



HAL
open science

Distribution et extension de la résistance chloroplastique aux atrazines chez les adventices annuelles en France

Jacques Gasquez, Gilbert Barralis, N. Aigle

► **To cite this version:**

Jacques Gasquez, Gilbert Barralis, N. Aigle. Distribution et extension de la résistance chloroplastique aux atrazines chez les adventices annuelles en France. *Agronomie*, 1982, 2 (2), pp.119-124. hal-02723303

HAL Id: hal-02723303

<https://hal.inrae.fr/hal-02723303>

Submitted on 1 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distribution et extension de la résistance chloroplastique aux triazines chez les adventices annuelles en France

Jacques GASQUEZ (*), Gilbert BARRALIS (*) & Nicole AIGLE (**)

(*) I.N.R.A., Laboratoire de Malherbologie, BV 1540, F 21034 Dijon Cedex.

(**) A.G.P.M., 1, Place S. de Lestapis, F 64000 Pau.

RÉSUMÉ

Mauvaise herbe,
Résistance aux triazines,
Résistance chloroplastique.

La résistance chloroplastique aux triazines a été observée en France chez 13 espèces, dont les auteurs précisent l'importance agronomique et la distribution géographique ; les 3 espèces qui présentent la plus grande dispersion sont *Amaranthus retroflexus* L., *Chenopodium album* L. et *Solanum nigrum* L.

SUMMARY

Weeds,
Triazine resistance,
Chloroplastic resistance.

Distribution and spread of chloroplast-based triazine resistance in annual weeds in France

Triazine-resistant populations have been reported within 13 species in France. Their agronomic importance and geographical distribution is given. The 3 most widely distributed species are *Amaranthus retroflexus* L., *Chenopodium album* L. and *Solanum nigrum* L.

I. INTRODUCTION

Si pendant plusieurs années la culture du maïs a été largement facilitée par l'utilisation d'herbicides très efficaces (atrazine notamment), récemment, en différentes régions d'Europe et d'Amérique, se sont développées des populations de mauvaises herbes insensibles aux triazines.

La résistance à l'atrazine de certaines graminées cultivées et de quelques graminées adventices (généralement de la sous-famille des Panicoïdées) est connue depuis longtemps comme la conséquence d'une plus ou moins grande capacité de métabolisation de l'herbicide. Ces espèces possèdent une ou plusieurs voies de détoxication alors que la majorité des mauvaises herbes, surtout dicotylédones, en sont dépourvues. En 1977, SOUZA-MACHADO *et al.* montrent, chez *Chenopodium album* L., l'existence d'individus dont les chloroplastes sont insensibles aux triazines. Ces plantes, appartenant à une espèce normalement sensible, résistent à des doses d'herbicide extrêmement élevées. Depuis, de telles populations ont été recensées chez diverses espèces dans de nombreuses régions (GRESSEL *et al.*, 1981).

En 1979, nous avons réalisé une enquête pour déterminer l'importance du phénomène (AIGLE, BARRALIS & GASQUEZ, 1980). Depuis, la résistance chloroplastique a été décrite chez de nouvelles espèces et les espèces antérieurement décrites ont gagné de nouvelles régions et de nouvelles cultures.

Nous actualisons dans cette mise au point, notre connaissance de l'extension du phénomène. Son importance nous a

amenés à étendre notre prospection hors des cultures de maïs, à des zones partiellement ou régulièrement désherbées aux triazines, comme le vignoble.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Nous avons utilisé un matériel indifféremment constitué de semences ou de plantules récoltées dans les stations d'origine et même d'échantillons de sols mis en serre dans de bonnes conditions de germination pour obtenir une levée satisfaisante des espèces à éprouver. Les tests ont été réalisés soit par le traitement de plantules à forte dose d'atrazine (2 000 g m.a./ha), soit par l'observation de la fluorescence de feuilles isolées, selon un protocole déjà décrit, ou encore par la mesure de l'activité de chloroplastes isolés (DUCRUET & GASQUEZ, 1978).

III. RÉSULTATS

A. Espèces nouvellement résistantes

Tant en Amérique (USA et Canada) qu'en Europe, la résistance avait déjà été décrite dans 9 pays, chez 16 espèces ; il est probable que ce phénomène puisse exister dans d'autres pays d'Europe. A l'exception de *Bromus tectorum* L. cité par GRESSEL (GRESSEL *et al.*, 1981), il ne semble pas que la résistance ait été découverte chez de nouvelles espèces hors de France depuis 1979. En revanche, nous

TABLEAU 1

Distribution géographique des espèces chloroplastiquement résistantes
(Les localisations des nouvelles espèces sont référencées).
Geographical distribution of triazine-resistant species
(Locations of the new French species are listed).

	U.S.A. + Canada	Allemagne	Autriche	Grande- Bretagne	Italie	Suisse	Hongrie	France
<i>Amaranthus</i> spp.*	+		+		+	+		+ (1)
<i>Amaranthus graezicans</i> L.						+		
<i>Amaranthus lividus</i> L.						+		
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	+							
<i>Bidens tripartita</i> L.			+					
<i>Brassica campestris</i> L.	+							
<i>Bromus tectorum</i> L.	+							
<i>Chenopodium album</i> L.	+	+	+			+	+	+
<i>Chenopodium polyspermum</i> L.						+		+
<i>Chenopodium strictum</i> Roth.	+							
<i>Echinochloa crus g.</i> (L.) P.B.								+ (2)
<i>Poa annua</i> L.								+
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.								+
<i>Polygonum persicaria</i> L.								+
<i>Senecio vulgaris</i> L.	+			+				+ (3)
<i>Setaria faberi</i> Hermann								+ (4)
<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Rets.								+ (5)
<i>Setaria viridis</i> (L.) P.B.								+
<i>Solanum nigrum</i> L.		+			+			+
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill								+ (6)
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.		+						

* Confondues : *A. retroflexus* L. ; *A. bouchonii* Thell. ; *A. hybridus* L. ; *A. cruentus* L. ; *A. powellii* S. Wats

(1) *A. bouchonii* - 63-Neschers - Maïs.

(2) 64 - Miossens - Maïs.

(3) 51 - St-Martin-d'Allois - Vigne.

(4) 16 - Aigre - Maïs.

(5) 16 - St-Fraigne - Maïs.

(6) 30 - St-Cristol-les-Ales - Vigne.

avons d'abord observé dans une vigne de Champagne une population de *Senecio vulgaris* L. et dans une vigne du Gard, une population de *Sonchus asper* (L.) Hill. résistant au champ à de très fortes doses de triazines et dont les individus présentent des courbes de fluorescence identiques à celles que nous avons rapportées pour les autres plantes résistantes (DUCRUET & GASQUEZ, 1978 ; GASQUEZ & BARRALIS, 1979 ; GASQUEZ & COMPOINT, 1980).

Toutes les espèces déjà connues, surtout dicotylédones, sont des plantes qui ne détoxifient pas ou très peu ; cependant nous avons découvert la résistance chloroplastique chez des graminées présentant une certaine détoxication. Nous l'avons vérifiée, par fluorescence, pour la seule population actuellement découverte pour chaque espèce (tableau 1, fig. 4) chez *Setaria faberi* Hermann, *Setaria pumila* (Poiret) R. et S., *Echinochloa crus galli* (L.) P. B. et, par mesure de l'activité de chloroplastes isolés, chez *Setaria viridis* (L.) P. B. (GASQUEZ & COMPOINT, 1981a). Il existe peut-être d'autres populations de ce type chez les Panicoidées, mais le niveau de résistance dû à la détoxication rend la manifestation de la résistance chloroplastique moins évidente au champ.

Dans le tableau 1, nous avons fait figurer les espèces dont nous avons directement vérifié la résistance ou dont l'auteur a donné les caractéristiques. En effet, la résistance chez d'autres espèces a été rapportée sans avoir été vérifiée par un test approprié ; c'est le cas d'*Atriplex patula* L. et de *Chenopodium ficifolium* Sm. en Allemagne, d'*Erigeron canadense* L. en Suisse ; ces populations résisteraient à de très fortes doses d'atrazine. D'autre part, en Grande-Breta-

gne, il semble que la résistance chez *Senecio squallidus* L. (GRESSEL *et al.*, 1981) n'ait jamais existé (SCOTT, comm. pers.).

Les amarantes dressées à fleurs pentamères posent un problème d'ordre systématique, car il existe de nombreuses formes morphologiques intermédiaires entre les types décrits. Ainsi, les auteurs américains ont d'abord cité comme résistante une population d'*Amaranthus retroflexus* L. (BANDEEN *et al.*, 1979) qui s'est avérée par la suite appartenir à *A. hybridus* L. (AHRENS *et al.*, 1981). Au Canada, la résistance a été rapportée chez *A. retroflexus* L. et *A. powellii* S. Wats (WARWICK & WEAVER, 1980), en Italie chez un biotype proche d'*A. cruentus* L.. En France, nous avons d'abord observé la résistance de biotypes rapportés à *A. retroflexus* s.l. (GASQUEZ & COMPOINT, 1980), puis à *A. hybridus* (AIGLE *et al.*, 1980) et maintenant à *A. bouchonii* Thell. C'est pourquoi, en raison de l'extrême proximité génétique que nous avons déjà signalée pour ces espèces (BARRALIS *et al.*, 1978) et à cause de leur comportement écologique très voisin, nous préférons considérer ces amarantes comme faisant toutes partie d'un même ensemble.

B. Extension des espèces résistantes déjà connues

Pour des raisons certainement d'ordre génétique, certaines espèces comme *Chenopodium album* L., *Amaranthus* spp. et *Solanum nigrum* L. présentent, dans tous les pays où on les rencontre, de nombreuses populations résistantes largement distribuées. Ainsi en Hongrie les zones touchées

Figure 1

Répartition des populations résistantes de *Solanum nigrum* L. en fonction des surfaces cultivées en maïs, par département.

Distribution of resistant populations of *Solanum nigrum* L. in relation to area under maize.

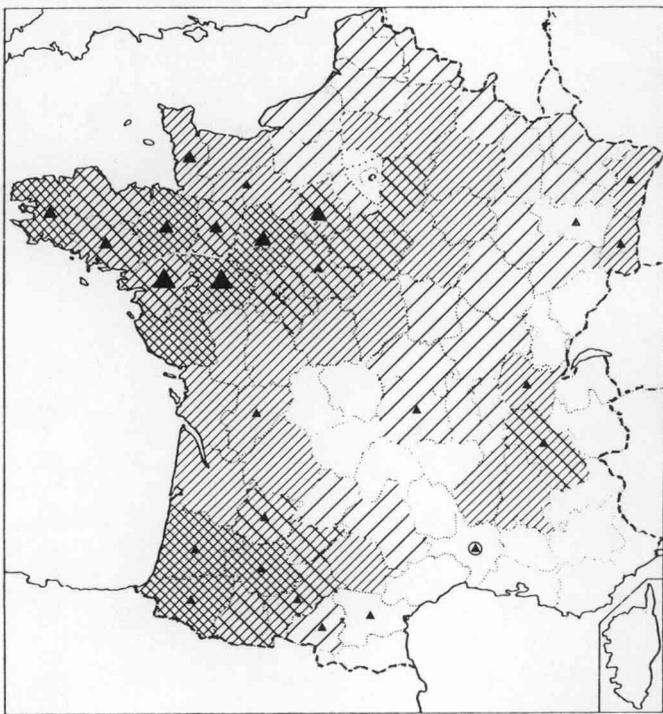
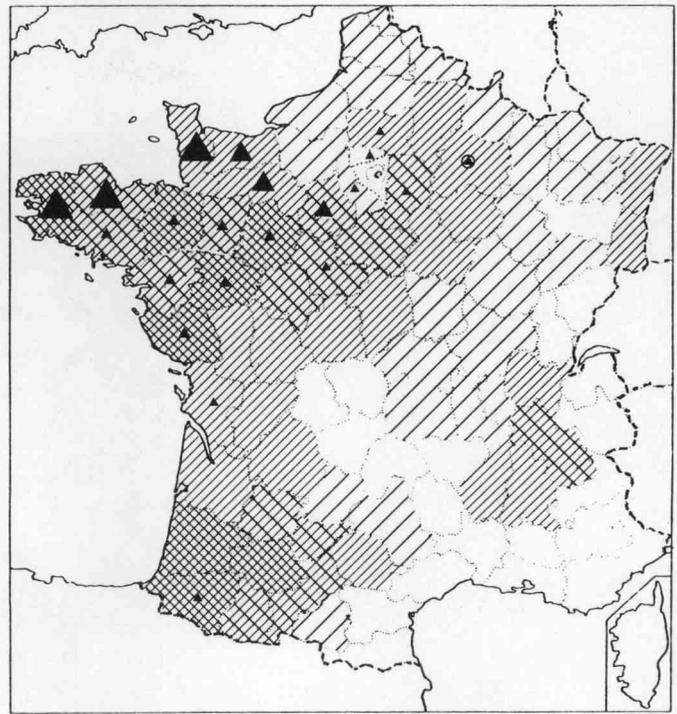
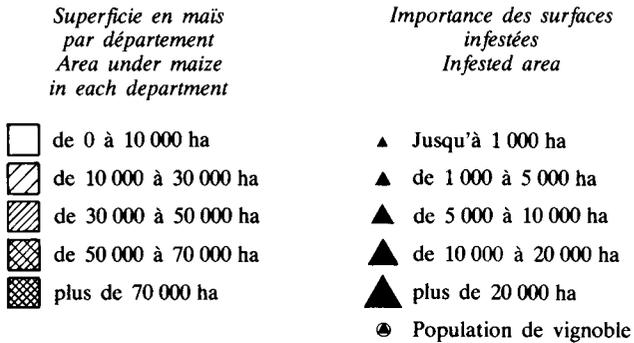


Figure 2

Répartition des populations résistantes de *Chenopodium album* L. en fonction des surfaces cultivées en maïs, par département.

Distribution of resistant populations of *Chenopodium album* L. in relation to area under maize.

(Légende cf. figure 1) - (Caption see map 1)

représentent 80 p. 100 des surfaces en maïs (GRESSEL *et al.*, 1981). En revanche, pour les autres espèces, les biotypes résistants restent localisés, ne s'étendant qu'accidentellement.

En France, ces 3 principales espèces infestent actuellement environ 200 000 ha.

Solanum nigrum L. est l'espèce aujourd'hui la plus largement répandue dans les maïs (environ 125 000 ha dans 12 départements). Sa présence est signalée aussi dans 9 autres départements (fig. 1). La distribution surtout atlantique des zones infestées est directement liée à l'abondance de l'espèce dans ces régions. L'extension de la résistance chez cette espèce est certainement due à sa grande productivité de semences et à l'importance du transport accidentel de graines (par les baies collées aux instruments, par les

lisiers ou les fumiers, par les oiseaux). Cependant toutes les populations résistantes ne sont pas identiques ; en Bretagne il existe par exemple, des biotypes de *Solanum nigrum* à baies noires et d'autres à baies jaunes.

Chenopodium album L. est l'espèce dont la distribution géographique est la plus grande (26 départements touchés) ; cependant la quasi-totalité des surfaces (environ 53 000 ha) se situe dans 9 départements seulement (fig. 2). Bien que les populations résistantes existent dans des régions plus diversifiées, la moindre importance spatiale de ces populations est peut-être due à la faible dispersion des semences. A cette diversité géographique, peut être corrélée une diversité d'origine génétique (GASQUEZ & COMPOINT, 1981b).

L'ensemble des *Amaranthus* spp. représente environ

cultivées, l'utilisation d'associations d'herbicides puissants, à forte dose, permet l'élimination des résistants éventuels. Enfin *Senecio vulgaris* semble actuellement en forte extension dans le vignoble du Beaujolais et de Bourgogne.

IV. CONCLUSION

Sur le territoire français, le phénomène de résistance chloroplastique est maintenant connu chez 13 espèces dont 8 n'ont jamais été signalées ailleurs. Ceci peut être dû à la grande diversité pédoclimatique des milieux cultivés ou rudéraux désherbés aux triazines. Pour chacune d'elles on connaît un certain nombre de populations résistantes dont l'importance et la distribution géographique ne semblent pas corrélées à la répartition et à l'abondance de l'espèce en France.

Cette évolution s'est essentiellement produite dans les champs de maïs qu'ils soient cultivés pour le grain ou pour le fourrage, mais l'extension du désherbage chimique du vignoble a déjà contribué à la sélection de telles populations.

Les plus grandes surfaces touchées se situent dans les régions de maïsiculture, mais bien que des cas de résistance aient été signalés dans le Sud-Ouest, c'est dans l'Ouest que le phénomène est le plus étendu : la Bretagne, la Normandie, les Pays de Loire et l'Ouest du Bassin Parisien. Les 3 principales espèces infestent dans ces régions 200 000 ha sur les 800 000 environ cultivés en maïs.

Le phénomène de résistance chloroplastique semble très général puisque de très nombreuses familles de mauvaises

herbes sont déjà touchées. Il n'est pas possible de dire que l'inventaire est clos, tant pour l'extension géographique des espèces citées que pour le nombre des espèces résistantes.

Cette résistance particulière peut être considérée comme la manifestation d'une évolution brutale et extrême sous l'effet d'un facteur prépondérant du milieu, agissant de manière stable et répétée. Sans que l'on puisse préciser les modalités de l'apparition du phénomène, il est cependant directement lié à la monoculture ou à une rotation très simplifiée toujours désherbée avec le même produit persistant. L'absence d'individus résistants dans certaines régions de maïsiculture n'est peut-être que temporaire. La résistance pourrait avoir pour origine soit une contamination accidentelle à partir de régions voisines, soit le développement d'éventuels résistants indigènes qui n'auraient pas encore rencontré les conditions de milieu favorables.

La très grande valeur adaptative des individus résistants et l'absence de concurrence dans les cultures désherbées leur a permis de se développer d'une manière extraordinaire, les transformant en véritable fléau.

Les risques d'extension au champ des populations déjà résistantes semblent en étroite relation avec leur aptitude à produire un nombre élevé de semences facilement disséminées, puisque le caractère est transmis par le cytoplasme maternel.

La présence de ces populations résistantes est toujours révélée par la répétition d'un traitement chimique persistant ; pour en éviter l'extension, il faut choisir un système de culture qui permette l'usage de traitements chimiques efficaces contre ces mauvaises herbes.

Reçu le 8 juillet 1981.

Accepté le 15 octobre 1981.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ahrens W. H., Wax L. M., Stoller E. W., 1981. Identification of triazine — resistant *Amaranthus* spp. *Weed Sci.* **29** (3), 345-348.
- Aigle N., Barralis G., Gasquez J., 1980. Quelques données sur la répartition de la résistance chloroplastique en France. *VF Coll. Intern. Ecologie, Biologie, Systématique des Mauvaises Herbes*, 367-376.
- Bandeen J. D., Garochetti J. V., Ryan G. F., Maltais B., 1979. Discovery and distribution of triazine resistant weeds in North America. *Abstr. Weed Sci. Soc. Am.*, 108.
- Barralis G., Chadœuf R., Compoint J. P., Gasquez J., Lonchamp J. P., 1978. Etude de quelques aspects de la dynamique d'une agrophytocénose. *Symposium Medit. de Herbicides*, 85-98.
- Ducruet J. M., Gasquez J., 1978. Observation de la fluorescence sur feuille entière et mise en évidence de la résistance chloroplastique à l'atrazine chez *Chenopodium album* et *Poa annua*. *Chemosphère* **8**, 691-696.
- Gasquez J., Barralis G., 1979. Mise en évidence de la résistance aux triazines chez *Solanum nigrum* L. et *Polygonum lapathifolium* L. par observation de la fluorescence de feuilles isolées. *C.R. Acad. Sci. Paris, Série D*, 1391-1393.
- Gasquez J., Compoint J. P., 1980. Trois nouvelles mauvaises herbes résistant aux triazines en France : *Amaranthus retroflexus* s.l., *Chenopodium polyspermum* L., *Polygonum persicaria*. *Chemosphère* **9**, 39-43.
- Gasquez J., Compoint J. P., 1981a. Observation de chloroplastes résistants aux triazines chez une panicoidée *Setaria viridis* L. *Agronomie* **1**, (10) 923-926.
- Gasquez J., Compoint J. P., 1981b. Isoenzymatic variations in populations of *Chenopodium album* L. resistant and susceptible to triazines. *Agroecosystem* **7**, 1-10.
- Gressel J., Ammon H. U., Fogelfors H., Gasquez J., Kay Q. O. W., Kees H., 1981. Discovery and distribution of herbicide resistant weeds outside North America in *Herbicide Resistance in Plants* Ed. by Lebaron H., Gressel J., Wiley Inc. N.Y. (in press).
- Souza-Machado V., Bandeen J. D., Stephenson G. R., Jensen K. I. N., 1977. Differential atrazine interference with the Hill reaction of isolated chloroplasts from *Chenopodium album* biotypes. *Weed Res.* **17**, 407-413.
- Warwick S. I., Weaver S. E., 1980. Atrazine resistance in *Amaranthus retroflexus* (redroot pigweed) and *A. powellii* (green pigweed) from southern Ontario. *Can. J. Pl. Sci.* **60**, 1485-1488.