

Le site d'étude, lieu-dit... commune de Rustrel (Vaucluse).

Photos : Éric Gerbaud.

ÉTUDE DE LA RÉPARTITION DES PLANTES MESSICOLES DANS UN CHAMP EN LIAISON AVEC UNE MESURE AGRI-ENVIRONNEMENTALE

Éric GERBAUD, Thierry DUTOIT & Bernard HILL *

INTRODUCTION

Tout d'abord précisons la terminologie. Qu'est-ce qu'une adventice, une plante ségétale ou une messicole? Une plante adventice (du latin *adventicius*, supplémentaire) ou « mauvaise herbe » est une plante qui s'ajoute à un groupement végétal auquel elle est initialement étrangère ou non souhaitée. Le terme de messicole (du latin *messis*, moisson) et son synonyme ségétale, est plus précis et nous prendrons comme référence la définition de Olivereau (1996), qui considère les messicoles comme « *des plantes annuelles ou plus rarement vivaces, ayant un cycle biologique similaire à celui des céréales et vivant de façon exclusive ou préférentielle dans des milieux soumis à la moisson* ».

La flore adventice est depuis l'origine de l'activité agricole (Dekker, 1997), combattue pour les méfaits qu'elle engendre sur l'espèce domestiquée (concurrence pour l'eau, la lumière et les sels minéraux). Cependant, les pratiques agricoles traditionnelles, ont longtemps permis le maintien de cette flore. Or, depuis l'avènement et la généralisation, il y a une cinquantaine d'années, des techniques intensives (intrants chimiques, mécanisation) de nombreuses études montrent un changement de cette flore au niveau qualitatif et quantitatif. Son déclin est indiscutable et un très grand nombre de publications en témoigne : en France (Aymonin, 1962, 1965, 1975; Barbero *et al.*, 1984; Filosa 1985; Montegut, 1997), en Angleterre (Wilson, 1997), en Allemagne (Albrecht, 1995), au Danemark

(Andraesen *et al.*, 1996) ou encore en Belgique (Fabri, 1997; Meerts, 1997).

Le territoire du Parc naturel régional du Luberon (PNRL) est un secteur géographique propice à l'étude des adventices car deux atouts ont favorisé le maintien de nombre de ces espèces :

- Cette région est peu sujette à l'agriculture intensive et possède encore une composante pratiquant l'agriculture traditionnelle (Mahieu, 1997; Verlaque & Filosa, 1997).
- Les messicoles sont des espèces importées du croissant fertile oriental et plutôt méditerranéennes (Verlaque & Filosa, 1997), elles se situent donc dans le nord de la France et de l'Europe, en limite d'aire de répartition et y régressent donc beaucoup plus (Holzner, 1978; Wilson, 1994; Meerts, 1997; Dutoit, 1997) que dans les régions méridionales.

Notre travail mené sur la commune de Rustrel, s'intègre aux recherches menées par l'Institut méditerranéen d'écologie et de paléocécologie (IMEP) sur la répartition des messicoles pour l'ensemble du territoire du PNRL en fonction des pratiques agricoles, de l'histoire des parcelles et de leurs conditions géographiques. À l'inverse, nous avons choisi d'étudier un des facteurs agissant potentiellement sur la répartition des populations de messicoles dans les champs. Nous allons ainsi essayer de caractériser l'effet de la lisière sur les populations d'adventices tant au niveau qualitatif (richesse

* Université de Provence, UPRESA/CNRS 6116 - Institut méditerranéen d'écologie et de paléocécologie F.S.T. Saint-Jérôme, case 421 bis - 13397 Marseille CEDEX 20, France.

spécifique 1) que quantitatif (densité 2, diversité spécifique 3, équitabilité 4). En effet, dans le cadre d'une mesure agri-environnementale (Mahieu, 1997), il est spécifié aux agriculteurs de semer moins dense en lisière afin de permettre aux populations d'adventices de s'implanter. De nombreuses études (Marshall, 1985; 1989; Rew *et al.*, 1992; Wilson & Aebischer, 1995) montrent en effet une augmentation de la richesse en adventices (messicoles et espèces des lisières) dans une bande de un à quatre mètres le long du champ (cette zone est également appelée fourrière).

Nous essayerons de hiérarchiser les facteurs traduisant un quelconque effet de la lisière afin de valider ou d'invalider la proposition de moindre densité de semis sur les bordures. Les espèces de bordure de champ sont-elles des messicoles *sensu stricto*, c'est-à-dire au sens d'Olivereau (1996), ou majoritairement des espèces prairiales compétitrices s'accoutumant aux conditions du champ?

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Site d'étude

Les massifs et contreforts du territoire du PNRL sont caractérisés par des exploitations à deux composantes, l'une de type élevage et une autre de type polyculture (fourrage, céréales). La parcelle étudiée se situe dans cet environnement où l'exploitant pratique la polyculture-élevage (céréales, luzerne et élevage ovin). Aucun traitement phytosanitaire n'est appliqué car les chaumes sont pâturés par un troupeau de moutons (environ 150 têtes) du mois d'août au mois d'octobre.

La parcelle étudiée (0,3 hectare) est située sur la commune de Rustrel au nord de la ville d'Apt (5°26' E; 43°55' N), dans le département de Vaucluse à une altitude moyenne de 330 mètres (fig. 1).

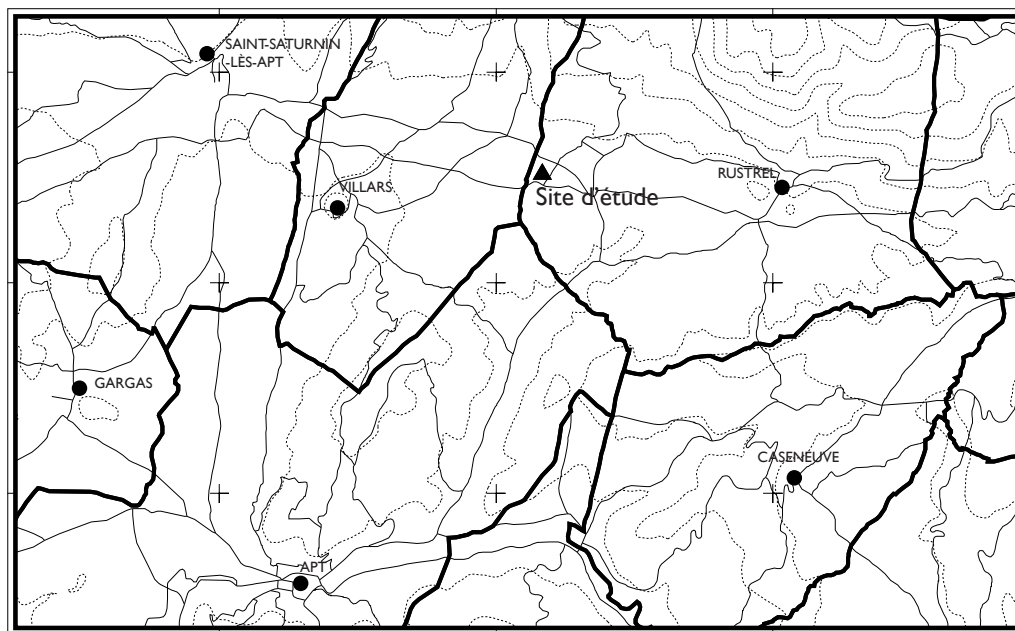


Fig. 1 : localisation du site d'étude.

1. Nombre d'espèces par m².
2. Nombre de germination par m².
3. Complète l'information de richesse en considérant l'importance numérique des espèces.
4. Indice permettant de comparer la diversité de deux peuplements ayant une richesse spécifique différente. $H = 1$ lorsque toutes les espèces ont la même abondance et tend vers 0 lorsqu'une espèce domine largement.

Le labour est effectué à la fin du mois d'octobre 1997. Sa profondeur est d'environ 30 centimètres. Le semis est réalisé début novembre à raison de 170 kg de semences de blé d'hiver (*Triticum aestivum* var. Grazia) par hectare. Comme la majorité des semences, celles-ci sont traitées et triées. Aucun roulage du blé n'est effectué. La parcelle n'est pas irriguée.

Aucun désherbage chimique ou mécanique n'est pratiqué. En revanche, un amendement organique est apporté durant le mois d'octobre à raison de 10 tonnes de fumier à l'hectare (l'apport de graines par le fumier n'a pas été quantifié). La moisson est réalisée vers la fin du mois de juillet pour un rendement de 35, 40 et 60 quintaux/hectare respectivement pour les années 1996 à 1998.

Les pratiques culturales réalisées sur cette parcelle sont représentatives des conditions d'exploitation de la majorité des parcelles dans le PNRL (Dutoit *et al.*, sous presse; Mahieu, 1997).

Établissement des transects (Fig. 2)

Cinq transects perpendiculaires à la lisière ont été réalisés jusqu'au milieu du champ (25 mètres). Les transects 1 et 5 se trouvent à 15 mètres des lisières latérales. Ces distances par rapport aux lisières est et ouest se justifient car seul l'effet de la lisière nord doit être testé. En effet, la plupart des espèces herbacées des prairies ne

disséminent leurs graines qu'à un mètre ou deux de la plante mère (Werner, 1975). La distance qui sépare les 5 transects est de 7,5 mètres.

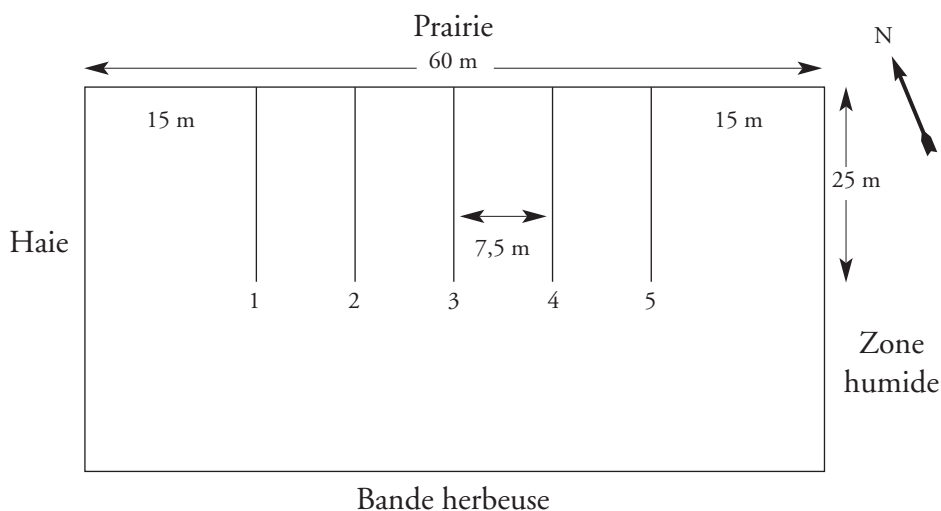
Analyses de sol :

Durant la troisième semaine de mars 1998, des carottes de sol d'environ 340 cm³ ont été prélevées aux points 1 m, 13 m et 25 m de chaque transect (respectivement a, b et c), pour analyser les propriétés physiques et chimiques des sols. L'azote a été dosé selon la méthode Kjeldahl (Aubert, 1970) ainsi que les teneurs en phosphore (méthode Olsen). Le pH et les ions échangeables (Ca²⁺, K⁺ et Mg²⁺) ont été mesurés par la méthode Shollenberger et Dreibelbis (Aubert, 1970). Des cylindres de 300 cm³ environ ont été prélevés aux mêmes points (1^{ère} semaine du mois d'avril 1998) pour calculer la porosité selon le protocole de Soltner (1982).

Mesure de la PAR (Photosynthetically active radiation)

Les valeurs PAR (traduisant l'insolation) ont été mesurées en mai 1998 à travers les chaumes de blé au niveau du sol. Les mesures ont été réalisées le même jour de 11 h 00 à 13 h 00 avec une baguette sensitive mesurant 95 x 1 cm (EMS 7A, Université de Provence, Marseille). Le témoin (18 x 1 cm) d'insolation maxi-

Fig. 2 : Dispositif expérimental



male se trouvait en lisière à une hauteur équivalente à la cime du blé. Les valeurs obtenues avec la baguette sensitive sont calculées en pourcentages de la valeur maximale, et constituent une mesure indirecte du recouvrement de la végétation.

Échantillonnage du stock semencier

Les prélèvements ont été réalisés le 15 janvier 1998 après le labour automnal et le semis de blé d'hiver. Des carottes d'un volume équivalente aux précédentes ont été prélevées à chaque mètre depuis la lisière (0 mètre, prélèvement 1) jusqu'au milieu du champ (24 mètres, prélèvement 25).

Les échantillons sont tamisés sous colonne d'eau, entre des tamis de maille de 4 mm, pour élimination des cailloux et maille de 0,2 mm pour élimination des argiles (protocole standard de Barralis & Chadœuf, 1980). La fraction restante est mise dans des terrines de semis (45 x 30 cm) sur des compresses stériles (20 x 20 cm) posées sur un lit de vermiculite de 2 cm d'épaisseur (substrat inerte).

Les 63 terrines (2 prélèvements par terrine) sont placées dans une serre et les germinations sont identifiées au fur et à mesure de leur apparition pendant 1 à 2 mois. Ces terrines sont déplacées régulièrement afin de palier aux conditions hétérogènes de la serre. Les plantules sont identifiées à partir de deux ouvrages : Muller (1978) et Mamarot *et al.* (1997). Les plantules non identifiées sont replantées en chambre de culture pour reconnaissance ultérieure. Au stade adulte, ces plantes sont déterminées à partir de la flore de Jauzein (1995) et de la flore de Coste (1906) avec ses suppléments (1972, 1974, 1975, 1977 et 1979).

Échantillonnage de la pluie de graines

Les pièges à graines sont des plaques de Plexiglas (20 x 30 cm), fixées sur des armatures métalliques à environ 5 cm du sol. Les plaques sont enduites de vaseline, qui résiste aux écarts de températures et à la pluviosité (Boulet, 1996). Les pièges sont placés aux points 1, 13 et 25 (soit 15 au total), et tournés en direction de la lisière (45°).

Les relevés sont effectués mensuellement du mois d'avril 1998 au mois de septembre 1998 ce qui correspond à la saison de végétation pour la zone étudiée.

Les graines piégées sont extraites à la loupe binoculaire (x 10) et placées dans des boîtes de Pétri en

chambre de culture après application d'acide gibbérique (1 g/l). Les germinations sont comptées et référencées pour reconnaissance ultérieure.

Échantillonnage de la végétation

Deux campagnes de lecture ont été nécessaires (annexe 2). Une première campagne au cours de laquelle les relevés de végétation ont été effectués dans des quadrats de 1 m² (première semaine de mai 1998). Durant cette phase, les lectures ont été réalisées en présence/absence, à raison d'un relevé par point de prélèvement (stock semencier). Ces relevés ont été effectués du côté opposé aux prélèvements de sol afin d'éviter le biais que représente l'échantillonnage du stock semencier.

Lors d'une seconde campagne d'échantillonnage (troisième semaine de mai 1998), des comptages dans des quadrats de 400 cm² (20x20 cm) ont été effectués.

La végétation de la prairie adjacente a été échantillonnée en mai 1998 par la réalisation d'un inventaire exhaustif sur une surface homogène définie par un relevé phytosociologique (aire minimale 100 m²). Des visites complémentaires ont été effectuées en septembre 1998 pour identifier les espèces à floraison estivale.

Analyses statistiques

Des analyses de variances ont été effectuées sur la composition chimique des sols (3 distances, 5 répétitions), sur la richesse spécifique (R), la densité (D), la diversité spécifique (indice de Shannon = H) et enfin l'équitabilité (H'), rendant compte de la répartition des individus) des germinations *ex situ* (stock semencier, 25 distances et 5 répétitions) et *in situ* (végétation, 25 distances et 5 répétitions). Les mêmes indices ont été calculés pour la pluie de graines (3 distances, 5 répétitions).

Pour chaque indice, des différences entre transects ont été recherchées. Dans ce cas, les variables ont été regroupées par transects (5 transects et 3 répétitions pour les analyses de sols et la pluie de graines, 5 transects et 25 répétitions pour la végétation et le stock semencier).

Deux Analyses factorielles des correspondances (AFC)⁵ ont été réalisées, une sur le tableau stock semencier (25 quadrats x 42 espèces) et une sur le tableau végétation (25 quadrats x 64 espèces). Une Analyse en

composante principale (ACP)⁶, a été réalisée sur les variables sol (15 échantillons x 8 variables).

Des régressions linéaires simples⁷ ont été calculées pour tester les corrélations existant entre les différents paramètres mesurés (H, H', D et R) dans chaque élément (stock semencier, végétation et pluie de graines). Les variables édaphiques et PAR ont également été corrélées aux indices mesurés pour les différents éléments. Les corrélations entre la végétation et les densités de blé ont été testées.

RÉSULTATS

Analyses de variances

Pour l'élément sol, des différences entre transects n'existent que pour deux variables. La première est le pH avec le transect 1 dont la valeur est plus faible (pH = 8,1) par rapport aux 4 autres. La deuxième variable sensible est la porosité avec le transect 5 (0,49) qui est plus faible que les transects 1 (0,55), 3 (0,58) et 4 (0,56). En ce qui concerne l'effet de la distance à la lisière, seule la variable phosphore est plus faible (0,004 mg/g de terre) en lisière que sur les autres points.

Pour les valeurs d'insolation, seul le transect 1 est inférieur au 3 et au 5. Par rapport à la lisière, les points 1, 2 et 3 (respectivement 74,2, 73 et 61,4 %) sont supérieurs à tous les autres points. Cependant, aucune corrélation entre insolation, distance à la lisière ou densité de blé n'a pu être mise en évidence par la réalisation de régressions linéaires simples.

Pour l'élément stock semencier, seule la richesse spécifique (R) et la densité (D) varient entre les transects. La richesse en espèce est plus importante sur le transect 5 (4,28 individus/m²) que sur le transect 1 (3,2 individus/m²) et la densité de germination inférieure sur le transect 1 (657 individus/m²) par rapport aux autres.

Des différences entre transects pour l'élément pluie de graines isole le transect 2 du transect 1 et 3, où l'équitabilité est plus élevée sur le 2. Par rapport à la distance à la lisière, la richesse et la diversité spécifique sont supérieures en lisière (point 1) par rapport aux points 2 et 3 situés respectivement en milieu et fin de transect. Les semences piégées appartiennent à des espèces anémochores (dispersées par le vent) dont les graines présentent un papus (*Picris hieracoïdes*, *Crepis foetida*).

Pour l'élément végétation, les transects 1 et 5 (respectivement 19,52 et 20,72 espèces/m²) ont une richesse spécifique inférieure, le transect 3 (23,08 espèces/m²) étant le plus riche. Concernant l'indice de diversité spécifique, il est plus important sur le transect 3 (H = 3,55) par rapport aux autres. L'analyse de variance, montre une richesse en espèce plus importante en lisière notamment pour les points 1, 2 et 4. Concernant la diversité spécifique, le point 1 (3,797) se démarque par sa forte valeur ainsi que les points 16 (3,561) et 17 (3,74). Pour la densité, le point 1 (56 individus/m²) est inférieur aux autres points tout comme le point 2 (71 individus/m²) par rapport aux points 9 et 10.

Analyses multivariées⁸

Les deux premiers axes de l'ACP réalisée sur les analyses de sol expliquent 60 % du nuage de points, respectivement 41,70 %, 18,96 % pour les axes 1 et 2.

L'axe 1 sépare la variable pH de la variable K⁺ et carbone. On remarque que les points 5a, 5b et 5c (transect 5) se regroupent nettement vers la variable pH dont les valeurs sont plus importantes sur ce transect (8,3).

Concernant l'axe 2, il sépare la variable phosphore associée aux points de prélèvement 2c et 1c, des variables Ca²⁺ et porosité auxquelles est associé le point de prélèvement 4a.

5. Traitement statistique des variables de type quantitatif (faunistique ou floristique) selon deux axes de répartition.

6. Traitement statistique des variables de type qualitatif (variables climatiques, insolation...) selon deux axes.

7. Recherche d'une droite ($y = ax + b$) passant par l'ensemble des points de deux variables x et y . L'indice r^2 traduit la qualité de la relation (plus r^2 augmente plus la corrélation est forte).

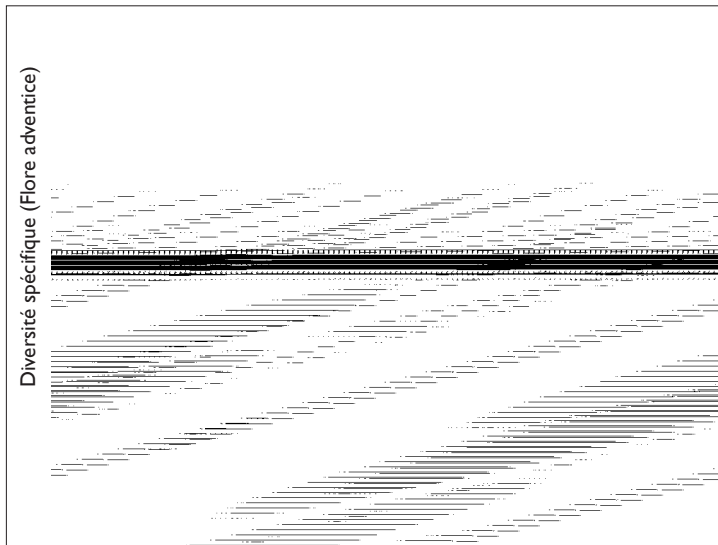
8. Elles permettent de hiérarchiser et de discriminer les variables ayant le plus d'influence sur une variance observée.

L'AFC réalisée sur l'élément végétation (annexe 1-A), a une inertie totale de 0,94⁹. L'axe 1 explique 23 % de cette inertie et individualise très nettement les relevés 1, 2 et 3 par rapport à l'ensemble des autres. Les espèces fortement dépendantes de cet axe sont : *Agrimonia eupatoria*, *Geranium columbinum*, *Lolium rigidum*, *Medicago lupulina*, *Prunus spinosa*, *Lathyrus hirsutus*, *Picris echioides* et *Eryngium campestre*.

Pour le stock semencier (annexe 1-B), l'inertie totale de l'AFC est de 2,50. L'axe 1 explique 13,63 % de l'inertie totale. Cet axe isole les points de lisière 1 et 2 de l'ensemble des autres. Les espèces qui se groupent autour de ces points sont *Pbleum pratense*, *Dipsacus fullonum*, *Carex flacca* et *Hypericum perforatum*.

Les densités de blé sont corrélées à la diversité spécifique (fig. 3) et l'équitabilité de la végétation. Aucune autre corrélation, notamment avec les distances à la lisière, les variables mésologiques répondant à l'effet de la distance à la lisière, n'a pu être mise en évidence.

Fig. 3 : régression linéaire simple entre diversité spécifique de la flore adventice (individus/m²) et densité des chaumes de blé (t/m²), au seuil $p < 0,0001$.



9. L'inertie traduit la variabilité à l'intérieur d'un tableau de données. Plus l'inertie est grande, plus les données présentent de grandes amplitudes de variation.

DISCUSSION - CONCLUSION

La lisière a une action sur la richesse en espèces de la végétation. Celle-ci est en effet plus riche en bordure du champ sur une distance de 3 mètres. La singularité de la lisière est confirmée par les résultats de l'AFC. La distance à la lisière agit sur la composition de la végétation, le cortège floristique des communautés de lisière, étant enrichie par des espèces des friches (*Agrimonia eupatoria*, *Geranium columbinum*, *Lolium rigidum*, *Medicago lupulina*, *Prunus spinosa*, *Lathyrus hirsutus*, *Eryngium campestre*, *Coronilla scorpioides* et *Picris echioides*). De même pour le stock semencier avec la présence en bordure du champ des graines de *Carex flacca*, *Dipsacus fullonum*, *Hypericum perforatum* et *Pbleum pratense*, sur une bande de 2 mètres. Au-delà de cette bande, les populations d'adventices se distribuent de façon aléatoire jusqu'au milieu du champ et aucun gradient n'a pu être identifié.

L'augmentation de la richesse spécifique en lisière constatée au niveau de la végétation est due à la présence d'espèces prairiales. Cette pénétration des espèces prairiales s'explique par les conditions d'insolation plus forte en lisière (Kleijn & Van Der Voort, 1997) identifiées par l'analyse de variance sur les valeurs PAR.

Le calcul du rapport, de la densité de la flore toutes espèces confondues (14 387 germinations/m²) sur la densité du stock semencier (248 600 germinations/m²) permet d'obtenir un pourcentage de levées de 5,79 %. De nombreux travaux confirment cette faible part des germinations par rapport au potentiel grainier du sol (Debaeke, 1988 ; Wilson & Aebischer, 1995 ; Barralis *et al.*, 1996). La végétation ne représente donc qu'une faible portion du potentiel présent dans le stock semencier. Ce pourcentage de germination laisse une large variabilité pour l'expression des levées, les conditions

abiotiques (notamment le microclimat) et les pratiques culturales opérant une sélection importante dans l'expression de la flore adventice ¹⁰.

Au niveau du sol, malgré l'identification d'un gradient de fertilité, les résultats montrent le faible pourcentage d'explication des variables édaphiques sur la distribution de la végétation (Albrecht & Pilgram, 1997). Le gradient de fertilité décroissant du transect 1 au transect 5, peut s'expliquer par une rupture de la pente du champ vers le transect 5, où le sol est plus superficiel. Beaucoup d'analyses isolent ce transect. L'augmentation de la quantité de graines dans le stock semencier au niveau du transect 5 peut alors s'expliquer par un taux de germination plus faible, en liaison avec des conditions abiotiques moins favorables (porosité plus faible, fertilité moindre).

Comme pour le stock semencier ou la végétation, la proximité de la lisière influence l'élément pluie de graines (richesse et diversité spécifique plus forte pour les pièges de lisière). 72 % de la flore contactée sur les pièges à graines est représentée par des espèces prairiales ou des friches (*Petrorhagia prolifera*, *Phleum pratense*, *Picris hieracioides*, *Dorycnium hirsutum*). Ces résultats montrent le faible pouvoir de colonisation des espèces prairiales par la pluie de graines et confirme les résultats de Werner (1975) pour les capacités de dispersion des espèces prairiales (1 à 2 mètres autour de la plante mère). Malgré un comportement similaire vis à vis de la lisière, des indices de Sorensen ¹¹ (cet indice tend vers 1 quand les éléments comparés se ressemblent) calculés sur les éléments pluie de graines/végétation (0,20) et pluie de graines/stock semencier (0,21) montre la faible similitude de composition de la pluie de graines par rapport aux autres éléments. Ces résultats montrent la faible part des processus de dispersion anémochores pour les milieux étudiés.

Les résultats obtenus confirment ainsi l'existence d'un effet de la lisière sur les populations d'adventices à l'intérieur du champ sur une distance d'environ 3

mètres. Cet effet se manifeste notamment par une augmentation de la richesse spécifique pour la végétation et la pluie de graines, de la diversité spécifique pour la végétation, et la présence d'espèces des friches pour la végétation et le stock semencier. Des indices de Sorensen calculés entre la prairie adjacente et les divers éléments montrent que le stock semencier (0,64) est le plus semblable à la prairie, l'élément végétation (0,6) et pluie de graines (0,32) ayant des ressemblances plus faibles.

Les conséquences de ces observations sont importantes au niveau appliqué. En effet, la mesure agri-environnementale mise en place dans le PNRL, propose une réduction des densités de semis de blé sur une bande de quatre à six mètres en lisière afin de favoriser les populations de messicoles. Au regard de nos résultats, cette mesure n'est pas pertinente, et pourrait même avoir l'effet inverse, en favorisant la pénétration dans le champ des espèces prairiales à fort pouvoir de compétition vis-à-vis des messicoles et de l'espèce domestiquée.

Sur l'ensemble des éléments de l'écosystème étudiés aucun ne s'avèrent réellement explicatif de la distribution observée de la végétation par rapport à la lisière. Cette variance pourrait être liée à la dynamique des populations d'adventices en rapport avec les possibilités de transport par les animaux. Les moutons qui pâturent les chaumes après la moisson (spécificité qui ne se retrouve pas dans les systèmes d'agriculture intensive) peuvent en effet, représenter un vecteur original de dissémination des graines. Fischer *et al.* (1996) montrent bien qualitativement et quantitativement l'importance de cette épizoochorie pour la flore des pelouses sèches sur calcaire (jusqu'à 8 500 diaspores de 85 espèces de plantes vasculaires dans la laine d'un seul mouton). Le transport des graines par les micro-mammifères et les fourmis (myrmécochorie) sont également des modes de dispersion qui restent à quantifier dans les milieux de culture extensive.

10. Pour exemple, les germinations de *Cirsium arvense* seraient quantitativement plus importantes en cas de léger gel après le labour (Borel L., comm. pers.).

11. L'indice de Sorensen (Cs) permet de comparer la similarité de deux relevés par la formule suivante : $(2 * \text{nombre d'espèces communes aux relevés A et B}) / (\text{richesse de A} + \text{richesse de B})$.

L'endozoochorie représente aussi un mode non négligeable de transport, les graines de certaines espèces pouvant rester jusqu'à 10 jours dans le tractus digestif du mouton (Seoane *et al.*, 1998). Mahieu (1997) souligne par ailleurs l'importance de la zoochorie en ce qui concerne la position préférentielle de certaines mesicoles en lisière (*Caucalis platycarpus*) sur l'aire du PNR du Luberon. L'étude du transport des graines d'espèces adventices dans la laine et le tractus digestif du mouton pourrait ainsi permettre une meilleure compréhension de la distribution de ces espèces dans les cultures céréalières extensives du Sud-Est de la France.

REMERCIEMENTS

Nous sommes reconnaissants au Professeur Roux pour son aide lors des traitements statistiques ainsi que C. Rolando, J.-M. Ourcival et I. Wagnies pour leur aide technique. Nous remercions également A. Armand pour son autorisation lors des campagnes de terrain. Ce travail a été financé par un prix de la Fondation de France (n° 97008577).

BIBLIOGRAPHIE

ALBRECHT H., 1995, Changes in the arable weed flora of Germany during the last five decades, *Proceedings of the 9th EWRS Symposium*, Budapest, p. 41-48.

ALBRECHT H. & PILGRAM M., 1997, The weed seed bank of soils in a landscape segment in southern Bavaria. II. Relation to environmental variables and to the surface vegetation, *Plant Ecology*, n° 131, p. 31-43.

ANDRAESEN C., STRYHN H. & STREIBIG J.-C., 1996, Decline of the flora in Danish arable fields, *Journal of Applied Ecology*, n° 33, p. 619-626.

AUBERT G., 1970, *Méthodes d'analyses des sols*, CRDP Marseille (Ed.), 171 pp.

AYMONIN G., 1962, Les messicoles vont-elles disparaître? *Science et Nature*, n° 49, p. 3-9.

AYMONIN G., 1965, Origine présumée et disparition progressive des « adventices messicoles calcicoles » en France, *In II^e colloque sur la biologie des mauvaises herbes*, ENSAG, 10 pp.

AYMONIN G., 1975, Observations sur le processus de régression des adventices de cultures (« mauvaises herbes ») et conséquences biocénologiques, *In IV^e colloque international sur l'écologie et la biologie des mauvaises herbes*, Marseille 1973, 10 pp.

BARRALIS G. & CHADCEUF R., 1980, Étude de la dynamique d'une communauté adventice : I. Évolution de la flore adventice au cours du cycle végétatif d'une culture, *Weed Research*, n° 20, p. 231-237.

BARRALIS G., DESSAINT F. & CHADCEUF R., 1996, Relation flore potentielle-flore réelle de sols agricoles de Côte-d'Or, *Agronomie*, n° 16, p. 453-463.

BARBERO M., LOISEL R. & QUEZEL P., 1984, Incidence des pratiques culturales sur la flore et la végétation des agro-systèmes en région méditerranéenne, *Société biogéographique*, T. 59, n° 4, p. 463-473.

BOULET L., 1996, *Approche phytoécologique de la dynamique des végétations primaires dans les carrières de roches massives*, Thèse de Doctorat ès Science, Université de Rennes 1, 561 p.

COSTE H.J., 1900-1906, *Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes*, Klincksieck P. (Ed.), Paris, 3 vol., 1850 pp.

DEBAEKE P., 1988, Dynamique de quelques dicotylédones adventices en culture de céréale. I. Relation flore levée-stock semencier, *Weed Research*, n° 28, p. 251-263.

DEKKER J., 1997, Weed diversity and weed management, *Weed Science*, n° 45, p. 357-363.

DUTOIT T., 1997, Cultures anciennes et conservation des plantes ségétales : le cas des coteaux calcaires de Haute-Normandie (France), *Lejeunia*, n° 155, p. 1-44.

DUTOIT T., HILL B., MAHIEU P. & GERBAUD E., 1999, Restauration et conservation de communautés d'espèces *in situ* des coteaux de la basse vallée de Seine aux cultures extensives du PNRL, *Bulletin de la Société botanique du Centre-Ouest*, n° 18 (sous presse).

FABRI R., 1997, Ombellifères, messicoles et adventices en Belgique : disparitions, régressions et nouvelles acquisitions depuis 1850, *In colloque « Faut-il sauver les mauvaises herbes »?*, Conservatoire botanique de Gap-Charance (Ed.), Gap-Charance, juin 1993, Louis-Jean, Gap, p. 57-66.

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

FISCHER S.F., POSCHLOD P. & BEINLICH B., 1996, Experimental studies on the dispersal of plants and animals on sheep in calcareous grasslands, *Journal of Applied Ecology*, n° 33, p. 1206-1222.

HOLZNER W., 1978, Weed species and weed communities, *Vegetatio*, n° 38, p. 13-20.

JAUZEIN P., 1995, *Flore des champs cultivés*, INRA (Ed.), 898 pp.

KLEIJN D. & VAN DER VOORT L.C.A., 1997, Conservation heathlands for rare arable weeds : the effects of fertilizer application and light penetration on plant growth, *Biological Conservation*, n° 81, p. 57-67.

MAHIEU P., 1997, *Suivi agronomique d'une opération locale agri-environnementale de protection in situ des plantes messicoles dans le Luberon*, Mémoire de DAA « agri-environnement », IMEP-ENSA Montpellier, 42 pp. + annexes.

MAMAROT J., PSARSKI P. & ROUQUIER R., 1997, *Mauvaises herbes des cultures*, ACTA (Ed.), 484 pp.

MARSHALL E.P.J., 1985, Weed distributions associated with cereal field edges – some preliminary observations, *Aspects of Applied Biology*, n° 9, p. 49-58.

MARSHALL E.P.J., 1989, Distribution patterns of plants associated with arable field edges, *Journal of Applied Ecology*, n° 26, p. 247-257.

MEERTS P., 1997, La régression des plantes messicoles en Belgique, *In colloque « Faut-il sauver les mauvaises herbes?* Conservatoire botanique de Gap-Charance (Ed.), Gap-Charance, juin 1993, Louis-Jean, Gap, p. 49-55.

MONTEGUT J., 1997, Évolution et régression des messicoles, *In colloque « Faut-il sauver les mauvaises herbes?* Conservatoire botanique de Gap-Charance (Ed.), Gap-Charance, juin 1993, Louis-Jean, Gap, p. 11-32.

MULLER E.M., 1978, *Seedlings of North-Western European Lowland*, The Hague, Junk, 650 pp.

OLIVEREAU F., 1996, Les plantes messicoles des plaines françaises, *Courrier de l'Environnement de l'INRA*, n° 28, p. 5-18.

REW L.J., WILSON P.J., FROUND-WILLIAMS R.J. & BOATMAN N.D., 1992, Changes in végétation composition and distribution within set-aside land, *Set-aside British Crop Protection Council Monograph*, n° 50, p. 79-84.

SEOANE J., HERVAS I. & SUAREZ F., 1998, Endozoochorous dispersal of *Amaranthus albus* by sheep : digestion effects on seed losses and germination patterns, *Proceedings of the 6 th EWRS Mediterranean Symposium*, Montpellier 1998, p. 53-54.

VERLAQUE R. & FILOSA D., 1997, Caryologie et biogéographie des messicoles menacées du Sud-Est de la France (comparaison avec les autres mauvaises herbes), *In colloque « Faut-il sauver les mauvaises herbes?* Conservatoire botanique de Gap-Charance (Ed.), Gap-Charance, juin 1993, Louis-Jean, Gap, p. 105-124.

WERNER P.A., 1975, A seed trap for determining patterns of seed deposition in terrestrial plants, *Canadian Journal of Botany*, n° 53, p. 810-813.

WILSON P.-J., 1994, Botanical diversity in arable field margins, *Field Margins – Integrating Agriculture and Conservation*, British Crop Protection Council Monograph N° 58, Boatman N. (Ed.), p. 53-58.

WILSON P.-J., 1997, Conserving the flora of arable field margins – How much does it cost? *Brighton Crop Conference Protection – Weeds*, Brighton 1997, p. 991-996.

WILSON P.-J. & AEBISCHER N.-J., 1995, The distribution of dicotyledonous arable weeds in relation to distance from the field edge, *Journal of Applied Ecology*, n° 32, p. 295-310.

Annexe I

(A) : AFC réalisée sur l'élément végétation

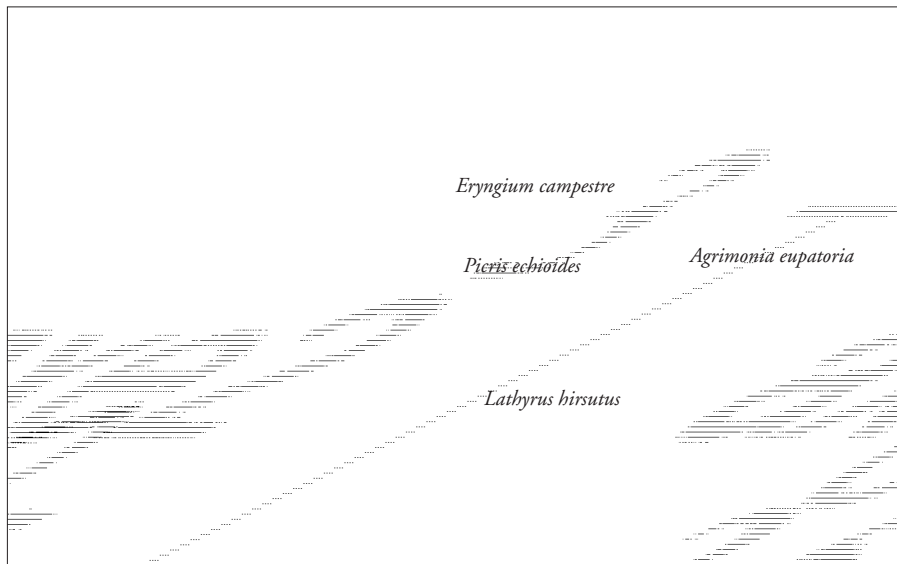
(B) : AFC réalisée sur l'élément stock semencier

Σ = espèces ® = points.

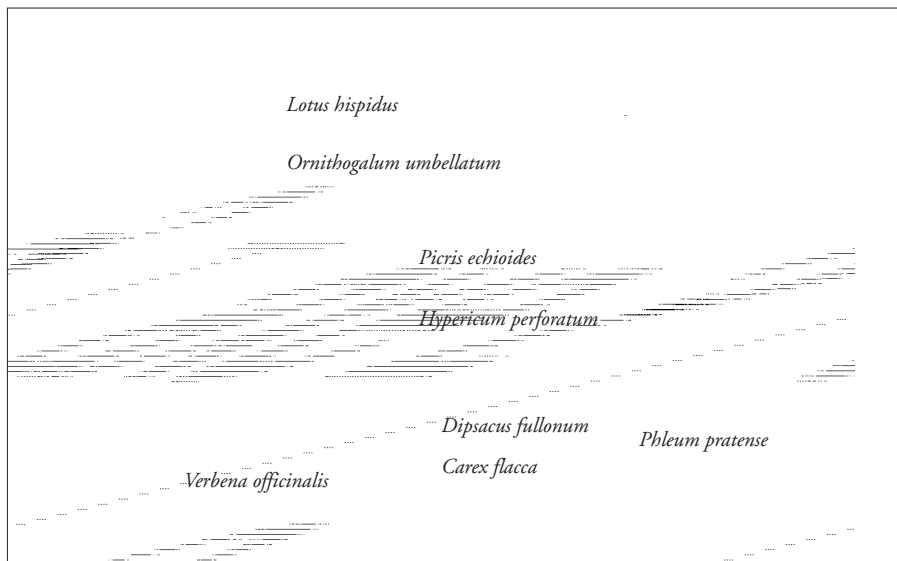
Seuls les points et espèces présentant de fortes corrélations avec l'axe 1 ont été signifiés.

Pour (A), au point illustrant *Agrimonia eupatoria* sont également confondues : *Geranium columbinum*, *Medicago lupulina* et *Prunus spinosa*.

(A)



(B)



Annexe 2

Nombre moyen d'espèces (/m²) présentes dans le stock semencier, la végétation (n = 125) et la pluie de graines (n = 15).

*= espèces messicoles (Montegut, 1997).

En gras, espèces contactées dans la prairie adjacente.

	Stock semencier (espèces/m ²)	Pluie de graines (espèces/m ²)	Végétation (espèces/m ²)
<i>Acinos arvensis</i> *	55,01	-	-
<i>Adonis annua</i> *	-	-	0,24
<i>Agrimonia eupatoria</i>	-	-	0,03
<i>Ajuga chamaepitys</i>*	15,46	-	-
<i>Ammi visnaga</i> *	126,83	-	-
<i>Anagallis arvensis</i> *	295,46	67	10,12
<i>Anchusa italica</i>	-	-	0,14
<i>Asperula arvensis</i> *	-	-	0,76
<i>Avena sativa</i> *	-	-	0,07
<i>Bifora radians</i> *	-	-	0,02
<i>Bromus sterilis</i>	-	-	0,02
<i>Bupleurum subovatum</i> *	3,30	-	0,90
<i>Carex flacca</i>	4,43	-	-
<i>Caucalis platycarpus</i> *	-	-	0,02
<i>Centaurea scabiosa</i>*	-	-	0,03
<i>Centaurea solstitialis</i>*	-	-	0,71
<i>Chenopodium vulvaria</i>	333,73	-	1,83
<i>Cirsium arvense</i>*	3,30	16	2,46
<i>Conringia orientalis</i>*	-	-	0,03
<i>Convolvulus arvensis</i>*	3,30	-	1,69
<i>Coronilla scorpioides</i>*	-	-	0,30
<i>Crepis fetida</i>	-	100	-
<i>Daucus carota</i>	3,30	-	-
<i>Dipsacus fullonum</i>	4,43	-	-
<i>Dorycnium hirsutum</i>	-	17	-
<i>Echinops ritro</i>	-	-	0,19
<i>Elytrigia repens</i>	-	-	0,43
<i>Eryngium campestre</i>	-	-	0,02
<i>Euphorbia falcata</i>*	9,89	17	1,72
<i>Fallopia convolvulus</i> *	40,87	-	3,60
<i>Fumaria officinalis</i> *	-	-	0,74
<i>Galeopsis ladanum</i> *	13,18	-	7,68
<i>Galium tricornutum</i> *	1,14	-	7,21
<i>Geranium columbinum</i>	-	17	0,01
<i>Gladiolus italicus</i> *	-	-	2,40
<i>Hypericum perforatum</i>	5,57	-	-
<i>Iberis pinnata</i>	-	-	0,01
<i>Kickxia spuria</i> *	147,51	-	1,67
<i>Lathyrus hirsutus</i>*	-	25	0,07
<i>Linum usitatissimum</i>	43,98	-	2,04
<i>Lithospermum arvense</i> *	-	-	0,06

	Stock semencier (espèces/m ²)	Pluie de graines (espèces/m ²)	Végétation (espèces/m ²)
<i>Lolium rigidum</i> *	1,14	-	0,22
<i>Lotus hispidus</i>	1,14	-	-
<i>Medicago lupulina</i>	-	-	0,01
<i>Melilotus officinalis</i> *	77,57	-	5,52
<i>Muscari comosum</i> *	-	-	0,11
<i>Myagrum perfoliatum</i> *	-	-	0,17
<i>Neslia paniculata</i> *	-	-	0,01
<i>Ornithogalum umbellatum</i>*	1,14	-	0,42
<i>Papaver argemone</i> *	-	-	0,21
<i>Papaver rhœas</i> *	30,80	-	0,36
<i>Petrorhagia prolifera</i>	-	183	-
<i>Phleum pratense nodosum</i>	1,14	50	-
<i>Picris echioides</i>*	19,78	-	0,02
<i>Picris hieracioides</i>	-	25	0,02
<i>Plantago major</i>	4,43	-	-
<i>Polygonum arviculare</i> *	193,05	-	9,33
<i>Potentilla reptans</i>	45,45	-	0,50
<i>Ranunculus arvensis</i> *	3,30	-	1,15
<i>Rapistrum rugosum</i>*	202,75	-	2,32
<i>Rubus sp.</i>	-	-	0,28
<i>Rumex obtusifolius</i>	2,27	-	0,18
<i>Sanguisorba minor</i>	4,43	-	0,16
<i>Scorpiurus muricatus</i>	-	17	-
<i>Senecio erucifolius</i>	-	-	0,30
<i>Setaria viridis</i>	21,02	-	0,22
<i>Sideritis montana</i>	112,29	-	2,80
<i>Silene vulgaris</i>*	-	-	0,01
<i>Sonchus asper</i>*	9,89	-	0,18
<i>Torilis arvensis</i> *	90,41	-	9,66
<i>Trifolium campestre</i>*	3,30	-	-
<i>Trifolium médium</i>	4,43	-	-
<i>Trifolium pratense</i>*	3,30	-	-
<i>Trifolium repens</i>*	-	-	0,02
<i>Triticum aestivum</i>	-	-	32,35
<i>Turgenia latifolia</i> *	-	-	0,06
<i>Tussilago farfara</i>	-	-	0,01
<i>Verbena officinalis</i>	9,89	-	-
<i>Veronica praecox</i> *	-	-	0,28
<i>Vicia sativa</i>*	-	-	0,15
Dicotylédones non identifiées	11,02	34	0,11
Monocotylédones non identifiées	24,21	25	0,01