

Mauvaises herbes du maïs

25 ans d'évolution dans les grandes régions de production

En fonction des conditions climatiques ou des itinéraires techniques, l'évolution de la flore du maïs diffère d'une région de production à l'autre. Le retrait de l'atrazine depuis 2003 oblige désormais à une réflexion et une technicité plus soutenues pour adopter des stratégies de désherbage du maïs localement adaptées. En attendant de pouvoir déceler la nouvelle donne « après l'atrazine », le point sur 25 ans d'observations.

La répétition à un rythme régulier du désherbage chimique constitue une pression sans précédent favorisant ou défavorisant certaines espèces de mauvaises herbes. Outre la sélection de populations résistantes, le recours fréquent à une même pratique conduit à des évolutions de la composition floristique, comme cela a été le cas dans les années 50, où l'utilisation des phytohormones de synthèse a contribué au remplacement progressif des dicotylédones par des espèces graminées. Ce-

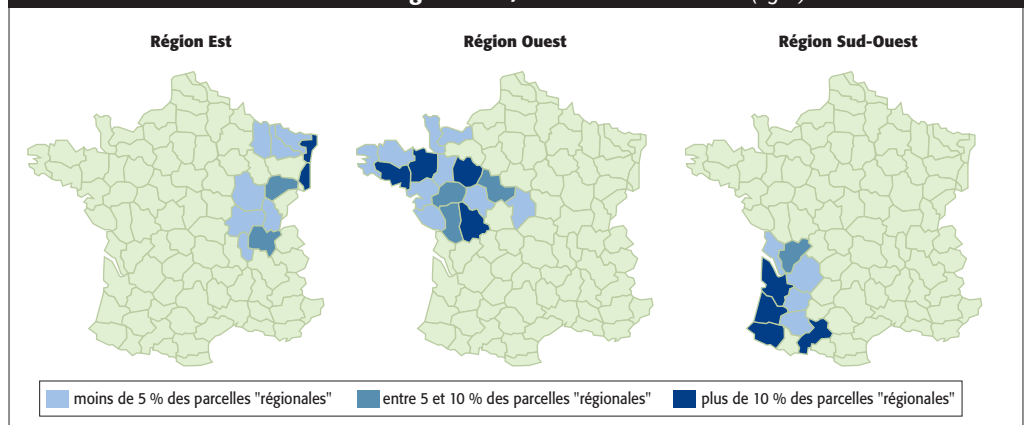
pendant, des références précises ont toujours fait défaut. Elles permettraient pourtant de quantifier les évolutions de flore passée, afin de relativiser les changements qui pourraient intervenir dans les années à venir. Depuis la campagne 2004 et l'interdiction de l'atrazine, la question se pose en particulier vis-à-vis de la flore du maïs (Renoux *et al.*, 2003 ; Desquesnes & Bibard,

2004). En attendant de pouvoir mettre en évidence les changements dus au retrait de l'atrazine, cet article fait le point sur les évolutions floristiques qui ont eu lieu dans le maïs depuis les années 1970.

Le réseau « Biovigilance Flore », mis en place sous l'égide du ministère de l'Agriculture, constitue un outil sans précédent pour caractériser et suivre l'évolution de la

flore adventice en France. Chaque année depuis 2002, les agents des DRAF-SRPV relèvent la flore adventice, les pratiques culturales (traitements phytosanitaires, travail du sol, type de rotation, etc.) et les données du milieu (texture du sol, pH, topographie, environnement de la parcelle, etc.) sur l'ensemble des parcelles d'un réseau en France métropolitaine. Avec 269 parcelles suivies en 2002, 619 en 2003 et 834 en 2004, l'action « Biovigilance Flore » monte en puissance et commence à être opérationnelle. Les données collectées ont permis de suivre l'évolution des flores dans le maïs depuis les années 1970. 462 relevés du réseau « Biovigilance Flore » couvrant les années 2002 à 2004 ont été comparés aux 175 re-

Répartition des parcelles de maïs suivies par le réseau Biovigilance Flore entre 2002 et 2004 dans les régions Est, Ouest et Sud-Ouest (fig. 1)



Guillaume Fried
guillaume.fried@dijon.inra.fr

Xavier Reboud
INRA

Valérie Bibard
v.bibard@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS – Institut du végétal

Marc Delos

Mylène Bombarde
DGAL, Protection des végétaux



levés d'une enquête menée de 1973 à 1976 (Barralis, 1977).

Les changements ont été mesurés à l'échelon national (Fried et al., 2005), mais aussi plus précisément au niveau des grands bassins de production, qui diffèrent à la fois par leurs systèmes de production (maïs assolés ou monoculture) et les conditions pédo-climatiques dominantes (figure 1).

La tendance nationale

Au niveau national, trois observations sont à retenir. Globalement, les espèces les plus répandues de la culture du maïs sont restées les mêmes depuis 30 ans. Cinq espèces présentes dans plus d'un champ sur quatre se détachent nettement des autres mauvaises herbes : le chénopode blanc (*Chenopodium album*), le panic pied-de-coq (*Echinochloa crus-galli*), les amarantes (*Amaranthus spp.*) et plusieurs renouées (notamment *Polygonum persicaria* et *P. lapathifolium*). Seul changement au sein de ces espèces majeures, la morelle noire (*Solanum nigrum*) a significativement augmenté en fréquence, « remplaçant » la digitale san-

guine (*Digitaria sanguinalis*) qui, de toutes les espèces, est celle qui a le plus régressé (tableau 1).

Plusieurs espèces apparaissent en progression significative depuis 25 ans. On peut distinguer parmi celles-ci deux cas de figure. Des espèces déjà communes dans les années 1970 qui ont encore accru leur

importance : outre la morelle noire déjà citée, c'est le cas de la mercuriale annuelle (*Mercurialis annua*) et de la stellaire intermédiaire autrement appelée mouron des oiseaux (*Stellaria media*). D'autres espèces peu fréquentes dans le maïs il y a 30 ans semblent avoir beaucoup progressé : le pâturin annuel (*Poa annua*),

Le réseau « Biovigilance Flore » constitue un outil sans précédent pour caractériser et suivre l'évolution de la flore adventice en France.

le sénécion vulgaire (*Senecio vulgaris*), les laiterons (*Sonchus asper* et *S. oleraceus*), le liseron des haies (*Calystegia sepium*), les panics (*Panicum spp.*), etc. La montée des laiterons et du sénécion vulgaire peut-être le signe d'une réduction générale du travail du sol, ces espèces étant connues pour être favorisées dans les situations de préparation du sol superficielle (Derksen et al., 1993 ; Verdier & Jouy, 1996). Le cas le plus préoccupant reste le pâturin annuel qui a rapidement atteint des fréquences élevées avec des densités souvent importantes (surtout dans l'Ouest). Heureusement, ce n'est pas une espèce très concurrentielle du maïs. Ces espèces ont comme point commun d'être particulièrement sensibles à l'atrazine (hormis le liseron des haies) et la poursuite de leur développement s'étalera sans doute sur plusieurs années.

Enfin, notons la régression significative de la digitale sanguine parmi les espèces les

Tendance nationale (tab. 1)				
Espèces	Fréq.	Densité	Rang 2004	Rang 1976
Chénopode blanc	73,1	18,4	1	1
Morelle noire	47,0	9,3	2	6
Panic pied-de-coq	38,2	8,8	3	3
Amarantes	36,9	6,4	4	4
Renouées	33,5	4,7	5	5
Renouée des oiseaux	28,9	3,3	6	7
Mercuriale annuelle	22,2	4,1	7	11
Mouron des oiseaux	21,4	4,6	8	12
Digitaire sanguine	21,0	6,6	9	2
Pâturin annuel	19,3	4,7	10	> 25
Renouée liseron	15,9	2,0	11	8
Mouron des champs	15,7	1,7	12	13
Liseron des champs	15,1	1,8	13	9
Laiterons	13,8	1,5	14	> 25
Sénécion vulgaire	13,0	1,2	15	> 25
Arroches	11,1	1,2	16	15
Liseron des haies	10,5	1,2	17	> 25
Chénopodes	10,4	2,0	18	> 25
Tréfles	10,4	1,9	19	> 25
Matricaires	10,3	1,2	20	14

En rouge : en progression - En bleu : en régression

Affinité des espèces dans la flore du maïs suivant le précédent blé ou maïs (calculée à partir des données Biovigilance Flore, voir REBOUD et al., 2003 pour la méthodologie employée) (tab. 2)

Espèces significativement en excès dans les parcelles de maïs sur précédent blé	Période de levée
Renouée des oiseaux <i>Polygonum aviculare</i>	(H)PE
Renouée persicaire <i>Polygonum persicaria</i>	PE
Renouée liseron <i>Fallopia convolvulus</i>	(H)P
Sénéçon vulgaire <i>Senecio vulgaris</i>	I
Laiteron rude <i>Sonchus asper</i>	I
Mercuriale annuelle <i>Mercurialis annua</i>	PE
Mouron des oiseaux <i>Stellaria media</i>	I
Mouron des champs <i>Anagallis arvensis</i>	P
Ray-grass <i>Lolium spp.</i>	I
Chardon des champs <i>Cirsium arvense</i>	PE
Capselle bourse-à-pasteur <i>Capsella bursa-pastoris</i>	I
Arroche étalée <i>Atriplex patula</i>	PE
Pensée des champs <i>Viola arvensis</i>	AH(P)
Pâturin annuel <i>Poa annua</i>	I
Véronique de Perse <i>Veronica persica</i>	I
Fumeterre officinale <i>Fumaria officinalis</i>	I
Vulpin des champs <i>Alopecurus myosuroides</i>	AH(P)
Gaillet gratteron <i>Galium aparine</i>	AH(P)
Euphorbe réveil-matin <i>Euphorbia helioscopia</i>	I
Moutarde des champs <i>Sinapis arvensis</i>	I
Pissenlit <i>Taraxacum officinale</i>	I
Espèces significativement en excès dans les parcelles de maïs sur précédent maïs	Période de levée
Chiendent pied-de-poule <i>Cynodon dactylon</i>	PE
Datura <i>Datura stramonium</i>	E
Renouée à feuille de patience <i>Polygonum lapathifolium</i>	PE
Prêle des champs <i>Equisetum arvense</i>	(A)PE
Sétaire glauque <i>Setaria pumila</i>	E
Sétaire verte <i>Setaria viridis</i>	E
Pourpier des maraîchers <i>Portulacca oleracea</i>	E
Panic faux-millet <i>Panicum milliaceum</i>	E
Agrostis stolonifère <i>Agrostis stolonifera</i>	I
Chiendent rampant <i>Elytrigia repens</i>	HPE(A)
Ronces <i>Rubus spp.</i>	I

A : automnale ; H : hivernale ; P : printanière ; E : estivale ; I : indifférente

plus répandues, même si sa densité moyenne témoigne qu'elle reste localement à un niveau d'infestation élevé (en particulier dans le Sud-Ouest). D'autres espèces ont subi une régression beaucoup plus spectaculaire : la rave-nelle (*Raphanus raphanistrum*) ou encore la spergule des champs (*Spergula arvensis*).

L'importance de l'assolement

Certaines espèces présentent des évolutions contras-

tées selon les régions. C'est le cas de la stellaire intermédiaire ou de certaines renouées. Tout en étant en progression au niveau national, la stellaire régresse dans l'Est tandis que les renouées sont en déclin dans le Sud-Ouest. La situation est donc loin d'être identique partout, ce qui peut s'expliquer aussi bien par les différences climatiques (ainsi parmi les nouvelles adventices, les espèces thermophiles se développent plus facilement dans le Sud : datura (*Datura stramonium*), lampourdes (*Xan-*



La mercuriale annuelle, déjà connue il y a 30 ans, a accru son importance dans les parcelles de maïs.

thum spp.)), que par les différences entre systèmes de production à monoculture dominante ou à base de maïs assolés avec des céréales d'hiver.

Les rotations peuvent jouer un rôle primordial dans la distribution et le contrôle des mauvaises herbes. Certaines espèces semblent en effet tirer profit de la monoculture du maïs : le chiendent pied-de-poule (*Cynodon dactylon*), le datura, la prêle des champs (*Equisetum arvense*), la sétaire glauque (*Setaria pumila*), essentiellement des estives strictes, tandis que d'autres semblent au contraire mieux adaptées aux rotations maïs-céréales d'hiver : la renouée liseron (*Fallopia convolvulus*), le ray-grass (*Lolium spp.*), la renouée des oiseaux, la renouée persicaire, le laiteron rude, la stellaire intermédiaire, des espèces à levées indifférentes ou printanières qui s'accroissent aussi bien des céréales d'hiver que du maïs (tableau 2).

Les régions où la monoculture de maïs s'est accru ces derniers 25 ans (Alsace, Aquitaine) ont en commun la progression rapide du liseron des haies et au sein des espèces les plus répandues, la montée des amarantes et la régression de la renouée des oiseaux ou encore de la spergule des champs. Dans l'Ouest, où dominant des successions de type maïs-céréales d'hiver et où environ 15 % des maïs sont assolés avec des fourrages, d'autres espèces progressent comme la stellaire intermédiaire, la véronique de Perse (*Veronica persica*), la capselle

le bourse-à-pasteur (*Capsella bursa-pastoris*).

Dans l'Ouest : dominance des dicotylédones et poussée du pâturin et du ray-grass

Dans l'Ouest, la flore du maïs reste essentiellement dominée par des dicotylédones (tableau 3). La morelle noire, les renouées des oiseaux, à feuille de patience et persicaire et le mouron des oiseaux y sont aujourd'hui particulièrement répandus : ces cinq espèces sont celles qui ont le plus augmenté dans cette région. A noter par ailleurs que la morelle noire et le mouron des oiseaux sont des espèces particulièrement sensibles à l'atrazine.

Chez les graminées, on assiste à une passation de pouvoir. Mis à part le panic pied-de-coq qui reste stable, beaucoup de graminées sont en déclin : la digitale sanguine, le vulpin (*Alopecurus myosuroides*), la sétaire glauque, le chiendent rampant (*Elytrigia repens*) et le chiendent pied-de-poule, alors que d'autres posent aujourd'hui des problèmes de désherbage : les pâturins (*Poa annua* et *Poa trivialis*) qui forment souvent des populations importantes et dans une moindre mesure les ray-grass. Cette évolution est probablement liée à l'autorisation des herbicides foliaires à spectre anti-gra-

minée, et notamment les sulfonjurées, qui permettent depuis une dizaine d'années d'avoir un meilleur contrôle des graminées estivales dans les maïs.

D'autres espèces présentent également des densités localement très élevées. Cela peut être le cas d'espèces encore peu fréquentes mais en progression comme les trèfles (*Trifolium spp.*) ou stables comme la sétaire verte (*Setaria viridis*). Parmi les "valeurs sûres", citons le chénopode blanc et la mercuriale annuelle (stables) ainsi que la stellaire intermédiaire et la morelle noire (en progression), qui restent toutes à des densités moyennes supérieures à 15 individus par mètre carré. Toutefois, d'une espèce à l'autre, la nuisibilité n'est pas la même. A densité équivalente, le chénopode blanc, la morelle noire ou la sétaire verte seraient nettement plus nuisibles que la mercuriale annuelle ou la stellaire intermédiaire.

Quelques nouvelles venues semblent entrer dans la liste des adventices françaises. Les agriculteurs gagneraient à les (re)connaître tant elles sont devenues des espèces majeures à problème chez nos voisins outre-Atlantique.

La spécificité de la flore du maïs de l'Ouest tient aussi en la progression de certaines dicotylédones présentes partout : la véronique de Perse, le lamier pourpre (*Lamium purpureum*) et la pensée des champs (*Viola arvensis*) qui apparaissent en revanche assez peu dans le reste du pays, notamment dans les systèmes à monoculture de maïs dominante.

Est : les marques de l'extension de la culture du maïs

La flore majeure du maïs se réduit dans l'Est à trois espèces : le chénopode blanc,

les amarantes et le panic pied-de-coq (*tableau 4*). La tendance se rapproche de celle du Sud-Ouest, avec la progression des amarantes et la régression de la renouée des oiseaux.

La progression du maïs s'est souvent effectuée au détriment des prairies permanentes dans les grandes vallées alluviales (Plaine d'Alsace, Plaine de Saône), ce qui peut avoir contribué à la progression d'espèces indicatrices d'humidité comme le liseron des haies et la prêle des champs (*Equisetum arvense*).

On note également la progression du vulpin, alors qu'il est d'ordinaire plutôt inféodé aux céréales d'hiver. Cette tendance pourrait s'expliquer par une progression de la culture du maïs en assolement avec du blé dans des régions fortement infestées de vulpin (Lorraine, Franche-Comté, Bourgogne), conjuguée à un faible travail du sol avant l'implantation du maïs.

Dans les régions Rhône-Alpes et Auvergne, une adventice nuisible pour la culture, mais surtout productrice d'un pollen allergène, s'est installée, l'ambrosie à feuille d'armoise (*Ambrosia artemisiifolia*). Elle est surtout difficile à contrôler dans les cultures de tournesol et de soja. Sa destruction dans les cultures de maïs est prioritaire et oriente les programmes de désherbage dans les zones concernées.

Sud-Ouest : attention aux graminées !

Si parmi les espèces les plus répandues, seules les amarantes et le chénopode blanc ont significativement progressé, le Sud-Ouest n'en reste pas moins caractérisé par une forte présence de graminées (*tableau 5*). Le panic pied-de-coq (stable) et la digitale sanguine (bien qu'en régression) atteignent dans cette région leur plus forte fréquence et densité. Les populations de digitale ont fortement évolué entre 2003 et 2005. C'est d'ailleurs une des adventices majeures à

Tendance dans la région Ouest (tab. 3)

Espèces	Fréq.	Densité	Rang 2004	Rang 1976
Chénopode blanc	80,9	21,0	1	1
Morelle noire	60,3	19,4	2	6
Renouée des oiseaux	52,7	10,8	3	3
Renouées	42,7	8,4	4	11
Mouron des oiseaux	39,7	16,3	5	11
Mercuriale annuelle	32,1	17,2	6	16
Amarantes	31,3	8,1	7	3
Pâturins	31,3	19,0	8	> 25
Laiterons	26,7	4,4	9	> 25
Renouée liseron	26,0	9,5	10	6
Panic pied-de-coq	24,4	12,9	11	6
Capselle	22,9	6,6	12	> 25
Arroches	22,1	11,9	13	11
Séneçon vulgaire	22,1	5,7	14	> 25
Liseron des champs	17,6	5,7	15	11
Matricaires	17,6	8,0	16	21
Mouron des champs	17,6	6,8	17	22
Sétaire verte	14,5	17,3	18	16
Véronique de Perse	14,5	8,1	19	> 25
Ray-grass	14,5	5,3	20	> 25

En rouge : en progression - En bleu : en régression

Tendance dans la région Est (tab. 4)

Espèces	Fréq.	Densité	Rang 2004	Rang 1976
Chénopode blanc	82,8	21,1	1	1
Amarantes	42,5	11,2	2	11
Panic pied-de-coq	41,4	13,7	3	4
Renouées	29,9	6,5	4	2
Morelle noire	26,4	5,6	5	> 25
Mercuriale annuelle	26,4	7,0	6	12
Renouée des oiseaux	24,1	5,2	7	2
Liseron des haies	20,7	5,3	8	> 25
Capselle	17,2	9,9	9	> 25
Mouron des champs	16,1	3,2	10	15
Liseron des champs	14,9	3,9	11	15
Arroche étalée	13,8	4,7	12	8
Renouée liseron	12,6	5,6	13	7
Séneçon vulgaire	11,5	2,4	14	> 25
Matricaires	11,5	9,1	15	18
Vulpin des champs	11,5	10,0	16	> 25
Prêle des champs	10,3	4,1	17	21
Mouron des oiseaux	10,3	5,1	18	6
Chénopodes	10,3	8,2	19	> 25
Laiteron rude	9,2	4,5	20	> 25

En rouge : en progression - En bleu : en régression

prendre en compte aujourd'hui sur la région, avec le datura. Les années sèches telles 2003 ont pu entraîner une levée décalée et très échelonnée, et une partie de la population restée non contrôlée par l'application tardive des herbicides foliaires. Son développement n'a pas été

freiné faute d'un herbicide suffisamment persistant pour maîtriser les levées échelonnées. Sa gestion demeure complexe en raison du stade de traitement précoce à respecter, du choix des produits, et des conditions climatiques optimales à rechercher.

Le chiendent pied-de-poule

Tendance dans la région Sud-Ouest (tab. 5)

Espèces	Fréq.	Densité	Rang 2004	Rang 1976
Chénopode blanc	68,7	22,9	1	3
Panic pied-de-coq	56,7	23,6	2	2
Digitaire sanguine	47,8	32,5	3	1
Morelle noire	42,5	14,9	4	4
Amarantes	34,3	12,4	5	6
Renouées	21,6	7,0	6	5
Sétaire glauque	18,7	43,5	7	14
Chiendent pied-de-poule	15,7	6,7	8	10
Liseron des haies	14,2	3,0	9	> 25
Pâturin annuel	14,2	21,6	10	> 25
Datura	13,4	10,7	11	> 25
Mouron des oiseaux	12,7	24,5	12	18
Liseron des champs	11,2	6,6	13	8
Mouron des champs	9,7	8,7	14	15
Mercuriale annuelle	9,7	16,1	15	9
Panics	9,7	23,8	16	> 25
Pourpier maraîcher	9,7	16,8	17	19
Laiterons	9,7	3,9	18	> 25
Sétaire verte	7,5	16,5	19	15
Agrostis stolonifère	6,0	4,8	20	> 25

En rouge : en progression - En bleu : en régression



La renouée liseron, une espèce en régression sensible depuis 30 ans.

reste parmi les dix espèces les plus fréquentes et plusieurs autres graminées, anecdotiques dans les maïs il y a 30 ans sont en progression rapide : le pâturin annuel, les panics faux-millet et à inflorescence dichotome (*Panicum miliaceum* & *P. dichotomiflorum*) et l'agrostis stolonifère (*Agrostis stolonifera*). La renouée des oiseaux et les renouées persicaires et à feuilles de patience sont en revanche en régression.

Tout comme la sétaire glauque, plusieurs autres espèces en progression, et avec des densités moyennes importantes, sont à surveiller : les panics faux-millet et à inflorescence dichotome, le pâturin annuel, les amarantes et le datura. De plus, localement, certaines espèces particulièrement envahissantes, comme les lampourdes (*Xanthium spp.*), l'abutilon de Théophraste (*Abutilon theophrasti*) ou le sicyos (*Sicyos angulatus*), apparaissent et se densifient. Ce sont des dicotylédones qui exercent une sévère compétition pour la lumière avec le maïs et présentent des gabarits pouvant parfois atteindre 2 à 3 mètres de hauteur.

Quelques nouvelles venues semblent entrer dans la liste des adventices françaises via leur aptitude à boucler leur cycle dans le maïs. C'est le cas par exemple pour l'abutilon de Théophraste, le paspale dilaté (*Paspalum dilatatum*) et les lampourdes, trois espèces d'origine « étrangères ». Pour l'abutilon et les lampourdes, les premières infestations ont été observées dans des parcelles de tournesol ; le calibre des fruits de lampourdes étant identique à celui des graines de tournesol et donc difficile à séparer dans les semences. Ensuite, ces plantes se sont aussi développées dans le soja et le maïs. Notons également que, parmi ces cultures d'été, c'est encore dans le maïs que l'arsenal herbicide et la diversité des stratégies permettent le meilleur contrôle de ces adventices. Par

ailleurs, le développement du paspale reste encore assez lent et le risque de confusion avec le chiendent pied de poule n'en facilite pas l'identification et donc le contrôle ! Ces espèces sont encore peu fréquentes et surtout localisées dans le Sud-Ouest, mais les agriculteurs gagneraient à les (re)connaître tant elles sont devenues des espèces majeures à problème chez nos voisins outre-Atlantique... ■

Pour en savoir plus

- ♦ Barralis, 1977. Répartition et densité de principales mauvaises herbes en France. Ed. Columa, Paris : 1-22.
- ♦ 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.
- ♦ Desquesnes A. et Bibard V., 2004. Désherbage du maïs, du sorgho et du millet. Face aux évolutions réglementaires, quelles solutions techniques appliquer aujourd'hui et quelles perspectives ? Phytoma-Ldv, 577 : 20-23.
- ♦ 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.
- ♦ Reboud X., Lonchamp J.P., Chauvel B., Bombarde M., El Mjriad N., Delos M. & Molin F. (2003). Les mauvaises herbes les plus communes. Des témoins des changements en zone de grande culture ? Phytoma-Ldv, 564 : 14-17 .
- ♦ Renoux J.P., Bibard V., Gautier X., 2003. Efficacité et flore. Les conséquences de la disparition de l'atrazine. Perspectives Agricoles, 286 : 32.
- ♦ Verdier J.L., Jouy L., 1996. Suppression du labour. Prévoir ses conséquences sur la conduite du désherbage. Perspectives Agricoles, 216 : 27-32.