

Photos : T. Dutail.



Ranunculus arvensis.



Scandix pecten-veneris.

LES ESPÈCES MESSICOLES DU PARC NATUREL RÉGIONAL DU LUBERON SONT-ELLES DES MAUVAISES HERBES?

Thierry DUTOIT*, Éric GERBAUD* et Jean-Marc OURCIVAL**

RÉSUMÉ:

La protection des messicoles (plantes inféodées aux champs de céréales) fait l'objet d'un paradoxe. Alors que les conservateurs d'espaces (Parc naturel régional du Luberon) et d'espèces (Conservatoire botanique national de Porquerolles) les protègent pour leur forte valeur patrimoniale ; les exploitants agricoles, quant à eux, les considèrent comme des mauvaises herbes dont la prolifération peut être responsable d'une chute de rendement de l'espèce cultivée. Cependant, peu d'expérimentations ont été réalisées sur les capacités compétitives réelles des messicoles alors qu'elles sont en voie de régression un peu partout en France suite à l'application massive d'herbicides. C'est pourquoi, les capacités compétitives de 14 messicoles encore présentes dans les champs de céréales du Parc naturel régional du Luberon ont été interprétées à partir de la mesure de leurs caractéristiques morphologiques en conditions de compétition avec le blé d'hiver (*Triticum aestivum* var. Darius). Nos résultats montrent que les messicoles caractérisées par des biomasses importantes ou avec une forte contribution de biomasse aux tiges, entraînent une réduction significative de la biomasse totale du blé et pour l'épi, une réduction de sa hauteur, de sa biomasse et du nombre de graines qu'il contient. Ces résultats sont ensuite discutés dans un objectif de conservation des espèces messicoles car, contrairement aux idées reçues, certaines d'entre elles, n'entrent pas en compétition avec le blé.

Mots-clés:

messicoles, compétition, morphologie végétale, blé d'hiver, champs cultivés, biologie de la conservation.

ABSTRACT:

Arable weeds in Luberon natural regional Park are they bad weeds?

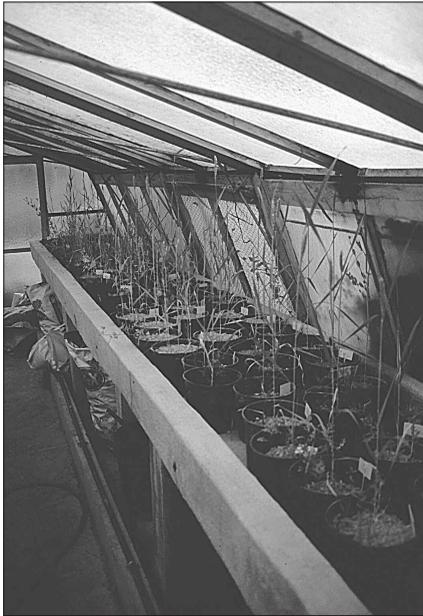
Arable weed species are the origin of a paradox: while conservation agencies (Luberon Nature Park and Porquerolles Botanical Reserve) protect them for their historical and cultural interest, farmers commonly perceived them as bad weeds responsible for a decrease in crop yield. Arable weed species substantially decline everywhere in France due to fertiliser application and very few experiments are carried out on the real competitive capacity of arable weed species. Therefore, the competitive capacity of 14 arable weed species, still growing in cereal fields in the Luberon Nature Park, was measured using their morphological traits while being cultivated together with winter wheat (*Triticum aestivum* var. Darius). Results show that arable weed species, characterised by a high biomass or a high shoot biomass, have a significant negative effect on the total biomass, the ear height, the ear biomass and the number of seeds of wheat plants. These results are discussed within the context of the biological conservation of arable weeds, because, contrary to common knowledge, some of them do not out-compete wheat plants.

Keywords:

arable weeds, competition, plant morphology, winter wheat, arable fields, conservation biology.

* Institut méditerranéen d'écologie et de paléoécologie, UMR-CNRS 6116 IMEP. Université de Provence, case 461, FST Saint-Jérôme, 13397 Marseille cedex 20, France.

** CNRS-CEFE, 1919, route de Mende, 34293 Montpellier cedex 5, France.



Dispositif expérimental sous serre.

1. INTRODUCTION

Au niveau de la recherche sur les messicoles (Jauzein, 1997), deux axes antagonistes peuvent être distingués. Les travaux des agronomes ont pour objectifs principaux de comprendre la dynamique de leurs populations afin d'en contrôler l'expansion (pratiques culturales, herbicides) car elles entrent en compétition avec l'espèce domestique pour l'eau, les éléments minéraux, l'espace et la lumière (Firbank *et al.*, 1991). Ces espèces sont alors considérées comme des « mauvaises herbes » des cultures. À l'inverse, les travaux des écologues visent à conserver ces espèces menacées par les pratiques intensives de désherbage (Aymonin, 1962).

Depuis quelques années, apparaissent cependant des travaux dont les objectifs sont le contrôle des populations de messicoles par une meilleure identification des espèces les plus compétitives (Cousens *et al.*, 1995). Cette identification permet ensuite des interventions de désherbage plus ciblées et donc plus respectueuses de la biodiversité spontanée des champs. Cependant, la plupart des recherches ont été effectuées pour des systèmes d'agriculture intensive avec de hauts niveaux d'intrants (Firbank *et al.*, 1990). De même, la ma-

rité des recherches menées sur la compétition dans les grandes cultures tiennent compte de la densité des populations d'adventices. Ce paramètre est en effet particulièrement important car il conditionne la réponse du végétal quelle que soit la caractéristique prise en compte pour mesurer cette réponse à la compétition (germination, forme, physiologie, reproduction, etc.). Cependant, dans un protocole expérimental, la prise en compte des variations de densité peut masquer d'autres différences dans la réponse du végétal. Cette réponse peut donc aussi être corrélée avec des facteurs autres que les variations de densité comme les caractéristiques morphologiques ou physiologiques des compétiteurs. Notre étude a donc été conduite pour une seule densité mais avec des distances et des dispersions angulaires constantes entre l'espèce testée (le blé) et les compétiteurs (les adventices).

Les deux objectifs principaux de cette étude seront donc

- d'identifier les caractéristiques morphologiques les plus pertinentes pour comprendre les capacités de compétition des messicoles sur une espèce domestique cultivée à grande échelle (le blé d'hiver),
- de discuter nos résultats dans une optique de conservation de certaines messicoles à forte valeur patrimoniale.

2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 Site d'étude

Les graines des messicoles testées ont été récoltées dans les champs de céréales du territoire du Parc du Luberon où se maintiennent une agriculture traditionnelle et l'absence d'épandage d'engrais ou de produits phytosanitaires (Mahieu, 1997). Cette situation est à relier avec la présence d'une importante flore messicole comprenant des espèces à forte valeur patrimoniale (Filosa, 1985).

2.2 Matériel biologique

Les graines des 14 messicoles ont été récoltées en mai et juin 1997 par les membres de la société botanique de Vaucluse. Ces espèces ont été choisies car elles

présentent des morphologies contrastées (Tableau Ia). Si la plupart sont communes dans les cultures du Luberon (Tableau Ib) certaines d'entre elles sont toutefois fortement menacées de disparition dans les autres régions de France (Filosa, 1997). Les graines ont été triées par le personnel du conservatoire botanique de Porquerolles qui est chargé de la conservation *ex situ* des semences des messicoles à forte valeur patrimoniale dans le sud-est de la France (Virevaire, 1999). Le blé testé (*Triticum aestivum* var. Darius) correspond à une variété fréquemment cultivée dans la région.

Tableau I
Caractéristiques des 14 messicoles testées selon Montegut (1997) et Maillat & Godron (1997).

* indique les messicoles typiques du Parc naturel régional du Luberon (Guende & Ollivier, 1997).

IA. - CARACTÉRISTIQUES MORPHOLOGIQUES		Tige (cm)	Feuilles	Port	Fleurs	Fruit	Famille
1	<i>Adonis annua</i> L.*	20-50	divisées	dressé	solitaires	polyakène	Renonculacées
2	<i>Agrostemma githago</i> L.*	60-100	entières	dressé	solitaires	capsule	Caryophyllacées
3	<i>Anagallis arvensis</i> L.*	10-30	entières	ramifié	solitaires	capsule	Primulacées
4	<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.*	20-50	entières	dressé	ombelle	méricarpe	Apiacées
5	<i>Caucalis platycarpus</i> L.*	10-40	divisées	dressé	ombelle	méricarpe	Apiacées
6	<i>Centaurea cyanus</i> L.*	30-80	entières	dressé	capitule	polyakène	Asteracées
7	<i>Kickxia spuria</i> (L.) Dumort.	10-30	entières	rampant	solitaires	capsule	Scrofulariacées
8	<i>Neslia paniculata</i> (L.) Desv.*	30-80	entières	dressé	grappe	silicule	Brassicacées
9	<i>Papaver argemone</i> L.*	15-40	divisées	dressé	solitaires	capsule	Papavéracées
10	<i>Ranunculus arvensis</i> L.*	20-60	divisées	ramifié	solitaires	polyakène	Renonculacées
11	<i>Scandix pecten-veneris</i> L.*	10-40	divisées	ramifié	ombelle	méricarpe	Apiacées
12	<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.*	20-50	divisées	ramifié	ombelle	méricarpe	Apiacées
13	<i>Vaccaria hispanica</i> (Mill.) Rausch.*	30-60	entières	dressé	cyme	capsule	Caryophyllacées
14	<i>Vicia bithynica</i> (L.) L.	20-80	composées	rampant	solitaires	gousse	Fabacées

IB. - CARACTÉRISTIQUES ÉCOLOGIQUES		Sol	Origine	Germination	Floraison (mois)	Ploïdie	Rareté en France
1	<i>Adonis annua</i> L.*	calcicole	allochtone	automnale	II-VI	polyploïde	régression
2	<i>Agrostemma githago</i> L.*	méso-eutrophe	allochtone	automnale	II-VI	polyploïde	régression
3	<i>Anagallis arvensis</i> L.*	méso-eutrophe	autochtone	printanière	V-X	polyploïde	maintien
4	<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.*	calcicole	allochtone	automnale	IV-VII	diploïde	régression
5	<i>Caucalis platycarpus</i> L.*	calcicole	allochtone	automnale	VII-X	diploïde	régression
6	<i>Centaurea cyanus</i> L.*	méso-eutrophe	autochtone	automnale	II-VI	diploïde	régression
7	<i>Kickxia spuria</i> (L.) Dumort.	calcicole	autochtone	printanière	IV-VII	diploïde	maintien
8	<i>Neslia paniculata</i> (L.) Desv.*	calcicole	allochtone	printanière	II-VI	diploïde	régression
9	<i>Papaver argemone</i> L.*	méso-eutrophe	autochtone	automnale	IV-VII	polyploïde	régression
10	<i>Ranunculus arvensis</i> L.*	méso-eutrophe	autochtone	automnale	II-VI	polyploïde	maintien
11	<i>Scandix pecten-veneris</i> L.*	calcicole	autochtone	automnale	IV-VII	polyploïde	maintien
12	<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.*	calcicole	allochtone	automnale	IV-VII	polyploïde	régression
13	<i>Vaccaria hispanica</i> (Mill.) Rausch.*	calcicole	autochtone	automnale	II-VI	polyploïde	régression
14	<i>Vicia bithynica</i> (L.) L.	calcicole	allochtone	automnale	V-X	diploïde	maintien

2.3 Protocole expérimental

Le sol échantillonné provient d'une parcelle agricole située sur la commune de Rustrel (5°26'E, 43°55'N) dans le département du Vaucluse. Ce sol a été récolté en janvier 1998, puis réparti dans 80 pots en plastique d'un volume de 3 litres pour un diamètre de 16 cm. Les 80 pots sont ensuite disposés dans une serre du jardin botanique de l'université d'Aix-Marseille III.

Au début du mois de mars 1998, les graines des messicoles et du blé sont mises en germination dans les pots. Le blé est mis en compétition avec quatre individus d'une même espèce de messicole par pot. Cinq répétitions sont utilisées: 5 x (1 blé + 4 messicoles). À titre de témoin, le blé est également cultivé à raison d'un seul individu au centre de chaque pot 5 x (1 blé seul) et avec quatre individus de la même espèce pour tester les effets de la compétition intra-spécifique: 5 x (1 blé + 4 blés autour). La croissance des végétaux est maintenue entre mars 1998 et mai 1998 jusqu'à maturité du blé. La croissance du blé est très rapide car sa culture se déroule sous serre et en conditions contrôlées.

En mai 1998, tous les individus sont coupés à 1 cm du collet. Les différentes caractéristiques morphologiques sont mesurées sur le matériel frais avant séchage des échantillons à l'étuve jusqu'à poids constant pour les mesures de biomasse sèche (65 °C pendant environ 48 heures selon les organes végétaux). Parmi les caractéristiques morphologiques mesurées figurent, la hauteur de la tige la plus haute (axe principal), le nombre de feuilles, de graines, la hauteur de la tige (chaume) et de l'inflorescence (épi) pour le blé. Les valeurs sont moyennées pour les quatre pieds de messicoles et les cinq répétitions. La durée et le nombre de germinations des graines produites par le blé à la fin de l'expérimentation ont été mesurés après levée de dormance par un passage au froid (5 jours à 4 °C).

Les biomasses sont exprimées en matière sèche pour les racines, tiges, feuilles et fruits (avec graines). Elles sont pesées séparément pour mesurer la biomasse aérienne (tiges + feuilles + fruits), racinaire (racines) et la biomasse totale (tiges + feuilles + fruits + racines)

de chaque individu. La biomasse des différents organes pesés est ensuite ramenée à la biomasse totale de chaque individu pour mesurer le pourcentage de contribution de biomasse aux divers organes considérés (tiges, feuilles, fruits, racines). Les liaisons significatives entre les caractéristiques morphologiques des messicoles et du blé sont réalisées par l'intermédiaire de régressions linéaires simples. Aucune transformation des variables n'a été effectuée car il ne s'agit pas de tester la significativité de la régression linéaire mais d'identifier les variables (caractéristiques morphologiques des messicoles) les plus aptes à prédire leurs capacités de compétition.

3. RÉSULTATS

Au total, 210 régressions linéaires ont été effectuées entre les différentes caractéristiques morphologiques mesurées pour le blé et celles mesurées pour les 14 messicoles, le blé en compétition intra-spécifique et le blé seul. Pour ce nombre d'individus (15) avec 5 répétitions, et pour $p < 0,0001$, le seuil de détermination pour R^2 est de 0,410 (Baillargeon, 1984). 33 régressions linéaires montrent des liaisons significatives négatives entre les caractéristiques morphologiques des messicoles et les caractéristiques morphologiques du blé (Tableau II).

Plus les messicoles ont une biomasse totale et aérienne importante, des tiges hautes, lourdes et avec une forte contribution de biomasse; moins les valeurs mesurées pour les caractéristiques morphologiques du blé sont fortes. Par rapport aux implications agronomiques, il faut particulièrement noter des liaisons significatives entre la hauteur de l'axe principal, le pourcentage de contribution aux tiges, la biomasse totale des messicoles et, la hauteur ou la biomasse de l'épi du blé, le nombre de graines et le pourcentage de contribution de biomasse (Tableau II). Les messicoles privilégiant ces caractéristiques morphologiques affecteront donc significativement le rendement agricole du blé. Cependant, les caractéristiques morphologiques des messicoles ne montrent pas de liaisons significatives avec la durée et le taux de germination des graines du blé récoltées à la fin de l'expérimentation.

Tableau II

Liaisons significatives entre les caractéristiques morphologiques des messicoles et du blé. En caractères renforcés figurent les caractéristiques morphologiques liées à la biomasse totale du blé et en italiques, celles concernant son rendement agricole.

Messicoles	Blé	Coefficient de détermination $R^2=0,410$; $p<0,0001$
% de contribution aux tiges	Biomasse aérienne (g)	0,653
<i>% de contribution aux tiges</i>	<i>Biomasse de l'épi (g)</i>	<i>0,647</i>
% de contribution aux tiges	Biomasse totale (g)	0,640
% de contribution aux tiges	Biomasse du chaume (g)	0,626
Biomasse des tiges (g)	Biomasse des feuilles (g)	0,607
% de contribution aux tiges	Biomasse des feuilles (g)	0,581
Biomasse des tiges (g)	Biomasse du chaume (g)	0,571
<i>Hauteur de l'axe principal (cm)</i>	<i>Hauteur de l'épi (cm)</i>	<i>0,569</i>
% de contribution aux tiges	<i>Hauteur de l'épi (cm)</i>	<i>0,565</i>
<i>% de contribution aux tiges</i>	<i>% de contribution à l'épi</i>	<i>0,530</i>
<i>% de contribution aux tiges</i>	<i>Nombre de graines</i>	<i>0,521</i>
Biomasse totale (g)	Biomasse totale (g)	0,514
<i>Biomasse totale (g)</i>	<i>Nombre de graines</i>	<i>0,514</i>
Biomasse totale (g)	Biomasse aérienne (g)	0,513
Biomasse des tiges (g)	Biomasse aérienne (g)	0,510
Biomasse des tiges (g)	Biomasse totale (g)	0,509
Hauteur de l'axe principal (cm)	Biomasse du chaume (g)	0,499
Biomasse aérienne (g)	Biomasse totale (g)	0,490
<i>Biomasse aérienne (g)</i>	<i>Nombre de graines</i>	<i>0,490</i>
Biomasse aérienne (g)	Biomasse aérienne (g)	0,487
Biomasse aérienne (g)	Biomasse des feuilles (g)	0,487
% de contribution aux tiges	% de contribution aux feuilles	0,483
Biomasse totale (g)	Biomasse des feuilles (g)	0,480
<i>Biomasse des tiges (g)</i>	<i>Hauteur de l'épi (cm)</i>	<i>0,468</i>
<i>Biomasse des tiges (g)</i>	<i>Nombre de graines</i>	<i>0,468</i>
Hauteur de l'axe principal (cm)	Biomasse aérienne (g)	0,463
Biomasse totale (g)	Biomasse du chaume (g)	0,458
Hauteur de l'axe principal (cm)	Biomasse totale (g)	0,458
Biomasse aérienne (g)	Biomasse du chaume (g)	0,450
<i>Hauteur de l'axe principal (cm)</i>	<i>Nombre de graines</i>	<i>0,446</i>
<i>Biomasse des tiges (g)</i>	<i>Biomasse de l'épi (g)</i>	<i>0,445</i>
Hauteur de l'axe principal (cm)	Biomasse des feuilles (g)	0,439
<i>Hauteur de l'axe principal (cm)</i>	<i>Biomasse de l'épi (g)</i>	<i>0,431</i>

4. DISCUSSION

La mesure des caractéristiques morphologiques de 14 messicoles des grandes cultures de blé montre que ce sont les différentes biomasses (tiges, aérienne, totale) mais surtout la contribution de biomasse aux tiges et dans une moindre mesure la hauteur de l'axe principal qui expliquent le mieux l'aptitude à la compétition des messicoles vis-à-vis de l'espèce cultivée. Contrairement aux résultats trouvés pour d'autres types d'écosystèmes (marais, zones arides), ce ne sont pas les différentes biomasses mesurées pour les espèces testées (aérienne, racinaire, totale) qui apparaissent comme le meilleur indicateur du pouvoir compétitif des messicoles mais la contribution de biomasse aux tiges et dans une moindre mesure la hauteur.

Ce résultat doit être relié avec le type d'écosystème testé où la compétition pour la lumière est très importante en liaison avec la morphologie de l'espèce domestique (blé). Il a été ainsi démontré que pour des sols riches en matières minérales, c'est la lumière qui devient la ressource critique (Tilman, 1988). En conséquence les plus fortes corrélations sont obtenues pour des caractéristiques morphologiques liées à la compétition pour la lumière contrairement aux caractéristiques mesurées pour la compétition vis-à-vis des ressources minérales qui ne montrent jamais de liaisons significatives négatives avec les caractéristiques morphologiques du blé (biomasse racinaire, rapport tiges/racines, contribution de biomasse aux racines).

La méthode de mesures des caractéristiques morphologiques d'espèces végétales en compétition montre bien ici toute sa pertinence pour un diagnostic rapide des aptitudes compétitives de différentes messicoles. C'est une méthode facile à mettre en place et dont les résultats peuvent être généralisables à d'autres cultures. Cependant, cette expérimentation a été réalisée pour un seul niveau de densité et pour une réponse à la compétition du blé mesurée par rapport à une seule messicole avec quatre individus dans chaque pot. Pour répondre aux objectifs écologiques et appliqués de ce travail, les expérimentations futures devront prendre en compte des mélanges d'espèces messicoles dans chaque pot afin de mieux correspondre à la réalité de terrain.

La mise en place de cette méthode pour des cultures à faibles intrants comme les champs de céréales du Parc naturel régional du Luberon dans le sud-est de la France permet également d'envisager des applications en matière de conservation de certaines messicoles.

Dans notre étude, les messicoles hautes à fort développement sont les espèces les plus compétitives vis-à-vis de la biomasse totale du blé. Par rapport aux applications agronomiques, il est important de noter que ces messicoles hautes avec une contribution de biomasse importante aux tiges affecteront significativement le rendement agricole du blé par une réduction de la taille et de la biomasse de l'épi ainsi que du nombre de graines qu'il contient (Tableau II). Par rapport aux espèces testées, 6 apparaissent comme des messicoles relativement compétitives par rapport aux ressources investies dans la tige (hauteur ou biomasse) et le reste de l'appareil végétatif aérien (biomasse et nombre de feuilles). Il s'agit par ordre décroissant de *V. hispanica*, *A. githago*, *B. rotundifolium*, *N. paniculata*, *C. platycarpus*, et *T. latifolia*.

Ainsi, les messicoles dont l'appareil végétatif sera morphologiquement le plus proche de celui du blé affecteront donc le plus son rendement agricole. Nos résultats sont confirmés par d'autres travaux montrant le pouvoir compétitif important des espèces morphologiquement et génétiquement plus proches du blé comme les Poacées: *Bromus sterilis* (Firbank *et al.*, 1990) ou *Avena* sp. (Marshall & Jain, 1969).

Au contraire, dès que les caractéristiques morphologiques des espèces messicoles, comme la biomasse des tiges, présenteront des valeurs moindres, leurs capacités de compétition seront alors moins fortes vis-à-vis de la hauteur de l'épi de blé et le nombre de graines qu'il contient. Peu de résultats ont cependant été trouvés pour ces 8 autres espèces car, soit elles sont très rares dans les cultures intensives du Nord-Ouest de l'Europe (Jauzein, 1995), soit elles sont essentiellement présentes dans le bassin méditerranéen où subsiste encore une agriculture avec une forte composante traditionnelle (Barbero *et al.*, 1984). Nos résultats confirment cependant les rares données disponibles pour ces espèces: *A. annua*, *A. arvensis*, *R. arvensis*,

C. cyanus, *K. spuria*, et *P. argemone* sont rarement nuisibles dans les grandes cultures de céréales, *S. pecten-veneris* ne serait nuisible que dans les cultures de colza et *V. bithynica* dans les vignes lorsqu'elle est très abondante (Mamarot *et al.*, 1997).

Il ressort donc de cette expérimentation que plus de la moitié des espèces testées n'ont pas une aptitude importante à la compétition vis-à-vis du blé. Par rapport aux messicoles compétitives, ces espèces peuvent être caractérisées par leur faible développement. Elles sont plutôt rampantes (*K. spuria*, *V. bithynica*) ou avec un port ramifié en touffe (*A. arvensis*, *R. arvensis*, *S. pecten-veneris*), ou lorsqu'elles sont hautes, leurs biomasses demeurent plutôt faibles (*A. annua*, *C. cyanus*, *P. argemone*). Si certaines de ces espèces se maintiennent dans les grandes cultures malgré les traitements herbicides, d'autres, par contre, sont en forte régression dans toute la France comme le bleuet (*C. cyanus*), l'adonis (*A. annua*) ou le pavot argémone (*P. argemone*) trois espèces emblématiques de la flore spontanée des champs cultivés (Jauzein, 1995).

5. CONCLUSION

L'application de la méthode de culture en compétition interspécifique entre 14 messicoles et le blé montre que les caractéristiques morphologiques les plus pertinentes pour prédire les aptitudes à la compétition des messicoles sont : le pourcentage de contribution de biomasse à la tige, les biomasses aérienne et totale et la hauteur de l'axe principal. L'application de cette méthode aux écosystèmes très artificiels que sont les champs cultivés est possible avec des implications très importantes. En agronomie, elle permettra une meilleure application des traitements herbicides donc une réduction des coûts liés aux intrants. En biologie de la conservation, elle permettra de préserver certaines messicoles en forte régression sur le territoire national. À l'avenir ce type d'expérimentation devrait être appliqué pour des cultures mélangées de messicoles.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier le Parc naturel régional du Luberon, les membres de la Société botanique de Vaucluse et le Conservatoire botanique national de Porquerolles pour la récolte, le tri et la fourniture des graines de messicoles. Nos remerciements vont également à Messieurs Jean-Louis Armand et Marcel Collomb pour l'autorisation de prélèvement de sol et la fourniture des semences de blé. Ce travail a pu être réalisé grâce à une aide financière de la Fondation de France (n° 97008577).

BIBLIOGRAPHIE

AYMONIN G., 1962, Les messicoles vont-elles disparaître? *Sciences et Nature*, N° 49, pp. 3-9.

BAILLARGEON G., 1984, *Techniques statistiques avec applications en informatique, techniques administratives et sciences humaines*, SMG, Québec.

BARBERO M., LOISEL R. & QUEZEL P., 1984, Incidence des pratiques culturales sur la flore et la végétation des agrosystèmes en région méditerranéenne, *Comptes-rendus de la Société de biogéographie*, N° 59, pp. 463-473.

COUSENS R. & MORTIMER M., 1995, *Dynamics of weed populations*, Cambridge University press, Cambridge, 332 p.

FILOSA D., 1997, La régression des messicoles dans le Sud-Est de la France, in: DALMAS J.-P. (éd.), *Faut-il sauver les mauvaises herbes?* Conservatoire botanique de Gap-Charance, Gap, pp. 67-74.

FILOSA D., 1985, Situation de quelques espèces végétales messicoles en Haute-Provence occidentale, *Bulletin de la Société botanique du Centre-Ouest*, N° 16, pp. 61-79.

FIRBANK L.G., CARTER N., DARBYSHIRE J.-F. & POTTS G.R., 1991, *The ecology of temperate cereal fields*, Blackwell scientific publications, Oxford, 469 p.

FIRBANK L.G., COUSENS R., MORTIMER A.M., SMITH R.G.R., 1990, Effects of soil type on crop yield-weed density relationships between winter wheat and *Bromus sterilis*, *Journal of applied ecology*, N° 27, pp. 308-318.

GUENDE G. & OLLIVIER L., 1997, Les mesures de sauvegarde et de gestion des plantes messicoles du Parc naturel régional du Luberon, in: DALMAS J.-P. (éd.), *Faut-il sauver les mauvaises herbes?* Conservatoire botanique de Gap-Charance, Gap, pp. 179-188.

JAUZEIN P., 1995, *Flore des champs cultivés*, INRA, Paris, 898 p.

JAUZEIN P., 1997, La notion de messicole: tentative de définition et de classification, *Le monde des plantes*, N° 458, pp. 19-23.

MAILLET J. & GODRON M., 1997, Caractéristiques bionomiques des messicoles et incidence sur leurs capacités de maintien dans les agrosystèmes, in: DALMAS J.-P. (éd.), *Faut-il sauver les mauvaises herbes?* Conservatoire botanique de Gap-Charance, Gap, pp. 125-137.

MAMAROT J., PSARSKI P. & ROUQUIER R., 1997, *Mauvaises herbes des cultures*, ACTA, Paris, 484 p.

MARSHALL D.R. & JAIN S.K., 1969, Interference in pure and mixed populations of *Avena fatua* and *A. barbata*, *Journal of ecology*, N° 57, pp. 251-270.

MONTEGUT J., 1997, Évolution et régression des messicoles, in: DALMAS J.-P. (éd.), *Faut-il sauver les mauvaises herbes?* Conservatoire botanique de Gap-Charance, Gap, pp. 11-32.

TILMAN D., 1988, *Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities*, Princeton University Press, Princeton, 360 p.

VIREVAIRE M., 1999, 20 ans de conservation *ex situ* au Conservatoire botanique national de Porquerolles: évolution des techniques de conservation et de germination, in: LESOUEF J.-Y. (éd.), *Les plantes menacées de France*, Société botanique du Centre-Ouest, numéro spécial 19, St-Sulpice-de-Royan, pp. 317-328.