

**Végéphyl – 24^e CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
ORLÉANS – 3, 4 et 5 DÉCEMBRE 2019**

**LA PRISE EN COMPTE DE LA STRATEGIE AGRICOLE AMELIORE LA COMPREHENSION DE L'EFFET DES
PRATIQUES SUR LES COMMUNAUTES ADVENTICES**

S. YVOZ¹, S. PETIT¹, L. BIJU-DUVAL¹, S. CORDEAU¹

severin.yvoz@inra.fr

¹ Agroécologie, AgroSup Dijon, INRA; Univ. Bourgogne Franche-Comté, F-21000 Dijon, France.

RESUME

Les agriculteurs présents dans une même situation de production peuvent différer dans leurs objectifs et donc leurs pratiques. Afin de tester l'effet d'une pratique particulière (ex. désherbage chimique) sur la communauté adventice, il est donc nécessaire de tenir compte de l'ensemble des autres pratiques, formant une stratégie agricole. Nous avons ainsi développé 14 indicateurs décrivant les pratiques agricoles enquêtées sur la zone de Féenay de 2004 à 2016 auprès des 23 agriculteurs de la zone. L'originalité des indicateurs est qu'ils situent chaque parcelle par rapport aux autres parcelles ayant mis en œuvre la même culture la même année sur la zone. Ceci nous a permis d'identifier 8 stratégies agricoles sur la zone de 950 ha, qui ont été confrontées et validées avec 11 des 23 agriculteurs concernés lors d'entretiens dédiés. Nous avons ensuite cherché à savoir si la connaissance de la stratégie améliorait la prédiction de l'effet d'une pratique agricole (ex. IFT herbicide) sur la flore adventice. Les résultats montrent que les modèles statistiques étaient presque toujours plus explicatifs lorsqu'ils intégraient l'effet de la stratégie que l'effet de la pratique seule. Ceci confirme l'intérêt d'indicateur tenant compte d'effet annuel et culture, de l'intérêt d'identifier des stratégies agricoles et de les confronter aux regards des agriculteurs pour en comprendre les déterminants, afin d'améliorer notre compréhension de l'effet des pratiques sur la flore.

Mots clés : richesse spécifique, abondance, enquête, herbicide, travail du sol

ABSTRACT

Taking into account of the farming strategy improves the understanding of the effect of farming practices on weed communities.

Farmers located in a homogeneous cropping situation can differ in their objectives and farming practices. In a way to test the effect of a particular practice (ex. chemical weeding) on the weed community structure, it is necessary to take into account all the other practices apply on the field, we'll call hereafter farming strategy. We developed 14 indicators describing farming practices surveyed on the Féenay area from 2004 to 2016. The originality of these indicators rely on the fact that they assess the intensity of each practices implemented in a field accounting for year and crop effect. We identified 8 farming strategies on the 950-ha area, which were confronted and validated by 11 of the 23 farmers during individual interviews. Then, these strategies were integrated into models linking a unique farming practice (e.g. herbicide use) to the weed community indicators. Our results indicate that models were almost always more explicative when they included the strategy and the farming practice than the farming practice alone. It confirms that descriptors of farming practices need to account for crop and year effect, the need to identify farming strategies and confront them to the farmers, to improve the analysis of the effect of practices on weeds.

Key words: species richness, abundance, survey, herbicide, tillage

**Végéphyl – 24^e CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
ORLÉANS – 3, 4 et 5 DÉCEMBRE 2019**

INTRODUCTION

Au sein d'une petite aire agricole homogène, les agriculteurs font face à des situations de production relativement similaires, que ce soit en termes de type de sol et de conditions climatiques ainsi que des filières agricoles et des débouchés en place (Aubertot et Robin 2013). Cependant les agriculteurs peuvent mettre en place des cultures et des pratiques agricoles différentes, pouvant dépendre de leurs objectifs de production, de variations intrinsèques aux parcelles (ex. sol) ainsi que de leur préférence vis-à-vis des différents leviers existants. Les pratiques mises en place par l'agriculteur ne le sont pas de manière totalement indépendante, mais sont appliquées de manière cohérente en tenant compte de l'ensemble des autres pratiques déjà effectuées.

Les communautés adventices sont principalement déterminées par la culture en place et le précédent, mais aussi par les pratiques réalisées sur la culture comme le travail du sol, l'utilisation d'herbicides ou la fertilisation. Cependant, toutes ces pratiques ne sont pas indépendantes entre elles et dépendent de la culture considérée. Ainsi, si l'on veut tester l'effet de pratiques agricoles spécifiques sur la flore adventice, il est nécessaire de tenir compte de toutes ces interactions. Cependant cela nous amène très vite à des modèles statistiques très complexes et donc nécessitant beaucoup de données pour pouvoir être informatifs. Ainsi, afin de tenir compte de ces interactions entre pratiques, nous avons décidé de développer une méthode permettant de caractériser la stratégie agricole globale appliquée sur la parcelle.

Le concept de « stratégie agricole » tel que nous le concevons ici correspond à une combinaison de pratiques agricoles tenant compte de facteurs externes (comme l'effet de la culture et de l'année) appliquée sur différentes parcelles dans le but de répondre aux objectifs de l'agriculteur. Cette description englobe donc les concepts de (i) gestion culturale (la combinaison logique et ordonnée de techniques culturales dans le but de gérer l'environnement biotique, physique et chimique de la culture) et (ii) de système de culture (incluant la séquence de cultures et des pratiques appliquées sur chacune des cultures de la rotation) développé par Sebillotte (1978, 1990). Ce concept de stratégie a pour but de classer les pratiques agricoles selon un objectif particulier et tenant compte de la diversité et de l'interconnectivité des pratiques. Ainsi différents systèmes de culture peuvent appartenir à la même stratégie s'ils sont similaires vis-à-vis de l'importance des leviers de gestion mis en place. Un même agriculteur peut également mettre en place différentes stratégies s'il a des objectifs différents sur ses parcelles.

La gestion durable des adventices représente un challenge important parce qu'elles restent l'un des plus important facteur de perte de rendement (Oerke 2006) et l'une des bases des chaînes trophiques au sein des paysages agricoles (Petit et al. 2011). De plus les pratiques de gestion des adventices doivent être organisées sur le long-terme et en tenant compte de l'ensemble des pratiques agricoles comme le travail du sol, la date de semis...(Colbach and Cordeau 2018).

L'objectif de cette étude est : (1) d'identifier différentes stratégies agricoles au sein d'une zone agricole ayant une situation de production homogène, grâce à un ensemble d'indicateurs originaux décrivant les pratiques agricoles récoltées lors d'enquêtes auprès des agriculteurs ; (2) de confronter les stratégies obtenues avec la perception des agriculteurs afin d'estimer la validité de ces stratégies ; (3) d'étudier l'apport de ces stratégies à la compréhension de l'effet des pratiques agricoles sur les communautés adventices.

MATERIEL ET METHODE :

L'étude a été réalisée sur les données provenant de la plateforme paysagère de Fénay située près de Dijon (47°13' N, 5°03' E). Cette zone est constituée d'environ 950 hectares de parcelles contiguës cultivées par 23 agriculteurs. On fait l'hypothèse que les sols y sont homogènes (sol argileux et

Végéphyl – 24^e CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
ORLÉANS – 3, 4 et 5 DÉCEMBRE 2019

limoneux-argileux) et le climat y est continental (744mm de précipitations annuelles). Les cultures en place sont très représentatives de la région avec des rotations du type Colza-Blé-Orge. Chaque année l'ensemble des interventions mises en place sur les parcelles et leurs caractéristiques (type, date, substance/matériel utilisé, quantité...) sont collectées auprès des agriculteurs, nous permettant de détailler l'itinéraire technique. Nous avons ainsi pu identifier 203 parcelles pour lesquelles toutes les pratiques sont disponibles sur la période 2004-2016.

Afin de caractériser les stratégies agricoles appliquées sur la zone, nous avons mis en place 14 indicateurs (Tableau I) permettant de synthétiser les interventions réalisées selon les grandes catégories de pratiques agricoles (travail du sol, fertilisation, herbicides ou autres pesticides) et impactant spécifiquement les communautés adventices (décalage de dates de semis, faux-semis...). Parmi ces indicateurs, 5 sont déterminés à l'échelle de la succession et décrivent un niveau de diversification des cultures ou une fréquence de labour sur la période 2004-2016. Les 9 autres sont caractérisés à l'échelle de la saison culturelle puis moyennés sur la période. Comme les pratiques appliquées sont très dépendantes du contexte de la culture et de l'année, nous avons choisi de calculer les 9 indicateurs annuels sous la forme de ratios (Eq.1) calculés à l'échelle de la culture et de l'année. Ainsi, ces ratios permettent de situer chaque parcelle par rapport aux pratiques que l'on a en moyenne sur les parcelles ayant la même culture lors de la même année. Pour cela nous avons donc divisé pour chaque parcelle et année la valeur de l'indicateur par sa valeur moyenne des parcelles ayant la même culture, la même année.

$$Ratio_Indicateur(ijk) = \frac{Indicateur(ijk)}{Moyenne(Indicateur(ij))} \quad \text{Eq. 1}$$

Ici i représente l'année, j la culture et k la parcelle. Ainsi quand le ratio a une valeur proche de 1, cela signifie que la pratique est proche de la moyenne de la zone, tandis que lorsqu'elle tend vers 0 elle est inférieure à la moyenne et supérieur à la moyenne quand le ratio est supérieur à un.

$$Ratio_Date_semis(ijk) = \frac{Date_semis(ijk) - Moyenne(Date_semis(ij))}{Max(Date_semis(ij)) - Min(Date_semis(ij))} \quad \text{Eq. 2}$$

Le calcul est un peu différent pour le ratio de la période de semis (Eq. 2) et tient compte de l'étendue des possibilités de date de semis de la culture (le blé par rapport aux betteraves par exemple).

Pour identifier les stratégies agricoles, nous avons réalisé une Analyse en Composantes Principales (ACP) avec ces 14 indicateurs, puis une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) grâce au package « FactoMineR » du logiciel R (R Core Team 2016). Les groupes obtenus ont ensuite été consolidés en utilisant la méthode des K-means, puis décrit par une analyse de comparaison de moyenne pairee pour chacun des 14 indicateurs utilisés grâce à la fonction « pairwise.t.test » du package « stat-package ». On les considérera alors comme des stratégies agricoles uniques.

Nous avons réalisé des entretiens avec les agriculteurs au cours desquels nous les confrontions aux stratégies. Nous avons interviewé 11 agriculteurs de la zone représentant 66% de la surface cultivée de la zone. Des entretiens semi-directifs se focalisaient sur les raisons de la mise en place de différentes pratiques agricoles (travail du sol, fertilisation, utilisation de pesticides, rotation...), sur les choix de successions et de pratiques, puis sur l'objectif de pratiques plus précises qui n'auraient pas été évoquées. Finalement, nous avons présenté nos résultats (attribution d'une stratégie à chaque parcelle de chaque agriculteur) et leur avons demandé leurs avis sur nos résultats et s'ils pouvaient expliquer certains résultats. A partir de ces entretiens, nous avons essayé de mettre en évidence les divergences entre notre classification et la perception de l'agriculteur. En cas de divergence, nous identifions les limites ou les raisons qui ont été identifiées. Les résultats seront étudiés sous la forme de part d'agriculteurs citant les différentes limites ou raisons. Cette confrontation nous permet d'identifier des aspects qui seraient importants pour les agriculteurs, mais qui ne seraient pas pris en compte par notre méthodologie et ainsi améliorer notre démarche.

Végéphyl – 24^e CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
ORLÉANS – 3, 4 et 5 DÉCEMBRE 2019

Tableau I : Liste des 14 variables utilisées pour l'identification de stratégies agricoles
List of the 14 indicators used to characterize farming strategies

Variable	Description
Ratio_IFT_Herbicide	Ratio de l'Indice de Fréquence de Traitement (IFT) basé sur l'ensemble des herbicides utilisés pendant l'année culturelle (<i>Moyenne des ratios annuels</i>)
Ratio_Herbicide	Ratio du nombre de passages de traitements herbicides pendant l'année culturelle (<i>Moyenne des ratios annuels</i>)
Ratio_IFT_Insecticide	Ratio de l'IFT de l'ensemble des insecticides utilisés pendant l'année culturelle (<i>Moyenne des ratios annuels</i>)
Ratio_IFT_Fongicide	Ratio de l'IFT de l'ensemble des fongicides utilisés pendant l'année culturelle (<i>Moyenne des ratios annuels</i>)
Ratio_IFT_Molluscicide	Ratio de l'IFT de l'ensemble des molluscicides utilisés pendant l'année culturelle (<i>Moyenne des ratios annuels</i>)
Ratio_Azote	Ratio de la quantité d'azote minéral apportée (<i>Moyenne des ratios annuels</i>)
Ratio_Date_de_semis	Positionnement de la date de semis (<i>Moyenne des ratios annuels</i>)
Ratio_Travail_sol_interculture	Ratio du nombre de passages de travail du sol pendant l'interculture (<i>Moyenne des ratios annuels</i>)
Ratio_Travail_prep_semis	Ratio du nombre de passages de travail du sol moins de 7 jours avant le semis (<i>Moyenne des ratios annuels</i>)
Nb_Cultures	Nombre d'espèces cultivées entre 2004 et 2016
Nb_Familles	Nombre de familles d'espèces cultivées entre 2004 et 2016
Prop_Cultures_Automne	Proportion de cultures semées entre le 1 ^{er} août et le 31 janvier de 2004 à 2016
Prop_Cultures_Eté	Proportion de cultures semées entre le 1 ^{er} avril et le 31 juillet de 2004 à 2016
Fréquence_Labour	Fréquence de labour entre 2004 et 2016 (Nombre de labour/13)

Sur la période 2008-2013, des relevés annuels de flore ont également été réalisés sur 96 parcelles de la zone suivant la méthode Barralis (1976). Dans une zone de 2000m² (50*40m) située à plus de 20m de la bordure, un parcours en W est réalisé au cours duquel toutes les espèces rencontrées sont identifiées et une note d'abondance leur est attribuée. Les relevés étant réalisés avant les enquêtes de pratiques agricoles, ceux-ci peuvent être positionnés avant ou après tout opération de désherbage voire entre deux interventions. Afin d'homogénéiser la représentation de ces relevés, nous nous sommes focalisé seulement sur les relevés réalisés après toute opération de désherbage. Ainsi, nous avons conservé 96 parcelles pour lesquelles nous avons entre 3 et 6 relevés post-herbicides entre 2008 et 2013. A partir de ces relevés nous avons calculé 4 descripteurs des communautés adventices sur la période (Tableau II).

Dans le but de tester l'apport de l'intégration de notre classification sur la compréhension de la structure de la communauté adventice, nous avons comparé des modèles intégrants ou non nos stratégies. Pour cela, nous avons mis en place des modèles statistiques expliquant nos 4 descripteurs des communautés par un descripteur des pratiques agricoles seul ou en interaction avec la stratégie identifiée. Pour cela, nous avons utilisé 5 variables décrivant le niveau moyen annuel sur la période 2008-2013, de pratiques pouvant impacter la communauté adventices (Tableau III). Comme nos descripteurs des communautés sont calculés à partir de 3 à 6 relevés suivant les parcelles, l'ensemble des modèles intègrent également le nombre d'année de relevés comme co-variable. Nous faisons ici

Végéphyl – 24^e CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
ORLÉANS – 3, 4 et 5 DÉCEMBRE 2019

I'hypothèse que le modèle intégrant l'interaction avec la stratégie sera plus explicatif que le modèle avec la pratique seule. Pour cela, les modèles ont été comparés en utilisant le critère AIC (Akaike Information Criterion) et le R² ajusté. Les modèles sont considérés différents quand la différence d'AIC est supérieure à 4 points ; plus l'AIC est faible, meilleur est le modèle. Les R² ajustés sont comparés pour évaluer la part de variance expliquée par les modèles.

Tableau II : Liste des 4 descripteurs des communautés adventices sur la période 2008-2013
List of the 4 descriptors of the weed community structure between 2008 and 2013

Variable	Description
Richesse_moyenne	Moyenne annuelle du nombre de taxons observée entre 2008 et 2013
Richesse_cumulée	Nombre total de taxons observés entre 2008 et 2013
Abondance_moyenne	Abondance en adventices moyenne annuelle entre 2008 et 2013
Frequence_echec_desherbage	Part de relevés avec au moins une espèce ayant une note d'abondance supérieure à 3 plantes par m ² entre 2008 et 2013

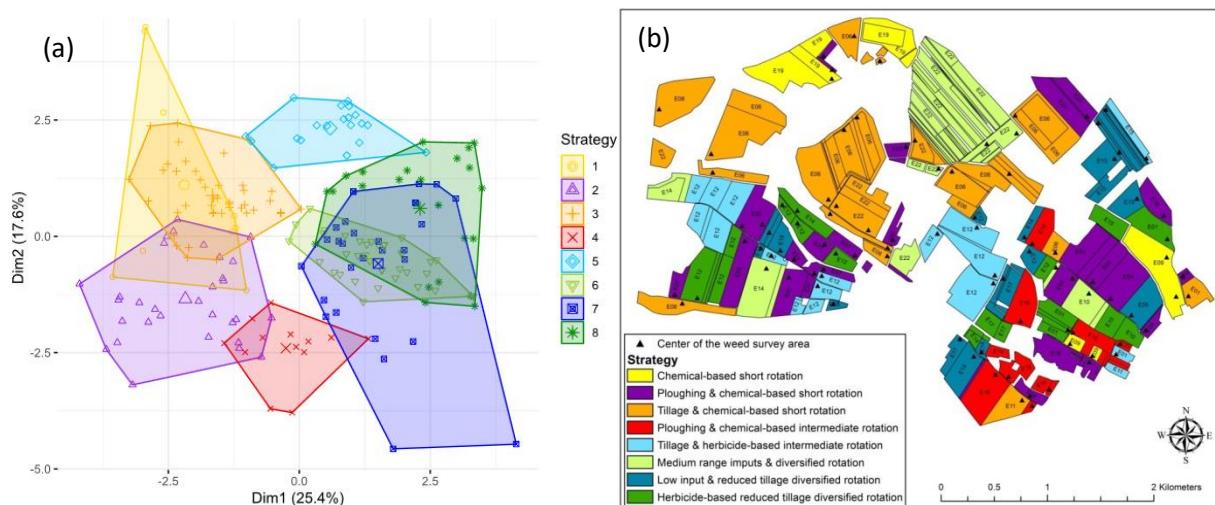
Tableau III : Variables utilisées pour tester la plus-value de l'intégration des stratégies.
Variables used to test the benefit of the integration of farming strategies

Variable	Description
Labour	Fréquence de labour entre 2008 et 2013
Travail_sol_pre_semis	Nombre annuel moyen de travail du sol appliqué au moins une semaine avant le semis entre 2008 et 2013
IFT_Herbi	Moyenne annuelle de l'Indice de Fréquence de Traitement des herbicides appliqués de 2008 à 2013
Azote	Moyenne annuelle de la quantité d'azote appliquée de 2008 à 2013
Nb_cultures	Nombre de cultures différentes présentes sur la parcelle de 2008 à 2013

RESULTATS

Figure 1 : Représentation des huit stratégies obtenues sur le plan principal de l'ACP (a) et au sein des parcelles de la zone de Fénay (b)

Representation of the 8 identified strategies on the first plane of the PCA (a) and within the fields of the Fénay platform (b)



Végéphyl – 24^e CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
ORLÉANS – 3, 4 et 5 DÉCEMBRE 2019

L'ACP a mis en évidence que les 4 premiers axes expliquaient 62% de la variabilité des pratiques. Le premier axe distingue les parcelles principalement selon le niveau de diversification de la succession ; le second axe suivant leur prévalence d'utilisation d'herbicides ou de travail du sol, avec une opposition entre ces deux pratiques ; le troisième suivant le niveau de fertilisation et le niveau d'utilisation d'herbicides ; et le quatrième suivant le positionnement du travail du sol, pendant l'interculture ou juste avant le semis.

La CAH réalisée ensuite a permis d'identifier 8 stratégies au sein des 203 parcelles (Figure 1). Chaque stratégie est composée de 9 à 42 parcelles, représentant 2 à 7 exploitations. Chaque exploitation a ainsi ses parcelles comprises dans une (12 exploitations), deux (7 exploitations) ou 3 stratégies (4 exploitations). L'analyse des stratégies 2 à 2 pour les 14 variables nous a permis de mettre en évidence les différences entre stratégies. Nous avons utilisé ces résultats afin de caractériser chacune des stratégies suivant le niveau de 6 groupes de pratiques (Tableau IV).

Tableau IV : Description des 8 stratégies identifiées par rapport aux pratiques moyennes de la zone
Description of the 8 strategies identified regarding the average of the area

	Stratégie	Diversité de la rotation	Utilisation d'herbicides	Intensité du travail du sol	Fréquence de labour	Utilisation d'autres pesticides	Fertilisation
S1	Rotation courte basée sur la chimie	-	+	+/-	+/-	+	+/-
S2	Rotation courte basée sur la chimie et le labour	-	-	+	+	+	+/-
S3	Rotation courte basée sur la chimie et le travail du sol	-	+/-	+	+/-	+	+
S4	Rotation intermédiaire basée sur la chimie et le labour	+/-	+/-	+/-	+	+	+
S5	Rotation intermédiaire basée sur la chimie et le travail du sol	+/-	+	+	-	-	-
S6	Rotation diversifiée basée sur une utilisation moyenne d'intrants	+	+/-	-	+/-	-	+
S7	Rotation diversifiée avec peu d'intrants et de travail du sol	+	-	+/-	-	-	+/-
S8	Rotation diversifiée basée sur la réduction du travail du sol et l'utilisation d'herbicides	+	+	-	-	-	-

Le terme travail du sol correspond aux interventions autres que le labour réalisées pendant l'interculture. Le terme « chimie » correspond à la protection des cultures et non à la fertilisation. + intensité de la pratique supérieure à la moyenne ; +/- intensité proche de la moyenne ; - intensité inférieure à la moyenne.

Tous les agriculteurs ont confirmé que notre classification représentait assez bien les pratiques mises en place, même si la plupart s'intéressait davantage aux valeurs des 14 indicateurs. Ils ont donc plutôt confirmé la capacité de nos indicateurs à replacer leurs pratiques au sein de la zone. Pour 4 agriculteurs, nos résultats ne reflètent pas ce qu'ils font actuellement, mais ils ont confirmé que ça représente ce qu'ils ont fait en moyenne sur la période étudiée (2004-2016). Ceci est dû à des changements de système de culture qui ont pu avoir lieu. En effet, tous les agriculteurs rencontrés ont mentionné le fait que leur succession avait changé depuis 2004, principalement pour des raisons socio-économiques (fermeture de la sucrerie...). Six agriculteurs ont mentionnés des changements dans leurs pratiques de travail du sol avec différents degrés de modifications. Deux d'entre eux ont

Végéphyl – 24^e CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
ORLÉANS – 3, 4 et 5 DÉCEMBRE 2019

mis en place une conversion au semis-direct. Un autre s'est converti en agriculture biologique. Il est également ressorti que notre méthode ne permettait pas de différencier la diversification voulu, de la « diversification » causée par le bouleversement du contexte socio-économique. Pour ce dernier, la logique de succession est basée sur des rotations courtes, mais elle n'est pas encore fixée. Ainsi, parmi les six exploitations présentées comme diversifiées, seules deux ont vraiment présenté leurs successions comme étant réellement diversifiées.

Tableau V : P-value, R² ajusté et AIC des modèles testés avec ou sans la stratégie
P-value, adjusted-R-squared and AIC of the tested models with and without the strategy

	Richesse moyenne			Richesse cumulée			Abondance moyenne			Fréquence d'échec de désherbage		
	p-value	R ²	AIC	p-value	R ²	AIC	p-value	R ²	AIC	p-value	R ²	AIC
~Stratégie	0.013	0.13	466.85	0.028	0.11	608.35	0.001	0.19	755.37	0.003	0.17	-11.96
~IFT Herbi	0.002	0.13	461.49	0.008	0.10	603.71	0.024	0.08	763.00	0.141	0.03	-2.48
~IFT Herbi x Stratégie	0.008	0.19	466.66	0.019	0.16	609.11	<0.001	0.28	750.63	0.004	0.21	-9.90
~Labour	0.075	0.05	470.14	0.033	0.03	610.75	0.136	0.03	767.45	0.465	0.00	0.99
~Labour x Stratégie	0.026	0.15	471.37	0.042	0.13	612.50	0.002	0.24	756.80	0.001	0.25	-14.77
~Azote	0.076	0.05	470.19	0.135	0.03	610.73	0.201	0.02	768.51	0.658	-0.02	2.20
~Azote x Stratégie	0.003	0.22	463.08	0.024	0.15	610.20	0.027	0.22	758.28	<0.001	0.29	-20.82
~Travail sol	0.034	0.07	468.17	0.066	0.05	608.88	0.178	0.03	768.18	0.635	-0.02	2.07
~Travail sol x Stratégie	0.006	0.20	465.81	0.011	0.18	606.99	0.001	0.25	754.48	0.001	0.26	-16.30
~Nb cultures	0.045	0.06	468.86	0.124	0.03	610.52	0.031	0.03	767.62	0.421	0.00	0.68
~Nb cultures x Stratégie	0.006	0.20	465.40	0.020	0.16	609.40	<0.001	0.28	750.92	<0.001	0.30	-21.29

Tous les modèles incluent l'effet du nombre d'années conservées pour le calcul des descripteurs. Les valeurs en gras correspondent à une différence d'AIC supérieur à 4 entre les paires de modèles

Les agriculteurs interviewés ont également mentionné des leviers qui n'étaient pas forcément pris en compte dans notre analyse. Cinq agriculteurs ont mentionné le fait de ne plus travailler le sol avant le semis pour ne pas favoriser de nouvelles levées. Six agriculteurs ont également mentionné la mise en place de couverts lors des intercultures longues. Cependant cette pratique est principalement mise en place afin de respecter la réglementation. Enfin, quatre agriculteurs ont évoqué la possibilité de réaliser du désherbage mécanique sur certaines cultures.

Caractériser ces stratégies permet de mieux expliquer la flore adventice (Tableau V). On peut voir que pour les 4 descripteurs, l'ajout de la stratégie améliore le R² ajusté du modèle. Suivant les valeurs d'AIC, l'effet de la stratégie est bénéfique à l'explication principalement pour les variables d'abondance moyenne et de fréquence d'échec de désherbage. Cependant, pour les variables de richesse, l'ajout de la stratégie semble également bénéfique excepté pour l'utilisation d'herbicide et de labour. L'IFT herbicide est la seule pratique où l'ajout de la stratégie n'améliore pas le modèle.

Végéphyl – 24^e CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
ORLÉANS – 3, 4 et 5 DÉCEMBRE 2019

DISCUSSION

Les résultats de notre classification mettent en évidence des stratégies agricoles variées. Ceci est en accord avec des résultats précédent qui avaient montré qu'il existait différents systèmes de culture au sein d'une même situation de production (Aouadi et al. 2015). Le fait que ce qui discrimine le plus les stratégies sur la diversification de la rotation, montre que certains agriculteurs ont envie de tester de nouvelles cultures et que l'aspect économique n'est pas le seul facteur déterminant les choix de l'agriculteur (Edwards-Jones 2006). Mais les enquêtes ont révélées qu'il y a ce qu'on peut appeler la diversification choisie, régie par des choix stratégiques, et la diversification subie, état de fait d'un opportunisme et d'un « réactionisme » aux conditions imprévisibles (maladie, insecte, climat). Les stratégies sont ensuite séparées suivant l'opposition entre utilisation d'herbicides et travail du sol. En effet la réduction du travail du sol est généralement associée à une augmentation de l'utilisation d'herbicide et inversement (Chauhan, Singh, et Mahajan 2012). La réduction du travail du sol est légèrement corrélée à une augmentation de la diversification, ce qui est concordant avec les principes de l'agriculture de conservation (Trichard et al. 2013). Les stratégies les plus diversifiées utilisent également moins de fongicides et d'insecticides qui peut être lié à un allongement de la rotation (Andert et al. 2016).

Globalement, notre classification réussie bien à retranscrire ce que font les agriculteurs sur leurs parcelles. Quelques différences ont pu être mises en évidence, mais cela peut s'expliquer par le fait que les stratégies ont évoluées depuis 2004 et que les agriculteurs ne se focalisent pas sur la même période que nos indicateurs. En effet, ils avaient tendance à se baser sur ce qu'ils ont fait au cours de ces 4-5 dernières années. Ainsi, aucun agriculteur ne nous a évoqué de cultures n'étant plus cultivées actuellement. Cependant comme nous nous intéressons à des données de flore passées, nous avons besoin de cette échelle. Ils ont également évoqué des leviers n'étant que partiellement ou pas pris en compte dans notre méthodologie. Ceci pourrait être intéressant afin d'améliorer notre méthodologie ou de l'appliquer dans d'autres situations. Il serait également intéressant d'intégrer l'ordre de succession des cultures dans notre méthodologie.

Les valeurs de R^2 relativement faibles pour les pratiques individuelles sont concordantes avec d'autres études mettant en évidence que les communautés sont principalement dépendante de la culture et du précédent (Fried, Norton, et Reboud 2008). Contrairement à nos pratiques individuelles, le type de culture englobe un ensemble de pratiques (date de semis, familles d'herbicides, fertilisation...) (Torsten N. Andersson et Milberg 1998). Ainsi, c'est davantage la successions des cultures que le niveau moyen d'une pratique qui va définir la communauté (Ball 1992). Le faible effet des pratiques s'explique également par la complémentarité qui peut exister entre les pratiques de gestion des adventices (Hawes et al. 2010). Le bénéfice de l'intégration de la stratégie confirme cette complémentarité. En effet, chaque stratégie correspondant à une combinaison particulière de pratiques, l'effet d'un même niveau de pratique va dépendre de la stratégie dans laquelle elle est mise en place. Ainsi, un même niveau d'abondance en adventices peut être obtenu pour différent niveau d'herbicides. C'est ce qu'avait montré Quinio et al. (2017) en soulignant qu'une gestion efficace des adventices peut être obtenue avec une réduction de l'utilisation d'herbicides. Le faible apport de la stratégie sur la richesse observée est similaire aux observations de Ulber et al. (2009), montrant que la richesse en adventices ne varie pas avec la diversité des rotations conventionnelles. Le fait que l'utilisation d'herbicides explique assez bien la richesse montre que leur utilisation favorise la présence de quelques espèces difficiles à contrôler (Boström et Fogelfors 2002; Hyvönen et Salonen 2002). Ce faible effet sur l'abondance peut également s'expliquer par le fait que les relevés sont réalisés après désherbage et que l'on n'a donc pas d'informations sur la flore qu'il y avait avant désherbage. Or c'est cette flore qui détermine la quantité d'herbicides utilisée.

**Végéphyl – 24^e CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
ORLÉANS – 3, 4 et 5 DÉCEMBRE 2019**

CONCLUSION

L'objectif de cette étude était de développer une méthode permettant de facilement prendre en compte les interactions entre pratiques agricoles, et les effets année et culture lorsqu'on s'intéresse aux communautés adventices. La confrontation avec les agriculteurs a permis de confirmer la capacité de notre méthode à retranscrire la stratégie mise en œuvre sur la parcelle, cependant elle ne caractérise pas les changements de stratégies au cours du temps. D'autres pratiques peuvent être incluses suivant le territoire étudié et les objectifs attendus. La confrontation avec les agriculteurs permet également d'avoir les raisons du choix de la stratégie.

L'étude de la composition des communautés adventices a permis de mettre en évidence que la prise en compte de la stratégie agricole améliore la compréhension de l'effet de pratique agricole unique, car la stratégie est calculée sur une longue période de temps et intègre les interactions entre pratiques. Cela indique suppose qu'un même niveau de flore peut être obtenu pour différents niveaux d'utilisation d'herbicides selon la stratégie. Ainsi, on a montré qu'au sein d'un territoire restreint et relativement homogène, les agriculteurs peuvent mettre en place des stratégies agricoles variées. Notre méthode pourrait encore être améliorée en incluant la succession temporelle des cultures alors qu'elles ne sont pour l'instant que moyennées, et répliquées dans d'autres situations de production.

BIBLIOGRAPHIE

- Andert, Sabine, Jana Bürger, Susanne Stein, et Bärbel Gerowitt. 2016. « The Influence of Crop Sequence on Fungicide and Herbicide Use Intensities in North German Arable Farming ». *European Journal of Agronomy* 77 (juillet): 81–89. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.04.003>.
- Aouadi, N., J.N. Aubertot, J. Caneill, et N. Munier-Jolain. 2015. « Analyzing the Impact of the Farming Context and Environmental Factors on Cropping Systems: A Regional Case Study in Burgundy ». *European Journal of Agronomy* 66 (mai): 21–29. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.02.006>.
- Aubertot, Jean-Noël, et Marie-Hélène Robin. 2013. « Injury Profile SIMulator, a Qualitative Aggregative Modelling Framework to Predict Crop Injury Profile as a Function of Cropping Practices, and the Abiotic and Biotic Environment. I. Conceptual Bases ». Édité par Matteo Convertino. *PLoS ONE* 8 (9): e73202. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073202>.
- Ball, Daniel A. 1992. « Weed seedbank response to tillage, herbicides, and crop rotation sequence ». *Weed Science* 40 (4): 654–59. <https://doi.org/10.1017/S0043174500058264>.
- Barralis, Gilbert. 1976. « Méthode d'étude des groupements adventices des cultures annuelles. In: 5ème Colloque International sur l'Ecologie et la Biologie des Mauvaises herbes. INRA, Dijon, » 59–68.
- Boström, Ullalena, et Håkan Fogelfors. 2002. « Long-Term Effects of Herbicide-Application Strategies on Weeds and Yield in Spring-Sown Cereals ». *Weed Science* 50 (2): 196–203. [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2002\)050\[0196:LTOH\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2002)050[0196:LTOH]2.0.CO;2).
- Chauhan, Bhagirath Singh, Ravi Gopal Singh, et Gulshan Mahajan. 2012. « Ecology and Management of Weeds under Conservation Agriculture: A Review ». *Crop Protection* 38 (août): 57–65. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2012.03.010>.
- Edwards-Jones, G. 2006. « Modelling Farmer Decision-Making: Concepts, Progress and Challenges ». *Animal Science* 82 (06): 783. <https://doi.org/10.1017/ASC2006112>.

Végéphyl – 24^e CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
ORLÉANS – 3, 4 et 5 DÉCEMBRE 2019

- Fried, Guillaume, Lisa R. Norton, et Xavier Reboud. 2008. « Environmental and Management Factors Determining Weed Species Composition and Diversity in France ». *Agriculture, Ecosystems & Environment* 128 (1-2): 68–76. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.05.003>.
- Guillem, E.E., A.P. Barnes, M.D.A. Rounsevell, et A. Renwick. 2012. « Refining Perception-Based Farmer Typologies with the Analysis of Past Census Data ». *Journal of Environmental Management* 110 (novembre): 226–35. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.06.020>.
- Hawes, C., G.R. Squire, P.D. Hallett, C.A. Watson, et M. Young. 2010. « Arable Plant Communities as Indicators of Farming Practice ». *Agriculture, Ecosystems & Environment* 138 (1-2): 17–26. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.03.010>.
- Hyvönen, Terho, et Jukka Salonen. 2002. « Weed species diversity and community composition in cropping practices at two intensity levels – a six-year experiment ». *Plant Ecology* 159 (1): 73–81. <https://doi.org/10.1023/A:1015580722191>.
- Oerke, E.-C. 2006. « Crop Losses to Pests ». *The Journal of Agricultural Science* 144 (01): 31. <https://doi.org/10.1017/S0021859605005708>.
- Petit, Sandrine, Aline Boursault, Mélanie Guilloux, Nicolas Munier-Jolain, et Xavier Reboud. 2011. « Weeds in Agricultural Landscapes. A Review ». *Agronomy for Sustainable Development* 31 (2): 309–17. <https://doi.org/10.1051/agro/2010020>.
- Petit, Sandrine, Nicolas Munier-Jolain, Vincent Bretagnolle, Christian Bockstaller, Sabrina Gaba, Stéphane Cordeau, Martin Lechenet, Delphine Mézière, et Nathalie Colbach. 2015. « Ecological Intensification Through Pesticide Reduction: Weed Control, Weed Biodiversity and Sustainability in Arable Farming ». *Environmental Management* 56 (5): 1078–90. <https://doi.org/10.1007/s00267-015-0554-5>.
- Quinio, Maude, Mélanie De Waele, Fabrice Dessaint, Luc Biju-Duval, Marc Buthiot, Emilie Cadet, Ann K. Bybee-Finley, Jean-Philippe Guillemin, et Stéphane Cordeau. 2017. « Separating the Confounding Effects of Farming Practices on Weeds and Winter Wheat Production Using Path Modelling ». *European Journal of Agronomy* 82 (janvier): 134–43. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.10.011>.
- R Core Team. 2016. *R: A language and environment for statistical computing*. (version 3.2.2). Vienna, Austria.: R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>.
- Sebillotte, Michel. 1978. « Itinéraires techniques et évolution de la pensée agronomique ». *CR Acad. Agric. Fr* 64 (11): 906–14.
- Sebillotte, Michel. 1990. « Système de culture, un concept opératoire pour les agronomes ». *Les systèmes de culture. INRA éditions*, 165–96.
- Torsten N. Andersson, et Per Milberg. 1998. « Weed Flora and the Relative Importance of Site, Crop, Crop Rotation, and Nitrogen ». *Weed Science* 46 (1): 30–38.
- Trichard, Aude, Audrey Alignier, Bruno Chauvel, et Sandrine Petit. 2013. « Identification of Weed Community Traits Response to Conservation Agriculture ». *Agriculture, Ecosystems & Environment* 179 (octobre): 179–86. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.08.012>.
- Ulber, L, H-H Steinmann, S Klimek, et J Isselstein. 2009. « An On-Farm Approach to Investigate the Impact of Diversified Crop Rotations on Weed Species Richness and Composition in Winter Wheat ». *Weed Research* 49 (5): 534–43. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2009.00722.x>.