(ph. M. Do)

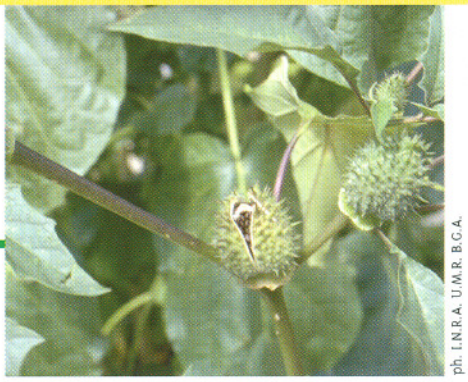
observer

Flore adventice du tournesol

Quelle évolution en trente ans ? Quelles caractéristiques favorisent la capacité d'infestation des cultures ?

Guillaume Fried*, Bruno Chauvel*, Xavier Reboud*, Didier Chollet**, Mylène Bombarde*** et Marc Delos***

Le datura (*Datura stramonium*), espèce en nette progression dans les tournesols, dans le Sud (Aquitaine, Midi-Pyrénées, Provence) et jusqu'en Poitou-Charentes. Elle reste difficile à maîtriser du fait de ses levées très échelonnées.



ph. I.N.R.A. U.M.R. B.G.A.

Pourquoi comparer la flore adventice du tournesol d'il y a trente ans et celle de maintenant ? Parce qu'il y a trente ans, le tournesol était encore peu cultivé : les populations de mauvaises herbes qui l'accompagnaient n'avaient pas eu le temps de s'adapter à la culture. Maintenant, si. Pointer celles qui sont les plus présentes et fréquentes permet de savoir contre lesquelles lutter immédiatement. Mais pister celles qui ont progressé en fonction de leurs caractères biologiques et agronomiques (on parle de « traits », voyez le vocabulaire en encadré 1, p. 38) permet de repérer celles qui risquent de progresser encore, et dont il faudra se garder...

Un champ cultivé est un milieu très contraignant (labour, façons culturales, désherbage) que peu d'espèces végétales peuvent supporter. Un nombre réduit d'entre elles, bien adaptées aux conditions propres des milieux cultivés, sont devenues des espèces compagnes (adventices) des cultures.

Au cours des 50 dernières années, l'extension de « nouvelles » cultures (colza, tournesol, soja, voire maïs hors de sa zone « historique ») et l'évolution des pratiques culturales (date et densité de semis, herbicides, modification du travail du sol) ont constitué de nouvelles contraintes qui ont exercé des pressions de sélection inédites sur les « mauvaises herbes » en place. Elles ont favorisé certaines espèces au détriment d'autres, voire permis l'introduction d'espèces jusqu'alors cantonnées aux lisières ou issues d'autres régions du globe.

Pour mieux appréhender les causes des changements de la flore, nous avons étudié les évolutions à l'échelle de groupes fonctionnels*(1) réunissant des espèces ayant un ensemble de traits*(1) identiques ou proches. En cherchant à savoir si les espèces en progression ou en régression partagent des caractéristiques communes, on peut identifier de façon fine et statistiquement fiable l'effet de pratiques culturales.

Au final les traits* dégagés, favorables ou défavorables, conduisent à des principes théoriques généraux valables au-delà des seules espèces étudiées (Booth & Swanton, 2000).

Flore du tournesol : évolution en cours

Le tournesol (*Helianthus annus* L.) se prête particulièrement bien à cette analyse. Il n'est semé à grande échelle que depuis peu : lors des enquêtes floristiques nationales des années 1970, c'était une culture mineure en France avec environ 76 000 ha (Agreste, 2005). Ensuite des systèmes de culture où le tournesol revient souvent se sont mis en place. Les surfaces ont été multipliées par plus de 10. Ce changement permet de suivre le développement d'une flore plus spécifique à cette culture sur les 30 dernières années.

L'objectif de cette étude est en premier lieu de mettre en évidence l'évolution, de 1970 à 2000, du statut des espèces et des communautés d'espèces présentes en culture de tournesol. Dès lors peut-on, en l'espace de 30 ans, déceler des groupes fonctionnels* favorisés par des pratiques culturales particulières au tournesol ? Y a-t-il des caractéristiques paraissant favorables à la progression de certaines espèces ? Peut-on déceler le type « idéal » (regroupement de caractères) de mauvaises herbes spécialement adaptées (ou bien non adaptées) aux conditions propres du tournesol ? Peut-on en déduire quelles espèces constitueraient une menace potentielle dans l'avenir ?

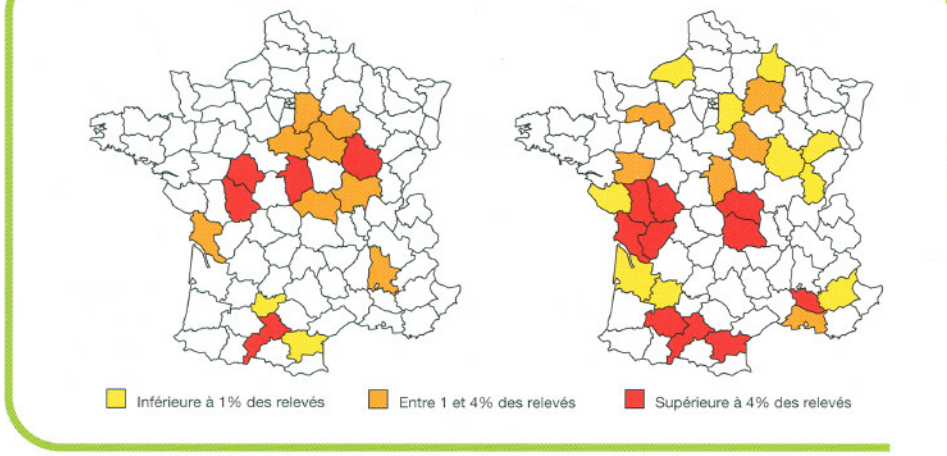
Deux enquêtes comparées

Deux enquêtes sur la répartition et la densité des mauvaises herbes dans les grandes cultures ont été comparées. La première a été menée il y a 30 ans entre 1973 et 1976. On a extrait la compilation de 59 relevés d'adventices effectués dans les zones témoins d'essais herbicides tournesol (Barralis, 1977). La seconde est issue du réseau « Biovigilance Flore » dont 117 parcelles ont été cultivées en tournesol entre 2002 et 2004.

(1) *Voir la définition des termes dans l'encadré 1 p. 38.*

* *INRA UMR Biologie et gestion des adventices.*
** *CETIOM.*
*** *Protection des Végétaux.*

Figure 1 - Répartition des relevés effectués dans les cultures de tournesol durant les périodes 1973-1976 (à gauche) et 2002-2004 (à droite).



Échantillonnage des adventices dans les parcelles : fréquence et densité

Les relevés ont été effectués sensiblement de la même façon dans les deux enquêtes.

Sur chaque parcelle, on dresse une liste exhaustive des espèces rencontrées (sur au moins 2 000 m²). Chaque espèce est ensuite affectée d'un coefficient d'abondance visuel selon l'« échelle Barralis » (Barralis, 1976) qui permet de transformer les données en densité (nombre de plantes par m²). On peut alors classer les espèces en termes non seulement de fréquence (ratio entre le nombre de parcelles où une espèce est présente et le nombre total de parcelles échantillonnées), mais aussi de densité moyenne. Le détail du calcul de ces indices est donné dans Fried *et al.* (2005).

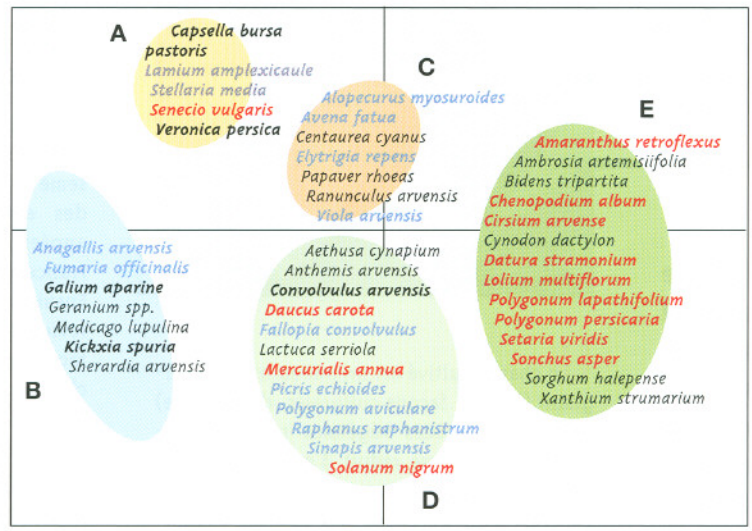
Figure 2 - Représentation graphique simplifiée de l'analyse des correspondances multiples effectuée sur la matrice espèces - traits d'histoires de vies.*

Description sommaire des 5 groupes fonctionnels* (en gras, les espèces dont on connaît le statut, avec en rouge les espèces en progression, en bleu les espèces en régression, en noir les espèces stables)

A - Espèces d'assez petite taille, ubiquistes* (à large amplitude écologique), supportant l'ombre et pouvant lever et fleurir toute l'année.

B - Espèces de petite taille, prostrées au sol ou grimpantes, longévité des semences faible, dissémination zoochore*, levée plutôt hivernale, floraison étalée du printemps à l'automne.

C - Espèces de taille moyenne, à levée plutôt printanière, floraison large du printemps à l'automne, plutôt thermophiles*, assez peu sensibles aux herbicides du tournesol.



D - Espèces de taille moyenne, à levée hivernale, indifférentes au pH ou neutrophiles*, sensibles aux herbicides du tournesol. La plupart sont des messicoles caractéristiques.

E - Espèces de grande taille, sans mécanisme de dispersion ou anémochore*, à longévité de semences élevée, à levée estivale ou indifférente, à cycle court de 2-3 mois avec floraison en été-automne, nitrophiles*, héliophiles* et plutôt thermophiles*. Pour une large part insensibles aux herbicides du tournesol.

1 - Un peu de vocabulaire d'écologie végétale

(d'après Boullard B., 1988. *Dictionnaire de botanique, Ellipses*, Paris : 1-398)

Acidiphile : caractère d'une plante se rencontrant préférentiellement ou exclusivement sur les sols acides (pH < 6).

Anémochore : se dit d'une graine (et par extension d'une espèce possédant ce type de graine) adaptée à la dispersion par le vent.

Basophile : se dit d'une plante se rencontrant préférentiellement ou exclusivement sur les sols dont le pH est élevé.

Diversité fonctionnelle : indice rendant compte de la diversité des traits* fonctionnels contenus dans une communauté. La diversité fonctionnelle diffère de la diversité spécifique qui correspond au nombre d'espèces présentes dans une communauté.

Géophytes : plantes passant l'hiver en ne conservant que des organes souterrains (rhizomes, tubercules ou bulbes).

Groupe fonctionnel : ensemble d'espèces partageant des traits* identiques ou proches.

Héliophile : se dit d'une espèce qui « affectionne » les stations ensoleillées.

Hémicryptophytes : plantes dont les bourgeons, au ras du sol, sont enfouis dans des rosettes de feuilles durant l'hiver.

Hygrophile (ou hygrophyte) : qualifie les espèces qui vivent dans les endroits où l'eau abonde (soit dans les sols soit dans l'atmosphère).

Mésophile (ou mésophyte) : plante qui recherche des stations ni trop sèches ni trop humides.

Neutrophile : qualifie les espèces se développant préférentiellement ou exclusivement sur les sols proches de la neutralité, légèrement acides ou basiques (pH autour de 7).

Nitrophile : se dit des plantes qui profitent des sols riches en composés azotés (surtout sous forme de nitrates).

Oligotrophe : espèce qui peut se développer sur des sols pauvres en éléments nutritifs.

Phénologie : répartition au cours de la saison des différents stades physiologiques (levée, floraison, fructification) d'une plante.

Structure fonctionnelle : proportion relative des différents groupes fonctionnels présents dans une communauté d'espèces.

Thermophile : qualifie les espèces qui se développent préférentiellement dans des stations chaudes bien exposées.

Thérophytes : plantes annuelles qui « bouclent » leur cycle en quelques mois et dont seules les graines survivent pour passer l'hiver.

Traits : caractéristiques biologiques, écologiques ou agronomiques d'une espèce.

Ubiquiste : se dit d'une espèce ayant la capacité de coloniser une très large gamme de conditions écologiques.

Xérophile (ou xérophyte) : qualifie une espèce qui peut se développer dans des conditions de sécheresse sévère.

Zoochore se dit d'une graine (et par extension d'une espèce possédant ce type de graine) adaptée à la dispersion par les animaux.

Tableau 1 - Caractéristiques agronomiques, écologiques et biologiques (= traits) retenues pour expliquer le statut des espèces.

	Variables	Modalités		Sources bibliographiques
		Traits végétatifs		
1	Taille	a : 2-15 cm & 5-30 cm c : 30-100 cm	b : 20-60 cm d : > 100 cm	Fournier P., 1936. *Les Quatre Flores de la France*. Lechevalier Ed. Paris.
2	Port de la tige	a : prostré c : dressé	b : montant* d : volubile ou grimpante	Mamarot J. 2002. *Mauvaises herbes des cultures*. 1-540. ACTA Ed. 2e édition.
		Traits liés à la reproduction		
3	Mode de dispersion des graines	a : pas de mécanisme b : anémochore*	c : zoochore*	Van der Pijl L., 1982. *Principles of dispersal in higher plants*. Springer eds. Berlin, Heidelberg and New York, 1-167.
4	Densité de la banque de graines du sol (graines/m²)	a : 1-57 c : 228-517	b : 58-227 d : > 518	Thompson K., Bakker J., Bekker R.M.* *(1997) The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity/ Cambridge Cambridge University Press.
5	Longévité des graines	a : 1-6 ans c : 21-39 ans	b : 7-20 ans d : 40 ans et plus	
6	Type biologique	a : thérophyte* b : hémicryptophyte*	c : géophyte*	Jauzein P., 1995. *Flore des champs cultivés*. INRA Ed. Paris, 1-898.
		Traits phénologiques*		
7	Époque de levée	a : hivernale b : printanière	c : estivale d : indifférente	Jauzein P., 1995. *Flore des champs cultivés*. INRA Ed. Paris, 1-898.
8	Pic de floraison et de production de graines	a : toute l'année b : du printemps à l'automne	c : du printemps à l'été d : de l'été à l'automne	Fournier P., 1936. *Les Quatre Flores. de la France*. Lechevalier Ed. Paris.
9	Durée d'un cycle biologique	a : < 3 mois b : 4-6 mois	c : > 6 mois	D'après Mamarot, J. 2002. *Mauvaises herbes des cultures*. 1-540. ACTA Ed. 2e édition.
10	Étalement de la floraison des populations	a : 2-3 mois b : 4-5 mois	c : > 6 mois d : 12 mois	Fournier, P., 1936. *Les Quatre Flores de la France*. Lechevalier Ed. Paris.
		Traits agronomiques		
11	Capacité à être dispersée par les pratiques culturales	a : non dispersée b : faiblement dispersée	c : fortement dispersée	Häfliger, E., Brun-Hool, J., 1975. Tables d'adventices Ciba-Geigy. Présentation synoptique de la flore adventice des cultures agricoles. 1-127.
12	Sensibilité moyenne aux herbicides	a : peu sensible b : assez peu sensible	c : assez sensible d : sensible	Calculé d'après Mamarot J., Rodriguez A., 2003. *Sensibilité des mauvaises herbes aux herbicides en grandes cultures*. ACTA : 1-372.
		Traits écologiques		
13	Ellenberg-L : valeur indicatrice de la lumière	a : plantes de demi-ombres (4-5-6) b : plantes de demi-lumière (7) c : plantes de lumière et de pleine lumière (8-9) (=héliophiles*)		Ellenberg H., Weber H.E., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulissen D., 1992. *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. 2ten Auffl. Scripta Geobot., 18 : 1-258. NB : Les nombres donnés entre parenthèses correspondent aux valeurs indicatrices d'Ellenberg
14	Ellenberg-T: valeur indicatrice de la température	a : plantes indicatrices de frais (5) b : plantes indicatrices de frais à modérément thermophiles (6) c : plantes thermophiles (7) à extrêmement thermophiles (8-9) d : espèces indifférentes (x)		
15	Ellenberg-F : valeur indicatrice de l'humidité édaphique	a : espèces xérophiles* (3) à mésophiles* (4) b : espèces mésophiles* à hygrophiles* (5) c : espèces hygrophiles (6-7-8-9) d : espèces indifférentes (x)		
16	Ellenberg-R : valeur indicatrice de la réaction du sol	a : espèces acidiphiles* (2-4-5-6) b : espèces neutrophiles* ou lég. acidiphiles*ou lég. basophiles*(7) c : espèces basophiles* (8-9) d : espèces indifférentes* (x)		
17	Ellenberg-N : valeur indicatrice de la richesse en éléments nutritifs du milieu	a : espèces oligotrophes* (3) à modérément mésotrophes* (4) b : espèces mésotrophes (5) à assez nitrophiles* (6) c : espèces assez nitrophiles* (7) d : espèces nitrophiles* à très nitrophiles* (8-9) f : espèces indifférentes (x)		

Détermination du statut des espèces : comparaison des deux enquêtes

La figure 1 donne la répartition des relevés par départements pour les deux périodes. On voit les deux régions historiques Midi-Pyrénées et Poitou-Charentes (surtout Haute-Garonne et Vienne), et l'extension de l'aire de culture du tournesol (Auvergne, Provence, Bourgogne...) Pour tenir compte des différences relatives à l'intensité de l'échantillonnage (nombre de relevés par enquêtes) et de l'évolution de la distribution géographique des relevés, nous avons procédé à un ré-échantillonnage aléatoire (bootstrap) au sein de la base de données « *Biovigilance Flore* » (détails sur la méthodologie : cf. Fried *et al.*, 2005). La méthode garantit de déceler les évolutions de flore qui excèdent significativement les simples variations imputables à des conditions climatiques interannuelles exceptionnelles.

Caractéristiques des espèces et groupes fonctionnels

Pour l'ensemble des espèces détectées dans les parcelles de tournesol du réseau « *Biovigilance Flore* », nous avons compilé des caractéristiques agronomiques, écologiques et biologiques décrivant ces adventices à partir d'une liste proposée par Booth & Swanton (2002). Une analyse statistique multivariée (Analyse des correspondances multiples) a permis de réunir les espèces partageant des caractéristiques proches sous un même groupe fonctionnel*. La figure 2 représente les 5 groupes identifiés à partir des 17 caractéristiques prises en compte (Tableau 1). Pour chaque groupe (A, B, C, D, E), la figure donne les principales caractéristiques sur la base desquelles on le distingue des autres, et quelques espèces représentatives.

Tableau 2 - Évolution des principales adventices du tournesol depuis 30 ans.

Nom français et *nom latin*	Évolution	2002-2004			1973-1976		
		Rang	Fréquence	Densité	Rang	Fréquence	Densité
Chénopode blanc *Chenopodium album*	+	1 [1]	47,9	10,8	2	54,3	11,8
Morelle noire *Solanum nigrum*	+	2 [2-4]	35,0	12,1	13	15,2	2,9
Mercuriale annuelle *Mercurialis annua*	+	3 [2-4]	34,2	8,2	5	28,8	6,9
Renouée persicaire + R. à feuilles de patience *Polygonum persicaria* + *P. lapathifolium*	+	4 [2-5]	29,9	9,4	6	25,4	4
Renouée des oiseaux *Polygonum aviculare*	-	5 [4-8]	22,2	7,0	3	47,5	8
Amarante réfléchie *Amaranthus retroflexus*	N	6 [4-9]	19,7	4,6	>26	<6,8	<2,0
Renouée liseron *Fallopia convolvulus*	-	7 [5-10]	18,8	2,4	1	59,3	7,8
Laiteron rude *Sonchus asper*	+	8 [5-11]	18,8	2,6	16	13,6	2,2
Séneçon vulgaire *Senecio vulgaris*	N	9 [5-11]	17,1	2,7	>26	<6,8	<2,0
Liseron des champs *Convolvulus arvensis*	=	10 [6-15]	14,5	5,4	11	18,6	2,3
Linaire bâtarde (+ L. élatine) *Kickxia spuria* (+ K. elatine)	=	11 [8-18]	13,7	3,3	10	20,3	4
Chardon des champs *Cirsium arvense*	N	12 [9-22]	11,1	4,7	>26	<6,8	<2,0
Mouron des champs *Anagallis arvensis*	-	13 [10-22]	10,3	4,9	4	33,9	5,3
Moutarde des champs *Sinapis arvensis*	-	14 [9-24]	10,3	4,4	7	23,7	7,3
Panic pied-de-coq *Echinochloa crus-galli*	=	15 [9-26]	10,3	7,6	24	8,5	3,4
Arroche étalée *Atriplex patula*	=	16 [10-26]	9,4	2,2	20	10,2	3,2
Ray-grass *Lolium multiflorum* + *L. perenne*	N	17 [10-28]	9,0	8,9	>26	<6,8	<2,0
Matricaire camomille (+ M. inodore) *Matricaria recutita* (+ *M. perforata*)	=	18 [11-30]	9,4	6,0	24	8,5	2
Gaillet gratteron *Galium aparine*	=	19 [11-30]	8,5	2,9	20	10,2	2,6
Vulpin des champs *Alopecurus myosuroides*	-	20 [13-36]	6,8	3,6	12	16,9	4
Sétaire verte + S. verticillée *Setaria viridis* + *S. verticillata*	N	21 [13-37]	6,8	4,9	>26	<6,8	<2,0
Capselle bourse-à-pasteur *Capsella bursa pastoris*	=	22 [13-37]	6,8	2,6	20	10,2	2
Carotte sauvage *Daucus carota*	N	23 [15-40]	6,0	2,9	>26	<6,8	<2,0
Datura *Datura stramonium*	N	24 [14-44]	6,0	10,6	>26	<6,8	<2,0
Euphorbes *Euphorbia* spp.	N	25 [15-42]	6,0	2,0	>26	<6,8	<2,0
Repousses de colza *Brassica napus*	N	26 [17-47]	5,1	3,4	>26	<6,8	<2,0
Chiendent pied-de-poule *Cynodon dactylon*	?	27 [16-48]	5,1	3,4	>26	<6,8	<2,0
Véronique de Perse (+ V. agreste) *Veronica persica* (+ *V. agrestis*)	-	28 [17-46]	5,1	2,1	7	23,7	2,8
Pensée des champs *Viola arvensis*	-	29 [19-49]	4,3	2,9	16	13,6	3,3
Chénopode polysperme *Chenopodium polyspermum*	?	30 [18-50]	4,3	9,7	>26	<6,8	<2,0
Folle avoine *Avena fatua*	-	31 [18-51]	4,3	7,0	13	15,2	4,6
Fumeterre officinale *Fumaria officinalis*	-	32 [19-50]	4,3	4,9	16	13,6	2,2
Ravenelle *Raphanus raphanistrum*	-	33 [18-51]	4,3	2,9	13	15,2	2,9
Chiendent rampant *Elytrigia repens*	-	40 [21-104]	3,4	1,5	19	11,8	2,7
Ammi élevé *Ammi majus*	?	41 [22-104]	3,4	5,1	>26	<6,8	<2,0
Picris fausse-vipérine + P. fausse-épervière *Picris echioides* + *P. hieracioides*	-	44 [26-104]	2,7	2,0	20	10,2	2
Ambroisie à feuilles d'armoise *Ambrosia artemisiifolia*	?	46 [25-104]	2,6	2,9	>26	<6,8	<2,0
Stellaire intermédiaire *Stellaria media*	-	51 [33-104]	1,7	2,2	7	23,7	5,3
Sorgho d'Alep *Sorghum halepense*	?	89 [43-104]	0,9	16,3	>26	<6,8	<2,0
Lamier amplexicaule *Lamium amplexicaule*	-	> 104	/	1,5	26	6,8	2

Légende : La couleur renvoie à l'appartenance au groupe fonctionnel (cf. figure 2). Dans la colonne Évolution, les espèces codées (+) sont en progression significative ; (=) stable ; (-) régression significative ; (N) : « nouvelles » parmi les 26 premières ; (?) évolution non quantifiable (l'enquête des années 1970 ne fait figurer que les 26 premières espèces pour le tournesol). Entre crochet dans la colonne rang 2002-2004, la plage des rangs compatibles avec les variations régionales et interannuelles de la base « Biovigilance Flore ». La densité donne le nombre moyen d'individus par m² (dans les zones témoins).

La flore du tournesol en 2004

Les espèces ayant significativement progressé ou régressé sont notées dans le tableau 2. La fréquence et la densité moyennes des espèces sont synthétisées pour les deux périodes ainsi que l'appartenance aux groupes fonctionnels (code couleur) précédemment identifiés.

Espèces en progression

L'espèce ayant le plus augmenté est la morelle noire *(Solanum nigrum)*, devenue la deuxième adventice la plus fréquente derrière le chénopode blanc *(Chenopodium album)* et la première en terme de densité.

Parmi les espèces en progression, on peut distinguer trois sous-ensembles selon leur statut dans les années 1970.

— Certaines espèces figurant déjà parmi les espèces majeures du tournesol il y a 30 ans (fréquences supérieures à 25 % en 1973-76), confirment leur bonne adaptation à cette culture. Elles appartiennent essentiellement aux groupes fonctionnels E *(C. album, Polygonum persicaria* et *Polygonum lapathifolium)* et D *(Mercurialis annua)*.

— D'autres, en progression plus marquée, passent du statut d'espèces « intermédiaires » à celui d'espèces majeures. Elles sont des groupes D *(S. nigrum)* et E *(Sonchus asper)*.

— Certaines, pas assez répandues pour figurer dans la liste des 26 premières espèces lors de la première enquête (fréquence inférieure à 6,8 %) ont rejoint la liste des espèces les plus importantes. Soit elles sont déjà devenues des adventices sérieuses du tournesol (espèces du groupe E : *Amaranthus retroflexus, Cirsium arvense)*, soit elles restent plus ou moins discrètes *(Setaria* spp., *Daucus carota, Euphorbia* spp.) mais avec déjà des densités d'infestations localement élevées (espèces du groupe E : *Lolium* spp. et *Datura stramonium)*. Parmi ces « nouvelles espèces », une seule *(Senecio vulgaris)* appartient au groupe A, par ailleurs plutôt représenté par des espèces en régression. Ce séneçon a fortement augmenté en fréquence mais sa densité moyenne reste assez faible.

Espèces en régression

Trois espèces parmi les 4 plus fréquentes dans les années 1970 ont fortement régressé : la renouée liseron *(Fallopia convolvulus)*, la renouée des oiseaux *(Polygonum aviculare)* et le mouron des champs *(Anagallis arvensis)*.

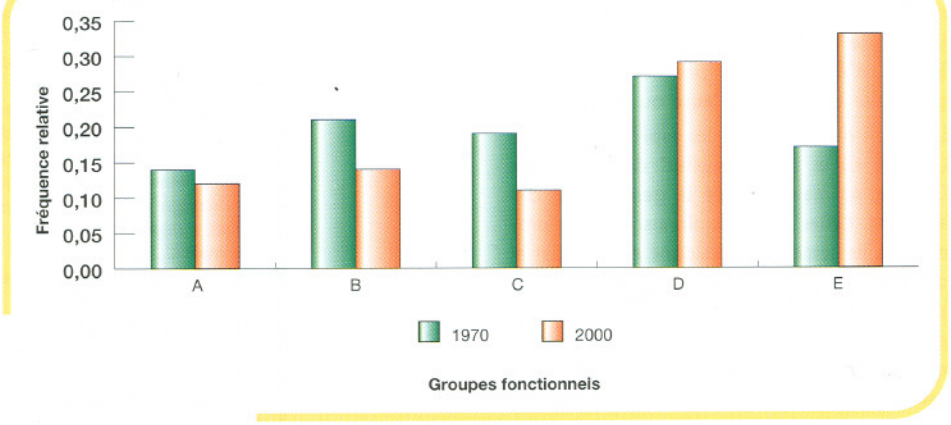
Les espèces en régression se distribuent dans plusieurs catégories selon leur statut dans les années 1970 et celui actuel.

— 6 espèces parmi les 10 plus fréquentes il y a 30 ans (fréquence supérieure à 20 % dans les années 1970) ont fortement régressé. Certaines, du groupe D, restent assez communes *(F. convolvulus)* voire même encore assez abondantes *(P. aviculare)*. D'autres ont plus nettement régressé *(A. arvensis, Sinapis arvensis)* et quelques espèces du groupe A ont vraiment rejoint le rang des espèces mineures *(Veronica persica, Veronica agrestis* et *Stellaria media)*.

— Quelques espèces hivernales (groupes C et B) présentant des fréquences intermédiaires dans les années 1970 ont régressé de manière plus sensible *(Raphanus raphanistrum, Avena fatua, Viola arvensis, Fumaria officinalis, Elytrigia repens* ou dans une moindre mesure *Alopecurus myosuroides)* même si certaines restent problématiques localement *(A. fatua)*.

— Enfin, l'état des lieux 2002-2004 confirme pour les espèces qui étaient déjà parmi les moins fréquentes *(Picris echioides, Lamium amplexicaule)*, une adaptation médiocre aux conditions de culture du tournesol.

Figure 3 *- Évolution de la fréquence relative des groupes fonctionnels*



Groupes fonctionnels diversement adaptés

L'analyse des groupes fonctionnels doit nous permettre de vérifier que les espèces en progression ont ou non des caractères communs pouvant expliquer leur réussite dans le tournesol. La figure 2 montre que les espèces en progression et en régression ne sont pas réparties de façon homogène dans les différents groupes.

Le groupe fonctionnel E est en progression (8 espèces en progression et 2 stables).

À l'opposé, avec 4 espèces en régression, le groupe fonctionnel C est en perte de vitesse.

Les groupes A et B montrent également une tendance à la régression avec au total 5 espèces en régression et 4 espèces stables.

Le groupe D ne peut pas être interprété aussi facilement, avec 5 espèces en régression mais aussi 3 en progression dont 2 *(M. annua, S. nigrum)* parmi les plus fréquentes.

La figure 3 montre le résultat de l'évolution de la structure fonctionnelle* de la flore du tournesol en l'espace de 30 ans. Dans les années 1970, le groupe D domine et pèse plus de 25 % du spectre (avec des espèces comme *P. aviculare, F. convolvulus, M. annua, Sinapis arvensis)* mais la structure générale est par ailleurs équilibrée : chacun des autres groupes représente autour de 15 % à 20 % de l'ensemble de la flore. De nos jours, la flore du tournesol est très nettement dominée par les groupes E *(C. album, P. persicaria, A. retroflexus, S. asper)* et D *(S. nigrum, M. annua, P. aviculare, F. aviculare)*, qui pèsent près de deux tiers de la flore et comportent les huit espèces les plus fréquentes. Les groupes A et B en légère régression restent à un niveau intermédiaire (autour de 15 %). Le groupe C s'effondre *(A. myosuroides, A. fatua, E. repens, V. arvensis)* ne représentant plus que 10 % du spectre.

Traits sélectionnés, reflet d'une spécialisation de la flore

Durant les premières années d'installation d'une nouvelle culture, la flore adventice reflète plus le passé des parcelles (via la banque de semences du sol) que les nouvelles conditions. Des espèces ubiquistes* (groupe A : pouvant lever et produire des graines toute l'année) ont autant de chance de s'exprimer que des spécialistes (groupe E) (Figure 3).

Depuis, les surfaces cultivées en tournesol ont été multipliées par 10 et des systèmes de cultures spécialisés où le tournesol revient tous les 2 à 3 ans (56 % des parcelles du réseau *« Biovigilance Flore »* entre 2002 et 2004) ont été mis en place. Le retour plus fréquent du tournesol (d'où une répétition des mêmes perturbations : date de semis vers le 15 avril et désherbage à base de trifluraline) s'est traduit par une spécialisation de la flore adventice. La diversité fonctionnelle* s'est réduite au profit de la dominance des caractères représentés au sein des groupes fonctionnels* D et surtout E.

Le groupe fonctionnel* E passé au crible

La réussite du groupe E fait ressortir en particulier le rôle déterminant d'une bonne synchronisation phénologique* avec le cycle de la culture. Les espèces de ce groupe ont des

levées estivales *(Amaranthus spp., D. stramonium, Setaria viridis, Xanthium strumarium...)* ou indifférentes *(Lolium multiflorum, S. asper)*. Ce type de levée permet à une partie des populations d'échapper au premier désherbage printanier (levée postérieure ou échelonnée).

Le travail du sol élimine les espèces hivernales (groupe C) et les ubiquistes* déjà installées (groupe A) mais favorise la germination des estivales. Celles à pic de floraison et de production de semences échelonné entre juillet et octobre (75 % des espèces du groupe E), peuvent ainsi boucler en partie leur cycle avant ou en même temps que la récolte de la culture en septembre, et donc réalimenter la banque de semences dans le sol. Enfin, un tiers des espèces du groupe E figure parmi celles qui sont les plus difficiles à désherber, *C. arvense* et *D. stramonium* sont déjà apparues dans les 25 premières espèces au cours des 30 dernières années.

D'autres facteurs ont aussi pu faciliter la progression de quelques adventices. Pour simplifier le travail, dans les systèmes incluant maïs et tournesol dans la rotation, les deux cultures sont semées avec le même écartement (80 cm). Ceci crée un milieu plus ouvert compatible avec la progression d'espèces héliophiles* de grande taille *(A. retroflexus, Cirsium arvense, D. stramonium)*.

Toutefois, certaines évolutions ne peuvent être directement imputées aux pratiques culturales spécifiques au tournesol mais sont à expliquer par rapport à l'ensemble des cultures. Ainsi, bien que le tournesol ne nécessite qu'une quantité d'azote d'environ 150 kg/ha, la progression d'espèces nitrophiles *(P. lapathifolium, Lolium spp., D. stramonium)* est un phénomène plus général à relier à l'évolution de la fertilisation en particulier entre 1960 et 1980, période durant laquelle la quantité moyenne d'azote apportée sur une parcelle a *grosso modo* doublé.

Si les techniques culturales propres au tournesol semblent constituer le moteur principal des évolutions observées (cycle de la culture, herbicides), l'exemple précédent montre qu'il ne faut pas sous-estimer l'influence des autres cultures de la rotation et les pratiques qui y sont associées. La présence d'espèces du groupe C (hivernales, notamment *A. myosuroides*) serait alors plutôt liée à un mauvais contrôle dans les céréales d'hiver. De plus, si cette situation est conjuguée au travail simplifié du sol, les espèces hivernales non touchées par des outils peuvent atteindre un stade déjà avancé lors du semis de tournesol et être de ce fait assez insensibles au désherbage chimique.

Enfin, on notera que la progression de certaines espèces n'est pas spécifique à la culture de tournesol. L'apparition parmi les espèces majeures de *Senecio vulgaris* et *Sonchus asper* au cours de 30 dernières années, tout comme la forte progression de *Solanum nigrum*, ont aussi été mis en évidence dans le maïs (Fried *et al.*, 2005). Les deux premières sont connues pour être favorisées en cas de préparation du sol superficielle (Verdier & Jouy, 1996).

Bibliographie

- **Agreste**, *la statistique agricole. Consulté en 2005. http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/*
- **Barralis G., 1976** - *Méthode d'étude des groupements adventices des cultures annuelles. Ve Colloque international sur l'écologie et la biologie des mauvaises herbes, 1, Dijon, France. 59-68.*
- **Barralis G., 1977** - *Répartition et densité des principales mauvaises herbes en France. Document INRA - AFPP : 1-22.*
- **Booth B.D., Swanton C.J., 2002** - *Assembly theory applied to weed communities.* Weed Science, *50 : 2-13.*
- **Chauvel B., Dessaint F., Lonchamp J.P., & Gasquez J., 2005** - *Cinq élues et des candidates : enquête sur les mauvaises herbes envahissantes en grandes cultures en France.* Phytoma LDV *578: 16-20.*
- **Chollet D., Mircovich C., Pilorgé E., 1998** - *La lutte contre l'ambroisie dans les cultures de tournesol.* Phytoma LDV, *504 : 30-32.*
- **Derksen D.A., Lafond G.P., Thomas A.G., Loeppky H.A., Swanton C.J., 1993** - *Impact of Agronomic Practices on Weed Communities : Tillage Systems.* Weed Science, *41 : 409-417.*
- **Fried G., Bombarde M., Delos M., Gasquez J., Reboud X., 2005** - *Les mauvaises herbes du maïs : ce qui a changé en 30 ans.* Phytoma-LDV, *586 : 47-51.*
- **Montégut J., Jauzein P., 1981** - *Les ombellifères I. Distribution des espèces nuisibles et problèmes posés. IIe Conférence COLUMA - Journées d'études sur le désherbage, Versailles, France, 195-203.*
- **Monteiro A., Figueira T., Vasconcelos T., Moreira I., 1995** - *Sunflower weed flora in Portugal. Proceedings of the 1995 Congress of the Spanish Weed Science Society, Huesca, Spain, 14-16 November 1995 : 87-90.*
- **Orlando D., Fleury P., Caussanel J.P., Mircovich C., Barralis B., Pasquereau J.L., Daniau P., Martin J.L., Mamarot J., Salembier J.F., 1995** - *Conséquences de l'évolution des systèmes de cultures sur la flore dans la rotation. 16e Conférence du Columa. Journées Internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes : 655-674. Reims.*
- **Palleau J.P., David J.C., 1998** - *Tournesol. Les flores particulières de Bourgogne - Franche-Comté.* Perspectives agricoles, *241 : 77-80.*
- **Perny A., 1990** - *La flore adventice du tournesol et du soja. Évolution dans le Sud-Ouest.* Phytoma-LDV, *416 : 53-55.*
- **Verdier J.L., Jouy L., 1996** - *Suppression du labour. Prévoir ses conséquences sur la conduite du désherbage.* Perspectives agricoles, *216 : 27-32.*

2 - Espèces à surveiller[1]

Noms communs	Noms latins	Famille	Type biologique
Amarante hybride	*Amaranthus hybridus**	Amaranthaceae	annuelle
Ambroisie à feuilles d'armoise	*Ambrosia artemisiifolia**	Asteraceae	annuelle
Ammi élevé	*Ammi majus*	Apiaceae	annuelle
Bident tripartite	*Bidens tripartita*	Asteraceae	annuelle
Moutarde noire	*Brassica nigra*	Brassicaceae	annuelle
Liseron des haies	*Calystegia sepium*	Convolvulaceae	pérenne
Chénopode hybride	*Chenopodium hybridum*	Chenopodiaceae	annuelle
Chénopode polysperme	*Chenopodium polyspermum*	Chenopodiaceae	annuelle
Chiendent-pied-de-poule	*Cynodon dactylon*	Poaceae	pérenne
Digitaire sanguine	*Digitaria sanguinalis*	Poaceae	annuelle
Houlque molle	*Holcus mollis*	Poaceae	pérenne
Mauve sylvestre	*Malva sylvestris*	Malvaceae	pérenne
Potentille rampante	*Potentilla reptans*	Rosaceae	pérenne
Rumex crépu	*Rumex crispus*	Polygonaceae	pérenne
Rumex à feuilles obtuses	*Rumex obtusifolius*	Polygonaceae	pérenne
Sorgho d'Alep	*Sorghum halepense*	Poaceae	pérenne
Lampourde à gros fruits	*Xanthium strumarium**	Asteraceae	annuelle

(1) Liste des espèces du groupe fonctionnel E (groupe en progression), apparaissant au-delà du rang 26 (fréquence inférieure à 5,5 % en 2004).
* Espèces d'origines étrangères.

Quelles espèces faudrait-il surveiller ?

Selon les règles découlant de ces évolutions, on peut cibler les espèces les plus à même de présenter les combinaisons favorables de traits* et donc potentiellement favorisées par la culture du tournesol. À partir des résultats obtenus ici, une attention particulière pourra être donnée à des espèces encore peu fréquentes aujourd'hui mais de caractéristiques proches des espèces en progression c'est-à-dire appartenant au même groupe fonctionnel (Encadré 2). D'ailleurs, d'après les relevés du réseau « *Biovigilance Flore* », certaines sont déjà localement envahissantes, notamment *Ammi majus, Chenopodium polyspermum, Ambrosia artemisiifolia, Sorghum halepense* et *Cynodon dactylon*.

Si ces espèces possèdent toutes des traits* en moyenne favorables à leur développement dans le tournesol, on peut en particulier distinguer certaines de leurs caractéristiques et les pratiques relatives qui pourraient contribuer à les avantager.

Deux déjà problématiques

Certaines de ces espèces ont été ou restent difficiles à maîtriser avec les solutions herbicides actuelles, cas d'*Ammi majus* et d'*Ambrosia artemisiifolia*, identifiées par les experts comme problématiques dans le tournesol (Orlando *et al.*, 1995).

Ammi majus est connu dans le tournesol au moins depuis le début des années 1980 (Montégut & Jauzein, 1981) mais son extension, surtout dans le Sud-Ouest, n'est relevée de manière sensible que depuis la fin des années 1980 (Perny, 1990). L'apparition d'une association de molécules efficaces quinmérac + métazachlore *(Novall)* dans les années 1990 devrait limiter la progression de cette espèce.

Très suivie depuis quelques années, l'extension spectaculaire de l'ambroisie, difficilement maîtrisée même par l'association aclonifen + flurtamone *(Nikeyl)*, est plus préoccupante (Chollet *et al.*, 1998 ; Chauvel *et al.*, 2005).

D'autres à surveiller

Bien que peu fréquents dans les parcelles du réseau « Biovigilance Flore », *Xanthium strumarium* et *Bidens tripartita* entrent aussi dans la catégorie des estivales mal maîtrisées par les programmes de désherbage actuels. *B. tripartita* (souvent appelé chanvre d'eau), espèce des milieux humides, est devenue particulièrement problématique dans les tournesols du Val-de-Saône (Palleau & David, 1998).

Les espèces pérennes à dissémination anémochore* *(Cynodon dactylon, Sorghum halepense)* pourraient profiter de la réduction des surfaces labourées (près de 26 % des parcelles) (Derksen *et al.*, 1993).

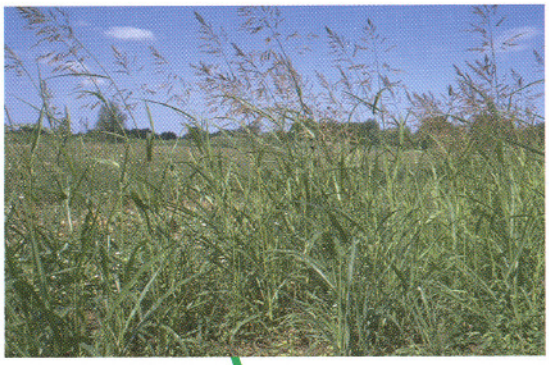
Les rumex *(Rumex crispus, Rumex obtusifolius)* seraient aussi de ce point de vue de bons candidats : *Rumex crispus* fait d'ailleurs déjà partie des 10 principales adventices du tournesol au Portugal (Monteiro *et al.*, 1995).

Perspectives

Outre la mise à jour des adventices devenues majeures en culture du tournesol, notre étude visait à exploiter les informations d'ordre écologique et agronomique pour extraire les bases sous-jacentes aux changements observés.

La première conclusion est que la flore présente en tournesol se spécialise peu à peu avec l'usage plus fréquent de cette culture. De plus, les caractéristiques communes mises en évidence permettent de repérer des espèces pouvant être de futurs prétendants sérieux.

Évidemment, bien des caractères favorables chez une espèce peuvent être contrecarrés par une seule caractéristique rédhibitoire telle une forte sensibilité à un programme de désherbage. La liste n'a donc pas de valeur absolue.



ph. I.N.R.A. U.M.R. B.G.A.

Sorgho d'Alep *(Sorghum halepense)*, espèce méditerranéenne redoutée dans toutes les cultures annuelles d'été. Cette graminée pérenne, déjà localement envahissante dans le tournesol (Midi-Pyrénées, Provence), possède plusieurs caractéristiques lui permettant potentiellement d'étendre encore son territoire.

Mais en pointant quelles espèces de la communauté de mauvaises herbes sont sélectionnées (directement ou non) par l'introduction du tournesol dans la rotation, il est plus facile de définir une organisation de la rotation avec cette culture qui permette d'éviter l'émergence d'une flore au contrôle coûteux, complexe ou dommageable pour les milieux.

Dans le cadre d'une agriculture évoluant vers une limitation des intrants, analyser les évolutions de flore doit conduire à définir des stratégies à privilégier pour la mise au point d'un contrôle durable des adventices en phase avec les attentes de la société.

Remerciements : Les auteurs remercient chaleureusement ceux qui ont participé à la collecte des données notamment les agents des DRAF-SRPV et des FREDON ainsi que les agriculteurs ayant mis leurs parcelles à disposition de ces derniers dans le dispositif 'Biovigilance-Flore'.

Résumé

L'évolution de la flore adventice du tournesol (*Helianthus annuus* L.) depuis les années 1970 a été analysée à partir des données du réseau « Biovigilance Flore ». En regroupant les espèces selon leurs caractéristiques biologiques, écologiques et agronomiques, et en analysant les changements à l'échelle de ces groupes fonctionnels, nous avons pu, au-delà de la liste des espèces en progression, pointer les caractéristiques déterminantes liées aux évolutions observées. À partir de la similitude biologique entre espèces d'un même groupe fonctionnel, nous avons établi une liste d'espèces pouvant potentiellement prendre plus d'importance dans un futur proche, indépendamment de leur statut actuel.

Cette étude met clairement en évidence le processus de spécialisation de la flore adventice du tournesol au cours des trente dernières années. Dans les années 70, les espèces généralistes déjà présentes dans la banque de graine du sol comptaient parmi les principales adventices du tournesol. Depuis lors, une flore bien plus spécialisée s'est mise en place. La ressemblance de ce groupe d'espèces avec la plante cultivée, *via* certaines caractéristiques permettant une bonne synchronisation avec le développement de la culture et différentes stratégies d'évitement de la pression herbicide, semble résumer les caractéristiques favorables pour infester cette culture. En parallèle à ce groupe d'espèces spécialisées, plusieurs espèces généralistes se maintiennent, montrant que d'autres voies sont possibles pour réussir dans le tournesol. Le poids des différentes pratiques sur l'évolution fonctionnelle de la flore est ainsi discuté.

Mots-clés : adventices, tournesol, évolution, pratiques culturales, groupes fonctionnels.

Summary

WEED FLORA EVOLUTION SINCE 1973:
WHICH TRAITS SEEM TO HAVE FAVOURED
THE ABILITY OF INFESTING SUNFLOWER?

We developed an analysis to pinpoint what biological, ecological or agronomical rules could underline the evolution of sunflower (*Helianthus annuus* L.) weed flora over the past thirty years in France. By separately conducting a clustering of weed species according to their biological similarity and analysing the changes observed in the weed flora at the cluster group level, our approach could highlight beyond the list of species, what set of characteristics seemed to be determinant. The biological similarity between species then allows us to highlight which species could be of major concern in a near future regardless of their actual status.

Our study illustrates the running process of specialization of the weed flora now attached to sunflower. In the 70's, ubiquitous species already present in the seed bank where the more often encountered. 30 years later, a more specific flora has evolved in sunflower. The capacity of this group of species to mimic the timing of development of the sunflower crop seems to summarize the key characteristics favourable to their successful development. In parallel to that specialized group some more generalist species still maintain their status. The consequences attached to different practices on this evolution is briefly discussed.

Key words: weed flora, sunflower, evolution, cultural practices, functional groups.