



dossier

Réseau Biovigilance flore en grandes cultures

Présentation du dispositif : les moyens mis en œuvre et ses premiers résultats sur les adventices et ce qui les fait évoluer

Guillaume Fried*, Xavier Reboud*, Jacques Gasquez* et Marc Délos**

Dans le passé, l'évolution des techniques agricoles a eu des effets sur la faune et la flore des parcelles cultivées et sur leur environnement. Dans le présent, cette évolution s'accélère. Dans le futur, elle va continuer. Elle aura donc des effets qui seront par définition complexes, voire multifactoriels ou cumulatifs sur le long terme. Et qui risquent fort d'être inattendus. Il faut s'organiser pour les repérer le plus tôt possible afin de pouvoir s'y adapter, voire les corriger si nécessaire... S'organiser pour les prévoir. Mais comment ? C'est l'objet du dispositif de surveillance du territoire nommé « réseau de biovigilance ». Cet article présente le dispositif mis en place dans les grandes cultures à propos de la flore adventice. Il fournit quelques synthèses générales sur les premières données récoltées.

L'agriculture évolue depuis le Néolithique, mais à une vitesse accrue ces dernières décennies. La révolution agricole du XIX^e siècle avait fait remplacer la jachère par des plantes sarclées ou fourragères (légumineuses). La révolution agricole contemporaine initiée au XX^e siècle s'est accélérée en s'appuyant sur la seconde révolution industrielle (motorisation et chimie : engrais minéraux et produits de traitements). Plus récentes, les avancées du génie génétique pourraient entraîner une nouvelle révolution basée sur l'usage de cultures génétiquement modifiées (GM).

Efficace, la « révolution verte » n'a pas été sans inconvénient avec des atteintes diverses à l'environnement : pollution des sols et des eaux (IFEN, 2006), déclin de la flore et de la faune associées aux agrosystèmes (Stoate *et al.*, 2001), apparition de nouveaux problèmes agronomiques type résistances d'adventices aux herbicides (Darmency & Gasquez, 1990), érosion, etc. L'opinion perçoit l'arrivée de cultures GM comme une innovation d'impact potentiellement négatif. Le débat autour des cultures GM a renforcé une prise de conscience plus générale sur la nécessité de surveiller les évolutions du territoire agricole induites par les méthodes de production.

Face à ces mutations et leurs conséquences complexes et imprévisibles, la Protection des Végétaux (PV) a mis en place un dispositif de

Espèces fréquentes (vulpin en médaillon) ou devenues rares (spéculaire miroir de Vénus ci-contre), le réseau BF piste leur évolution.



ph. G. Fried

surveillance générale du territoire. Il vise à détecter des effets non intentionnels sur la faune et la flore des parcelles cultivées et leur environnement immédiat (Délos *et al.*, 2006).

La surveillance générale en grandes cultures (réseau Biovigilance) couvre près de 1 000 parcelles en France métropolitaine. On y enregistre les pratiques culturales, des caractéristiques du milieu et des indicateurs biologiques. La couverture d'un large territoire permet de détecter des phénomènes que des essais de petites dimensions pourraient ignorer. De plus, sa conduite prévue sur la durée permet de détecter des effets cumulatifs. Nous présentons ici le dispositif concernant la flore adventice : « Biovigilance Flore » (BF).

Objectifs du réseau Biovigilance flore

Le réseau Biovigilance flore vise à détecter des évolutions de flore inattendues et, si possible, à en trouver les causes afin de pouvoir prendre des mesures correctrices.

Détecter des changements « anormaux » nécessite de pouvoir distinguer, d'une part les variations d'origine naturelle liées à des particularités climatiques ou inhérentes au cycle biologique des espèces, d'autre part les changements majeurs résultant d'une activité humaine. Cela exige d'améliorer nos connaissances de l'écologie (relation entre la présence et l'abondance des espèces et les conditions du milieu) et de la dynamique des espèces et des communautés adventices.

Article extrait de la communication « Le réseau Biovigilance flore » présentée à la XX^e Conférence du Coloma de l'AFPP, Journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes, Dijon, les 11 et 12 décembre 2007. Version intégrale sur le CD-Rom Actes de la conférence distribué aux participants et disponible à l'AFPP : 42, rue Raymond-Jaillard 94140 Alfortville. Tél. 01 41 79 19 80. Fax 01 41 79 19 81, afpp@afpp.net.

* UMR 1210 Biologie et Gestion des Adventices, INRA, ENESAD, UB, 17, rue Sully, BP 86510, 21065 Dijon. gfried@dijon.inra.fr, reboud@dijon.inra.fr, gasquez@dijon.inra.fr

** SRPV Midi-Pyrénées, Cité administrative. Bât. E. Boulevard Armand-Duportal, 31074 Toulouse marc.delos@agriculture.gouv.fr

Dans de nombreux cas, il est probable que des travaux complémentaires spécifiques seront nécessaires pour préciser l'origine des variations observées.

On notera que cet objectif très général peut aussi bien être utilisé pour :

- assurer un suivi de la qualité phytosanitaire du territoire (dans une optique de gestion des adventices) ;
- veiller à l'état écologique de l'agro-écosystème (dans une optique de suivi de la biodiversité liée aux agrosystèmes).

Qualité phytosanitaire, trois aspects

Initié au moment où se cristallisaient les inquiétudes sur les effets de l'introduction de cultures GM, le réseau BF visait à fournir un état des lieux précis de la flore des cultures afin de pouvoir mesurer objectivement l'impact éventuel de ces technologies sur la composition et la diversité des communautés adventices. Mesure assurée soit de manière directe (ex. : augmentation des repousses de cultures ou d'espèces apparentées aux cultures GM), soit de manière indirecte en changeant d'autres éléments des systèmes de cultures incluant des cultures GM.

Au-delà du suivi de cette innovation ayant fait l'objet de moratoires, la large couverture spatiale et temporelle de ce réseau peut contribuer au suivi post-homologation des produits phytosanitaires et sécuriser dans le temps les autorisations de mise sur le marché (AMM).

Enfin, le réseau BF intègre également la surveillance d'espèces « exotiques » potentiellement envahissantes. Vu l'accroissement des échanges internationaux et le réchauffement climatique, le nombre d'introductions et de naturalisations de ces espèces risque de progresser. Leur surveillance a toute sa place dans le contexte de gestion des risques, d'autant que certaines plantes peuvent avoir des effets sur la santé publique (pollen allergisant d'*Ambrosia artemisiifolia*).

Plus généralement ce réseau permet d'établir, d'affiner et de réactualiser continuellement les connaissances sur la répartition des adventices, ce qui constitue une des missions de base de la PV en tant qu'Organisation nationale de la protection des végétaux.

État écologique de l'agrosystème

De nombreuses études soulignent l'impact majeur de l'intensification de l'agriculture sur l'état et le fonctionnement des écosystèmes (Matson *et al.*, 1997).

Plusieurs aides de l'Union européenne visent désormais à limiter cet impact à travers des mesures agri-environnementales (MAE). La surveillance générale de la flore adventice génère des indications sur l'intensité des pratiques pouvant être reliées à des indicateurs d'état de la biodiversité végétale. L'effet des MAE pourrait également être mesuré à travers ce réseau.

Plus généralement, le réseau Biovigilance flore est donc aussi une contribution du Ministère de l'Agriculture aux dispositifs d'observations de la biodiversité dans l'espace agricole, dans le cadre de la « Stratégie nationale pour la biodiversité » (Anonyme, 2004).

Depuis 2006, l'action Biovigilance flore est étendue à la flore du vignoble. Elle devrait aussi se poursuivre en vergers afin de couvrir l'ensemble de l'espace agricole.

En Île-de-France, sur un réseau de parcelles pilotes, les chercheurs du Muséum national d'histoire naturelle étudient la flore des bords de champs depuis 2005 afin d'intégrer une surveillance des probables effets non intentionnels au-delà de la seule parcelle cultivée.

L'ensemble de ces dispositifs fait du réseau biovigilance un observatoire de la biodiversité dans l'espace agricole.

Moyens mobilisés

Parcelles échantillonnées

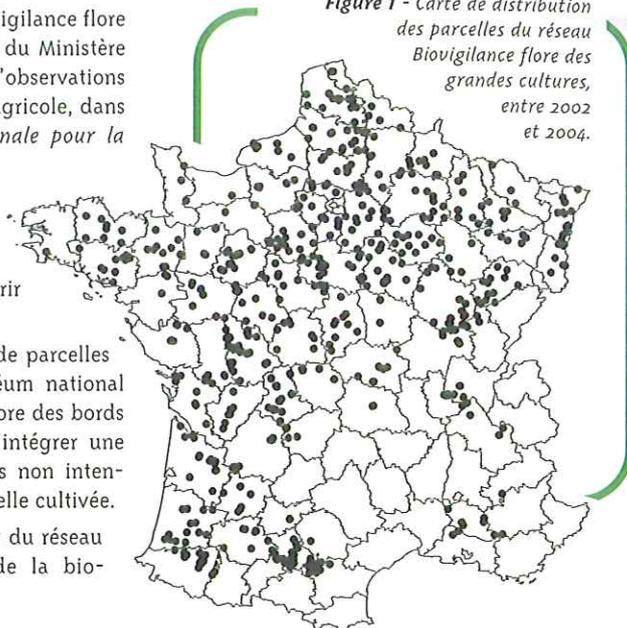
L'échantillonnage a été stratifié de manière à ce que les parcelles soient représentatives des différents milieux (type de sol et climat) et pratiques agricoles (grand type de rotations) de chacune des régions de la métropole (Figure 1). Le choix est fait au prorata de la surface couverte par les différentes variantes identifiées. Le réseau mis en place en 2002, a porté dans un premier temps sur tout type de parcelles en grandes cultures. L'objectif est de disposer d'environ 80 % de parcelles en suivi annuel permanent.

Techniques culturales et paramètres du milieu physique relevés

La valeur sans précédent et sans équivalent du réseau BF tient au nombre et à la qualité des descripteurs des techniques culturales. Dans l'ordre de la campagne culturale, sont relevés : les opérations de travail du sol avant le semis (date, type d'outils, profondeur), la culture, la variété, la date de semis, les amendements NPK (forme, dose, date), le programme de désherbage (date, produit, dose, volume, conditions météorologiques lors du traitement et 48 heures après), l'irrigation et la gestion de l'interculture (culture intermédiaire, déchaumage mécanique et/ou chimique).

Les coordonnées de chaque parcelle sont géoréférencées à l'aide d'un GPS. Le cas échéant, les coordonnées du centre de la commune sont utilisées. Une description physico-chimique du sol comprend la texture, le pH et le taux de matière organique. La topographie de la parcelle (plaine, plateau, bas ou haut de coteau, pente) est précisée. La présence de haies ou de fossés et le pourcentage du périmètre de la parcelle qu'ils occupent sont indiqués, ainsi que la nature des cultures ou l'occupation du sol jouxtant la parcelle. Ces informations resituent ainsi chaque parcelle dans son contexte paysager (openfield, bocage, etc.).

Figure 1 - Carte de distribution des parcelles du réseau Biovigilance flore des grandes cultures, entre 2002 et 2004.



Protocole des relevés de flore

Dans chaque parcelle du réseau, au moins quatre relevés floristiques sont effectués au cours de la campagne culturale, soit deux zones de relevés et deux dates différentes.

Chaque parcelle comporte :

- une zone témoin de 120 m² minimum qui est déplacée chaque année afin d'éviter les effets cumulatifs ;
- une partie traitée constituée du reste de la parcelle.

Les notations sont réalisées chaque année à deux dates N₁ et N₂, déterminées d'après la levée des plantes. La notation N₁ a lieu environ 40 jours après la levée pour les cultures d'hiver et 25-30 jours après la levée pour les cultures de printemps. La notation N₂ s'effectue environ 140 jours après la levée pour les cultures d'hiver et 45-55 jours après la levée pour celles de printemps. Ces deux notations rendent compte des variations saisonnières de la flore dues à la phénologie des espèces (levée automnale ou printanière).

La zone témoin quant à elle, permet :

- d'analyser l'effet des techniques culturales masquées ailleurs par l'effet des herbicides ;
- éventuellement, de mesurer l'efficacité des produits. Le témoin est désherbé par l'observateur après la deuxième notation.

Les notations sur les zones témoins sont réalisées sur toute leur surface. Dans la zone traitée, une surface de 1 000 à 2 000 m² est échantillonnée pendant 30 mn au maximum.

Un coefficient d'abondance représentant le nombre d'individus au m² (d) est attribué à chaque espèce selon l'échelle définie par G. Barralis (1976) : « + » = vue 1 fois sur l'aire d'observation (espèce rare) ; « 1 » = d < 1/m² ; « 2 » = 1 ≤ d < 3/m² ; « 3 » = 3 ≤ d < 20/m² ; « 4 » = 20 ≤ d < 50/m² ; « 5 » = d ≥ 50/m².

Trois taxons, *Ambrosia artemisiifolia* L., *Orobancha ramosa* L. et *Cuscuta* spp., font l'objet d'une surveillance particulière sur un périmètre plus large que les seules parcelles du réseau BF. Pour chaque parcelle échantillonnée, il est demandé, pour ces taxons, une note de fréquence variant de 0 à 3 (0 : absent ; 1 : rare ; 2 : fréquemment observé ; 3 : problème agronomique majeur) à l'échelle de l'exploitation, de la commune et du canton. Au besoin, d'autres espèces pourront également intégrer cette liste.

Déjà des résultats statistiques synthétiques

Parcelles suivies

Depuis le début de l'action, le nombre de parcelles suivies a constamment augmenté : 261 parcelles en 2002 (sur 12 régions uniquement), 619 en 2003 (sur 20 régions), 806 en 2004 (sur 21 régions) et autour de 900 en 2005 et 2006. Les chiffres ou résultats analysés dans la suite de l'article correspondent aux données 2002 à 2004.

Les cultures les mieux représentées sont par ordre décroissant : blé d'hiver (540 parcelles soit 32,4 %), maïs (477 soit 28,6 %), tournesol (118 soit 7,1 %), colza (103 soit 6,2 %), orge d'hiver et escourgeon (82 soit 4,9 %), bette-rave (64 soit 3,8 %), pois de printemps (55 soit 3,3 %), orge de printemps (52 soit 3,1 %), soja (39 soit 2,3 %), sorgho (29 soit 1,7 %), avoine (17 soit 1 %), féverole (17 soit 1 %) et pomme de terre (17 soit 1 %). Des cultures mineures sont présentes sur moins de 1 % des parcelles (blé de printemps, lin, seigle, avoine de printemps, ray-grass, lupin, pois d'hiver, haricots, jachère, luzerne, oeillette, sarrasin, trèfle).

Certaines régions restent mal couvertes (Rhône-Alpes, Massif Central), ou bien les parcelles sont concentrées dans un seul département de la région (Provence, Languedoc). Cette situation devrait évoluer positivement à l'avenir.

Structure et diversité des communautés observées

Entre 2002 et 2004, le réseau Biovigilance flore a permis de détecter la présence d'environ 310 taxons dans les cultures annuelles françaises sur les 1 200 espèces (dont beaucoup sont très rares) que compte potentiellement cette flore en France (Jauzein, 2001). Ils se répartissent en 44 familles et 202 genres. Les trois familles les mieux représentées constituent plus de 40 % de la flore : Asteracées (44 espèces), Poacées (43 espèces), Brassicacées (26 espèces). Puis sont bien représentées : les Apiacées (16 espèces), les Fabacées (14 espèces), les Plantaginacées (13 espèces), les Amaranthacées (12 espèces), les Polygonacées (12 espèces), les Lamiacées (11 espèces) et les Caryophyllacées (10 espèces).

Le nombre total d'espèces recensées par parcelle (zones témoin + traitée) varie de 1 à 58 avec une valeur médiane de 12 et une moyenne de 13,2 (+/- 0,4). Dans la zone traitée, le nombre moyen d'espèces par parcelles varie de 4,25 (N1) à 4,22 (N2). 135 parcelles (8,01 %) ne comptent plus aucune espèce dans la zone traitée. La zone témoin non désherbée comporte deux fois plus d'espèces que le reste de la parcelle, soit entre 8,09 (N1) et 9,08 (N2).

Sur les 13,2 espèces trouvées en moyenne par parcelle, 1,5 n'est présente que dans la zone traitée, 4,84 sont communes aux deux zones et 6,86 ne sont présentes que dans le témoin, ce qui montre tout l'intérêt de ces deux zones complémentaires.

Statut des adventices

Sur la base de la fréquence d'occurrence (F) et de la densité moyenne (dm), on peut classer les espèces en différentes catégories.

On trouve 26 espèces majeures à l'échelle de la France (F > 15 %). Parmi celles-ci certaines sont à la fois très fréquentes et abondantes (*Chenopodium album*, *Solanum nigrum*, *Stellaria media*, *Viola arvensis*, *Poa annua*, *Alopecurus myosuroides*, *Echinochloa crus-galli*) tandis que d'autres présentent toujours des densités faibles (*Senecio vulgaris*, *Sonchus asper*).

30 autres espèces peuvent être qualifiées d'adventices importantes (5 % < F < 15 %), surtout problématiques dans certaines régions (*Digitaria sanguinalis* en Aquitaine) ou dans certaines cultures (*Geranium dissectum* dans le colza).

La majorité des espèces n'a été observée que sur un faible nombre de parcelles : 256 des 310 espèces détectées (83 %) ont une fréquence d'occurrence inférieure à 5 % (présence dans moins de 90 relevés). Dans cette dernière catégorie, les situations sont très contrastées avec (1) des espèces à la fois peu fréquentes et peu abondantes et (2) des espèces peu fréquentes mais localement (très) abondantes.

• Dans le premier cas de figure, on notera la détection de certaines espèces patrimoniales par le réseau biovigilance flore. Ainsi, il a recensé 34 taxons parmi la liste des 101 espèces archéophytes (introduites avant le IV^e siècle) dont les effectifs sont en effondrement à l'échelle de la France (Aboucaya *et al.*, 2000). Parmi les espèces de niveau 3 (taxons encore abondants au moins pour certaines régions) 8 sur 14 restent communes (7,9 % < F < 24,9 %) tandis que *Scandix pecten-veneris* (1,2 %), *Lithospermum arvense* (0,7 %) et *Scleranthus annuus* (0,1 %) sont plus dispersées. Mis à part *Ranunculus arvensis* (5,2 %), localement abondant, et *Anthemis arvensis* (3,5 %), les 14 espèces de niveau 2 (taxons à surveiller, se maintenant plus ou moins) sur les 30 de la liste nationale ont des fréquences inférieures à 2 %.

Enfin, seules six espèces de niveau 1 (taxons en situation précaire) sur les 73 de la liste ont été observées : *Bifora radians* (9 parcelles), *Myagrimum perfoliatum* (4 parcelles), *Adonis aestiva-*

lis et *Bupleurum rotundifolium* (deux parcelles), *Camelina microcarpa* et *Neslia paniculata* (une parcelle). Les régions les plus riches en espèces messicoles sont la Provence, le Languedoc-Roussillon et, dans une moindre mesure, la Bourgogne, le Centre et le Poitou-Charentes.

• Dans le deuxième cas de figure (espèces peu fréquentes mais abondantes) on trouve : soit des espèces liées à des conditions du milieu particulières et qui peuvent exploser certaines années : *Juncus bufonius*, *Montia fontana* ou *Ranunculus sardous* toutes trois liées à des sols temporairement inondés ; soit des espèces posant de réels problèmes de contrôle. Cela peut être le cas en particulier d'espèces 'nouvelles'.

Les espèces introduites en France après 1500, dites néophytes, représentent 11 % de l'ensemble de la flore adventice détectée par le réseau. Les communautés adventices des grandes cultures comportent en moyenne 8,2 % +/- 0,4 % d'espèces néophytes. Cette proportion atteint 11 % (+/- 1,9) dans le maïs, culture apparemment la plus à même d'ouvrir la porte à de nombreuses espèces exotiques (Maillet, 1996). Les plus fréquentes (F > 1 %) sont : *Veronica persica* (23,7 %), *Amaranthus retroflexus* (18,6 %), *Datura stramonium* (5,2 %), *Panicum milliaceum* (3,1 %), *Matricaria discoidea* (2 %), *Ambrosia artemisiifolia* (1,7 %), *Conyza canadensis* (1,4 %), *Xanthium strumarium* (1,2 %), *Phytolacca americana* (1,1 %) et *P. dichotomiflorum* (1 %).

Par rapport à la gestion des risques, un diagramme a été établi (non montré dans l'article) afin de signaler les espèces peu fréquentes mais aux densités moyennes très importantes, ce qui peut laisser préfigurer des comportements envahissants futurs : *P. dichotomiflorum* (22 pl/m² en moyenne) et *Abutilon theophrasti* (12 pl/m²) mériteraient par exemple d'être surveillés au-delà du seul réseau biovigilance.

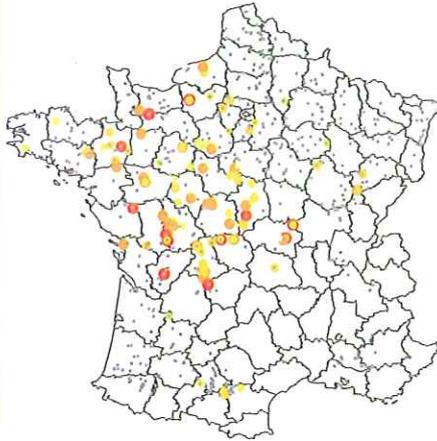
Diversité des types biologiques au sein des communautés

À l'échelle d'une parcelle cultivée, les communautés adventices comportent en moyenne 85,16 % (+/- 0,76) de thérophytes, 10,28 % (+/- 0,58) d'hémicryptophytes et 4,56 % (+/- 0,44) de géophytes. Autrement dit, plus de huit espèces sur dix sont des plantes survivant sous forme de graines (espèces annuelles ou bis-annuelles), une sur dix subsiste en se faisant discrète en hiver sous forme de rosettes (plantains, pissenlits, etc.) et une sur vingt « survit cachée » à partir d'organes enfouis dans le sol : bulbes, rhizomes, racines.

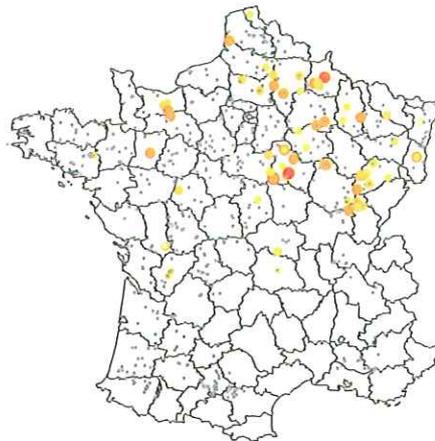
Le pourcentage d'espèces vivaces dans les communautés adventices des cultures de maïs (21,8 % +/- 1,7) et de tournesol (19,7 % +/- 4,4) est deux fois plus important que dans les céréales d'hiver (10,3 % +/- 1,6).

Cette tendance, également observée par Hallgren *et al.* (1999) en Suède, serait liée à la période de reprise de végétation de la plupart

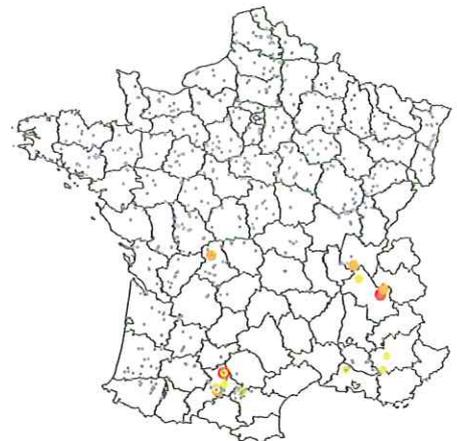
Figure 2 - Carte de répartition de trois adventices. Les codes couleurs et la taille des cercles font référence à l'abondance des espèces (+ grand cercle rouge ; - petit cercle jaune)



Alchémille des champs *Aphanes arvensis* L.



Éthuse ciguë *Aethusa cynapium* L.



Sorgho d'Alep *Sorghum halepense* (L.) Pers.

des vivaces, plus active au printemps. La proportion d'espèces vivaces est supérieure les années suivant des cultures fourragères pérennes (ray-grass, luzerne, trèfle) : 24,9 % +/- 5 % par rapport aux autres précédents culturaux : 15,9 % +/- 1,1.

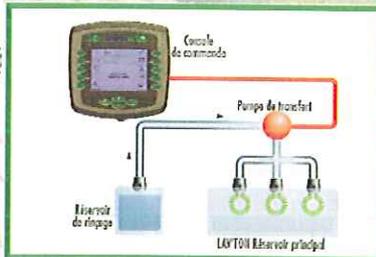
En revanche, aucun effet significatif du type de travail du sol n'est mis en évidence sur la proportion d'espèces pérennes.

Des données sur les relations flore adventice/milieu

Cartographie des espèces

Le géoréférencement des parcelles permet de cartographier la répartition des principales espèces en France. La figure 2 illustre trois

types de répartition. *Aphanes arvensis*, présente dans toute la France, est plus particulièrement abondante dans le Centre-Ouest du pays. *Aethusa cynapium* est présente dans les champs de la moitié Nord de la France, plus particulièrement le quart Nord-Est. À l'opposé, *Sorghum halepense* est une espèce du Sud de la France : ses infestations atteignent actuellement leur limite Nord dans l'Ain et la Corrèze.



LAV'BOX
Équipement autonome pour rincer les emballages à l'eau claire et recycler les eaux de rinçage.



AUTONET
système de rinçage séquentiel pour la gestion intégrée des fonds de cuve.



BUSES NOZAL
Dans chaque cas, la meilleure couverture et la moindre dérive.

VOLUTOP
Débitmètre de remplissage pour éviter les fonds de cuve superflus.

VOLUTIS
Programmeur automatique de remplissage anti-débordement.



RINCAGE
Une réserve d'eau claire pour diluer le fond de cuve et rincer les circuits avant épandage.



Du remplissage au remisage, des solutions simples, sûres et économiques pour protéger les cultures, l'opérateur et l'environnement.

Tecnoma



54, Rue Marcel Paul - BP 195 - F- 51206 EPERNAY
Tel. : 03 26 51 99 99 - Fax : 03 26 51 83 51
Site : www.tecnoma.com - E-mail : tecnoma@tecnoma.com



ph. C. Fried

Pavot argémone (*Papaver argemone*), bien moins répandu que le coquelicot (*P. rhoeas*).

Autécologie des espèces

Les données du réseau biovigilance flore ont permis d'enrichir une base de données automatisées sur la réponse des espèces aux pratiques (type de culture, précédent cultural, successions culturales) et aux principales conditions du milieu (texture du sol, saison, région). Cette base contient 5 335 relevés ; environ 1 600 proviennent du réseau biovigilance, les autres des zones témoins d'essais herbicides compilés depuis 1980.

Pour les espèces présentes dans au moins 100 relevés (une trentaine d'espèces), des fiches de synthèse sont régulièrement mises à jour sur le site ARAF : Atlas de répartition des adventices en France (consultable à l'adresse : <http://www.2.dijon.inra.fr/bga/araf/index.htm>).

Le tableau 1 donne un exemple de synthèse possible par (a) type de sol ou (b) suivant la succession culturale. Il montre un gradient d'espèces liées aux sols argileux, limoneux et sableux. Quelques espèces (plus ubiquistes) sont associées à une gamme plus étendue de textures (*S. vulgaris*, *V. persica*, *V. arvensis*).

Le tableau 1 donne aussi la distribution déficitaire ou excédentaire des adventices dans les céréales d'hiver en fonction du précédent cultural. Ainsi, *Papaver rhoeas* est en excès après tous les précédents sauf le maïs ; à l'inverse, *Poa annua* n'est favorisé dans les céréales qu'après un maïs. *Alopecurus myosuroides* est en défaut dans les céréales d'hiver suivant une culture estivale (maïs, tournesol). On peut en partie expliquer ces faits par les périodes de levée préférentielle des adventices.

D'autres espèces, sans affinité particulière pour les céréales d'hiver, sont favorisées après une culture dans laquelle elles sont mal contrôlées (Mamarot & Rodriguez, 2003) : ainsi *Geranium dissectum* est favorisé dans les céréales après un colza, *Avena fatua* après un tournesol, etc.

Tableau 1 - Affinité d'espèces majeures avec (a) les textures de sol (A = argileux, L = limoneux, S = sableux) et (b) les précédents culturaux. Les mauve indiquent un déficit (plus foncé = plus marqué), les couleurs chaudes indiquent un excès (*p < 0,05 ; ** p < 0,01 ; *** p < 0,001).

a) Espèces	A	AL	LA	L	LS	AS	S
<i>Galium aparine</i>	***				**	*	***
<i>Mercurialis annua</i>	***		**				
<i>Sinapis arvensis</i>	***	*			*		**
<i>Alopecurus myosuroides</i>			***		**	**	***
<i>Lolium multiflorum</i>				***			
<i>Matricaria recutita</i>	***	**		***			
<i>Poa annua</i>	***			***	***		
<i>Stellaria media</i>	***	**		***		**	***
<i>Amaranthus retroflexus</i>				**		***	***
<i>Solanum nigrum</i>	*			***		*	***
<i>Senecio vulgaris</i>		**	*	***	*	*	
<i>Veronica persica</i>	**					**	
<i>Viola arvensis</i>	***	**	**	**			
	Précédent						
b) Espèces	Céréales d'hiver	Colza	Maïs-sorgho	Protéagineux	Tournesol-soja		
<i>Senecio vulgaris</i>	**	***	***				
<i>Avena fatua</i>					*		
<i>Geranium dissectum</i>		*		**			
<i>Poa annua</i>			***				
<i>Alopecurus myosuroides</i>	***	***		***			
<i>Papaver rhoeas</i>	***	***		***			***

Tableau 2 - Fréquence (Fr.), densité moyenne (Dm) et évolution du statut (Ev.) depuis 1973 (+ : en extension ; = inchangé ; - : en régression) des dix adventices les plus répandues dans (a) le blé d'hiver, (b) le colza, (c) la betterave et (d) le maïs.

(a) Blé d'hiver		Fr. (%)	Dm	Ev.	(b) Colza		Fr. (%)	Dm	Ev.
1	<i>Galium aparine</i>	43,70	6,90	+	1	<i>Geranium dissectum</i>	44,66	8,25	+
2	<i>Viola arvensis</i>	37,96	11,97	+	2	<i>Sinapis arvensis</i>	40,78	9,11	+
3	<i>Veronica hederifolia</i>	37,59	11,63	=	3	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	40,78	10,73	=
4	<i>Stellaria media</i>	35,37	12,70	=	4	<i>Lolium spp.</i>	38,83	7,95	+
5	<i>Alopecurus myosuroides</i>	33,33	16,24	-	5	<i>Viola arvensis</i>	35,92	12,49	+
6	<i>Senecio vulgaris</i>	32,96	5,03	+	6	<i>Alopecurus myosuroides</i>	35,92	19,52	-
7	<i>Poa annua</i>	32,22	14,84	+	7	<i>Galium aparine</i>	34,95	5,42	=
8	<i>Papaver rhoeas</i>	30,74	6,03	-	8	Repousses céréales	33,98	14,20	?
9	<i>Veronica persica</i>	30,19	8,20	-	9	<i>Senecio vulgaris</i>	32,04	2,88	+
10	<i>Lolium spp.</i>	25,19	12,00	+	10	<i>Sonchus asper</i>	31,07	8,35	+
(c) Betteraves		Fr.	Dm	Ev.	(d) Maïs		Fr.	Dm	Ev.
1	<i>Chenopodium album</i>	66	13,63	=	1	<i>Chenopodium album</i>	87,84	21,48	=
2	<i>Mercurialis annua</i>	56	12,00	+	2	<i>Solanum nigrum</i>	64,57	14,26	+
3	<i>Polygonum aviculare</i>	52	5,98	=	3	<i>Echinochloa crus-galli</i>	52,83	16,44	=
4	<i>Fallopia convolvulus</i>	52	9,45	=	4	<i>Polygonum aviculare</i>	46,96	6,83	=
5	<i>Cirsium arvense</i>	38	1,85	+	5	<i>Polygonum persicaria</i>	46,33	7,58	=
6	<i>Solanum nigrum</i>	36	7,99	+	6	<i>Amaranthus retroflexus</i>	42,35	11,05	=
7	<i>Sinapis arvensis</i>	33	2,91	-	7	<i>Convolvulus arvensis</i>	38,78	3,95	=
8	<i>Alopecurus myosuroides</i>	33	7,46	=	8	<i>Sonchus asper</i>	33,33	2,28	+
9	<i>Aethusa cynapium</i>	28	3,63	+	9	<i>Stellaria media</i>	32,08	13,94	+
10	<i>Galium aparine</i>	27	3,44	=	10	<i>Mercurialis annua</i>	31,24	13,08	+

Point par culture et détection des changements de flore

Le réseau Biovigilance flore permet aussi de faire un point régulier sur la fréquence et l'abondance des principales espèces adventices pour les différentes cultures. La comparaison de données BF avec une synthèse na-

tionale effectuée dans les années 1970 (Barra-lis, 1977) a permis de faire le point sur le statut des espèces (en progression, stable ou en régression) dans les principales cultures : maïs (Fried et al., 2005), tournesol (Fried et al., 2006), colza (Fried & Reboud, 2007). D'autres synthèses sont en cours notamment pour le blé d'hiver. Le tableau 2 livre un bref aperçu des résultats de ces travaux en donnant la tendance démographique pour les 10 espèces les

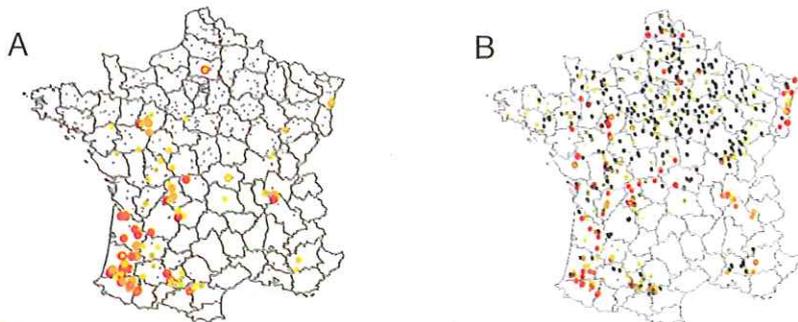
Bibliographie

• La bibliographie de cet article (18 références) est disponible auprès de ses auteurs ainsi que dans la version intégrale de cette communication diffusée dans le CD-Rom *Annales de la 20^e conférence du Coloma de l'Affp*.

plus fréquentes dans le blé d'hiver, le colza, la betterave et le maïs. Ces travaux ont montré qu'en l'espace de 30 ans, les changements étaient très importants même chez les espèces les plus communes.

On note, suivant la culture, de 5 à 11 espèces « nouvelles » parmi les 25 les plus fréquentes. Probablement à la faveur d'une mauvaise maîtrise par herbicide dans certaines cultures, quelques espèces sont directement passées d'un statut d'adventices mineures à majeures : *Geranium dissectum* dans le colza, *Aethusa cynapium* dans les betteraves, etc.

Figure 3 - Carte de répartition réelle (à gauche) et potentielle (à droite) de *Digitaria sanguinalis*. La probabilité de présence augmente du jaune au rouge et avec la taille croissante des points. Les points noirs correspondent à des probabilités de présence nulles.



Résumé

Depuis 2002, un réseau de suivi annuel de la flore adventice en grandes cultures a été mis en place par le Service de la Protection des Végétaux. Ce réseau « Biovigilance Flore » comprend 1 000 parcelles réparties en France. Son objectif est de détecter et documenter tout changement de flore dû à des modifications de pratiques culturales (produits phytosanitaires, cultures OGM, abandon du labour, etc.). Cette communication vise avant tout à présenter les objectifs suivis et le dispositif du réseau « Biovigilance Flore ». Quelques statistiques générales sont fournies sur les données récoltées. Différentes perspectives d'utilisation des données dans le cadre de la gestion des risques sont formulées.

Mots-clés : biodiversité, flore adventice, fréquence, densité, cartographie.

Summary

'BIOVIGILANCE FLORE', A LONG-TERM FRENCH WEED SURVEY

Since 2002, a long term weed survey of about 1000 arable fields has been set up in France by the national Plant Protection Organisation (network "Biovigilance Flore"). The objective of this survey is to detect and document any change in weed flora due to modifications in cultivation methods (new herbicides, GMO crops, no-tillage systems, etc). This communication aims at presenting in details the objectives and the "Biovigilance Flore". Some very general statistics are provided on the collected data. Various prospects for use of the data in the risk management framework are also formulated.

Key words: biodiversity, arable weed, frequency, abundance, distribution, survey.

Modèles, cartographie : vers la prévision des risques

À partir des relations établies entre la flore, le milieu et les techniques culturales sur la base statistique de plusieurs milliers de relevés, il est possible de bâtir des modèles de prédiction de présence des adventices pour chaque parcelle du réseau (Figure 3).

Ces modèles qui restent à perfectionner devraient permettre :

- de détecter des cas où la présence d'une espèce serait à surveiller du fait de l'écart entre probabilité de présence et observations réelles faites par le réseau,
- d'étendre la cartographie à une cartographie du risque de divers pathogènes, maladies, etc., en combinant les données Biovigilance flore à d'autres bases de données sur la relation flore adventice — autres bio-agresseurs.

La figure 3A montre que *D. sanguinalis* (la digitale sanguine) est surtout très abondante



ph. C. Fried

Sétaire glauque, *Setaria pumila*, assez peu fréquente, mais posant localement des problèmes (Aquitaine).

dans les maïs du Sud-Ouest. La carte de répartition potentielle (Figure 3B) montre que l'espèce pourrait fort bien se développer en Alsace. Certaines parcelles en Gironde ont au contraire des abondances bien supérieures à ce que les conditions du milieu laissaient prévoir. Ces cas peuvent en partie correspondre au développement de populations devenues résistantes aux herbicides (Gasquez, 2007).

Vous avez dit exemplaire ?

La valeur d'exemple du réseau Biovigilance flore ne nous semble pas discutable. Certes, les résultats présentés ici revêtent encore un caractère préliminaire et un peu descriptif. Sa poursuite devrait cependant permettre de préciser les phénomènes qui semblent se dessiner mais dont il reste à savoir s'ils ne sont pas le fruit du hasard de quelques années climatiques exceptionnelles (2003).

Par ailleurs, la base sera bientôt son propre référentiel et l'analyse de séries chronologiques compilées sur quelques parcelles devrait ouvrir sur le suivi d'effets se répercutant au-delà d'une année.

Une perspective à développer est de trouver sous quelle forme assurer le retour d'information aux acteurs du réseau (agriculteurs ou agents des PV-FREDON) pour s'ajuster plus finement à l'échelle locale.

Remerciements

Les auteurs remercient vivement toutes les personnes impliquées dans le réseau Biovigilance flore. En particulier, les agents de la Protection des végétaux et des FREDON/FREDEC (Fédérations régionales de défense contre les organismes nuisibles) qui effectuent les relevés de flore sur le terrain ainsi que l'ensemble des agriculteurs qui ont mis à disposition leurs parcelles.