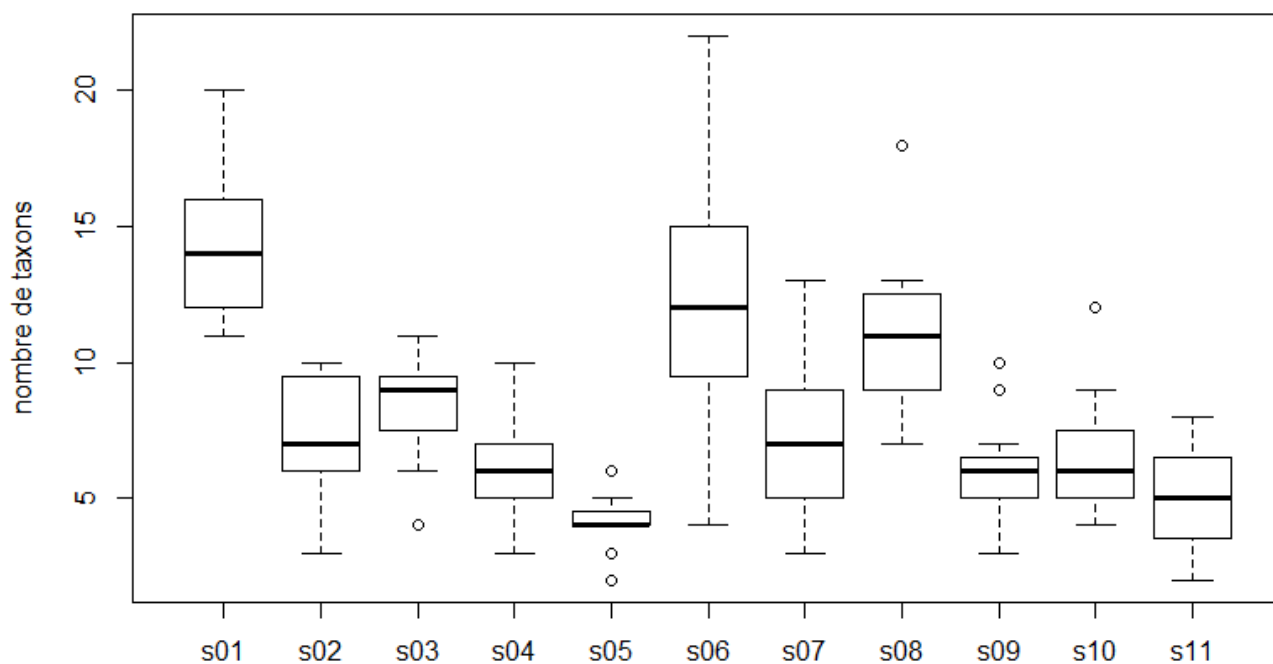


Figure 42 : nombre de taxons (à niveau de détermination hétérogène) par secteur (15 pêches par secteur).

Les secteurs 01, 06 et 08 ont les valeurs médianes les plus fortes, < à 10 (figure 43). On remarque que ces secteurs présentent également le pourcentage de recouvrement par la végétation immergée le plus fort (voir Figure 38). Il s'agit là d'une piste d'interprétation des données qui pourra être développée par la suite.

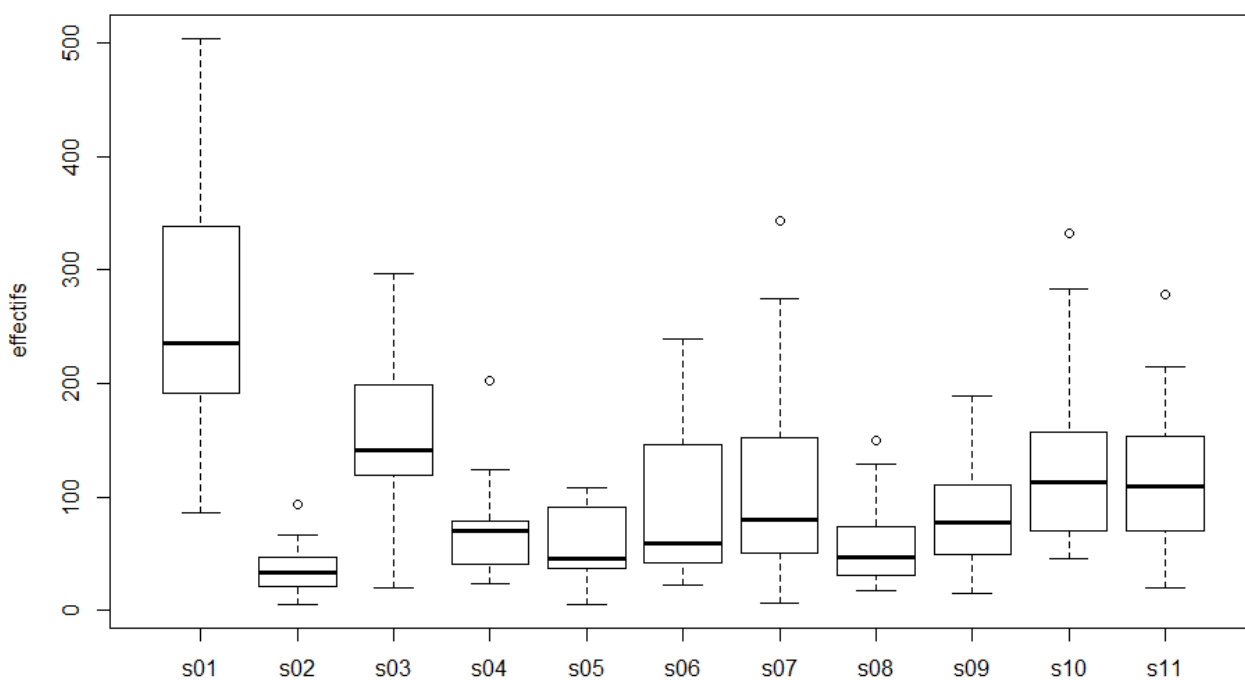


Figure 43 : abondance des individus capturés par secteur (15 pêches).

La figure 44 présente pour chaque pêche (n=165) la relation entre abondance des individus pêchés et le nombre de taxons représentés.

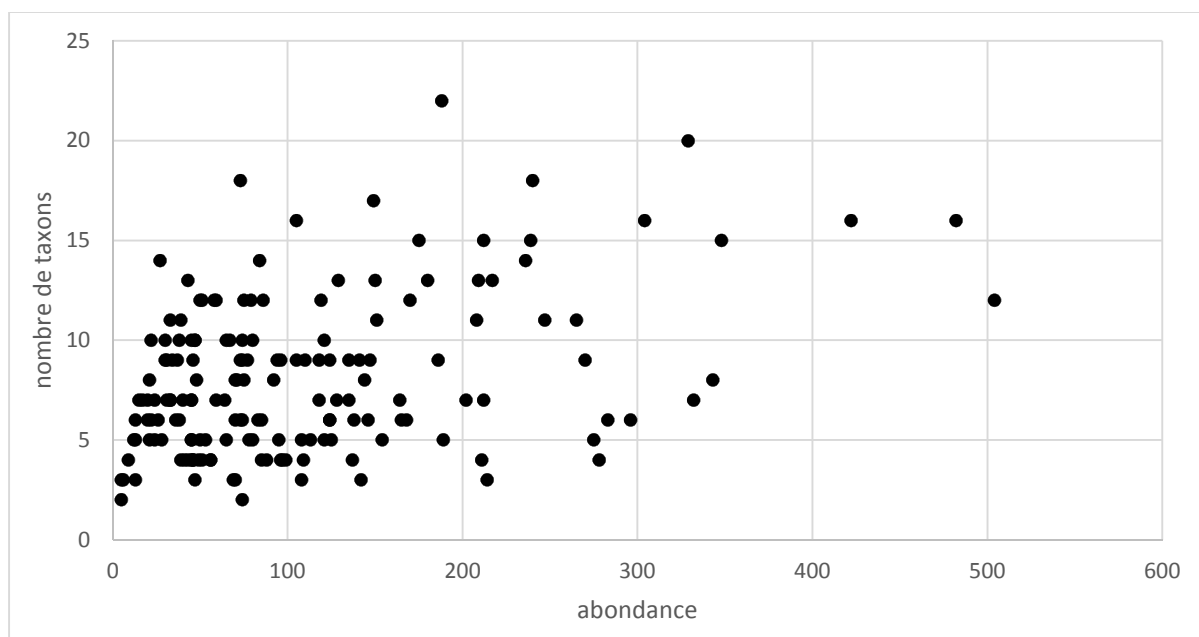


Figure 44 : représentation de la relation entre diversité et abondance sur chaque pêche des 11 secteurs.

Un test de corrélation de Spearman est appliqué aux variables « abondance » et « richesse taxonomique » pour chaque pêche. -> $R_{\text{spearman}} = 0.302$, $N=165$, $P=7.8e-05$ ($P < 0.05$).

Abondance et richesse taxonomique sont donc bien corrélés.

3. Analyses multivariées

Des AFC différentes ont été conduites en considérant le jeu de données pour des niveaux taxonomiques différents : i) toutes déterminations confondues avec donc un ensemble de niveaux hétérogènes, ii) taxons déterminés au niveau de l'espèce, iii) au niveau du genre, iv) de la famille et v) de l'ordre. Seules les analyses qui apparaissent les plus intéressantes sont présentées ici.

AFC avec un jeu de données avec un niveau de détermination hétérogène

Une première analyse (Annexe IV, axe 1 = 24,1 %, axe 2 = 17,7 %) isole les stations du secteur 03 sur l'axe 1 tout comme les taxons *Atyaephyra desmaresti* (espèce) et *Palaemonidae* (famille).

Une deuxième sortie (annexe V), effectuée après avoir enlevé ces deux premiers taxons de l'analyse, correspond à un plan factoriel avec 24,3 % d'inertie sur l'axe 1 et 12,2 % sur le second. La station 5 du secteur 6 est isolée sur le second axe de même que les taxons Spongiaire (embranchement) et *Dreissena* sp (genre).

Une nouvelle AFC a ensuite été conduite sans prendre en compte ces deux derniers taxons. On obtient les plans ci-dessous dans lesquels les groupes taxonomiques (figure 45) et les stations (figure 46) se

répartissent suivant les deux premiers axes qui expliquent respectivement 26,95 % et 12,2 % de l'inertie totale.

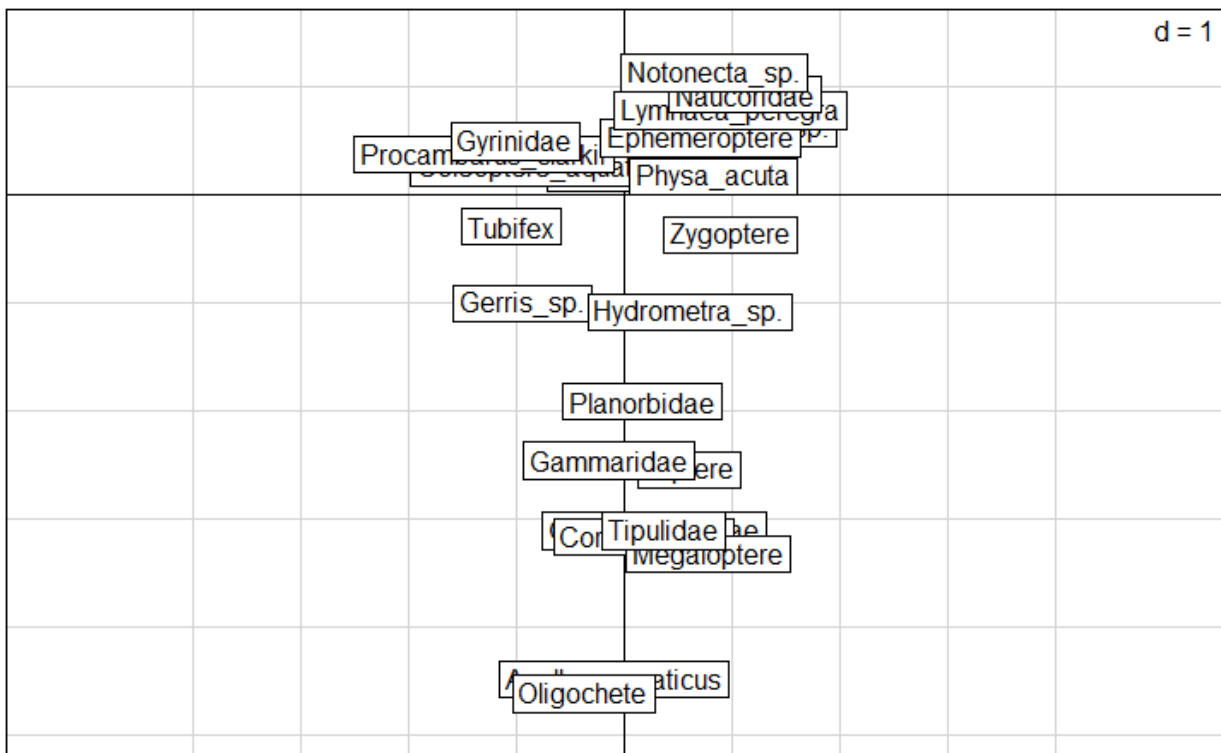


Figure 45 : AFC niveau hétérogène, retrait des taxons « spongiaire » et « Dreissena sp », projection des taxons.

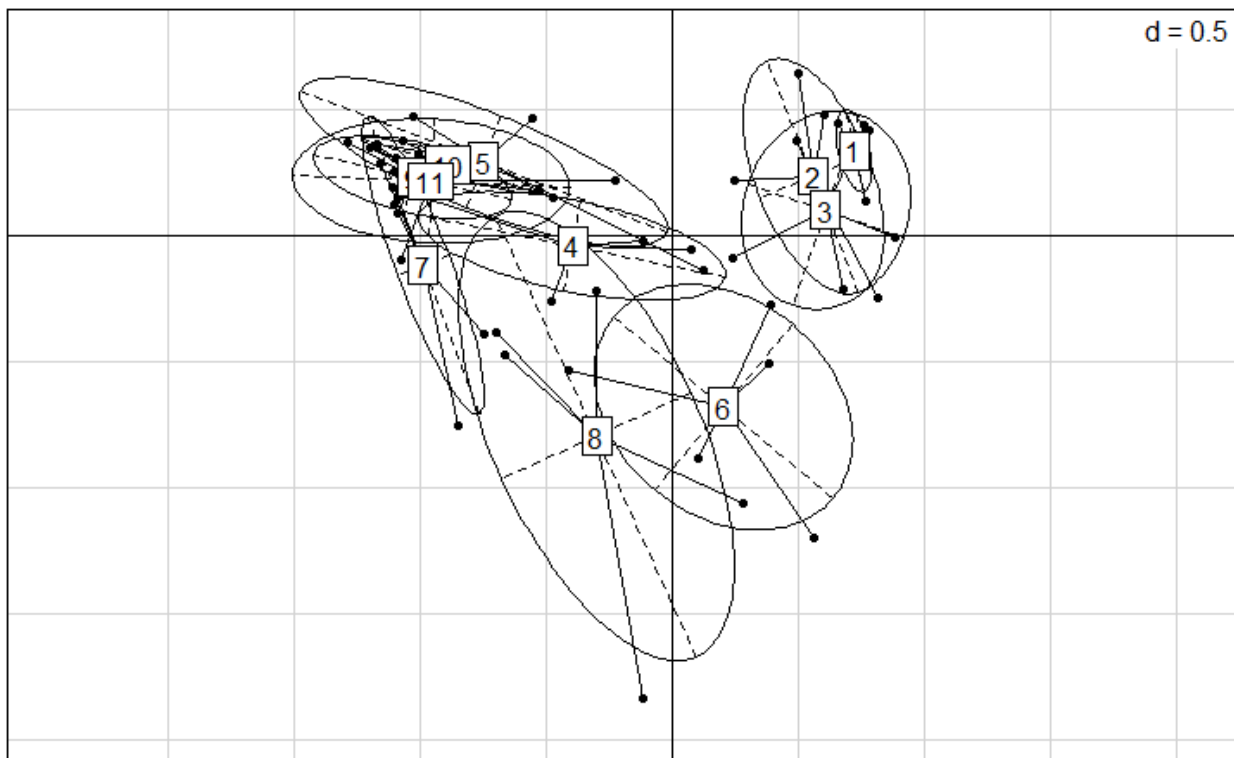


Figure 46 : AFC niveau hétérogène, retrait des taxons « spongiaire » et « Dreissena sp », projection des stations regroupées par secteur.

Cette AFC montre que trois groupes de secteurs peuvent être distingués : le groupe des secteurs 5, 7, 9, 10, 11 et 4 sur la gauche de l'axe 1 ; le groupe avec les secteurs 6 et 8 en position intermédiaire sur l'axe 1 ; et le groupe avec les secteurs 1, 2 et 3 sur la partie droite de l'axe 1.

Par la classification ascendante (CAH), une analyse plus détaillée prenant en compte les contrastes entre stations est réalisée et deux groupes principaux sont mis en évidence (figure 48).

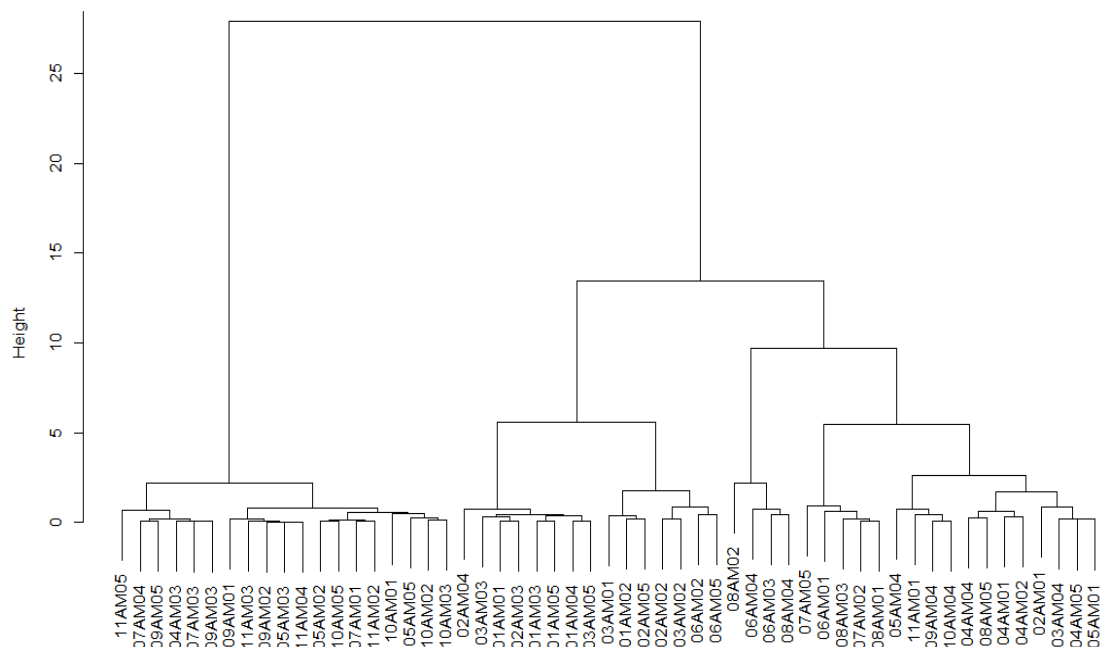


Figure 47 : CAH sur AFC niveaux hétérogène, retrait des taxons « spongiaire » et « Dreissena sp ».

Le groupe 1, plus homogène, contient principalement 3 stations des secteurs 05 et 07, et 4 stations des secteurs 09, 10 et 11. Le groupe 2 regroupe toutes les stations des secteurs 01, 02, 03, 06 et 08 et 4 stations du secteur 04. On peut remarquer une certaine homogénéité des stations des secteurs 01 à 03 pour cet ensemble de taxons.

AFC sur le jeu de données déterminées au niveau des familles

Le tableau de données analysé ici est constitué des seuls taxons identifiés *a minima* à la famille. Les données attribuées à des rangs taxonomiques supérieurs sont donc exclues. Les données plus précises réparties dans 15 genres et 22 espèces sont 'dégradées' au rang des familles auxquelles elles appartiennent.

Une première AFC (Annexe VI, axe1 = 25,4 %, axe 2 = 18,0 %) montre que le secteur 03 s'isole des autres secteurs, en lien avec la présence et la plus forte abondance des familles des *Atyidae* et des *Palaemonidae*.

Une seconde analyse, sans ces deux taxons (Annexe VII, axe1 = 25,3 %, axe 2 = 16,2 %), isole la station 06AM05 et la famille *Dreissenidae* qui n'est en effet présente quasiment que sur ce secteur 06 et en forte abondance sur la station 05.

Après retrait de ce troisième taxon on obtient un plan factoriel sur lequel familles et stations sont distribuées de façon plus homogène dans le plan ½ (figure 48) avec 29,6 % et 14,1 % d'inertie respectivement sur les axes 1 et 2.

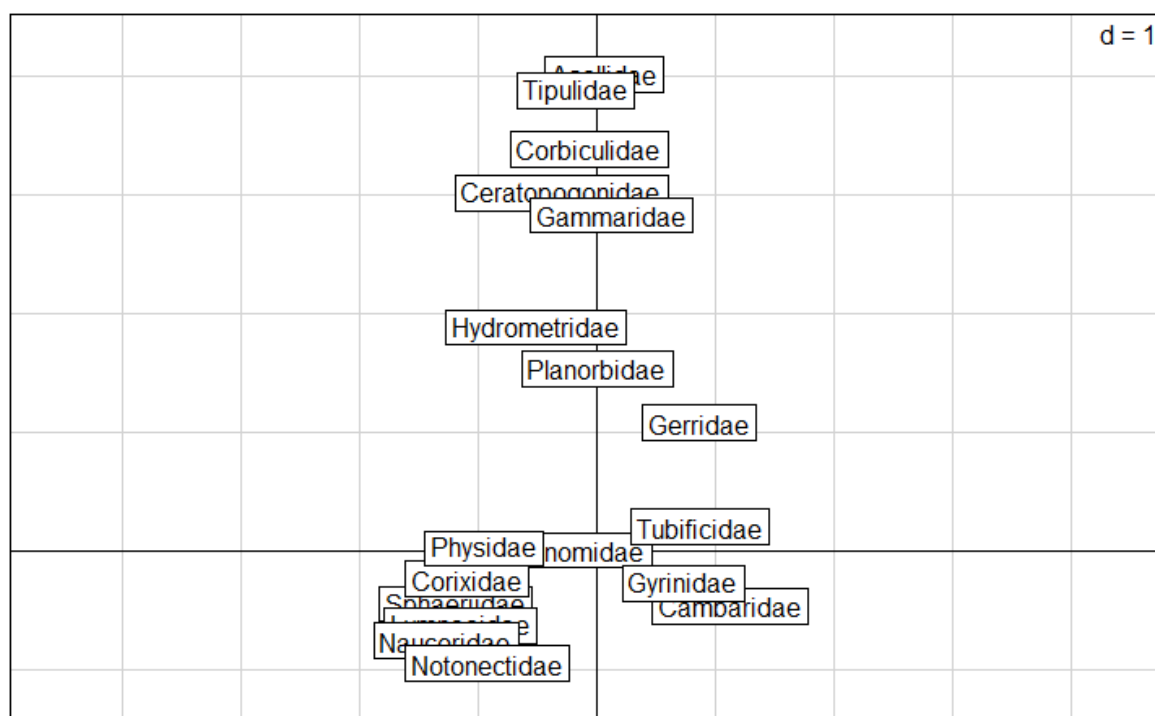


Figure 48 : AFC niveaux familles, retrait des familles Atyidae, Palaemonidae et Dreissenidae, projection des taxons.

Cette analyse conduit à des résultats sensiblement identiques à l'analyse réalisée sur les groupes hétérogènes. Nous retrouvons sensiblement les groupes 1 et 2 (figure 49). Le groupe 2, plus hétérogène, peut être découpé en trois sous-groupes (figure 50). Le premier constitué exclusivement de stations des secteurs 01 (5 stations) 02 (4 stations) et 03 (3 stations) ; le second est formé de stations des secteurs 06 (4 stations) et 08 (2 stations) ; le troisième comporte des stations de presque tous les secteurs.

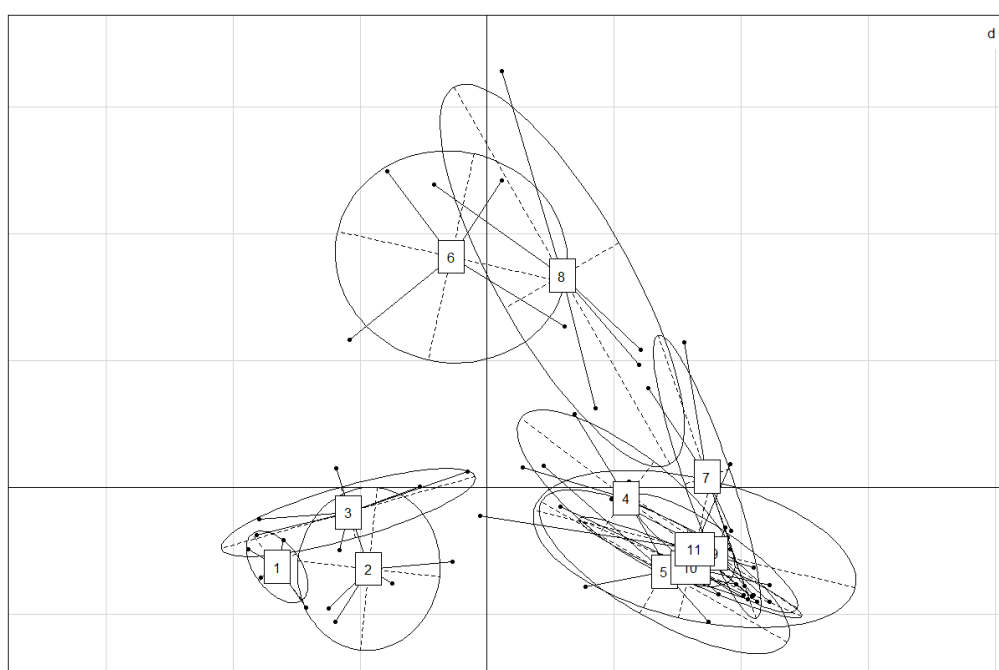


Figure 49 : AFC niveaux familles, retrait des familles Atyidae, Palaemonidae et Dreissenidae, projection des stations regroupées par secteur.

Cluster Dendrogram

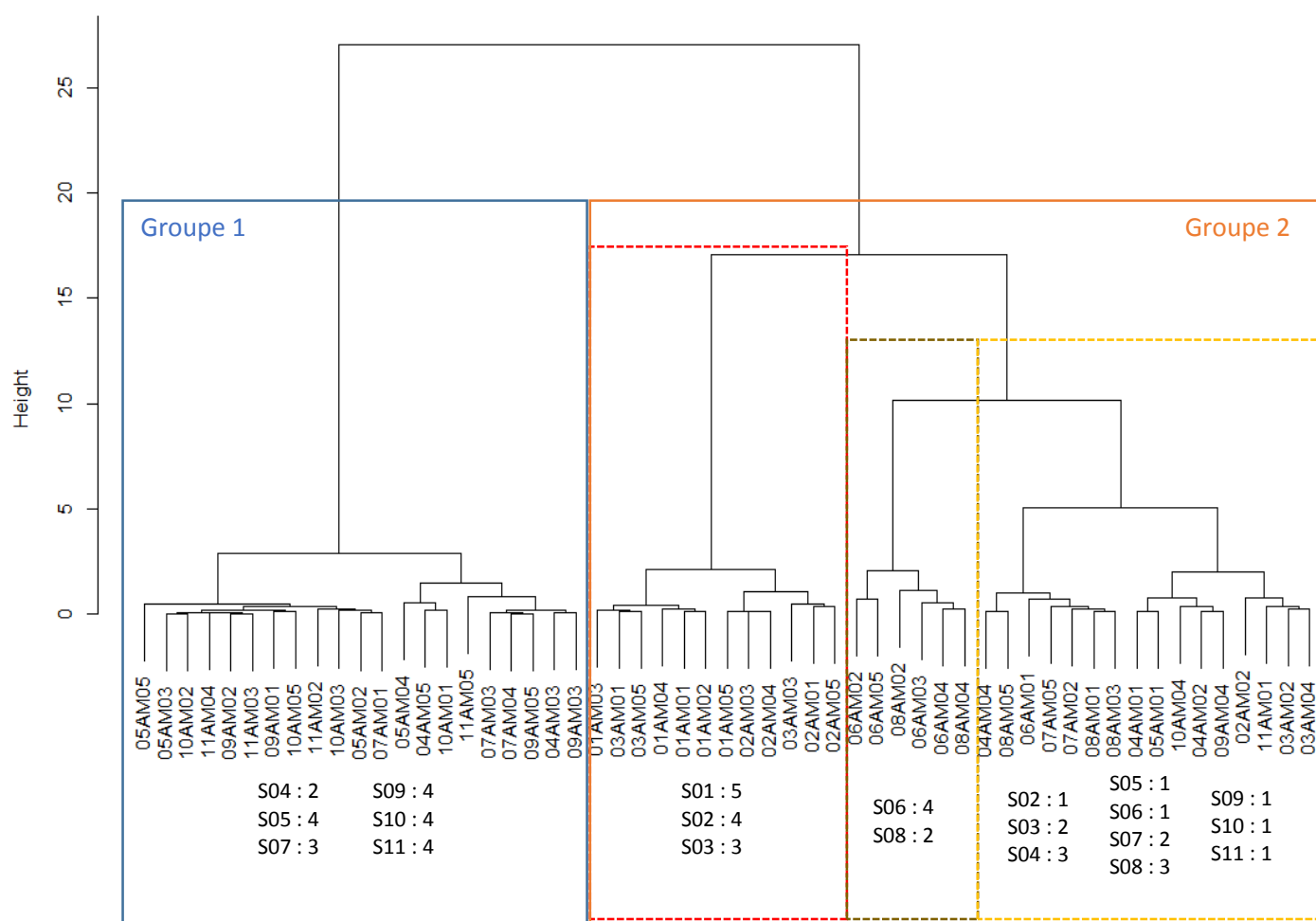


Figure 50 : CAH sur AFC niveaux familles, retrait des familles Atyidae, Palaemonidae et Dreissenidae.

VI. Odonates

Protocole de suivi et jeu de données

En 2013, un trajet (= itinéraire échantillon de 500 m) a été échantillonné 4 fois au cours de l'année sur 5 des 11 secteurs (soit 5 trajets au total). En 2014, l'effort d'échantillonnage a été révisé de sorte que deux trajets soient définis pour chacun des 11 secteurs et visités à 4 reprises au cours de la saison de vol des adultes (soit un total de 22 trajets). Les dates d'inventaire s'échelonnent de mai à août et couvrent donc l'essentiel de la période d'activité des différentes espèces d'odonates. Chaque trajet est subdivisé en trois unités sur la base de l'habitat : prairie, canal et canal bordé de haie lorsque cet habitat était présent dans la station. Cela peut conduire à échantillonner des habitats éventuellement moins favorables aux odonates mais cependant plus représentatifs et potentiellement plus influencés par les modalités de gestion de l'eau, enjeu majeur du projet.

Le jeu de données 2013 ne sera à considérer qu'avec précaution en raison d'un effort d'échantillonnage moindre et portant seulement sur une fraction des secteurs étudiés en 2014.

A. Richesse spécifique par secteur

1. Comparaison 2013/2014

La lecture des données consignées dans le tableau 43 illustre la variabilité inter-annuelle qui caractérise nombre de groupes taxonomiques, en particulier pour les odonates pour lesquelles la capacité à les détecter est extrêmement dépendante des conditions météorologiques. L'état des lieux entre stations et entre secteurs pour ce groupe reste donc préliminaire sur la base d'une seule année. Bien que la pression d'échantillonnage ait été doublée entre 2013 et 2014 (un puis deux trajets de suivi), le nombre d'espèces en 2013 est parfois plus élevé qu'en 2014, comme par exemple pour le secteur 06. De même, le nombre d'espèces trouvées une année et pas l'autre peut être important. Sur le secteur 10, sur 19 espèces identifiées sur les deux années, seules 7 ont été comptabilisées les deux années.

Tableau 43 : diversité par secteur visités en 2013 et 2014.

Secteur	Nb d'espèces en 2013	Nb d'espèces en 2014	Nb espèces en commun les deux années	Nb d'espèces nouvelles en 2014	Nb d'espèces par secteur suivis en 2013 et 2014
01	9	9	8	1	10
02	9	12	6	6	15
05	10	9	6	3	13
06	10	6	4	2	12
10	11	15	7	8	19

2. Richesse taxonomique des odonates en 2014

Le graphique ci-dessous (figure 51) présente pour chaque secteur le nombre d'espèces observées lors des 4 passages.

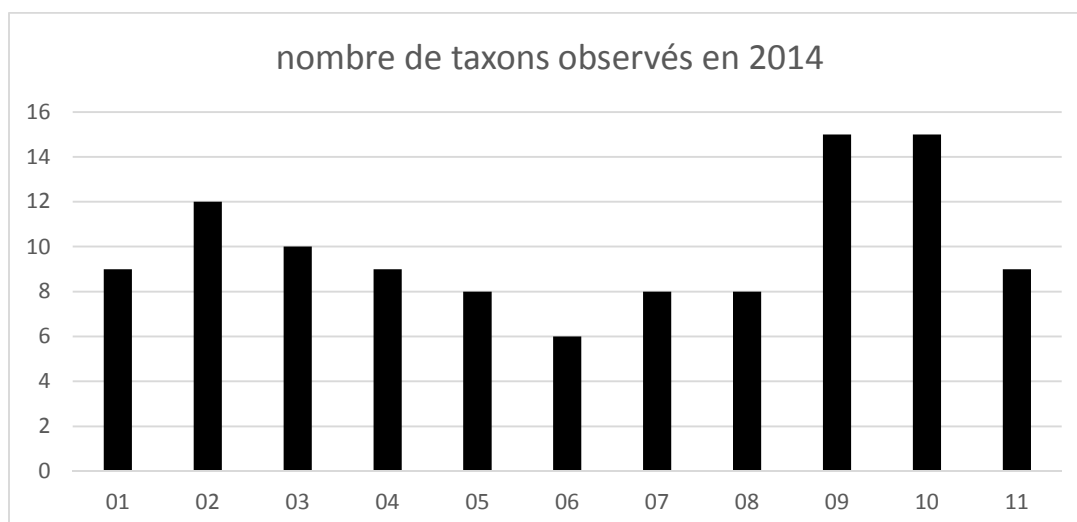


Figure 51 : nombre d'espèces observées en 2014 sur les 11 secteurs de suivi.

B. Effectif par station

En 2014, les effectifs étaient soit comptés précisément (données de type A), soit estimés par classe d'abondance (données de type B). Afin de transformer numériquement les observations de type B, on leur attribue des valeurs numériques approximatives. Pour obtenir ces valeurs, on calcule la moyenne obtenue pour chacune des classes par les effectifs des observations de type A.

Classes	Moyennes
II : 2 à 10 adultes	4
III : 11 à 20 adultes	13
IV : 21 à 50 adultes	29
V : 51 à 1000 adultes	51

La classe V ne concerne que 3 données sur le secteur 01 (*Ischnura elegans* et *Erythromma viridulum*). Aucune valeur numérique n'a été attribuée. On choisit de lui attribuer sa valeur minimale.

En additionnant ces valeurs numériques (réels décomptes et approximation *via* les classes d'abondance) pour chaque secteur, tous passages confondus, on obtient un tableau d'abondance pour l'année 2014 (Tableau 44). Ce tableau permet d'identifier les espèces à faibles ou forts effectifs, et celles à répartition étendue ou localisée.

Ce tableau servira ensuite de base aux analyses multivariées (AFC et CAH).

Certaines espèces se démarquent. Parmi elles, certaines sont présentes dans une majorité des secteurs, *Ischnura elegans* (dans les 11 secteurs), *Platycnemis pennipes* et *Orthetrum cancellatum* (9 secteurs), *Platycnemis acutipennis*, (7 secteurs) alors qu'*Erythromma viridulum* est observée en abondance mais dans seulement trois secteurs. A l'inverse, d'autres espèces sont relativement rares car observées une fois, donc sur un seul secteur (7 espèces). 16 taxons sur les 34 répertoriés ont des effectifs inférieurs à 5 individus.

Tableau 44 : effectifs estimés d'imagos d'odonates recensés en 2014 sur les 11 secteurs.

Nom latin	Code espèce	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	TOT
<i>Aeshna affinis</i>	AeAf		1										1
<i>Aeshna mixta</i>	AeMi					1							1
<i>Aeshna sp</i>	AeSp							1					1
<i>Anax imperator</i>	AnIm	4			1					2	2		9
<i>Brachytron pratense</i>	BrPr		1								2		3
<i>Calopteryx splendens</i>	CaSp						4		18	5	4	17	48
<i>Calopteryx virgo</i>	CaVi											4	4
<i>Chalcolestes viridis</i>	ChVi	1						1		1			3
<i>Coenagrion puella</i>	CoPu				5			12	5	1		2	25
<i>Crocothemis erythraea</i>	CrEr	17		1									18
<i>Enallagma cyathigerum</i>	EnCy			1									1
<i>Erythromma lindenii</i>	ErLi	9	4	3	1	1				1	13		32
<i>Erythromma viridulum</i>	ErVi	303	21	20									344
<i>Gomphus pulchellus</i>	GoPu				1		3			12	6		22
<i>Ischnura elegans</i>	IsEl	178	105	176	170	147	37	6	12	13	40	7	891
<i>Lestes barbarus</i>	LeBa		4										4
<i>Lestes sponsa</i>	LeSp		1										1
<i>Lestes virens</i>	MeVi			4									4
<i>Libellula depressa</i>	LiDe					1					2		3
<i>Libellula fulva</i>	LiFu								4	2			6
<i>Onychogomphus sp</i>	OnSp		1										1
<i>Orthetrum albistylum</i>	OrAl								19		18		37
<i>Orthetrum cancellatum</i>	OrCa	20	2	5		1		2	4	11	18	3	66
<i>Oxygastra curtisii</i>	OxCu									2	5		7
<i>Platycnemis acutipennis</i>	PIAc	5	9	4	92	103				27	44		284
<i>Platycnemis latipes</i>	PILa				4	5				3	16		28
<i>Platycnemis pennipes</i>	PIPe		4		1	6	46	21	29	160	35	12	314
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	PyNy						7					3	10
<i>Sympecma fusca</i>	SyFu							2	1				3
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	SyFo			1									1
<i>Sympetrum meridionale</i>	SyMe									2			2
<i>Sympetrum sanguineum</i>	SySa				3		1	4			5	8	21
<i>Sympetrum sp</i>	SySp	1	1										2
<i>Sympetrum striolatum</i>	SySt			1						7	2	1	11
TOT		538	154	216	278	265	98	49	92	249	212	57	

1. AFC : Effectifs cumulés 2014 par secteur

On conduit une AFC avec les données présentées dans le tableau 36, les données des deux trajets ayant été regroupées pour cette première analyse. La variation intra-secteur pourra faire l'objet d'une analyse. Elle n'est pas reprise dans le présent document visant avant tout à identifier d'éventuels contrastes inter-secteurs.

Les axes 1 et 2 restituent respectivement 34 % et 21 % de l'inertie totale (soit un total de 55 %).

En projetant les taxons sur ce plan factoriel (figure 52), et les secteurs (figure 53) on obtient les représentations suivantes :

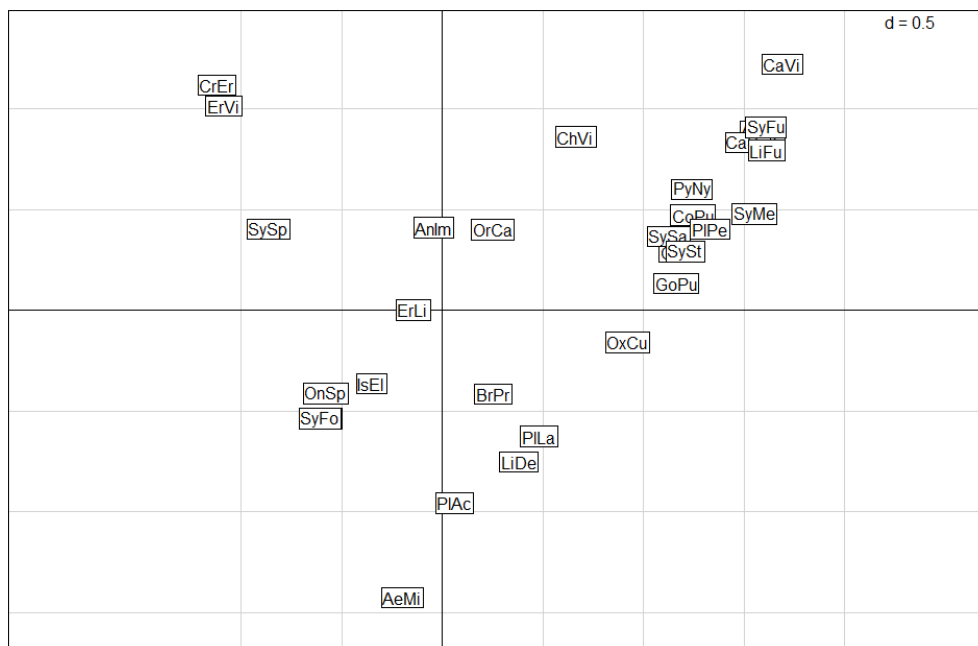


Figure 52 : AFC des effectifs des différents taxons par secteur, projection des taxons.

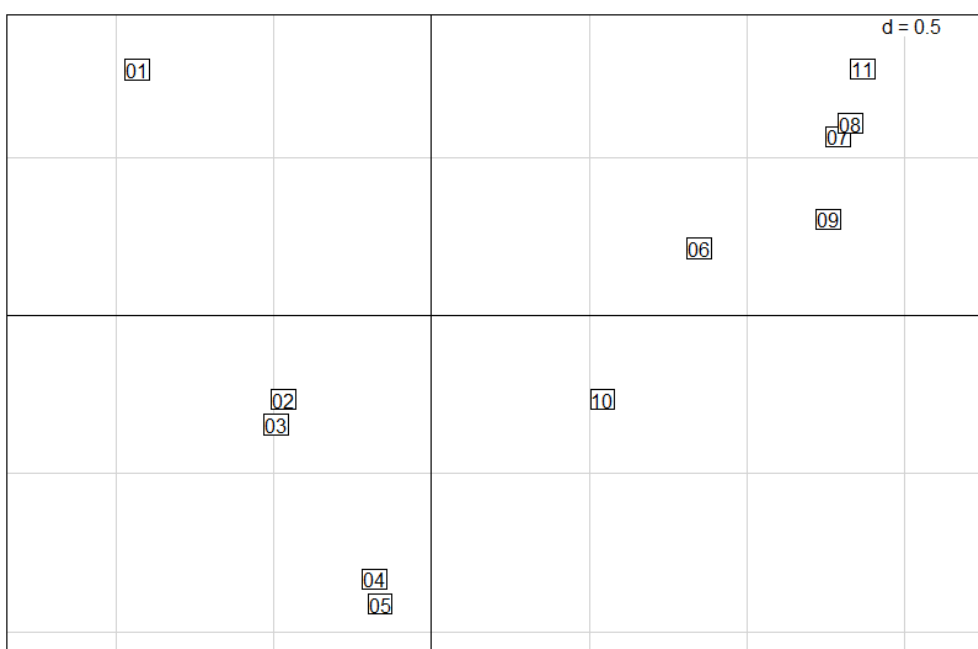


Figure 53 : AFC des effectifs des différents taxons par secteur, projection des secteurs.

Les contributions absolues des taxons indiquent qu'*Erythromma viridulum* et *Platycnemis pennipes* sont les principaux constituants de l'axe 1 suivies par *Calopteryx splendens* et *Orthetrum albistylum* dans une moindre mesure. La représentation étant bonne, on peut conclure en une opposition d'*Erythromma viridulum* aux trois autres espèces sur cet axe 1. Lorsqu'on projette les secteurs sur ce plan factoriel, les secteurs 01, 08 et 09 présentent de fortes contributions relatives et absolues sur l'axe 1 et le secteur 01 apparaît en position opposée par rapport aux secteurs 08 et 09. Globalement sur cet axe on retrouve, les secteurs 01 à 03 d'une part et les secteurs 06 à 11 d'autre part.

L'axe 2 est constitué principalement des contributions d'*Erythromma viridulum*, *Platycnemis acutipennis*, *Ischnura elegans* et *Platycnemis pennipes*. Les trois premières ont de fortes contributions relatives. On

peut conclure que sur l'axe 2, *Erythromma viridulum* « s'oppose » à *Platycnemis acutipennis* (et à *Ischnura elegans* dans une moindre mesure). Sur l'axe 2, les secteurs 01, 04 et 05 sont les principaux contributeurs, le secteur 01 s'opposant aux secteurs 04 et 05.

On peut conclure de la CAH (figure 54) que deux groupes de secteurs présentent des peuplement d'odonates contrastés. Le premier composé des secteurs 1 à 5, le deuxième plus hétérogène des secteurs 06 à 11. Un découpage plus fin est possible et permet d'isoler le secteur 01 du reste des secteurs de ce premier lot. De la même manière, les secteurs 07 et 11 seraient aussi isolés du second lot.

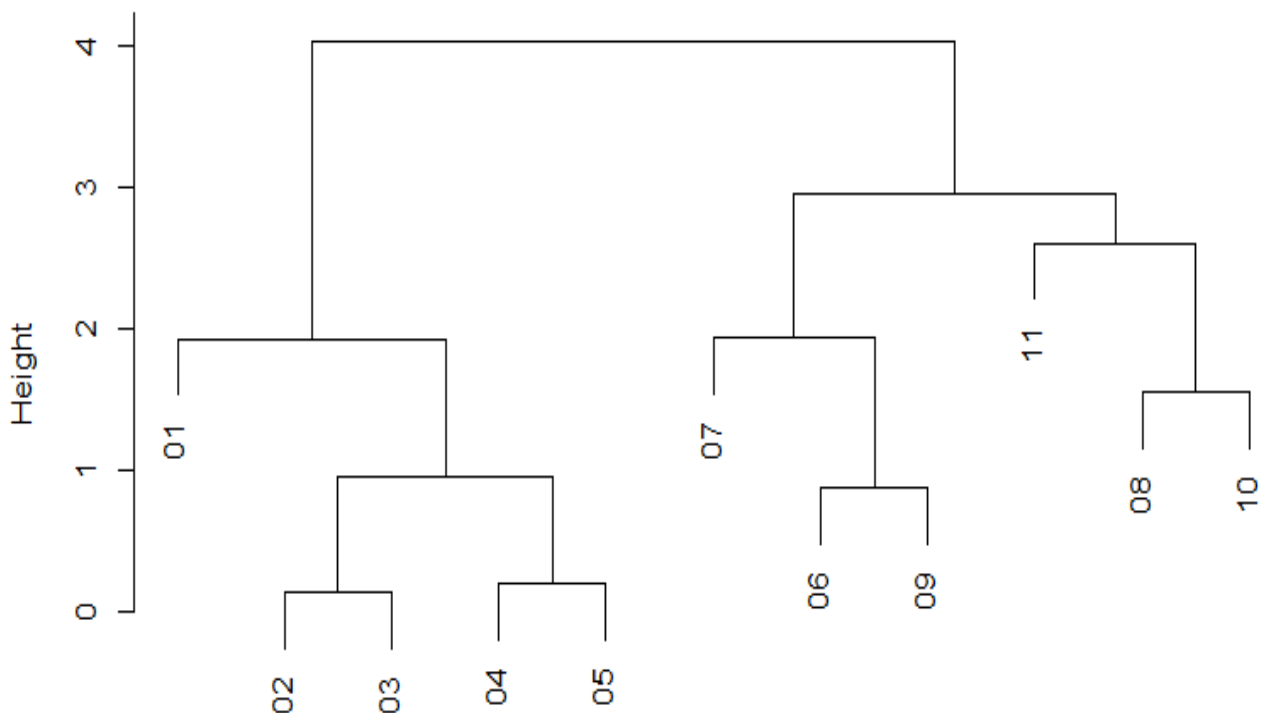


Figure 54 : CAH sur AFC des effectifs des différents taxons par secteur.

VII. Ecrevisses

Jeu de données

Un suivi spécifique des populations d'écrevisses de Louisiane (voir protocole dans Bonis *et al.* 2012) a été mis en œuvre en 2014 sur les 11 secteurs, après une phase test réalisée là aussi en 2013.. Pour rappel, il consiste en l'immersion pendant 24 heures de 25 nasses (une tous les 10 mètres) sans appâts sur une portion de canal par secteur. Les portions étudiées ont varié entre 2013 et 2014 afin de les faire coïncider

avec la localisation d'autres suivis (macrofaune aquatique et amphibiens, végétation aquatique et odonates).

A. Etat des populations

Considérer cette espèce invasive revient à considérer une espèce clé dans le fonctionnement des milieux aquatiques du Marais poitevin. Cette espèce, comme bon nombre d'autres, est, par ailleurs, susceptible de répondre aux variations de conditions hydrologiques. Le tableau suivant (tableau 45) expose les effectifs cumulés capturés par secteur.

Tableau 45 : effectifs cumulés (25 pièges par secteurs) d'écrevisses de Louisiane pêchés en 2014.

Secteur	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
Effectifs	82	154	20	72	193	66	140	25	86	111	210

Le graphique suivant (figure 55) présente l'état des populations sur l'ensemble des secteurs.

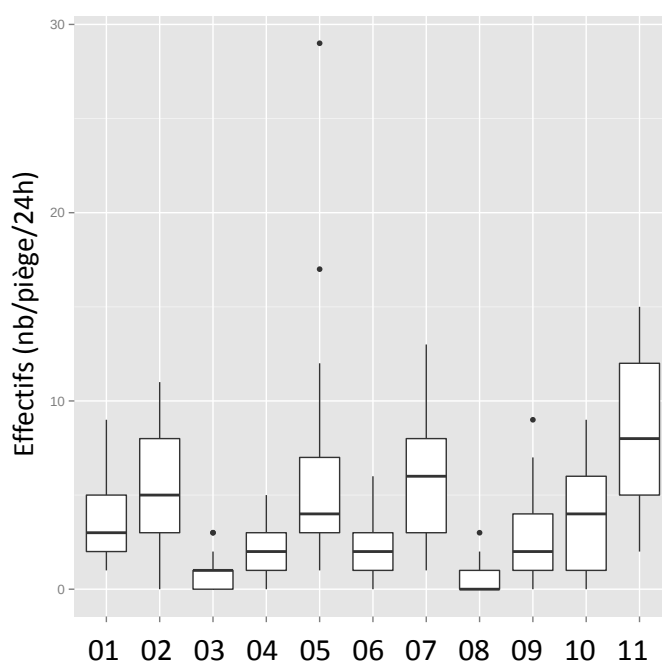


Figure 55 : effectifs d'écrevisses de Louisiane dans les 11 secteurs. Expression en nombre d'individus par piège et sur une durée de piégeage de 24 h.

D'importantes variations sont notées entre secteurs. L'analyse de variance (ANOVA) pratiquée sur les données transformées ($\log(x+1)$) en raison des contraintes de normalité des données et d'égalité des variances entre secteurs est hautement significative ($p < 0,001$). Les regroupements de secteurs (procédure HSD de Tukey) montrent que les plus faibles abondances en écrevisses sont notées dans les secteurs 03 et 08 et qu'à l'opposé l'écrevisse est plus abondante dans les secteurs 01, 02, 05, 07, et 11. Il convient de préciser qu'il est fortement suspecté qu'une partie des pièges du secteur 08 ait été relevée par une personne autre que celle en charge du suivi. Par conséquent, les données de ce secteur 08 sont à

prendre avec précaution. Les données qui seront obtenues lors des années à venir permettront, nous l'espérons, de lever ce doute.

Une comparaison peut être faite entre ces résultats et les données « écrevisses » extraites du suivi macrofaune, pour les stations communes aux deux protocoles de suivi. Le croisement des informations fournies par ces deux suivis est réalisé sur la figure suivante (figure 56). Il montre qu'il y a très peu de convergence entre les données issues des 2 types de suivi pour la majorité des secteurs. Il permet néanmoins de confirmer la nature probablement biaisée des résultats du piégeage sur le secteur 08. En effet, le suivi de la macrofaune met en évidence que la station du secteur 08 est bien pourvue en écrevisses (gros point noir avec blanc au centre).

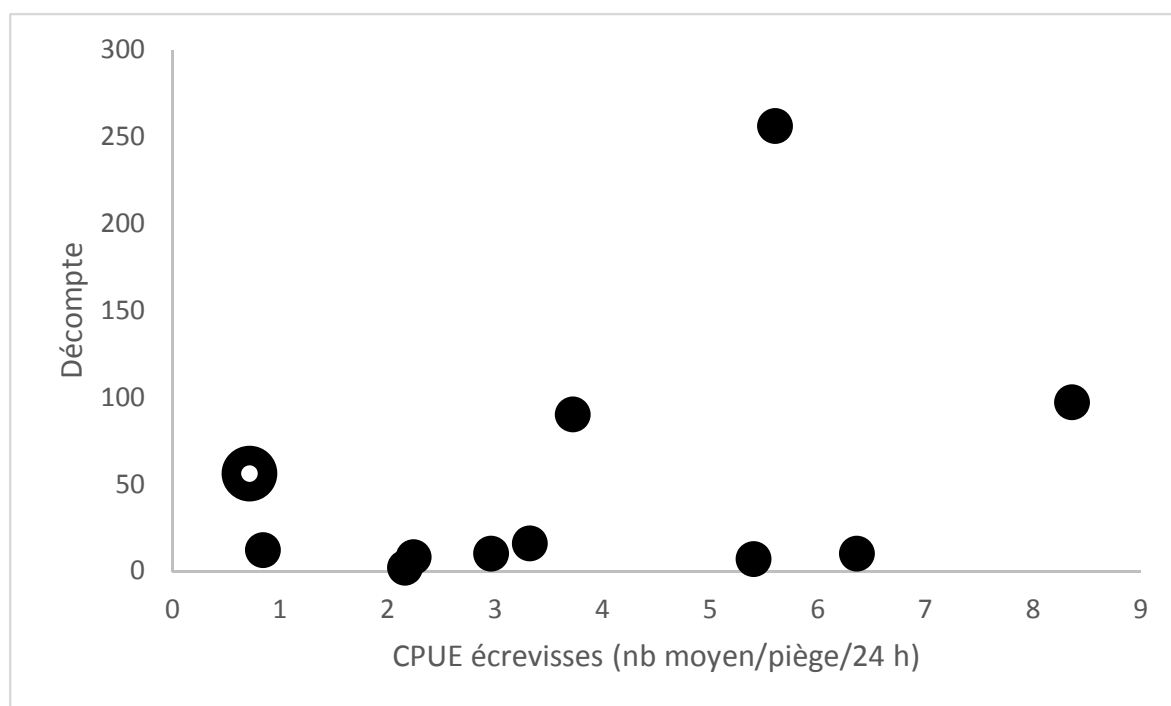


Figure 56 : Effectifs d'écrevisses de Louisiane sur la station commune des 11 secteurs fournis par deux suivis : « écrevisses » (valeurs moyennes de CPUE, 25 pièges) et « macrofaune » (décompte global, 10 coups de troubleau).

B. Structure des peuplements

L'analyse de la structure de taille des écrevisses, tous secteurs confondus (mesure de la longueur totale des individus faite (au millimètre près) de l'extrémité du rostre à l'extrémité du telson à l'aide d'une règle à butée) permet de définir plusieurs classes de tailles (et donc d'âges) et donc de renseigner sur les fonctionnalités des zones d'échantillonnage (rôles de nurseries, de refuge de plus grands individus ...). Ce travail préalable de découpage en classes de tailles (décomposition polymodale) n'est pas reporté dans

le présent rapport. Par souci de simplification, les individus sont regroupés en deux groupes : les individus probablement d'âge inférieur à un an (longueur totale inférieur à 78 mm), et les individus plus grands. Bien évidemment, ce découpage est révisable chaque année. Des disparités sont notées entre secteurs (Figure 57). Une grande proportion des écrevisses sont de petite taille dans les secteurs 02, 03, 07, 09 et 11 (>70 % du total des captures), même si les captures sont peu nombreuses notamment dans les secteurs 03 et 09. A l'inverse la proportion des petits individus est très réduite dans les secteurs 01, 06 et 08 (avec toutes les précautions qu'il faut prendre pour le secteur 08).

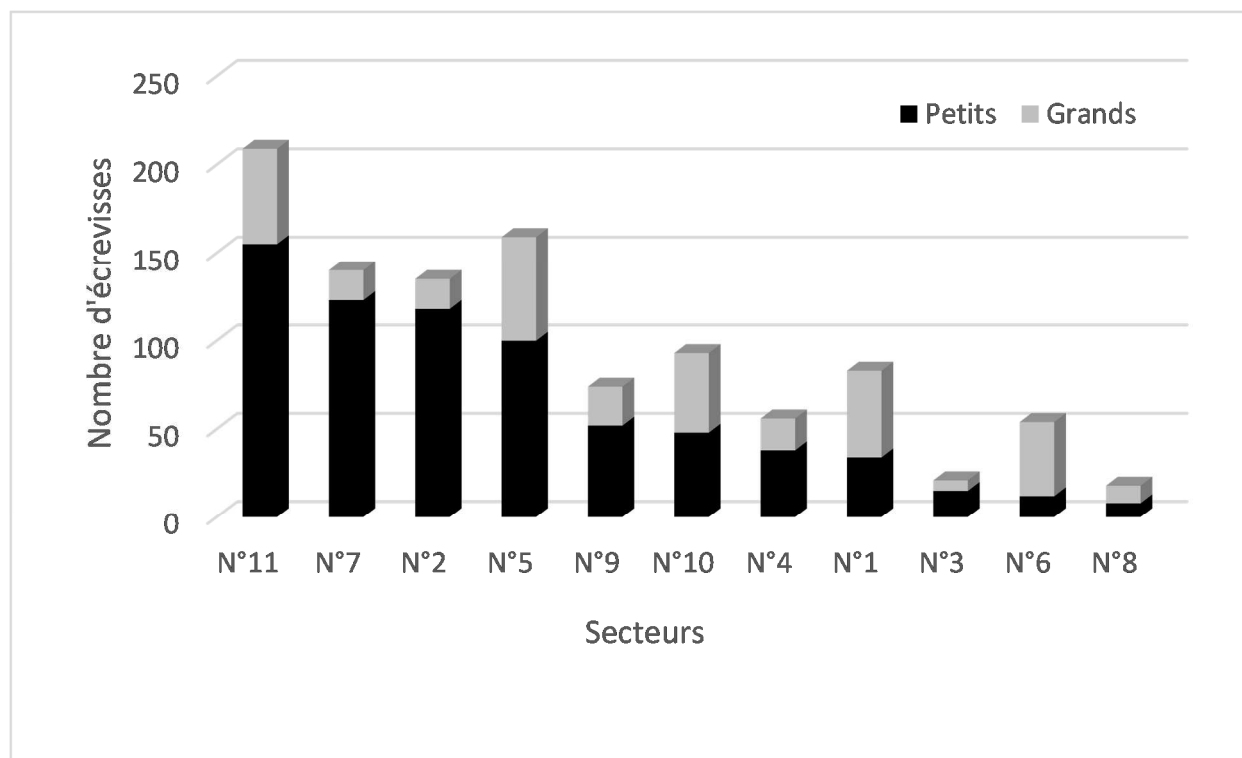


Figure 57 : Effectifs d'écrevisses de Louisiane selon deux classes de taille dans les 11 secteurs.

On voit donc qu'il y a d'importants contrastes d'abondance et de structure de taille des populations d'écrevisses entre secteurs. Il conviendra à l'avenir de rechercher d'éventuels paramètres environnementaux, dont certains liés au régime de niveau d'eau, liés à ce descriptif des populations d'écrevisses.

VIII. Poissons

Jeu de données

En 2013, seuls deux tronçons de canaux (et donc deux secteurs) ont été échantillonnés, et il ne s'agissait ni des mêmes stations qu'en 2014 ni de la même méthode qu'en 2014. Les données analysées ci-après ne concernent donc que l'année 2014. Dans cette comparaison inter-secteurs, plusieurs paramètres peuvent

influencer les résultats. En ne se basant que sur une année, l'analyse peut être influencée par des espèces à reproduction explosive (épinoche sur le secteur 01 par exemple).

En 2014, les mesures de gabarit des canaux démontrent quelques différences avec une largeur moyenne des stations de 8,8 mètres (min-max : 7-10 m).

La hauteur de la lame d'eau n'a été mesurée que grossièrement en 2014. Des mesures plus précises ont été demandées à partir de 2015 *via* 5 mesures le long des stations (de même pour la hauteur de vase). On distingue toutefois dès 2014 des stations à faible tirant d'eau comme sur les secteurs 01 et 03 (environ 50 cm au moment des suivis, du même ordre de grandeur en 2015). A l'opposé, des hauteurs d'eau plus conséquentes sont mesurées sur les secteurs 02, 07, 09 et 11 (de 120 à 150 cm, même ordre de grandeur en 2015). Cependant, la mesure est prise au milieu du canal et ne reflète pas systématiquement la hauteur d'eau sur les points de pêche.

La hauteur de vase conditionne la hauteur de la lame d'eau. Elle est estimée en jugeant la résistance qu'elle oppose à l'enfoncement de la perche de mesure. Cette estimation permet d'isoler deux stations (secteurs 01 et 03) pour lesquelles la faible hauteur d'eau est inférieure à la hauteur de vase estimée. Ces mesures indiquent un taux d'envasement important qui peut entraver l'efficacité de la pêche (navigation difficile) et présage qu'une intervention de curage devrait intervenir dans les années à venir.

C. Diversité par secteur

Deux modifications ont été apportées sur les données obtenues par pêche électrique avant l'analyse des données. En premier lieu, même si des individus d'écrevisse de Louisiane ont été capturés, cette donnée a été exclue du jeu de données. En effet, cette technique d'échantillonnage n'est pas totalement adaptée à cette espèce (absence d'électrotaxie très marquée) qui plus est dans des milieux turbides affectant notablement l'efficacité de capture des individus. Par ailleurs, les individus de brèmes des deux espèces présentes (commune et bordelière) ont été combinés, même si la distinction a été faite par les opérateurs de terrain car un risque de confusion ne peut être écarté pour les petits individus. Ce regroupement est par ailleurs très souvent réalisé. L'analyse de données a donc porté sur un total de 1546 poissons appartenant à 20 espèces de poissons. Deux espèces dominent largement la communauté de poissons (tableau 46). Il s'agit de l'épinoche (30,0 % du total de poissons) et du gardon (19,2 %). Deux autres espèces représentent plus de 10 % des effectifs. Il s'agit de l'anguille (13,8 %) et de la gambusie (10,8 %). Neuf espèces sont en dessous du seuil de 1 % de l'effectif total.

Tableau 46 : Bilan des captures de poissons (% de l'effectif total, 1546 poissons) dans les 11 secteurs.

Espèces	Code espèce	Effectifs (%)
Epinoche	EPI	30,0
Gardon	GAR	19,2
Anguille	ANG	13,8
Gambusie	GAM	10,8
Poisson-chat	PCH	7,2
Brèmes	BBB	4,6
Carassin	CAS	4,5
Perche franche	PEF	2,7
Perche soleil	PES	1,9
Rotengle	ROT	1,8
Sandre	SAN	1,4
Brochet	BRO	0,8
Chevaine	CHE	0,3
Loche franche	LOF	0,3
Goujon	GOU	0,2
Grémille	GRE	0,2
Ablette	ABH	0,1
Carpe	CCO	0,1
Epinochette	EPT	0,1
Tanche	TAN	0,1

La figure suivante (figure 58) précise le décompte de la richesse spécifique et des effectifs de poissons dans chacun des 11 secteurs. Le nombre d'espèces par secteur oscille entre 6 (secteurs 02, 03 et 11) et 13 (secteur 09) et les effectifs sont très variables d'un secteur à un autre (62 à 405 poissons). Ce ne sont pas les sites les plus diversifiés qui comportent le plus d'individus de poissons (voir notamment les secteurs 08, 09 et 10).

On remarque quatre secteurs avec une faible diversité (01, 02, 03 et 11). Parmi eux les secteurs 01 et 03 (Longeville et Champagné) ont aussi les niveaux d'eau les plus bas au moment de la pêche (fin juin) et un fort envasement.

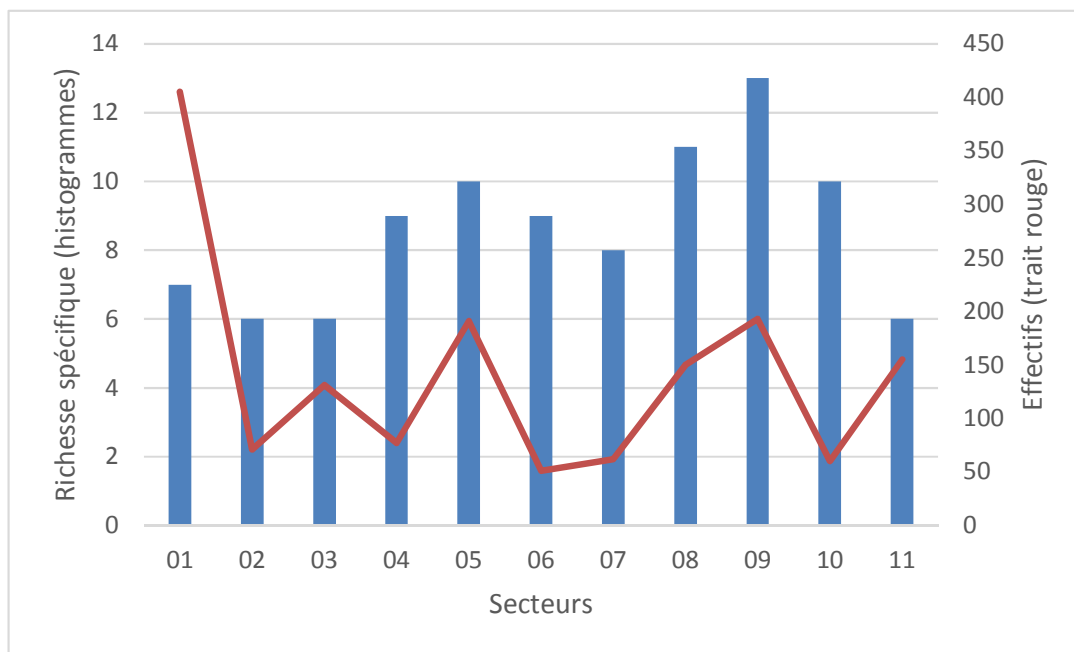


Figure 58 : Richesse spécifique et effectifs capturés par secteur en 2014.

D. Structure des peuplements

Les données de pêche 2014 sont regroupées dans un tableau de contingence pour conduire une AFC. Compte tenu de la très forte hétérogénéité de représentativité des différentes espèces, et pour ne pas non plus exclure des espèces rares indicatrices de certains types de milieux aquatiques, les abondances de poissons ont été transformées en $\log(x+1)$ avant de conduire l'analyse multivariée.

Inertie : les axes 1 (33,8 %) et 2 (17,3 %) participent à une inertie totale de 51,0 %.

Contributions : Les secteurs 07 puis 01, 03, 02 et 09 sont les plus gros contributeurs sur l'axe 1. Pour les poissons, ce sont surtout la gambusie, le gardon et de façon moins marquée le sandre et le carassin qui sont les principaux contributeurs. Pour l'axe 2, ce sont les secteurs 07, 08 et 09 et la loche franche et l'épinochette qui contribuent le plus.

Logiquement, l'épinochette et la loche franche se démarquent du reste des espèces (figure 59, voir aussi le dendrogramme des espèces : figure 60), tout comme le secteur 07. Auparavant, il est mis en évidence un groupe plus élargi d'espèces, comportant des espèces davantage associées à des milieux lotiques (grémille et goujon) mais aussi des espèces phytophiles (brochet, rotengle). Un second groupe comporte un ensemble d'espèces dont les convergences écologiques ne sont pas aisées à identifier. Aussi, le découpage en lots d'espèces qui peut cependant être plus fin (voir les codes couleurs associés au dendrogramme) repose principalement sur la part respective des espèces dans les différents secteurs à défaut des espèces associées à des habitats bien spécifiques. Au-delà du secteur 07 formant à lui seul un groupe bien distinct sont notés deux autres groupes (figure 61). Le premier comporte les secteurs 01, 02, 03 et 05 et le second associe les secteurs 04, 06, 08, 09, 10 et 11.

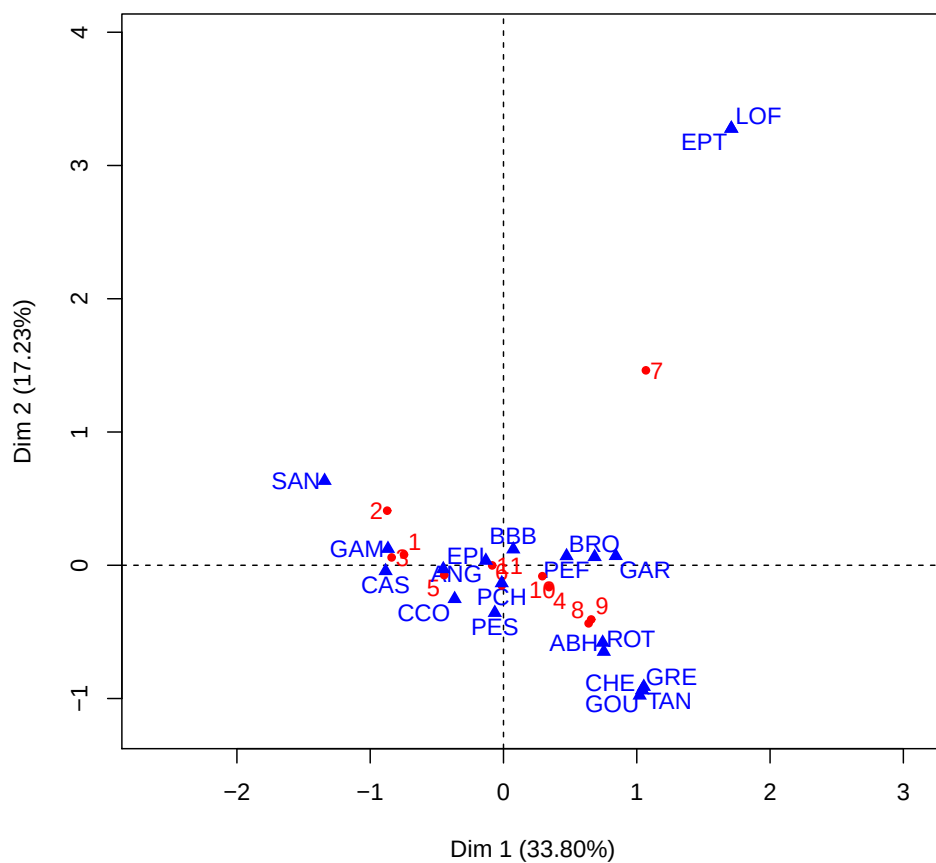


Figure 59 : AFC des effectifs des différents taxons par secteurs, projection des taxons et secteurs.

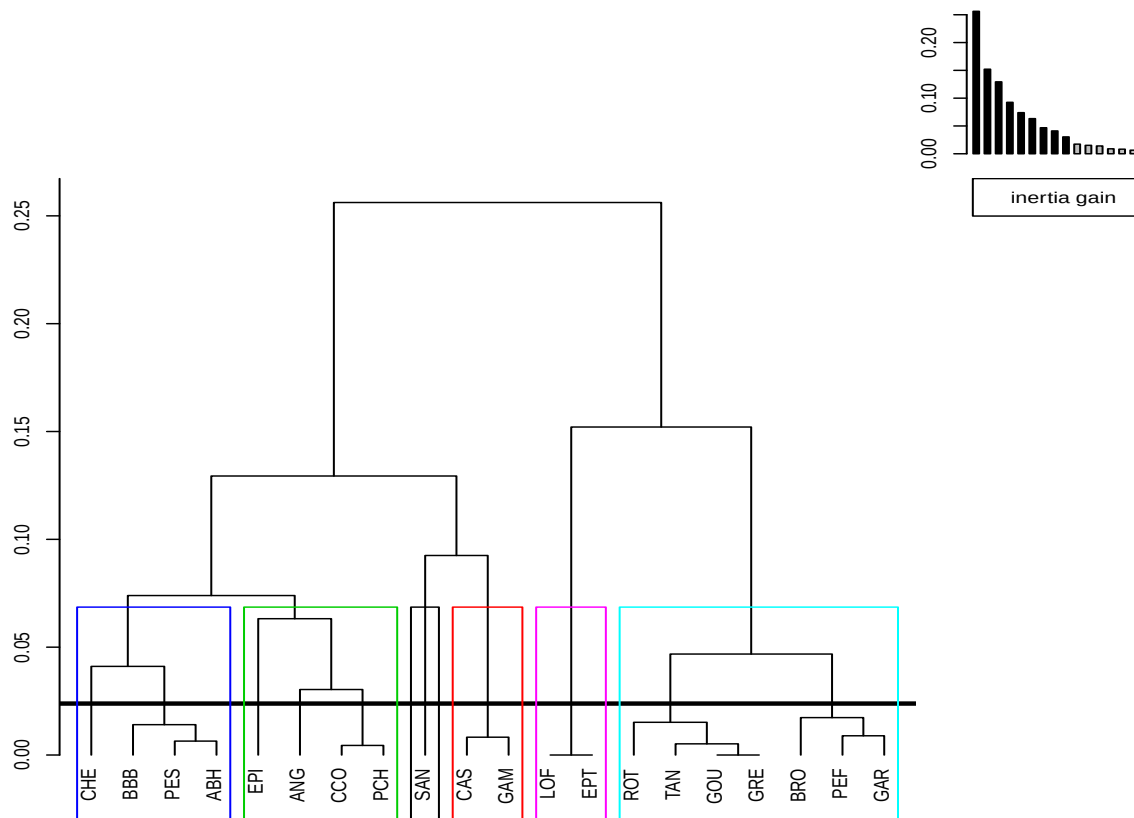


Figure 60 : CAH des espèces sur l'AFC des effectifs de poissons (données log-transformées).

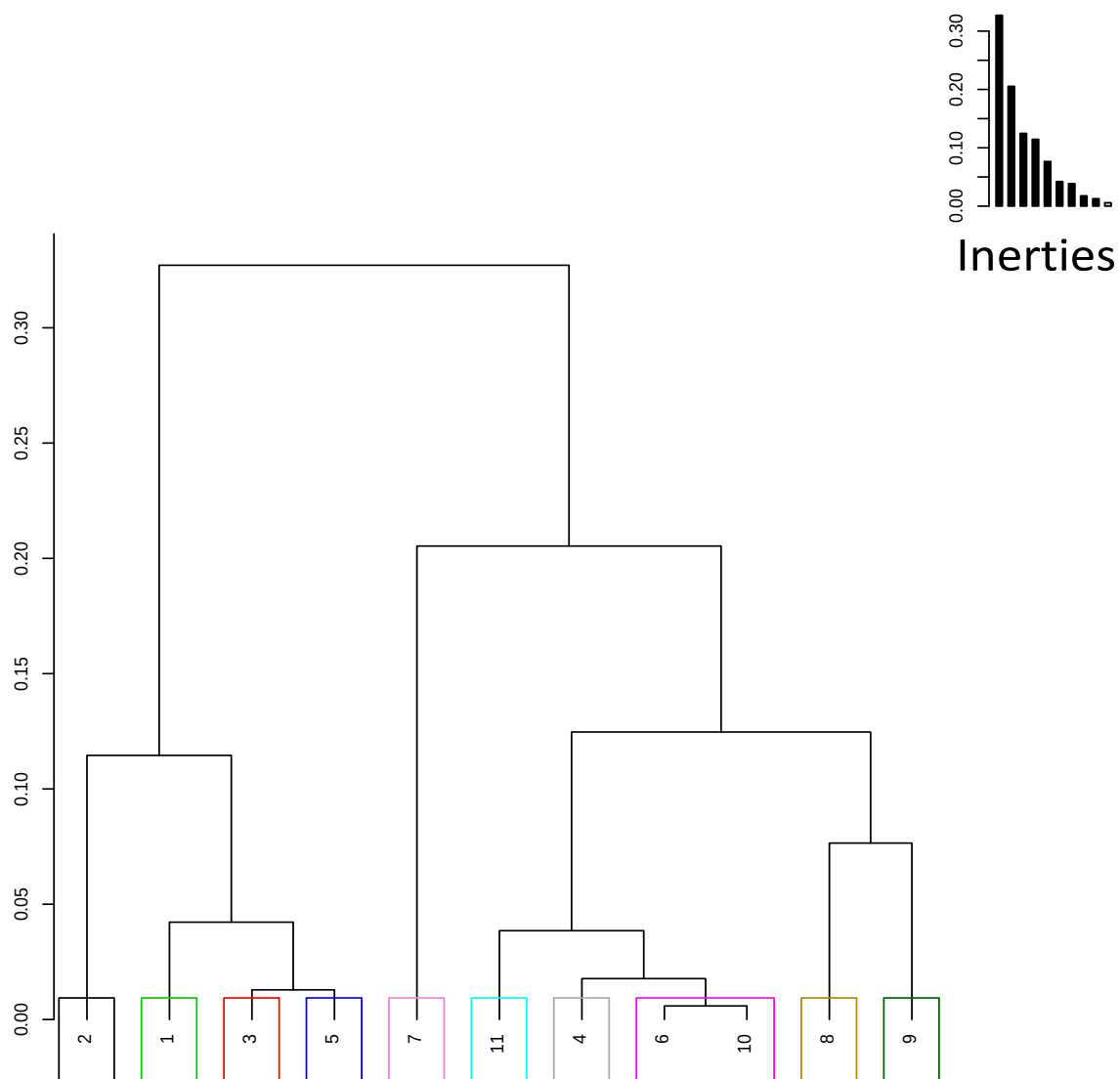


Figure 61 : CAH des secteurs sur l'AFC des effectifs de poissons (données log-transformées).

IX. CONCLUSION

Ce rapport, qui explore le jeu de données 2014 à travers de multiples analyses constitue un premier état des lieux. A ces données s'ajouteront par la suite les données de la campagne de terrain 2015 déjà réalisée et celles de 2016 à 2019 prévues à moyen terme. Les analyses à venir porteront à la fois sur les contrastes de biodiversité et de paramètres environnementaux i) entre secteurs et stations le cas échéant et ii) entre années.

Bibliographie

Bonis *et al*, 2012. Propositions pour le suivi de la biodiversité dans le Marais Poitevin : Etude conduite dans le cadre du SDAGE Loire Bretagne 2010-2015. Disposition 7C4 : Gestion du Marais Poitevin.

Ellenberg H., 1988. Vegetation ecology of Central Europe. Cambridge: Cambridge University Press.

Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W. & Paulissen, D. 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica 18, 1 248.

Hill, M.O.; Mountford, J.O.; Roy, D.B.; Bunce, R.G.H.. 1999 Ellenberg's indicator values for British plants. ECOFACT Volume 2 Technical Annex. Huntingdon, Institute of Terrestrial Ecology, 46pp. (ECOFACT, 2a)

Julve P. (1998). Baseflor. Index botanique, écologique et chronologique de la flore de France.

Liste rouge des oiseaux nicheurs de France métropolitaine (UICN, 2008).

Quaintenne G. & les coordinateurs-espèce. (2013). Les oiseaux nicheurs rares et menacés en France en 2012. Ornithos 20 : 297 - 332.

R Core Team (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

Solvita Rūsiņa, Ilze Pušpure, Lauma Gustiņa. 2013. Diversity patterns in transitional grassland areas in floodplain landscapes with different heterogeneity. Tuexenia 33: 347–369. Göttingen 2013.

Annexe I : Paramètres environnementaux et éléments paysagers compilés en 2014 et 2015

		nom de champs	descriptif
Secteur		se_superficie	superficie du casier hydraulique correspondant en hectar
		se_typo_fma	typologie données par le Forum des Marais Atlantiques
		se_typo_univ	Typologie univ (DOC A et B)
	linéaires de canaux	Lin_primaire	Linéaire de canaux de type primaire dans le casier hydraulique (= secteur)
		Lin_secondaire	Linéaire de canaux de type secondaire dans le casier hydraulique (= secteur)
		Lin_secondaire I.C	Linéaire de canaux de type secondaire à intérêt collectif dans le casier hydraulique (= secteur)
		Lin_tertiaire	Linéaire de canaux de type tertiaire dans le casier hydraulique (= secteur)
		Lin_tertiaire I.C	Linéaire de canaux de type tertiaire à intérêt collectif dans le casier hydraulique (= secteur)
		Lin_total	Linéaire de canaux tous types confondus dans le casier hydraulique (= secteur)
		Lin_tot/ha	mètres de canaux par hectar
		nom de champs	descriptif
station limicole		D côte	Distance de la côte la plus proche, estimé depuis le centre de la station
		D centre baie aiguillon	Distance par rapport à la baie de l'aiguillon, estimé depuis le centre de la station
		D centre estuaire du Lay (banc des marsoins)	Distance par rapport à l'estuaire du Lay, estimé depuis le centre de la station
		superficie (m2)	superficie en m2 de la station
	Assolement I	Blé (% reg1)	regroupement 1 : % de blé calculé sous SIG à partir du RPG 2014
		maïs (% reg1)	regroupement 1 : % de maïs calculé sous SIG à partir du RPG 2014
		tournesol (% reg1)	regroupement 1 : % de tournesol calculé sous SIG à partir du RPG 2014
		autre culture (% reg1)	regroupement 1 : % d'autre culture calculé sous SIG à partir du RPG 2014
		prairie permanente (% reg1)	regroupement 1 : % de prairie permanente calculé sous SIG à partir du RPG 2014
		prairie temporaire (% reg1)	regroupement 1 : % de prairie temporaire calculé sous SIG à partir du RPG 2014
		surface artificialisé (% reg1)	regroupement 1 : % de surface artificialisée calculé sous SIG à partir du RPG 2014
	Assolement II	boisements (% reg2)	regroupement 2 : % boisements
		culture (% reg2)	regroupement 2 : % cultures
		prairie (% reg2)	regroupement 2 : % prairies
		autre (% reg2)	regroupement 2 : % autres
		superficie mare chasse m2	superficie des mares de chasses
		lineaire haie (sur 2500m)	cumul des linéaires de haies (valeur médiane des classes de taille) prises sur chaque berge (2*125m) des 10 stations V
		linéaire de haie moy pour 100 m	cumul ramené sur 100m
		largeur houppier moyen	largeur moyen des houppier sur les stations VA (sur valeur médiane des classes de taille)
		hauteur houppier moyen	hauteur moyen des houppier sur les stations VA (sur valeur médiane des classes de taille)
		nom de champs	descriptif
Sation macrofaune aquatique		Date	Date de prise de données physicochimique
	Paramètres eau	TempEau	température
		pH	pH
		Redox	potentiel d'oxydo-reduction
		O2	% O2 dissout
		Conductivite	Conductivite
		Salinite	Salinite
		Turbidite	Turbidite en NTU relevée grâce à un tube-turbimètre (Myre et Shaw (2006))
		Heau	hauteur d'eau (perche graduée)
		Hvase	hauteur de vase estimée par enfoncement de la perche graduée
		Hberge	estimée
		clé type végét	Type de macrophytes selon Lachavanne, Juge et Perfetta (1995)
		clé type végét autre type	Type de macrophytes selon Lachavanne, Juge et Perfetta (1995)
		couverture végétale	Recouvrement de la végétation selon Golet et Larson (1974)
		bois	proportion de végétation type "bois"
		herbacee	proportion de végétation type "herbacée"
		megaphorbiaie	proportion de végétation type "mégaphorbiais"
		Ronce	proportion de végétation type "ronce"
		arbustif	proportion de végétation type "arbustive"
		Ombrage	% d'ombrage estimé porté sur le canal

		nom de champs	descriptif
Station Végétation aquatique		type	type de canal : primaire ; secondaire ; tertiaire voie d'eau privée.
	Largeur canaux	largeur 1	largeur prise au télémètre au niveau d'un tronçon de canal
		largeur 2	largeur prise au télémètre au niveau d'un tronçon de canal
		largeur 3	largeur prise au télémètre au niveau d'un tronçon de canal
		largeur 4	largeur prise au télémètre au niveau d'un tronçon de canal
		largeur 5	largeur prise au télémètre au niveau d'un tronçon de canal
		largeur moyenne	largeur moyenne (n=5) pour une station
	% eau libre canaux	% eau libre 2014 1	% d'eau libre estimée sur un tronçon de canal
		% eau libre 2014 2	% d'eau libre estimée sur un tronçon de canal
		% eau libre 2014 3	% d'eau libre estimée sur un tronçon de canal
		% eau libre 2014 4	% d'eau libre estimée sur un tronçon de canal
		% eau libre 2014 5	% d'eau libre estimée sur un tronçon de canal
		% eau libre 2014 moyen	% eau libre moyen (n=5) en 2014 sur la station
		pente berge	classe de pente de la berge douce<modérée<abrupte<très abrupte
		variabilité pente	indice de variabilité de cette pente peu variable<moyennement variable<très variable
	végétation berge 1	situation berge 1	situation de la berge 1 (nord, sud, est, ouest etc.)
		nombre de portion de haie berge1	nombre de portion de haie sur la berge (1,2,3,4,5,+5), aperçu de la fragmentation des haies
		longueur de haie berge1	longueur cumulée de(s) portion(s) de haie
		largeur du houppier berge1	largeur moyenne du houppier sur la berge (moyenne estimée sur 125m) <2m ; 2 à 5m ; >5m
		hauteur du houppier berge1	hauteur moyenne du houppier sur la berge (moyenne estimée sur 125m) <2m ; 2 à 5m ; >5m
		esp1 berge1	espèce ligneuse la plus structurante
		esp2 berge1	seconde espèce structurante
		continuité veg pied de berge1	continuité de la végétation herbacée présente en pied de berge (absence; continue ou discontinue)
		hauteur veg pied berge1	hauteur de la végétation en pied de berge
		recouvrement pied berge1 (%)	recouvrement en % de la végétation en pied de berge
		continuité veg haut de berge1	continuité de la végétation herbacée présente en haut de berge (absence; continue ou discontinue)
		hauteur veg haut berge1	hauteur de la végétation en haut de berge
		recouvrement haut berge1 (%)	recouvrement en % de la végétation en haut de berge
		bourrelet de curage berge 1	présence d'un bourrelet de curage sur la rive (continu ou discontinu)
		remarque berge 1	remarque sur cette berge
	végétation berge 2	situation berge2	situation de la berge 2 (nord, sud, est, ouest etc.)
		nombre de portion de haie berge2	nombre de portion de haie sur la berge (1,2,3,4,5,+5), aperçu de la fragmentation des haies
		longueur de haie berge2	longueur cumulée de(s) portion(s) de haie
		largeur du houppier berge2	largeur moyenne du houppier sur la berge (moyenne estimée sur 125m) <2m ; 2 à 5m ; >5m
		hauteur du houppier berge2	hauteur moyenne du houppier sur la berge (moyenne estimée sur 125m) <2m ; 2 à 5m ; >5m
		esp1 berge2	espèce ligneuse la plus structurante
		esp2 berge2	seconde espèce structurante
		continuité veg pied de berge2	continuité de la végétation herbacée présente en pied de berge (absence; continue ou discontinue)
		hauteur veg pied berge2	hauteur de la végétation en pied de berge
		recouvrement pied berge2 (%)	recouvrement en % de la végétation en pied de berge
		continuité veg haut de berge2	continuité de la végétation herbacée présente en haut de berge (absence; continue ou discontinue)
		hauteur veg haut berge2	hauteur de la végétation en haut de berge
		recouvrement haut berge2 (%)	recouvrement en % de la végétation en haut de berge
		bourrelet de curage berge 2	présence d'un bourrelet de curage sur la rive (continu ou discontinu)
		remarque berge 2	remarque sur cette berge
	Canaux sur tampon 500m	L canaux (m) tampon 250	linéaire de canaux compris dans un tampon de 250 mètres autour de la station
		L canaux (m) tampon 500	linéaire de canaux compris dans un tampon de 500 mètres autour de la station
		L primaire (m) tampon 500	linéaire de canaux primaire compris dans un tampon de 500 mètres autour de la station
		L secondaire (m) tampon 500	linéaire de canaux secondaire compris dans un tampon de 500 mètres autour de la station
		L tertiaire I.C. (m) tampon 500	linéaire de canaux tertiaire I.C. compris dans un tampon de 500 mètres autour de la station
		L tertiaire (m) tampon 500	linéaire de canaux tertiaire compris dans un tampon de 500 mètres autour de la station
		surf tampons 500 m2	surface de la zone tampon de 500m2
	Assolement riverain	Autres céréales	% de Autres céréales dans l'assolement d'une bande de 30 mètres le long des deux berges
		boisement	% de boisement dans l'assolement d'une bande de 30 mètres le long des deux berges
		culture	% de culture dans l'assolement d'une bande de 30 mètres le long des deux berges
		Maïs	% de Maïs dans l'assolement d'une bande de 30 mètres le long des deux berges
		peupleraie	% de peupleraie dans l'assolement d'une bande de 30 mètres le long des deux berges
		Prairie de fauche	% de Prairie de fauche dans l'assolement d'une bande de 30 mètres le long des deux berges
		Prairie fauche/pâturage	% de Prairie fauche/pâturage dans l'assolement d'une bande de 30 mètres le long des deux berges
		Prairie pâturée	% de Prairie pâturée dans l'assolement d'une bande de 30 mètres le long des deux berges
	autres linéaires riverain	Digue+large canal	% de Digue+large canal dans l'assolement d'une bande de 30 mètres le long des deux berges
		Route	% de Route dans l'assolement d'une bande de 30 mètres le long des deux berges
		canal	% de canal dans l'assolement d'une bande de 30 mètres le long des deux berges
	éléments paysagers riverain	chemin	% de chemin dans l'assolement d'une bande de 30 mètres le long des deux berges
		peupliers	% du linéaire de peupliers dans l'assolement d'une bande de 30 mètres le long des deux berges
		plan d'eau	% du linéaire de plan d'eau dans l'assolement d'une bande de 30 mètres le long des deux berges
		abreuvoir	nombre d'abreuvoir le long des deux berges de la station
		intersection canal III	nombre d'intersection avec d'autres canaux le long des deux berges de la station

Annexe II : Végétation prairiale - Fréquence des espèces par secteur

secteur 1			secteur 2			secteur 3			secteur 4		
espèces	fréquence	espèces	fréquence	espèces	fréquence	espèces	fréquence	espèces	fréquence	espèces	fréquence
Agrostis.capillaris	0,03	Oenanthe.silifolia	0,20	Agrostis.stolonifera	0,35	Agrostis.stolonifera	0,21	Lolium.perenne	0,50	Agrostis.stolonifera	0,44
Agrostis.stolonifera	0,03	Pheum.pratense	0,03	Alisma.plantago.aquatica	0,06	Parapholis.strigosa	0,02	Medicago.arabica	0,05	Alpecurus.bulbosus	0,76
Alpecurus.bulbosus	0,90	Plantago.coronopus	0,37	Alpecurus.bulbosus	0,71	Plantago.coronopus	0,29	Alpecurus.bulbosus	0,67	Medicago.polymorpha	0,02
Alpecurus.geniculatus	0,47	Poa.trivialis	0,63	Alpecurus.geniculatus	0,15	Poa.trivialis	0,06	Alpecurus.geniculatus	0,33	Oenanthe.fistulosa	0,21
Althaea.officinalis	0,10	Polycarpon.sp	0,03	Althaea.officinalis	0,21	Poa.trivialis	0,79	Alpecurus.pratensis	0,02	Oenanthe.lachenalii	0,08
Anthoxanthum.odoratium	0,03	Potentilla.anserina	0,07	Anthoxanthum.odoratium	0,09	Polygonum.amphibium	0,03	Anthoxanthum.odoratium	0,05	Oenanthe.silifolia	0,21
Atriplex.hastata	0,10	Puccinellia.maritima	0,07	Atriplex.hastata	0,03	Potentilla.anserina	0,03	Atriplex.hastata	0,02	Picris.echioides	0,05
Bellis.perennis	0,40	Ranunculus.bulbosus	0,10	Bellis.perennis	0,18	Ranunculus.acris	0,03	Bellis.perennis	0,19	Bromus.commutatus	0,08
Bromus.commutatus	0,03	Ranunculus.trichophyllus	0,03	Boiboschoenus.maritimu	0,03	Ranunculus.ophioglossifolius	0,19	Plantago.coronopus	0,10	Plantago.coronopus	0,08
Bromus.racemosus	0,07	Ranunculus.flammula	0,03	Bromus.commutatus	0,26	Ranunculus.repens	0,15	Bromus.commutatus	0,07	Plantago.major	0,12
Carex.divisa	0,40	Ranunculus.ophioglossifolius	0,27	Bromus.hordeaceus	0,03	Ranunculus.sardous	0,59	Bromus.mollis	0,14	Poa.annua	0,76
Carex.flacca	0,03	Ranunculus.repens	0,23	Bromus.racemosus	0,24	Rorippa.amphibia	0,09	Bromus.racemosus	0,02	Poa.infrima	0,08
Carex.otrubae	0,03	Ranunculus.sardous	0,73	Carex.divisa	0,97	Rumex.crispus	0,03	Bromus.sterilis	0,17	Poa.trivialis	0,36
Cerastium.dubium	0,07	Rorippa.amphibia	0,07	Cirsium.vulgare	0,06	Rumex.sp	0,03	Carex.distantis	0,02	Polygonatum.oxyspermum	0,08
Cirsium.vulgare	0,07	Rumex.conglomeratus	0,07	Crepis.vesicaria	0,03	Sagina.maritima	0,09	Carex.distantis	0,07	Polygonum.amphibium	0,12
Cynosurus.cristatus	0,10	Scirpus.lacustris	0,03	Cynosurus.cristatus	0,29	Senecio.aquaticus	0,06	Carex.divisa	0,60	Puccinellia.maritima	0,28
Eleocharis.palustris	0,27	Spargularia.marina	0,07	Dactylis.glomerata	0,06	Senecio.aquaticus	0,06	Carex.divisa	0,02	Gallium.debile	0,2
Eleocharis.uniglumis	0,37	Taraxacum.sect.vulgare	0,10	Eleocharis.palustris	0,09	Taraxacum.sp	0,03	Carex.otrubae	0,05	Ranunculus.aquatilis	0,36
Elytrigia.repens	0,53	Taraxacum.sp	0,03	Eleocharis.uniglumis	0,09	Trifolium.campestre	0,03	Cirsium.arvense	0,05	Ranunculus.ficaria	0,14
Euphorbia.palustris	0,07	Trifolium.fragiferum	0,50	Elytrigia.repens	0,26	Trifolium.dubium	0,15	Cirsium.pulgare	0,05	Ranunculus.sardous	0,57
Festuca.arundinacea	0,07	Trifolium.michaelianum	0,17	Elytrigia.repens	0,09	Trifolium.fragiferum	0,12	Cirsium.pulgare	0,05	Rumex.crispus	0,24
Festuca.rubra	0,07	Trifolium.micranthum	0,10	Festuca.arundinacea	0,18	Trifolium.michaelianum	0,41	Coronopus.squamatus	0,02	Senecio.aquaticus	0,08
Filipendula.ulmaria	0,03	Trifolium.ornithopodioides	0,07	Festuca.rubra	0,03	Trifolium.micranthum	0,24	Coronopus.squamatus	0,02	Senecio.aquaticus	0,06
Gallium.debile	0,33	Trifolium.repens	0,23	Festuca.pratensis	0,03	Trifolium.ornithopodioides	0,18	Crepis.sp	0,19	Sonchus.asper	0,04
Gallium.palustre	0,23	Trifolium.resupinatum	0,33	Gallium.debile	0,12	Trifolium.pratense	0,03	Cynosurus.cristatus	0,02	Sonchus.sp	0,28
Gallium.verum	0,03	Trifolium.squamosum	0,10	Gallium.palustre	0,09	Trifolium.repens	0,09	Dactylis.glomerata	0,05	Mentha.pulegium	0,2
Gaudinia.fragilis	0,10	Triglochin.maritima	0,10	Gaudinia.fragilis	0,29	Trifolium.repens	0,50	Daucus.carota	0,02	Myosotis.gr.laxa	0,52
Glyceria.fluitans	0,23	Veronica.anagallis.aquatica	0,10	Gaudinia.fragilis	0,06	Trifolium.resupinatum	0,38	Dipsacus.fullonum	0,02	Oenanthe.fistulosa	0,24
Hordeum.maritimum	0,40	Vulpia.bromoides	0,03	Glechoma.hederacea	0,03	Trifolium.squamosum	0,03	Eleocharis.palustris	0,17	Plantago.coronopus	0,08
Hordeum.secalinum	0,13			Glyceria.fluitans	0,21	Veronica.scutellata	0,03	Elytrigia.repens	0,26	Poa.annua	0,68
Hypochaeris.radicata	0,07			Holcus.lanatus	0,12	Vicia.sativa	0,03	Elytrigia.repens	0,05	Poa.trivialis	0,04
Iris.spuria	0,03			Hordeum.maritimum.gusso	0,12	Vulpia.bromoides	0,24	Epilobium.hirsutum	0,02	Polygonum.amphibium	0,08
Juncus.articulatus	0,23			Hordeum.secalinum	0,26			Gallium.palustre	0,02	Ranunculus.baudoti	0,36
Juncus.gerardii	0,63			Juncus.articulatus	0,09			Gaudinia.fragilis	0,21	Ranunculus.ophioglossifoli	0,12
Juncus.inflexus	0,03			Juncus.gerardii	0,41			Geranium.dissectum	0,02	Ranunculus.repens	0,92
Juncus.tenuis	0,03			Juncus.tenuis	0,03			Glyceria.fluitans	0,38	Ranunculus.sardous	0,04
Leontodon.autumnalis	0,10			Leontodon.hispidus	0,09			Gratiola.officinalis	0,02	Taraxacum.sp	0,04
Leontodon.taraxacoides	0,23			Leontodon	0,15			Holcus.lanatus	0,17	Taraxacum.sp	0,6
Lolium.perenne	0,43			Lolium.perenne	0,62			Hordeum.maritimum.gusso	0,14	Trifolium.subterraneum	0,04
Lolium.tenuis	0,10			Lolium.tenuis	0,03			Hordeum.hybridum	0,02	Trifolium.micranthum	0,16
Mentha.aquatica	0,03			Mentha.arvensis	0,03			Hordeum.secalinum	0,02	Trifolium.micranthum	0,08
Mentha.pulegium	0,13			Mentha.pulegium	0,18			Hypochaeris.radicata	0,02	Trifolium.ornithopodioides	0,16
Myosotis.gr.laxa	0,23			Myosotis.gr.laxa	0,06			Juncus.gerardii	0,19	Trifolium.repens	0,08
Oenanthe.fistulosa	0,60			Oenanthe.fistulosa	0,38			Juncus.inflexus	0,26	Trifolium.resupinatum	0,28
								Leontodon.autumnalis	0,02	Trifolium.squamosum	0,16

secteur 5			secteur 6			secteur 7			secteur 8		
espèces	fréquence	espèces	fréquence	espèces	fréquence	espèces	fréquence	espèces	fréquence	espèces	fréquence
Agrostis.stolonifera	0,55	Poa.trivialis	0,86	Agrostis.stolonifera	0,52	Rumex.sp	0,04	Agrostis.stolonifera	1	Polygonum.amphibium	0,2
Alopecurus.bulbosus	0,82	Potentilla.anserina	0,55	Alopecurus.bulbosus	0,72	Stellaria.graminea	0,04	Alopecurus.bulbosus	0,2	Potentilla.anserina	0,55
Althea.officinalis	0,36	Prunella.vulgaris	0,50	Alopecurus.geniculatus	0,08	Trifolium.fragiferum	0,48	Alopecurus.geniculatus	0,55	Potentilla.reptans	0,4
Anthoxanthum.odoratum	0,18	Ranunculus.acris	0,50	Artemisia.nobilis	0,04	Trifolium.michaellanum	0,16	Alopecurus.pratensis	0,1	Prunella.vulgaris	0,1
Bellis.perennis	0,55	Ranunculus.repens	0,45	Baldellia.ranunculoides	0,12	Trifolium.repens	0,12	Calystegia.sepium	0,05	Pulicaria.dysenterica	0,05
Bromus.commutatus	0,18	Ranunculus.sardous	0,68	Bellis.perennis	0,2	Trifolium.resupinatum	0,04	Cardamine.sp	0,1	Ranunculus.repens	0,35
Bromus.racemosus	0,14	Rumex.conglomeratus	0,14	Bromus.racemosus	0,16	Trifolium.sp	0,08	Cardamine.sp	0,05	Ranunculus.repens	0,3
Calystegia.sepium	0,09	Rumex.crispus	0,05	Carex.disticha	0,04	Trifolium.squamosum	0,08	Carex.disticha	0,4	Rumex.crispus	0,3
Carex.distans	0,55	Rumex.sanguineus	0,05	Carex.divisa	0,24			Carex.hirta	0,85	Samolus.valerandi	0,05
Carex.divisa	0,82	Senecio.aquaticus	0,05	Carex.otrubae	0,16			Carex.otrubae	0,85	Taraxacum.sect.vulgare	0,35
Carex.hirta	0,50	Taraxacum.sp	0,18	Cirsium.vulgare	0,12			Carex.ovalis	0,3	Taraxacum.sp	0,15
Carex.otrubae	0,05	Trifolium.dubium	0,05	Cynosurus.cristatus	0,36			Carex.sp	0,05	Trifolium.fragiferum	0,5
Carex.riparia	0,09	Trifolium.fragiferum	0,82	Eleocharis.palustris	0,36			Convolvulus.arvensis	0,05	Trifolium.repens	0,5
Cirsium.anvense	0,05	Trifolium.micrantum	0,09	Eleocharis.uniglumis	0,24			Eleocharis.palustris	0,55	Urtica.dioica	0,05
Cirsium.palustre	0,55	Trifolium.pratense	0,41	Elytrigia.repens	0,16			Eleocharis.uniglumis	0,35		
Cynosurus.cristatus	0,05	Trifolium.repens	0,73	Epilobium.tetragonum	0,04			Elytrigia.repens	0,05		
Dipsacus.tullonium	0,09	Trifolium.squamosum	0,23	Gallium.debile	0,28			Festuca.arundinacea	0,4		
Eleocharis.uniglumis	0,05	Urtica.dioica	0,09	Gaudinia.fragilis	0,2			Festuca.pratensis	0,05		
Elytrigia.repens	0,05	Vulpia.bromoides	0,05	Geranium.dissectum	0,08			Gallium.palustre	0,45		
Epilobium.hirsutum	0,05			Glechoma.hederacea	0,04			Glyceria.fluitans	0,05		
Festuca.arundinacea	0,05			Glyceria.fluitans	0,32			Glyceria.maxima	0,05		
Festuca.rubra	0,14			Holcus.lanatus	0,04			Iris.pseudacorus	0,15		
Gallium.debile	0,14			Hordeum.maritimum.gussk	0,12			Juncus.compressus	0,05		
Gaudinia.fragilis	0,27			Hordeum.secalinum	0,6			Juncus.articulatus	0,5		
Geranium.dissectum	0,09			Juncus.articulatus	0,16			Juncus.gerardii	0,05		
Holcus.lanatus	0,32			Juncus.bufonius	0,04			Juncus.subnodulosus	0,05		
Hordeum.secalinum	0,86			Juncus.gerardii	0,16			Leontodon.autumnalis	0,2		
Juncus.articulatus	0,05			Leontodon.taraxacoides	0,08			Lolium.multiflorum	0,25		
Juncus.inflexus	0,23			Lolium.perenne	0,44			Lolium.perenne	0,05		
Leontodon.autumnalis	0,05			Mentha.pulegium	0,48			Lolium.sp	0,5		
Leontodon.hispidus	0,18			Myosotis.gr..laxa	0,12			Lychnis.flos.cuculi	0,05		
Leontodon.sp	0,05			Oenanthe.aquatica	0,04			Lycopus.europaes	0,05		
Lolium.perenne	0,68			Oenanthe.fistulosa	0,44			Lysimachia.nummularia	0,3		
Lotus.tenulis	0,41			Plantago.coronopus	0,08			Lythrum.salicaria	0,15		
Lotus.uliginosus	0,14			Plantago.major	0,04			Mentha.pulegium	0,05		
Lysimachia.nummularia	0,14			Poa.trivialis	0,52			Mentha.x.verticillata	0,15		
Oenanthe.fistulosa	0,05			Polygonum.amphibium	0,08			Myosotis.gr..laxa	0,05		
Oenanthe.silifolia	0,41			Potentilla.anserina	0,08			Oenanthe.fistulosa	0,15		
Ophioglossum.vulgatum	0,09			Potentilla.reptans	0,16			Oenanthe.silifolia	0,05		
Plantago.lanceolata	0,14			Ranunculus.baudoiti	0,08			Phalaris.arundinacea	0,1		
Plantago.major	0,05			Ranunculus.ophioglossifi	0,48			Plantago.lanceolata	0,25		
Poa.annua	0,09			Ranunculus.repens	0,24			Plantago.major	0,2		
				Ranunculus.sardous	0,36			Poa.pratensis	0,05		
				Rorippa.amphibia	0,04			Poa.trivialis	0,85		

secteur 9				secteur 10				secteur 11			
espèces	fréquence	espèces	fréquence	espèces	fréquence	espèces	fréquence	espèces	fréquence	espèces	fréquence
Agrostis.stolonifera	0,9	Poa.trivialis	1	Agrostis.stolonifera	1,00	Potentilla.anserina	0,59	Agrostis.stolonifera	1,00	Samolus.valerandi	0,06
Alopecurus.bulbosus	0,15	Polygonum.amphibium	0,25	Alopecurus.geniculatus	0,12	Potentilla.reptans	0,88	Alopecurus.bulbosus	0,06	Scirpus.tabernaemontani	0,12
Alopecurus.geniculatus	0,05	Potentilla.anserina	0,35	Alopecurus.pratensis	0,18	Prunella.vulgaris	0,18	Alopecurus.geniculatus	0,65	Sonchus.sp	0,06
Althaea.officinalis	0,65	Potentilla.reptans	0,85	Althaea.officinalis	0,35	Ranunculus.acris	0,76	Bidens.sp	0,06	Taraxacum.sp	0,88
Bellis.perennis	0,15	Prunella.vulgaris	0,45	Bellis.perennis	0,06	Ranunculus.repens	0,94	Bidens.tripartita	0,06	Trifolium.fragiferum	0,88
Bromus.racemosus	0,75	Pulicaria.dysenterica	0,2	Bromus.commutatus	0,24	Ranunculus.sardous	0,35	Bolboschoenus.maritimu	0,06	Trifolium.repens	0,82
Calystegia.sepium	0,45	Ranunculus.acris	0,35	Bromus.hordeaceus	0,06	Rumex.crispatus	0,06	Calystegia.sepium	0,06	Urtica.dioica	0,18
Carex.acuta	0,05	Ranunculus.bulbosus	0,05	Carex.acutiformis	0,06	Rumex.sp	0,06	Cardamine.flexuosa	0,06	Veronica.anagallis.aquatica	0,06
Carex.acutiformis	0,1	Ranunculus.repens	0,85	Carex.hirta	0,41	Senecio.jacobae	0,06	Cardamine.sp	0,18		
Carex.hirta	0,2	Rubus.sp	0,2	Carex.otrubae	0,71	Senecio.sp	0,12	Carex.acutiformis	0,06		
Carex.otrubae	0,45	Rumex.sp	0,25	Carex.riparia	0,18	Taraxacum.sp	0,65	Carex.hirta	0,88		
Carex.riparia	0,1	Salix.atrocineria	0,05	Carex.sp	0,06	Trifolium.fragiferum	0,65	Carex.otrubae	0,24		
Carex.spicata	0,3	Sonchus.arvensis	0,05	Cirsium.arvense	0,41	Trifolium.pratense	0,06	Carex.riparia	0,18		
Cirsium.sp	0,1	Sonchus.asper	0,05	Crepis.sp	0,24	Trifolium.repens	0,76	Cirsium.arvense	0,41		
Elytrigia.repens	0,6	Symphytum.officinalis	0,2	Eleocharis.palustris	0,06	Urtica.dioica	0,06	Cirsium.sp	0,06		
Festuca.arundinacea	0,9	Taraxacum.sp	0,1	Eleocharis.uniglumis	0,06	Veronica.anagallis.aquatica	0,06	Eleocharis.palustris	0,53		
Festuca.pratensis	0,65	Thalictrum.flavum	0,05	Elytrigia.repens	0,82			Eleocharis.uniglumis	0,71		
Filipendula.ulmaria	0,1	Tragopogon.sp	0,05	Festuca.arundinacea	0,65			Elytrigia.repens	0,41		
Fraxinus.excelstor	0,1	Trifolium.fragiferum	0,25	Festuca.rubra	0,12			Festuca.arundinacea	0,24		
Galium.debile	0,1	Trifolium.pratense	0,45	Fraxinus.sp	0,12			Festuca.pratensis	0,06		
Galium.palustre	0,55	Trifolium.repens	0,5	Galium.palustre	0,06			Galium.debile	0,06		
Geranium.dissectum	0,1	Urtica.dioica	0,05	Gaudinia.fragilis	0,12			Galium.palustre	0,18		
Geranium.sp	0,05	Verbena.officinalis	0,05	Geranium.dissectum	0,06			Glyceria.fluitans	0,41		
Glechoma.hederacea	0,2			Glechoma.hederacea	0,06			Iris.pseudacorus	0,35		
Hordeum.secalinum	0,65			Hordeum.secalinum	0,53			Juncus.articulatus	0,29		
Iris.pseudacorus	0,2			Juncus.articulatus	0,12			Juncus.compressus	0,06		
Juncus.articulatus	0,05			Juncus.gerardii	0,06			Juncus.tenuis	0,06		
Leontodon.taraxacoides	0,05			Juncus.inflexus	0,35			Leontodon.autumnalis	0,35		
Lolium.multiflorum	0,35			Leontodon.autumnalis	0,12			Lolium.perenne	0,12		
Lolium.perenne	0,05			Leontodon.sp	0,06			Lysimachia.nummularia	0,18		
Lotus.tenuis	0,4			Lolium.perenne	0,12			Lysimachia.vulgaris	0,18		
Lotus.uliginosus	0,05			Lolium.sp	0,35			Lythrum.salicaria	0,06		
Lycnis.flos.cuculi	0,05			Lotus.tenuis	0,71			Oenanthe.fistulosa	0,24		
Lysimachia.europaes	0,05			Lysimachia.nummularia	0,35			Phalaris.arundinacea	0,88		
Lysimachia.nummularia	0,05			Lythrum.salicaria	0,06			Plantago.major	0,71		
Lysimachia.vulgaris	0,1			Medicago.polymorpha	0,06			Poa.trivialis	1,00		
Lythrum.salicaria	0,1			Mentha.pulegium	0,06			Polygonum.amphibium	0,06		
Mentha.x.verticillata	0,2			Oenanthe.silaifolia	0,06			Potentilla.anserina	0,53		
Oenanthe.fistulosa	0,05			Phalaris.arundinacea	0,12			Potentilla.reptans	0,71		
Oenanthe.silaifolia	0,4			Picris.echioides	0,06			Ranunculus.acris	0,06		
Picris.echioides	0,15			Plantago.lanceolata	0,18			Ranunculus.repens	0,88		
Plantago.lanceolata	0,55			Plantago.major	0,12			Ranunculus.sardous	0,06		
Plantago.major	0,15			Poa.trivialis	0,76			Rumex.conglomeratus	0,24		
Poa.annua	0,05			Polygonum.amphibium	0,18			Rumex.crispatus	0,65		

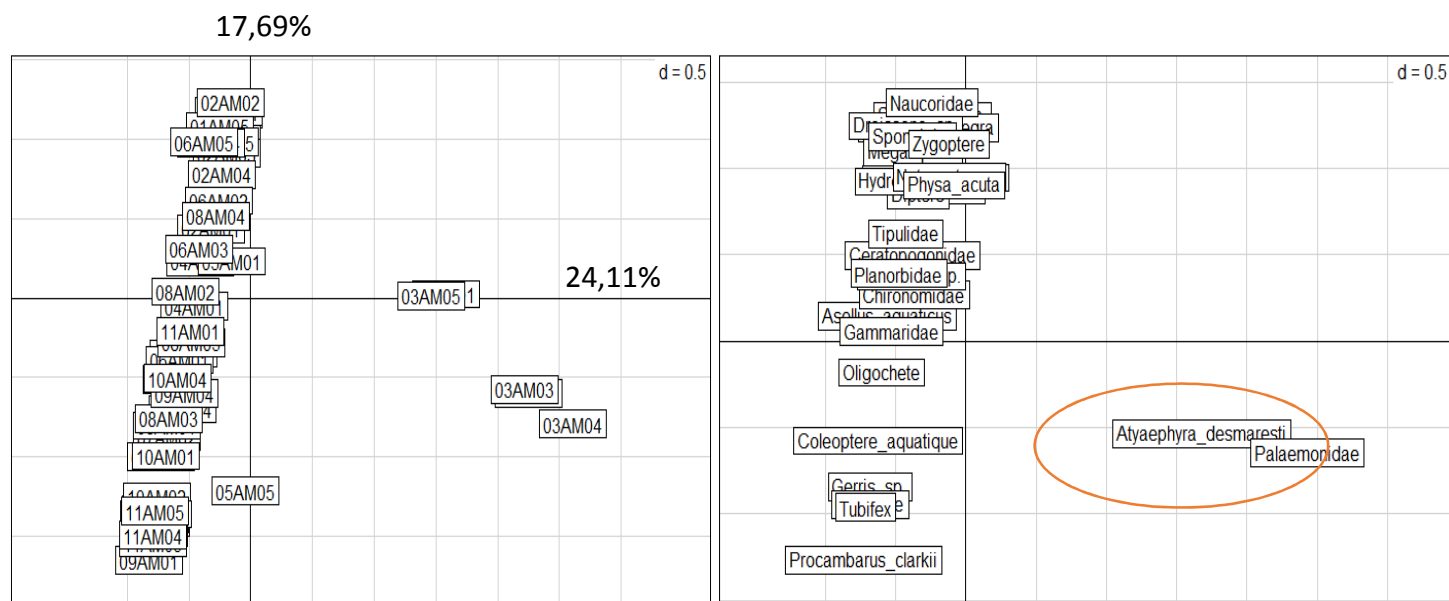
Annexe III : Végétation prairiale - Fréquence des espèces dans les groupes issus de la classification (tableau 5)

espèces	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
<i>Hordeum.secalinum</i>		27	24 15*		35	44 100***	0***	46
<i>Lolium.perenne</i>	0***	12***		36 61*		62 94***	15*	92***
<i>Cynosurus.cristatus</i>	0*	2***		6 42***		6 44**		0 54***
<i>Gaudinia.fragilis</i>		0 4***	0**	35**		6 50***		0 50***
<i>Dactylis.glomerata</i>		0	0	0	0	0	0	0 15***
<i>Alopecurus.geniculatus</i>	5*	41**		33 6**	6*	0**	100***	12
<i>Eleocharis.uniglumis</i>		9 42***		21 3**	0*	0**	75***	4*
<i>Glyceria.fluitans</i>		14 39***		30 0***	0*	0**	75***	8
<i>Carex.divisa</i>	0***	7***		48 100***	69*	94***		30 69**
<i>Trifolium.resupinatum</i>	0*	0***		18 58***	50**		28	5 35
<i>Prunella.vulgaris</i>	36***		6	0	0	0	6	0 0
<i>Calystegia.sepium</i>	32***		6	0	0	0	0	0 0
<i>Rumex.sp</i>	23***		1	0	0	0	0	0 8
<i>Rubus.sp</i>	18***		0	0	0	0	0	0 0
<i>Symphytum.officinale</i>	18***		0	0	0	0	0	0 0
<i>Agrostis.stolonifera</i>		55 100***	12***	35*	19**		56	45 8***
<i>Ranunculus.repens</i>	73**	80***	21*	10***	0***	11**		55 8***
<i>Carex.hirta</i>		18 57***	0***	3**	0*	0*		25 0**
<i>Carex.otrubae</i>		32 57***	6**		16	6	11	20 0***
<i>Potentilla.anserina</i>		27 51***	0***	10*		12	11	25 0**
<i>Potentilla.reptans</i>	50**	49***	3**	0***	0*		6	5 4*
<i>Taraxacum.sp</i>		9 41***	3*		10	0	11	10 4
<i>Plantago.major</i>		9 31***		3 0*		0	6	10 0
<i>Phalaris.arundinacea</i>		0 23***		0	0	0	0	0 0
<i>Juncus.gerardii</i>	0**	6***		33 52**	100***	61**		15 8*
<i>Hordeum.marinum</i>		0 1***		18	6 94***		17	0 4
<i>Plantago.coronopus</i>		0 0***		18	23 81***		28	0 8
<i>Spergularia.marina</i>		0	0	0	0 19***		0	0 0
<i>Alopecurus.bulbosus</i>	5***	23***	100***	81**	81*	83*		50 69
<i>Oenanthe.fistulosa</i>		18	23 70***		13	6	22 60**	8*
<i>Poa.trivialis</i>		59	83	67	84 31***		83	70 100**
<i>Ranunculus.sardous</i>	18**	25***	70**	65*		50	67	50 65*

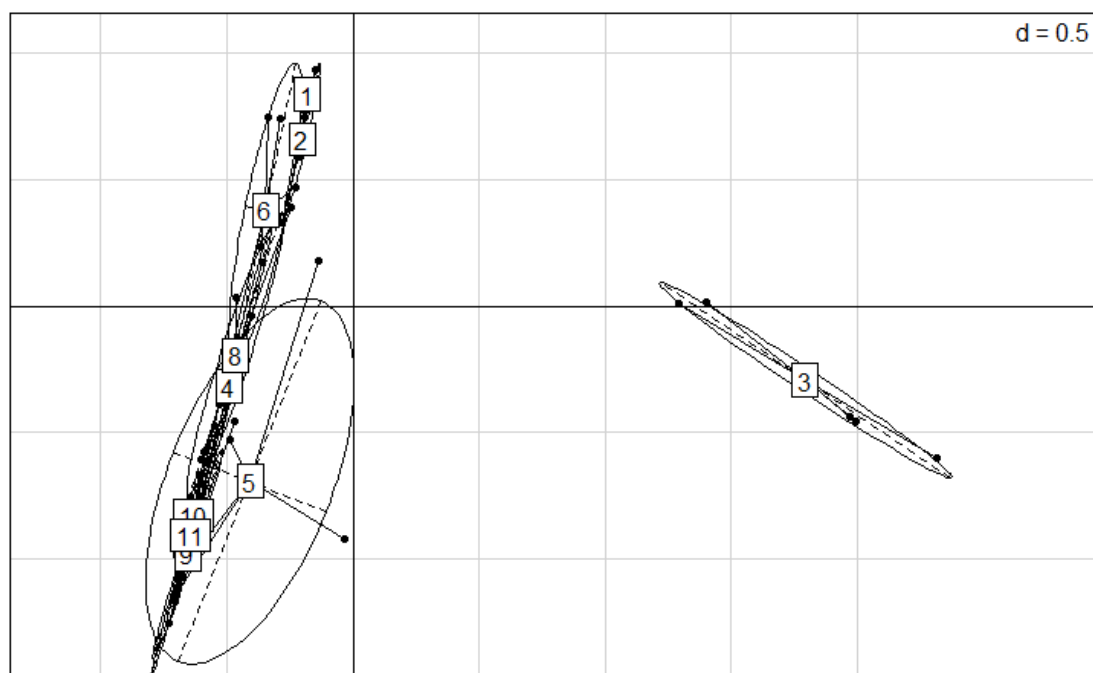
espèces	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Trifolium.fragiferum	14**	61***		55 16**	6**		50	55 23*
Trifolium.repens		41 59***	9***	16*	0***		33	30 46
Elytrigia.repens		45	30	33 48*		31	22	15 8*
Eleocharis.palustris		27 43***		33 3***	0*	0**	65***	0***
Festuca.arundinacea	45**	39***	6*		23 0*	0*	0*	0**
Bellis.perennis		9 2***		21	26	31 50**	0*	42**
Juncus.articulatus		14 35***		21 3*	0*	0*		25 8
Oenanthe.silaifolia		27 8**		6 52***		12	11	10 27
Galium.palustre	36*	31***	3*		6	0	0	30 0*
Ranunculus.ophioglossifolius		23	13 39***	3*		0	0 45**	8
Trifolium.squamosum	0*	0***		15 48***		19	28	0 46***
Bromus.racemosus	36*	8*	0**		29	25 33*		0 19
Ranunculus.acris		23 27***	0**		10	0	11	0 15
Althaea.officinalis	36**		13	12	19	0	6	10 8
Trifolium.michaelianum		5	7	21	19	0	0 35**	15
Galium.debile		23	8 30**		6	0	0 30*	0*
Lotus.tenuis		14 19*		6	16	0	17	0 0*
Mentha.pulegium		14	13 24*	0*		0	0 30*	4
Lysimachia.nummularia		14 27***	0*		0	0	0	15 0
Bromus.commutatus		0	5	3 23*		12	22	0 15
Festuca.pratensis	32**	17*		0	3	0	0	15 0
Lolium.sp		5 24***		0	0	0	0	15 0
Rumex.crispus		5 20***		6	0	0	0	5 4
Trifolium.pratense	32**		4	0	10	0	11	0 23*
Plantago.lanceolata	32***	14*		0	3	0	6	0 0
Leontodon.autumnalis		5 18***		6	3	6	0	0 0
Polygonum.amphibium		18 18***		3	0	0	0	0 0
Vulpia.bromoides		0 0***		9 23**		12	0	0 31***
Holcus.lanatus		9 1**		0 23**		0	11	0 19*
Trifolium.micrantum		5 0**		6 23**		6 22*		0 8
Leontodon.taraxacoides		0 1*		15	10	19	0	0 12
Myosotis.gr..laxa		14	2 18*		0	6	0 20*	4
Cirsium.arvense		0 16***		0	6	0	0	0 4
Poa.annua		0	2	9	3	6	6	10 19*
Carex.distans		5 1*		6	10	6	11	0 8
Iris.pseudacorus	18*	11**		0	0	0	0	0 0
Juncus.inflexus	18*		8	3	0	0	6	0 0
Trifolium.ornithopodioides		0 0*		6	10 19*		6	0 4
Lolium.multiflorum		14 11**		0	0	0	0	0 0
Carex.disticha		5 8*		0	0	0	6	10 0
Trifolium.dubium		0	1	0	10	6	0	0 23***
Anthoxanthum.odoratum		0	1	0	3	0	11	0 23***
Carex.riparia	18**		7	0	0	0	0	0 0
Digitaria.sanguinalis		0 8*		0	0	0	0 15*	0
Geranium.dissectum		9 0*		0	3	0	0	0 19**
Taraxacum.sect.vulgare		0 8*		0	0	0	0	5 0
Cirsium.vulgare		0	0	0	6	0	6	0 15**
Leontodon.hispidus		0	0	3 13*		0 22**		0 0
Rumex.conglomeratus	14*		6	0	0	0	0	5 0
Festuca.rubra		0	4	6	3	6	0	0 0
Urtica.dioica		9	6	0	0	0	0	0 0
Carex.ovalis		5 6*		0	3	0	0	0 0
Glechoma.hederacea	14*		1	0	0	0	0	5 0
Lythrum.salicaria		9 6*		0	0	0	0	0 0
Mentha.x.verticillata	14*		5	0	0	0	0	0 0
Alopecurus.pratensis		0	5	0	0	0	0	0 4

espèces	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Carex.spicata		9	5	0	0	0	0	0
Picris.echioides	14**		1	0	0	0	0	8
Rorippa.amphibia		0	0	3	3	0	0	10
Scirpus.tabernaemontani		0 6*		0	0	0	0	5
Veronica.anagallis.aquatica		5	2	0	0	0	0 15**	0
Baldellia.ranunculoides		0	2	3	0	0	6	5
Cardamine.sp		0 5*		0	0	0	0	5
Carex.sp		0 5*		0	0	0	0	0
Crepis.sp		5 5*		0	0	0	0	0
Lysimachia.vulgaris		9	4	0	0	0	0	0
Pulicaria.dysenterica		9	4	0	0	0	0	0
Atriplex.hastata		0	0	3	0 12*		0	0
Carex.acutiformis		5	4	0	0	0	0	0
Hypochoeris.radicata		0	1	0	3	0	0	0
Lotus.uliginosus		5	1	0	0	6	0	0
Poa.infirma		0	0	3	0	0	0	5 8*
Ranunculus.baudoti	9*		0	6	0	0	0	0
Ranunculus.bulbosus		5	0	0	0	0	0	0
Senecio.aquaticus		0	0	0 10**		0	6	0
Bidens.tripartita		0	1	0	0	0	0 10*	0
Briza.minor		5	0	3	3	0	0	0
Cirsium.palustre		5	1	0	0	0	0	0
Cirsium.sp	9*		1	0	0	0	0	0
Dipsacus.fullonum		5	0	0	0	0	0	0 8*
Eleogiton.fluitans		0	0	0	3	0	0	5
Filipendula.ulmaria	9*		0	3	0	0	0	0
Fraxinus.sp		0 4*		0	0	0	0	0
Juncus.tenuis		0	1	3	3	0	0	0
Lycopus.europaeus		5	2	0	0	0	0	0
Puccinellia.maritima		0	0	3	0	6	0	5
Sagina.maritima		0	0	0	0 12**		0	0
Trifolium.subterraneum		0	0	3	3	0	0	0
Triglochin.maritima		0	0 6*		0	6	0	0
Vicia.sativa		0	0	0	3	0	0	0 8*
Alisma.plantago.aquatica		0	0	0	3	0	0	0
Bolboschoenus.maritimus		0	1	0	0	0	0	0
Bromus.hordeaceus		0	1	0	0	0	0	0
Cardamine.pratensis		0	2	0	0	0	0	0
Cerastium.dubium		0	0	3	0	0	0	5
Echinochloa.crus.galli		0	2	0	0	0	0	0
Epilobium.hirsutum	9**		0	0	0	0	0	0
Euphorbia.palustris		0	0 6*		0	0	0	0
Fraxinus.excelsior	9**		0	0	0	0	0	0
Leontodon.sp		0	1	0	3	0	0	0
Lychnis.flos.cuculi		5	1	0	0	0	0	0
Medicago.arabica		0	0	0	0	0	0	0 8**
Medicago.polymorpha		0	1	0	0	0	0	0
Ophioglossum.vulgatum	9**		0	0	0	0	0	0
Parapholis.strigosa		0	0	0	3	6	0	0
Samolus.valerandi		0	2	0	0	0	0	0
Senecio.sp		0	2	0	0	0	0	0
Sonchus.arvensis		5	0	0	3	0	0	0
Sonchus.asper		5	0	0	0	0	0	0
Sonchus.sp		0	1	0	0	0	0	0
Thalictrum.flavum	9**		0	0	0	0	0	0
Trifolium.sp		0	1	0	0	6	0	0

Annexe IV : Macrofaune aquatique - AFC Niveaux hétérogènes



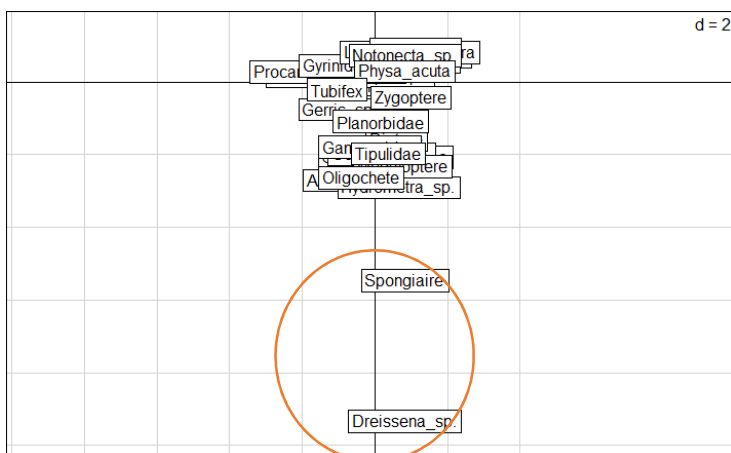
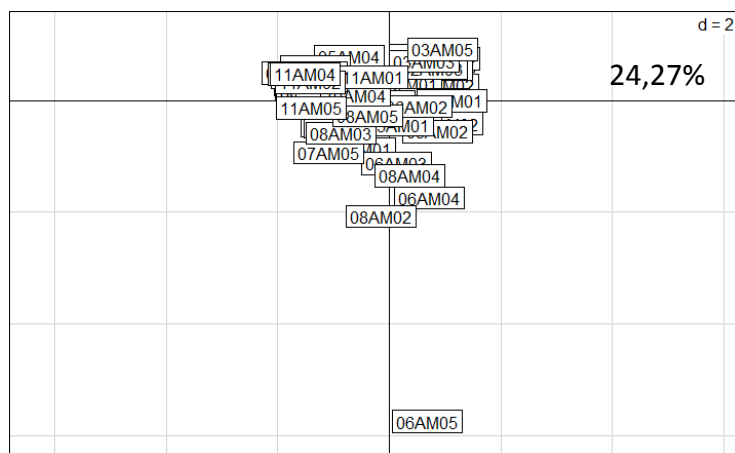
A gauche, projection des stations, à droite, projection des taxons



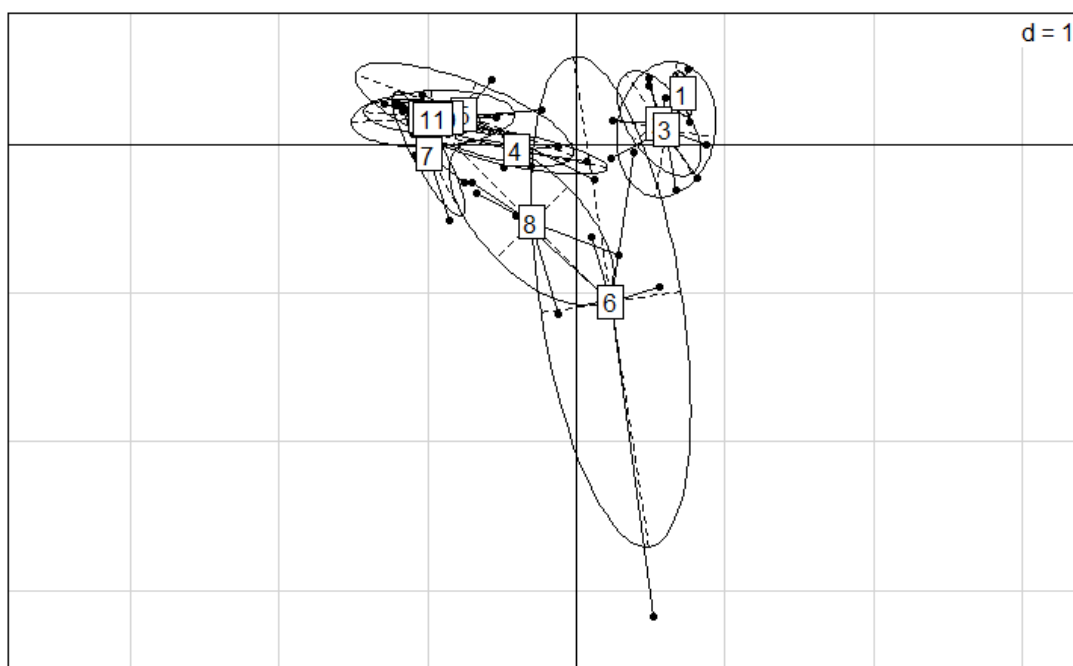
Regroupement des stations par secteur

Annexe V : Macrofaune aquatique - AFC Niveaux hétérogènes, retrait des taxons *Atyaephyra desmaresti* (espèce) et *Palaemonidae* (famille).

12,20%

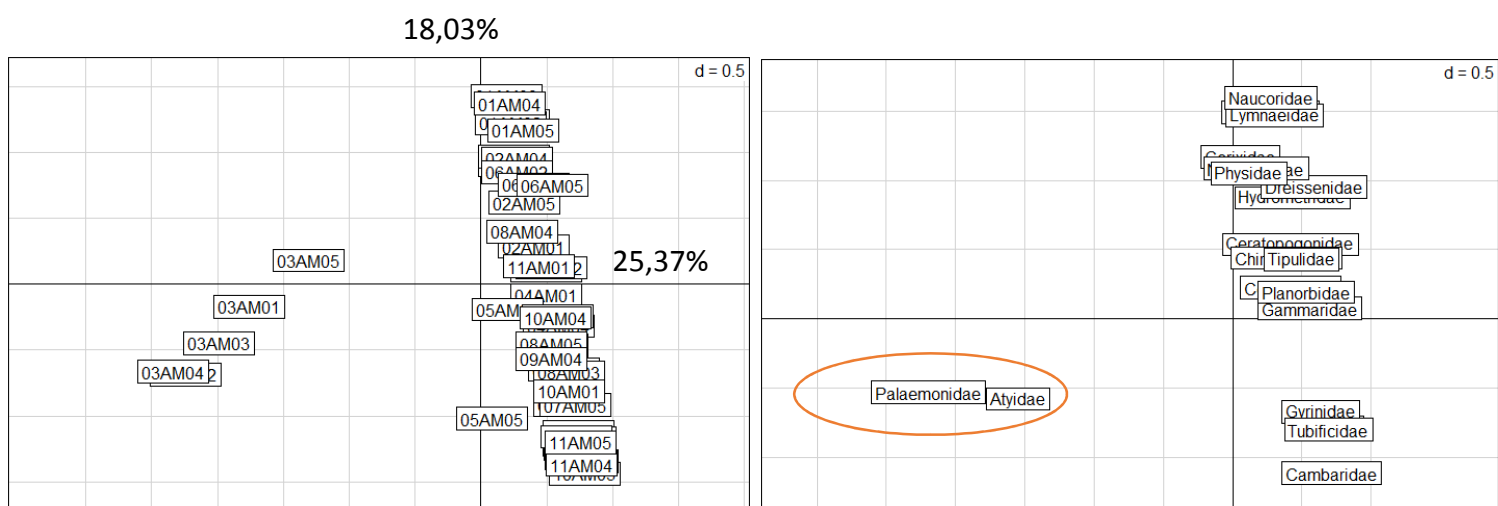


A gauche, projection des stations, à droite, projection des taxons

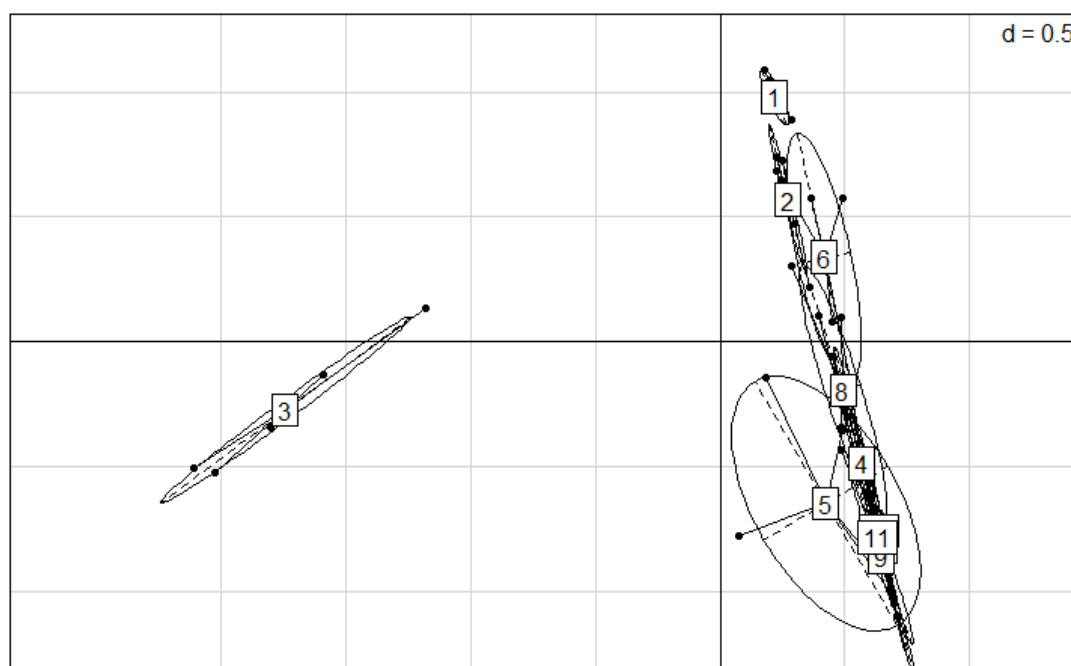


Regroupement des stations par secteur

Annexe VI : Macrofaune aquatique - AFC Famille.



A gauche, projection des stations, à droite, projection des taxons



Regroupement des stations par secteur

Annexe VII : Macrofaune aquatique - AFC Niveaux hétérogènes, retrait des taxons *Atyidae* et des *Palaemonidae*

