

**AFPP – VINGTIÈME CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
DIJON – 11 ET 12 DÉCEMBRE 2007**

**TYPOLOGIE DES PRATIQUES CULTURALES
ET MAUVAISES HERBES ASSOCIÉES : LE CAS DU MAÏS**

S. GRANGER ⁽¹⁾, G. FRIED ⁽²⁾, J.-M. THOMAS ⁽¹⁾

UMR 1210 Biologie et Gestion des Adventices, ⁽¹⁾ ENESAD ⁽²⁾ INRA, UB,
17 rue Sully, BP 86510, F-21065 Dijon, France
⁽¹⁾ s.granger@enesad.fr ⁽²⁾ gfried@diion.inra.fr

RÉSUMÉ

Au-delà du suivi de la flore, la base de données du réseau 'Biovigilance-Flore' géré par les Services de la Protection des Végétaux avec l'appui de la Fédération Régionale de défense contre les organismes nuisibles comporte une description assez complète des interventions des agriculteurs sur la parcelle. Le travail présenté porte sur l'exemple du maïs qui représente un total de 476 suivis sur 1686 parcelles analysées par le réseau Biovigilance-Flore.

L'analyse de la fréquence des précédents du maïs permet de mettre en évidence 4 zones dans lesquelles la part des monocultures de maïs varie. Dans une région à dominante de monoculture (Alsace), nous avons identifié les itinéraires techniques des parcelles conduites en culture continue de maïs, à partir des variables relatives à la gestion de l'interculture, du travail du sol et des pratiques de désherbage. Les itinéraires techniques sont confrontés à la flore adventice observée.

Mots-clés : système de culture, espèces indicatrices, itinéraire technique, biovigilance, biodiversité.

SUMMARY

AGRICULTURAL PRACTICES CLASSIFICATION AND ASSOCIATED WEEDS : MAIZE AS A CASE STUDY

The data set collected by the 'Biovigilance Flore' network concerned not only weed flora but also a precise description of all management practices performed by the farmers on every surveyed field. The present work deals with maize which represented 476 samples out of the 1686 recorded in the entire network.

The analysis of the preceding crop frequency at the scale of each region highlighted four areas that differed principally in respect to the frequency of maize monoculture. In a region dominated by monoculture cropping systems (Alsace), we focused more especially on weeding management. We identified five crop management sequences taking into account intercrop management, tillage and weeding practices. The conformity between crop management sequence and associated weeds was discussed.

Key-words : cropping system, indicator species, crop management sequence, biovigilance, biodiversity.

INTRODUCTION

L'écologie des communautés adventices vise à étudier un ensemble de mauvaises herbes présentes dans un espace délimité, comme une région pédo-climatique (Dessaint *et al*, 2007, ce volume), au paysage agricole (Fried *et al*, 2007a, ce volume) voire une parcelle cultivée (Heijting *et al.*, 2007). Plus précisément, cette sous-discipline de la malherbologie vise à déterminer l'impact du milieu physique (sol, climat) et des techniques culturales sur la présence et l'abondance des mauvaises herbes dans les parcelles cultivées, et inversement, à déterminer quel est l'impact des communautés adventices sur les rendements et sur la gestion des mauvaises herbes (Derksen, 1996). L'existence d'une base de données collectant des informations floristiques, écologiques et agronomiques à l'échelle de la parcelle sur la totalité du territoire français et sur plusieurs années (réseau Biovigilance Flore – Fried *et al*, 2007b) ouvre la voie à de nouvelles perspectives.

Traditionnellement, des analyses multivariées, de type analyse canonique des correspondances, sont utilisées pour déterminer l'influence directe des variables (écologiques et culturales) sur la flore adventice (Kenkel *et al*, 2002). Très adaptée pour mettre en évidence la structure d'un grand jeu de données, ce type d'analyse présente toutefois un certain nombre de limites. Le nombre de variables qu'il est possible de prendre en compte dépend étroitement du nombre de relevés disponibles (on estime que pour analyser l'effet d'une variable, il est nécessaire de disposer de 50 relevés). Or l'ensemble de la description d'un itinéraire technique couvre plusieurs dizaines d'opérations. Il est alors nécessaire de faire des choix dans les variables à inclure et/ou de regrouper plusieurs informations au sein d'une co-variable.

Le problème a rarement été abordé dans l'autre sens. Si l'hypothèse nulle est que la flore adventice n'est pas associée aux pratiques des agriculteurs, une autre approche consisterait à établir dans un premier temps une typologie des techniques culturales distinguant les grands systèmes de cultures puis, dans un second temps, à tester la réponse des communautés adventices à l'échelle de ces différents systèmes de culture. A notre connaissance, seuls Leeson *et al* (1999, 2000) ont tenté ce genre d'approche au Canada. A partir d'enquêtes réalisées sur 33 exploitations agricoles, ces auteurs ont distingué 7 systèmes de cultures en fonction notamment du type de rotation et du niveau d'intrants. Dans un second temps, des analyses multivariées ont été effectuées non pas entre la flore et l'ensemble des variables mais uniquement entre la flore et les 7 systèmes de cultures.

L'objectif de cet article est de tester une approche similaire à partir des données du réseau Biovigilance Flore. Afin de ne pas multiplier les systèmes de cultures à étudier, nous nous sommes limités aux seules parcelles incluant la culture de maïs.

Une précédente analyse (ACC) visait à hiérarchiser le poids des facteurs écologiques et culturels sur la composition de la flore à l'échelle de l'ensemble des grandes cultures en France (Fried *et al*, soumis). Dans les cultures de maïs, l'influence du précédent cultural ressortait comme l'un des deux facteurs le plus discriminant avec l'influence du climat (opposant les climats océaniques de l'Ouest au climat continentaux de l'Est de la France). Au vu de ces résultats, le travail présenté se décompose en deux parties. La première partie vise à isoler les systèmes de cultures les plus grossiers en fonction du type de rotation et de la région. Une première liste d'espèces adventices associées à ces systèmes de culture sera recherchée. Dans la seconde partie, on cherchera à identifier plus précisément les différents itinéraires techniques existant au sein d'une région et tester l'existence d'une flore associée à ces itinéraires techniques.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

COLLECTE DES DONNEES FLORISTIQUES, ECOLOGIQUES ET AGRONOMIQUES

Les données sont issues du Réseau Biovigilance Flore mis en place par le Service de la Protection des Végétaux (pour les détails concernant les protocoles de relevés de flore, se référer à Fried *et al*, 2007). Nous nous limitons ici à l'analyse des données issues des parcelles conduites en maïs entre 2002 et 2004.

ANALYSE DES DONNEES

Détermination des grands types de système de culture

Des tableaux de contingence ont été construits pour analyser la distribution des successions culturales au sein des différentes régions. Pour chaque région administrative, nous connaissons la nature des cultures précédant celle du maïs. Les effectifs de ces précédents constituent alors les réalisations des événements d'une distribution multinomiale. Nous avons, dans un premier temps, comparé, les unes aux autres, les distributions de chaque région administrative afin de regrouper les régions présentant les mêmes répartitions de précédents du maïs. Le test 2I (Arbonnier, 1966) a été utilisé au risque de 10%. Dans un deuxième temps, les groupes homogènes ainsi constitués, ont été comparés, 2 à 2, pour vérifier que les distributions des effectifs étaient bien différentes.

Détermination des itinéraires techniques du maïs

La conduite des parcelles, en vue d'une production agricole, repose sur l'association de plusieurs opérations techniques qui s'enchaînent sur un temps plus ou moins long. Le postulat de cohérence entre opérations techniques facilite la comparaison de la gestion des parcelles (Gras *et al.*, 1989). Nous avons donc exprimé les données du réseau pour les interventions des exploitants sur les parcelles de maïs sous la forme d'itinéraires techniques (Sébillotte, 1978) en privilégiant les variables en lien avec le désherbage : gestion de l'interculture, préparation du sol, date de semis du maïs, nombre et nature du désherbage.

Flore associée aux systèmes de cultures et aux itinéraires techniques

La procédure IndVal (Dufrêne & Legendre, 1997) permet de mettre en évidence les espèces qui sont significativement plus fréquentes et plus abondantes dans chacun des systèmes de cultures ou itinéraires techniques identifiés. L'IndVal combine pour chaque espèce i , une valeur d'abondance relative (A) et de fréquence relative (B) par rapport à chaque regroupement de parcelles j : $IndVal = (A_{ij}/A_{i.}) \times (B_{ij}/B_{.j}) \times 100$. Ces deux valeurs, représentant des informations indépendantes, sont multipliées. L'indice est ensuite exprimé en pourcentage. Le cas extrême d'un indice de 100% pour un précédent cultural signifie que l'on trouve une espèce dans tous les relevés suivant ce précédent cultural et qu'elle est en même temps absente de tous les relevés des autres cultures. La significativité des valeurs indicatrices est mesurée au moyen d'un test de permutation de Monte Carlo à 1000 permutations aléatoires. Pour limiter la probabilité des erreurs de type II, seules les espèces ayant un IndVal supérieur à 5 sont considérées dans les résultats.

Les résultats graphiques de l'ACC réalisée dans Fried *et al* (soumis) sont reproduits afin de permettre d'interpréter et de relativiser la répartition des espèces dans les différents systèmes de cultures en fonction des autres paramètres importants (sol, climat, régions).

RESULTATS & DISCUSSION

DISTRIBUTION DES PRECEDENTS DANS LES REGIONS

L'analyse de la part des différents précédents du maïs dans chaque région permet de les regrouper en quatre zones (figure 1) qui diffèrent par la part relative du maïs et des céréales à paille en tant que précédent du maïs (figure 2).

L'annexe 1 illustre les résultats de l'ACC. L'axe 1 (horizontal) oppose clairement les parcelles de la zone conduites majoritairement en 'maïs sur maïs' (coordonnées négatives) des parcelles des trois autres zones conduites en rotation avec des céréales d'hiver ou des prairies (coordonnées positives). La zone 1 (monoculture) est liée à des températures plus élevées et des altitudes plus faibles. L'axe 2 (vertical) oppose les sols argileux à pH basique dans des régions à faibles précipitations aux sols plus sableux à pH acide dans les régions à forte pluviosité. L'axe 2 discrimine également les zones 2 à 4 en fonction de la proportion de prairies entrant dans la rotation (maximale en zone 2 : Limousin et minimale en zone 3 : Est). Les spécificités de flore de mauvaises herbes peuvent alors être expliquées par la fréquence des

parcelles de maïs du réseau Biovigilance Flore intégrées dans une monoculture de maïs. La fréquence de la monoculture de maïs est maximale dans la zone 1 (Alsace, Aquitaine, Rhône-Alpes, Auvergne) puis décroît dans les autres zones.

Figure 1 : Zones homogènes pour la fréquence des précédents du maïs
Homogeneous areas considering the frequency of maize preceding crop

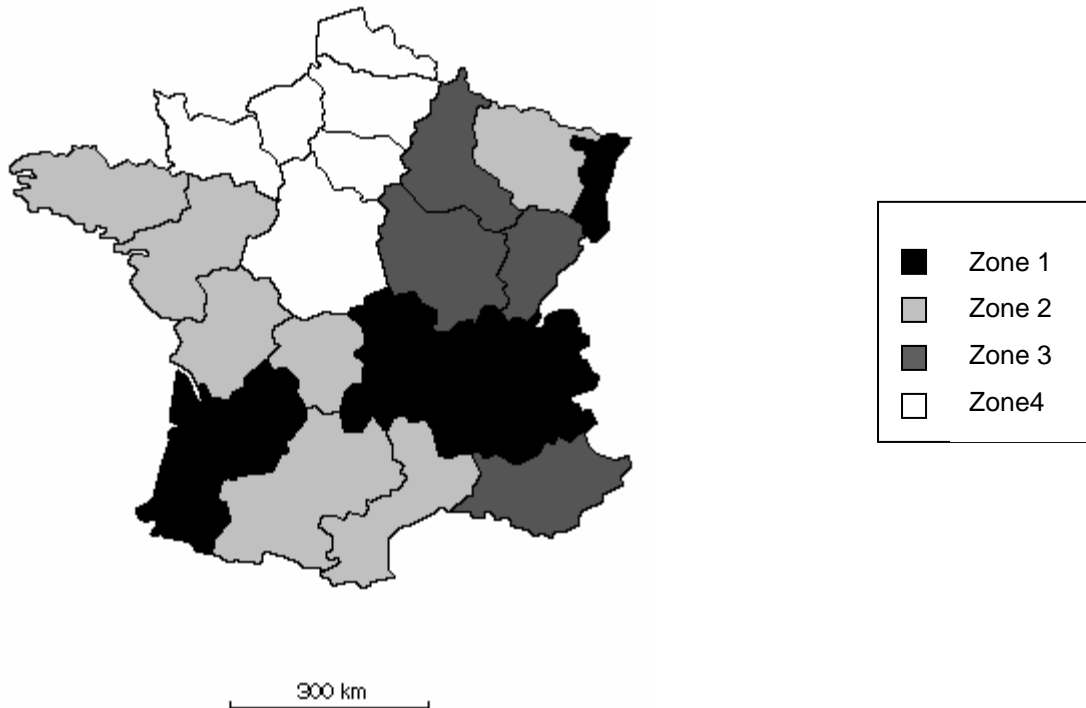
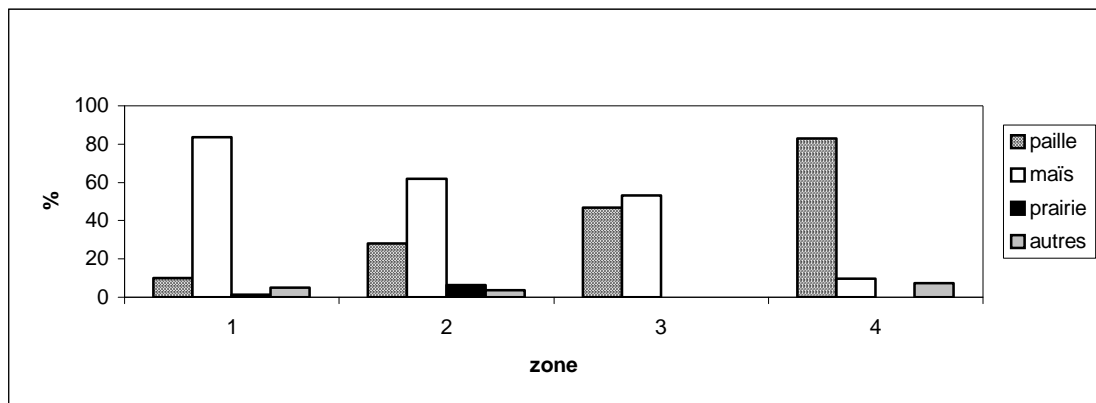


Figure 2 : Part respective des différents précédents du maïs dans chaque zone
Contribution of maize preceding crop in each area



FLORE CARACTERISTIQUE DES DIFFERENTS PRECEDENTS DU MAÏS

Quatre cent cinquante huit parcelles ont été analysées. Trois successions principales ont été identifiées avec par ordre d'importance décroissant : 'maïs sur maïs' (51%), 'maïs sur céréales d'hiver' (37%), 'maïs sur prairie' (7%). Les autres successions sont moins fréquentes (inférieure à 5%) avec 'maïs sur tournesol', 'maïs sur céréales de printemps', 'maïs sur pois de printemps' et 'maïs sur betteraves'.

Cent cinquante-trois espèces ne montrent aucune répartition préférentielle dans un des trois types de successions culturales étudiées. A l'opposé, cinquante-deux espèces sont plus fréquentes ou plus abondantes dans l'une des trois situations.

Les espèces indifférentes au type de précédent sont pour la plupart des espèces très communes (*Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Convolvulus arvensis*, *Mercurialis annua*) qui constituent le fond de la flore des cultures de maïs quelle que soit la rotation.

Les espèces liées aux monocultures de maïs comportent les adventices les plus thermophiles à levée estivale. Plusieurs d'entre elles sont surtout liées aux maïs aquitains (*Paspalum dilatatum*, *Phytolacca americana*, *Digitaria sanguinalis*) tandis que *Calystegia sepium* est présente dans l'ensemble des maïs conduits en monoculture. Les espèces liées aux rotations 'Maïs sur céréales d'hiver' sont soit des espèces à levée printanière (*Fallopia convolvulus*, *Atriplex patula*), soit des espèces à levée préférentiellement hivernale mais pouvant également germer au printemps (*Alopecurus myosuroides*, *Galium aparine*). Dans les maïs suivant les prairies, plusieurs espèces vivaces sont présentes, *Cirsium arvense*, *Plantago major*, *Taraxacum officinale* ainsi que des repousses d'espèces fourragères semées (*Lolium* spp., *Trifolium* spp.).

Tableau I : Espèces associées aux trois principaux précédents culturels et leur degré d'affinité (IndVal - échelle de 0 à 100).

Species associated with the three main preceding crops and intensity of the relationship (IndVal - ranging from 0 to 100).

Maïs sur maïs	IndVal	Maïs sur céréales d'hiver	IndVal
<i>Digitaria sanguinalis</i>	24,9	<i>Fallopia convolvulus</i>	19,25
<i>Calystegia sepium</i>	22,59	<i>Atriplex patula</i>	12,64
<i>Cynodon dactylon</i>	17,16	<i>Alopecurus myosuroides</i>	12,29
<i>Datura stramonium</i>	16,88	<i>Galium aparine</i>	9,46
<i>Setaria pumila</i>	11,98	Repousses de blé d'hiver	7,18
<i>Portulacca oleracea</i>	10,13		
<i>Phytolacca americana</i>	7,66		
<i>Paspalum dilatatum</i>	5,11		
Maïs sur prairies (ray-grass)	IndVal	Indifférentes	
<i>Lolium</i> spp.	40,63	<i>Chenopodium album</i>	
<i>Polygonum aviculare</i>	35,98	<i>Amaranthus retroflexus</i>	
<i>Solanum nigrum</i>	33,86	<i>Convolvulus arvensis</i>	
<i>Stellaria media</i>	27,45	<i>Mercurialis annua</i>	
<i>Polygonum persicaria</i>	27,28	<i>Senecio vulgaris</i>	
<i>Trifolium</i> spp.	22,07	<i>Polygonum lapathifolia</i>	
<i>Plantago major</i>	21,1	<i>Sonchus oleraceus</i>	
<i>Veronica persica</i>	20,39	<i>Rumex obtusifolius</i>	
<i>Poa annua</i>	19,84	<i>Setaria viridis</i>	
<i>Sonchus asper</i>	19,3	<i>Euphorbia helioscopia</i>	
<i>Cirsium arvense</i>	19,06	<i>Equisetum arvense</i>	
<i>Taraxacum officinale</i>	18,58	<i>Matricaria recutita</i>	
<i>Viola arvensis</i>	17,8	<i>Elytrigia repens</i>	
<i>Anagallis arvensis</i>	17,57	<i>Setaria verticillata</i>	
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	16,1	<i>Fumaria officinalis</i>	
<i>Lamium purpureum</i>	15,09		
<i>Kickxia elatine</i>	14,07		
<i>Kickxia spuria</i>	12,71		
<i>Chenopodium polyspermum</i>	11,81		

ITINERAIRES TECHNIQUES IDENTIFIES AU SEIN DES MONOCULTURES DE MAÏS

Nous avons sélectionné les données d'une région afin de mieux expliquer la variabilité résiduelle de la flore liée aux itinéraires techniques des parcelles de maïs conduites en monoculture. Nous avons choisi de travailler sur les données de la région Alsace (41 parcelles conduites en monoculture) pour laquelle une stabilité des parcelles suivies nous permet d'avoir les données techniques de la conduite sur plusieurs années consécutives (2002, 2003 et 2004).

Différents itinéraires techniques sont mis en évidence par l'analyse des données relatives à la conduite de la culture. Malgré une diversité des types de sol (texture sableuse à argileuse, les sols argilo-limoneux étant dominants), peu de variabilité est observée dans la préparation des semis : les labours se déroulent d'octobre à décembre, avec une reprise par un vibroculteur, une herse ou les deux entre fin mars et début avril. Concernant la gestion de l'interculture, une seule parcelle présente une culture de moutarde : soit l'information fait défaut pour les autres parcelles, soit cette pratique est effectivement rare.

Au sein des pratiques de désherbage, le désherbage chimique est prédominant ; seules deux parcelles présentent un désherbage mécanique associé à un désherbage chimique. L'analyse du nombre de désherbages, des dates et des types de substances actives utilisées permettent de différencier 5 itinéraires techniques présentés dans le tableau II par ordre croissant de pression de désherbage. Le suivi des mêmes parcelles sur plusieurs années montre que la stratégie du désherbage est généralement identique d'une année sur l'autre. Les changements constatés s'opèrent entre 2002 et 2003/2004 pour trois parcelles ayant reçu un apport d'atrazine en 2002.

Tableau II : Gestion du désherbage du maïs dans les monocultures en Alsace (N : nombre de désherbages ; SA : nombre de substance active)

Weeding management of maize when included in monoculture (Alsace) (N: number of weeding; SA: number of active substance used)

ITK	Semis et préparation	Pratiques de désherbage			
		N	Période	SA	Substance(s) active(s) la(les) plus fréquente(s)
A	Labour décembre. Semis mi-avril variété demi-précoce (1750 à 1800)	2	1 semaine après semis mécanique	2 à 3	Pendiméthaline
B	Labour novembre-décembre Semis : 1 ^{ère} quinzaine d'avril variété demi-précoce (1650 à 1800)	1 à 2	30 à 40 jours après le semis 10 à 15 j après le 1 ^{er} désherbage	1 à 2 1 à 2	Nicosulfuron* Mésotrione ou Dicamba
C	Labour novembre-décembre Semis : 2 ^{ème} quinzaine d'avril variété demi-précoce (1650 à 1800)	1 à 2	1 semaine après le semis si 2 ^{ème} désherbage : 20 à 25 j après	2 à 4 1 à 2	Alachlore* Produit spécialisé (AD ou/et AG)
D	Labour novembre Semis 2 ^{ème} quinzaine d'avril Variété demi-précoce (1700)	2 à 3	Présemis 30 j après semis si 3 ^{ème} désherbage : 10j après	2 à 3 1 à 2 1	Alachlore* Divers AD** Dicamba ou 2,4D
E	Labour novembre-décembre Semis 2 ^{ème} quinzaine d'avril Variété demi-précoce (1700)	3	1 semaine après le semis 10 j après 1 ^{er} désherbage 20 à 25 j après 2 ^{ème} désherbage	1 à 2 1 à 2 1	S-métolachlore* Dicamba Mésotrione

*jusqu'en 2003, association avec de l'atrazine

**fluroxypir, mésotrione ou bromoxynil

AD : antidicotylédone

AG : antigaminée

L'itinéraire technique B se distingue des autres par une gestion des adventices en post-levée sur les maïs semés les plus précocement (1^{ère} quinzaine d'avril) : 1 à 2 interventions (dans 60% des cas) sont pratiquées avec des substances actives à pénétration foliaire et racinaire, systémique et à action antigaminée et antidicotylédone (autre substance associée mesotrione ou sulcotrione). Trois itinéraires techniques (A, C, D) présentent un programme de désherbage assez généraliste (*i.e.* à spectre large) basé sur des substances actives combinant une action pré+post-levée, contre graminées et dicotylédones. Pour A, la substance active systématiquement présente est la pendiméthaline, à pénétration racinaire et un peu foliaire ; le désherbage chimique est associé à un désherbage mécanique (date non précisée). Le désherbage mécanique s'est substitué à un apport d'alachlore et d'atrazine au moment du premier désherbage en association avec la pendiméthaline. Pour C et D, le premier désherbage s'appuie sur un mélange de substances, dont la plus fréquente est l'alachlore, à pénétration racinaire ; un deuxième désherbage pour C peut être effectué, en post-levée, avec une substance active spécialisée antidicotylédones ou antigaminées (cycloxydime associée au choix d'une variété de maïs résistante, Louxxor) ; dans le cas de D, un deuxième désherbage antigaminées et dicotylédones est systématique,

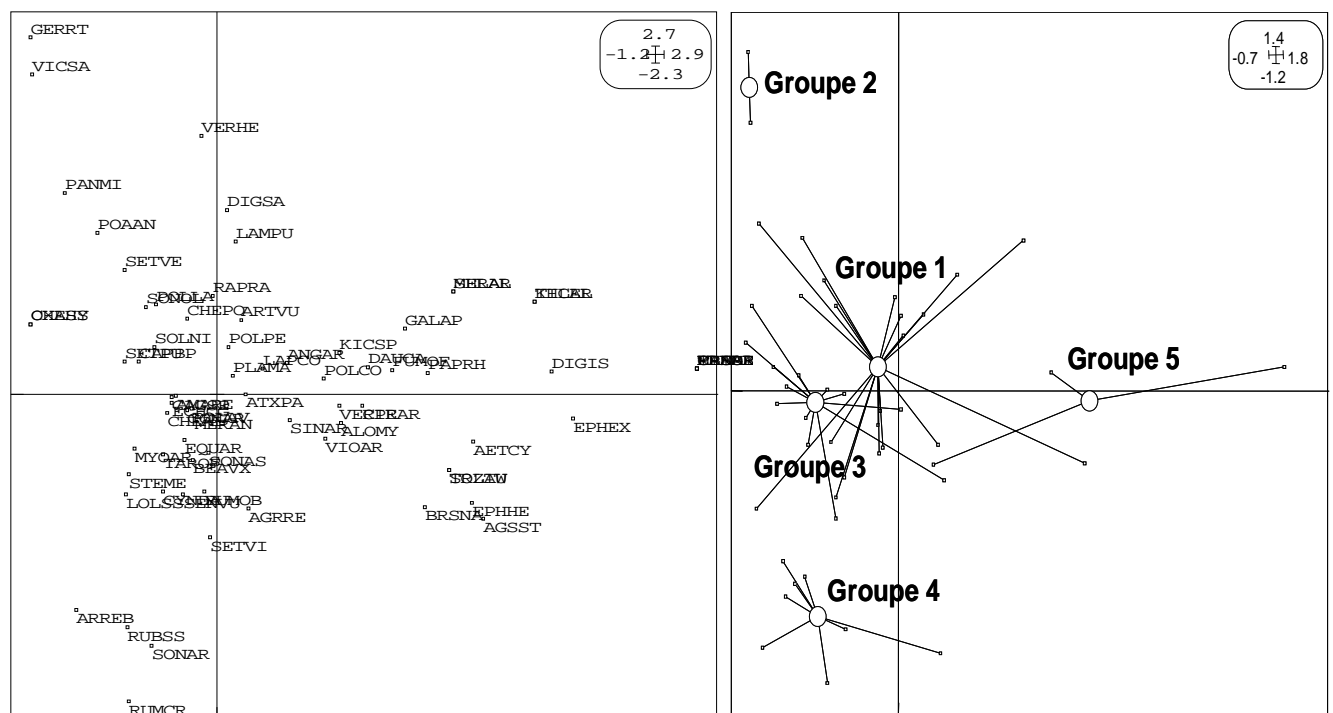
éventuellement suivi d'un troisième désherbage antidicotylédones (dicamba). Le dernier itinéraire technique E repose sur trois désherbages combinant une action en pré-levée contre graminées et dicotylédones (S-métolachlore + benoxacor) puis deux désherbages à spectre plus ou moins étendu.

FLORE ASSOCIEE AUX ITINERAIRES TECHNIQUES IDENTIFIES

Une analyse factorielle des correspondances, puis une classification automatique (figure 3) permettent de mettre en évidence 5 groupes floristiques au sein des cultures de maïs alsaciennes. Du point de vue des espèces, l'axe 1 (horizontal) sépare les espèces à levée strictement estivale (*Panicum milliaceum*, *Chenopodium hybridum*, *Solanum nigrum*) en coordonnées négatives et les espèces à levée principalement hivernale (*Galium aparine*, *Papaver rhoeas*) et printanière (*Aethusa cynapium*, *Euphorbia exigua*, *Fallopia convolvulus*, *Kickxia spuria*) en coordonnées positives. Les espèces à levée indifférente se répartissent sur l'ensemble de l'axe (*Geranium rotundifolium*, *Euphorbia helioscopia*, *Poa annua*, etc.). L'axe 2 (vertical) discrimine les espèces en fonction de leur type biologique, avec les espèces pérennes en coordonnées négatives (*Rumex crispus*, *Sonchus arvensis*, *Rubus* spp., *Arrhenatherum elatius* subsp. *bulbosum*, *Elytrigia repens*, etc.).

Figure 3 : Représentation graphique de l'AFC, à gauche la carte des espèces représentées par leur code Bayer/EPPO, à droite la carte des parcelles regroupées en fonction de la CAH.

Correspondence analysis plot; on the left species plot: each species is represented by their Bayer/EPPO codes; on the right sample plot: samples are joined according to hierarchical ascendant classification.



Le tableau III présente les espèces caractéristiques de chaque groupe floristique. Les groupes floristiques ont été classés par ordre de complexité croissante, complexité liée à la part et la nature des vivaces au sein des groupes plus qu'aux périodes de germination ou au poids des graminées dans les espèces présentes. Le groupe 1 est caractérisé par une faible diversité fonctionnelle (trois espèces appartiennent au même genre *Polygonum*) et des

espèces annuelles à germination printanière. Le groupe 2 est constitué d'un plus grand nombre d'espèces annuelles avec une forte proportion de graminées (dont *Panicum nitricum*, *Digitaria sanguinalis* et *Setaria pumila*) et des périodes de germination plus diversifiées (hivernale à estivale, voire indifférente). Les groupes 3, 4 et 5 présentent des espèces annuelles avec des périodes de germination plus ou moins étalées (3 et 5, printemps à été ; 4, hiver à printemps) mais également, à la différence des autres groupes, des espèces vivaces ou pluriannuelles dont la proportion croît dans l'ordre des groupes 3, 5 et 4.

La texture dominante des sols est argilo-limoneuse sauf pour le groupe floristique 4 identifié sur des sols à texture sablo-argileuse ou limono-argilo-sableuse présentant une gamme de pH diversifié (de 6,2 à 8,3).

Tableau III : Coïncidence entre les groupes floristiques et itinéraire technique de désherbage. IndVal et le niveau de significativité sont donnés pour chaque espèce.

Conformity between floristic classification and weed management sequence. IV value and level of significance are given for each species.

Groupe floristique	2		1		3		5		4		
	Esp.	IndVal	Esp.	IndVal	Esp.	IndVal	Esp.	IndVal	Esp.	IndVal	
Espèces caractéristiques	SETVE	80,83**	POLLA	28,57	CHEHY	15,38	ANGAR	75,15**	RUBSS	87,5**	
	VICSA	100**	POLPE	23,65	OXASS	15,38	SINAR	74,42**	SONAS	27,03	
	PANMI	83,69**	LOLSS	14,29	TAROF	18,02	DIGIS	66,67**	RUMCR	12,5	
	SETPU	58,33**	POLAV	25,53	SETVI	9,32	ATXPA	54,21**	ARREB	12,5	
	CHEPO	50,84**	SONOL	14,83	CONAR	18,85	ALOMY	47,62**	SONAR	12,5	
	LAMPU	61,17**			ABUTH	4,75	EPIAD	33,33*	STEME	23,69	
	GERRT	50**					CHNMI	33,33*	EQUAR	24,21	
	VICSS	45,65**					MISOR	33,33*			
	DIGSA	36,21**					PLALA	33,33*			
	VERHE	42*					RANRE	33,33*			
	CHEAL	26,17					TRFAR	33,33*			
	ITK (nombre de parcelles)	B (2)		B (9) C (6)		A (2) B (4) C (7)		D (2)		D (2) E (5)	

* p<0.05 ; ** p<0.01

La confrontation des flores aux pratiques des agriculteurs montre une cohérence entre la pression de désherbage et la complexité de la flore, tant du point de vue du nombre d'interventions que des substances utilisées. Les itinéraires A, B et C apparaissent les plus polyvalents pour gérer les espèces adventices citées dans les groupes 1, 2 et 3 : l'alachlore et le nicosulfuron présentent une bonne efficacité contre les graminées (*Panicum nitricum*, *Setaria spp*, *Digitaria sanguinalis*) et dicotylédones annuelles (Mamarot & Rodriguez, 2003). Le choix entre les différentes stratégies tient vraisemblablement aux possibilités d'intervention propres à chaque exploitation (date de semis du maïs, caractéristiques du sol, organisation du travail). Les itinéraires D et E intègrent une première intervention permettant de gérer les adventices annuelles du maïs, le S-métolachlore permettant de gérer en sus *Rumex crispus*. Les intervention ultérieures avec un antidiotylédone sont logiques dans l'optique de la maîtrise des vivaces présentes dans les groupes 4 et 5 (mésotrione efficace contre *Ranunculus repens* et *Stellaria media*, dicamba efficace contre *Rumex crispus* et *Rubus spp* (Mamarot & Rodriguez, 2003)). L'ordre des traitements (dicamba en 2^{ème} pour E et si nécessaire en D) et l'écart entre les dates d'intervention (plus restreint en E) sont également cohérents avec une proportion de vivaces plus importante dans le groupe 4.

CONCLUSION

Les différences de flore adventice du maïs à l'échelle des régions peuvent s'expliquer par la fréquence de la monoculture par rapport aux rotations intégrant du maïs. L'étude des données du réseau Biovigilance pour les autres cultures et l'identification des rotations dominantes devraient nous permettre de vérifier le poids des systèmes de culture dans l'expression de la flore adventice à l'échelle d'une région.

Ce travail confirme l'intérêt de la démarche consistant à tester la flore non à un ensemble de variables mais à une variable synthétique prenant un nombre restreint de modalités. La variable que nous avons choisi d'explorer est celle correspondant au concept d'itinéraire technique qui intègre, ici des variables relatives à l'installation de la culture et aux opérations de désherbage. Dans le cas retenu, celui des cultures de maïs dans les monocultures, les résultats montrent clairement une adaptation des itinéraires techniques à la flore en place avec une latitude dans le choix des produits (stratégie post ou pré-levée) qui peut s'expliquer par les différences entre exploitations. Les données floristiques utilisées ont été obtenues dans une zone témoin non traitée et ne permettent pas d'évaluer l'efficacité des itinéraires techniques. L'analyse des flores résiduelles dans la zone traitée pourrait être un moyen d'évaluer l'efficacité des différents itinéraires techniques identifiés sous réserve de disposer d'autres données relatives aux conditions de mise en œuvre des traitements (données climatiques notamment) dont nous ne disposons pas actuellement.

BIBLIOGRAPHIE

- Arbonnier P., 1966 - L'analyse de l'information. Aperçu théorique et application à la loi multinomiale. *Annales des sciences forestières*, XXIII (4), 948-1015.
- Derksen D.A., 1996 - Weed community ecology: Tedious sampling or relevant science ? A Canadian perspective. *Phytoprotection* 77, 29-39.
- Dessaint F., Fried G. Barralis G. 2007 - Déclin et changements au sein de la flore adventice: Quelle évolution en 30 ans ? AFPP – *Vingtième Conférence du Columa. Journées Internationales sur La Lutte Contre Les Mauvaises Herbes*. Dijon, France – 11 et 12 Décembre 2007. Dans ce volume.
- Dufrêne M., Legendre P., 1997 - Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monograph*, 67, 345-366.
- Fried G., Reboud X., Gasquez J., Delos M., 2007a - Le réseau « Biovigilance Flore » : Présentation du dispositif et première synthèse des résultats. AFPP – *Vingtième conférence du Columa. Journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes*. Dijon, France – 11 et 12 Décembre 2007. Dans ce volume.
- Fried G., Girod C., Jacquot M. et Dessaint F., 2007b - Répartition de la flore adventice à l'échelle d'un paysage agricole : analyse de la diversité des pleins champs et des bordures. AFPP – *Vingtième conférence du COLUMA Journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes*. Dijon – 11 et 12 décembre 2007. Dans ce volume.
- Gras R., Benoit M., Defontaine J.P., Duru M., Lafarge M., Langlet A., Osty P.L., 1989 – *Le fait technique en agronomie*. INRA, éd. L'Harmattan, Paris, 183p.
- Hallgren E., Palmer M.W., Milberg P., 1999 - Data-diving with cross validation: an investigation of broad scale gradients in weed communities. *Journal of Ecology*, 87, 1037-1051.
- Kenkel N.C., Derksen N.C., Thomas A.G., Watson P.R., 2002 - Multivariate analysis in weed science research. *Weed science*, 50, 281-292.
- Leeson J.Y., Sheard J.W., Thomas A.G., 1999 - Multivariate classification of farming systems for use in integrated pest management studies. *Canadian Journal Of Plant Science*, 79, 647-654.
- Leeson J.Y., Sheard J.W., Thomas A.G., 2000 - Weed communities associated with arable Saskatchewan farm management systems. *Canadian Journal of Plant Science* 80, 177-185.
- Mamorot J., Rodriguez A., 2003 – *Sensibilité des mauvaises herbes aux herbicides en grandes cultures*. ACTA, Paris, 372p.
- Sébillotte M., 1978 – Itinéraire technique et évolution de la pensée agronomique. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, 64(11), 906-914.

Annexe 1 : Représentation graphique de l'analyse canonique des correspondances. (a) Carte des espèces représentées par leur Code Bayer/EPPO. (b) Carte des variables. Le nom des cultures renvoie au précédent cultural. Les numéros des zones renvoient au regroupement des régions (Figure 1 et 2). L'influence des gradients environnementaux est également représenté par des vecteurs : Tmoy (Température moyenne), Prec (précipitation annuelle), X (longitude), Y (latitude), Z (altitude), pH ainsi que les textures du sol A (argileux), L (limoneux), S (sableux).

CCA plot. (a) Species plot, species are represented by their Bayer/EPPO codes. (b) Samples plot. The letters refer to the preceding crop: M (maize), C (winter cereals), F (temporary grassland), P (various spring crops). The main environmental gradient are also represented by vectors: Tmoy (mean temperature), Prec (annual rainfall), X (longitude), Y (latitude), Z (altitude), pH as well as soil texture A (clay), L (silt), S (sand).

