



ISIMA – INSTITUT SUPÉRIEUR D'INFORMATIQUE, DE MODÉLISATION ET DE LEURS APPLICATIONS  
(1 RUE DE LA CHEBARDE, 63178 AUBIÈRE)

INRAE UMR UREP  
(5 CHEMIN DE BEAULIEU, 63000 CLERMONT-FERRAND)

---

# Analyse des trajectoires de biodiversité des prairies

## Rapport du Projet ZZ2 - F4

---

*Auteur :*  
Loubna TALEB  
Zélie BESANCENET

*Tuteur d'entreprise :*  
Franck JABOT  
*Référent :*  
Jonas KOKO

Soutenu le MARDI 05 MARS 2024  
Durée du projet :60H

## **REMERCIEMENTS**

Nous tenons à remercier Monsieur Franck Jabot, notre tuteur d'entreprise, pour son soutien inestimable tout au long de ce projet. Sa guidance éclairée et son expertise ont été des piliers essentiels de notre progression. De même, nous tenons à remercier Messieurs Jonas Koko et Gilles Leborgne pour leurs conseils judicieux et leurs idées novatrices qui ont grandement contribué à la réussite de notre projet. Leur engagement et leur contribution remarquable ont été d'une valeur inestimable, et nous sommes reconnaissantes de les avoir à nos côtés.

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
1.1	Contexte du Projet . . . . .	1
1.2	Objectifs du Projet . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Diagramme de Gantt</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Synthèse</b>	<b>3</b>
3.1	Première méthode . . . . .	3
3.1.1	Exploration des écosystèmes prairiaux . . . . .	3
3.1.1.1	Une analyse multidimensionnelle des données . . . . .	3
3.1.1.2	Analyse de la dynamique de l'abondance des prairies . . . . .	3
3.1.1.3	Un pré-traitement de données . . . . .	4
3.1.2	Influence de l'abondance Initiale . . . . .	5
3.1.2.1	Calcul de la distance . . . . .	5
3.1.2.2	La matrice de la distance . . . . .	5
3.1.2.3	La matrice de différence de l'abondance initiale . . . . .	6
3.1.2.4	Corrélation entre les deux matrices . . . . .	6
3.1.2.5	Interprétation des résultats . . . . .	6
3.1.3	Influence de la fertilisation . . . . .	8
3.1.3.1	Interprétation des résultats . . . . .	9
3.2	Deuxième méthode : . . . . .	10
3.2.1	ANOVA : Influence de l'abondance initiale . . . . .	10
3.2.2	Test de l'ANOVA et interprétation . . . . .	10
3.2.3	ANOVA :Influence de la fertilisation . . . . .	11
3.2.4	Test de l'ANOVA et interprétation . . . . .	12
<b>4</b>	<b>Conclusion</b>	<b>14</b>

# Chapitre 1

## Introduction

Les prairies, en plus de leur valeur agronomique, jouent un rôle écologique crucial en tant que moteur essentiel du fonctionnement des écosystèmes. Leur biodiversité, fondamentale, offre un habitat vital à une multitude d'espèces végétales et animales, tandis que leur capacité à stocker une quantité significative de carbone dans leurs sols en fait d'importants puits de carbone, contribuant ainsi à atténuer les effets du changement climatique. De plus, elles sont essentielles pour prévenir l'érosion du sol et fournir des ressources alimentaires et des abris pour le bétail et la faune sauvage.

### 1.1 Contexte du Projet

Notre projet, mandaté par l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE), plus spécifiquement par l'unité de recherche sur l'écosystème Prairial (UREP) basée sur le site de Crouel, repose sur l'analyse de données récentes tirées de la littérature (Wilfahrt et al., Journal of Ecology 2023). Ces données comprennent des séries temporelles d'abondance d'espèces de plantes prairiales sur une période de 15 ans. L'étude a révélé que les espèces dominantes diminuent moins rapidement que les moins abondantes, et que la fertilisation accélère ce déclin pour les espèces abondantes. Notre analyse se concentrera sur la variabilité des trajectoires de décroissance des espèces abondantes afin d'examiner les différences entre les espèces et les effets des traitements, notamment la fertilisation.

### 1.2 Objectifs du Projet

Pour mener à bien cette analyse, nous avons utilisé le logiciel de statistiques R, qui nous a permis de manipuler les jeux de données à l'aide de plusieurs bibliothèques. Une analyse statistique préliminaire de chaque attribut est disponible sur le site du portail de données EDI. Ainsi, nos objectifs principaux consistent à répondre à deux problématiques concernant les prairies :

1. Déterminer si les plantes caractérisées par une forte abondance initiale décroissent de la même manière que celles caractérisées par une faible abondance initiale.
2. Évaluer l'impact significatif de la fertilisation des plantes sur la trajectoire de décroissance de leur abondance au fil du temps.

## Chapitre 2

# Diagramme de Gantt



FIGURE 2.1 – Diagramme de Gantt

## Chapitre 3

# Synthèse

### 3.1 Première méthode

#### 3.1.1 Exploration des écosystèmes prairiaux

##### 3.1.1.1 Une analyse multidimensionnelle des données

Notre jeu de données est composé de 9979 observations et 22 attributs, provenant de 90 pays à travers le monde. Ces données ont été recueillies sur plusieurs parcelles abritant différents types de plantes. Ces plantes se déclinent en 261 taxons, chacun étant caractérisé par plusieurs attributs tels que la couverture initiale, la couverture absolue et la couverture relative. De plus, les données comprennent le nombre d'années de traitement ainsi que le type de traitement. Les traitements incluent NPK (fertilisant composé d'azote, de phosphore et de potassium), Fence (traduction anglaise de "clôture", désignant les parcelles non soumises au pâturage), et un traitement témoin, désigné sous le nom de Control, où les taxons n'ont été soumis à aucune condition spécifique. Certains types de plantes ont également été soumis à un traitement combiné de fertilisation et de clôture.

Voici la distribution des Taxons , traitement , et des années de traitement :

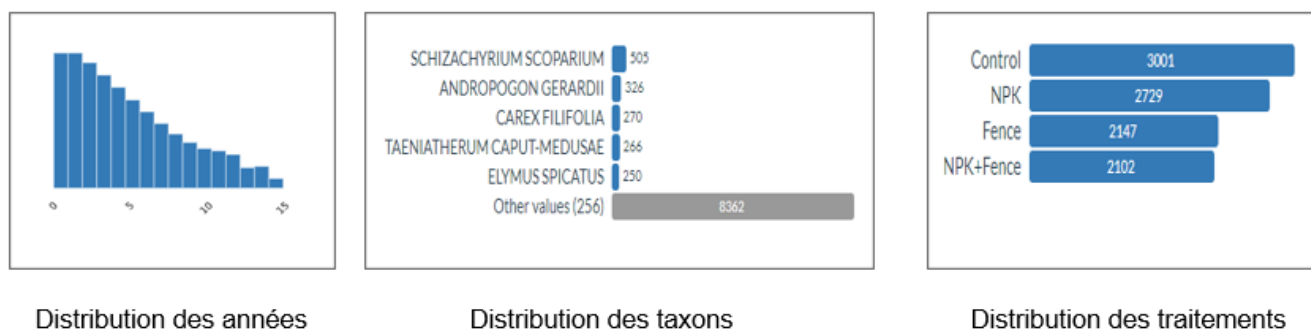


FIGURE 3.1 – Distribution des années, des taxons et des traitements

##### 3.1.1.2 Analyse de la dynamique de l'abondance des prairies

Au cours des 15 années de traitement sur les 90 sites d'étude, les écologistes ont observé une tendance à la diminution de l'abondance des prairies, avec des variations significatives dans cette diminution au sein de chaque site. Cette évolution différenciée de l'abondance au fil du temps s'explique par une série de facteurs interdépendants.

1. Un aspect crucial est le type d'abondance initiale présent dans chaque site. Certaines plantes ont une abondance initiale élevée, caractérisée par une densité importante de végétaux, tandis que d'autres présentent une abondance initiale plus faible, avec moins de végétation. Ces différences initiales dans l'abondance créent une diversité de conditions de départ pour chaque site, influençant ainsi la manière dont les plantes réagissent aux traitements appliqués.
2. Un autre aspect tout aussi important dans la façon dont l'abondance des plantes décroît est le type de traitement adopté dans chaque parcelle et pour chaque type de prairie. Ce traitement a influencé le déclin de l'abondance des plantes. Par exemple, l'ajout chronique d'éléments nutritifs expérimentaux et l'exclusion des vertébrés entraînaient la perte de dominance de certains sous-ensembles d'espèces plus rapidement que dans les parcelles témoins.

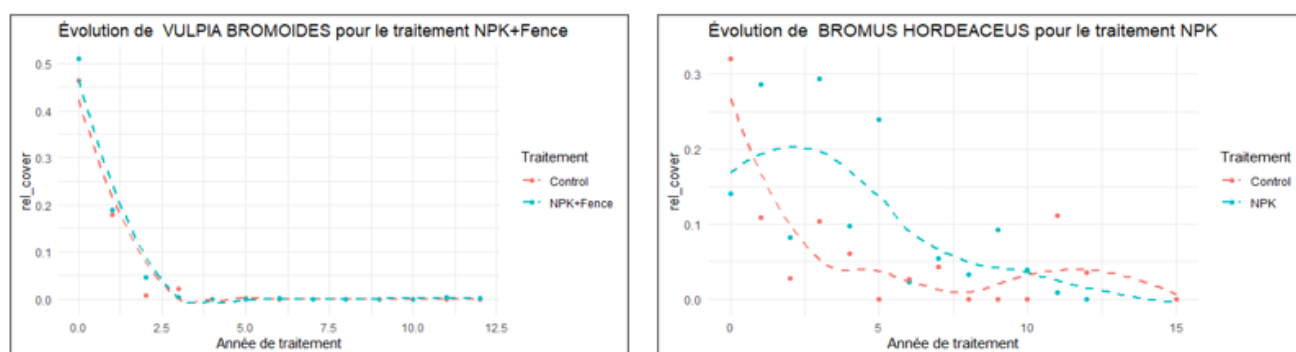


FIGURE 3.2 – Évolution de l'abondance relative de VULPIA MYUROS et BROMUS TECTORUM au cours du temps

### 3.1.1.3 Un pré-traitement de données

Avant d'aborder les deux problématiques, nous avons filtré les données pour exclure les sites où les taxons n'ont pas été soumis à un traitement d'au moins 6 ans. Nous avons constaté que certaines plantes n'ont fait l'objet d'expérimentation que pendant 2 ou 3 ans, ce qui est insuffisant pour mener des tests significatifs par la suite.

Ainsi, la distribution des codes de site après ce pré-traitement montre une réduction du nombre de sites où la durée d'expérimentation des taxons est inférieure à 6 ans :

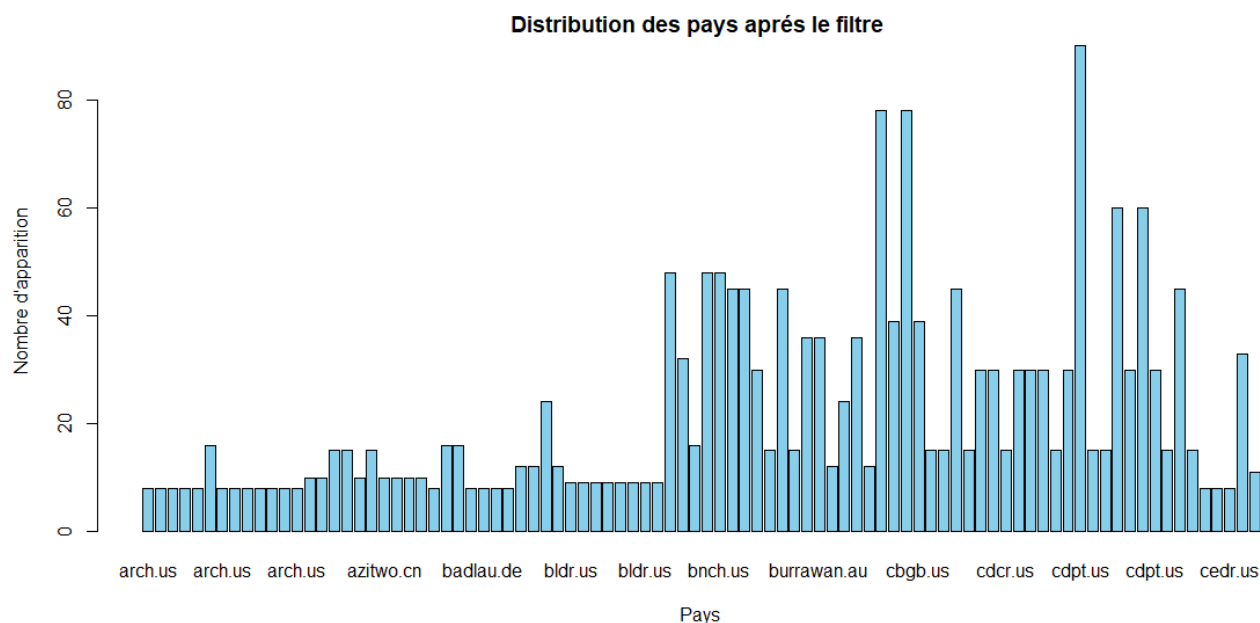


FIGURE 3.3 – La distribution des pays après le filtre

### 3.1.2 Influence de l'abondance Initiale

#### 3.1.2.1 Calcul de la distance

Nous avons calculé la distance entre deux types de prairies sur un site et un traitement préalablement définis, en utilisant une métrique euclidienne :

$$\sum_{i=0}^{nb-an} |f_2(x_i) - f_1(x_i)|$$

### 3.1.2.2 La matrice de la distance

Nous avons généré des matrices représentant un site et un traitement parmi les quatre traitements possibles (NPK, Fence, NPK + Fence, Témoin), où chaque cellule  $i, j$  dans la matrice représente la distance entre deux plantes testées sur des parcelles différentes ou sur les mêmes parcelles (plot) :

$$M_{ij} = \text{dist}[(\text{Taxon}_i, \text{plot}_i); (\text{Taxon}_j, \text{plot}_j)]_{ij}$$

Voici les résultats obtenus pour le site "arch.us" et le traitement "NPK + Fence" :

	SCHIZACHYRIUM RHIZOMATUM	ELEOCHARIS BALDWINII	PASPALUM NOTATUM
SCHIZACHYRIUM RHIZOMATUM	0.000000	1.371406	1.550481
ELEOCHARIS BALDWINII	1.371406	0.000000	2.433769
PASPALUM NOTATUM	1.550481	2.433769	0.000000

FIGURE 3.4 – La matrice de distance pour le site "arch.us" et le traitement "NPK +Fence".



### 3.1.2.3 La matrice de différence de l'abondance initiale

La deuxième étape pour répondre à la problématique consiste à générer la matrice de différence de l'abondance initiale, définie par :

$$D_{ij} = [\text{Rel\_cover\_initial}(\text{Taxon}_i, \text{plot}_i) - \text{Rel\_cover\_initial}(\text{Taxon}_j, \text{plot}_j)]_{ij}$$

Nous avons testé notre code sur le site "arch.us" et le traitement "NPK + Fence", obtenant les résultats suivants :

	SCHIZACHYRIUM RHIZOMATUM	ELEOCHARIS BALDWINII	PASPALUM NOTATUM
SCHIZACHYRIUM RHIZOMATUM	0.0000000	0.19409541	0.15082956
ELEOCHARIS BALDWINII	0.1940954	0.00000000	0.04326585
PASPALUM NOTATUM	0.1508296	0.04326585	0.00000000

FIGURE 3.5 – La matrice de différence pour le site "arch.us" et le traitement "NPK + Fence".

### 3.1.2.4 Corrélation entre les deux matrices

Pour calculer la corrélation entre les deux matrices, nous avons transformé les deux matrices en deux vecteurs. Ensuite, nous avons calculé la corrélation entre ces deux vecteurs en utilisant la formule suivante :

$$\text{corr}(\vec{M}_{ij}, \vec{D}_{ij}) = \frac{\text{cov}(\vec{M}_{ij}, \vec{D}_{ij})}{\sigma(\vec{M}_{ij})\sigma(\vec{D}_{ij})}$$

Nous avons implémenté ceci automatiquement à l'aide de la fonction `cor(vect_1, vect_2)`, et nous avons trouvé une corrélation de 0.43 pour les deux matrices présentées ci-dessus.

### 3.1.2.5 Interprétation des résultats

Nous avons appliqué cette méthode aux 56 sites répertoriés, en examinant chaque traitement individuellement. Voici les résultats obtenus sous forme de tableau :

	Site	Traitement	Correlation
1	arch.us	Control	0.06737549
2	arch.us	NPK	0.73112950
3	arch.us	Fence	0.87412102
4	arch.us	NPK+Fence	0.43130382
5	badlau.de	Control	0.99550292
6	badlau.de	NPK	0.91319326
7	badlau.de	Fence	NA
8	badlau.de	NPK+Fence	NA
9	bldr.us	Control	1.00000000
10	bldr.us	NPK	1.00000000
11	bldr.us	Fence	1.00000000
12	bldr.us	NPK+Fence	1.00000000
13	bnch.us	Control	0.42749130
14	bnch.us	NPK	0.89882383
15	bnch.us	Fence	0.42288417
16	bnch.us	NPK+Fence	0.59131658
17	bogong.au	Control	0.86928769
18	bogong.au	NPK	0.96795568
19	bogong.au	Fence	0.70465809
20	bogong.au	NPK+Fence	0.32987501
21	burrawan.au	Control	0.39998709
Showing 1 to 22 of 224 entries, 3 total columns			

FIGURE 3.6 – Corrélation entre les deux matrices pour chaque site

Une corrélation entre -0.1 et 0.1 indique que l'abondance initiale est similaire, ce qui implique que les espèces décroissent de la même manière. Par exemple, sur le site kbs.us, les deux espèces "CENTAUREA STOEBE" et "PHLEUM PRATENSE" ont une abondance initiale identique de 0.48 et une corrélation de 0.12, indiquant qu'elles décroissent de manière similaire :

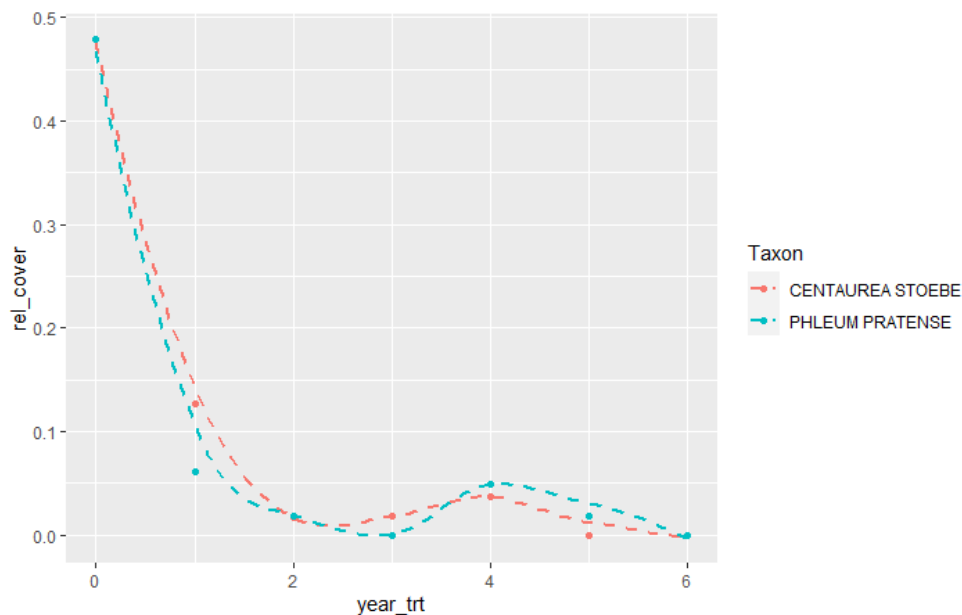


FIGURE 3.7 – Décroissance de CENTAUREA STOEBE et PHLEUM PRATENSE

Une corrélation forte proche de 1 indique que les abondances initiales sont différentes, ce qui implique que les espèces de prairies ne décroissent pas de la même manière. Par exemple, les espèces CAREX SP. et POLYGONUM SP. présentent des abondances initiales différentes (0.4878049 et 0.4 respectivement) et une corrélation élevée de 0.95381849 :

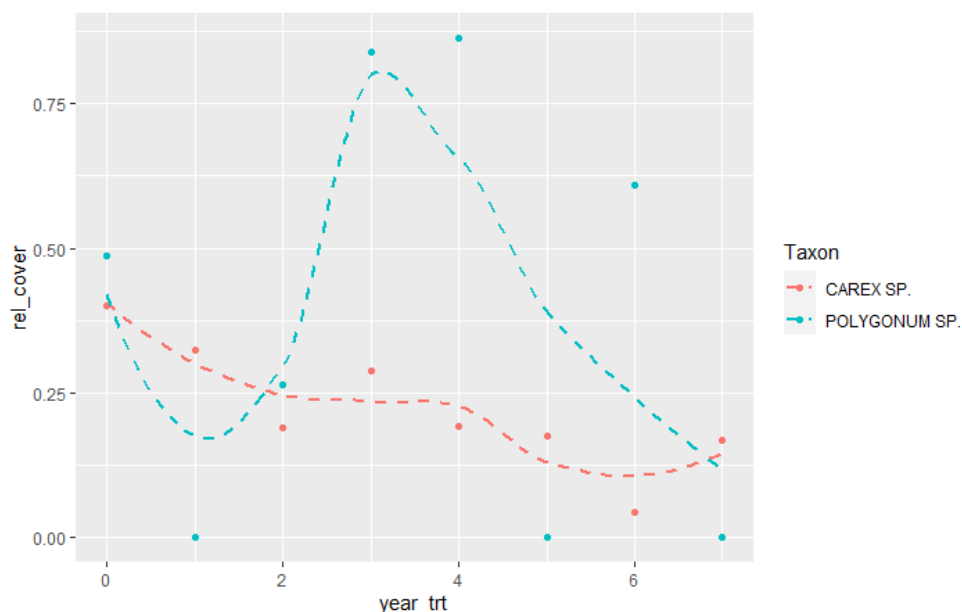


FIGURE 3.8 – Décroissance de CAREX SP. et POLYGONUM SP.

### 3.1.3 Influence de la fertilisation

Afin de visualiser l'effet de la fertilisation sur la décroissance de l'abondance relative au cours du temps, nous avons calculé la moyenne et la médiane de la matrice de distance pour

deux traitements : le traitement "Control" et le traitement "NPK". Ensuite, nous avons calculé le pourcentage de différence entre la moyenne pour le traitement "Control" et celle pour le traitement "NPK", comme suit :

$$\text{Diff\_rel} = \frac{|\text{moy\_Control} - \text{moy\_Npk}|}{|\text{moy\_Control}|} \times 100$$

Ainsi, voici le tableau présentant les moyennes et les médianes pour chaque traitement(à droite) ainsi que le tableau affichant le pourcentage de différence entre les deux moyennes pour les deux traitements sur chaque site(à gauche).

Site	Difference_Moyenne
1 arch.us	3.349970
2 badlau.de	11.156423
3 bidr.us	32.096921
4 bnch.us	12.492408
5 bogong.au	39.601938
6 burrawan.au	187.960559
7 cbgb.us	25.526405
8 cdcr.us	37.302899
9 cdpt.us	154.681771
10 cereep.fr	NaN
11 chilcas.ar	16.434203
12 comp.pt	80.787643
13 cowi.ca	64.771363
14 doane.us	51.772485
15 elliot.us	55.250727
16 ethass.au	70.974847
17 frue.ch	7.454735
18 glcr.us	145.724519
19 hall.us	4.509826
20 hero.uk	NaN
21 hopl.us	123.056959
Showing 1 to 22 of 56 entries, 2 total columns	

Site	Traitement	Moyenne	Median	Diff_Relative
1 arch.us	Control	1.67827440	1.54626312	7.86589332135317%
2 arch.us	NPK	1.73449609	1.56723695	9.64309663095155%
3 badlau.de	Control	0.92195974	0.94251590	2.22961607882282%
4 badlau.de	NPK	0.81910201	0.73312404	10.4966133157756%
5 bidr.us	Control	2.30704448	2.30704448	0%
6 bidr.us	NPK	1.56655424	1.56655424	0%
7 bnch.us	Control	1.92384393	2.42799414	26.2053588473188%
8 bnch.us	NPK	2.16417836	2.31477749	6.95872057525167%
9 bogong.au	Control	1.26692402	1.51893300	19.8914040815719%
10 bogong.au	NPK	1.76865049	1.62882233	7.90592364080877%
11 burrawan.au	Control	1.45725737	1.75499949	20.4316777091491%
12 burrawan.au	NPK	4.19632645	3.37759618	19.5106429152012%
13 cbgb.us	Control	2.08290811	2.48780194	19.4388716588239%
14 cbgb.us	NPK	1.55121654	1.58467694	2.15704218074602%
15 cdcr.us	Control	2.22505649	2.11112930	5.12019313098968%
16 cdcr.us	NPK	1.39504591	1.39791487	0.205653537590664%
17 cdpt.us	Control	0.89526336	0.84490085	5.62544128412284%
18 cdpt.us	NPK	2.28007259	2.64654534	16.0728541984579%
19 cereep.fr	Control	1.29652207	1.25838442	2.9415350466744%
20 cereep.fr	NPK	NaN	NA	NA%
21 chilcas.ar	Control	4.29518234	3.83981415	10.6018360073319%

FIGURE 3.9 – Pourcentage de la moyenne entre NPK et Control ; les moyennes et les médianes pour chaque site et chaque traitement

### 3.1.3.1 Interprétation des résultats

Un pourcentage de différence élevé indiquerait une grande disparité entre les effets des deux traitements sur la décroissance de l'abondance relative. Plus précisément, une valeur élevée indiquerait une différence significative dans la réponse des populations entre les traitements "Control" et "NPK" et traduit l'influence de la fertilisation. ce qu'on remarque bien avec ces courbes :

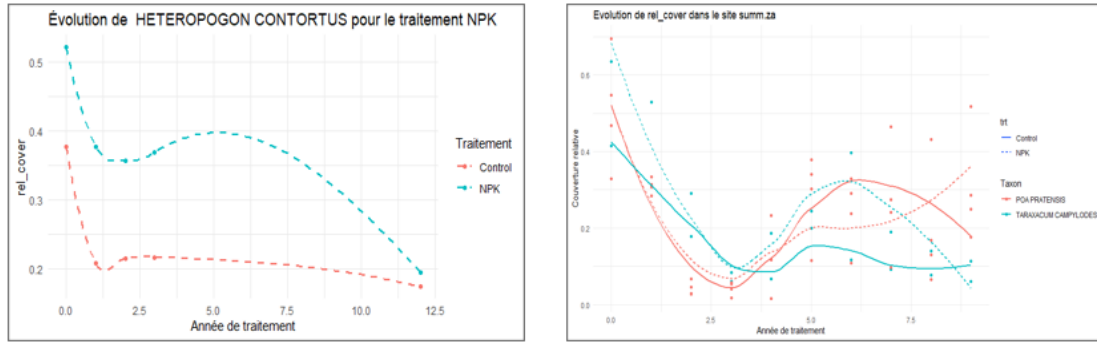


FIGURE 3.10 – Évolution de la fertilisation entre Control et NPK

## 3.2 Deuxième méthode :

### 3.2.1 ANOVA : Influence de l'abondance initiale

Nous avons utilisé une technique statistique, l'analyse de variance (ANOVA), pour répondre à la question de savoir si l'abondance initiale a un effet significatif sur la décroissance de l'abondance au fil du temps. Voici la procédure que nous avons suivie pour répondre à cette question :

#### 1. Formulation des hypothèses

- "Hypothèse nulle (H0)" : Il n'y a pas de différence significative dans les formes des courbes de décroissance entre les espèces abondantes et moins abondantes.
- "Hypothèse alternative (H1)" : La forme des courbes de décroissance diffère entre les espèces abondantes et moins abondantes.

2. **Collecte des données** : Nous avons divisé les données en espèces abondantes et moins abondantes en calculant le premier quartile de l'abondance initiale. Ensuite, nous avons comparé l'abondance initiale de chaque espèce : si elle était supérieure au premier quartile, l'espèce était considérée comme abondante ; sinon, elle était considérée comme moins abondante.

3. **Calcul de la variance** : Nous avons calculé la variance inter-classe et la variance intra-classe entre deux espèces de taxons différents sur un site donné avec un traitement donné. Les formules utilisées sont les suivantes :

- Variance inter-classe :  $\text{Var-inter} = \sum_{i=0}^2 (\bar{X}_i - \bar{X})^2$
- Variance intra-classe :  $\text{Var-intra} = \sum_{i=0}^2 \sum_{j=0}^{\text{nb. année}} (X_{ij} - \bar{X}_i)^2$

Ensuite, nous avons calculé la statistique F en comparant la variation entre-groupes à la variation à l'intérieur des groupes avec la formule :

$$F = \frac{\frac{\text{Var-inter}}{k-2}}{\frac{\text{Var-intra}}{n-k}}$$

où  $k$  est le nombre de classes (2) et  $n$  est le nombre d'échantillons testés. Nous avons ensuite comparé la probabilité associée de la statistique F au seuil alpha de 0,05.

4. **Implémentation** : Nous avons implémenté tout cela à l'aide de la fonction `aov` en R et avons obtenu une matrice de résultats pour chaque site et chaque traitement.

### 3.2.2 Test de l'ANOVA et interprétation

Nous avons appliqué le test de l'ANOVA à l'ensemble du jeu de données. Ci-dessous, vous trouverez un exemple de matrice de p-value pour le site "arch.us" avec le traitement "NPK" :

	SCHIZACHYRIUM RHIZOMATUM	QUERCUS MINIMA	AXONOPUS FURCATUS	PASPALUM NOTATUM
SCHIZACHYRIUM RHIZOMATUM	0.000000e+00	2.779356e-06	2.273818e-06	0.002620275
QUERCUS MINIMA	2.779356e-06	0.000000e+00	7.188545e-01	0.022570630
AXONOPUS FURCATUS	2.273818e-06	7.188545e-01	0.000000e+00	0.000000000
PASPALUM NOTATUM	2.620275e-03	2.257063e-02	0.000000e+00	0.000000000

FIGURE 3.11 – Matrice de p-valeur pour le site "arch.us" avec le traitement "NPK".

Ensuite, nous avons calculé la moyenne des p-values de la matrice pour chaque site et chaque traitement afin de conclure sur l'effet de l'abondance initiale sur la décroissance de l'abondance au cours du temps :

	Site	Traitement	mean_p_value
1	arch.us	Control	7.475100e-02
2	arch.us	NPK	9.300630e-02
3	arch.us	Fence	2.461199e-04
4	arch.us	NPK+Fence	9.803969e-03
5	azi.cn	Control	1.259368e-01
6	azi.cn	NPK	1.278781e-01
7	azi.cn	Fence	7.663588e-02
8	azi.cn	NPK+Fence	1.681984e-01
9	azitwo.cn	Control	0.000000e+00
10	azitwo.cn	NPK	2.485728e-01
11	azitwo.cn	Fence	1.325030e-01
12	azitwo.cn	NPK+Fence	1.964978e-01
13	badlau.de	Control	3.219309e-03
14	badlau.de	NPK	1.395726e-02
15	badlau.de	Fence	NA
16	badlau.de	NPK+Fence	NA
17	bari.ar	Control	4.568340e-02
18	bari.ar	NPK	0.000000e+00
19	bari.ar	Fence	1.055576e-01
20	bari.ar	NPK+Fence	1.112134e-01
21	barta.us	Control	1.995556e-01

FIGURE 3.12 – Tableau de la moyenne des p-values pour tous les sites et tous les traitements.

Nous observons que la plupart des p-values sont inférieures à 0.05, ce qui nous permet de rejeter l'hypothèse nulle et de conclure que l'abondance initiale a un effet significatif sur la décroissance de l'abondance relative au fil du temps.

### 3.2.3 ANOVA :Influence de la fertilisation

Nous avons utilisé la technique de l'ANOVA pour déterminer si la fertilisation avait un impact significatif sur la décroissance de l'abondance relative des plantes au fil du temps. Voici comment nous avons procédé :

1. **Préparation des données :** Notre ensemble de données comprenait déjà l'attribut NPK,

qui indique si une plante a subi un traitement de fertilisation (1) ou non (0). Nous avons sélectionné un site spécifique et rassemblé l'ensemble des taxons présents dans ce site.

2. **Division en groupes :** Pour chaque taxon, nous avons séparé les échantillons en deux groupes en fonction de la présence ou de l'absence de fertilisation ( $NPK = 1$  ou  $NPK = 0$ ). Cela nous a permis de comparer l'impact de la fertilisation sur chaque taxon.
3. **Application de l'ANOVA :** Nous avons appliqué l'ANOVA à chaque groupe de taxons pour obtenir une valeur de p-value. Cela nous a permis d'évaluer si la différence d'abondance relative entre les groupes était statistiquement significative.
4. **Analyse des résultats :** En généralisant cette méthode à l'ensemble des taxons du site choisi, nous avons obtenu une série de valeurs de p-value. Nous avons ensuite calculé la moyenne des p-values pour chaque site afin d'évaluer la variation de l'impact de la fertilisation d'un site à l'autre. Nous avons considéré que la fertilisation avait un effet significatif si la valeur de p était inférieure à 0.05, indiquant un rejet de l'hypothèse nulle.

### 3.2.4 Test de l'ANOVA et interprétation

Pour le site *arch.us*, nous avons obtenu le tableau des valeurs de p-value suivant :

	Taxons	p_value
1	AXONOPUS FURCATUS	0.33582581
2	SCHIZACHYRIUM RHIZOMATUM	0.10237738
3	PANICUM SP.	NA
4	QUERCUS MINIMA	0.07386192
5	ELEOCHARIS BALDWINII	NA
6	PASPALUM NOTATUM	NA
7	HYPERICUM REDUCTUM	NA

FIGURE 3.13 – Tableau des valeurs de p-value pour chaque Taxon dans le site *arch.us*.

Il est à noter que certaines valeurs sont manquantes (NA) pour certains taxons. Cela est dû au fait que ces taxons n'ont pas été soumis au traitement NPK ou au traitement Contrôle.

De plus, nous avons calculé la moyenne des p-values pour chaque site, comme illustré dans le tableau suivant :

	Site	mean_p_value
1	arch.us	1.706884e-01
2	badlau.de	5.807960e-02
3	bldr.us	6.232567e-01
4	bnch.us	9.914084e-02
5	bogong.au	4.768149e-06
6	burrawan.au	9.160096e-03
7	cbgb.us	6.394289e-21
8	cdcr.us	2.399157e-01
9	cdpt.us	4.072686e-07
10	cereep.fr	NaN
11	chilcas.ar	6.004329e-02
12	comp.pt	2.696369e-03
13	cowi.ca	4.846822e-12
14	doane.us	3.423479e-03
15	elliott.us	5.040000e-01
16	ethass.au	3.237192e-01
17	frue.ch	3.909007e-01
18	glcr.us	9.168494e-01
19	hall.us	5.206711e-03
20	hero.uk	3.669735e-03
21	hopl.us	3.636171e-01

FIGURE 3.14 – Tableau de la moyenne des p-values pour chaque site.

D'après ces résultats, nous observons que la plupart des p-values sont inférieures à 0.05, ce qui nous permet de rejeter l'hypothèse nulle ( $H_0$  : la fertilisation n'a aucun impact sur la décroissance de la couverture relative au cours du temps). Ainsi, nous concluons que la fertilisation a un impact significatif sur la décroissance de la couverture au cours du temps dans plusieurs sites étudiés.



## Chapitre 4

# Conclusion

Ce projet s'inscrit dans le cadre du programme de deuxième année de l'ISIMA. Son objectif est de nous familiariser avec l'analyse de données à l'aide du logiciel R, en nous basant sur un jeu de données extrait de la littérature scientifique récente de Wilifarht et al. Ce jeu de données permet d'étudier l'évolution de l'abondance des plantes de prairies au fil des années afin de comprendre les facteurs influant sur leur déclin.

Pour répondre aux deux problématiques posées, nous avons adopté deux méthodes distinctes :

1. **Première méthode :** Nous avons calculé la distance entre les trajectoires de deux taxons dans un site donné, puis généré une matrice de distance. En parallèle, nous avons créé une matrice des différences d'abondance initiale entre les taxons, pour un traitement donné. En croisant ces deux matrices, nous avons évalué la corrélation entre l'abondance initiale et la décroissance ultérieure des plantes.
2. **Deuxième méthode :** Inspirés par nos connaissances en statistiques, acquises notamment grâce aux cours de madame Antoine, nous avons opté pour l'utilisation de l'analyse de variance (ANOVA). Cette méthode nous a permis de calculer les p-values pour chaque groupe d'échantillons, nous permettant ainsi de conclure sur les facteurs impactant la décroissance de la couverture au cours du temps.

Nos analyses ont révélé que l'abondance initiale des prairies ainsi que le traitement de fertilisation ont un impact significatif sur leur évolution. Les prairies ayant une faible abondance initiale décroissent plus rapidement que celles avec une abondance initiale plus élevée. De plus, les espèces ayant subi une fertilisation montrent également une décroissance plus rapide que celles n'ayant reçu aucun traitement spécifique.

Ce projet a présenté quelques défis, notamment au début où nous manquions de connaissances en R pour écrire les fonctions demandées par le tuteur. Nous avons également rencontré des difficultés dans la mise en œuvre d'une fonction de décalage temporel pour trouver la distance minimale entre deux trajectoires de couverture. Malgré ces obstacles, nous avons su nous adapter et tirer des enseignements précieux de cette expérience.

Malgré les changements de direction du projet, nous sommes parvenues à mettre en œuvre les aspects les plus importants que nous souhaitions aborder. Ce projet nous a permis de développer nos compétences en analyse de données et de mieux comprendre le fonctionnement des écosystèmes, en particulier celui des prairies. Il souligne l'importance de l'analyse de données dans notre formation à l'ISIMA. Bien que nous n'ayons pas anticipé tous les défis rencontrés, nous avons su les surmonter et en tirer des leçons précieuses pour notre parcours futur.

# Bibliographie

- [1] P. Wilfahrt, *Cover and rank percentile of initially dominant species in global Nutrient Network plots from 2007-2023*. EDI Data Portal, 30/08/2023. Disponible en ligne : <https://portal.edirepository.org/nis/mapbrowse?packageid=edi.1491.1>. [consulté le 20/02/2024]
- [2] P. Wilfahrt, E. Seabloom, J. Bakker et al., *Nothing lasts forever : Dominant species decline under rapid environmental change in global grasslands*, Journal of Ecology, 21/08/2023, pp. 2472-2485.
- [3] SOS bili en détresse, *[9-R studio-L3] Graphiques GGplot2*, Youtube, 2022. Disponible en ligne : [https://www.youtube.com/watch?v=z2\\_ikLfarBo](https://www.youtube.com/watch?v=z2_ikLfarBo). [consulté le 10/02/2024].
- [4] Datascientest, *L'Analyse de la variance (ANOVA) : un outil basique pour l'analyse des données*, Disponible en ligne : <https://datascientest.com/analyse-de-la-variance-anova>. [consulté le 20/02/2024]
- [5] R Project, *The R Project for Statistical Computing*, Disponible en ligne : <https://www.r-project.org/>. [consulté le 05/02/2024]
- [6] C. Huyghe, *Place des prairies dans les territoires français : regard historique*, 29/05/2020, pp. 3-18. , Disponible en ligne : <https://hal.inrae.fr/hal-02656093/document>. [consulté le 20/02/2024]