AFPP – 2ème CONFÉRENCE SUR L'ENTRETIEN DES ESPACES VERTS, JARDINS, GAZONS, FORÊTS, ZONES AQUATIQUES ET AUTRES ZONES NON AGRICOLES

Angers – 28 et 29 octobre 2009

DONNEES BIOLOGIQUES ET ECOPHYSIOLOGIQUES SUR L'AMBROISIE A FEUILLES D'ARMOISE. QUELLES PISTES DE GESTION POUR LES ZONES NON AGRICOLES ?

B. CHAUVEL [(1)] et T. VARRAILLON [(2)]

[(1)] INRA, UMR1210 Biologie et Gestion des Adventices, AGROSUP/INRA/UB, F-21000 Dijon, France. chauvel@dijon.inra.fr
[(2)] Syngenta Agro S.A.S.1, avenue des prés CS10537 78286 Guyancourt Cedex France. thierry.varraillon@syngenta.com

RÉSUMÉ

L'aire de répartition en France de l'espèce allergisante (*Ambrosia artemisiifolia* L.) s'étend de plus en plus chaque année du centre vers le nord du territoire. La propagation de cette espèce est due à de nombreux facteurs anthropiques (réduction de l'utilisation des herbicides, extension de la culture de tournesol, aménagements urbains, …) et biologiques, notamment à sa capacité à produire des semences dans des conditions environnementales difficiles. Une forte variabilité peut être observée chez l'ambroisie d'un point de vue génétique ou morphologique. Cette espèce est capable de germer et de croître dans des sols des zones très pauvres (nutriments, eau) et semble être en mesure de produire des semences viables là où le développement d'autres plantes est limité. Enfin, seuls les gels précoces semblent limiter la propagation de cette espèce. Le réchauffement climatique prévu pour les décennies à venir pourrait favoriser l'expansion de l'ambroisie en réduisant le nombre et la durée des jours de gel défavorables à la plante.

Mots-clés : *Ambrosia artemisiifolia* L., germination, phénologie, croissance, changements climatiques

SUMMARY

DATA ON BIOLOGY AND ECOPHYSIOLOGY OF COMMON RAGWEED. WHAT MANAGEMENT OPPORTUNITIES FOR NON-AGRICULTURAL AREAS?

Spread from the Centre to the North of France of the allergenic plant, *Ambrosia artemisiifolia* L. is becoming wider and wider every year. This spread is due to numerous factors (herbicide reduction use, sunflower crop expansion, urban planning) and its ability to produce seeds in severe conditions can largely explain the success of its spread. High polymorphism within this species can be observed from a genetic or morphological view. It appears that this species is able to germinate and to grow in very poor soils areas (nutrients, water) and seems to be able to produce viable seeds in situations where growth of other plants is limited. Finally, early frost seems to be the only barrier which can limit the spread of this plant. Moreover due to the global warming, the reduction of the number and in the duration of days with frost may promote the expansion of common ragweed.

Key words: *Ambrosia artemisiifolia* L., germination, phenological development, growth, global warming

INTRODUCTION

L'ambroisie à feuilles d'armoise (*Ambrosia artemisiifolia* L.) a certainement été introduite en France aux environs de 1863 (Heckel, 1906 ; Bonnot, 1967). D'origine nord américaine, cette astéracée annuelle a été observée en premier lieu dans des parcelles cultivées à partir desquelles elle s'est ensuite disséminée vers d'autres milieux perturbés (bords de route, friches industrielles, gravières). L'ambroisie ne semble pas être capable de coloniser durablement les habitats naturels et de maintenir des populations importantes dès que la couverture végétale devient dense (fermeture du couvert ; Bazzaz, 1974). Présente depuis la fin du XIXème siècle dans la région lyonnaise et le couloir rhodanien, la plante est aujourd'hui observée un peu partout en France dès que les conditions environnementales (cultures de tournesol, aménagements urbains, …) lui permettent d'accomplir son cycle biologique et de produire des semences en quantité importante.
Parmi les milieux où elle est observée, les berges caillouteuses et sableuses des rivières constituent le seul milieu naturel sur lequel l'espèce prolifère. L'ambroisie est capable de se développer sur des sols de textures très variées (Basset et Crompton, 1975 ; Fumanal *et al*, 2008) et de richesse très différente en terme de ressources nutritives. Sur les milieux très pauvres, des associations avec des champignons mycorhiziens peuvent contribuer à un meilleur taux de survie de l'espèce (Fumanal *et al*, 2006). Mais l'ambroisie peut aussi coloniser des milieux plus riches comme les parcelles cultivées où elle profite alors pleinement des apports en azote et en eau pour entrer très fortement en compétition avec la culture au point même de prendre le dessus sur des cultures comme le tournesol et le sorgho (Chollet *et al*, 1998). Cette forte plasticité écologique se traduit par des variations morphologiques importantes, une plante en fleur pouvant mesurer de 20 cm à plus de 200 cm en fonction des conditions du milieu (Basset et Crompton, 1975).
Les problèmes posés par le développement de cette espèce dans les milieux cultivés sont tels que l'étude de son cycle de reproduction a fait l'objet de nombreux travaux en Amérique du Nord afin de développer des méthodes de gestion qui puissent amener un contrôle satisfaisant des populations. L'objectif de cette communication est de faire le point sur les connaissances déjà acquises sur le cycle démographique de l'ambroisie en pointant plus précisément les données acquises dans le domaine de l'écophysiologie de la plante et d'en tirer des enseignements pour sa gestion dans les milieux non agricoles en France.

DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

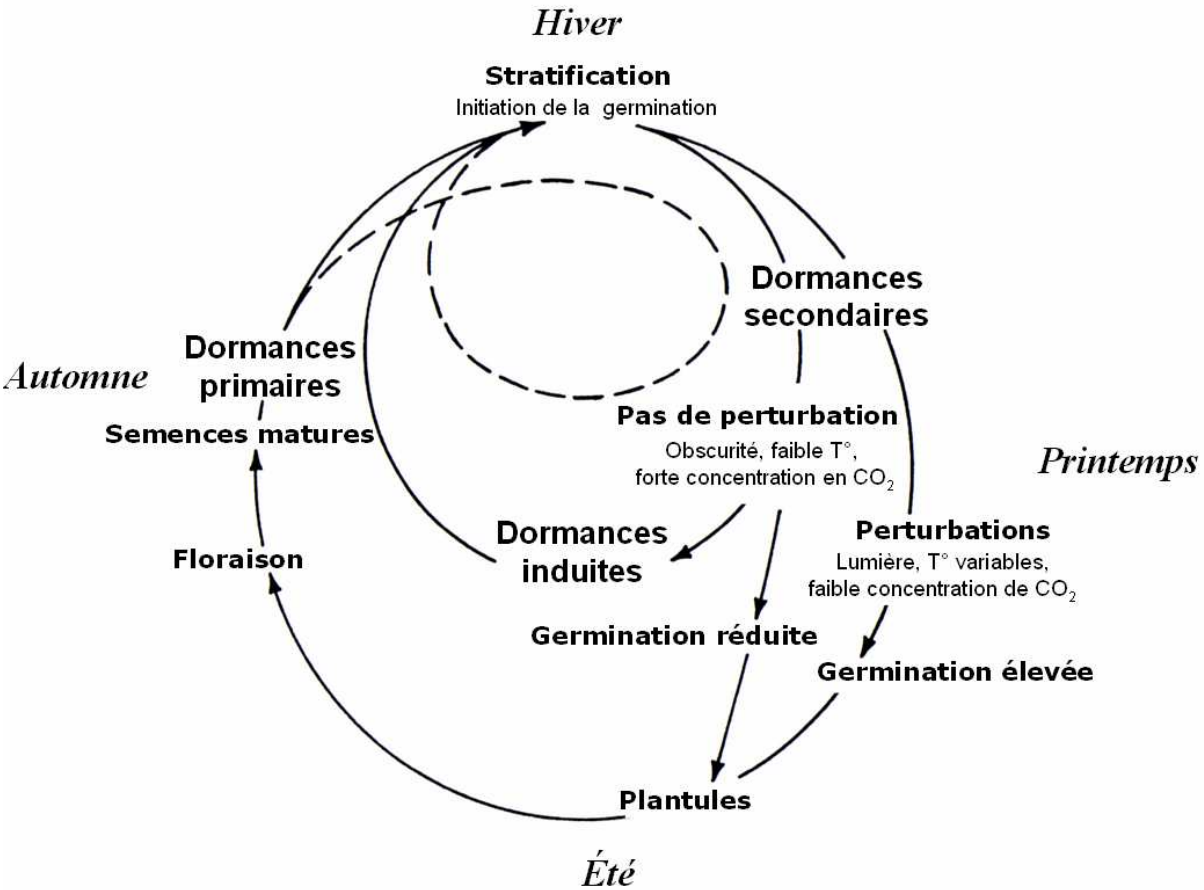
Comme pour toutes les espèces annuelles, le stade « semence » est un stade critique du cycle biologique de l'espèce, mais aussi une phase sur laquelle les pratiques de contrôle sont théoriquement les plus efficaces. La semence de l'ambroisie est un akène d'assez grosse taille et pèse environ 4 mg et mesure 3.5 mm de long et 2 mm de large. La durée de vie de l'akène dans le sol est importante. Si des durées extrêmes de 30-40 ans sont données dans la bibliographie (Toole et Brown, 1946), une survie supérieure au temps de retour de la culture dans les milieux cultivés ou d'une dizaine d'années dans les milieux non agricoles suffisent à rendre difficile la gestion de l'espèce.

GERMINATION-LEVEE DE L'AMBROISIE (FIGURE 1)

L'écophysiologie de cette phase du développement de l'espèce a fait l'objet de nombreux travaux sur le continent américain. L'ambroisie germe préférentiellement au printemps (Stoller et Wax, 1973 ; Willemsen, 1975), mais quelques levées tardives peuvent être observées jusqu'au milieu de l'été si les conditions d'humidité du sol sont favorables. La dormance primaire des semences est levée par les températures froides (4°C en conditions expérimentales). La germination des semences est déclenchée par l'augmentation des températures au début du printemps, la germination pouvant se faire aussi bien à la lumière (semences en surface) qu'à l'obscurité (semences enfouies). Il apparaît ensuite qu'au-delà

d'un certain seuil, l'augmentation des températures sur l'ensemble des journées induit une dormance secondaire (Willemsen, 1975) qui bloque toute germination jusqu'au retour de conditions favorables l'année suivante (Stoller et Wax, 1973). La dormance secondaire est décrite par certains auteurs comme une adaptation au milieu perturbé qui permet à l'ambroisie de maximiser son taux de levée (Bazzaz, 1979) dans les moments qui sont le plus favorables. Les semences de l'ambroisie sont capables de germer et de lever à la surface du sol, mais peuvent aussi lever quand elles sont enfouies jusqu'à 8 à 10 cm de profondeur (Stoller et Wax, 1973 ; Chauvel *et al,* 2006). Cette aptitude à lever à une certaine profondeur limite l'efficacité d'éventuelles pratiques de faux semis qui pourraient être réalisées lors de l'installation de nouvelles pelouses par exemple.
En ce qui concerne la phase de germination, la température de base à partir de laquelle la semence commence à germer se situe entre 3 et 4℃ (Shrestha *et al,* 1999) avec une température optimum autour de 30℃. Pour ce qui des premières phases de développement (levée de la plantule) l'élongation de la tige et de la racine a lieu à une température de base d'environ 6℃ et une température optimum autour de 30℃ (Shrestha *et al*, 1999). Le potentiel hydrique de base est de -0.8 mPa, (Shrestha *et al*, 1999) indiquant une exigence d'humidité au cours des premiers stades de développement de l'espèce.

Figure 1 : Schéma de la germination de l'ambroisie à feuilles d'armoise (d'après Bazzaz, 1979)

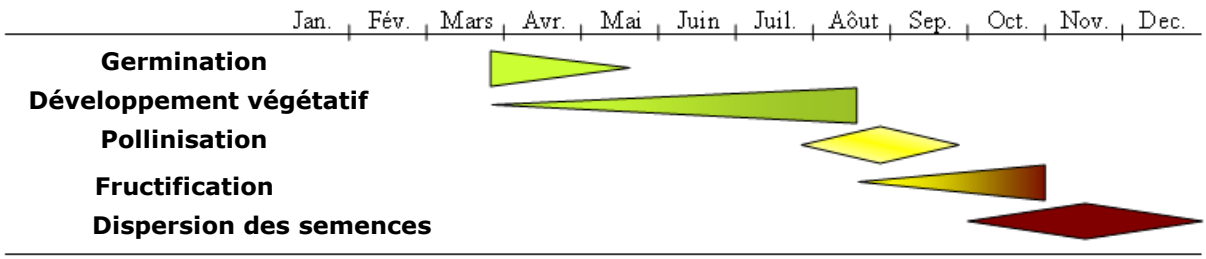


Par sa capacité à germer et à lever selon une large gamme de températures, de lumière et de profondeur, l'ambroisie à feuilles d'armoise paraît bien adaptée aux variations environnementales des milieux perturbés et à la forte compétition dans les milieux cultivés (Deen *et al*, 1998b). Sa tolérance à des concentrations élevées de sel lui permet également de coloniser les bords de routes en lui conférant un avantage compétitif sur les autres espèces (DiTommaso, 2004).

DEVELOPPEMENT VEGETATIF

L'étude du développement végétatif de l'espèce a surtout été réalisée dans l'objectif de développer des modèles prédictifs des effets de la compétition exercée par l'espèce sur différents cultures estivales (soja, haricot, … ; Chikoye *et al*, 1996 ; Deen *et al*, 2001).
L'ambroisie développe tout d'abord plusieurs niveaux de feuilles opposées-décussées. Suivant les plantes et les conditions de nutrition, le nombre de feuilles opposées varie de 6 à 10 niveaux de feuilles qui sont ensuite de plus en plus décalées et apparaissent alternes (Bugnon, 1954).
La température de base de la phase végétative varie suivant les auteurs ce qui traduit une certaine incertitude la biologie de l'espèce. Chikoye *et al* (1995) utilisent une base de température de 10℃ alors que Deen *et al* (1998b) utilisent une base de 0.9℃. Les observations réalisées en France semblent confirmer une température de base proche de zéro. L'initiation de la phase végétative de l'ambroisie ne semble pas être influencée par la photopériode (Deen *et al*, 1998b). L'ensemble des observations indique que l'ambroisie continue à assurer sa croissance à des températures proches de 30℃ (Deen *et al*, 1998a). Des expérimentations réalisées en serre indiqueraient un phyllochrone (intervalle de temps nécessaire pour l'apparition d'une nouvelle feuille, mesuré en jour ou en somme de température) d'environ 150℃ calculé en base 0℃ (C hauvel, communication personnelle).
L'ambroisie est une plante qui continue son développement phénologique en plein été. Ce développement continu peut s'expliquer par le fait d'une part que le développement des feuilles est optimal autour de 30℃ et d'autre part que l'espèce possède un système racinaire qui optimise l'absorption de l'eau. Enfin, il a été montré que l'ambroisie parvenait à récupérer avec son feuillage de façon efficace l'eau de la rosée ce qui contribue également à son alimentation hydrique (Shure et Lewis, 1973).
Différents études ont montré que l'ambroisie possédait une bonne aptitude à la repousse après une fauche. Des travaux réalisés en Suisse (Delabays *et al*, 2005) et au Canada (Vincent et Ahmin, 1985) ont montré qu'une fauche à un stade précoce n'affecte pas la survie des individus. Plus la fauche est tardive, plus l'effet sur la réduction de la production d'inflorescences (et donc sur la production de semences) sera important. A partir de la mi-juillet, l'allocation des ressources nécessaires à la reprise de la croissance après un broyage semble donc limiter la production de pollen et de semences de l'ambroisie.

Figure 2 : cycle biologique de l'ambroisie à feuilles d'armoise (Fumanal et Chauvel, 2007)

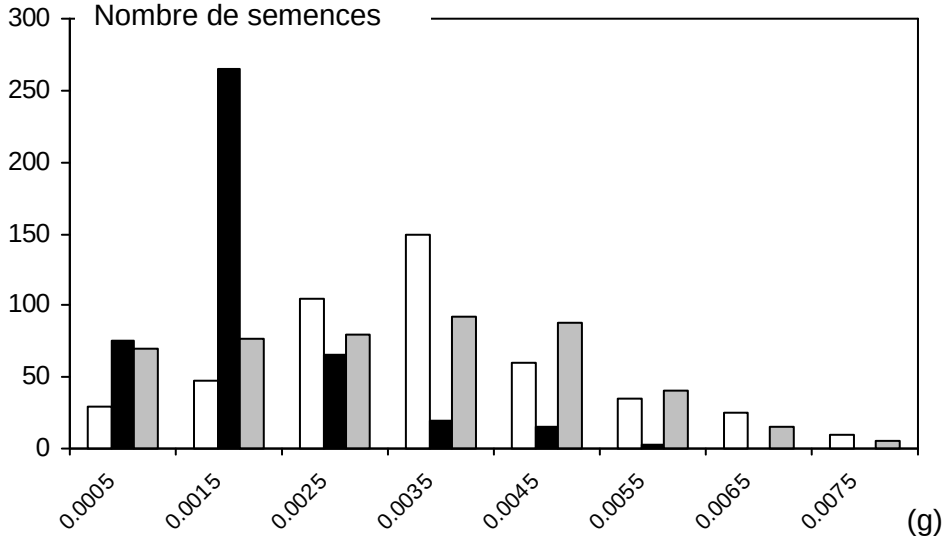


DEVELOPPEMENT REPRODUCTEUR

L'ambroisie est une espèce monoïque à fleurs unisexuées : les fleurs mâles sont regroupées en grappes de capitules mâles à l'extrémité des tiges alors que les fleurs femelles sont groupées en glomérules à l'aisselle des feuilles supérieures. La période de reproduction de l'espèce débute par la production de pollen en juillet et se termine avec la production d'akènes matures à la fin du mois de septembre. La floraison est déclenchée par le

raccourcissement de la durée des jours (espèce de jours courts) et la photopériode est décrite comme un facteur important dans l'initiation de la floraison. Suivant la latitude, la durée de la phase végétative peut varier de façon importante, avec en conséquence des quantités de pollen produites variables : plus la phase végétative est longue, plus la biomasse de la plante est importante et plus la production de pollen sera importante (Allard, 1943).
En France, la période de pollinisation débute au cours de la seconde quinzaine du mois de juillet, les pics de pollinisation se situant à la fin du mois d'août (Déchamp *et al*, 2002). L'émission de pollen commence une à deux heures après le lever du soleil et décroît au milieu de l'après midi (Ogden *et al*, 1969). Les fleurs femelles apparaissent à la fin du mois d'août.
L'ambroisie produit ses premières semences matures à la fin du mois de septembre et la fructification se poursuit jusqu'à l'apparition des premiers jours de gels. Le nombre de semences produites par la plante est extrêmement variable : de quelques dizaines de semences en conditions limitantes à plusieurs milliers de semences par plante en conditions favorables (de 3000 à près de 30000 semences par plante ; Dickerson et Sweet, 1971). Il est possible de trouver des individus qui ne possèdent que des fleurs femelles et dont la production de semences est très importante. La taille des akènes est très variable (Figure 3) avec une forte variabilité à l'intérieur d'une même population d'un rapport de 1 à 30 mais aussi entre populations. Cette très forte variabilité de taille permet sans doute non seulement à l'espèce de s'adapter à des milieux différents mais aussi de rendre difficile l'élimination par le tri ce qui fait que l'on peut la retrouver dans des semences destinées à la nourriture pour oiseaux (Chauvel *et al*, 2004) mais aussi dans des mélanges destinés à certaines jachères environnementales (Cadet *et al*, 2007).

Figure 3 : Variabilité de la masse des semences viables (en gramme) chez trois populations d'ambroisie



L'ambroisie est une espèce préférentiellement allogame (Basset et Crompton, 1975 ; Friedman et Barrett, 2008). Le taux de fécondation est de 50 % à 90% de semences qui contiennent un embryon (Washitani et Nishiyama, 1992 ; Chauvel *et al*, 2006). Le taux de semences viables qui peut atteindre jusque 90%, s'explique par la grande quantité de pollen émise qui serait de l'ordre de plusieurs centaines de millions de grains de pollens par plante (Fumanal *et al*, 2007).

AMBROISIE A FEUILLES D'ARMOISE ET RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE

L'ambroisie possède un cycle reproducteur assez long (Figure 2) avec une production de semences matures tardive qui débute à la fin du mois de septembre. L'espèce est décrite comme rare au dessus du 50è parallèle sur le continent Nord Américain et son introduction dans les pays européens situés à cette latitude n'a pas été suivie d'une naturalisation des populations (Allard, 1943). Ce phénomène serait lié à la maturation incomplète des semences, interrompue par le gel et limitant ainsi l'extension de l'aire de répartition de l'espèce. L'apparition plus tardive des premiers jours de gel contribue certainement à l'extension de l'espèce vers le nord du territoire. Enfin, les modifications des sommes de température sur la période de levée germination vont certainement aussi influer sur le cycle et la répartition géographique de l'espèce.
L'ambroisie possède un mécanisme de photosynthèse de type C3. Plusieurs études américaines ont montré que la production de pollen est favorisée en présence d'une concentration de CO_2 plus importante (Wayne *et al*, 2002 ; Stinson et Bazzaz, 2006). Cette augmentation de la production de pollen se traduirait d'une part par une augmentation de la production de semences (Rodgers *et al*, 2006 ; Stinson et Bazzaz, 2006) et une augmentation du risque allergénique (Wayne *et al*, 2002).
Enfin, il a été montré dans la région Lyonnaise, au cours de ces 20 dernières années, une avancée d'environ 10 jours de la pollinisation. Cette précocité de l'apparition des fleurs mâles pourrait être attribuée au moins en partie à l'augmentation des sommes de températures probablement due au changement de climat (Déchamp *et al*, 2002).

RESISTANCE AUX HERBICIDES

L'ambroisie a développé plusieurs types de résistances aux herbicides en grandes cultures (cloransulam-methyl, imazamox, imazethapyr, …) sur le continent nord américain, mais aucune population résistante n'a encore été observée en Europe. Les résistances observées concernent différentes familles d'herbicides dont celle du glyphosate sélectionnée dans des cultures de soja génétiquement modifiées (Heap, 2009). Au delà des conséquences environnementales, l'utilisation systématique et répétée d'herbicides, rendue possible par l'utilisation de nouvelles variétés de tournesol tolérantes à différents herbicides (Duroueix et Leflon, 2009) ou par le faible nombre d'herbicides non sélectif (glyphosate), constitue un risque réel de sélection d'individus résistants dont le contrôle se révèlerait par la suite particulièrement complexe. De même, en milieux non agricoles, si les solutions d'herbicides peuvent se révéler très efficaces (Gauvrit *et al*, 2005 ; Gauvrit *et al*, 2006), leur utilisation doit être extrêmement rigoureuse (respect des doses, humidité de l'air) pour limiter outre la pollution de l'environnement, le risque de sélection de plantes résistantes. Aussi est-il impératif d'éviter toute pratique qui pourrait se révéler favorable à la sélection de populations résistantes en France.

CONCLUSIONS

L'ambroisie apparaît donc comme une espèce capable d'exploiter efficacement les ressources des milieux jardinés ou cultivés par l'homme. Mais cette espèce est aussi capable de se développer dans des conditions plus extrêmes qu'elle peut rencontrer dans les autres milieux qu'elle occupe (Bazzaz, 1974). Différentes caractéristiques biologiques peuvent expliquer le succès de cette espèce annuelle malgré les pressions de sélection qu'elle rencontre. La durée de vie des semences dans le sol, la tolérance des plantes au stress hydrique, son aptitude à supporter la fauche ou le broyage rendent particulièrement difficile son contrôle par les différents gestionnaires des milieux envahis (agriculteurs, employés communaux, …). Le succès de l'ambroisie est aussi lié à sa capacité d'adaptation aux conditions environnementales rencontrées lors de la colonisation de nouveaux habitats.

Dans les milieux non agricoles, la lutte contre l'ambroisie passe par le refus de l'utilisation de matériaux pouvant contenir des semences de l'espèce (compost mal préparé, terres, graviers, …). Les lots de semences horticoles utilisés doivent aussi impérativement ne pas contenir de semences d'ambroisie. La surveillance de zones nouvellement créées permet la détection d'éventuelle plantes qu'il est impératif d'éliminer avant qu'elles ne produisent des semences. La végétalisation des terrains n'est efficace que si la couverture du milieu est forte avec, quand cela est possible, un semis automnale de façon à donner un avantage compétitif important au couvert semé et à ne plus travailler le sol au printemps, période la plus favorable à la levée de l'ambroisie. Des pratiques à risque telles que la mise en place de jachères florales, dont le cycle correspond à celui de l'ambroisie, sont à proscrire dans les zones où l'espèce est déjà très présente.
Dans un contexte de changement climatique, l'aire de répartition de l'ambroisie tend à s'étendre vers des zones géographiques plus nordiques. L'éradication de l'ambroisie dans une zone où elle est bien installée étant illusoire, la gestion préventive du risque d'envahissement de l'espèce apparaît donc comme une nécessité impliquant la mobilisation des différents gestionnaires des milieux sensibles dans un contexte économique actuel qui ne favorise pas les actions préventives.

REMERCIEMENTS
Les auteurs remercient Béryl Laitung et les reviewers pour les corrections et les améliorations apportées à la communication. Les données issues des travaux de l'UMR BGA ont bénéficié du soutien financier de la part du Conseil Régional de Bourgogne.

BIBLIOGRAPHIE

Allard H.A., 1943 - The North American ragweeds and their occurrence in the other parts of the world. *Science*, 98, 292-293.

Basset I.J., Crompton C.W., 1975 - The Biology of Canadian weeds. 11 *Ambrosia artemisiifolia* L. and *Ambrosia psilostachya* DC. *Canadian Journal of Plant Science*. 55, 463-476.

Bazzaz F.A., 1974 - Ecophysiology of *Ambrosia artemisiifolia*: a succesional dominant. *Ecology*, 55, 112-119.

Bazzaz F.A., 1979 - The physiological ecology of plant succession. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 10, 351-371.

Bonnot E.J. 1967 - *Ambrosia artemisiifolia* L. *Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon*, 36, 348-359.

Bugnon F. 1954 - Un aspect inhabituel du passage de la portion végétative à la portion florifère dans la tige des Dicotylédones. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 101, 117-122.

Cadet E., Fried G., Chauvel B. 2007. Diversité floristique en jachère faune sauvage : Quels risques d'apparition d'espèces envahissantes ? AFPP – Vingtième Conférence du COLUMA. Journées Internationales sur la Lutte contre les Mauvaises Herbes. Dijon, France – 11 et 12 Décembre 2007. 382-392. CD-ROM ISNB 2-905550-13-9.

Chauvel B., Blard S., Fumanal B., Guillemin J-P., 2006 - Effect of seed size of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) on seedling emergence. *International Symposium Intractable Weeds & Plant Invaders*. July 2006, Ponta Delgada, Azores, Portugal. Communication orale. Summary p.19.

Chauvel B., Vieren E., Fumanal B. et Bretagnolle B. 2004. Possibilité de dissémination d'*Ambrosia artemisiifolia* L. via les semences de tournesol. XIIème Colloque International sur la Biologie des Mauvaises herbes – Dijon, France. 445-452.

Chikoye D., Hunt L.A., Swanton C.J., 1995 - Evaluation of three empirical models depicting *Ambrosia artemisiifolia* competition in white bean. *Weed Research*, 35, 421-428.

Chikoye D., Hunt L.A., Swanton C.J., 1996 - Simulation of competition for photosynthetically active radiation between common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) and dry bean (*Phaseolus vulgaris*). *Weed Science*, 44, 545-554.

Chollet D., Mircovich C., Pilorge E., 1998 – La lutte contre l'ambroisie dans les cultures de tournesol, *Phytoma, la Défense des Végétaux*, 504, 30-32.

Déchamp C., Calleja M., Penel V., Méon H., 2002 - Périodicité de la période de pollinisation de l'ambroisie à feuilles d'armoise à Lyon-Bron depuis 20 ans. *Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique*, 42, 546-550.

Deen W., Hunt L.A., Swanton C.J., 1998a – Influence of temperature, photoperiod, and irradiance on the phonological development of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.). *Weed Science*. 46, 555-560.

Deen W., Hunt L.A., Swanton C.J., 1998b - Photothermal time describes common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) phenological development and growth. *Weed Science*. 46, 561-568.

Deen W., Swanton C.J., Hunt L.A., 2001 - A mechanistic growth and development model of common ragweed. *Weed Science*, 49, 723-731.

Delabays N., Bohren C., Mermillod G., 2005 - L'ambroisie à feuille d'armoise (*Ambrosia artemisiifolia* L.) en Suisse : aspects malherbologiques. *Revue Suisse Agricole.* 37, 17-24.

Dickerson C.T., Sweet R.D., 1971 - Common ragweed ecotypes. *Weed Science*, 19 (1), 64-66.

DiTommaso A., 2004 - Germination behaviour of common ragweed *(Ambrosia artemisiifolia*) populations across a range of salinities. *Weed Science*, 52, 1002–1009.

Duroueix F., Leflon M. 2009 - Quelle durabilité pour ces solutions ? Dossier : Désherbage du tournesol. *Perpectives Agricoles*, 353, 20-22.

Friedman, J., Barrett, S.C.H., 2008 - High outcrossing in the annual colonizing species *Ambrosia artemisiifolia* (Asteraceae). *Annals of. Botany* 101, 1303–1309.

Fumanal B., Plenchette C., Chauvel B., Bretagnolle F., 2006 - Which role can arbuscular mycorrhizal fungi play in the facilitation of *Ambrosia artemisiifolia* L. invasion in France? *Mycorrhiza,* 17, 25–35.

Fumanal B., Chauvel B., 2007 - L'ambroisie, pourquoi un tel succès? *Perspectives Agricoles*. Supplément au N°332, mars 2007, 6-7 .

Fumanal B., Chauvel B., Bretagnolle F., 2007 - Estimation of pollen and seed production of common ragweed in France. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 14, 233-236.

Fumanal B., Girod C., Fried G., Bretagnolle F., Chauvel B. 2008 - Can the large ecological amplitude of *Ambrosia artemisiifolia* explain its invasive success in France? *Weed Research*, 48, 349-359.

Gauvrit C., Lombard A., Chauvel B., 2005 - Gestion de l'ambroisie à feuilles d'armoise en interculture – Le glyphosate, certes, mais pourquoi pas le glufosinate ? *Phytoma*, *La Défense des Végétaux*, 580, Mars 2005, 5-8.

Gauvrit C., Grangeot M., Chauvel B., 2006 - Les paradoxes du glufosinate et du glyphosate – comportement dans l'ambroisie à feuilles d'armoise. *Phytoma, La Défense des Végétaux,* 591, mars 2006, 8-11.

Heap I., 2009. http://www.weedscience.org/In.asp (Juillet 2009).

Heckel E. 1906 - Sur *l'Ambrosia artemisiaefolia* L. et sa naturalisation en France. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 53, 600-620.

Ogden E.C., Hayes J.V., Raynor G.S., 1969 - Diurnal patterns of pollen emission in Ambrosia, Phleum, Zea, and Ricinus. *American Journal of Botany*, 56, (1), 16-21.

Shrestha A., Roman E.S., Thomas A.G., Swanton C.J., 1999 - Modeling germination and shoot-radicle elongation of *Ambrosia artemisiifolia*. *Weed Science*, 47, 557-562.

Rogers C.A., Wayne P.M., Macklin E.A., Muilenberg M.L., Wagner C.J., Epstein P.R., Bazzaz F.A., 2006 - Interaction of the onset of spring and elevated atmospheric CO2 on ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) pollen production. *Environmental Health Perspectives,* 114, (6), 865-869.

Shure D.J., Lewis A.J., 1973 - Dew formation and stem flow of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*), *Ecology*, 54, (5), 1152-1155.

Stinson K.A., Bazzaz F.A., 2006 - CO_2 enrichment reduces reproductive dominance in competing stands of *Ambrosia artemisiifolia* (common ragweed). *Oecologia*, 147, 155-163.

Stoller E.W., Wax L.M., 1973 - Periodicity of germination and emergence of some annual weeds. *Weed Science*, 21 (6), 574-580.

Toole E.H., Brown E., 1946 - Final results of the Duvel buried seed experiment. *Journal of Agricultural Research,* 72, 201-210.

Vincent G., Ahmin M., 1985 - Note sur le comportement de l'*Ambrosia artemisiifolia* après fauchage. *Phytoprotection,* 66, 165-168.

Washitani I., Nishiyama S., 1992 - Effects of seed size and seedling emergence time on the fitness components of *Ambrosia trifida* and *A. artemisiaefolia* var. elatior in competition with grass perennials. *Plant Species Biology*, 7, 11–19.

Wayne P., Foster S., Connollly J., Bazzaz F., Epstein P., 2002 - Production of allergenic pollen by ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) is increased in CO_2-enriched atmospheres. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 88, (3), 279-281.

Willemsen R.W., 1975 - Dormancy and germination of common ragweed seeds in the field. *American Journal of Botany*, 62, (6), 639-643.