

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

**AU-DELA DU SIMPLE CONSTAT, COMMENT ANALYSER  
ET PREVOIR LES EVOLUTIONS DE LA FLORE ADVENTICE ?**

G. FRIED <sup>(1)</sup>, X. REBOUD <sup>(2)</sup>

UMR 1210 Biologie et Gestion des Adventices, INRA, ENESAD, UB,  
17 rue Sully, BP 86510, F-21065 Dijon

<sup>(1)</sup> [gfried@dijon.inra.fr](mailto:gfried@dijon.inra.fr), <sup>(2)</sup> [reboud@dijon.inra.fr](mailto:reboud@dijon.inra.fr)

**RÉSUMÉ**

L'agriculture évolue à un rythme soutenu. L'extension ou la régression de certaines espèces adventices témoignent de l'importance de ces changements. Préparer les nouveaux challenges de contrôle des adventices nécessite de comprendre au-delà des évolutions constatées, quelles en sont les causes majeures. Deux exemples d'approches ayant aidé à cerner les règles sous-jacentes de l'évolution de la flore constatée sur le réseau Biovigilance Flore sont présentés. Dans le premier cas, l'analyse repose sur une classification des adventices sur une échelle de spécialisation à une pratique, une caractéristique pédoclimatique ou une culture. Dans le second cas, la position de l'espèce entre le centre et la marge de sa niche écologique permet de prévoir son abondance dans la parcelle cultivée. Ces outils adossés à un réseau d'observatoires conduisent à pouvoir mener quelques prédictions.

Mots-clés : niche écologique, abondance, généralistes/spécialistes.

**SUMMARY**

**BEYOND SIMPLE DESCRIPTION, HOW CAN WE ANALYSE AND PREDICT CHANGES  
IN ARABLE WEED FLORA?**

Agriculture and its associated land use and practices are evolving at a rapid pace. The spread or decline of arable weed species is a good indicator of the severity of these changes. Preparing the new challenges of weed control requires identifying the main causes underlying weed flora shift, beyond a simple description of observed trends. Two examples of effective approaches used to identify the rules governing changes in weed flora are presented here, based on the 'Biovigilance Flore' network data set. In the first case, the analysis relies upon a classification of arable weed along a specialization index to a cultural practice, an abiotic environmental factors or a particular crop type. In the second case, the position of the species between the centre and the margin of its ecological niche makes possible the prediction of its abundance in the arable fields. These tools associated with a large-scale weed survey result in the ability to carry out some predictions.

Keywords : niche breadth, abundance, generalist/specialist.

## INTRODUCTION

La Malherbologie peut-être considérée comme une branche de l'Ecologie dont l'objet d'étude concerne les seules espèces végétales adventices inféodées à un environnement où les pratiques humaines déterminent fortement le devenir des espèces. Pourtant Malherbologie et Ecologie se sont développées comme des champs d'études distincts, affichant leur divergence. Les écologues étudient les fondements de l'interaction des espèces à leur milieu et privilégient souvent les habitats peu modifiés par l'homme tandis que les malherbologues se focalisent plutôt sur des applications concrètes touchant à l'optimisation des méthodes de lutte contre les adventices (Booth *et al*, 2003).

L'objectif de cet article est d'illustrer sur un exemple, comment en Malherbologie, l'appropriation des théories écologiques pourrait pourtant permettre de dépasser l'étape descriptive de suivi de l'impact des pratiques culturales sur l'évolution de la flore. Nous nous concentrerons sur le concept fondamental de la niche écologique et ses applications possibles.

La définition de la niche écologique a connu de nombreuses améliorations depuis sa première formulation par Grinnell (1913). Selon Hutchinson (1957), on peut définir la niche écologique comme l'espace possible (niche potentielle) ou occupé (niche réalisée) par une espèce au sein d'un hypervolume à n-dimensions où chaque dimension de l'espace décrit des conditions physico-chimiques et biologiques différentes. Logique, cette conception de la niche a été le déclic ouvrant la voie à la quantification de différentes caractéristiques de la niche : position relative entre espèces mais aussi taille et excentricité de la niche. Les deux exemples d'applications à l'agrosystème cultivé tirent profit (1) de la quantification de la taille respective de la niche écologique des espèces adventices et (2) de la capacité à situer chaque contexte agricole dans, en bordure ou à l'extérieur de la niche écologique de chaque espèce potentielle considérée.

Dans le cas (1) la comparaison de la taille de la niche des différentes espèces permet de distinguer les espèces généralistes présentes dans une gamme étendue de conditions et les espèces spécialistes qui excellent dans des conditions particulières. En se référant à la définition de la niche donnée ci-dessus, on imagine aisément qu'une espèce puisse être à la fois assez généraliste par exemple vis-à-vis des conditions de germination, et en même temps spécialiste vis-à-vis du pH du sol qui lui convient. C'est le cas par exemple d'*Ammi majus*, qui peut germer toute l'année mais qui montre une prédilection pour les sols calcaires. La notion de généraliste et spécialiste est donc complexe et dépendante des facteurs considérés comme importants. En Ecologie, on considère, qu'un milieu variable favorisera plutôt les espèces généralistes tandis qu'un milieu stable (donc prévisible) dans le temps et homogène dans l'espace sera progressivement colonisé par les espèces qui en sont les meilleurs spécialistes. Or, l'agrosystème cultivé présente la caractéristique assez particulière d'être à la fois variable au cours de la rotation et en même temps favorable à la colonisation de manière extrêmement prévisible chaque fois qu'une même culture revient dans la rotation. Quelles généralistes ou spécialistes peuvent alors en tirer profit fait donc débat.

(2) En biogéographie, une hypothèse très répandue soutient que les espèces sont plus abondantes au cœur de leur aire de répartition et sont uniformément moins abondantes sur les marges de leur aire (Wulff, 1950). Cette hypothèse dite du 'centre abondant' n'est cependant pas une règle générale (seules 39% des études la confirme) et des distributions alternatives de l'abondance sont possibles (Sagarin & Gaines, 2002). Une autre formulation de l'hypothèse du 'centre-abondant' suppose que la distribution de l'abondance des espèces est directement couplée à des gradients environnementaux. Ainsi, selon Brown (1984), l'abondance d'une espèce dans un site reflètera l'adéquation du site aux besoins de l'espèce. Autrement dit, selon cette hypothèse, plus une parcelle présentera l'ensemble des caractéristiques du centre (optimum) de la niche écologique d'une espèce plus elle pourra héberger de fortes infestations de la dite espèce. A l'inverse, elle ne pourra qu'être modérément profitable à toute espèce n'y trouvant pas les conditions favorables de

développement. Si elle est vérifiée ; l'application de cette hypothèse d'écologie à l'agrosystème doit non seulement permettre de préciser les espèces potentiellement présentes dans un contexte pédoclimatique et un système de culture donné (car leur niche recouvre la situation considérée) mais aussi clarifier au sein de cette liste lesquelles sont à même de poser le plus de problèmes de gestion (car le pédoclimat et le système de culture génèrent une situation centrale dans la niche écologique). En agronomie, la notion d'abondance des espèces est jugée capitale puisqu'elle va régir la nécessité de désherbage pour les agriculteurs. Comprendre et intégrer ce qui détermine l'abondance potentielle des espèces avant l'application des méthodes de lutte constitue donc une application pratique de tout premier ordre.

Dans la suite de cet article, on détaillera donc l'utilisation du concept d'espèces généralistes/spécialistes et on confrontera la théorie du 'centre abondant' au large jeu de données floristiques et écologiques issu du réseau Biovigilance Flore, qui couvre à la fois le territoire de la France métropolitaine et une grande diversité d'agrosystèmes cultivés.

## MATÉRIEL ET MÉTHODE

### COLLECTE DES DONNEES

Les données combinent deux sources : d'une part 694 relevés du réseau Biovigilance Flore\* couvrant l'ensemble de la France et, d'autre part, 315 relevés issus de parcelles réparties en Côte-d'Or\*\*. Pour les détails concernant les protocoles de relevés de flore, se référer respectivement à Fried *et al* (2007, ce volume) et à Dessaint *et al* (2007, ce volume). Dans les deux cas, un coefficient d'abondance représentant le nombre d'individus au m<sup>2</sup> (d) est attribué à chaque espèce observée sur une aire de 2000 m<sup>2</sup> selon les intervalles proposés par G. Barralis (1976) : « 1 » =  $d < 1 \text{ m}^2$  ; « 2 » =  $1 \leq d < 3 \text{ m}^2$  ; « 3 » =  $3 \leq d < 20 \text{ m}^2$  ; « 4 » =  $20 \leq d < 50 \text{ m}^2$  ; « 5 » =  $d \geq 50 \text{ m}^2$ . Dans le réseau Biovigilance Flore, une note supplémentaire « + » concerne les espèces rencontrées une seule fois sur l'aire d'observation.

Pour chacune des situations analysées, on dispose des caractéristiques des parcelles à travers les variables écologiques pH & texture du sol, CEC (\*\*), et teneur en différents éléments : CaCO<sub>3</sub> (\*\*), NPK (\*\*), Ca (\*\*), Mg (\*\*), des coordonnées géographiques auxquelles sont rattachées des grandeurs météorologiques altitude, température, précipitation, ETP et des pratiques culturales : culture, précédent et mode de travail du sol (\*). On peut décider d'intégrer ou non la composante humaine de la niche écologique des espèces en considérant ou non les variables décrivant les pratiques culturales dans le calcul.

### TEST DES HYPOTHESES ECOLOGIQUES

La niche écologique des 152 espèces observée sur au moins 10 parcelles du réseau Biovigilance Flore a été modélisée en utilisant la méthode multivariée OMI (Dolédec *et al*, 2000). Dans cette approche, la niche écologique d'une espèce correspond à l'enveloppe qu'occupe l'ensemble des parcelles où l'espèce est présente dans l'espace multivarié (Figure 1). La méthode OMI fournit plusieurs indices en particulier la marginalité (d), qui donne la distance de la niche par rapport aux conditions les plus communément rencontrées et la tolérance (t) qui donne l'amplitude de la niche. Plus l'enveloppe est large plus les parcelles où l'espèce est rencontrée sont variées et donc plus l'espèce est généraliste.

### Evolution du ratio généralistes/spécialistes dans les communautés

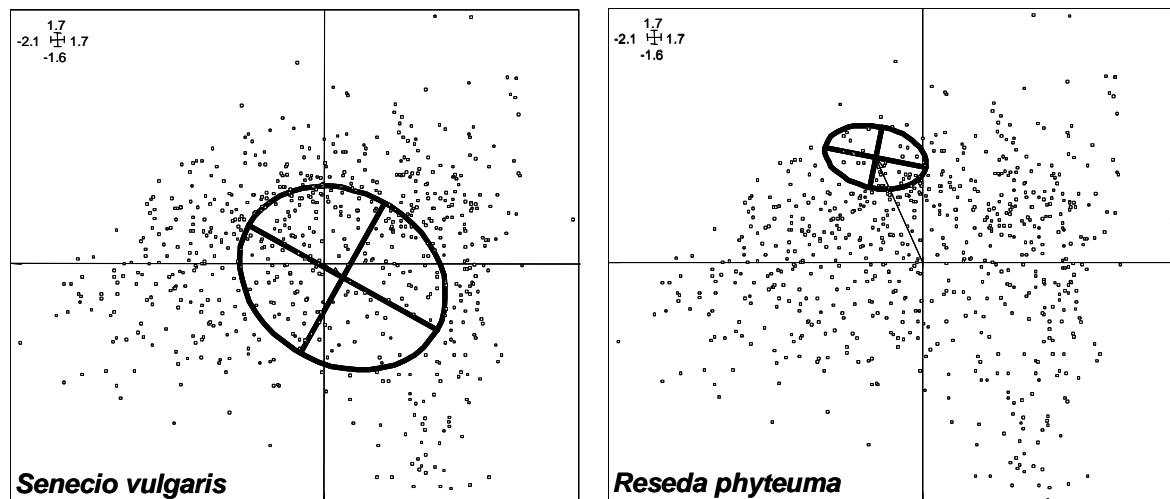
Les espèces ont été classées le long d'un index quantitatif de la plus généraliste à la plus spécialiste selon l'indice de tolérance t de l'analyse OMI. Pour chaque relevé, un index d'amplitude (I<sub>A</sub>) a alors été calculé à l'échelle de la communauté comme la moyenne de l'amplitude des espèces présentes dans le relevé. Plus l'indice I<sub>A</sub> est élevé plus la communauté est composée d'espèces généralistes tandis que plus l'indice I<sub>A</sub> est faible plus la communauté est composée d'espèces spécialistes.

Par ailleurs, le degré de spécialisation de 243 espèces vis-à-vis des cultures a été calculé selon une partition en 7 groupes (1-céréales d'hiver ; 2-colza ; 3-céréales de printemps ; 4-protéagineux ; 5-betteraves ; 6- tournesol/soja et 7- maïs/sorgho) à partir de 1554 relevés du réseau Biovigilance Flore (Fried & Reboud, 2007). A l'échelle d'un relevé de flore, il est alors possible de développer un indice moyen de spécialisation à une culture, reflet du nombre plus ou moins important d'espèces de la communauté spécialistes de cette culture.

L'évolution de l'indice global  $I_A$  et de l'indice de spécialisation au colza a été analysée sur un jeu de données indépendant collectées entre 1968 et 2006 sur un ensemble de 158 parcelles agricoles de Côte-d'Or (Dessaint *et al*, 2007, ce volume).

**Figure 1:** représentation de la niche écologique d'une espèce généraliste (*Senecio vulgaris*) et d'une espèce spécialiste (*Reseda phyteuma*). Chaque point représente la place relative d'une parcelle cultivée selon ses caractéristiques pédo-climatiques. L'ellipse représente la niche écologique dans le plan 1-2 de l'analyse OMI.

**Figure 1:** representation of the ecological niche of a generalist (*Senecio vulgaris*) and of a specialist (*Reseda phyteuma*) weed species. Each point represents the relative position of a field according to its climate and soil characteristics. The ellipse shows the ecological niche for a given species within the 2 first axes of the OMI analysis.



Les espèces sont-elles plus abondantes au cœur de leur niche écologique ?

La niche écologique de chacune des 152 espèces détectées au moins 10 fois dans le réseau Biovigilance Flore a été découpée en cinq volumes concentriques du centre jusqu'à la marge. Ainsi, chaque parcelle peut être positionnée entre le cœur et la marge de la niche écologique des espèces qu'elle contient. L'ensemble des espèces a été considéré simultanément afin de savoir si, globalement, les mauvaises herbes étaient plus abondantes au centre de leur niche. L'hétérogénéité de la distribution des coefficients d'abondance des 152 espèces dans les cinq volumes concentriques est testée au moyen d'un  $\text{Khi}^2$  sur tableau de contingence.

La stabilité des espèces adventices est-elle plus importante lorsque les conditions du milieu physique sont proches du centre de leur niche ?

Sur la période 1968-1976 du réseau de parcelles couvrant la Côte-d'Or, 4 à 6 relevés par parcelle ont pu être effectués sur trois années consécutives permettant de mesurer la stabilité interannuelle des espèces. Pour chacune des 245 parcelles disponibles, un indice de variabilité interannuelle ( $V_i$ ) a été défini pour chaque espèce comme le nombre de relevés où l'espèce est présente par rapport au nombre total de relevés successifs réalisés. L'indice quantitatif de variabilité a ensuite été comparé en fonction de la position de la parcelle entre le centre et la marge de la niche de l'espèce considérée.

Enfin, pour les 70 espèces détectées au moins dans cinq parcelles au cours des deux périodes 1968-76 et 2005-06 (voir Dessaint *et al*, 2007, ce volume), nous avons aussi comparé la position des parcelles i) où les espèces se sont maintenues et ii) où elles n'ont pas été retrouvées, sur le gradient centre-marge de la niche.

Dans ces deux dernières analyses, la niche écologique n'a bien sûr été caractérisée qu'à travers les seules variables physico-chimiques afin de s'affranchir de la diversité des moyens de lutte mis en place et de n'analyser, ici, le comportement démographique des mauvaises herbes qu'en fonction des seules conditions potentielles offertes par un milieu plus ou moins optimal.

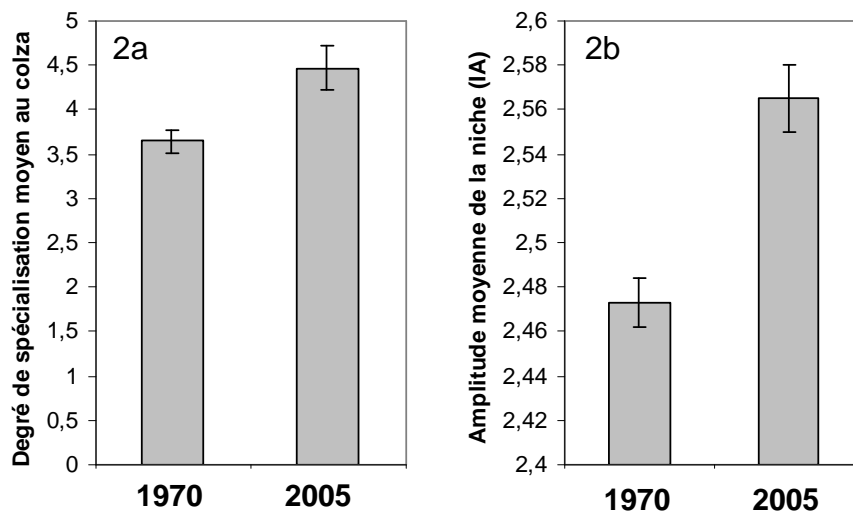
## RÉSULTATS

### EVOLUTION DU RATIO GENERALISTES/SPECIALISTES EN 30 ANS

A l'échelle de la France, la flore adventice a fortement évolué en 30 ans (voir les listes dans Fried *et al*, 2007, ce volume). Toutes cultures confondues, cette évolution se reflète à travers les changements observés sur l'échantillon de 158 parcelles étudiées en Côte d'Or (Dessaint *et al*, 2007, ce volume). Cette étude montre une perte moyenne de 40% d'espèces par parcelle. Beaucoup d'espèces sont en régression même les plus communes (*Galium aparine*, *Papaver rhoeas*) ou sont stables (*Capsella bursa-pastoris*, *Taraxacum officinale*, *Viola arvensis*) et seules quelques 10% des espèces sont en progression (*Geranium dissectum*, *Lactuca serriola*, *Sysimbrium officinale*). Comment cela se traduit-il en terme d'amplitude d'habitat ?

**Figure 2 :** Evolution des caractéristiques des communautés adventices rencontrées entre 1970 et 2005. En 2a : l'accroissement du degré moyen de spécialisation de la flore vis-à-vis du Colza ; en 2b : l'amplitude écologique moyenne des espèces présentes.

**Figure 2:** Evolution of two characteristics describing weed species community in 1970 and 2005. 2a illustrates the increase of community specialisation toward oilseed rape; 2b shows the increase of the mean ecological tolerance of the weed species observed in 1970 and 2005.



L'amplitude moyenne des espèces à l'échelle des communautés adventices ( $I_A$ ) est passée de 2.47 à 2.56 (+ 3.6%, Test-T de Student,  $P < 0.001$ ). Quand on détaille plus avant l'indice de spécialisation vis-à-vis des cultures, on observe toutefois un comportement opposé de l'indice de spécialisation qui augmente significativement vis-à-vis du colza (Figure 2a). Ainsi, pour être précis, les communautés adventices de Côte d'Or se sont enrichies d'espèces plutôt généralistes vis à vis de l'ensemble des conditions du milieu mais aussi d'espèces spécialistes du colza au détriment d'espèces spécialistes de toute autre culture, en particulier des céréales de printemps (*Polygonum aviculare*, *Fallopia convolvulus*, *Euphorbia exigua*, etc.).

## RELATION ENTRE L'ABONDANCE DES ESPECES ET LA POSITION DU MILIEU AU SEIN DE LA NICHE ECOLOGIQUE.

Comme on dispose à la fois de relevés chronologiques et d'une caractérisation du milieu où ont été effectués les suivis, on peut tester comment les caractéristiques du milieu influent sur l'état et le devenir des populations. Concernant l'état des populations tel qu'on peut le caractériser via le niveau d'infestation observé, le tableau de contingence (Tableau I) met clairement en évidence un excès très significatif de densités élevées (notes 2 à 4) au cœur de la niche, ainsi qu'un déficit de densités faibles (notes + et 1). Inversement, la marge de la niche (>2) est caractérisée par un excès de notes faibles (+) et un déficit de notes moyennes (2-3). C'est par exemple le cas d'*Euphorbia exigua*, qui est plus abondante dans les cultures de printemps (céréales, betteraves) dont la date de semis coïncide bien avec le principal pic de levée de l'espèce même si celle-ci est aussi présente en céréales d'hiver ou en cultures estivales mais avec des densités plus faibles ; de même *E. exigua* est plus abondante sur les sols argilo-calcaires que sur tout autre type de sol. Ainsi, malgré les actions de lutte mises en place (i.e. les herbicides non pris en compte dans la caractérisation de la niche), les espèces réussissent à atteindre des densités significativement plus élevées quand elles occupent un milieu qui présente les caractéristiques centrales de leur niche. Les abondances très élevées (note 5) constituent une catégorie peu fréquente ( $587/17842 = 3.5\%$ ) mais toutefois distribuée de manière homogène et indépendante de la position de la niche des espèces considérées. Sur le jeu de données utilisé, les fortes infestations présentent donc un comportement différent des autres niveaux. Ainsi, à l'exception des infestations massives qui ne suivent pas la règle, les espèces sont plus abondantes quand elles occupent un milieu au cœur de leur niche écologique.

**Tableau I :** Distribution des coefficients d'abondance en fonction de la position de l'espèce dans la niche écologique. Les cases hachurées indiquent un défaut et les cases grisées indiquent un excès.

**Table 1:** Abundance score distribution according to species position in the ecological niche. Hatched boxes indicate a deficit while grayed boxes indicates an excess.

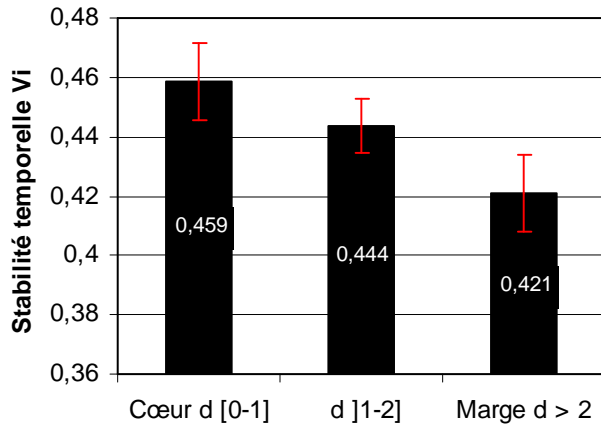
Position dans la niche	Coefficients d'abondance						Total
	+	1	2	3	4	5	
<b>Coeur</b> d [0-0,5]	253	546	389	419	130	55	<b>1792</b>
d ]0,5-1]	696	1702	1031	1028	268	153	<b>4878</b>
d ]1-1,5]	838	1962	1100	1255	269	179	<b>5603</b>
d ]1,5-2]	561	1198	640	690	169	115	<b>3373</b>
<b>Marge</b> d >2	427	753	383	430	118	85	<b>2196</b>
<b>Total</b>	<b>2775</b>	<b>6161</b>	<b>3543</b>	<b>3822</b>	<b>954</b>	<b>587</b>	<b>17842</b>

**Khi2 = 88,210 ; p<0,001**

## LA STABILITE DES ESPECES ADVENTICES EST ACCRUE QUAND LES CONDITIONS DU MILIEU PHYSIQUE SONT OPTIMALES

### Stabilité interannuelle

Au centre de leur niche, les adventices sont moins sensibles aux variations interannuelles des techniques culturales. En effet, la stabilité interannuelle des espèces décroît du centre vers la marge de la niche (Figure 3). Au-delà d'une distance de 2 écart-types du centre de la niche, les populations sont significativement plus instables (ANOVA,  $p=0.002$ ). Par exemple, *Scleranthus annuus*, une espèce calcifuge et sensible à la compétition, est présente une fois sur deux (0.533) dans les relevés effectués sur les sols les plus pauvre en azote et en calcaire mais seulement une fois sur cinq (0.245) dans les relevés effectuées dans des conditions plus riches.



**Figure 3** : Stabilité interannuelle des adventices en fonction de la position au sein de la niche.

**Figure 3:** interannual variation of weed species according to the position within the field.

### Taux "d'extinction" en 30 ans

Plus les espèces occupent un milieu au cœur de leur niche, plus la population semble perdurer en dépit de toutes les modifications culturales depuis 30 ans. Ainsi, sur notre jeu de données, on observe proportionnellement un meilleur maintien des populations quand le milieu présente des caractéristiques en cœur de niche plutôt qu'en marge. Autrement dit, si le milieu convient à une espèce donnée, il sera plus difficile de l'éliminer.

**Tableau II** : Distribution des populations éteintes et maintenues en fonction de la position dans la niche. Les cases hachurées indiquent un défaut et les cases grisées indiquent un excès.

**Table II:** Extinct and stable population distribution according to the position within the niche. Hatched boxes indicate a deficit while grayed boxes indicates an excess.

Position dans la niche		Extinction	Maintien	Total
<b>Cœur</b>	d [0-0,5]	55	43	<b>98</b>
<b>Volume 2 à 4</b>	d ]0,5-2]	1515	737	<b>2252</b>
<b>Marge</b>	d >2	483	210	<b>693</b>
<b>Total</b>		<b>2053</b>	<b>990</b>	<b>3043</b>
<b>Khi2 = 7,355 p=0,025</b>				

## DISCUSSION

### EVOLUTION DIFFERENCIEE DES GENERALISTES ET SPECIALISTES AU SEIN DES FLORES

Le concept de généraliste/spécialiste peut facilement être appliqué au cas des espèces adventices. Il met en évidence une large gamme de comportements des espèces les plus indifférentes (*Stellaria media*, *Senecio vulgaris*, *Veronica persica*) aux plus particulières (*Ammi majus* sur des sols argileux à pH basique, en région plutôt chaudes et sèches, *Phytolacca americana* en monoculture de maïs surtout sur sol sableux, *Rumex acetosella* sur des sols très acides, etc.).

Comme nous le supposons, deux phénomènes aux conséquences opposées et qui couvrent des pas de temps et d'espace différents peuvent s'emboîter: D'une part, les changements récurrents de techniques culturales et d'autre part, le développement d'une nouvelle culture sur de vastes surfaces (le colza dans le cas présent). (1) Nos résultats montrent que l'intégration récurrente d'innovations techniques dans les pratiques n'est facilement acceptable que par les espèces les plus indifférentes. Au cours des 30 dernières années, ces changements ont été caractérisés entre autres par une intensification croissante et ont conduit à une diminution de la fréquence de la plupart des adventices (Dessaint et al, 2007). Ainsi, les espèces généralistes n'ont pas forcément accru leur fréquence. En revanche, les espèces spécialistes ont été plus fortement touchées. Globalement, le ratio généralistes/spécialistes a donc augmenté dans les communautés. (2) Dans le même temps, la mise en place et le retour

fréquent de conditions particulières peut être favorable aux espèces qui savent en tirer profit (spécialistes). Les flores traduiraient alors par ajustement plus ou moins rapide l'état de l'assolement. Ainsi, en Côte d'Or, on constate la spécialisation croissante de la flore vis-à-vis du colza. En trente ans cette culture a fait plus que multiplier par cinq sa surface à l'échelle nationale et la Bourgogne est une des régions importantes de production de cette culture (Agreste, 2007).

Des deux processus, le premier l'emporte. Ainsi, la décroissance moyenne de 4% du degré de spécialisation des communautés observé à l'échelle de l'ensemble des 158 relevés conduits en Côte d'Or s'explique par le fait que les espèces spécialistes (en particulier, des spécialistes de conditions du milieu physique) ont été globalement plus souvent perdues que favorisées au cours des dernières décennies. Cette observation est à mettre en regard des évolutions de l'agriculture. Au cours des 3 dernières décennies, la surface dévolue au colza a augmenté de 500 % en France (Agreste, 2007). Les agriculteurs ont aussi plus systématiquement chaulé, drainé et amendé les sols effaçant progressivement les situations extrêmes peu propices aux cultures mais occupées jusqu'alors par un panel d'espèces adventices bien adaptées à ces situations (*Gnaphalium uliginosum*, *Veronica triphyllos*, etc.). Cette situation traduit donc bien un appauvrissement général de la flore même si quelques zones restent propices à telle ou telle espèce spécialiste.

Si on tente l'exercice risqué de faire des prévisions, *Lolium* spp. *Poa annua*, *Senecio vulgaris* ou *Sonchus asper* ressortent comme pouvant encore rester des adventices majeures tant elles sont à la fois adaptées à une large gamme de cultures et tolérantes à de nombreuses conditions du milieu physique. L'avenir des spécialistes du colza est plus incertain. Hormis les espèces à la fois spécialistes du colza et généralistes (*Capsella bursa-pastoris*), des espèces comme *Calepina irregularis* ou *Scandix pecten-veneris* auraient pu rapidement décliner en cas de décroissance des surfaces cultivées en colza comme en témoigne leur rareté en dehors des régions où est cultivé du colza, en revanche les progrès actuels de la culture leur sont favorables. On peut donc assez facilement gérer des espèces strictement spécialistes d'une culture en modifiant la rotation. En revanche la gestion des espèces généralistes apparaît par définition plus compliquée.

Au-delà de ces applications concrètes en terme de gestion des adventices, l'analyse généraliste/spécialiste peut avoir valeur d'exemple et illustrer les particularités de l'agrosystème en comparaison à d'autres écosystèmes. En premier lieu, nous validons l'hypothèse selon laquelle les espèces généralistes sont plus à même de supporter l'hétérogénéité des conditions du milieu (ici temporelle). Par ailleurs, une avancée méthodologique apportée par ce travail est de montrer comment la prise en compte d'un axe (ici la tolérance aux conditions de culture du colza) ou de l'ensemble des axes de la niche écologique peut modifier la conclusion (voir aussi Williams, 2004).

En replaçant ce travail dans le contexte plus général des règles d'assemblage des espèces (Weiher & Keddy, 1999), nos résultats indiquent la nécessité pour une espèce adventice d'être capable de passer tous les filtres sans forcément y exceller (i.e. être généraliste sur l'ensemble ou une partie des axes de la niche) plutôt que d'être spécialiste d'un seul filtre mais mal adapté à l'un des autres filtres. Il faut bien sûr tenir compte du fait que les filtres sont ordonnés. Pour réussir, les espèces adventices, doivent successivement 1) appartenir au pool d'espèce régional, 2) être adaptées aux conditions écologiques de la parcelle et 3) être adaptées aux pratiques spécifiques au colza.

Ainsi l'agrosystème cultivé est particulièrement intéressant pour tester les règles selon lesquelles les espèces s'assemblent en communautés puisque contrairement à des écosystèmes naturels parfois complexes, dans les champs cultivés les principales contraintes du milieu sont connues et modifiables (Booth & Swanton, 2002).

## INTEGRATION DE L'ABONDANCE

Même si cela peut sembler logique que les espèces réussissent mieux dans un environnement qui leur convient, peu d'études avaient tenté de vérifier concrètement ce que cela pouvait



signifier en terme de niveau d'infestation, probabilité de présence d'une année sur l'autre dans la rotation ou présence des mêmes espèces dans une même parcelle sur des pas de temps longs. En appliquant ces différentes analyses sur deux jeux de données afin de disposer d'informations indépendantes, nous avons pu définir et caractériser les niches réalisées des différentes espèces adventices les plus communes. Nous avons alors pu évaluer pour chaque parcelle si les espèces rencontrées y occupaient une position centrale ou marginale de leur niche, ouvrant la possibilité de quantifier les effets recherchés. Tous les éléments convergent. Nous montrons qu'une espèce peut atteindre plus facilement des densités élevées quand le milieu lui convient. Ceci n'était somme toute pas une évidence. On pouvait en effet penser que les moyens de lutte mis en œuvre sur une espèce présentant des densité élevées seraient à même de contrecarrer le développement démographique de la population considérée, gommant du même coup toute possibilité de corrélation entre caractéristique du milieu et densité. Cela signifie donc qu'une espèce sera donc d'autant plus difficile à contenir que le milieu lui est propice. En corollaire cela suggère que dans les parcelles où le milieu convient le mieux aux adventices, quelques plantes réussissent probablement à échapper aux moyens de lutte mis en œuvre, boucler leur cycle et réalimenter le stock, ou que ce type de parcelle est plus sujette à des contaminations récurrentes depuis des foyers extérieurs.

En ne suivant pas la règle, le cas des fortes infestations (note 5) pose toutefois un problème qu'il faudra approfondir. Deux hypothèses non exclusives sont possibles pour expliquer l'absence de relation entre fortes infestations et position dans la niche : soit l'infestation résulte d'une inefficacité totale des moyens de lutte (traitement inadapté ou population résistante) et biaise donc l'échantillon de situation par rapport aux autres parcelles considérées, soit quelques espèces particulières seulement peuvent atteindre cette catégorie. D'autres analyses devront être conduites pour clarifier cette particularité.

Nous montrons qu'une espèce peut émerger plus fréquemment au cours de la rotation quand elle occupe une parcelle présentant des conditions qui lui sont favorables. Cela signifie que des germinations du stock doivent avoir lieu très régulièrement et donner d'autant plus facilement lieu à des plantules installées que le milieu est favorable. En conséquence, cela suggère aussi que la diversification des cultures au cours de la rotation peut effectivement contribuer à éliminer une partie du stock des espèces présentes sans toutefois les faire totalement disparaître.

Enfin, nous montrons qu'une espèce semble pouvoir se maintenir sur des pas de temps longs d'autant mieux qu'elle occupe une parcelle qui lui est favorable. Il faut toutefois rappeler que nous ne disposons que de deux points dans le temps séparés de 29 à 37 ans et que notre approche ne permet pas de dire ce qui s'est passé entre temps. Par symétrie, notre étude dans l'agrosystème vient étayer des principes d'écologie. Il confirme notamment pour les espèces adventices que le cœur de la niche décrit donc bien un milieu écologiquement favorable.

## **CONCLUSION**

De nouvelles contraintes sur la conduite de la production agricole viennent bouleverser la donne et l'intégration d'une notion de risque d'infestation semble devoir s'imposer de plus en plus. Différant de la notion de seuil de nuisibilité défini sur la base d'un calcul économique privilégiant le court terme, la notion de stabilité écologique recouvre non seulement la probabilité que l'espèce soit encore présente après plusieurs années mais aussi qu'elle ait vu sa taille de population se réduire, se maintenir stable ou à l'extrême s'accroître considérablement. Dans une situation théorique idéale, seules les espèces posant le plus de problème ou à même d'accroître leur densité et leur stock pourraient faire l'objet d'un contrôle et/ou d'une surveillance particulière. Aussi faut il non seulement continuer à développer les approches à même de préciser quelles espèces (dont régulièrement des nouvelles venues) peuvent se retrouver en tel ou tel point du territoire (réseau Biovigilance Flore) mais, mieux, y associer une échelle de risque de développement des populations (au départ indépendamment des pratiques qui y seront conduite puis en intégrant différentes options,

chacune devenant un levier de gestion possible pour l'agriculteur). Parce que nous disposons de jeux de données chronologiques, nous avons la possibilité de tester le pouvoir prédictif de concepts initialement développés par les écologues. La richesse des situations couvertes par les réseaux d'observatoire est le meilleur gage que les interprétations faites présentent une grande robustesse vis-à-vis de particularités locales ou d'années climatiques exceptionnelles.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions l'ensemble des acteurs du réseau Biovigilance Flore, en particulier les agents des SRPV et FREDON et les agriculteurs membres du réseau.

## BIBLIOGRAPHIE

- Agreste : <http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/>. Consulté en 2007.
- Barralis G., 1976 – Méthode d'étude des groupements adventices des cultures annuelles. In : *V<sup>e</sup> Colloque International sur l'Ecologie et la Biologie des Mauvaises herbes*, 1, Dijon, France : 59-68.
- Booth, B.D., Swanton, C.J. 2002 - Assembly theory applied to weed communities. *Weed Science*, 50, 2-13.
- Brown J. H., 1984 - On the relationship between abundance and distribution of species. *American Naturalist* 124: 255-279.
- Dessaint F., Fried G., Barralis G., 2007 - Déclin et changements au sein de la flore adventice : quelle évolution en 30 ans ? AFPP – 20<sup>ème</sup> conférence du COLUMA Journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes. Dijon – 11 et 12 décembre 2007.
- Dolédec S., Chessel D., Gimaret-Carpentier C., 2000 - Niche separation in community analysis: a new method. *Ecology*, 81, 2914-2927.
- Fried G. & Reboud X., 2007 – Évolution de la composition des communautés adventices des cultures de colza sous l'influence des systèmes de cultures. *OCL*, 14, 130-138.
- Fried G., Reboud X., Gasquez J. Delos M., 2007 - Le réseau « Biovigilance Flore » : Présentation du dispositif et synthèse des premiers résultats. AFPP – Vingtième conférence du Columa. Journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes. Dijon, France, 11 et 12 Décembre 2007.
- Grinnell, J. 1914 – *An account of the mammals and birds of the Lower Colorado Valley with especial reference to the distributional problems presented*. University of Colorado Publication in Zoology, 12, 51-294.
- Hutchinson G.E., 1957 - Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposia On Quantitative Biology*, 22, 415-427.
- Sagarin R.D., Gaines S.D., 2002 – The 'abundant centre' distribution: to what extent is it a biogeographical rule? *Ecology Letters*, 5, 137-147.
- Weihner E., Keddy P.A., 1999. *Ecological Assembly Rules: perspectives, Advances, Retreats*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Williams P., 2004 - Does specialization explain rarity and decline among British bumblebees? A response to Goulson et al. *Biological Conservation*, 122, 33-43.
- Wulff, E.V., 1950 – *An introduction to Historical Plant Geography*. Chronica Botanica Company, Waltham.