

Rapport préliminaire de travail sur les comptages de la réserve ornithologique du Teich

Chaire ETI - LabEx COTE

April 20, 2017

Contents

I Methods	3
1 Analyses de l'évolution temporelle	6
2 Distribution	7
3 Mesure de la diversité	8
4 Evolution de la migration au cours du temps	9
5 Mise en parallèle avec les données environnementales	10
5.1 Comparaison de l'évolution temporelle des oiseaux en fonction de la température	10
5.2 Comparaison de l'évolution temporelle des oiseaux avec le vent.	11
5.3 Autres paramètres environnementaux à tester	11
6 Species Accumulation Curve	11
7 Etude de la synchronie de la communauté d'oiseaux	13
8 Autres analyses	16
9 Les espèces d'intérêt	16
9.1 Corrélation des variations des abondances entre les espèces	17
9.2 Macrofaune	17
10 Analyse Spatiale des oiseaux	19
10.1 Les calidris (Bécasseaux)	19
10.2 Les niveaux d'eau	20

11 Analyse des marées et des oiseaux en dortoirs	21
11.1 Analyse des oiseaux en dortoirs	21
11.2 Analyse des oiseaux avec les informations des marées	21
II Résultats	23
1 Analyses de l'évolution temporelle	23
2 Distribution	24
3 Mesure de la diversité	24
4 Evolution de la migration au cours du temps	25
5 Mise en parallèle avec les données environnementales	25
5.1 température	25
6 Species Accumulation Curve	25
7 Etude de la synchronie de la communauté	25
8 Autres analyses	26
9 Corrélation entre les abondances d'espèces d'oiseaux	27
10 Couplage des données oiseaux avec la macrofaune	28
11 Les Calidris	29
12 Les niveaux d'eau	29

Part I

Methods

Matériels

A faire : Description du jeu de données oiseaux.

A faire : Description des particularités de la réserve du Teich.

Nous avons également à notre disposition des données météorologiques provenant de Météo France. La série temporelle commence au 1er janvier 1987 jusqu'au 31 décembre 2015. Le pas de temps est journalier. Elle comporte les valeurs des niveaux de précipitation (en ml ? - à vérifier -), les valeurs de l'irradiance, et les valeurs des températures minimales et maximales de l'air. La station météo se situe au Cap Ferret

Nous avons aussi des données météorologiques “vent” provenant de Météo France. La série temporelle commence au 1er janvier 1985 jusqu'au 31 décembre 2015. Les valeurs ont un pas de temps de 3 heures. La série donne des informations sur la vitesse du vent (en km/h ?) et sa direction.

A faire : Description du jeu de données Banc d’Arguin Répartition en plusieurs secteurs géographiques correspondants aux secteurs utilisés par la LPO lors des comptages wetlands.

Creation of the “Monthly Snapshot”

Le jeu de données du Teich est une série temporelle longue. Ces données n'ont donc pas été enregistrées toujours de la même manière sur l'ensemble des années. Entre 1973 et 2006, la stratégie consistait à produire une liste mensuelle, retenant le pic d'abondance mensuel de chaque espèce sur l'intégralité de la réserve (pas de spatialisation). L'année 2007 a été marquée par la mise en place de Faune-Aquitaine (référence à mettre) une plate-forme collaborative pour le suivi de la faune sauvage en Aquitaine, ce qui a entraîné une augmentation de l'effort de suivi et une modification du protocole d'insertion des données en base. En plus des données protocolées, les données plus ponctuelles sont insérées. De plus, à partir de cette période la réserve du Teich est divisée en secteur et chaque donnée oiseaux est attribuée à un secteur et donc spatialisée.

La première étape de ce travail d'analyse a donc consisté en l'homogénéisation de la série temporelle. Les données après 2007 ont été reformatées pour recréer la stratégie d'avant 2007 et obtenir une “Photographie mensuelle” uniforme sur toute la série.

Avant 2007, nous avons uniquement considéré les données insérées au 15 du mois, les données non insérées à cette date n'étant pas protocolées. Pour les données après 2007, il n'est plus possible de se baser sur le jour du mois pour déterminer si une donnée est protocolée ou pas, et surtout la valeur des dates protocolées change en fonction des marées. Pour savoir

avec certitude quelles dates étaient protocolées ou non, nous avons utilisé le nombre de secteur. Les données protocolées sont en effet les dates pour lesquelles il y a des données sur au moins 10 secteurs. Pour les données après 2007, nous avons appliqué le protocole suivant : dans un premier temps identifier pour chaque mois, les dates pour lesquelles nous avions un nombre de secteurs strictement supérieur à 10. Pour chaque espèce inventoriée à chacune de ces dates, nous avons sommé les valeurs de comptage de l'espèce pour les différents secteurs, gommant ainsi la spatialisation et avons gardé une seule valeur pour le mois : la valeur maximale. Les mois où aucune date n'avait un nombre de secteurs échantillonnés suffisant (inférieur ou égal à 10 secteurs), nous avons utilisé toutes les dates. Le protocole est ensuite le même, nous avons sommé les valeurs de comptage des différents secteurs à chaque date, et conservé une valeur : la valeur maximale du mois pour l'espèce considérée. Nous avons obtenu une série de données uniforme : notre “Photographie Mensuelle”, utilisée pour l'ensemble des analyses. La figure (Fig. 1) montre la distribution des suivis au cours des années, et met en évidence l'augmentation de suivis de 2007 avec l'arrivée de Faune-Aquitaine.

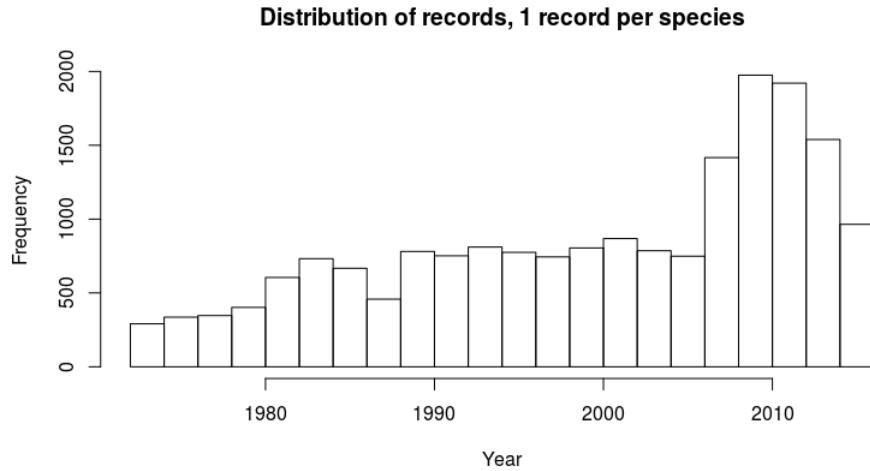


Figure 1: Distribution of records of monthly photograph. From 2006, the frequency increased.

Cas des années charnières 2006-2008

Nous avons obtenu un second fichier de 715 entrées couvrant la période de décembre 2006 à mars 2008 qui vient en complément du premier. Il a fallu réfléchir à la manière d'intégrer ces nouvelles données tout en gérant les doublons. En effet, mis à part pour les mois de décembre 2006 et novembre 2007, la période est déjà couverte par le premier fichier. Il est intéressant de noter que même pour les mois déjà couverts, pour certaines espèces, le fichier apporte de l'information qui n'était pas déjà présente. Il y a aussi des doublons évidents : tel que pour certaines entrées on a la date, l'espèce et la valeur de comptage qui sont les mêmes entre les deux fichiers. Le lieu-dit n'est par contre pas renseigné pour ces nouvelles données : "USN00-Réserve ornithologique (générique)".

Nous nous sommes posé la question de savoir, si cette information n'était pas un reste de l'ancienne méthodologie et que nous ayons ici déjà une photo mensuelle. Ces entrées viendraient donc compléter quand elles ne sont pas présentes et/ou remplacer les informations déjà incluses dans le fichier précédent. Ces nouvelles données n'ont donc pour le moment pas été insérées dans la photographie mensuelle, car il nous faut plus d'information avant de pouvoir décider comment les inclure. Nous avons tout de même fait une comparaison espèce par espèce pour visualiser les changements qu'apportent l'insertion de ces données (Fig. 2).

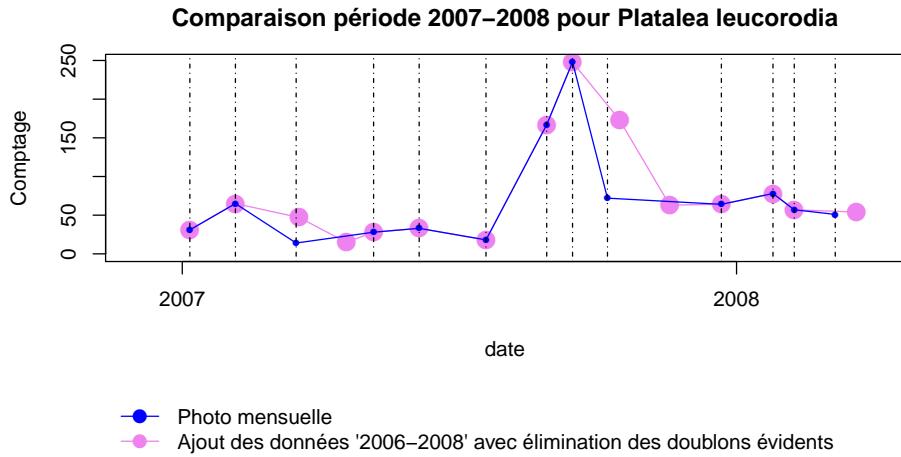


Figure 2: Exemple sur une espèce, des informations entre les deux fichiers de données pour la période charnière de 2006-2008. La première courbe (bleu) correspond à la photo mensuelle générée à partir de du premier fichier de données, tandis que la seconde courbe (rose) correspond à la photo mensuelle générée à partir de du premier fichier de données auquel on a ajouté les nouvelles données tout en enlevant les doublons évidents

1 Analyses de l'évolution temporelle

Evolution Temporelle des espèces

To assess the temporal evolution of species, we drew a set of plots, one by species. The sixty first plots show the most frequent species. The temporal extent is the same for all plots to have the same reference (1973 to 2016).

A cette première analyse, nous avons ajouté une représentation de la moyenne mensuelle de chaque espèce. Elle correspond à la moyenne de l'ensemble des valeurs de chaque mois (moyenne de tous les mois de janvier par exemple), ce qui donne 12 valeurs sur la série. Le but de cette analyse est de visualiser les mois où les oiseaux sont en moyenne représentés et les mois où ils migrent. Les courbes pourront être comparées avec les informations “trait de vie”. (Fig. 14)

Nous avons également effectué une analyse annuelle afin de gommer l'effet de saisonnalité et de visualiser l'évolution globale de l'espèce à travers les 30 années de la série temporelle. L'analyse consiste à faire une moyenne par année en utilisant l'ensemble des données collectées pour l'année. Nous avons également superposé à ces graphiques, une seconde série de courbes qui indique le nombre de mois pour lequel on a eu des données dans l'année. (Fig. 15) Une seconde visualisation des mêmes informations a été réalisée sous la forme de boxplot (Fig. 13).

Enfin, nous avons réalisé une analyse saisonnière, en considérant successivement 4 et 2 saisons et en regroupant et sommant les différents comptages dans les catégories définies (attribution de chaque mois à une saison).

Regroupement et analyse des espèces par genre

En réalisant une analyse par genre, nous avons cherché à savoir si les espèces d'un même genre évoluaient dans le même sens. Les 279 espèces du jeu de données comptabilisent au total 140 genres. 94 genres ne contiennent qu'une seule espèce (67%) et 11 genres contiennent au moins 5 espèces(7,8%). Ce sont les genres : *Luscinia*, *Anthus*, *Carduelis*, *Tringa*, *Falco*, *Turdus*, *Phylloscopus*, *Anas*, *Motacilla*, *Larus*, *Calidris*.

La figure (Fig. 19) superpose les données de genre et d'espèces dans un même plot. La courbe noire représente les données du genre, soit la somme des comptages oiseaux de chaque espèce appartenant au même genre. Les points colorés sont les données de chaque espèce.

Suite à cette première analyse, nous avons sélectionné plusieurs genres dont les tendances semblent plus intéressantes, et pour lesquels nous avons effectué des analyses supplémentaires : une analyse mensuelle et une analyse annuelle. Les genres sélectionnés sont *Anas*, *Aythya*, *Tringa*, *Calidris*, *Podiceps*, *Charadrius*, *Limosa*, *Larus*, *Motacilla* (Fig. 20 et 21).

2 Distribution

Pour avoir une meilleure connaissance de la distribution, nous avons utilisé deux représentations : la “Species abundance distribution” et le “Rank-abundance Distribution”.

La “species abundance distribution” est l’histogramme du log des abondances absolues classées par ordre décroissant. L’histogramme est surmonté d’une courbe modélisée par une loi normale.

La courbe “rank abundance distribution” est un simple plot du log des abondances absolues classées par ordre décroissant.

Information pour l’interprétation : La courbe représente visuellement la richesse en espèces et la régularité des espèces. La richesse des espèces peut être considérée comme le nombre d’espèces différentes sur le graphique à savoir, combien d’espèces ont été classées. Les espèces se reflètent dans la pente de la ligne qui correspond à la courbe. Un gradient raide indique une faible uniformité où les espèces de haut rang ont une abondance beaucoup plus élevée que les espèces de faible rang. Un faible gradient indique que les abondances d’espèces différentes sont similaires.

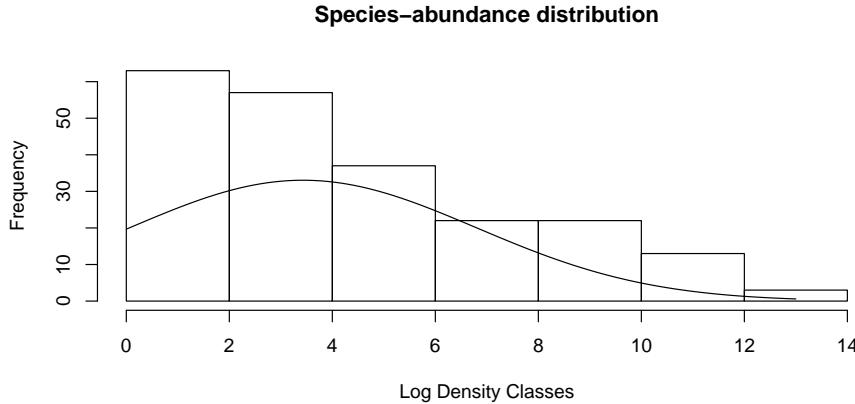


Figure 3:

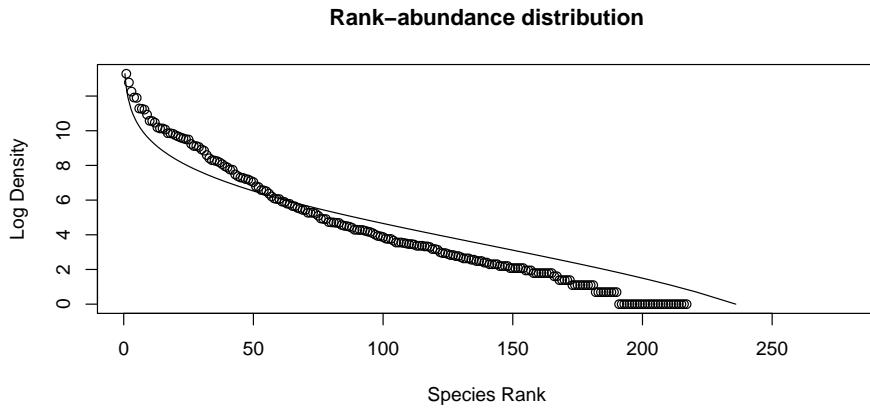


Figure 4: Courbe “Rank abundance distribution” permet de visualiser la richesse et l’uniformité des espèces.

3 Mesure de la diversité

We used two diversity indices : the Shannon-Wiever diversity (H') index and the Simpson diversity index (S_d). The Shannon-Wiever diversity index is defined by :

$$H' = - \sum_{i=1}^R p_i \ln p_i \quad (1)$$

Where R is the species richness and p_i is the relative abundance of species i and the Simpson Diversity index by :

$$S_d = 1 - \sum_{i=1}^R p_i^2 \quad (2)$$

To calculate the indices, we determined the relative abundance of each species of communities and we applied functions (H' & S_d).

Diversité de shannon-wiener	2.744085
Diversité de simpson	0.8791058

Table 1: Valeur des indices de diversité pour la communauté d’oiseaux

Evolution de la diversité par année

Pour l’ensemble des années du jeu de données (1973-2016), année par année, nous avons calculé les indices de Shannon-wiener et de Simpson pour l’intégralité des espèces et pour un sous-ensemble d’espèces fréquentes (60 espèces). Nous avons tracé un graphique avec ces valeurs pour visualiser l’évolution des indices. A ces courbes, nous avons ajouté les courbes de richesse spécifique pour faire le parallèle avec ces informations. (fig 5).

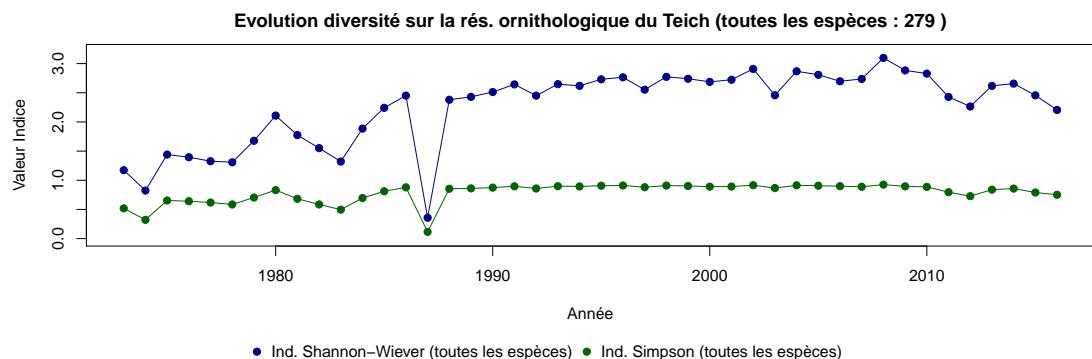


Figure 5: Evolution des indices de diversités

4 Evolution de la migration au cours du temps

Nous avons cherché à visualiser comment avait évolué les tendances migratoires entre les années 70 et aujourd’hui. Nous nous sommes notamment posé la question de savoir si les oiseaux migraient toujours à la même période ou s’ils pouvaient arriver et/ou repartir de manière plus précoce ou plus tardive. Si c’est le cas, est-ce qu’il s’agit d’une tendance ponctuelle (en fonction des années) ou est-ce que la tendance se confirme au fur et à mesure des années?

Pour évaluer l’évolution de la migration, nous avons superposé sur un même graphique les mois de présence pour chaque espèce pour l’ensemble des années. Pour évaluer si une espèce est présente ou pas sur chacun des mois, nous avons utilisé une valeur seuil calculée pour chaque espèce. Cette valeur seuil correspond à la valeur de la médiane pour l’ensemble de la série (1973-2016) de l’espèce. Le but étant de ne pas considérer une espèce comme présente, quand le nombre d’individus est très faible. Nous avons par la suite choisi une seconde limite (le troisième quantile) pour donner une meilleure idée de la manière dont variait le nombre d’oiseaux.

Dans la figure (Fig. 22), les oiseaux présents dont le nombre est strictement supérieur à la médiane sont indiqués en noir sur la figure, et en rose quand leur nombre est strictement supérieur au troisième quantile. A côté de chaque graphe est tracé les courbes de températures minimale et maximale de l'air pour faire le parallèle avec la température.

5 Mise en parallèle avec les données environnementales

5.1 Comparaison de l'évolution temporelle des oiseaux en fonction de la température

Nous avons réalisé quelques analyses pour essayer d'estimer l'impact de la température sur les oiseaux.

Relation entre le nombre d'oiseaux et le nombre de jours “Chaud” ou “Froid”.

La première étape a été de regarder s'il pouvait exister une relation entre les variations de températures et le nombre d'oiseaux présents dans la réserve du Teich. Pour cela, nous avons tout d'abord identifié les années les plus chaudes et les années les plus froides. Le système que nous avons utilisé a consisté à compter le nombre de jours dont la température était inférieure ou supérieure à des valeurs seuils. Nous avons donc dû définir deux limites de température, une limite dite “chaude” et une limite dite “froide”. Les valeurs seuils ont été déterminées très simplement en utilisant les valeurs du premier et du troisième quantile des séries temporelles complètes des températures minimales et maximales de l'air. La limite “froide” est donc la valeur du premier quantile de la série temporelle des températures minimales de 1987 à 2016 et la limite "chaude" correspond à la valeur du troisième quantile de la série temporelle des températures maximales de 1987 à 2016. Au final la valeur seuil minimale est de 7.1 degré celsius et la valeur seuil maximale est de 22.7 degré celsius.

En ce qui concerne les oiseaux, nous nous sommes contentés de faire la somme des individus de chaque espèce par année. Les plots finaux représentent donc par année : le nombre de jours inférieurs à notre valeur seuil « froid », le nombre de jours supérieurs à notre valeur seuil « chaud », et en parallèle le nombre total d'individus par année. Il y a un graphique par espèce.

Une exemple de courbe résultat se trouve représenté figure (Fig. 23).

Nombre de mois de présence des oiseaux en fonction de la température

Cette analyse rejoint, l'analyse faite dans la section « évolution de la migration au cours du temps ». Elle a consisté à mettre en parallèle l'information “Présence” avec l'information “Température”, afin d'évaluer si les années les plus chaudes ou froides avaient une incidence sur la durée de la présence de l'espèce. Nous avons déterminé une limite au-dessus de laquelle nous considérons que l'oiseau est “présent”. Comme pour l'analyse de la migration, nous avons considérée comme valeur seuil, la valeur médiane calculée à partir de l'intégralité d'une série temporelle pour une espèce. Lorsque le nombre d'oiseaux d'un mois donné est

supérieur à cette valeur, nous avons considéré l'espèce présente. En ce qui concerne les informations de température, nous avons repris les informations : nombre de jours « chaud » et nombre de jours « froid » par année calculés dans le paragraphe précédent. Nous avons ensuite réalisé un ensemble de graphiques (un graphique par espèce) où le nombre de jours « chaud » et « froid » est mis en parallèle avec le nombre de mois de présence d'une espèce.

Une exemple de courbe résultat se trouve représenté figure (Fig 24).

5.2 Comparaison de l'évolution temporelle des oiseaux avec le vent.

En cours de réflexion sur la méthode à utiliser.

5.3 Autres paramètres environnementaux à tester

En cours de réflexion.

6 Species Accumulation Curve

The species Accumulation curve is designed with the function Specaccum from Vegan package. Two curves are drawn, one for all species (279 species) and one for rare species only (219 species). The matrix is built from the monthly snapshot, with species in column and date in line (615 dates). When there is no data, we put 0. The method specaccum is launched on matrix, with method random and 10 permutations. The red line represents the total number of species (value = 279 and value = 219). The grey cloud represents the standard variation with values of 10 variations (Fig. 6 et 7).

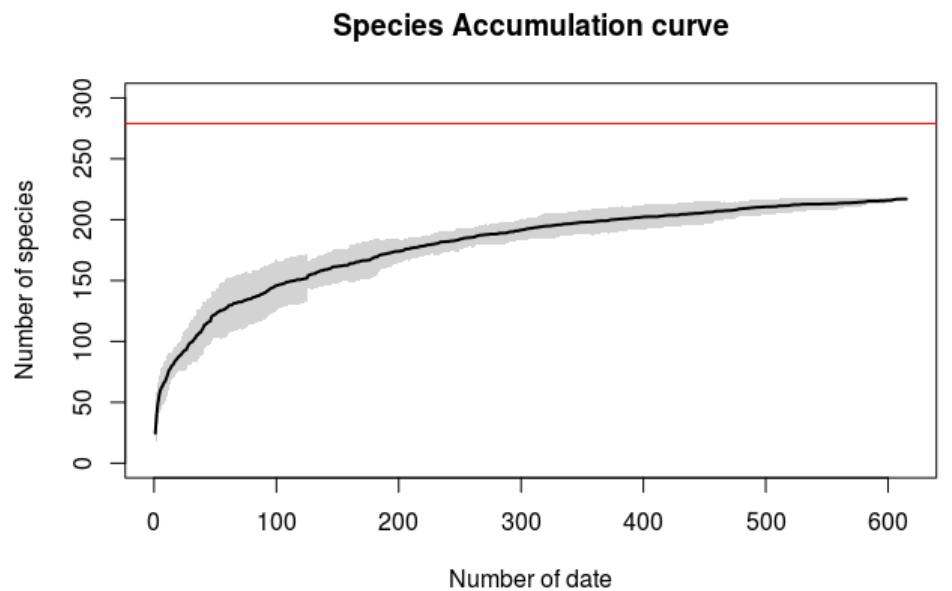


Figure 6: Species Accumulation curve

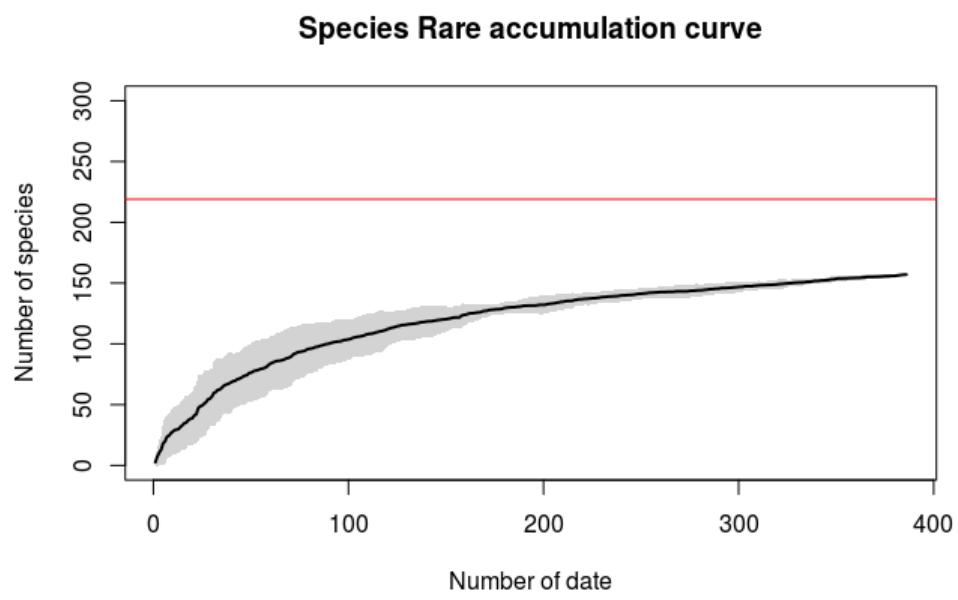


Figure 7: Species Accumulation curve - Rare Species

7 Etude de la synchronie de la communauté d'oiseaux

Les populations d'espèces peuvent stabiliser la communauté globale si une diminution de l'une des espèces est compensée par une augmentation dans une autre. Autrement dit, l'abondance d'une espèce peut diminuer tandis que l'autre augmente, ce qui n'entraîne aucun changement net dans la production. C'est la compensation.

L'indice de synchronie renseigne sur la manière dont les espèces d'une même communauté évoluent entre elles et si l'évolution se produit dans le même sens ou pas. Quand un ensemble d'espèces évolue dans le même sens, on parle de synchronie, quand elles évoluent dans un sens contraire, on parle d'asynchronie. Il existe plusieurs métriques pour évaluer la synchronie et nous avons choisi d'utiliser les métriques de Loreau et de Gross proposées dans le package R "Codyn"

La synchronie telle que définie par Loreau est :

$$\text{Synchrony} = \frac{\sigma(x_T)^2}{(\sum_i \sigma_{xi})^2} \text{ where : } x_T(t) = \sum_{i=1}^N x_i(t) \quad (3)$$

la Synchronie telle que définie par Loreau évolue entre 0 et 1. La valeur 1 correspondant à une synchronie parfaite, le 0 à une asynchronie parfaite.

La synchronie telle que définie par Gross est :

$$\text{Synchrony} = (1/N) \sum_i \text{Corr}(x_i, \sum_{i \neq j} x_j) \quad (4)$$

la Synchronie telle que définie par Gross évolue entre -1 et 1. La valeur 1 correspondant à une synchronie parfaite, le -1 à une asynchronie parfaite.

Les fonctions du package "Codyn" nécessite d'avoir les données sous forme de dataframe contenant les colonnes : date, espèce, et abondance. Nous avons défini deux dataframes, une avec toutes les espèces (279 espèces) et une seconde avec les espèces les plus fréquentes (60 espèces). Les abondances utilisées sont brutes.

(Utiliser les abondances relatives ?)

Ces matrices ont servi à calculer les deux métriques. Nous avons obtenu quatre valeurs de synchronie.

	Toutes les espèces	Espèces fréquentes
Métrique Loreau	0.1780351	0.02135374
Métrique Gross	0.1983114	0.1168036

Table 2: Calcul de la valeur de synchronie

Le même calcul de synchronies a été réalisé chaque année. On fournit alors une data.frame qui contient toutes les données, pour l'année en cours. Ces valeurs ont servi à créer une courbe qui superpose les valeurs obtenues avec les deux métriques.

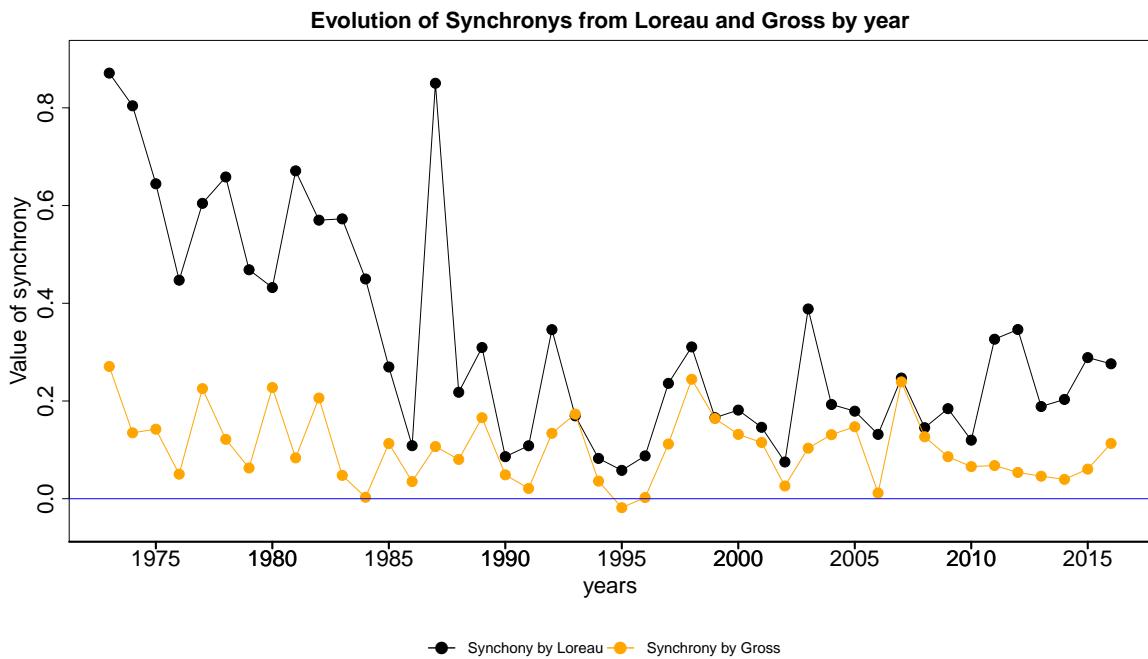


Figure 8: Evolution des indices de synchronie

Si on compare avec la synchronie par genre (les comptages des espèces d'un même genre sont regroupés (somme des abondances).

Il y a très peu de différence entre la valeur de la synchronie sur des données de genre et des données d'espèces.

Une approche naïve de la compensation

En première approche de la compensation (une approche très naïve), nous avons essayé de mesurer comment les abondances des populations évoluaient entre chaque année. Nous avons cherché à voir si pour chaque espèce, entre chaque couple d'année, nous avions une augmentation de l'abondance, une diminution ou si la population était constante. Puis nous avons fait le bilan de ces tendances, pour voir si nous pouvions observer un schéma. Parallèlement à un ensemble d'espèces qui "augmente" avons-nous, un ensemble d'espèces qui diminue ?

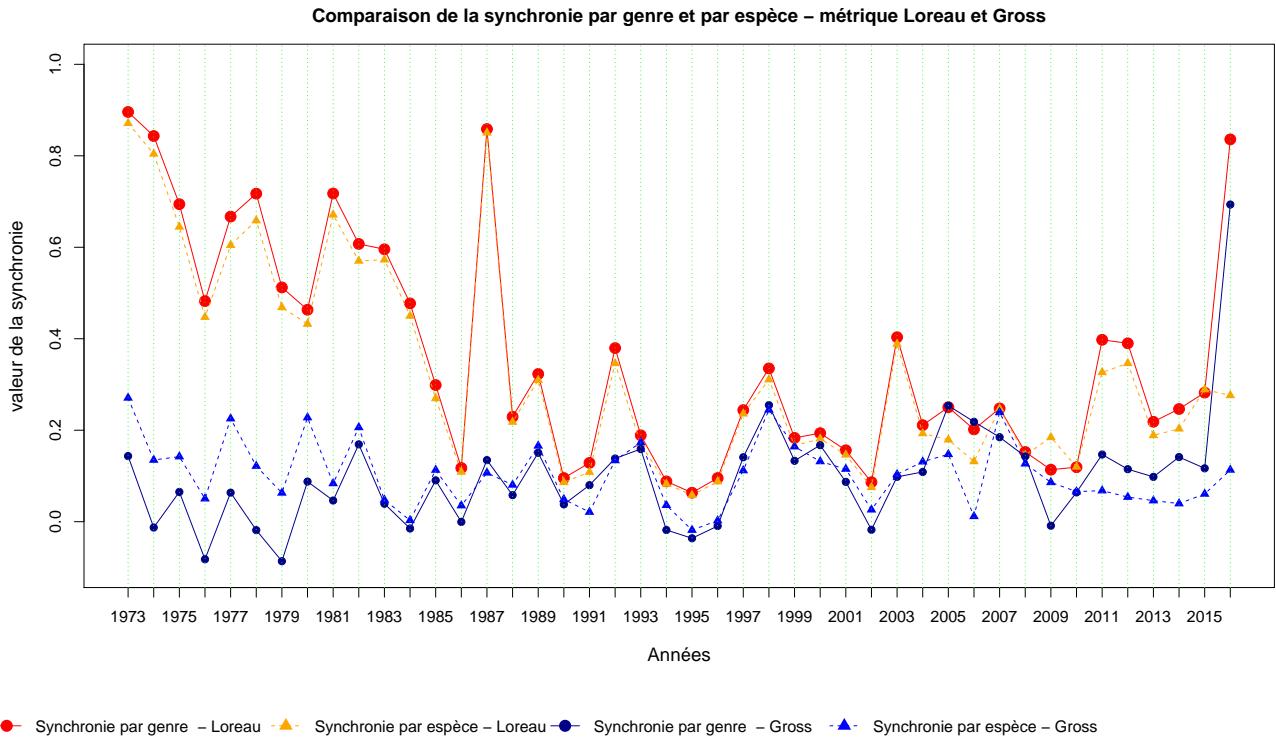


Figure 9: Evolution des indices de synchronie : comparaison de la synchronie par espèce et par genre.

Pour visualiser les tendances, nous avons comparé les valeurs d'abondances de chaque année "A" à l'année suivante " A_{+1} ". La comparaison se fait grâce aux médianes des années considérées, en utilisant un intervalle de confiance. La valeur de l'intervalle de confiance correspond à 10% de la médiane de l'année "A".

(Quelle valeur dois-je utiliser comme intervalle de confiance ? l'écart-type ? Autre ?)

Il y a alors 3 cas possibles :

- la médiane de l'année " A_{+1} " a une valeur supérieure à la médiane de l'année "A" et la différence est strictement supérieure à la valeur de l'intervalle de confiance. On a alors une **augmentation** de l'espèce à l'année " A_{+1} ".
- la médiane de l'année " A_{+1} " a une valeur inférieure à la médiane de l'année "A" et la différence est strictement inférieure à la valeur de l'intervalle de confiance. On a alors une **diminution** de l'espèce à l'année " A_{+1} ".
- la variation de l'année " A_{+1} " est supérieure ou inférieure à l'année "A", mais que la différence est comprise dans l'intervalle de confiance. On a alors une **absence de variation** de l'espèce à l'année " A_{+1} ".

La notion d'augmentation, diminution ou d'égalité est mentionnée une alternance de couleurs (Fig. 25). Le plot en-dessous est le bilan année par année du nombre d'espèces en augmentation, en diminution et stagnante. Il n'y a pas d'information affichée pour la première année (1973), car il n'y a pas de valeurs à laquelle on peut comparer cette année.

8 Autres analyses

Comparaison des comptages entre les réserves du Teich et du Banc d'Arguin

La réserve naturelle du Banc d'arguin effectue des suivis sur l'intégralité du bassin d'Arcachon. L'un de leur site d'étude se situe au niveau de la réserve ornithologique du Teich. Nous avons donc réaliser une comparaison entre les deux suivis. Cette comparaison, est un simple alignement des deux séries temporelles pour chacune des espèces communes. Nous avons dénombré entre les deux comptages 36 espèces communes (Tab. 8). La série temporelle de la réserve nauturelle du banc d'Arguin commence en 2006. La comparaison a donc été réalisée sur une période de 10 ans, espèce par espèce (Fig. ??).

Une seconde analyse a été effectuée pour comparer les abondances sommées des suivis des deux réserves par année et permettre également la mise en parallèle des nombres d'espèces. Les comparaisons ont été effectuées entre les items suivants :

- Les données du Teich suivi par la réserve du Teich ont été comparées aux données du bassin d'Arcachon (sauf secteur du Teich) suivies par la RNN du banc d'Arguin.
- Les données du Teich suivi par la réserve du Teich ont été comparées aux données du Teich suivies par la RNN du banc d'Arguin.
- Les données du Teich suivi par la réserve du Teich ont été comparées aux données du Banc d'Arguin suivies par la RNN du banc d'Arguin.

Phylogénie des oiseaux

Parmi les nombreux package R qui existent pour créer un arbre phylogénétique, nous avons testé le package *rotd* (rérerence). Ce package permet de se connecter au projet "Open Tree of Life(OTL)" qui contient des informations taxonomiques et phylogénétiques. Nous avons utilisé deux fonctions de ce package, la fonction "*tnrs_match_names*" pour récupérer les identifiants des taxons dans la base OTL (*ott_id*) puis la fonction "*tol_induced_subtree*" qui construit à partir des taxons dont on a fourni l'identifiant, un arbre phylogénétique. L'arbre phylogénétique obtenu à partir des 60 espèces les plus fréquentes est présenté sur la figure (fig. 26).

9 Les espèces d'intérêt

A partir de ce chapitre, nous nous focaliserons sur quelques espèces seulement. Les espèces ont été sélectionnées par Claude Feigné pour leur intérêt écologique.

- Triangle des piscivores “Aigrette garzette - Héron cendré - Grand Cormoran” pour lequel de la compétition a été observée (ressource pour la nidification)
- Barge à queue noire
- Avocette élégante
- Courlis cendré
- Canard souchet
- Pluvier argenté
- Bécasseau variable
- Tadorne de Bélon
- Chevalier arlequin
- Chevalier aboyeur
- Spatule blanche

9.1 Corrélation des variations des abondances entre les espèces

L'évolution des abondances des espèces les unes par rapport aux autres est-elle corrélée ?

Afin d'évaluer la corrélation entre chaque espèce d'oiseaux, nous avons créé une matrice de corrélation.

Nous avons calculé tout d'abord la cross-corrélation de chaque couple oiseau grâce à la fonction R ”ccf“ après avoir pris soin de faire une interpolation linéaire sur les dates des séries avec la fonction R ”approx“. Il est en effet nécessaire que les deux séries possèdent des dates communes pour pouvoir calculer leur corrélation. Le résultat est un tableau qui indique à chaque pas de temps (lag) la valeur de la corrélation entre les deux séries d'oiseaux considérés. Nous ne conservons que deux valeurs de ce tableau, la première est la valeur du lag pour laquelle la valeur de corrélation est la plus importante (que ce soit négativement ou positivement), la seconde est la valeur de corrélation en question. Ces deux valeurs sont stockées dans deux matrices représentant toutes les combinaisons d'oiseaux deux à deux possibles. Elles vont servir à générer les graphiques : il y a une matrice pour les lags et une matrice pour les valeurs de corrélation.

9.2 Macrofaune

Nous avons obtenu de M. Hugues Blanchet de l'UMR CNRS 5805 EPOC - OASU - Université de Bordeaux, des données d'échantillonnage de la macrofaune du Bassin d'Arcachon. Le jeu de données se compose de 181 stations couvrant la totalité du bassin dans une période allant

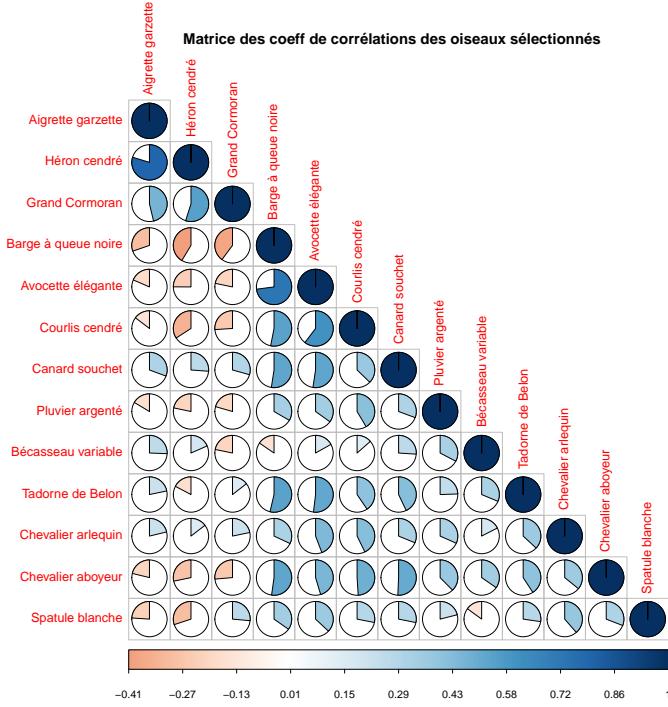


Figure 10: Etude des valeurs de la corrélation des 13 espèces d'oiseaux sélectionnés. La couleur et la taille du quartier de camembert indiquent la valeur de la corrélation.

de septembre 2001 à mars 2003 (fig. 11). Chaque station a été échantillonée à une seule date et inclus 1 à 2 réplicats. Nous avons donc une "photographie" de la répartition de la macrofaune dans le bassin d'Arcachon. En tout, c'est 292 taxons sur la totalité du bassin qui ont été détectés. Des données sur la granulométrie (pourcentage de macrofaune détecté entre deux bornes de taille) et le pourcentage de carbone organique sont également disponibles pour chaque station.

Les stations ont été divisées en deux groupes en fonction de leur longitude. Les stations se trouvant en fond de bassin ont une longitude supérieure strictement à **"-1.14"**, tandis que les autres ont une longitude égale ou inférieure à **"-1.14"**.

Il y a au 75 stations qui sont en fond de bassin et 106 dans l'avant du bassin.

A partir des données, nous avons mis en valeur les informations suivantes pour chaque station:

- La répartition des différentes valeurs de granulométrie à travers le bassin.(fig. 30): Utilisation de la valeur médiane de granulométrie en micron.
- La répartition des différentes valeurs de carbone organique à travers le bassin.(fig. 31)
- La répartition de l'abondance totale (toutes les espèces) dans le bassin.(fig. 32): somme pour chaque station des abondances de toutes les espèces. Lorsqu'un réplicat est

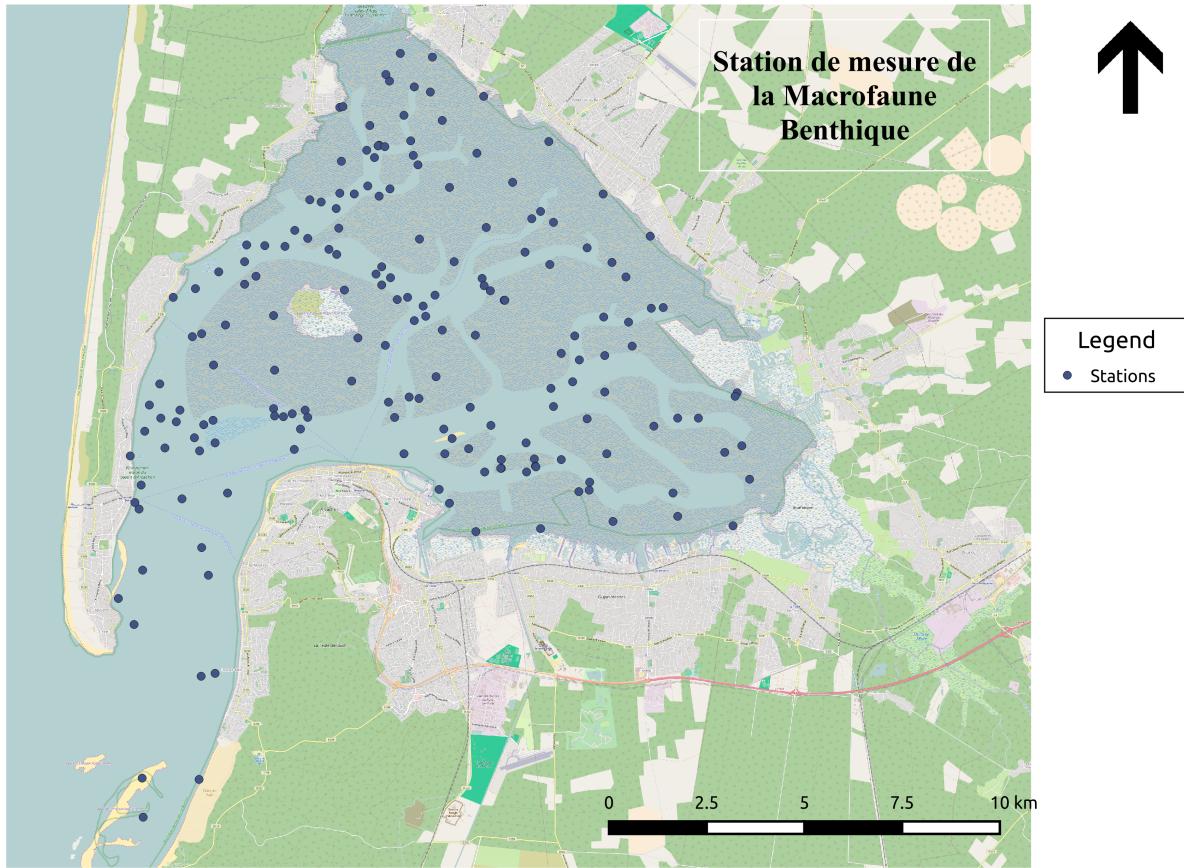


Figure 11: Carte de situation des 181 stations pour l'échantillonnage de la macrofaune du bassin d'Arcachon

présent : utilisation de la moyenne des données répliquées.

- La répartition du nombre d'espèces à travers le bassin (fig. 33): Comptage pour chaque station du nombre d'espèces échantillonées.
- Mise en évidence de l'espèce la plus représentée sur chaque station.(fig. 34): Somme pour chaque station de l'abondance de chacune des espèces échantillonées (lorsqu'il y a des réplicats dans les données : calcul d'une abondance moyenne pour l'espèce). Conservation de l'espèce avec l'abondance la plus grande, comme espèce la plus représentée de la station.

10 Analyse Spatiale des oiseaux

10.1 Les calidris (Bécasseaux)

Deux analyses ont été réalisées sur le genre *Calidris* en prenant en compte les données du banc d'Arguin, car contrairement aux données du Teich celles du banc d'Arguin sont spatialisées. Les points d'observations sont très nombreux, et nous avons donc choisi de les regrouper par

zone pour faciliter l'analyse. Les zones choisies correspondent aux zones délimitées par la LPO lors des comptages Wetlands international (Fig 27). Nous avons donc attribué pour chaque point d'observation : une zone. Chaque zone a une coordonnée unique (latitude, longitude) qui correspond aux coordonnées du centre de la zone.

Les analyses réalisées sont :

- La variation des abondances des Calidris par an, en fonction des zones délimitées. Les résultats sont présentés en fonction des coordonnées géographiques de chaque zone (latitude, longitude). La valeur des abondances est représentée par des tailles de points différentes, et la couleur indique le secteur concerné. Le nombre est la valeur de l'abondance en question. (Fig. 35)
- La variation du ratio de chaque espèce de Calidris en fonction des années et des zones délimitées. Les résultats seront présentés sous la forme de camembert, grâce à la fonction R "**floating.pie**" du package "**plotrix**" qui prend en entrée une matrice contenant les différentes abondances sommées de chaque espèce de Calidris par année. Les résultats sont présentés en fonction des coordonnées géographiques de chaque zone. (Fig. 36). La même analyse a été faite pour les données du Teich, mais les données n'étant pas spatialisées, il n'y a qu'un seul point sur le graphique. (Fig. 37). Il servira à faire une comparaison entre les deux comptages effectués sur le Teich (un par la RNN Arguin et l'autre par la R. du Teich).

10.2 Les niveaux d'eau

Depuis 2006, la réserve du Teich gère les niveaux d'eau de manière scrupuleuse. Ceux-ci par le biais d'écluses sont volontairement conservés bas pour limiter la population de moustiques et éviter la démoustification obligatoire qui est dérangeante pour les oiseaux. Le fait de conserver le niveau d'eau a, d'après les observations, modifié la pouplation des oiseaux présents sur le parc. Les limicoles seraient favorisés tandis que d'autres espèces seraient moins présentes (notamment les canards).

Dans cette analyse on se propose de vérifier si la gestion de 2006 a eu réellement un impact sur les populations de limicoles. Pour cela, nous avons calculer l'abondance des limicoles et avons calculé la proportion(ratio) de limicoles par rapport à l'abondance totale par année. La courbe de des abondances sommées par années de toutes les autres espèces est également représentée.(Fig. 38).

Question : Le Teich de 2006 est-il plus proche du bassin d'Arcachon que le Teich après 2006 ?

Répondre à cette question, c'est une manière de voir l'impact de la gestion de l'eau sur le Teich en se servant du bassin d'Arcachon (données de la RNN d'Arguin) comme point de comparaison. Pour réaliser cette comparaison, nous avons construit et utilisé des années fictives. Une année fictive va être représentée par 12 valeurs représentant les 12 mois de l'année, et chaque valeur représente la moyenne des abondances du mois considéré sur un

ensemble d'années, et ceci pour chaque espèce. Seule 36 espèces ont été considérées, il s'agit des espèces communes entre les séries de la réserve du Teich et de la réserve d'Arguin.

il y a 4 années fictives qui ont été construites et utilisées pour la comparaison :

- Série Arguin : moyenne mensuelle de la série d'Arguin entre 2006 et 2016 (intégralité de la série).
- Série Arguin sans zéro: moyenne mensuelle de la série d'Arguin entre 2006 et 2016 (intégralité de la série) de laquelle nous avons retiré les zéros
- Série du Teich avant 2006 : moyenne mensuelle de la série du Teich entre 1973 et 2005.
- Série du Teich après 2006 : moyenne mensuelle de la série du Teich entre 2006 et 2016.

A ceci vient s'ajouter deux autres courbes qui représentent la valeur absolue entre les abondances de l'année fictive d'Arguin (sans les valeurs à 0) et les abondances des années fictives de la réserve du Teich, avant et après 2006. La courbe ayant les valeurs les plus faibles présentent les différences minimales entre la réserve du Teich et le bassin d'Arcachon, et devrait permettre de répondre à la question posée.

Fig. 39.

11 Analyse des marées et des oiseaux en dortoirs

11.1 Analyse des oiseaux en dortoirs

L'information "Dortoir" est présente dans les commentaires du fichier d'origine au niveau des colonnes "Observation" ou "Commentaire", sous la mention **dortoir**. Nous avons récupéré les lignes où l'information était présente grâce à **grep1**. Il y a 960 lignes uniques pour la date et l'espèce entre 2007 et 2016, soit 95 mois avec une information "dortoir". cette information couvre 39 espèces.

Il faut ensuite croiser ces infos avec la photo mensuelle. Au niveau de la photo nous avons un comptage par mois, et la date peut être différente de celle de l'information dortoir.

Pour visualiser cette information nous avons repris les plots qui représentent l'évolution temporelle des espèces et avons ajouter l'information "Dortoir" sous la forme d'un point rouge lorsque l'oiseau se trouvait en "dortoir".

Lorsque les dates pour lesquelles nous avions cette information ne correspondaient pas aux dates de la photo mensuelle, un trait vert a été tracé. Ce qui permet de visualiser l'étendue temporelle pour laquelle l'oiseau se trouve en dortoir.

Fig. 40

11.2 Analyse des oiseaux avec les informations des marées

Les informations marées se trouvent dans les colonnes suivantes : "Observation", "Remarque privée" ou "Commentaire" et se présentent soit sous la forme de coefficient de marée ("C96" pour un coefficient de 96 par exemple), soit sous la forme de groupe de niveau d'eau (MAR 1 à 4, indiquant des niveaux de marées faible à fort). Il y a 11'960 informations de marée

uniques pour la date et l'espèce entre 2009 et 2016, soit 77 mois avec une information "marée". cette information couvre 162 espèces. Il a fallu ensuite homogénéiser l'information. Nous avons choisi de garder les 4 catégories MAR 1 à 4 et de classer les informations de coefficient de marée dans ces catégories, en utilisant le découpage suivant::

- MAR1 : Coefficient faible -> Coeff de 0 à 29
- MAR2 : Coefficient moyen -> Coeff 30 à 59
- MAR3 : Coefficient assez fort -> Coeff de 60 à 89
- MAR4 : Coefficient fort -> Coeff de plus de 90

Il faut ensuite croiser ces infos avec la photo mensuelle. Au niveau de la photo nous avons un comptage par mois, et la date peut être différente de celle de l'information "marée".

Pour visualiser cette information nous avons repris les plots qui représentent l'évolution temporelle des espèces et avons ajouter l'information "Marée" sous la forme de points de couleur en fonction de la catégorie (MAR1,MAR2,MAR3,MAR4).

Fig. 41

Part II

Résultats

1 Analyses de l'évolution temporelle

Parmi les 60 espèces les plus représentées, certaines présentent des patterns intéressants mis en évidence grâce aux plots d'évolution temporelle et à l'analyse annuelle.

Les espèces présentées dans le tableau (Tab. 3) ont toutes subi une diminution importante de leur effectif.

Latin	Français	% diminution
Aythya ferina		
Aythya fuligula		
Ardea cinerea		
Ciconia ciconia		
Egretta garzetta		

Table 3: Liste des espèces présentant une forte diminution de leur effectif

La diminution des effectifs de *Ciconia ciconia* (Cigogne blanche) peut être expliquée par la mise en place d'une décharge à proximité de la réserve (plus d'information ?).

Les espèces présentées dans le tableau (Tab. 4) ont toutes subi une augmentation importante de leur effectif.

Latin	Français	% augmentation
Numenius arquata	Courlis cendré	
Tringa totanus	Chevalier gambette	
Tringa nebularia	Chevalier aboyeur	
Limosa limosa	Barge à queue noire	
Numenius phaeopus	Courlis corlieu	
Recurvirostra avosetta	Avocette élégante	

Table 4: Liste des espèces présentant une forte augmentation de leur effectif

L'analyse mensuelle permet de mettre en évidence les mois de présence et d'absence, mais aussi de déterminer les oiseaux pour lesquels il reste toujours une population présente plus ou moins importante. Migrateur partiel ? (Tab. 5)

Latin	Français	Migrateur partiel
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand Cormoran	oui
<i>Ciconia ciconia</i>	Cigogne blanche	oui
<i>Anser anser</i>	Oie cendrée	
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Bihoreau gris	
<i>Bubulcus ibis</i>	Héron garde-boeufs	
<i>Gallinula chloropus</i>	Gallinule poule-d'eau	
<i>Rallus aquaticus</i>	Râle d'eau	oui
<i>Larus argentatus</i>	Goéland argenté	oui

Table 5: Liste des espèces toujours présentes, confirmation du statut de migrateur partiel par la littérature

En ce qui concerne l'analyse saisonnière, il est assez difficile de trouver un découpage des saisons qui permet de mettre en évidence la saisonnalité que ce soit en découplant en 4 saisons, correspondantes approximativement à l'été, le printemps, l'automne, et l'hiver, ou en deux saisons.

Regroupement et analyse des espèces par genre

2 Distribution

3 Mesure de la diversité

Evolution de la diversité par année

Les deux courbes correspondant à l'indice de Shannon-Wiever (Fig. 5) se superposent presque parfaitement jusqu'en 2007. A cette date les indices de Shannon-Wiever pour toutes les espèces augmentent (pic de 2007 à 2010). Si on regarde parallèlement les courbes de richesses spécifiques, on remarque une augmentation importante de la courbe représentant la richesse pour l'ensemble des espèces. On peut donc en déduire que la majorité des espèces peu fréquentes ont été échantillonnées à partir de 2007 et c'est cette tendance que reflètent les courbes de Shannon-Wiever. Par contre les deux courbes représentant les valeurs des indices de Simpson, se superposent parfaitement, même à partir de 2007. Nous pouvons en déduire que contrairement à l'indice de Shannon-Wiever, cet indice donne peu de poids aux espèces peu fréquentes.

4 Evolution de la migration au cours du temps

5 Mise en parallèle avec les données environnementales

5.1 température

- pas de corrélation évidente entre le nombre d'oiseaux et la température ou entre le nombre de mois de présence et la température sur les deux séries de graphique. - lorsque je regarde l'évolution des températures entre 1985 et 2016 (Fig 12), il ne semble pas y avoir une tendance globale à l'augmentation. Il semble que ça soit plutôt des pics de chaleur certaines années (notamment les années 2004 et 2006).

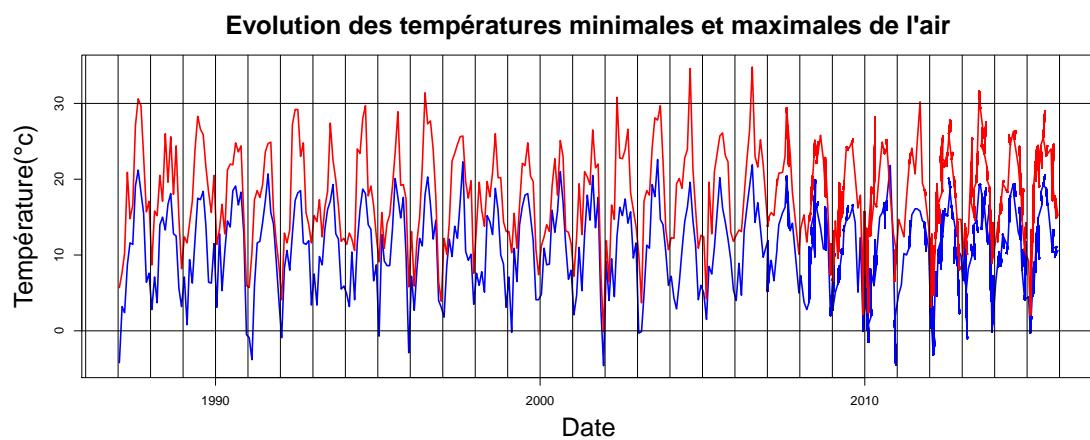


Figure 12: Evolution de la température de l'air dans le Bassin d'Arcachon (station du Cap-Ferret)

6 Species Accumulation Curve

7 Etude de la synchronie de la communauté

La première chose que l'on remarque c'est que même si les deux métriques de synchronie varie, la variation de la métrique par Loreau varie dans des amplitudes beaucoup plus importante que celle de Gross. Les deux métriques semblent varier dans le même sens. Il y a un énorme pic pour la métrique Loreau, l'année 1988, ce qui correspond à une année où il manque des données pour beaucoup d'espèces. La même année la métrique Gross ne varie que très peu.

Une approche naïve de la compensation

La figure (Fig. 25) présente l'évolution de chaque espèce d'une année à l'autre (diminution, augmentation ou stagnation des effectifs). Les courbes en-dessous font le bilan de ces évolutions et indique le nombre d'espèces voyant leur population décroître, le nombre d'espèce

voyant leur population croître, et le nombre d'espèce voyant leur population stagner pour chaque année par rapport à l'année précédente. On voit clairement sur ces courbes (notamment à partir de 2007), que lorsqu'un ensemble d'espèce diminue, en parallèle un ensemble d'espèce augmente. La symétrie est d'ailleurs presque parfaite de 2007 à 2016.

8 Autres analyses

Comparaison des comptages entre les données de la réserve du Teich et les données de la réserve naturelle du Banc d'Arguin entre 2006 et 2015.

La Fig. 16 est une comparaison d'abondances sommées (Log) de données issues de la réserve du banc d'Arguin et de données de la réserve du Teich.

Ici sont comparées toutes les données de la réserve d'Arguin (intégralité du bassin d'Arcachon **à l'exception du secteur du Teich**) aux données de la réserve du Teich (qui comprend uniquement des données sur le secteur du Teich). A ces deux courbes, nous avons ajouté les informations sur le nombre d'espèces pour chaque réserve (mêmes données que précédemment). Chaque point de la courbe "Nombre d'espèces" est surmonté d'un pourcentage qui indique le ratio d'espèces communes présentes par rapport à la totalité des espèces communes aux deux suivis (nombre d'espèces communes : 36 espèces : Tab. 8).

On peut constater que les abondances sur le secteur du Teich augmentent, tandis qu'elles diminuent sur le bassin d'Arcachon, jusqu'à devenir très supérieures à partir de 2011. En ce qui concerne le nombre d'espèces, il est toujours de l'ordre de 28 à 30 espèces communes (75-90%) pour le Teich, tandis que pour le reste du bassin c'est entre 15 et 25 espèces communes(45-70%).

La Fig. 17 est une étude similaire, mais ici ce sont les données du secteur du Teich suivies par la réserve du banc d'Arguin qui sont comparées aux données du Teich suivies par la réserve du Teich.

Les courbes d'abondance sommées ont les mêmes tendances globales à l'exception de deux années (2008 et 2009). Les abondances mesurées restent largement inférieures en ce qui concerne les données de la RNN Arguin. Le nombre d'espèces communes présentes dans les deux suivis est toujours inférieur dans le cas des données de la RNN Arguin, mais là encore les tendances globales se suivent, sauf pour deux années (2010 et 2011).

La Fig. ?? est une étude similaire mais ici ce sont les données du secteur d'Arguin suivies par la réserve du banc d'Arguin qui sont comparées aux données suivies par la réserve du Teich. Les courbes d'abondances entre le banc d'Arguin et le Teich sont complètement différents et les courbes d'espèces montrent que les profils du banc d'Arguin et du Teich sont complètement différents.

Phylogénie des oiseaux

L'arbre obtenu avec 60 espèces est assez grossier. Nous avons bien pour la majorité des espèces d'un même genre un regroupement sous une même branche de l'arbre, mais pour d'autres espèces (les uniques représentants de leur genre) il y a des regroupements avec d'autres genres, ce qui est forcément une erreur (ex: *Actitis hypoleucus*, *Arenaria interpres*, *Gallinago gallinago*) (Fig 26). Il faut absolument ajouter les autres espèces, mais la fonction accepte un nombre limité d'espèces : 250, mais même en-dessous de cette limite pour de grands nombres d'espèces, l'arbre phylogénétique se retrouve tronqué. L'utilisation d'un autre package R pourrait résoudre le problème.

9 Corrélation entre les abondances d'espèces d'oiseaux

Les graphiques ont été réalisés entre les 13 espèces sélectionnées pour leur intérêt écologique.

Le graphe (Fig. 10) montre la corrélation entre les abondances des différentes espèces. En considérant uniquement les espèces fortement corrélées (Coefficient de 0.50 minimum), nous obtenons 11 couples d'oiseaux avec un fort coefficient (Tab. 6). Parmi ces oiseaux, deux espèces sont fortement corélées, l'Aigrette garzette et le Héron cendré qui ont un coefficient de 0.80, et la Barge à queue noire et l'Avocette élégante qui ont un coefficient de 0.73.

Espèce 1	Espèce 2	Coefficient de Corrélation	Lag
Aigrette garzette	Héron cendré	0.80	1
Barge à queue noire	Avocette élégante	0.73	0
Avocette élégante	Courlis cendré	0.60	3
Héron cendré	Grand Cormoran	0.55	-4
Barge à queue noire	Tadorme de Belon	0.54	-1
Barge à queue noire	Courlis cendré	0.53	0
Barge à queue noire	Canard Souchet	0.52	0
Avocette élégante	Canard Souchet	0.52	0
Barge à queue noire	Chevalier Aboyeur	0.52	4
Avocette élégante	Tadorme de Belon	0.52	-1
Canard Souchet	Chevalier Aboyeur	0.51	5

Table 6: Liste des couples d'espèces présentant une coefficient de corrélation supérieur à 0.5

-> Niveau de confiance à calculer

10 Couplage des données oiseaux avec la macrofaune

La figure (Fig. 30) montre la répartition de la granulométrie dans le bassin, mesurée sur 181 stations. La valeur utilisée est la valeur médiane. Les valeurs les plus importantes se concentrent à l'entrée du bassin. Les îlots sont les endroits où elle est la plus faible.

La figure (Fig. 31) montre la répartition du carbone organique dans le bassin. D'après cette figure, c'est dans le fond du bassin que se concentre les valeurs les plus fortes.(zones moins bien brassées par le courant ?)

La figure (Fig 32) indique que l'abondance totale des espèces a une valeur plus faible au niveau des chenaux par rapport aux parties sableuses.

La figure (Fig 33) indique

La figure(Fig. 34) représente pour chaque station l'espèce la plus abondante. Ce que l'on peut voir c'est qu'il n'y a pas de pattern évident. Quelques espèces se distinguent pourtant. *Peringia ulvae* qui est un petit gastéropode très courant dans les sédiments vaseux, est très présent dans le fond du bassin. On trouve également du côté d'Arès dans le nord du bassin, les espèces *Aphelochaeta marioni* et *Tubificoides bendii*. Pour mettre en avance un pattern, il pourrait être intéressant de regarder les secondes ou troisième espèces plus fréquentes surtout si leur abondance est très proche du maximum.

11 Les Calidris

La première analyse (Fig. 35 pour un exemple sur l'année 2006) montre que la répartition est complètement inégale sur le bassin d'Arcachon. Les calidris se trouvant préférentiellement au niveau des sites du banc d'Argin, des plages océanes et de la réserve du Teich. Même si les abondances des Calidris évoluent au fil des années, ces trois sites sont toujours très largement supérieurs en nombre. Les calidris se répartissent sur tout le bassin.

La seconde analyse (Fig. 36 pour un exemple sur l'année 2006) permet de voir la proportion des différentes espèces de Calidris dans chaque zone du bassin. Ce que l'on peut constater, c'est que l'espèce *Calidris alpina* est largement dominante sur tout le bassin d'Arcachon, c'est l'espèce la plus représentée pour toutes les années. On trouve aussi beaucoup de *Calidris alba* plutôt représentés à l'ouest du bassin. Le *Calidris canutus* se trouve majoritairement à l'est même si certaines années, on peut le retrouver sur une zone plus étendue. Le *Calidris maritima* se concentre sur les plages océanes et sur l'entrée du bassin. Les espèces *Calidris temminckii*, *Calidris ferruginea* et *Calidris minuta* sont concentrées sur le fond du bassin, au niveau des secteurs du Teich, du domaine de Certes Graveyron et de Gujan Mestras.

En ce qui concerne les données produites par la réserve ornithologique du Teich (Fig. 37). On retrouve les mêmes tendances : *Calidris alpina* domine le genre toutes les années, les espèces *Calidris canutus* et *Calidris minuta* sont les deux autres principales espèces. *Calidris ferruginea* et *Calidris temminckii* sont présentes sur plusieurs années mais restent plus accessoires.

Si on compare les proportions des espèces entre les deux suivis (données du Teich par la RNN d'Arguin et données du Teich par la R. du Teich). On voit que si les proportions de chaque espèce se correspondent globalement pour chaque année (au moins pour les espèces dominantes, ce n'est pas vrai pour les espèces plus rares), les abondances mesurées ne sont pas équivalentes du tout. Ainsi en 2006, deux fois plus de Calidris ont été observés par la RNN d'Arguin (15'970 individus pour RNN Arguin et 7'389 pour la R. du Teich) ; pour l'année 2007 le fossé entre les deux suivis est encore plus important (15'205 individus pour RNN Arguin et 2'754 pour la R. du Teich) soit un rapport de 7. Ces différences s'observent sur presque toutes les années.

En conclusion de cette étude, nous pouvons dire qu'il n'y a a priori pas de pattern évident pour les espèces du genre Calidris.

12 Les niveaux d'eau

La figure (Fig. 38) montre l'évolution de la proportions des limicoles (Tab. 9) entre 1973 et 2016 sur la R. du Teich. Il y a trois courbes sur cette figure :

- une courbe qui correspond à l'abondance des limicoles (somme des abondances de tous les limicoles par année).
- une courbe qui correspond à l'abondance des autres espèces (somme des abondances de tous les oiseaux qui ne sont pas des limicoles par année).
- et la courbe ratio des limicoles (abondances sommées des limicoles / abondances sommées de toutes les espèces par année).

Sur cette figure, on peut constater que les espèces non limicoles ont dominé entre les années 1985 et 2006. Les limicoles ont dominé entre 1981 et 1983 (avec un pic en 1983 avec 70% de limicoles cette année-là) et depuis 2006, leur population augmente à nouveau. Actuellement près de 80% des oiseaux sont des limicoles. Le pic de limicoles de 1987 correspond à un ratio de 100%, il est dû au fait qu'il y a peu de données cette année, c'est donc une erreur.

L'augmentation des limicoles correspond bien au moment où la gestion de l'eau a changé sur le site du Teich, mais cette information ne suffit pas à affirmer que c'est cette gestion de l'eau qui a provoqué une inversion des tendances entre les limicoles et les non limicoles.

References

COMPTAGE WETLANDS INTERNATIONAL BILAN JANVIER 2012 SITE : BASSIN D'ARCACHON – 3304 (LPO)

Annexes

Number	Latin	French
1	<i>Fulica atra</i>	Foulque macroule
2	<i>Anas crecca</i>	Sarcelle d'hiver
3	<i>Anas clypeata</i>	Canard souchet
4	<i>Anas platyrhynchos</i>	Canard colvert
5	<i>Ardea cinerea</i>	Héron cendré
6	<i>Anas acuta</i>	Canard pilet
7	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Bihoreau gris
8	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand Cormoran
9	<i>Aythya ferina</i>	Fuligule milouin
10	<i>Egretta garzetta</i>	Aigrette garzette
11	<i>Tadorna tadorna</i>	Tadorne de Belon
12	<i>Ciconia ciconia</i>	Cigogne blanche
13	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Mouette rieuse
14	<i>Cygnus olor</i>	Cygne tuberculé
15	<i>Anas strepera</i>	Canard chipeau
16	<i>Platalea leucorodia</i>	Spatule blanche
17	<i>Anser anser</i>	Oie cendrée
18	<i>Aythya fuligula</i>	Fuligule morillon
19	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Grèbe castagneux
20	<i>Gallinula chloropus</i>	Gallinule poule-d'eau
21	<i>Rallus aquaticus</i>	Râle d'eau
22	<i>Larus marinus</i>	Goéland marin
23	<i>Bubulcus ibis</i>	Héron garde-boeufs
24	<i>Anas penelope</i>	Canard siffleur
25	<i>Calidris alpina</i>	Bécasseau variable
26	<i>Larus argentatus</i>	Goéland argenté
27	<i>Charadrius hiaticula</i>	Grand Gravelot
28	<i>Pluvialis squatarola</i>	Pluvier argenté
29	<i>Larus fuscus</i>	Goéland brun
30	<i>Tringa totanus</i>	Chevalier gambette

Number	Latin	French
31	<i>Casmerodius albus</i>	Grande Aigrette
32	<i>Limosa limosa</i>	Barge à queue noire
33	<i>Podiceps cristatus</i>	Grèbe huppé
34	<i>Netta rufina</i>	Nette rousse
35	<i>Anas querquedula</i>	Sarcelle d'été
36	<i>Actitis hypoleucus</i>	Chevalier guignette
37	<i>Tringa nebularia</i>	Chevalier aboyeur
38	<i>Calidris minuta</i>	Bécasseau minute
39	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Avocette élégante
40	<i>Circus aeruginosus</i>	Busard des roseaux
41	<i>Tringa erythropus</i>	Chevalier arlequin
42	<i>Gallinago gallinago</i>	Bécassine des marais
43	<i>Vanellus vanellus</i>	Vanneau huppé
44	<i>Calidris canutus</i>	Bécasseau maubèche
45	<i>Limosa lapponica</i>	Barge rousse
46	<i>Charadrius dubius</i>	Petit Gravelot
47	<i>Numenius arquata</i>	Courlis cendré
48	<i>Larus michahellis</i>	Goéland leucophée
49	<i>Tringa ochropus</i>	Chevalier culblanc
50	<i>Calidris ferruginea</i>	Bécasseau cocorli
51	<i>Arenaria interpres</i>	Tourne pierre à collier
52	<i>Falco peregrinus</i>	Faucon pèlerin
53	<i>Milvus migrans</i>	Milan noir
54	<i>Accipiter nisus</i>	Épervier d'Europe
55	<i>Threskiornis aethiopicus</i>	Ibis sacré
56	<i>Himantopus himantopus</i>	Échasse blanche
57	<i>Podiceps nigricollis</i>	Grèbe à cou noir
58	<i>Alcedo atthis</i>	Martin-pêcheur d'Europe
59	<i>Philomachus pugnax</i>	Combattant varié
60	<i>Numenius phaeopus</i>	Courlis corlieu

Table 7: Les 60 espèces les plus représentées

Number	Latin	French
1	<i>Gallinago gallinago</i>	Bécassine des marais
2	<i>Charadrius hiaticula</i>	Grand Gravelot
3	<i>Numenius arquata</i>	Courlis cendré
4	<i>Tringa erythropus</i>	Chevalier arlequin
5	<i>Tringa totanus</i>	Chevalier gambette
6	<i>Actitis hypoleucus</i>	Chevalier guignette
7	<i>Calidris canutus</i>	Bécasseau maubèche
8	<i>Calidris minuta</i>	Bécasseau minute
9	<i>Calidris alpina</i>	Bécasseau variable
10	<i>Pluvialis squatarola</i>	Pluvier argenté
11	<i>Tringa nebularia</i>	Chevalier aboyeur
12	<i>Calidris ferruginea</i>	Bécasseau cocorli
13	<i>Pluvialis apricaria</i>	Pluvier doré
14	<i>Limosa limosa</i>	Barge à queue noire
15	<i>Charadrius dubius</i>	Petit Gravelot
16	<i>Arenaria interpres</i>	Tournepierre à collier
17	<i>Numenius phaeopus</i>	Courlis corlieu
18	<i>Limosa lapponica</i>	Barge rousse
19	<i>Charadrius alexandrinus</i>	Gravelot à collier interrompu
20	<i>Tringa glareola</i>	Chevalier sylvain
21	<i>Tringa stagnatilis</i>	Chevalier stagnatile
22	<i>Philomachus pugnax</i>	Combattant varié
23	<i>Vanellus vanellus</i>	Vanneau huppé
24	<i>Phalaropus fulicarius</i>	Phalarope à bec large
25	<i>Lymnocryptes minimus</i>	Bécassine sourde
26	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Avocette élégante
27	<i>Calidris maritima</i>	Bécasseau violet
28	<i>Calidris alba</i>	Bécasseau sanderling
29	<i>Calidris temminckii</i>	Bécasseau de Temminck
30	<i>Phalaropus lobatus</i>	Phalarope à bec étroit
31	<i>Haematopus ostralegus</i>	Huîtrier pie
32	<i>Himantopus himantopus</i>	Échasse blanche
33	<i>Burhinus oedicnemus</i>	Oedicnème criard
34	<i>Calidris melanotos</i>	Bécasseau tacheté
35	<i>Calidris fuscicollis</i>	Bécasseau de Bonaparte
36	<i>Phalaropus tricolor</i>	Phalarope de Wilson

Table 8: Liste des espèces en communes entre les suivis entre la réserve ornithologique du Teich et la réserve naturelle du Banc Arguin

Number	Latin	French
1	<i>Recurvirostra avosetta</i>	
2	<i>Limosa limosa</i>	
3	<i>Limosa lapponica</i>	
4	<i>Calidris temminckii</i>	
5	<i>Calidris canutus</i>	
6	<i>Calidris alba</i>	
7	<i>Calidris alpina</i>	
8	<i>Calidris minuta</i>	
9	<i>Calidris maritima</i>	
10	<i>Gallinago gallinago</i>	
11	<i>Tringa flavipes</i>	
12	<i>Tringa nebularia</i>	
13	<i>Tringa erythropus</i>	
14	<i>Tringa ochropus</i>	
15	<i>Tringa totanus</i>	
16	<i>Tringa glareola</i>	
17	<i>Actitis hypoleucos</i>	
18	<i>Philomachus pugnax</i>	
19	<i>Numenius arquata</i>	
20	<i>Numenius phaeopus</i>	
21	<i>Himantopus himantopus</i>	
22	<i>Charadrius hiaticula</i>	
23	<i>Charadrius alexandrinus</i>	
24	<i>Haematopus ostralegus</i>	
25	<i>Burrhinus oedicnemus</i>	
26	<i>Charadrius dubius</i>	
27	<i>Phalaropus lobatus</i>	
28	<i>Pluvialis squatarola</i>	
29	<i>Pluvialis apricaria</i>	
30	<i>Arenaria interpres</i>	
31	<i>Vanellus vanellus</i>	

Table 9: Liste des limicoles

Boxplot annuel pour *Anas platyrhynchos* (Canard colvert)

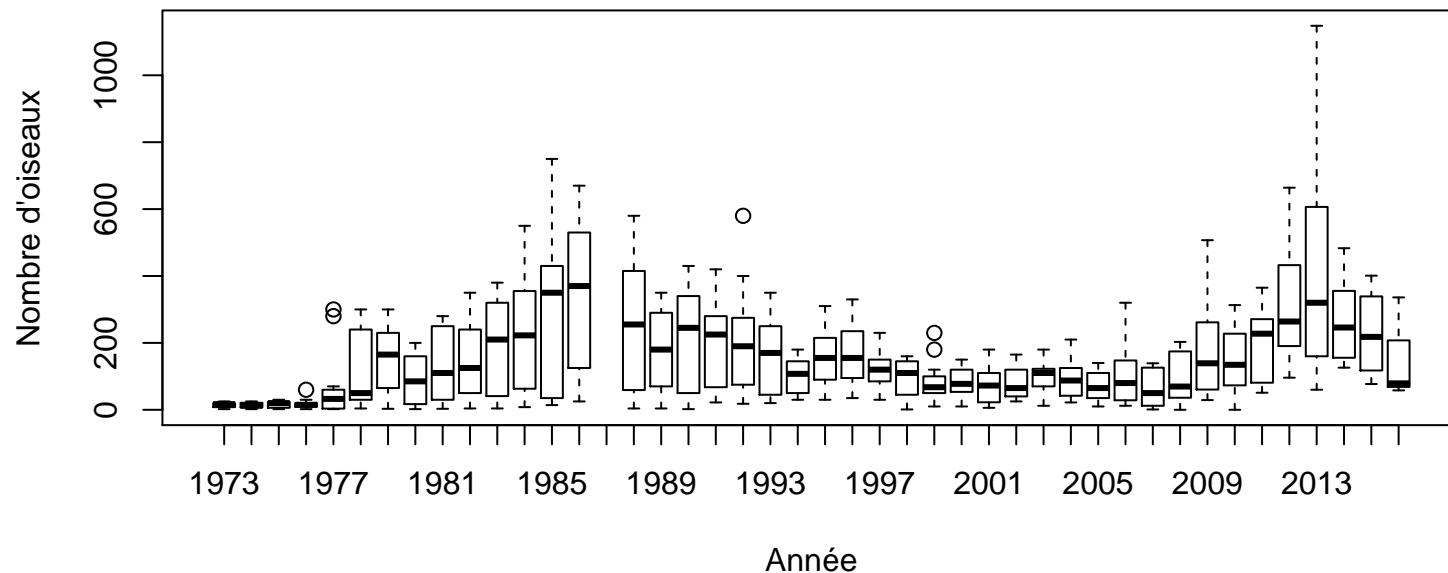


Figure 13: Evolution temporelle par année

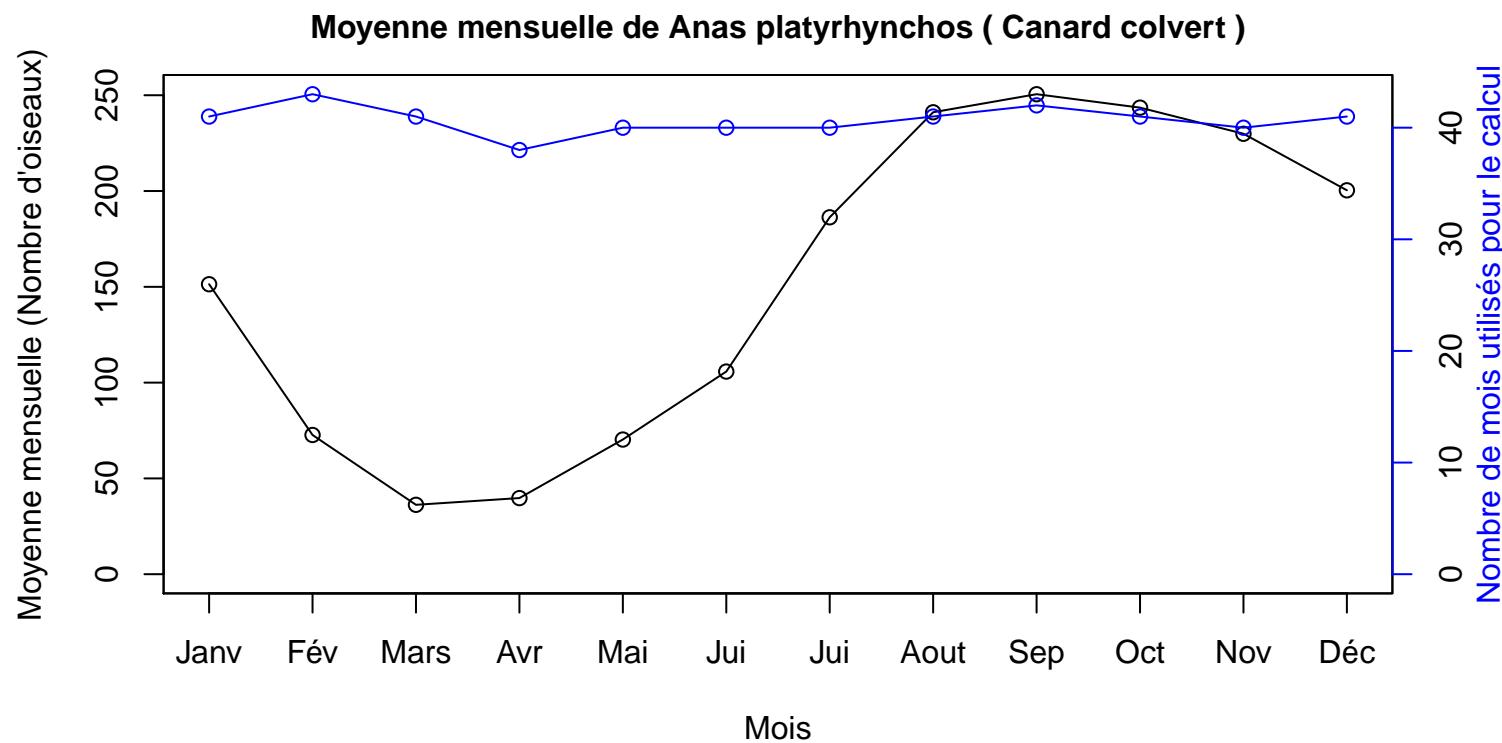


Figure 14: Evolution de la moyenne mensuelle du nombre d'oiseaux

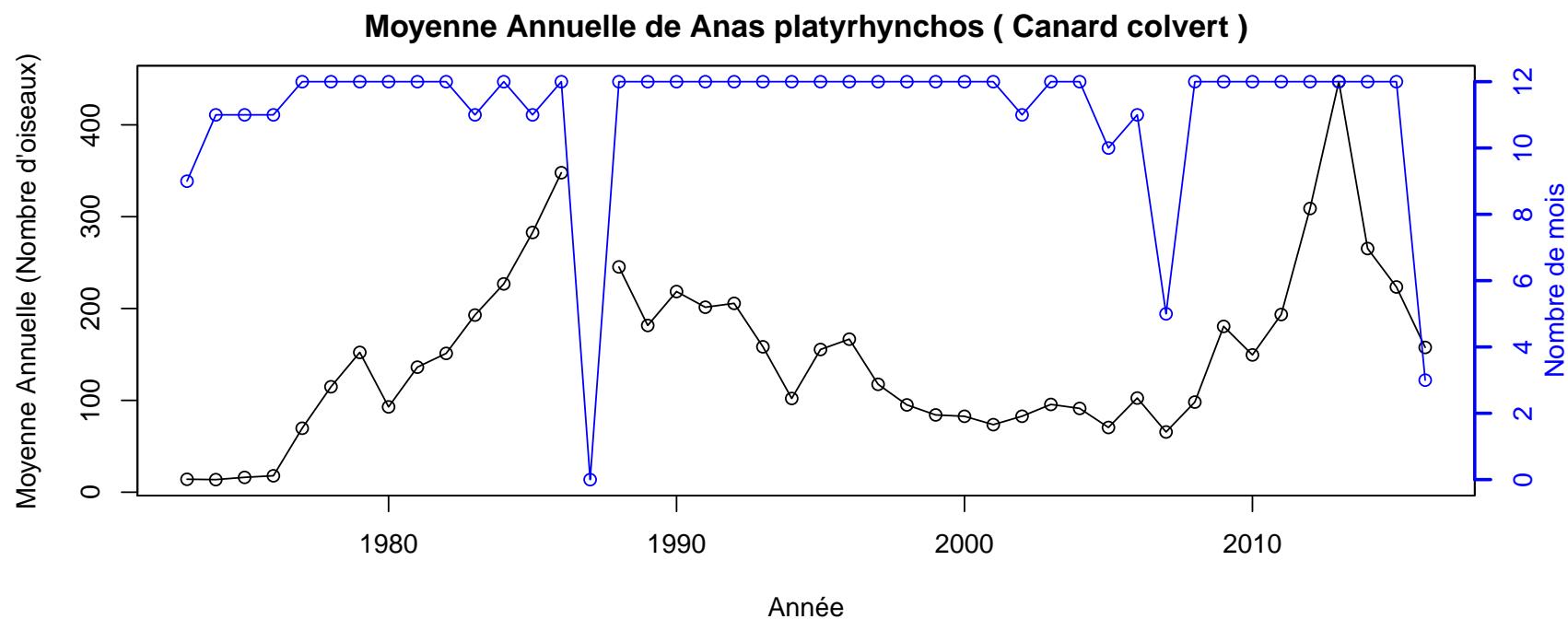


Figure 15: Evolution de la moyenne annuelle du nombre d'oiseaux

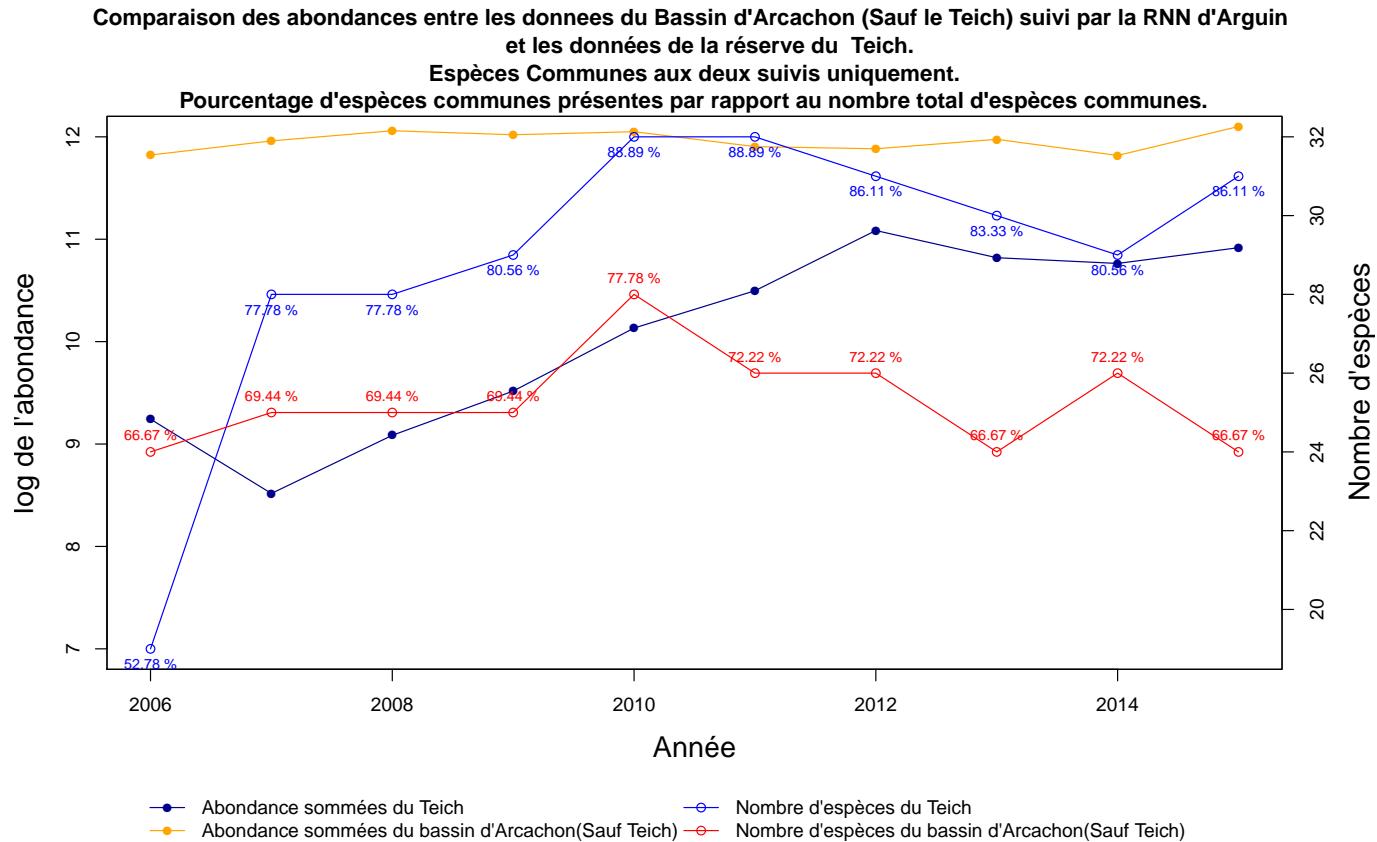


Figure 16: Comparaison des abondances et du nombre d'espèces entre les réserves du Teich et d'Arguin. L'abondance du Teich correspond à l'abondance sommée par année, l'abondance d'Arguin correspond à l'abondance sommée de chaque année de tous les secteurs à l'exception de celui du Teich. Le secteur du Teich a été supprimé pour le comptage d'espèce également.

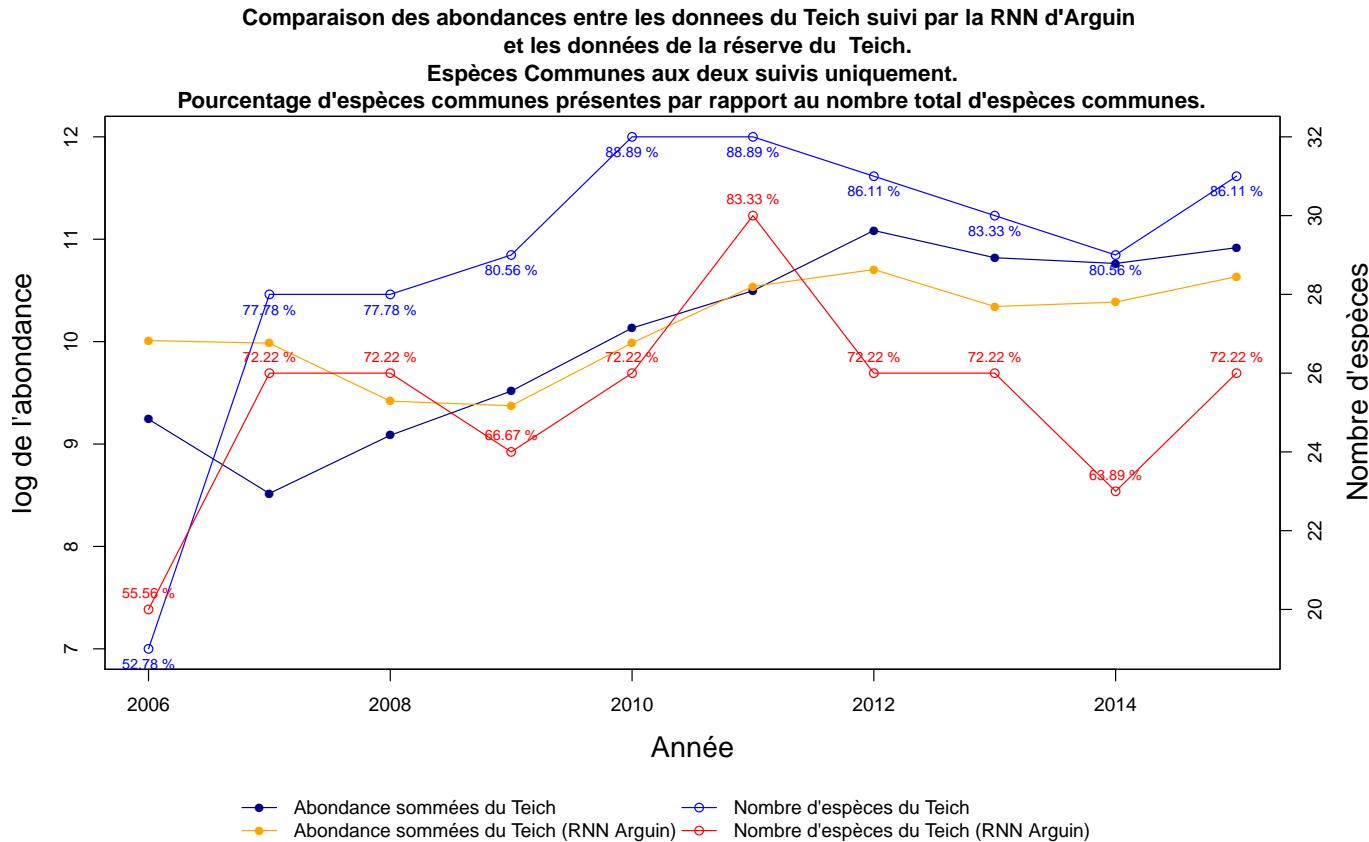


Figure 17: Comparaison des abondances et du nombre d'espèces entre les réserves du Teich et d'Arguin. L'abondance du Teich correspond à l'abondance sommée par année, l'abondance d'Arguin correspond à l'abondance sommée de l'unique secteur du Teich. Seul le Teich a été comptabilisé dans le nombre d'espèce.

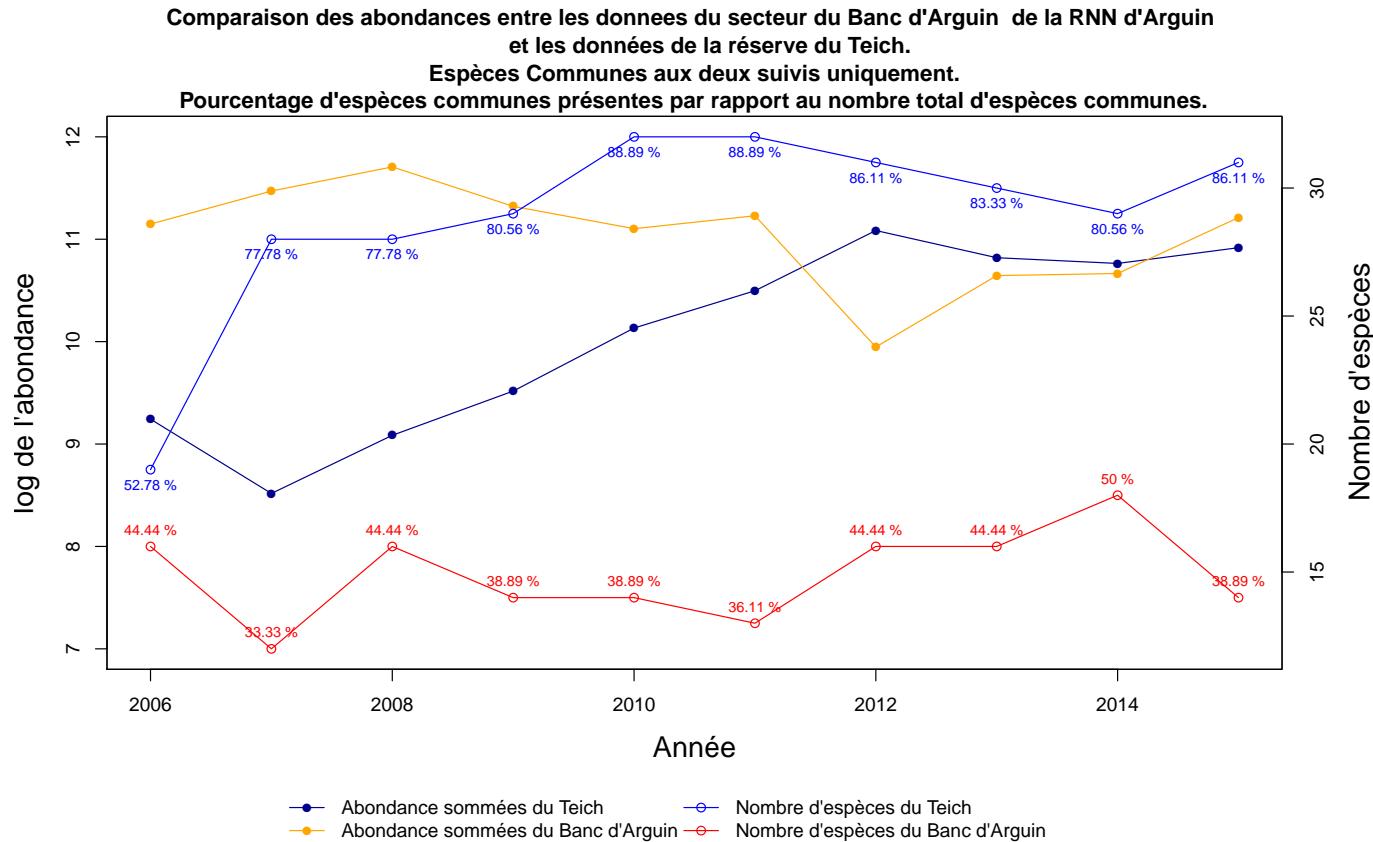


Figure 18: Comparaison des abondances et du nombre d'espèces entre les réserves du Teich et d'Arguin. L'abondance du Teich correspond à l'abondance sommée par année, l'abondance d'Arguin correspond à l'abondance sommée de l'unique secteur du Teich. Seul le Teich a été comptabilisé dans le nombre d'espèce.

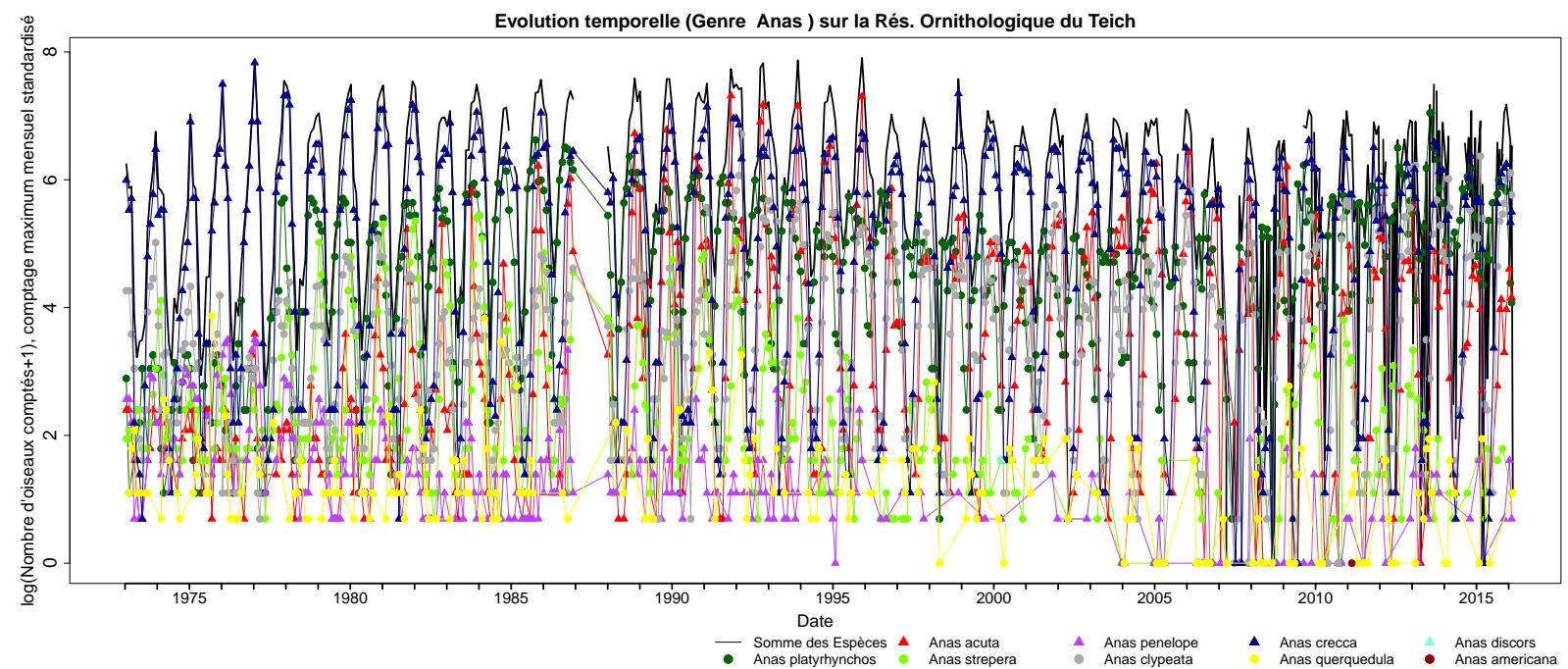


Figure 19: Superposition des données espèces d'un même genre

Evolution temporelle des Anas sur la réserve ornithologique du teich

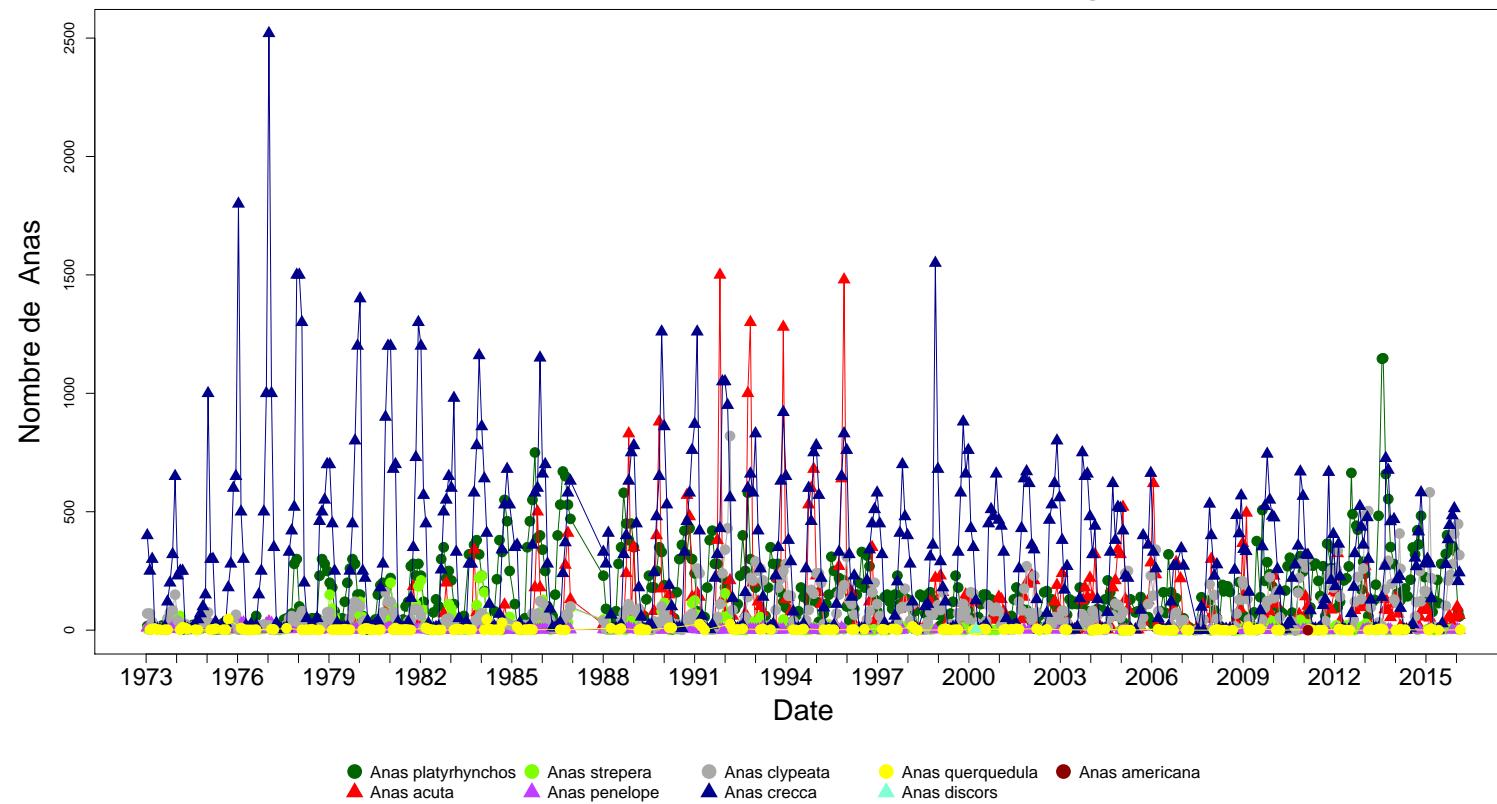


Figure 20: Superposition des données espèces d'un même genre - Analyse Mensuelle

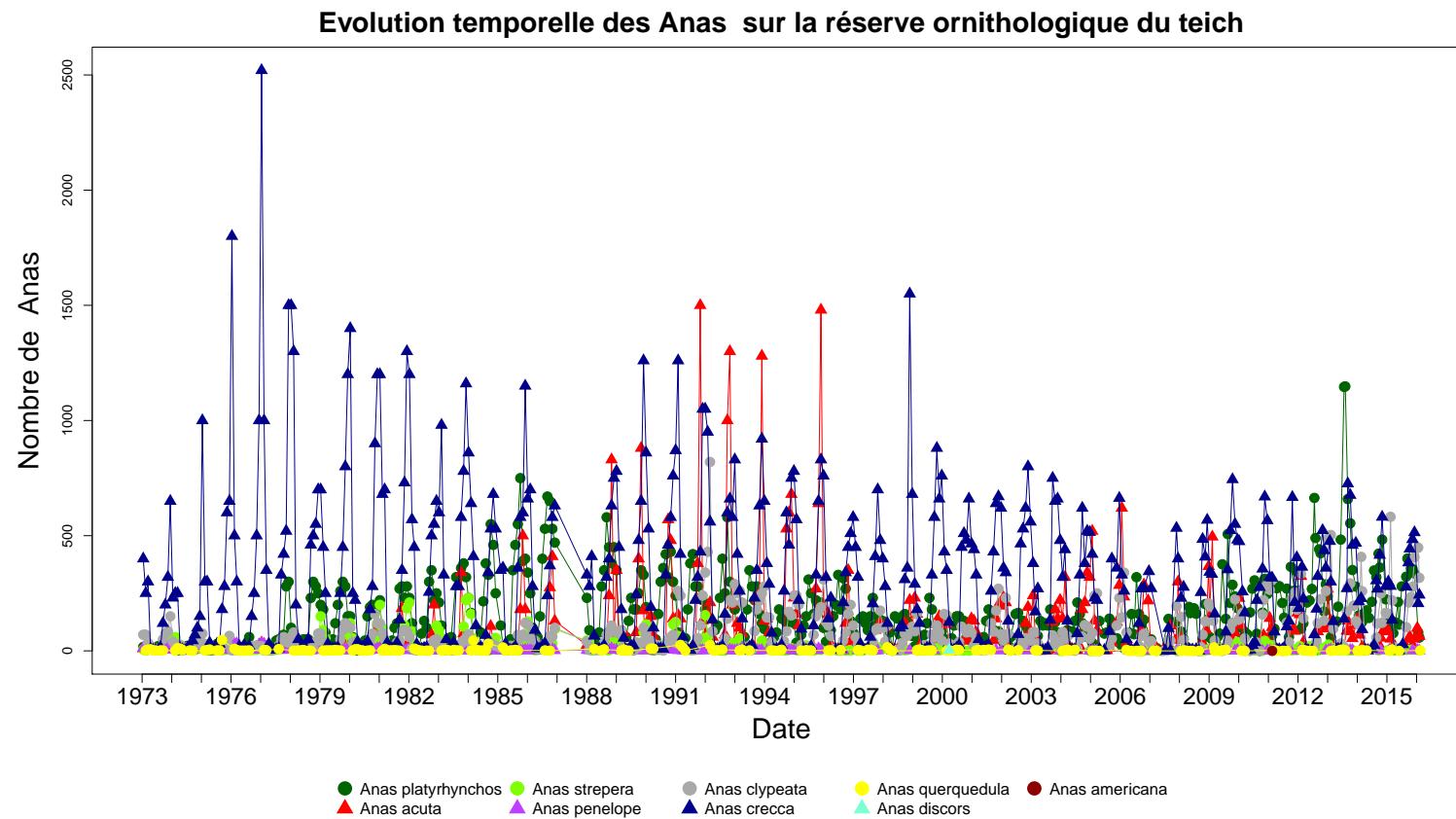


Figure 21: Superposition des données espèces d'un même genre - Analyse Annuelle

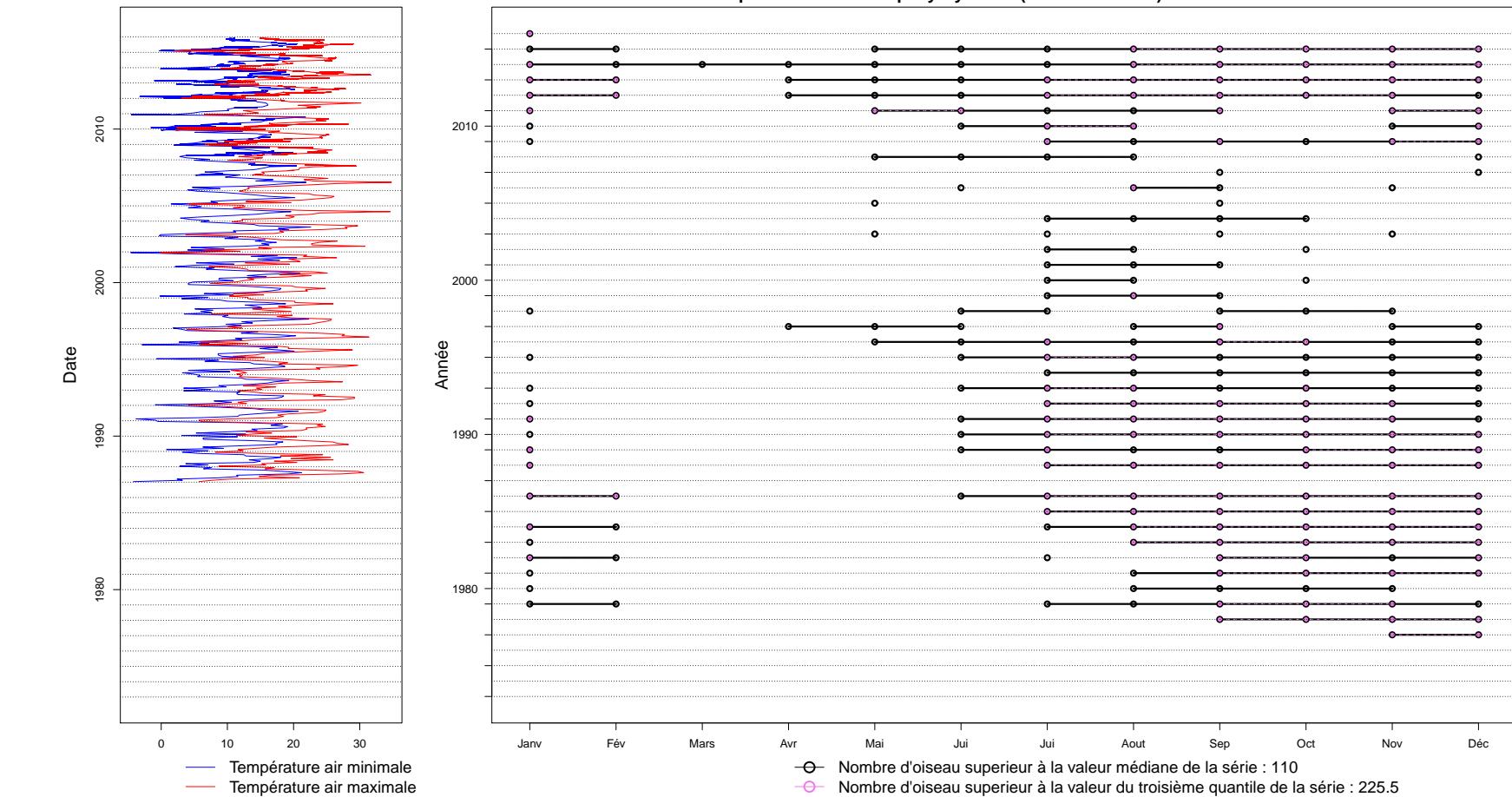


Figure 22: Evolution de la migration au cours des années

Mise en relation du nombre de jours Chaud/froid et du nombre total de *Anas platyrhynchos*

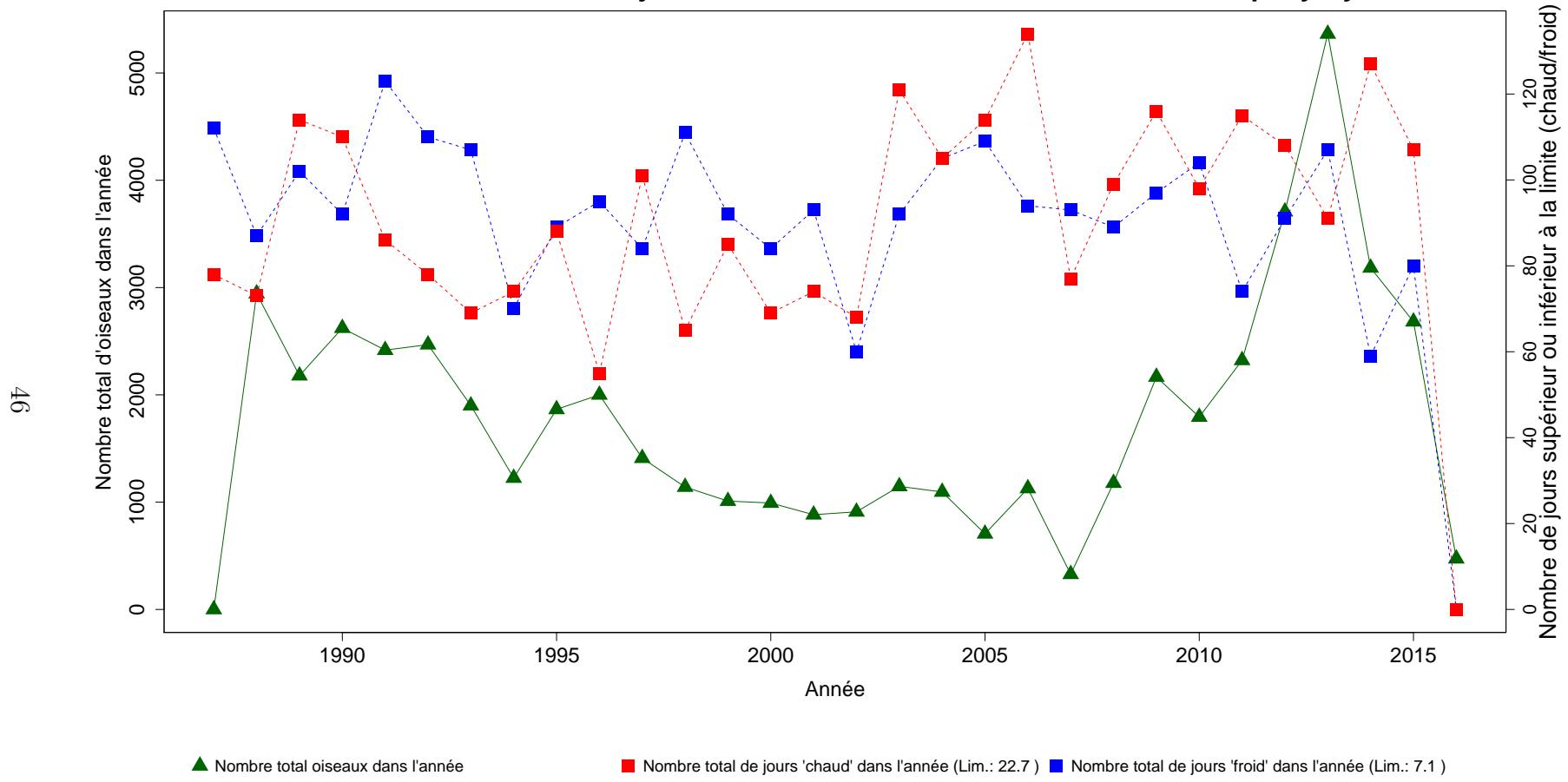


Figure 23: Mise en relation entre le nombre de jours 'chaud' et jour 'froid' avec le nombre d'oiseaux

Mise en relation du nombre de jours Chaud/froid et du nombre de mois de présence pour *Anas platyrhynchos*

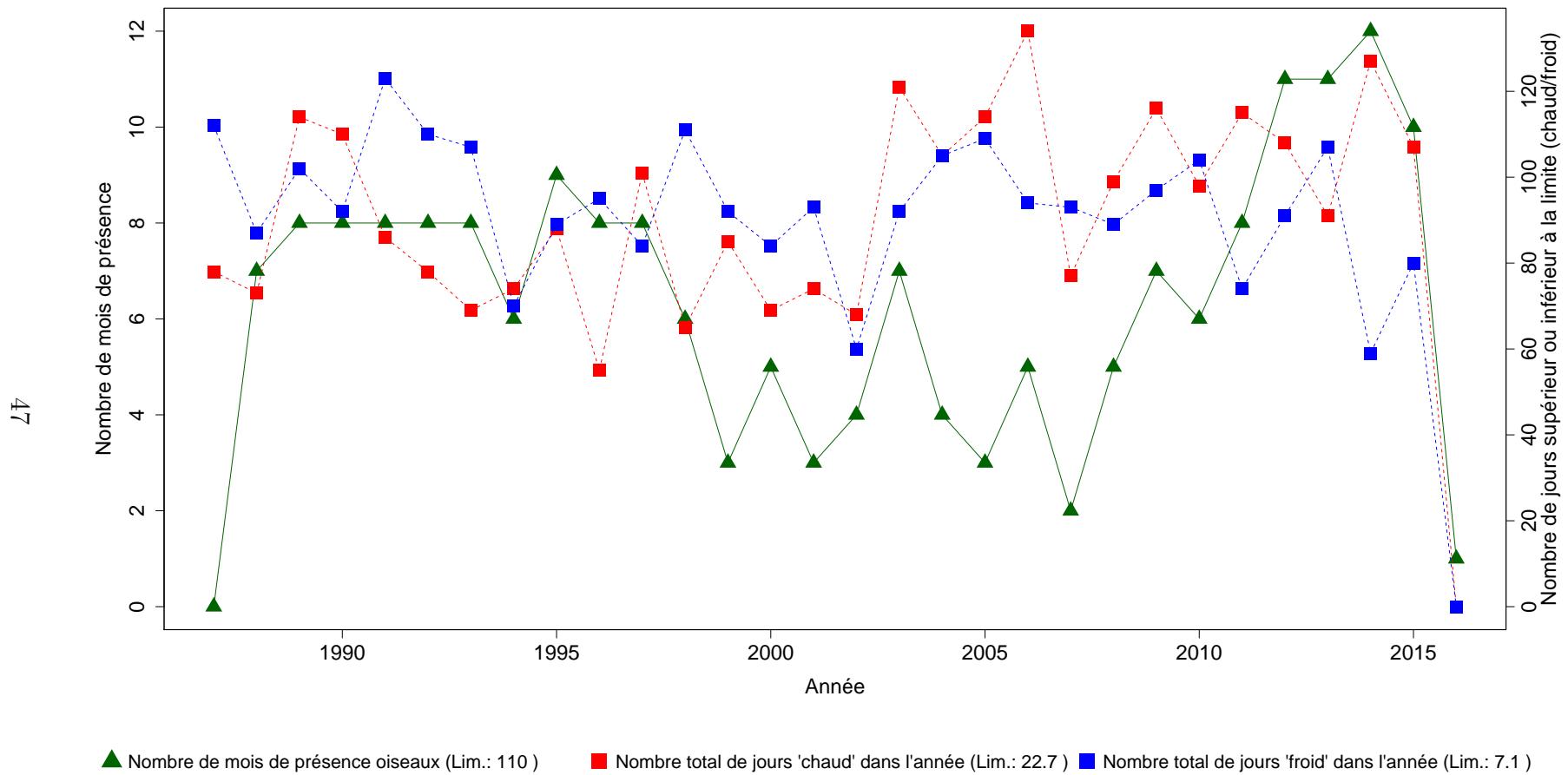


Figure 24: Mise en relation entre le nombre de jours 'chaud' et jour 'froid' avec le nombre de mois de présence des oiseaux par an

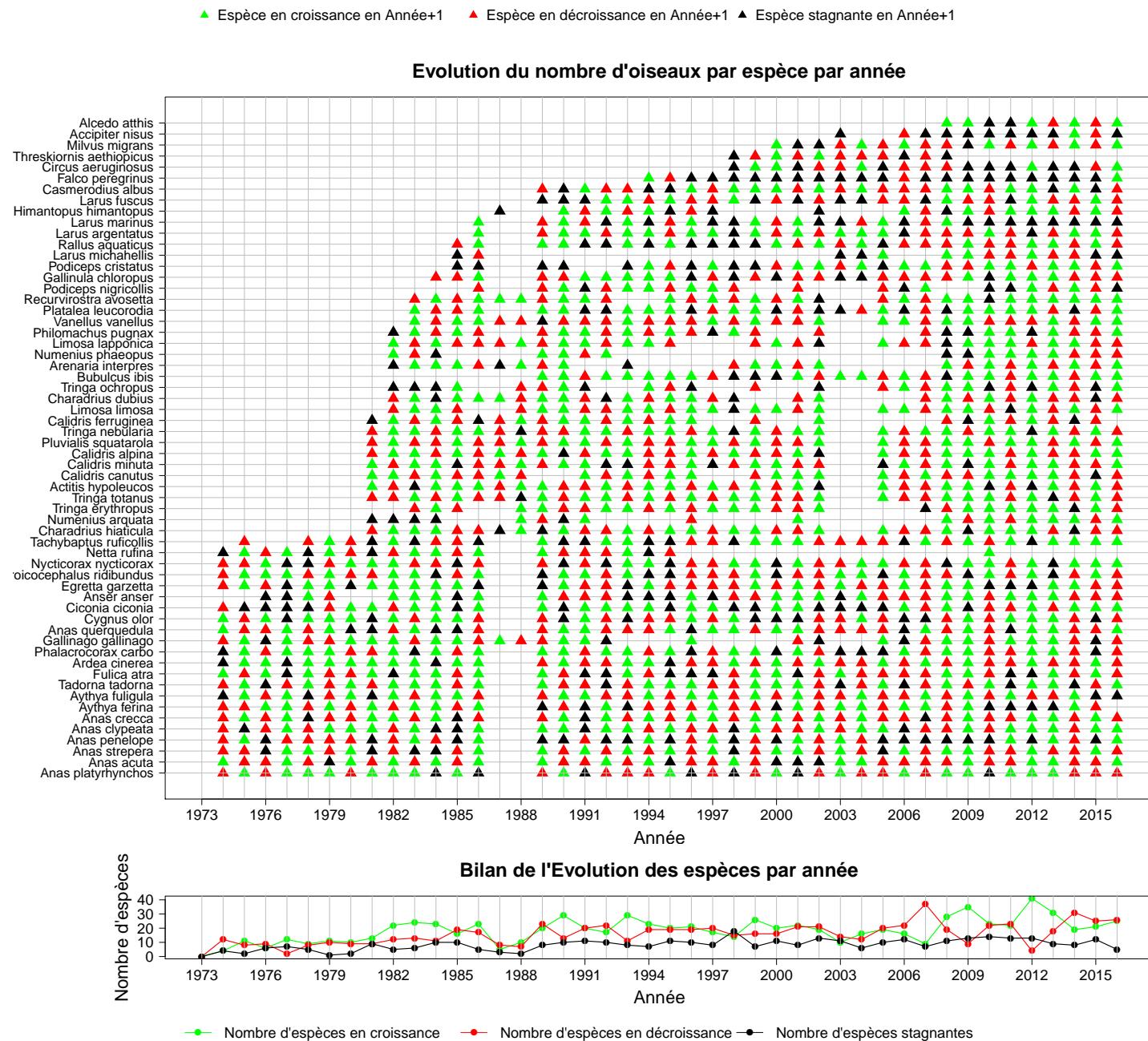


Figure 25: Approche naïve de la compensation

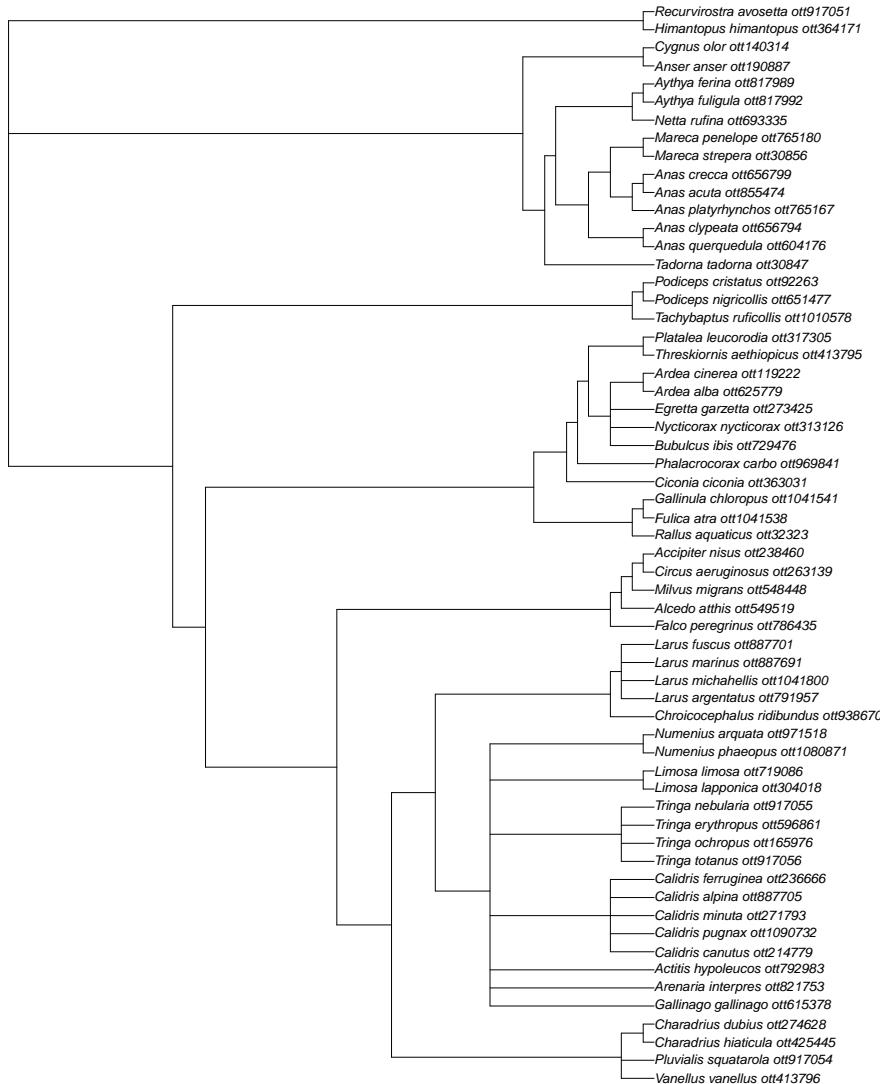


Figure 26: Arbre phylogénétique des 60 espèces les plus fréquentes

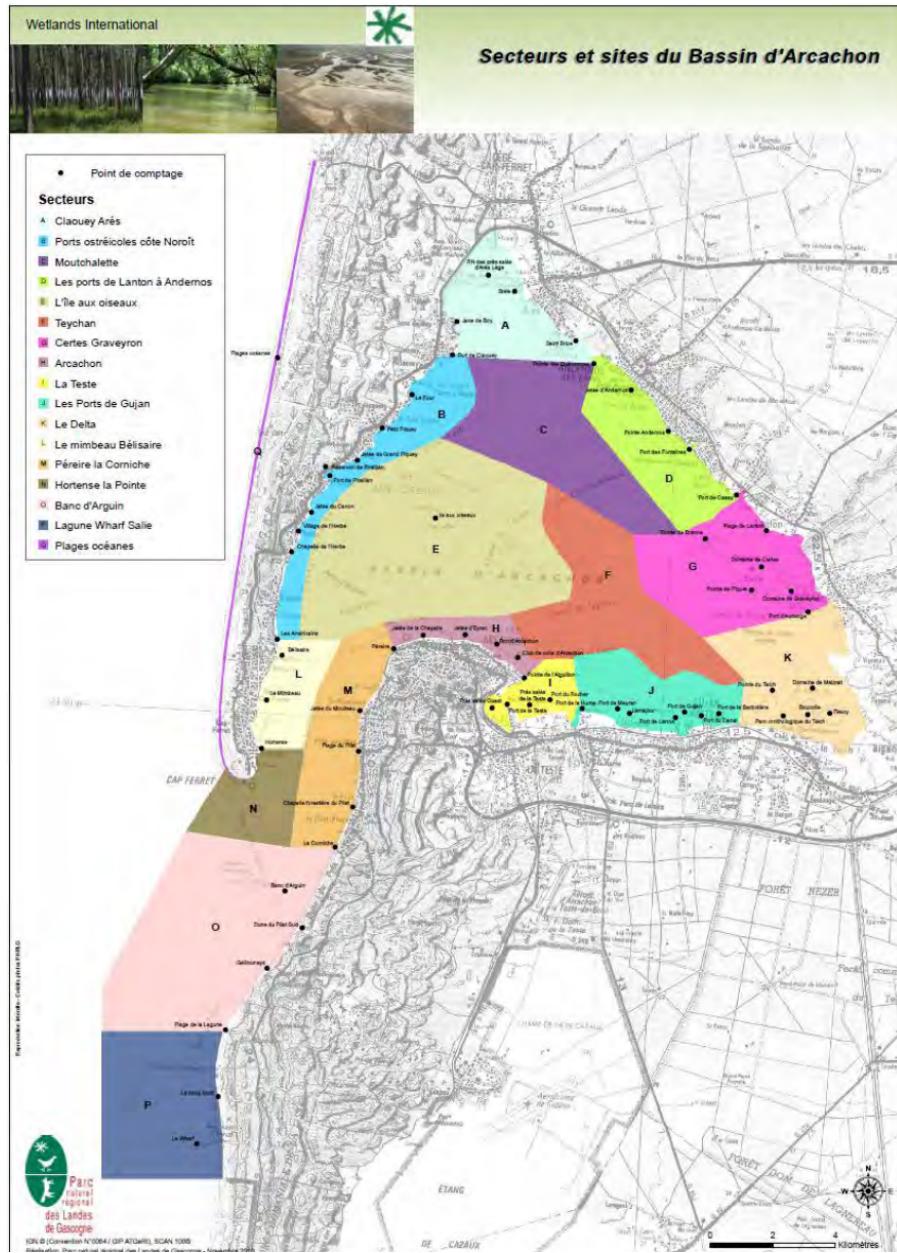


Figure 27: Cartes des secteurs et sites du bassin d'Arcachon (source : LPO)

Figure 28: Corrélation entre les abondances de 13 espèces d'oiseaux. L'information lag est en couleur. La valeur de la corrélation est indiquée en nombre

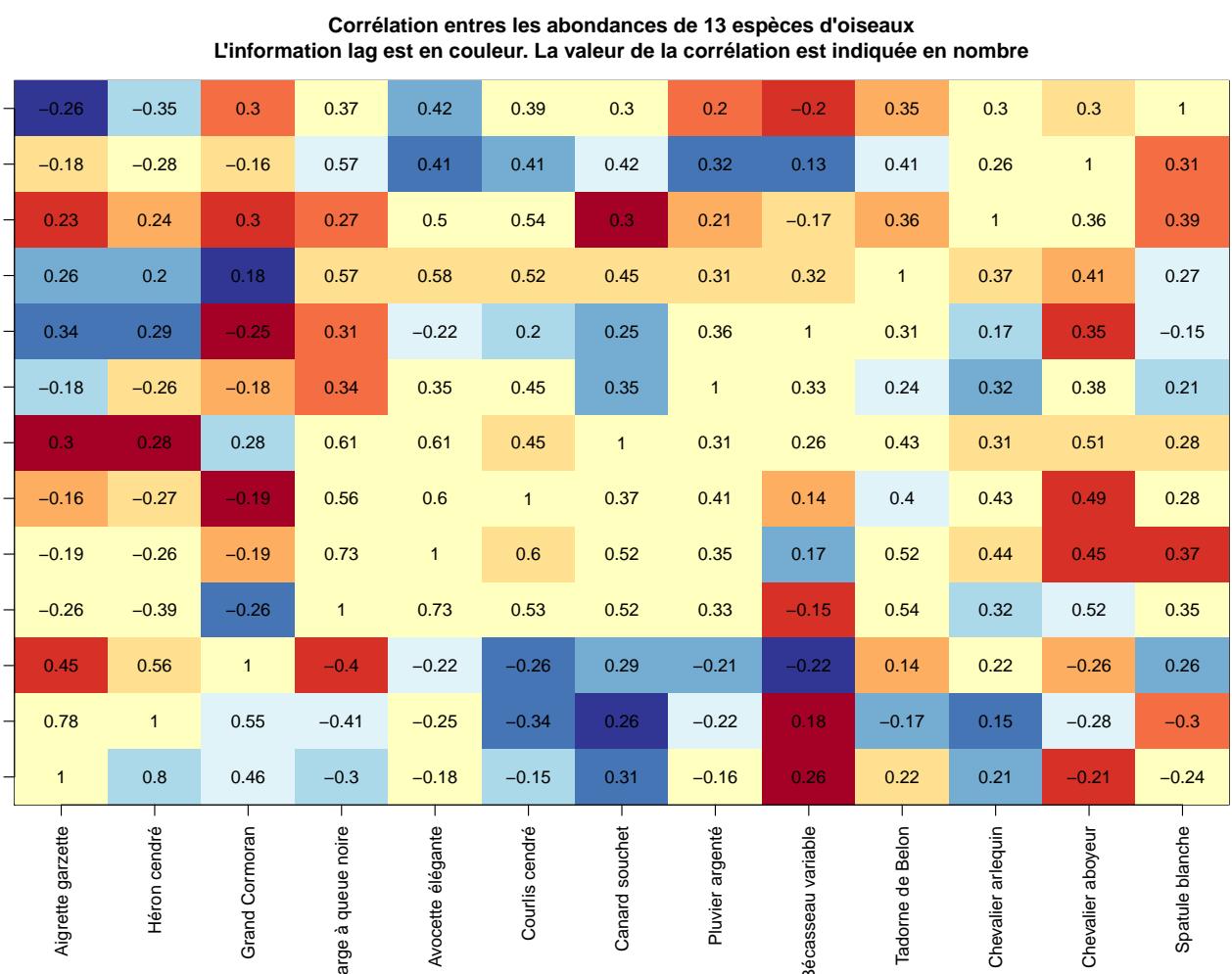
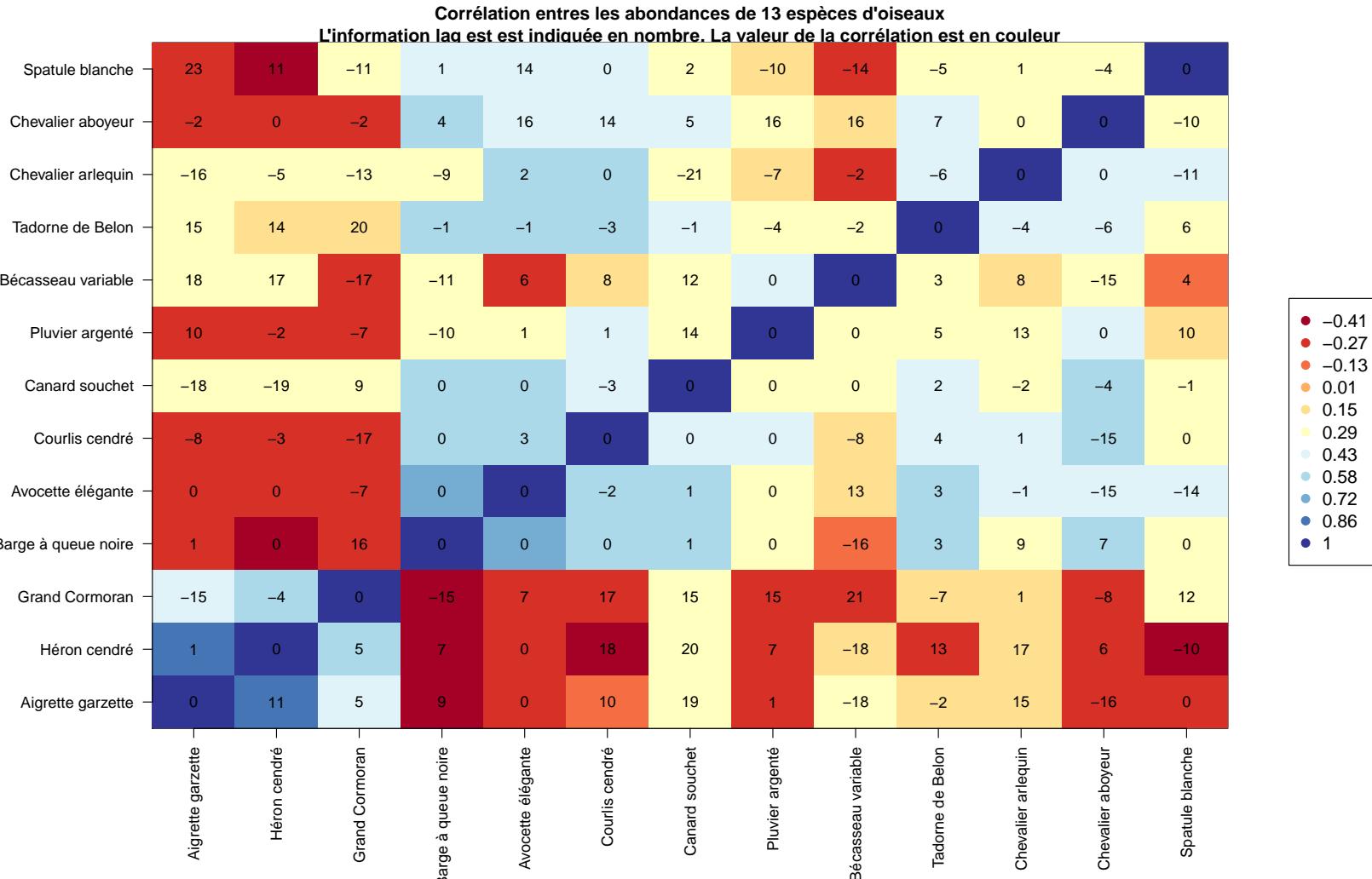


Figure 29: Corrélation entre les abondances de 13 espèces d'oiseaux. L'information lag est indiquée en nombre. La valeur de la corrélation est en couleur



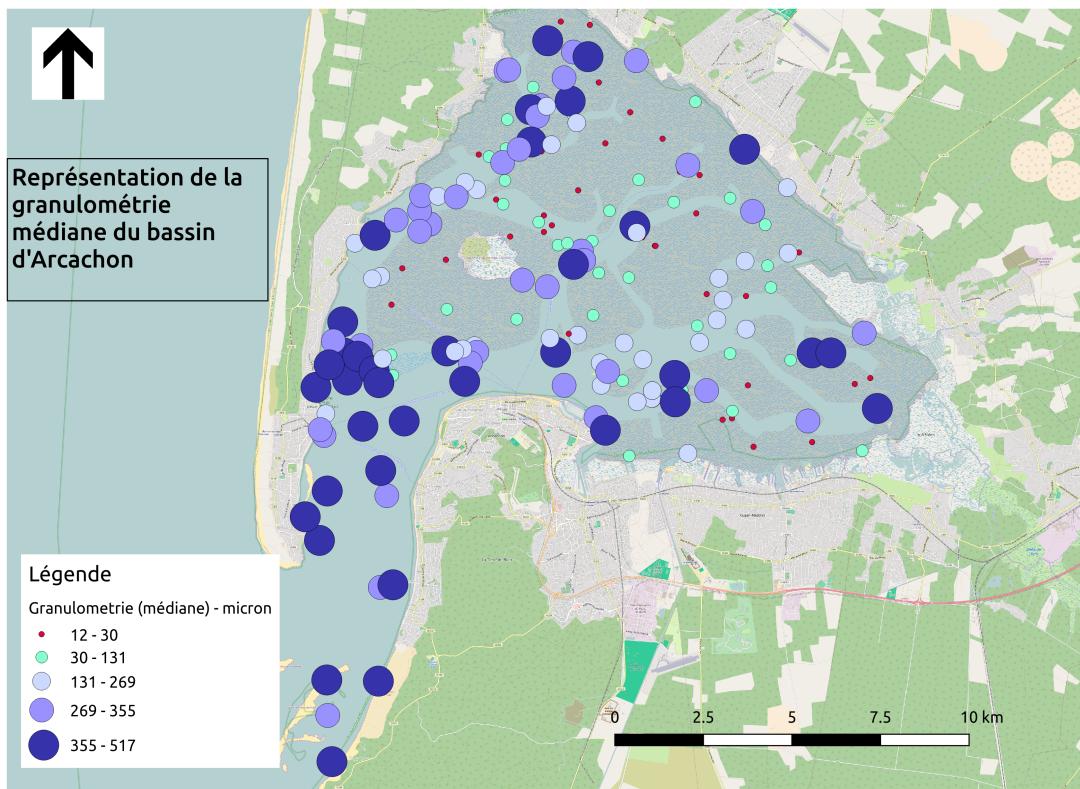


Figure 30: Distribution de la granulométrie à travers le bassin d'Arcachon

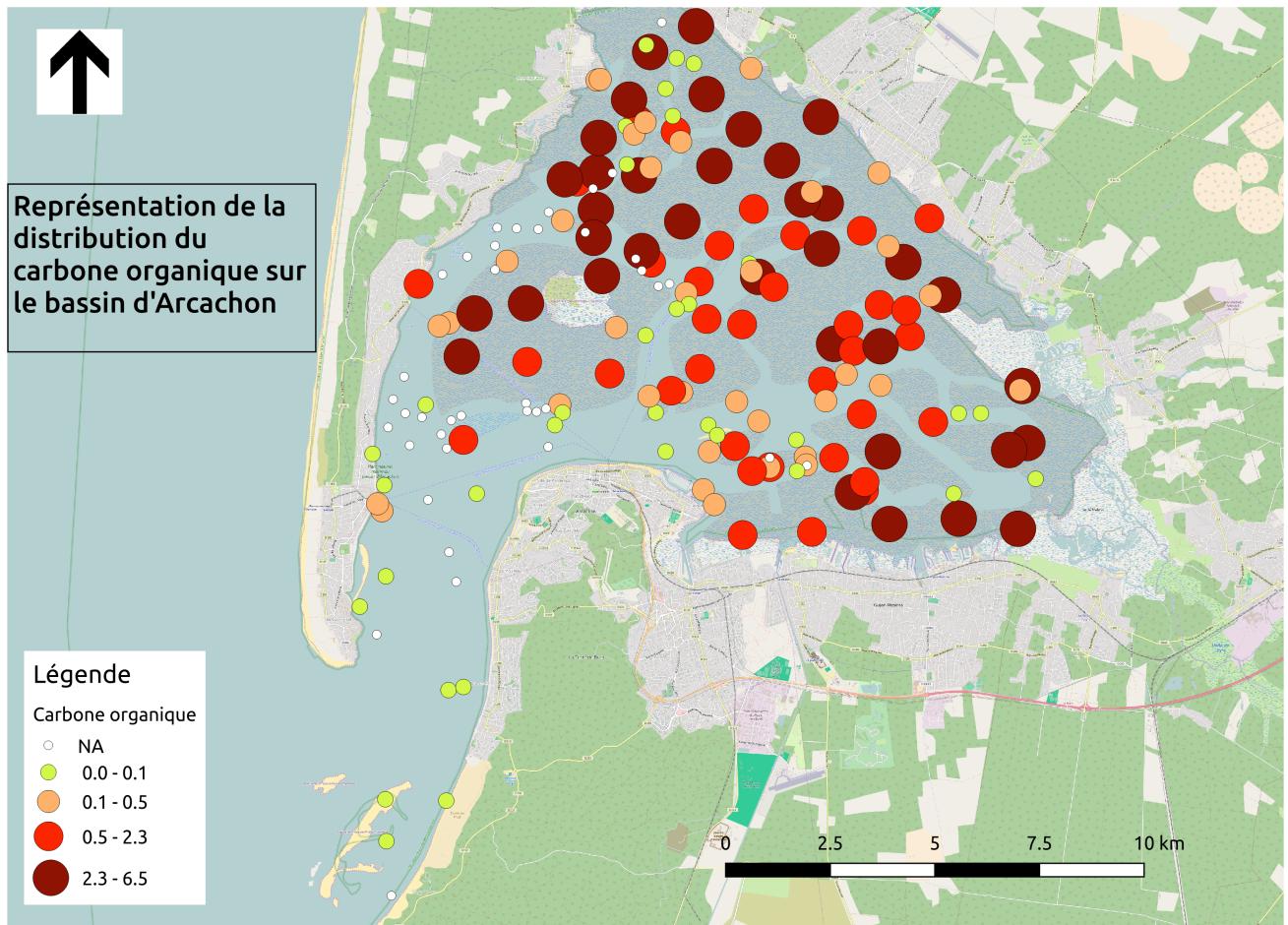


Figure 31: Distribution du carbone organique à travers le bassin

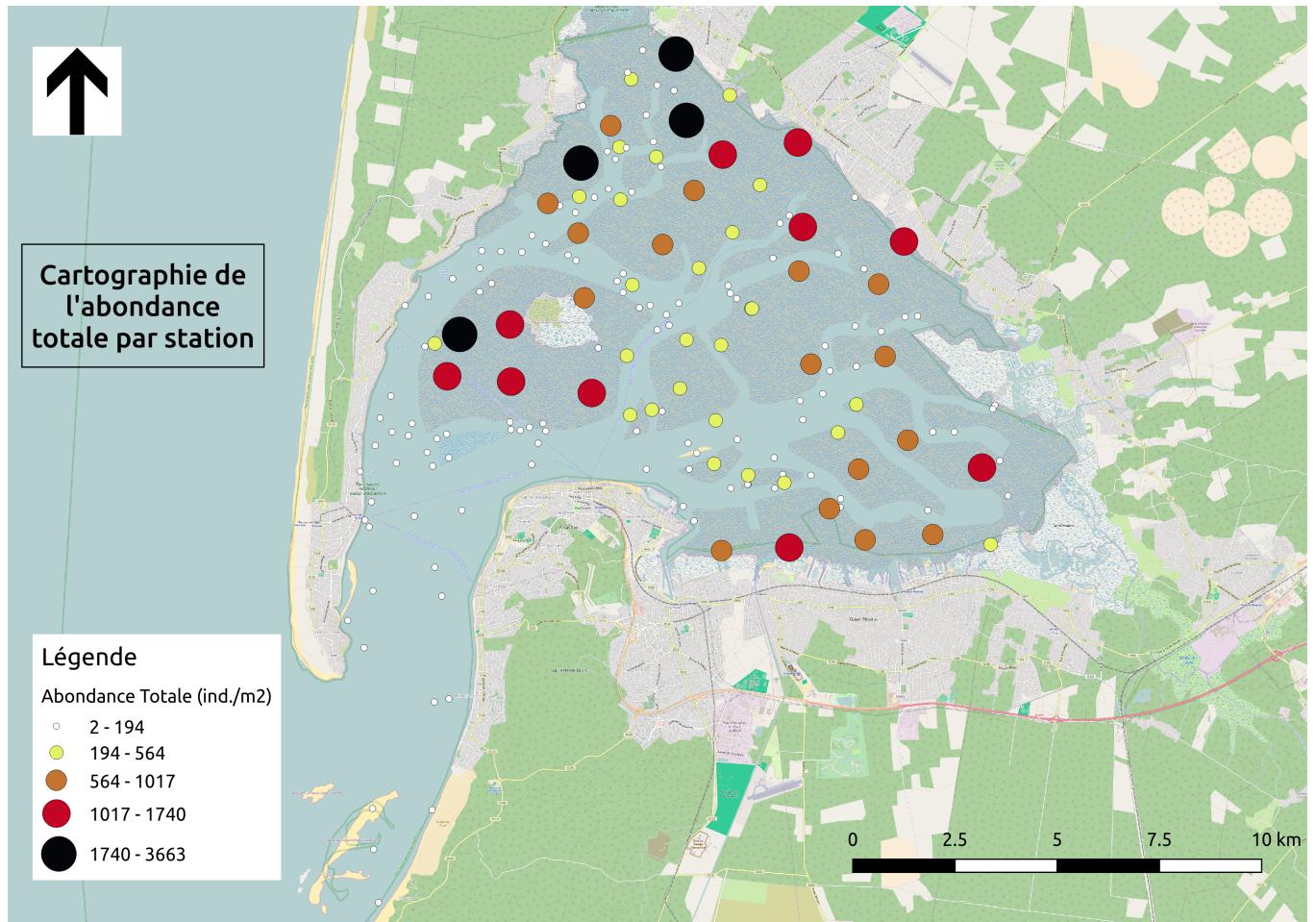


Figure 32: Distribution de l'abondance totale à travers le bassin d'Arcachon. On observe que l'abondance est surtout forte sur les "îlot" de sable et qu'au niveau des chenaux l'abondance est beaucoup plus faible.

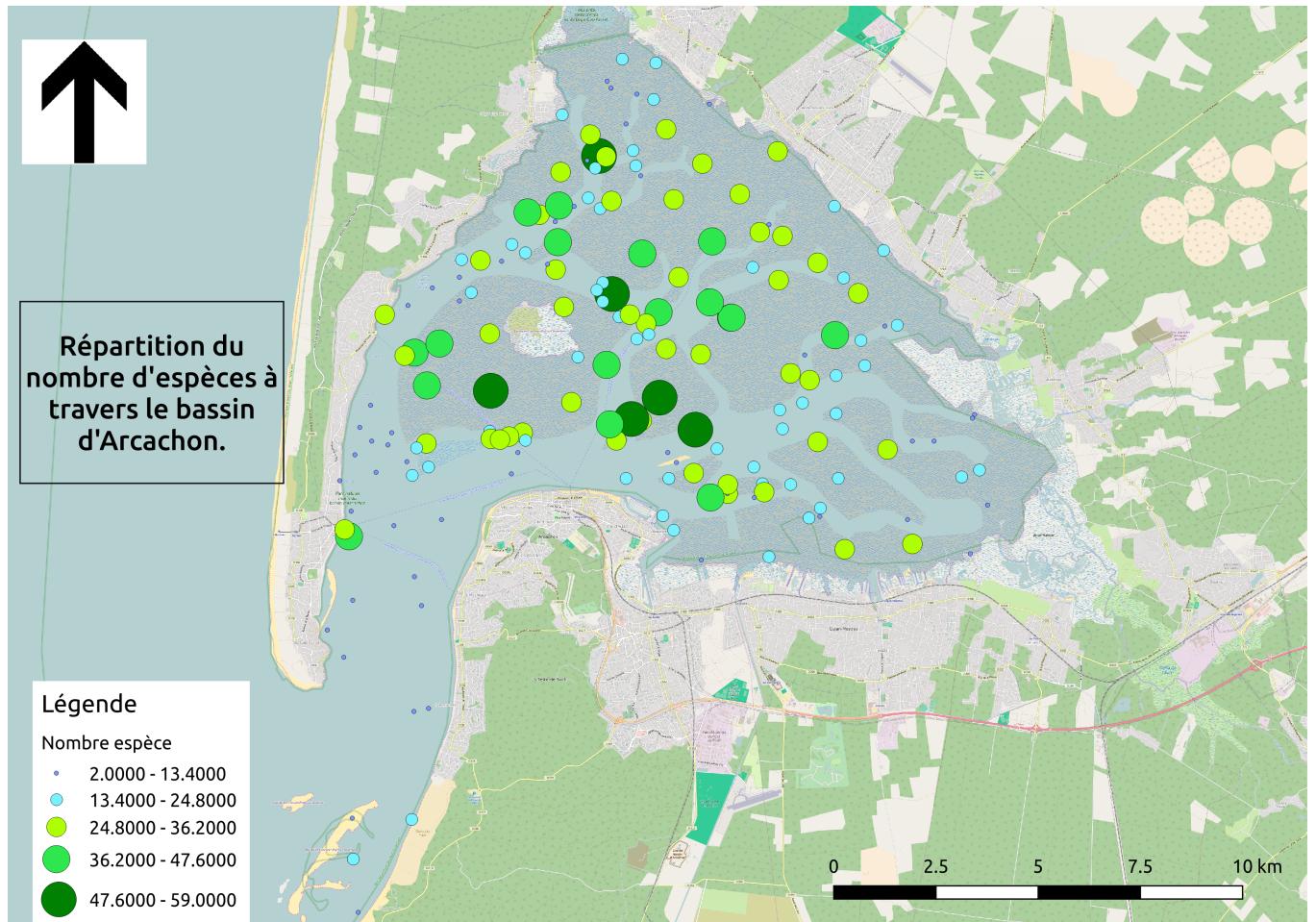


Figure 33: Distribution du nombre d'espèces à travers le bassin d'Arcachon

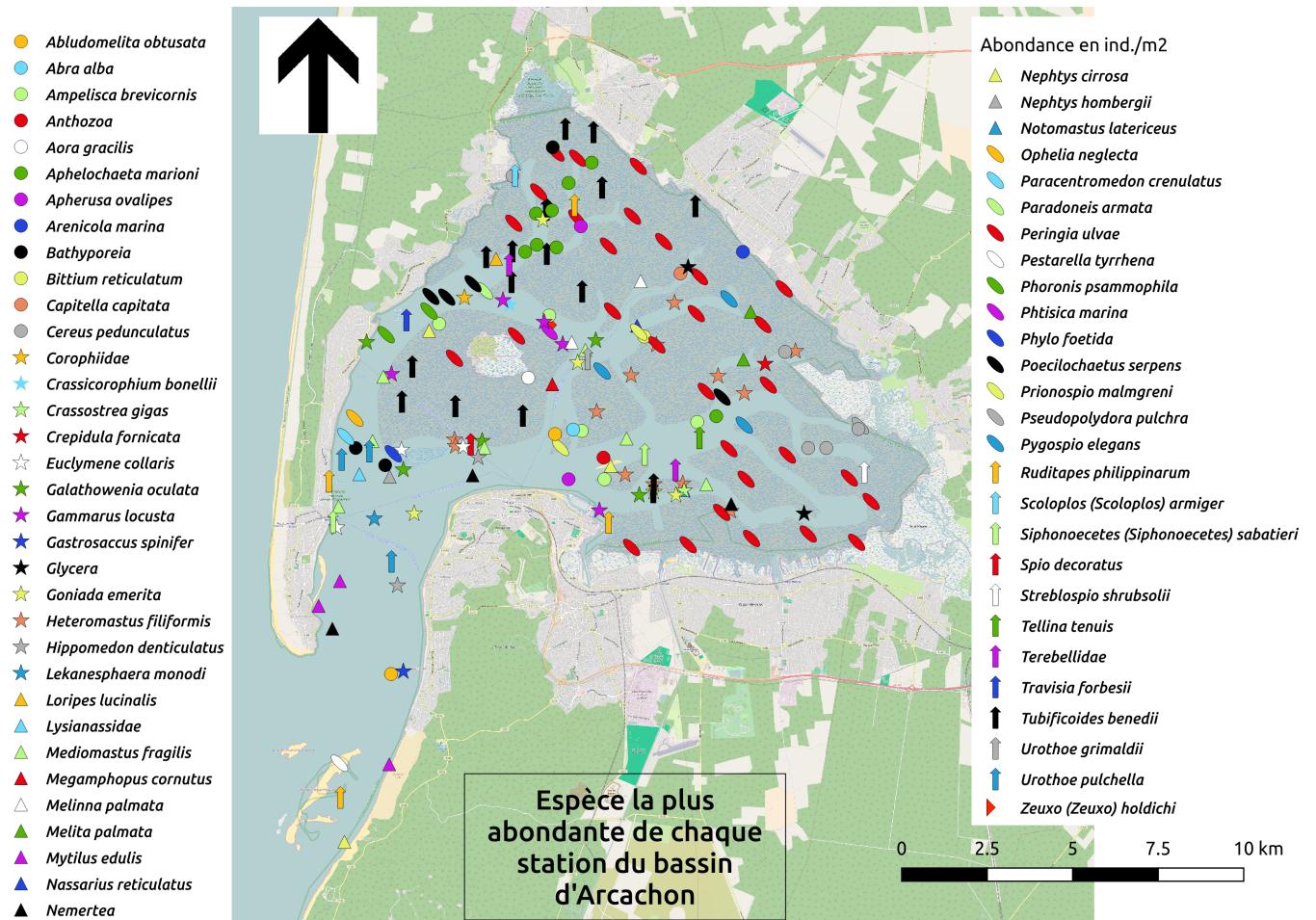


Figure 34: Mise en évidence de l'espèce la plus abondante de chaque station à travers le bassin d'Arcachon

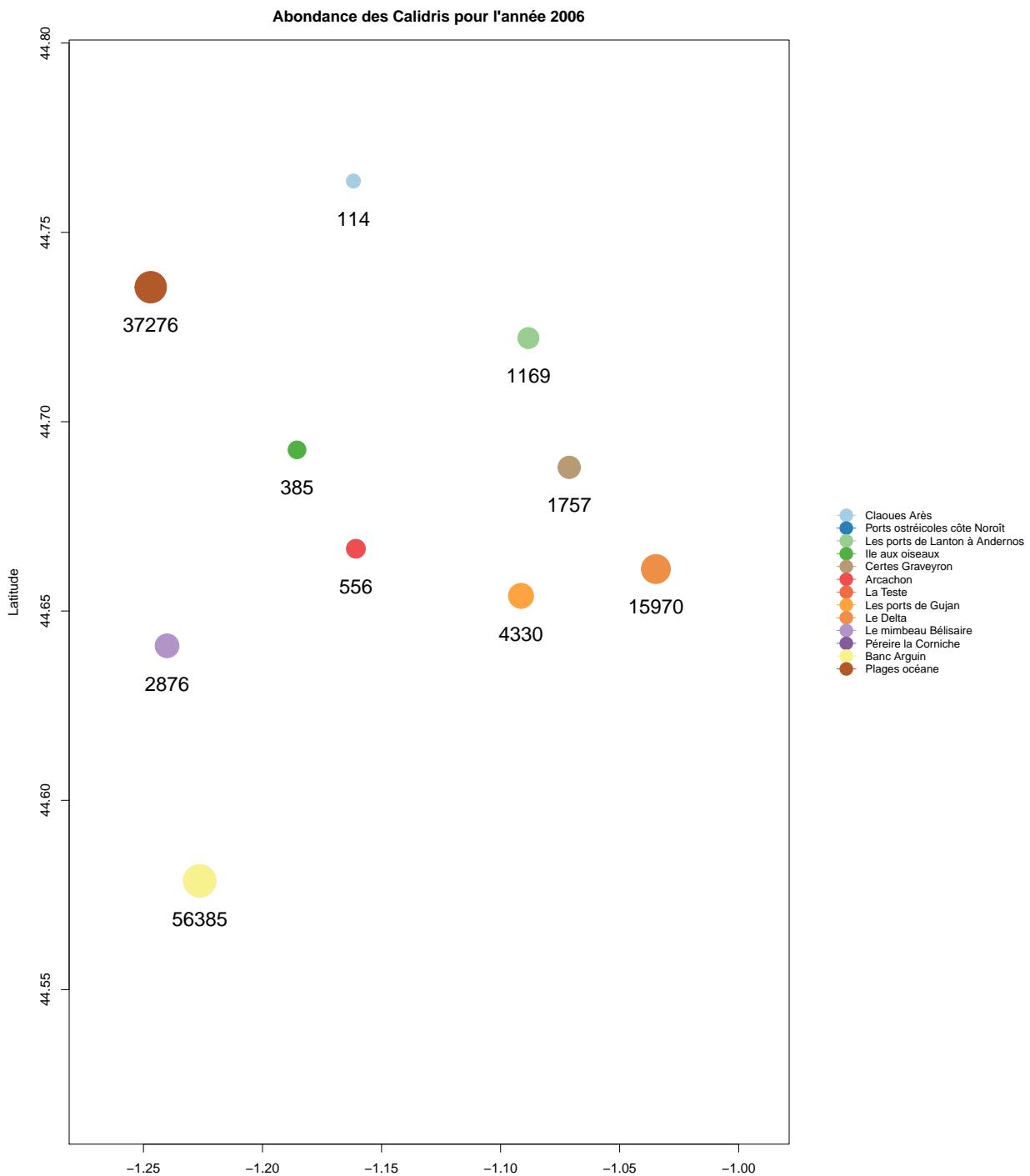


Figure 35: Répartition par secteur de l'abondance sommée de l'ensemble des Calidris pour l'année 2006 dans le bassin d'Arcachon. Chaque information secteur est positionnée en fonction de sa latitude et longitude et la couleur renseigne sur le nom du secteur. La taille des points indique proportionnellement l'abondance. La valeur indiquée est la valeur de l'abondance.

Répartition des espèces de Calidris sur le BA pour l'année 2006

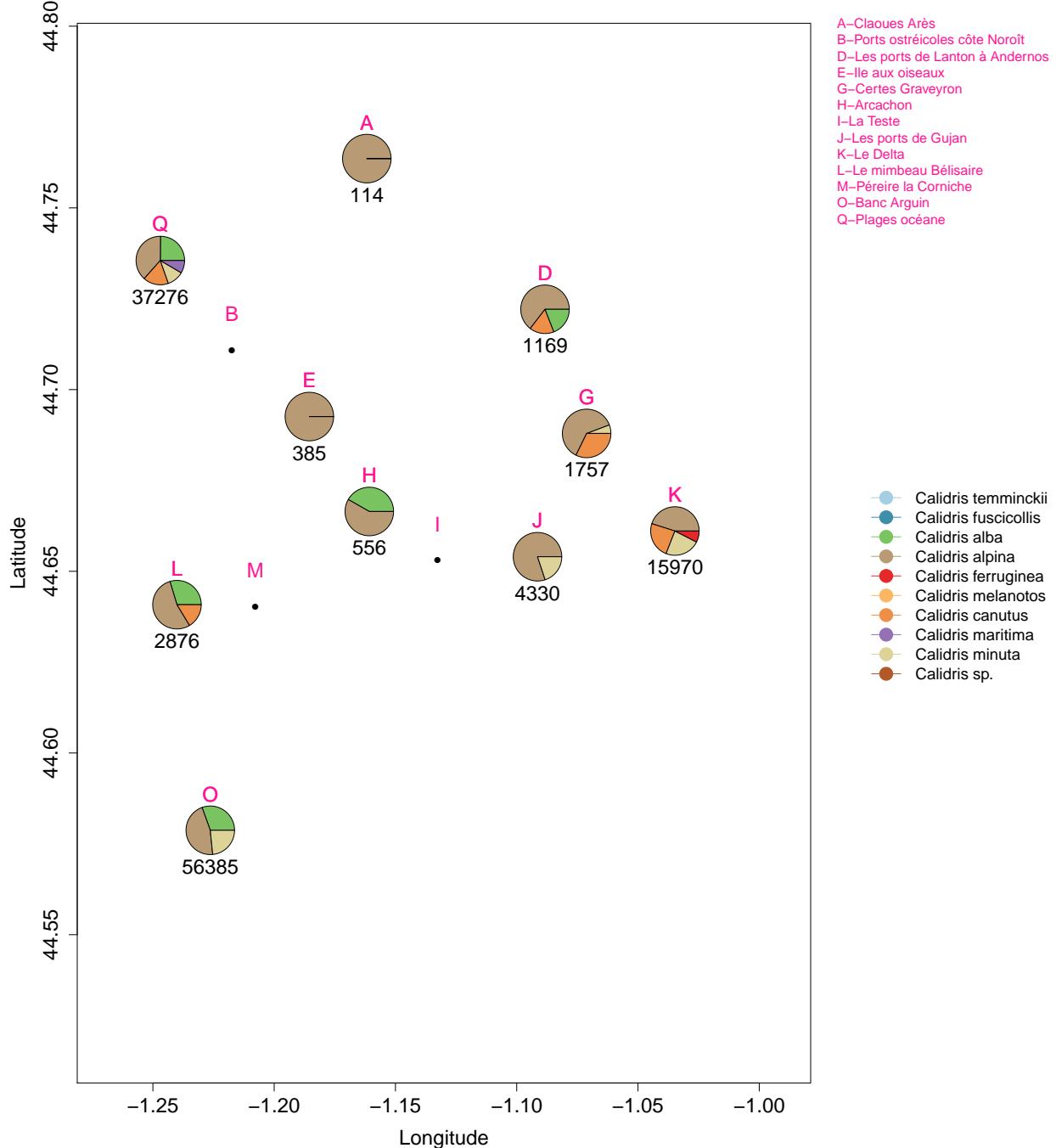


Figure 36: Répartition par secteur des proportions de chaque espèce de Calidris pour l'année 2006 dans le bassin d'Arcachon. Chaque information secteur est positionnée en fonction de sa latitude et longitude et la couleur renseigne sur le nom de chaque espèce. La lettre indique le code secteur. La valeur indiquée est la valeur de l'abondance sommées de l'ensemble des Calidris sur l'année.

Répartition des espèces de Calidris sur le Teich pour l'année 2006

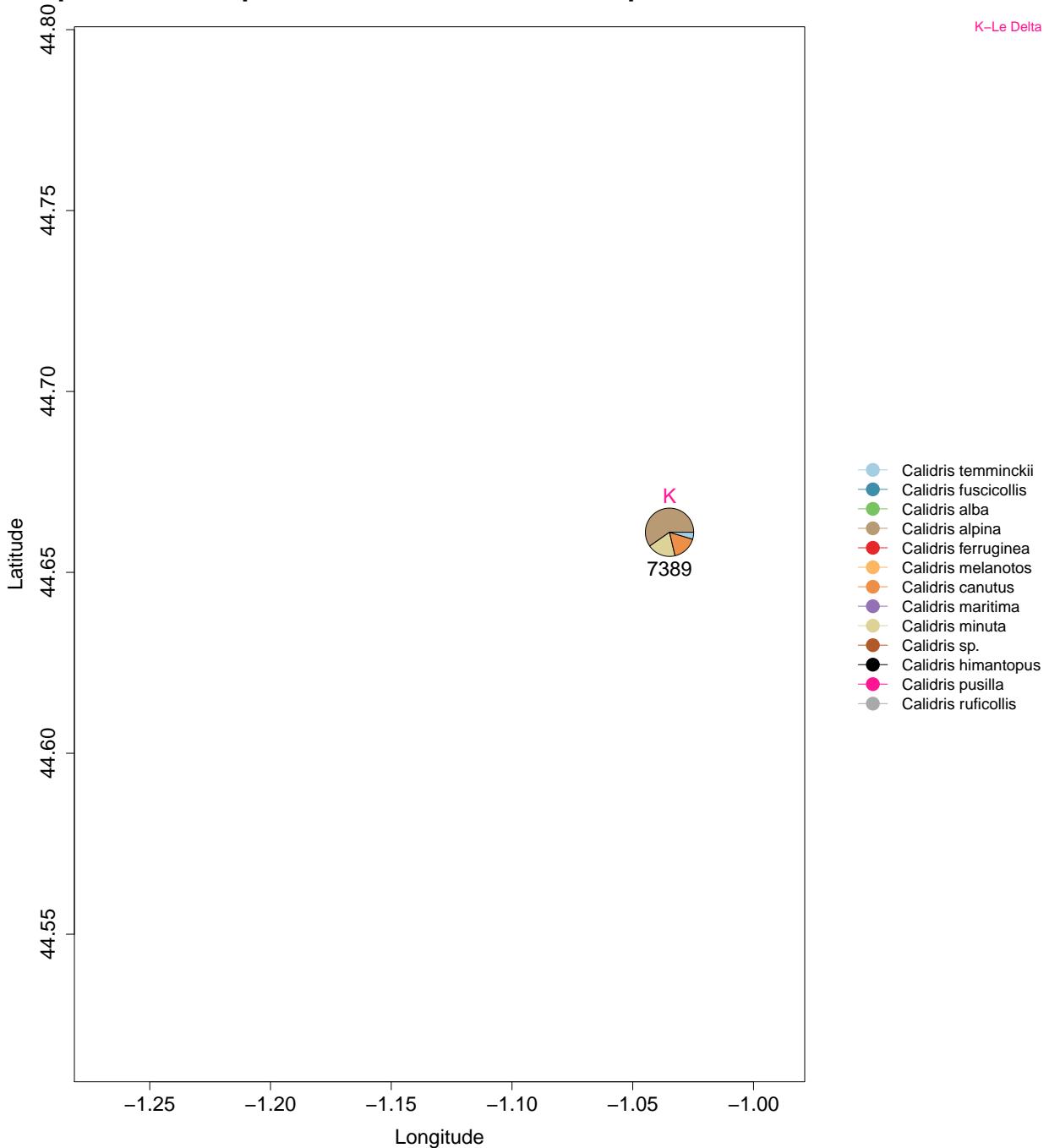


Figure 37: Répartition pour le secteur du Teich (Données Rés. Teich) des proportions de chaque espèce de Calidris pour l'année 2006 dans le bassin d'Arcachon. La couleur renseigne sur le nom de chaque espèce. La valeur indiquée est la valeur de l'abondance sommées de l'ensemble des Calidris sur l'année.

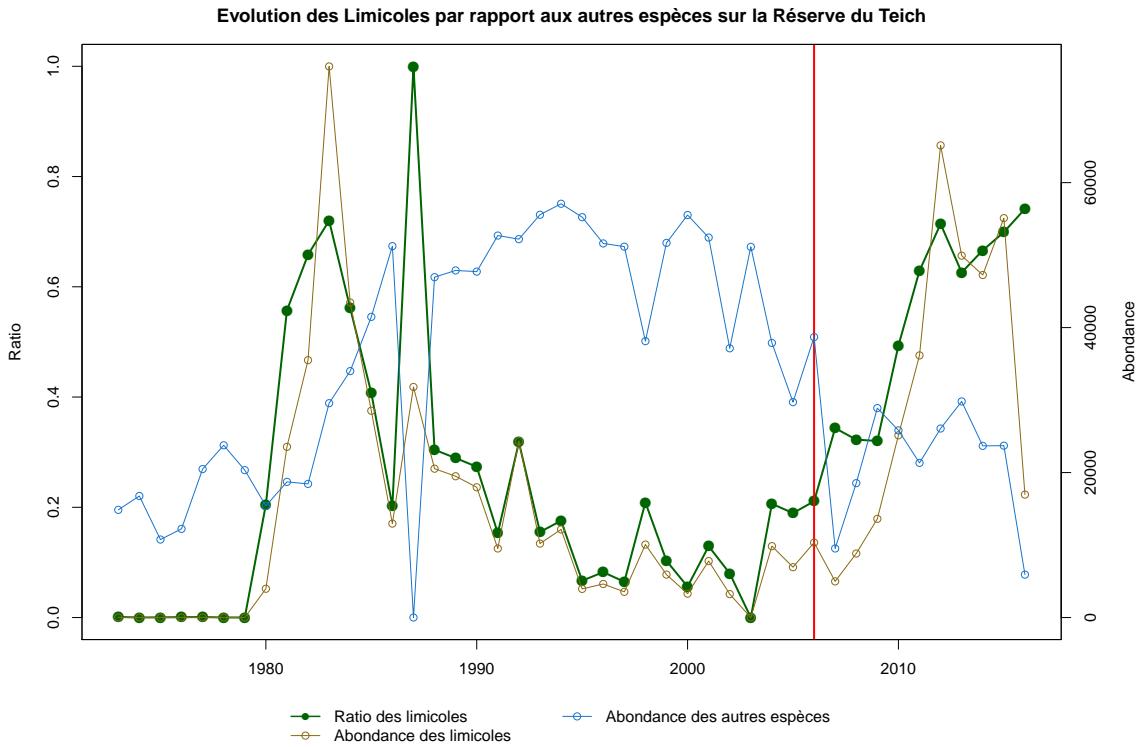


Figure 38: Evaluation de la proportion des limicoles parmi l'ensemble des espèces sur le bassin d'Arcachon. On peut voir qu'en 1983 on a un pic d'abondance, puis une diminution progressive des limicoles (abondance) avant que leur population recommence à augmenter de manière constante depuis 2006. Le ratio de limicole voit sa valeur augmenter brutalement en 1987 dû au fait qu'il y a peu de données cette année-là.

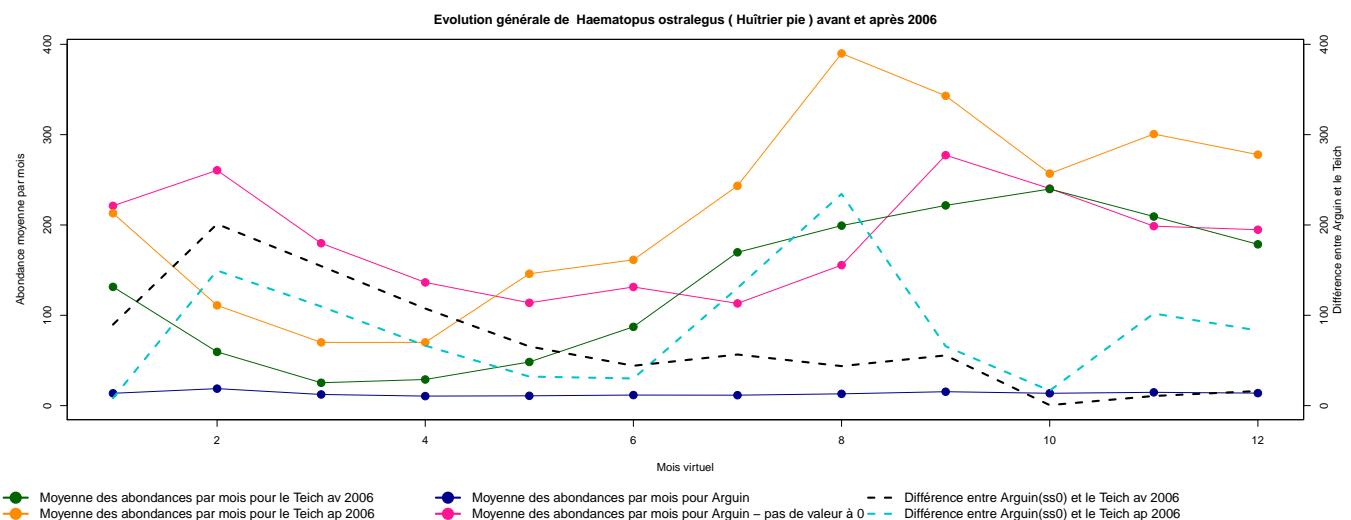


Figure 39: Le Bassin d'Arcachon est-il plus proche du Teich avant 2006 ou après 2006 ?

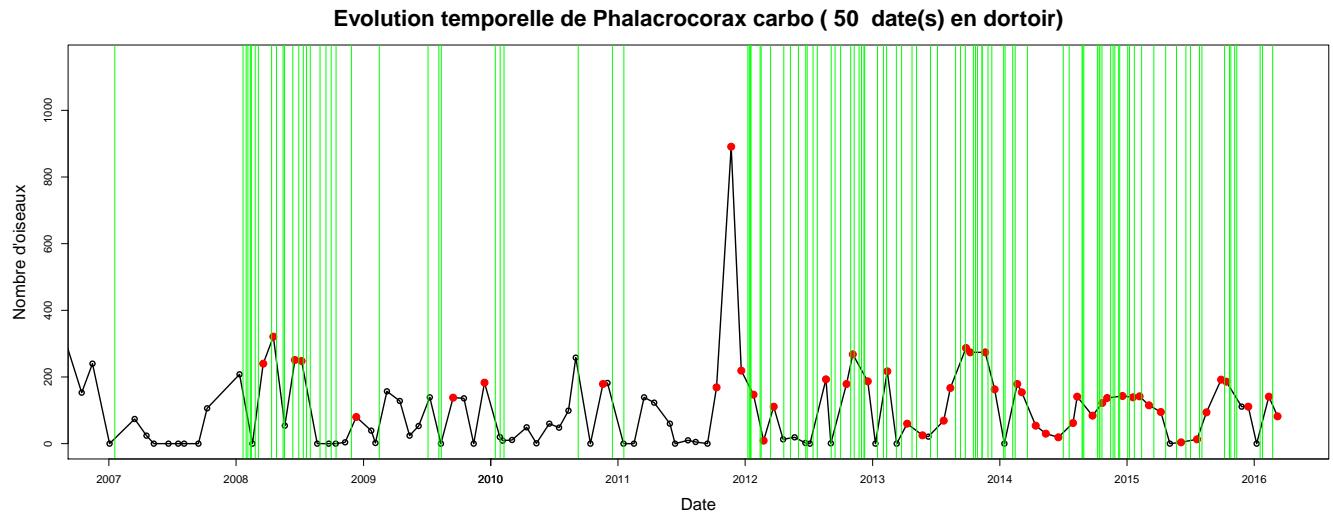


Figure 40: Représentation de l'information dortoir

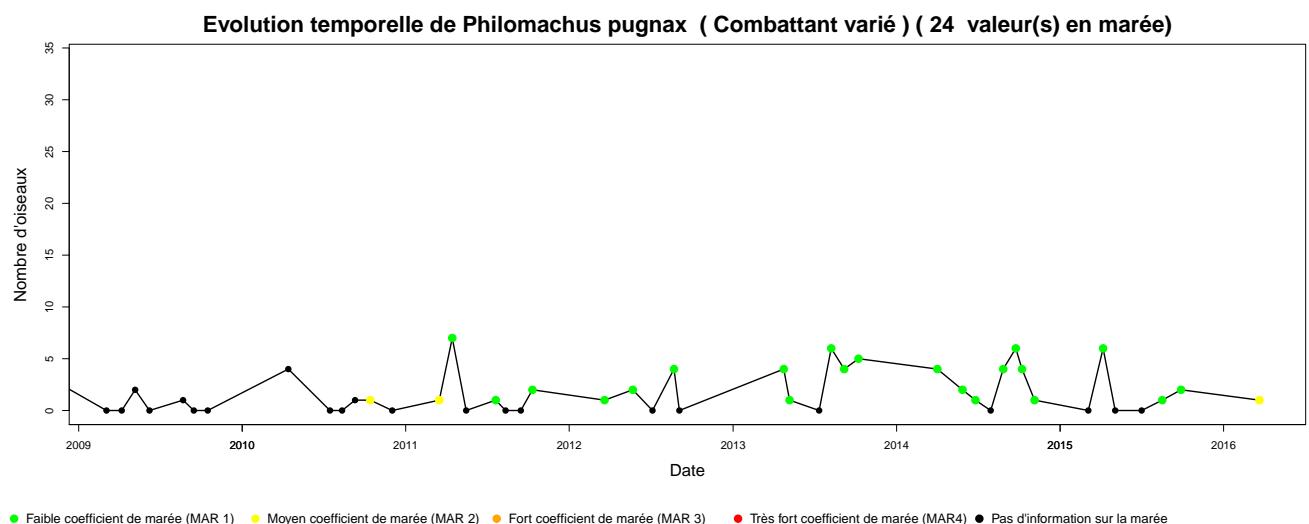


Figure 41: Représentation de l'information marée