

AFPP – 23^e CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
DIJON – 6, 7 ET 8 DÉCEMBRE 2016

**QUELLES PRATIQUES AGRICOLES POUR PRÉSERVER
LES PEUPELEMENTS RICHES EN ESPÈCES MESSICOLES ?**

F. DESSAINT⁽¹⁾, O. BARDET⁽²⁾, J. CAMBECEDES⁽³⁾, H. DARMENCY⁽¹⁾, J.-P. GUILLEMIN⁽¹⁾, S. HUC⁽⁴⁾,
D. JAMMES⁽⁵⁾, Ph. POINTEREAU⁽⁶⁾, A. RODRIGUEZ⁽⁷⁾

⁽¹⁾ *Agroécologie, AgroSup Dijon, INRA, Univ. Bourgogne Franche-Comté, F-21000 Dijon, France
fabrice.dessaint@dijon.inra.fr*

⁽²⁾ *CBN Bassin Parisien, MNHN, 75005 Paris, France obardet@mnhn.fr;*

⁽³⁾ *CBN des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, 65200 Bagnères de Bigorre, France
jocelyne.cambededes@cbnmpm.fr*

⁽⁴⁾ *CBN Alpin, 05000 Gap, France, s.huc@cbn-alpin.fr*

⁽⁵⁾ *Bio de Provence, 84911 Avignon, France, didier.jammes@bio-provence.org*

⁽⁶⁾ *SOLAGRO, 31078 Toulouse, France, philippe.pointereau@solagro.asso.fr*

⁽⁷⁾ *ACTA, 31450 Baziège, France, alain.rodriguez@acta.asso.fr*

RÉSUMÉ

L'intensification des pratiques agricoles au cours de la 2^{ème} moitié du XX^{ème} siècle a eu pour conséquence la raréfaction d'un certain nombre d'espèces liées au milieu agricole. Ces espèces dites « messicoles » font l'objet depuis 2012 d'un Plan National d'Action (PNA). Afin d'explorer les relations entre ce groupe d'espèces adventices et les pratiques agricoles, un dispositif d'inventaire des espèces adventices et d'enquête sur les pratiques agricoles a été développé sur 159 parcelles dans trois régions au climat, aux sols et systèmes d'exploitations contrastés pendant deux ans. Les résultats concernant la richesse en messicoles sont présentés en liaison avec des pratiques culturales. Ils ne permettent pas de hiérarchiser les pratiques les plus favorables à leur présence, quelle que soit la région : celle-ci semblerait plutôt liée à la combinaison de plusieurs pratiques.

Mots-clés : adventice ; espèce rare ; système de culture ; diversité spécifique ; conservation.

ABSTRACT

WHAT AGRICULTURAL PRACTICES TO PRESERVE SEGETAL-RICH HOTSPOTS?

A consequence of the agricultural intensification of the second part of the XXth century is the depletion of some species linked to arable fields. These species called "segetal" are considered since 2012 under a National Action Plant (PNA). A survey has been conducted to explore the relationships between these segetal weeds and agricultural practices. It involved 159 farm plots for two years in three regions having contrasted climates, soils and farming systems. Data of species richness are presented in relation to agricultural practices. They cannot allow hierarchical ranking of the most favourable practices, whatever the region, but rather the presence of segetal weeds is associated with combination of several practices.

Keywords: weed; rare species; agricultural management; species diversity; conservation.

INTRODUCTION

Durant les dernières décennies, l'agriculture a connu une intensification croissante en Europe, marquant un changement brutal des pratiques culturales par rapport à celles utilisées avant la 2^{ème} Guerre Mondiale (Robinson et Sutherland, 2002). Ces modifications se sont traduites par une utilisation plus importante et systématique d'engrais chimiques et de traitements phytopharmaceutiques, afin d'accroître la production agricole. L'abondance et la fréquence de ces apports exogènes dans les parcelles cultivées ont modifié de façon drastique et durable le fonctionnement écologique de l'agro-écosystème et la manifestation la plus perceptible de ces changements concerne la baisse de la diversité floristique et faunistique de ces milieux cultivés (Sutcliffe et Kay, 2000 ; Stoate *et al.*, 2001 ; Fried *et al.*, 2009).

Au sein des adventices, les espèces messicoles constituent un groupe particulier presque exclusivement inféodées aux milieux agricoles. Ce groupe d'espèces est particulièrement sensible aux modifications environnementales en raison des fortes pressions compétitives exercées par les plantes cultivées, pour l'espace et pour les ressources. Au cours des quarante dernières années, le déclin numérique de ce groupe a été si important que plusieurs espèces qui étaient autrefois communes et répandues ne se trouvent plus aujourd'hui que localisées dans quelques stations et apparaissent sur la liste rouge nationale de la flore menacée (par exemple la dauphinelle d'Espagne, *Delphinium orientale* ou la mâche à piquants, *Valerianella echinata*). Quelques espèces constituent cependant des exceptions et sont devenues problématiques sur les parcelles agricoles ; c'est le cas du vulpin (*Alopecurus myosuroides*), de la folle avoine (*Avena fatua*) et du coquelicot (*Papaver rhoeas*). Le maintien de ce groupe est cependant important car outre une valeur patrimoniale (bleuet par exemple), ces espèces peuvent constituer une composante de la biodiversité des milieux cultivés et remplir *via* leurs traits biologiques des fonctions qui ne sont pas présentes chez les autres espèces adventices.

De cette constatation est né le Plan National d'Action (PNA) en faveur des plantes messicoles 2012-2017 (Cambecèdes *et al.*, 2012) qui décline plusieurs objectifs et constitue le cadre de plusieurs programmes de suivis de ces espèces dont le programme CASDAR « Messicoles ». L'un des objectifs de ce programme est d'identifier les pratiques agricoles les moins défavorables aux messicoles. Les résultats acquis seront un point d'appui à de nouvelles propositions de mesures agro-environnementales visant à soutenir la conservation des plantes messicoles rares dans les agrosystèmes. L'enjeu prioritaire étant dans un premier temps la conservation de la diversité existante, nous nous sommes restreint aux parcelles riches en messicoles. En effet, les parcelles dépourvues de messicoles ne constituent pas des témoins appropriés révélateurs, par comparaison, des pratiques défavorables, car on ne sait pas depuis quand elles y ont disparu et si même elles y étaient auparavant abondantes.

MATERIEL ET MÉTHODE

COLLECTE DES DONNEES

Dix-neuf exploitations agricoles (12 en agriculture biologique (AB) et 7 en agriculture conventionnelle) localisées dans 3 régions au climat, aux sols et aux systèmes d'exploitations contrastés (Bourgogne, Provence-Alpes Côte d'Azur (PACA) et Midi-Pyrénées) et connues pour être riches en espèces messicoles, ont été échantillonnées sur deux années successives (2013-2014, 2014-2015).

Sur chaque exploitation, de 1 à 10 parcelles par an (soit un total de 159 parcelles) ont été décrites par la liste des espèces adventices présentes et par les pratiques agricoles utilisées. La culture la plus fréquente est le blé d'hiver.

LES RELEVES BOTANIQUES

Un relevé de la flore est effectué sur chaque parcelle. Il est constitué du cumul des listes d'espèces observées dans trois zones : une zone entre la bordure du champ et le premier rang de la culture (zone d'interface), une zone de 4 m de large et d'environ 250 à 500 m de long, située à 1 m de la bordure du champ et une zone de plein champ constituée de deux transversales. Les relevés sont réalisés avant la

récolte de la culture et rendent compte de la flore présente en fin de la saison culturale. Seules les espèces herbacées ont été retenues.

À partir de la liste des taxons observés sur l'ensemble des différentes zones, on a extrait le groupe des espèces messicoles apparaissant sur la liste nationale établie par le Plan National d'Actions en faveur des plantes messicoles (Cambecèdes *et al.*, 2012). Les listes régionales de plantes messicoles n'ont pas été prises en compte, de manière à utiliser une liste de référence commune aux trois régions. Les abréviations utilisées pour les noms des espèces sont celles de l'EPPO (<https://gd.eppo.int>).

LES ENQUETES AGRONOMIQUES

Les différentes variables utilisées dans cette étude ont été recueillies au cours d'enquêtes faites chez les agriculteurs. Sur les neuf variables retenues, six variables décrivent les pratiques agricoles en terme de présence (oui) ou d'absence (non) de la pratique, une variable décrit le type d'exploitation, une variable caractérise la durée de succession culturale et une autre la surface de la parcelle (Tableau I).

À partir des six pratiques agricoles mises en place sur la parcelle une variable de synthèse a été élaborée caractérisant la séquence des opérations effectuées. Vingt et une séquences ont été identifiées : les 7 plus fréquentes sont données dans le Tableau I. Cinq séquences n'apparaissent qu'une seule fois.

Tableau I : Liste et caractéristiques des 9 variables retenues pour les analyses et des 7 séquences les plus fréquentes ("O" = présence).
List of variables selected for analysis and most common sequences ("O" = presence)

Variable	Label	Nombre de parcelles ou (Mini.; médiane ; maxi.)	Principales séquences (effectif)						
			23	20	20	15	13	9	9
Labour	Lab	Non : 68 / Oui : 91	-	-	O	O	O	O	O
Faux semis	FS	Non : 100 / Oui : 59	-	-	-	-	O	O	O
Apport d'azote chimique	NC	Non : 97 / Oui : 62	-	-	-	O	O	-	O
Apport d'azote organique	NO	Non : 78 / Oui : 81	O	-	O	-	-	O	-
Désherbage chimique	DC	Non : 104 / Oui : 55	-	-	-	O	O	-	O
Désherbage mécanique	DM	Non : 123 / Oui : 36	-	-	-	-	-	-	O
Type d'exploitation	TA	Biologique : 94 / Conventioneerelle : 65							
Durée de la succession culturale (an)	LR	(3 ; 5 ; 6)							
Surface de la parcelle (ha)	SP	(0,48 ; 3,00 ; 22,00)							

ANALYSE DES DONNEES

L'effet des conditions culturales sur le nombre d'espèces messicoles (NbMessicole) a été analysé avec un modèle linéaire généralisé avec une distribution de Poisson. Compte tenu de la corrélation entre le nombre total d'adventices (NbTaxons) et le nombre de messicoles ($r=0,42$, $P<0,001$), cette variable a été incluse dans le modèle sous la forme d'une covariable (mais pas présentée dans les Tableaux II et III).

Un premier modèle porte sur les effets des conditions culturales prises individuellement. C'est un modèle additif (sans interaction) où chaque variable agit indépendamment des autres.

$$\log(\text{NbMessicole}) = \beta_0 + \beta_1 \text{NbTaxons} + \beta_2 \text{Lab} + \beta_3 \text{FS} + \beta_4 \text{NC} + \beta_5 \text{NO} + \beta_6 \text{DC} + \beta_7 \text{DM}$$

$$+ \beta_8 TA + \beta_9 LR + \beta_{10} SP + \varepsilon$$

Un second modèle remplace les six variables de pratiques par la variable de synthèse (séquence).

$$\log(\text{NbMessicole}) = \beta_0 + \beta_1 \text{NbTaxons} + \beta_2 \text{Sequence} + \beta_3 TA + \beta_4 LR + \beta_5 SP + \varepsilon$$

Les analyses ont été effectuées avec le logiciel R (R Core Team, 2016).

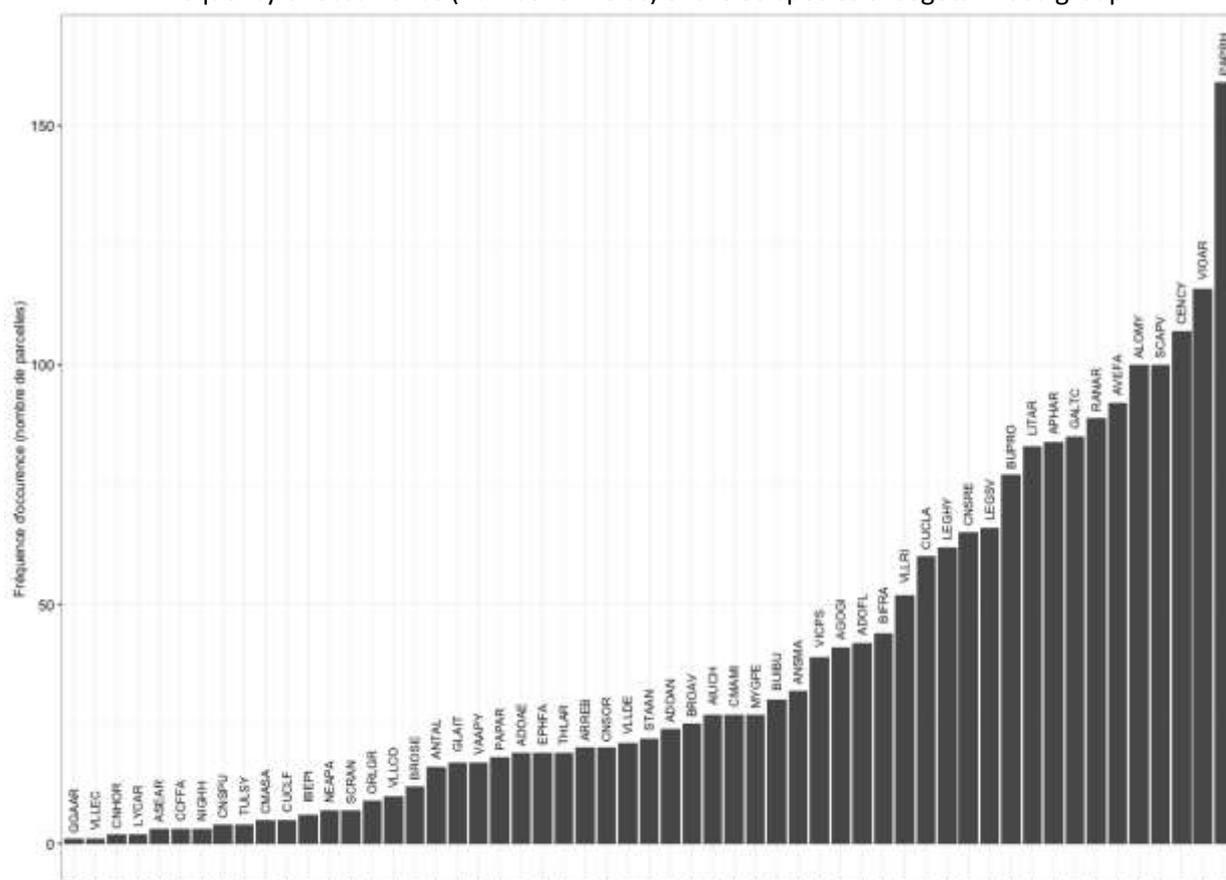
RESULTATS

LA FLORE GLOBALE

Plus de 540 taxons (espèces ou regroupements d'espèces) ont été observés sur les 159 parcelles échantillonnées (260 taxons en Bourgogne, 290 en Midi-Pyrénées et 328 en PACA) dont 106 sont communes aux 3 régions. Le groupe des espèces messicoles comprend 55 des 102 espèces présentes sur la liste nationale du PNA (29 espèces en Bourgogne, 40 en Midi-Pyrénées et 43 en PACA) dont 21 sont communes aux trois régions.

Les espèces les plus fréquentes dans ce groupe sont le coquelicot (*Papaver rhoeas*, PAPRH), la pensée des champs (*Viola arvensis*, VIOAR), le bleuet (*Cyanus segetum*, CENCY), le vulpin (*Alopecurus myosuroides*, ALOMY), le peigne-de-Vénus (*Scandix pecten-veneris*, SCAPV) et la folle avoine (*Avena fatua*, AVEFA). En revanche, les $\frac{1}{4}$ des espèces ne sont présentes que sur $\frac{1}{3}$ des parcelles, et deux espèces – la gagée des champs, *Gagea arvensis* (GGAAR) et la mâche à piquants, *Valerianella echinata* (VLLEC) – n'ont été observées que sur une seule parcelle (Figure 1).

Figure 1 : Fréquence d'occurrence (nombre de parcelles) des 55 espèces du groupe des messicoles.
Frequency of occurrence (number of fields) of the 55 species of segetal weed group.



La richesse totale en adventices sur les parcelles est très importante avec en moyenne 51 ± 17 espèces (moyenne \pm écart-type) de même que la richesse en messicoles avec une moyenne de 11 ± 5 espèces par parcelle. Les messicoles représentent ainsi, en moyenne, 23% de la flore totale présente sur une parcelle avec un maximum de 57%.

On n'observe pas de différences significatives du nombre moyen de *messicoles* par parcelle entre les différentes régions (ANOVA, $F = 1,22$, $P = 0,30$).

RELATIONS AVEC LES CONDITIONS CULTURALES

Pour l'analyse des relations avec les conditions culturales, trois espèces ont été supprimées du groupe des *messicoles* : *A. fatua*, *P. rhoeas* et *A. myosuroides*. Ces espèces très fréquentes, sont considérées comme particulièrement agressives vis à vis des cultures (Bonin *et al.*, 2015).

Le nombre d'espèces messicoles présentes sur une parcelle est significativement modulé par quatre des neuf variables analysées (Tableau II). Deux pratiques agissent positivement – la présence d'un labour et l'apport d'azote organique – et deux pratiques agissent négativement – l'utilisation d'un désherbage mécanique et/ou chimique. Les variables relatives au type d'exploitation, à la durée de la succession culturale et à la surface de la parcelle ne semblent pas influencer la présence des messicoles.

Tableau II : Analyse de déviance basée sur un modèle linéaire généralisé avec une distribution de Poisson.
Analysis of deviance based on a generalize linear model with Poisson error.

Variabiles explicatives	Coefficient	Erreur standard	P-valeurs
Labour (Oui)	0,288	0,078	<0,001***
Faux semis (Oui)	-0,170	0,090	0,060
Apport d'azote chimique (Oui)	-0,080	0,270	0,766
Apport d'azote organique (Oui)	0,280	0,084	0,001**
Désherbage chimique (Oui)	-0,418	0,192	0,031*
Désherbage mécanique (Oui)	-0,251	0,100	0,013*
Type d'exploitation (conventionnelle)	0,220	0,253	0,385
Durée de la succession culturale	-0,071	0,043	0,099
Surface de la parcelle	-0,002	0,007	0,773

La Figure 2 présente les effets moyens exprimés en pourcentages d'augmentation (positif) ou de diminution (négatif) et les intervalles de confiance à 95%. La réalisation d'un labour (Lab) augmente de 33% le nombre de messicoles observées sur les parcelles et l'apport d'azote organique (NO) permet une augmentation sensiblement identique de 32% (Figure 2). À l'inverse, l'utilisation d'un désherbage mécanique (DM) ou chimique (DC) diminue respectivement de 34% et 22% le nombre de messicoles observées (Figure 2).

Le second modèle utilisant les séquences met en évidence l'effet cumulatif des différentes pratiques. Le Tableau III présente les résultats pour les 4 séquences présentant un effet significatif sur le nombre de messicoles au seuil de 5%. L'effet le plus important est celui lié à la séquence comprenant un labour (Lab) et l'application d'azote organique (NO). L'utilisation conjointe de ces deux pratiques se traduit par un doublement du nombre de messicoles observées par rapport à la situation où aucune de ces pratiques n'est utilisée. L'ajout d'un faux semis à la séquence précédente se traduit aussi par une augmentation (autour de 67%) mais moins importante que la précédente. Enfin, la séquence ne comprenant que l'apport d'azote organique donne une augmentation de 36%. À l'inverse, la séquence incluant un faux semis, l'utilisation d'azote chimique et un désherbage chimique diminue de 63% le nombre de messicoles par rapport à une situation où cette séquence est utilisée.

Figure 2 : Effet des conditions culturales sur le nombre d'espèces messicoles observées : effet moyen et intervalle de confiance à 95% (voir les labels des variables dans le Tableau I)
 Effect of cultural conditions on the number of segetal weed: average effect and 95% confidence interval (variables labels are given in Table I)

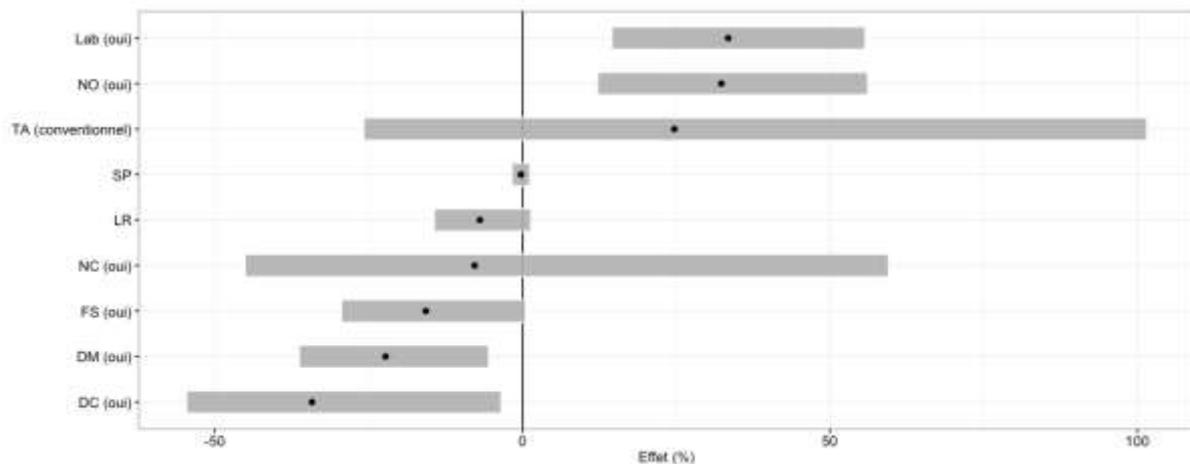


Tableau III: Analyse de déviance de Type I basée sur un modèle linéaire généralisé avec une distribution de Poisson (voir les labels des variables dans le Tableau I).
 Analysis of deviance based on a generalized linear model with Poisson error (variables labels are given in Table I)

Variables explicatives : séquences						Coefficient	Erreur standard	P-valeurs
Lab	FS	NC	NO	DC	DM			
-	-	-	Oui	-	-	0,311	0,136	0,024 *
-	Oui	Oui	-	Oui	-	-0,991	0,467	0.036 *
Oui	-	-	Oui	-	-	0,718	0,138	<0,001***
Oui	Oui	-	Oui	-	-	0,516	0,165	0.002**

Dans ce second modèle, on retrouve associées trois des quatre variables retenues pour le modèle précédent mais les effets sont plus importants. Ainsi, dans le premier modèle, la réalisation d'un labour et l'apport d'azote organique permettaient une augmentation de 33% + 32% = 65% du nombre de messicoles alors que dans le second modèle, la séquence labour et azote organique se traduit par doublement du nombre de messicoles.

DISCUSSION

LA FLORE GLOBALE

Le nombre d'adventices observées sur les parcelles est élevé ; en moyenne 51 espèces dont 11 appartiennent au groupe des messicoles. Ces valeurs élevées sont dues en partie au choix des parcelles enquêtées (connues pour être riches en messicoles) et au type de relevé botanique effectué. En effet, la liste des espèces est obtenue en cumulant les espèces rencontrées non seulement dans la parcelle mais aussi dans la zone d'interface. Cette zone est généralement assez

riche en adventices et constitue un refuge pour les espèces rares dont certaines espèces messicoles (Fried *et al.*, 2009).

Plus de la moitié des espèces messicoles présentes sur la liste nationale du PNA ont été observées sur l'ensemble des 159 parcelles. Elles représentent environ 10% des espèces trouvées. Leur fréquence d'occurrence est très variable : d'une parcelle pour deux des espèces à l'ensemble des 159 parcelles pour le coquelicot. Plus du tiers des messicoles (21 espèces) est présent sur au moins 32 parcelles, soit environ une parcelle sur cinq. Parmi les espèces les plus fréquentes, on trouve trois espèces classées comme particulièrement agressives vis à vis des cultures (*A. fatua*, *P. rhoeas* et *A. myosuroides*) mais aussi des espèces anciennement bien réparties en France et qui ont considérablement régressé, telles que le Peigne de Vénus (*Scandix pecten-veneris*), le Buplèvre à feuilles rondes (*Bupleurum rotundifolium*) ou le Grémil des champs (*Lithospermum arvense*). Ces exploitations accueillent aussi quelques espèces parmi les plus rares de France, et inscrites sur la liste rouge nationale des plantes menacées, selon les critères de l'Union internationale de Conservation de la Nature (UICN). C'est ainsi le cas du Pied d'alouette d'Espagne (*Consolida orientalis*), de la Nigelle de France (*Nigella hispanica* var. *parviflora*) et de la Mâche à piquants (*Valerianella echinata*), trois taxons classés comme vulnérables (VU).

RELATIONS AVEC LES CONDITIONS CULTURALES

Le nombre d'espèces messicoles observées sur une parcelle semble au moins en partie lié aux conditions culturelles mises en place. Sur les neuf variables utilisées seules les variables liées aux pratiques paraissent avoir un effet sur la flore messicole. La variable décrivant le type d'exploitation (agriculture biologique vs conventionnelle) ne semble pas influencer leur présence. Cette conclusion est à modérer dans la mesure où les exploitations dites « conventionnelles » qui ont été enquêtées n'ont pas une exigence de désherbage très différente des autres et présentent de nombreuses espèces messicoles.

Les variables décrivant la durée de la succession culturale et la surface de la parcelle n'expliquent pas les variations de présence des messicoles, alors qu'il s'agit d'éléments explicatifs de l'abondance des adventices communes. Dans une étude sur les adventices rares, Rotchés-Ribalta *et al.* (2015) indiquent que seules deux des 19 espèces analysées répondent positivement à la surface de la parcelle.

Toutes les variables décrivant les pratiques influencent, seule ou dans une séquence, la présence des messicoles et leur nombre. Plusieurs pratiques ont un effet positif sur les messicoles. C'est le cas du labour (Lab) et de l'apport d'azote organique (NO). Pour le labour, Dutoit et Gerbaud en 2003, ont montré qu'un travail du sol inférieur à 20cm l'automne permet l'enfouissement des semences nécessitant une dormance et limite le développement d'une flore herbacée à reproduction végétative. De même, l'apport de fertilisant est noté dans certaines études comme favorables aux messicoles (même rares) en l'absence de compétition de la plante cultivée. Par contre, dans une situation où la concurrence est forte, les espèces messicoles sont désavantagées.

A l'inverse, certaines pratiques sont défavorables aux messicoles. C'est le cas des désherbages chimique et mécanique. Ces pratiques dont l'objectif est de diminuer le nombre d'adventices ont très tôt été identifiées comme directement préjudiciables aux espèces messicoles et responsables de leur régression voire de leur disparition (Aymonin, 1965 ; Montégut, 1993 ; Jauzein, 2001)

L'application en séquences de plusieurs pratiques amplifie ou réduit l'effet des pratiques seules. Par exemple, la séquence combinant un labour et l'application d'azote organique se traduit par un effet plus important que l'addition des deux pratiques prises séparément.

Enfin, il est nécessaire de souligner que les effets mis en évidence dans ce travail ne sont valables que pour le type de parcelles étudiées, à savoir a priori riches en messicoles.

CONCLUSION

Le groupe des espèces messicoles est un ensemble hétérogène d'espèces dont la principale caractéristique est d'avoir comme habitat préférentiel (si ce n'est exclusif) la parcelle cultivée. On trouve à l'intérieur de ce groupe des espèces très fréquentes et très compétitives et des espèces rares qui apparaissent sur la liste rouge des espèces en danger. En effet, l'état de « messicole » ne renseigne pas sur la capacité adaptative des espèces ni sur leur participation au fonctionnement écologique de la parcelle cultivée. Il n'est donc pas étonnant de rencontrer dans un même milieu des groupes d'espèces au comportement aussi contrasté que la folle avoine ou le vulpin versus la nigelle ou les adonis. La recherche de pratiques culturales permettant le maintien de ces espèces dans leur habitat naturel, en limitant l'impact sur la culture, est de ce fait compliquée. Elle doit être complétée (i) par une caractérisation plus fine – que le seul nombre de taxons – des relations entre chaque espèce (ou groupe d'espèces) messicole et les pratiques agronomiques (ici résumées en oui/non alors qu'une grande variabilité existe dans chaque catégorie, par exemple pour les herbicides leur spectre d'efficacité sur les messicoles) et (ii) par la caractérisation des effets de ces pratiques sur les autres espèces adventices non messicoles et en particulier sur leur abondance qui est un élément décisif dans la gestion du désherbage. L'ensemble des données recueillies lors du programme CASDAR « Messicoles » devrait permettre d'enrichir nos réponses sur ces différents points et de développer des stratégies de protection des messicoles dans les différentes régions tout en évitant le développement d'espèces problématiques pour la productivité et la qualité des cultures.

REMERCIEMENTS

Nous remercions S. Abdulhak (CBN Alpin), J. Garcia (CBN des Pyrénées et Midi-Pyrénées), L. Gire (CBN des Pyrénées et Midi-Pyrénées), C. Houde (CBN Bassin Parisien), H. Michaud (CBN Méditerranéen de Porquerolles) pour l'acquisition et la mise en forme des données et l'ensemble des agriculteurs enquêtés dans le cadre de ce programme. Ce projet a été financièrement supporté par le projet Messicoles, CASDAR 2013 « Semences et sélection végétale » (AAP N° C-2013-07) avec l'appui du RMT Florad.

BIBLIOGRAPHIE

- Aymonin G., 1965. Le phénomène de l'adventicité. *Ile Colloque sur la biologie des mauvaises herbes*, 29 novembre 1965 (Seine-et-Oise), 14 pp.
- Bonin, L., Gautellier Vizios, L., Vacher, C., 2015 - Quelle est la nuisibilité des mauvaises herbes en céréales à paille ? <http://www.arvalis-infos.fr/quelle-est-la-nuisibilite-des-mauvaises-herbes-en-cereales-a-paille--@/view-17542-arvarticle.html>
- Cambecèdes J., Largier G., Lombard A., 2012 . Plan national d'actions en faveur des plantes messicoles. Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. Fédération des Conservatoires Botaniques Nationaux. Ministère de l'écologie, de Développement durable et de l'Energie. 242p, <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Plan-national-d-actions-en-faveur,32610.html>
- Fried G., Petit S., Dessaint F., Reboud X., 2009 - Arable weed decline in Northern France: Crop edges as refugia for weed conservation? *Biological Conservation*, 142, 238-243.
- Jauzein P., 2001 - L'appauvrissement floristique des champs cultivés - Dossier de l'environnement de l'INRA, 21 : 65-78.
- Kohler F., Vandenberghe C., Imstepf R., Gillet F., 2011 - Restoration of threatened arable weed communities in abandoned mountainous crop fields. *Restoration Ecology*, 19, 62-69.
- Montégut J., 1993 - Evolution et régression des messicoles - Actes du colloque "Faut-il sauver les mauvaises herbes ? », Gap 9 - 12 juin 1993 : 11- 32.
- Robinson, R. A., Sutherland, W. J., 2002 - Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain. *Journal of Applied Ecology*, 39, 157-176.

Rotchés-Ribalta R., Blanco-Moreno J. M., Armengot L., José-María L., Sans F. X., 2015 - Which conditions determine the presence of rare weeds in arable fields? *Agriculture Ecosystems Environment*, 203, 55-61.

Sutcliffe, O. L., Kay, Q. O., (2000) - Changes in the arable flora of central southern England since the 1960s *Biological Conservation*, 93, 1-8

Stoate C., Boatman N. D., Borralho, R. J., Carvalho, C. R., de Snoo, G. R., Eden, P., 2001 - Ecological impacts of arable intensification in Europe. *Journal of Environmental Management*, 63, 337-365.

Wilson P.J., 1999 - The effect of nitrogen on populations of rare arable plants in Britain. *Aspects of Applied Biology*, 54, 93-100.

Wilson, P.J., 1990 . The ecology and conservation of rare arable weed species and communities. PhD diss., University of Southampton.