



**HAL**  
open science

## Bioherbicides

Marion Triolet, Stéphane Cordeau, Christian Steinberg, Jean-Philippe  
Guillemin

► **To cite this version:**

Marion Triolet, Stéphane Cordeau, Christian Steinberg, Jean-Philippe Guillemin. Bioherbicides. Agriculture sans herbicides, 2ème ed., France Agricole, 415 p., 2016, 9782855574592. hal-01604035

**HAL Id: hal-01604035**

**<https://hal.science/hal-01604035>**

Submitted on 10 Sep 2018

**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.



# Agricultures sans herbicides

Principes et méthodes

Joseph POUSSET

Préface de Hubert Reeves  
2<sup>e</sup> édition

# Bioherbicides ?

9

Lorsque le glyphosate est apparu sur le marché, dans les années 1970, il a été présenté comme rapidement et entièrement biodégradable. Cette prétendue biodégradabilité et son efficacité l'ont fait percevoir à ses débuts comme un véritable produit miracle. Je me souviens d'un spécialiste réputé de la lutte contre les mauvaises herbes parlant devant un groupe important d'agriculteurs (conventionnels) dans le sud-ouest de la France en 2003. Ce technicien évoquait le « merveilleux glyphosate ». J'ignore s'il était sincère mais ses propos passaient très bien dans l'auditoire. A-t-il changé d'avis en 2016 ?

La réputation du glyphosate (et de sa formulation commerciale, le Roundup) était telle que certains praticiens de la culture biologique souhaitaient son introduction dans le cahier des charges bio.

Heureusement il n'en a rien été car on s'est aperçu comme il fallait s'y attendre, que le produit était dangereux. En effet même si sa toxicité immédiate est faible comme nous l'avons vu précédemment, il est maintenant considéré comme probablement cancérigène par l'Organisation mondiale de la santé.

L'illusion du glyphosate a été dissipée mais certaines personnes pensent qu'on pourra un jour admettre en agriculture « naturelle » des produits herbicides issus non de la chimie de synthèse mais de processus biologiques. On a donné à ces composés le nom de bioherbicides. Pour l'instant on en est au stade de la recherche, diverses spécialités sont testées sur le terrain, notamment en Amérique du Nord.

Ces bioherbicides sont à base de diverses substances naturelles (champignons, bactéries, acides gras végétaux...). Ils seraient probablement biodégradables et peu toxiques mais cela reste à étudier au cas par cas.

Seront-ils réellement opérationnels un jour et admissibles dans des cahiers des charges tels que celui de la culture biologique ? L'avenir le dira.

Si des herbicides à large spectre étaient un jour tolérables en agriculture naturelle, un pas considérable pourrait être franchi. La pratique régulière et programmée du semis direct serait alors envisageable dans un cadre tel que celui de l'actuelle culture biologique. Sachons donc faire preuve à la fois d'ouverture et de prudence.

C'est dans cet esprit qu'il me paraît utile de faire le point sur nos connaissances et disponibilités actuelles en matière de bioherbicides. J'ai sollicité pour ce faire la collaboration de Stéphane Cordeau, de l'Institut national de la recherche agronomique (Dijon), qui m'a proposé une contribution dont je le remercie, réalisée avec plusieurs collaborateurs et que je vous livre dans son intégralité.

Marion Triolet, Stéphane Cordeau,  
Christian Steinberg, Jean-Philippe Guillemain  
UMR1347 Agroécologie, Dijon, France

## Contexte

Les stratégies de lutte contre les mauvaises herbes/adventices sont diverses mais reposent essentiellement sur l'application de molécules herbicides d'origine chimique. L'usage intensif des herbicides de synthèse pendant les cinquante dernières années a induit un certain nombre d'impacts sur l'environnement (Morales-Flores *et al.*, 2013) et notamment sur l'eau. En France, et d'après le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (2013), les 15 molécules chimiques provenant de produits phytopharmaceutiques les plus retrouvées dans les cours d'eau en 2011 étaient en majorité des herbicides ou leurs métabolites. L'emploi intensif des herbicides a aussi provoqué l'apparition d'individus résistants. L'utilisation quasi exclusive des herbicides est actuellement remise en cause et la combinaison de différentes méthodes de lutte, dont le biocontrôle, est préconisée.

## Le biocontrôle

Le biocontrôle est défini, comme étant l'utilisation de mécanismes d'interactions naturelles qui régissent les relations entre espèces (Herth, 2011). Ainsi, le principe du biocontrôle est basé sur la gestion des équilibres des populations d'agresseurs plutôt que sur leur éradication. Les produits de biocontrôle représentent un ensemble d'outils à utiliser, seuls ou associés à d'autres moyens de

protection des plantes (Herth, 2011). Il existe quatre types d'agents de biocontrôle :

- les macro-organismes;
- les micro-organismes;
- les médiateurs chimiques;
- les substances naturelles.

Parmi ces quatre catégories de produits, les trois dernières sont rattachées au domaine des produits phytopharmaceutiques selon le règlement 1107/2009/CEE et nécessitent l'obtention d'une autorisation de mise sur le marché (AMM) (Soubeyran, 2014). Les macro-organismes, eux, sont soumis par le régime national d'autorisation. Ce régime permet de protéger le territoire français contre l'introduction d'espèces ayant un potentiel invasif. Il stipule qu'une évaluation de leur potentiel de nuisibilité envers les écosystèmes doit être réalisée en amont. Les décisions d'autorisations sont délivrées par l'ANSES, après analyse des risques phytosanitaires et environnementaux (ANSES 2013).

Dans la lutte contre les adventices, les types d'agents de biocontrôle recherchés sont essentiellement les micro-organismes et les substances naturelles mais également les macro-organismes (Hinz, 2014; Zimdahl, 2011). Dans ce chapitre, seuls les micro-organismes et les substances naturelles seront traités. Les micro-organismes choisis peuvent être des champignons, bactéries et virus. Les produits de biocontrôle créés avec des substances naturelles sont composés de substances issues du milieu naturel et peuvent être d'origine végétale, animale ou minérale.

Les moyens de lutte biologique contre les adventices sont aujourd'hui peu développés en regard de ceux mis en œuvre contre les ravageurs et les maladies.

## Les bioherbicides

Pour réduire l'application de produits phytopharmaceutiques et notamment des herbicides, de nouvelles molécules sont recherchées et de nouveaux produits sont ainsi mis au point. Ces nouveaux produits, bioherbicides, devraient a priori présenter un profil environnemental plus favorable car ils sont conçus à partir de substances naturelles déjà présentes dans l'environnement (Rizvi *et al.*, 2012). Leur demi-vie est en général plus courte que celle de molécules chimiques et le fait que ces substances fassent partie de l'environnement depuis des années leur confère une meilleure acceptabilité de la part des organismes de réglementation. Cependant, naturel ne veut pas dire inoffensif. Certaines toxines

naturelles d'origine végétale ou microbienne et présentes dans l'environnement, peuvent également être dangereuses pour des organismes animaux dont les mammifères et leur spectre d'activité doit donc être correctement évalué (Duke *et al.*, 1999). Les bioherbicides sont cependant très attendus en agriculture notamment pour faire face au retrait de substances actives et/ou de spécialités commerciales et à l'augmentation de populations d'adventices résistantes aux herbicides de synthèse.

### Définition

En 1971 un bioherbicide était défini comme une substance destinée à réduire la présence des mauvaises herbes et ne provoquant pas de dégradation de l'environnement (*Revue semestrielle de terminologie française*, 1971). De nos jours, cette définition a évolué. D'après Bailey (2014), les bioherbicides sont des produits d'origine naturelle ayant un pouvoir désherbant. Ces produits peuvent être soit des micro-organismes, soit des dérivés d'organismes vivants comprenant entre autres les métabolites naturels que produisent ces organismes au cours de leur croissance et leur développement.

### Principe d'action

Le principe d'action des bioherbicides est similaire aux mécanismes d'interactions hôtes/agents pathogènes et au phénomène d'allélopathie (Bonin *et al.*, 2014).

Dans le cas de l'interaction de type hôte/pathogène, l'agent de biocontrôle appliqué sur des adventices doit contourner les réactions de défense de la plante. La relation entre les deux individus doit être compatible pour que l'agent pathogène (ici l'agent de biocontrôle) soit capable d'infecter la plante cible (Andanson, 2010). Différents facteurs de virulence sont impliqués directement ou indirectement dans la maladie. Les premiers facteurs sont des enzymes qui dégradent les parois végétales (pectinases, cellulases, ligninases...), les protéines et les membranes lipidiques (protéases, peptidases, amylases, phospholipases...) facilitant l'entrée et/ou la dispersion des agents de biocontrôle dans la plante hôte (Ghorbani *et al.*, 2005). Les seconds sont des toxines qui interfèrent avec le métabolisme du végétal en modifiant l'expression d'un gène conduisant à la mortalité du végétal. Les toxines interagissent avec un composé spécifique de la plante (enzyme, récepteur...) donc si ce composé est absent ou altéré, il n'y a pas d'effet toxique. Par conséquent, les toxines et/ou leurs cibles moléculaires sont des déterminants

importants pour caractériser une gamme hôte-agent pathogène (Hoagland *et al.*, 2007).

Dans le cas du phénomène d'allélopathie, seules les molécules extraites de micro-organismes (champignons, bactéries...) ou de plantes sont utilisées. Ce type de contrôle correspond au phénomène d'inhibition observable dans certaines parcelles. L'allélopathie se définit comme étant « un effet négatif de composés chimiques produits par le métabolisme secondaire des plantes ou de micro-organismes (virus, champignons, bactéries...) qui ont une influence sur la croissance et le développement des écosystèmes biologiques et agricoles (à l'exception des mammifères) » (De Albuquerque *et al.*, 2011). L'exemple le plus connu est celui de la juglone produite par le noyer autour duquel peu de plantes peuvent pousser.

Ces différents types d'action d'origine microbienne et végétale permettent de disposer d'une extraordinaire diversité de composés biochimiques pour agir sur un grand nombre de sites moléculaires cibles au niveau des adventices (Duke *et al.*, 1999). Ainsi les perspectives d'utilisation des bioherbicides sont importantes et méritent d'être exploitées. Selon la ressource biologique dont le bioherbicide est issu, l'efficacité de ce dernier va dépendre de la spécificité et de la virulence de l'agent de bio-contrôle ou de la spécificité de la molécule. En outre, pour pouvoir être conservé, commercialisé, manipulé et appliqué, le bioherbicide est formulé avec des co-formulants dont la composition n'est pas toujours révélée mais dont l'objectif est d'assurer l'efficacité et l'utilisation du produit. Par ailleurs, il a été montré que l'action d'un bioherbicide est également dépendante de nombreux facteurs tels que la dose d'inoculum, le stade phénologique de la cible, les conditions environnementales dont l'hygrométrie (Ghorbani *et al.*, 2006; Hallett, 2005).

De nos jours, des molécules actives naturelles telles que la phosphinothricine, version biosynthétique du glufosinate, et le bialophos, produit phytotoxique microbien, ont permis de concevoir des herbicides commerciaux (Duke *et al.*, 1999). La leptospermonine, repérée en 1977 pour ses propriétés herbicides, est une tricytène et a servi à l'élaboration de nombreux analogues synthétiques très actifs comme la Sulcotrione® et la Mesotrione® (Joulain, 2013). Ces produits ne sont pas des bioherbicides, mais ils ont été synthétisés et produits en s'inspirant de molécules naturelles. Ils ne représentent qu'une petite part des herbicides commercialisés, cependant ils ont permis d'agir sur de nouvelles cibles moléculaires. L'isolement de tricytènes naturels à l'état pur à partir des huiles essentielles de plantes se fait aisément par simple extraction à la soude. Cependant,

jusqu'à maintenant, les produits de synthèse ont été mis en avant car ils sont plus stables chimiquement et moins volatils (Joulain, 2013).

De plus en plus d'études sur les bioherbicides sont actuellement publiées. Malheureusement, la plupart n'investissent pas suffisamment dans la compréhension du mode d'action régissant l'interaction entre le micro-organisme ou la molécule et la plante cible, ni sur l'impact écotoxicologique du bioherbicide. Une telle connaissance permettrait pourtant d'optimiser les conditions d'application des bioherbicides et encouragerait leur utilisation. Cependant du point de vue réglementaire, il est préférable, mais pas obligatoire, de connaître le mode d'action pour homologuer un produit de type herbicide. À l'échelle mondiale, seule une douzaine de spécialités commerciales de type bioherbicide à base de micro-organismes ou de molécules naturelles sont actuellement commercialisées.

## Produits actuellement commercialisés

Les premiers bioherbicides ont été commercialisés dans les années 1980. Depuis, le nombre de biopesticides a augmenté dans le monde, cependant la part des bioherbicides représente moins de 10 % de tous les biopesticides (biofongicides, biobactéricides, bioinsecticides et bionématocides) (Charudattan, 2001). Seuls quelques pays comme l'Ukraine (production d'un bioherbicide), le Canada (trois bioherbicides) et les États-Unis (quatre bioherbicides) (Bailey, 2014) commercialisent des bioherbicides. Depuis 2015, suite à l'homologation en Europe d'un nouvel herbicide (Beloukha®) distribué sur tout le continent, la France fait désormais partie des pays qui commercialisent au moins un bioherbicide.

Parmi les treize bioherbicides homologués, neuf sont à base de micro-organismes fongiques, trois sont à base de micro-organismes bactériens et un a pour substance active un extrait naturel de plante.

### Devine (laboratoire Abott)

Devine™ (1981) est produit par le laboratoire Abott Laboratories aux États-Unis et contient la souche MVW de l'oomycète *Phytophthora palmivora*. Il a été homologué pour lutter contre l'adventice *Morrenia odorata* (Hook. & Arn.) Lindl. dans les cultures d'agrumes. Depuis 2006, il n'est plus disponible dans le commerce.

### Collego (Upjohn Compagny)

Collego™ (1982) est produit aux États-Unis par Upjohn Company. Son activité est assurée par des

spores de la souche ATCC (American Type Culture Collection) 20358 *Colletotrichum gloeosporioides* f.sp. *aeschynomene*. Ce bioherbicide permet de lutter contre *Aeschynomene virginica*. En 1997, l'Agence de protection de l'environnement (EPA) a réévalué *C. gloeosporioides* f.sp. *aeschynomene* souche ATCC 20358 selon des normes plus récentes. En 2006, Collego™ devient LockDown®.

### BioMal

BioMal® est un bioherbicide dont l'agent actif est *Colletotrichum gloeosporioides* f.sp. *malvae* ATCC 20767. Son enregistrement comme bioherbicide s'est fait en 1992 au Canada par Philom Bios Inc. Ce bioherbicide est utilisé pour contrôler *Malva pusilla* (mauve à petites feuilles) dans les cultures. En 1994, la production et les ventes sont interrompues en raison des coûts de production et de commercialisation. L'évolution des conditions du marché et l'introduction de trois nouveaux herbicides de synthèse moins coûteux ont mis fin à la commercialisation de BioMal®. En 2006, l'Agence de réglementation de la gestion des ravageurs (PMRA) a réévalué ce bioherbicide sur la base des nouvelles normes en vigueur. Cependant, en l'absence de partenaire industriel, la durée de validité de l'enregistrement a expiré.

### Woad Warrior (Dr Sherman Tomson)

Le produit Woad Warrior® conçu par le Dr Sherman Tomson aux États-Unis a été homologué en 2002. Le principe actif de ce bioherbicide est le champignon *Puccinia thlaspeos* C. Shub. *strain woad* qui permet de contrôler *Isatis tinctoria* L. (le pastel des teinturiers). Il n'est pas disponible dans le commerce mais seulement sur demande au laboratoire de l'université de l'Utah.

### Mycotech et Chontrol

Les bioherbicides Mycotech™ et Chontrol® Pastes ont été conçus avec le champignon *Chondrostereum purpureum*. Ils ont vu le jour pour contrôler les rejets de souches du merisier d'Amérique du Nord (*Prunus serotina*) dans les sols sableux des forêts de conifères et du peuplier (*Populus euramericana*). Myco-Forestis Corporation a homologué *C. purpureum* souche HQ1 sous le nom de Mycotech™ en 2002 au Canada et en 2005 aux États-Unis. Le produit Chontrol® Pastes a été mis au point avec la souche PFC 2139 du champignon *C. purpureum* isolé du pommier en 2004. L'enregistrement de Mycotech™ a expiré en 2008, il n'est donc plus disponible dans le commerce. Cependant Chontrol® Pastes est toujours disponible sur le marché américain et canadien.

### Smoulder

Smoulder® a pour principe actif le champignon *Alternaria destruens* L. Simmons souche 059. Ce champignon est pathogène des plantes du genre *Cuscuta*. Il contrôle plusieurs espèces de cuscutes parasites sur différentes cultures, telles que la luzerne, les carottes, les canneberges, les poivrons, les tomates, les aubergines, les bleuets et les plantes ligneuses ornementales. Ce bioherbicide a été découvert et développé par le Dr Tom Bewick à la station expérimentale Cranberry de l'université du Massachusetts. Il a été produit et enregistré par Loveland Products Inc., Greely CO et Sylvan Bio Inc., Kittanning, PA. L'EPA l'a approuvé pour l'homologation en 2005. Cet agent de biocontrôle est conditionné sous forme de poudre (Smoulder G) et sous forme de poudre mouillable (Smoulder WP).

### Sarritor

Le produit Sarritor® contrôle les dicotylédones dans le gazon. Il est composé du champignon *Sclerotinia minor* Jagger souche IMI 344141, découvert par le Dr Alan Watson au Québec. En 2007, il a été enregistré sous condition. Après des études complémentaires, l'homologation totale a été finalisée en 2010. Cependant, la même année, un nouveau bioherbicide produit à partir de fer chélaté (hydroxyéthylène-diamine triacétique [FeHEDTA]) est arrivé sur le marché, ce qui a fortement diminué les ventes de Sarritor® aux professionnels. L'entreprise s'est alors concentrée sur le marché domestique.

### Phoma

Le bioherbicide Phoma® a eu une inscription conditionnelle pour une utilisation sur gazon au Canada, en 2011. Aux États-Unis, en 2012, ce produit a obtenu une inscription complète pour la même utilisation. Initialement, il a été développé pour contrôler les dicotylédones dans le gazon, en agriculture et en agroforesterie. Il contient le champignon *Phoma macrostoma* souche 94-44B, découvert par Karen Bailey et Jo-Anne Derby de l'Agriculture et Agri-Food du Canada et a été développé par The Scotts Company aux États-Unis.

### MBI-000 EP

Le produit MBI-000 EP a pour principe actif un composé issu de la bactérie *Streptomyces acidiscabies* souche RL-110, la thaxtomine A, produite au cours d'une fermentation. MBI-005 EP est la préparation commerciale utilisée dans les gazons en plaque composés de pâturin des prés et de fétuque pour

contrôler le pissenlit (Pest Management Regulatory Agency, 2013). Il peut aussi être utilisé en agriculture, pépinières et terrains de golf. *S. acidiscabies* a une activité à large spectre en prélevée, tuant les adventices au moment de la germination, et une activité sélective en application post-levée dans les gazons et certaines cultures. MBI-005 a été découvert et développé par Marrone Bio Innovations Inc. Un produit commercial sous le nom Opportune® se prépare à être commercialisé suite à la réception d'un avis favorable d'enregistrement en avril 2012.

### Camperico

Camperico® a été conçu pour lutter contre le pâturin annuel dans les gazons. Son principe actif est la souche bactérienne *Xanthomonas campestris* JTP482. Ce bioherbicide a été développé sous le nom commercial de Camperico® par Japan Tobacco Inc. Actuellement, l'entreprise n'a pas indiqué que Camperico® était un produit à vendre.

### Organo-Sol

Le produit Organo-Sol® est un mélange de plusieurs bactéries lactiques provenant de la fermentation des produits laitiers (lactosérum) qui produisent de l'acide citrique et de l'acide lactique. Ces bactéries sont :

- Lactobacillus casei souche LTP-111 ;
- Lactobacillus rhamnous souche LTP-21 ;
- Lactobacillus lactis ssp. lactis souche LL64/CSL ;
- Lactobacillus lactis ssp. lactis souche LL102/CSL ;
- Lactobacillus lactis ssp. cremoris souche M11/CSL.

### Organo-Sol

Organo-Sol® permet le contrôle du trèfle blanc et rouge (*Trifolium* spp.), du lotier corniculé (*Lotus corniculatus* L.), de la luzerne lupuline (*Medicago lupulina* L.), de l'oseille des bois (*Oxalis acetosella* L.) établis dans les pelouses. Organo-Sol® a été autorisé au Canada en 2010 et est actuellement commercialisé sous le nom Kona™ par AEF Global. Kona™ est disponible seulement pour les professionnels. En 2014, AEF Global a sorti le produit Bioprotec Herbicide™, même produit que celui des professionnels mais avec une formulation différente et à usage domestique.

### Beloukha

Un nouveau bioherbicide, Beloukha®, vient d'obtenir (2015) une autorisation de mise sur le marché (AMM) en Europe. Il peut être utilisé sur vigne, pour la destruction des rejets et la maîtrise des adventices, et pour le défanage des pommes de terre. En 2016/2017, il sera présent sur le marché européen. Par la suite, il est prévu que ce produit soit homologué sur d'autres marchés (États-Unis, Japon...). Ce bioherbicide est issu de l'huile de colza par un procédé d'extraction naturelle. Les molécules extraites sont l'acide nonanoïque et l'acide pélargonique. Beloukha® est distribué par la société Jade (Jardin et Agriculture Développement), filiale du Groupe ALIDAD'invest. Des demandes d'autorisations d'usage en arboriculture et maraîchage sont en cours d'études et prévues pour la campagne 2015/2016. La spécialité Katoun®, usage pour les zones non agricoles (désherbage espaces verts : allées de parcs, jardins publics et trottoirs), sera distribuée par la société Syngenta.

## Bibliographie

- Andanson A., 2010, *Évolution de l'agressivité des champignons phytopathogènes, Couplage des approches théorique et empirique*, Nancy 1, <http://www.theses.fr/2010NAN10094>.
- Bailey K. L., 2014, « The Bioherbicide Approach to Weed Control Using Plant Pathogens » in *Integrated Pest Management, Current Concepts and Ecological Perspective*, edited by Dharam P. Abrol, Academic P, 245–66, Elsevier.
- De Albuquerque M., Dos Santos R., Lima L., Melo Filho P., Nogueira R., Da Câmara C., and Ramos A., 2011, « Allelopathy, an Alternative Tool to Improve Cropping Systems, a Review », *Agronomy for Sustainable Development* 31 (2): 379–95.
- Duke S. O., Dayan F. E., Romagni J. G., and Rimando A. M., 1999, « Natural Products as Sources of Herbicides : Current Status and Future Trends », *Weed Research* 40: 99–111.
- Ghorbani R., Leifert C., and Seel W., 2005, « Biological Control of Weeds with Antagonistic Plant Pathogens », in *Advances in Agronomy*, 191–225.
- Ghorbani R., Seel W., Leifert C., 2006, « Effect of Plant Age, Temperature and Humidity on Virulence of *Ascochyta Caulina* on Common Lambsquarters (*Chenopodium album*) », *Weed Science* 54: 526–31.
- Hallett S. G., 2005, « Symposium Where Are the Bioherbicides ? », *Weed Science* 53 (4): 404–15.



Herth A., 2011, « Le Bio-Contrôle, Résumé du rapport du député Herth », Avril. [http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/110420\\_biocontrole.pdf](http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/110420_biocontrole.pdf).

Hinz H. L., Schwarzländer M., Gassmann A., Bouchier R. S., 2014, « Successes we may not have had: a retrospective analysis of selected weed biological control agents in the United States », *Invasive Plant Science and Management* 7: 565-579.

Hoagland R. E., Boyette C. D., Weaver M. A., Abbas H. K., 2007, « Bioherbicides: Research and Risks », *Toxin Reviews* 26 (4): 313-42. doi:10.1080/15569540701603991.

Joulain D., 2013, *L'emploi des produits naturels pour la protection des cultures: perspectives et limitations. Une opportunité pour la filière des plantes aromatiques françaises*, p. 7.

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, 2013. *Les Pesticides les plus rencontrés dans les cours d'eau. Observation et statistiques.*

<http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lessentiel/ar/246/211/pesticides-plus-rencontres-cours-deau.html>.

Morales-Flores F., Aguilar M. I., King-Díaz B., and Lotina-Hennsen B., 2013, « Derivatives of Diterpen Labdane-8 $\alpha$ , 15-Diol as Photosynthetic Inhibitors in Spinach Chloroplasts and Growth Plant Inhibitors », *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 125 (August): 42-50. doi:10.1016/j.jphotobiol.2013.04.010.

Rizvi P. Q., Ahmad S. K., Choudhury R. A., Arshad A., 2012, « Biopesticides in Ecologically-Based Integrated Pest Management », in *Integrated Pest Management*, D.P. Abrol and U. Shankar, 133-61, CAB International.

Soubeyran E., 2014, *Reglementation\_Produit de Biocontrole.pdf*. Power Point, April 22.

Zimdahl, 2011, « Biological Weed Control », *Fundamentals of Weed Science*, 327-355.