



GAB21
GAB21

Journées Techniques Nationales Fruits & Légumes et Viticulture Biologiques



INRA^C LABRIH



ITAB



INRA^C

Beaune
6 et 7 décembre 2005



SOMMAIRE

CONFERENCES COMMUNES3

Les préparations phytothérapeutiques (Purins, tisanes...) (E.Petiot,Consultant).....	5
Intrants destinés aux productions végétales. Quelles exigences réglementaires actuelles? (M.Jonis, H De Bernardi, ITAB)	15
L'allélopathie et son utilisation en agriculture biologique (N.Delabays, Univ Changins).....	25
Contrôle des mauvaises herbes à base de matières actives naturelles pour l'agriculture biologique ? (E.Wyss, O. Schmid, B. Speiser et L. Tamm, FIBL).....	33
L'aménagement de l'environnement comme moyen de lutte contre les ravageurs en cultures annuelles (L. Pfiffner, H. Luka, C. Schlatter, FIBL).....	43
Bandes florales et biodiversité fonctionnelle en verger (L.Romet, GRAB)	53
Connaissance de la diversité des prédateurs polyphages dans le vignoble du Beaujolais (C. Le Roux,CA Rhône).....	61

MARAICHAGE69

Une nouvelle approche du travail du sol : les planches permanentes (D.Berry, SERAIL ; J.Demeusy, ADAbio ; J.Templier, Gaëc des Jardins du Temple)	71
Les planches permanentes en maraîchage (U.Schreier, Ecodyn)	79
Nouveauté en maraîchage (A.Taulet, GRAB)	81
Filets verticaux contre les ravageurs maraîchers (E.Wyss, FIBL)	85
La mouche mineuse du poireau (Phytomyza gymnostoma) : biologie et lutte (Y.Bouchery, Inra Colmar)	91

ARBORICULTURE.....101

Mycorhizes et nutrition phosphatée des plantes (C.Planchette, Inra Dijon)	103
La conduite d'une plantation de fruits rouges en AB (J.L. Petit, Consultant)	111
Connaissances et expériences sur le système Sandwich (J.L Tschabold, FIBL).....	117

VITICULTURE121

Le point sur les maladies de dépérissement de la vigne (P.Larignon, ITV).....	123
Les effets de la quantité et la de qualité de la lumière réfléchi sur le raisin et le vin (F.X. Sauvage, Inra Montpellier).....	131
Charte de vinification biologique (FNIVAB)	143

CONFERENCES COMMUNES

LES PREPARATIONS EN PHYTOTHERAPIES (PURINS, TISANES...)

*Eric PETIOT
Consultant
840, route du Col
01170 CROZET*

- Préparations Bio-stimulantes
- Préparations Insecticides
- Préparations Fongicides
- Exemples de traitements sur la vigne

1 LES PLANTES BIO-STIMULANTES

Dans la nature, les plantes se nourrissent de leurs propres résidus. Les aiguilles des conifères, les feuilles, les tiges sèches sont coupées menu par les animaux du sol, décomposées par les bactéries et transformées en éléments assimilables par les plantes.

Les légumes, les arbres cultivés ne *peuvent* pas se contenter de cette nourriture. La plus grande partie de leur "biomasse" est en effet récoltée et perdue pour le sol. Ils ont donc besoin d'une bonne fertilisation au sol par arrosage (racines) ou en pulvérisation foliaire (dans ce cas, la plante absorbe les éléments nutritifs par les stomates situés à la face inférieure de la feuille.) (voir atelier).

Bien des plantes ont des effets stimulants sur le sol, sur une ou plusieurs parties du végétal, en pulvérisation ou encore pour certaines par leur simple présence à proximité des rangs légumiers.

Utilisées à bon escient, on favorisera la vie microbienne et bactériologique du sol où l'on stimulera les capacités d'autodéfense de la plante aux attaques parasites et où l'on améliorera ses capacités d'échanges voir selon les plantes stimulantes, tout cela en même temps.

Cependant il serait vain de penser que les plantes stimulantes sont capables de remplacer les engrais.

Considérez les comme des "vitamines" ou des remontants capables d'améliorer l'assimilation des engrais.

Basés sur la loi de la restitution, vos apports nutritifs se feront de manière fractionnée tout au long de la saison en tenant compte des facteurs climatiques (pluie), astronomiques (lune et planètes).

1.1 Quelques plantes stimulantes

Grande Ortie - Urtica dioica - Urticacées

Utilisée depuis bien longtemps, l'ortie n'a plus à faire ses preuves en matière d'efficacité. Des travaux ont été effectués en 1981 par le scientifique Rolf Peterson de l'université de Lund en Suède pour confirmer les réels bénéfices de l'usage de l'ortie en tant que plante stimulante.

On l'utilise contre la chlorose (diluée au 1/20) en arrosage aux pieds des arbres, mais aussi comme fortifiant.

C'est un excellent engrais foliaire (Diluée au 1/50 en extrait fermenté). En pulvérisation, elle améliore la photosynthèse et la croissance (300 litres / hectare).

En pulvérisation sur le compost, elle accélère la décomposition (acide carbonique et ammoniac). Celui-ci n'étant pas métabolisé par la plante une fois ramassée , il rentre dans le processus de décomposition du compost.

L'ortie est utilisée en biodynamie.

J'utilise l'ortie en perfusion, diluée au 1/50 contre les chloroses fériques ou pour les arbres souffrants d'un mauvais départ de végétation (mauvaise plantation). On peut l'associer à de la racine d'ortie, préparée en décoction (contre les maladies cryptogamiques). La préparation devra être bien filtrée, sinon les aiguilles se bouchent rapidement.

L'ortie est utilisée en biodynamie.

J'utilise l'ortie en perfusion, diluée au 1/50 contre les chloroses fériques ou pour les arbres souffrants d'un mauvais départ de végétation (mauvaise plantation). On peut l'associer à de la racine d'ortie, préparée en décoction (contre les maladies cryptogamiques). La préparation devra être bien filtrée, sinon les aiguilles se bouchent rapidement.

⇒ Récolte : on peut la récolter plusieurs fois dans l'année mais toujours avant la floraison. On peut faire sécher la plante avant utilisation.

Composition : En ppm (partie par million)

Azote total : 595	Potassium : 630
	Calcium : 730
Azote nitrique : 5	Magnésium : 80
Azote ammoniacal : 240	Sulfate : 5
Azote organique : 20	Fer : 2,5

Consoude - *Symphytum officinale* - Borraginacées

En pulvérisation, la consoude favorise la pousse des semis, stimule la vie du sol. (Arrosage en dilution au 1/10 à 1/20. Purin d'une semaine).

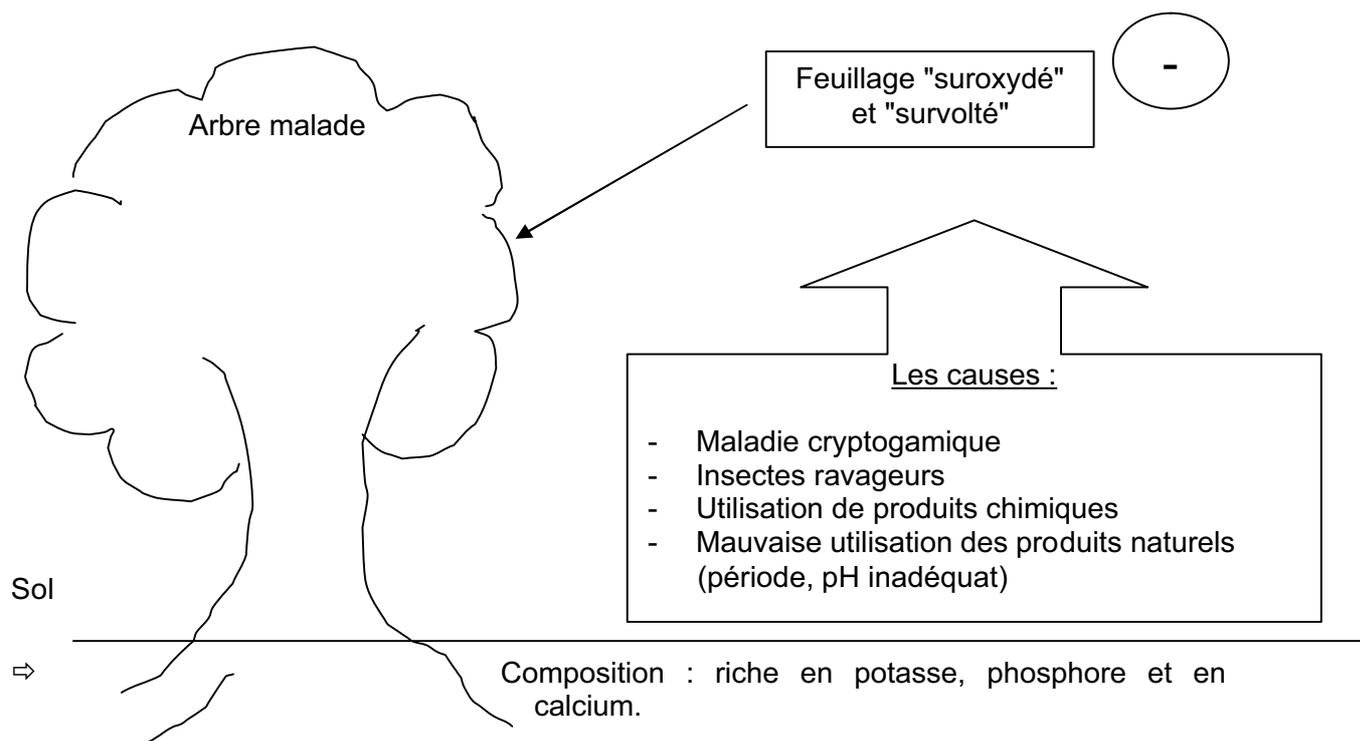
Excellent engrais foliaire (au 1/20 en pulvérisation ; extrait fermenté d'une semaine). A pulvériser en gouttelettes fines le soir après une pluie matinale, faire un arrosage ou encore une perfusion (très bons résultats).

En pulvérisation sur le compost, elle accélère sa décomposition (voir aussi ortie).

En pulvérisation sur le sol la consoude a la propriété de libérer la potasse du sol.

Elle permet de rééquilibrer un sol « suroxydé », en descendant le potentiel redox et le pH.

Un feuillage parasité est systématiquement « suroxydé », « survolté » (redox) et la consoude contribue grandement à rééquilibrer le pH et le potentiel redox sur la surface foliaire.



⇒ Récolte : on peut utiliser la plante entière. On récolte la racine en Avril.

Les feuilles peuvent être ramassées d'Avril jusqu'aux dernières gelées.

⇒ Plantation : la consoude doit être plantée à un endroit mi-ombre sinon elle peut être envahie par l'oïdium.

Achillée millefeuille - Achillea millefolium - Asteracées

Utilisée en biodynamie, l'Achillée permet d'améliorer la fumure.

Introduite sous forme de préparation dans le compost, elle permet l'amélioration de celui-ci.

Elle renforce les systèmes de défense des végétaux aussi bien que la reine des prés.

Elle renforce les préparations fongicides (en extrait, 20 g de fleurs séchées pour un litre d'eau.) A pulvériser en dilution (1 litre d'extrait pour 10 litres d'eau de pluie + la préparation fongicide, dans le cas d'une utilisation contre les champignons). Brassier 10 minutes.

⇒ Récolte : en juin et en septembre. Suspendre les bouquets pour les faire sécher.

⇒ Culture associée : améliore en quantité et en qualité le parfum des plantes aromatiques. Peut se cultiver en rangs intercalaires avec des plantes médicinales.

⇒ Principes actifs : huile volatile (dont pro-azulène), acide isovalérianique, acide salicylique, molécule endogène qui semble agir dans la signalisation intercellulaire lors de l'interaction d'une plante et d'un agent pathogène (il intervient comme messenger dans la résistance acquise aux parasites).

2 LES PLANTES INSECTICIDES

En culture biologique, pour lutter contre les insectes ravageurs, plusieurs moyens sont utilisés.

Tout d'abord parvenir à long terme à un équilibre entre la partie du sol et le cosmique.

On utilisera du compost proche de l'humus pour faciliter les échanges entre la plante et les parties cosmiques et pour une meilleure assimilation des traitements foliaires.

Tout cela crée un équilibre et il devrait y avoir moins d'attaques parasitaires.

On peut utiliser des plantes aux vertus insectifuges qui en sécrétant des essences à odeur forte repousseront les insectes qui ne pourront pas se poser sur leurs plantes hôtes.

En dernier recours, on utilisera à bon escient les plantes au pouvoir insecticide. Celles-ci contiennent des substances toxiques en plus ou moins grande quantité (alcaloïdes, hétérosides cyanogénétique, etc...) qui ont une action sur le système nerveux des ravageurs.

On trouve généralement ces métabolites secondaires dans la vacuole (hétérosides) et l'enzyme hydrolysante dans le cytosol.

2.1 Quelques plantes insecticides

Ail - Allium sativum - Liliaceae

Eldon L. Reeves et S.V. Amonkar, chercheurs (ou plutôt trouveurs !) à l'université de Californie ont fait de récentes découvertes sur l'ail. En effet, cette plante serait un insecticide puissant (nous pouvons l'attester par nos recherches et applications sur le terrain).

Ces chercheurs ont éradiqué en totalité cinq espèces de larves de moustiques en pulvérisant une huile à base d'ail.

Greenstock David détruit 89 % des aphidiens (pucerons) et 95 % des mouches de l'oignon avec une émulsion d'ail.

Tremper 100 g d'ail haché dans 2 c. à soupe d'huile (huile d'olive, huile de sésame, huile de lin, huile blanche à 95 % de paraffine) pendant 12 heures. Ajouter un litre d'eau de pluie. Mélanger puis filtrer la préparation et la garder dans un récipient en verre ou en plastique. Pour le traitement, diluer au 1/20.

Ce mélange réduit significativement la ponte des psylles du poirier et empêche l'alimentation de *Mysus persicae* entraînant donc sa mort.

Contre les acariens (araignées rouges) sur les fraisiers et autres plantes sensibles, traiter début mai, trois fois à trois jours d'intervalles (décoction : 70 g / litre d'eau et pulvériser en dilution au 1/7).

Eviter ce type de préparation en période de sécheresse, car cette préparation permet l'ouverture de stomates et peut accentuer les effets du stress hydrique.

⇒ Principes actifs : l'Allicin, mélange de substances dont principalement des sulfures d'allyles, produites par des enzymes dans le bulbe, où leur efficacité dépend de la présence de soufre assimilable.

Le soufre est produit dans le sol par des micro-organismes, dont certains champignons microscopiques qui ne peuvent vivre sans humus (encore un intérêt de cultiver avec des amendements organiques).

L'ail sécrète des saponines, principe actif à action insecticide.

⇒ Partie utilisée : gousse d'ail.

⇒ Plantation : en terrain humifère.

⇒ Cultures associées : fraisiers, pommes de terre, tomates (acariens).

Pyrèthre - Tanacetum cinerariifolium - Asteraceae

Plante originaire d'Albanie et de l'ex-Yougoslavie, cultivée en Europe pour ses fonctions insecticides.

Extrait de fleurs, qui paralyse le système nerveux de tous les insectes, sauf les abeilles provoquant alors l'effet "knock-down" (effet pouvant être réversible si la dose est faible).

C'est un puissant ichtyocide. Sa rémanence dans le sol est de courte durée.

Absolument pas dangereux pour l'homme et les animaux domestiques ainsi que les abeilles.

Toxique pour les poissons !

Traiter le soir ou le matin tôt pour plus d'efficacité (les pyréthrinés sont rapidement biodégradés par l'oxygène de l'air et les rayons du soleil). Les fleurs de pyrèthre doivent être séchées sur des journaux dans un endroit bien aéré.

Par temps froid, rajouter 0,5 g d'alcool.

On l'utilise contre les pucerons, les aleurodes, les acariens, la mouche du chou, etc...

On trouve des préparations dans le commerce qui peuvent être plus ou moins efficaces, voire dangereuses à long terme (pyréthroïdes de synthèse) ou bien la substance naturelle ajoutée à du pipéronyl-butoxide (synergisant).

On peut l'utiliser contre le puceron lanigère en perfusion (15 ml pour un 8 / 10)

⇒ Exposition : le pyrèthre aime la chaleur et la lumière même un peu tamisée.

Grande ortie - Urtica dioica - Urticacées

Les biodynamistes utilisent également les tisanes d'ortie en traitement insecticide pour lutter contre les invasions d'acariens jaunes et rouges.

A. Réaut, producteur de champagne biologique, obtient, avec ce traitement, un résultat remarquable : 97 % de mortalité des acariens (araignée rouge).

Comptage de contrôle effectué 3 jours après l'épandage.

Profitant de cette capacité à repousser les insectes ou à les tuer, l'ortie est utilisée dans le traitement naturel des semences.

Baignées dans des infusions ou des composts de plantes, les semences sont protégées et le début de leur croissance est stimulé.

L'ortie convient aux traitements des semences de céréales (Bernard Bertrand, les secrets de l'ortie).

Neem - Azadirachta indica

Le Neem est un insecticide végétal dont la matière active est l'azadirachtine, isolée à partir d'extraits des graines de l'arbre.

Le Neem est particulièrement efficace contre les principaux insectes défoliateurs.

En application tant foliaire que systémique (perfusion), le neem est efficace contre la mouche à scie, en particulier le pamphile introduit du pin.

En laboratoire, l'extrait de graines de neem contenant l'azadirachtine a été très efficace contre les larves défoliatrices de 13 espèces de lépidoptères et de mouches à scie (hyménoptères). Les mouches à scie se sont révélées beaucoup plus sensibles que les lépidoptères.

Dans le cadre d'essais sur le terrain, des applications foliaires de Neem effectuées à raison de 50 g d'azadirachtine / ha à l'aide d'un pulvérisateur dorsal motorisé ou d'un pulvérisateur à air comprimé, se sont révélées efficaces sur le pin contre le charançon du pin blanc, le pamphile introduit du pin et le diprion importé du pin.

Appliqué sur l'épinette et le sapin à la dose de 100 g / ha, le Neem a fourni une protection acceptable contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette.

Les extraits de graines ont également des propriétés systémiques contre les mineuses et les défoliateurs forestiers, lorsqu'ils sont inoculés dans le tronc des arbres (perfuseur).

Dans le cadre d'essais sur le terrain ciblant le pamphile introduit du pin, l'inoculation dans le tronc de petits pins rouges de formulations non diluées de concentrés émulsifiables, à raison de 0,05 g d'azadirachtine par arbre, a conféré une excellente protection aux aiguilles de l'année et aux vieilles aiguilles avant l'éclosion des oeufs.

L'inoculation dans le tronc de grands pins rouges de 25-30 cm de diamètre (hauteur de poitrine) et 20 m de hauteur a également fourni une excellente protection.

Inoculée dans le tronc de grandes épinettes blanches, à raison de 0,1-0,2 g / cm de dhp (diamètre de hauteur de poitrine), l'azadirachtine a donné de bons résultats contre les chenilles de la tordeuse des bourgeons de l'épinette.

Utilisée à la dose de 0,1 g / cm de dhp sur le thuya occidental, elle a réduit considérablement les effectifs de la mineuse du thuya.

Les applications de neem peuvent également être persistantes. La forte mortalité induite par l'inoculation d'une dose de 0,1 g / cm de dhp dans le tronc de pins blancs de 20 cm de dhp s'est maintenue pendant au moins 77 jours chez le diprion importé du pin.

On peut utiliser le neem en pulvérisation sur les arbres fruitiers (sauf le poirier Guyot car il brûle).

On peut l'utiliser contre le puceron lanigère en perfusion (0,1-0,2 g / cm de dhp).

Dans le cadre de recherches en laboratoire et sur le terrain : le potentiel du neem a été évalué dans des plantations de pins gris au nord de Sault Ste Marie (Ontario), sur des pins blancs près d'Owen Sound, Parry Sound, Paisley, Sault Ste Marie et Markdale (Ontario), dans des plantations de pins rouges près de Craighurst et Sprucedale (Ontario), dans des vergers à graines et des plantations d'épinettes blanches à Sioux Lookout, Dryden et Balsam Lake, dans des plantations de thuyas occidentaux dans l'île Joseph (Ontario) et dans des peuplements de sapins baumiers près de Cmerbrook, à Terre-Neuve.

Association de menthe poivrée, sauge officinale, saponaire officinale, rue

Mélange redoutable sur aphidiens, arachnides, sur légumes, fruitiers et vigne.

250 g de plantes fraîches pour 10 l d'eau de pluie en infusion.

Diluer au 1/10 ème.

En pulvérisation foliaire.

La saponine contenue dans la saponaire a des effets insecticides et va aussi favoriser la pénétration du mélange au travers de la cuticule foliaire.

La rue seule peut en perfusion lutter contre les invasions de capricornes, de scolytes et de buprestes.

La menthe poivrée agit sur les pucerons noirs. En association avec la sauge, elle peut empêcher le développement d'un large spectre de pucerons.

3 LES PLANTES FONGICIDES

L'apparition des maladies cryptogamiques (champignons) est très souvent le reflet d'un ou de plusieurs végétaux en dysharmonie fonctionnelle dans leur environnement.

Traiter chimiquement, c'est-à-dire avec des fongicides de synthèse, ne résoudra pas complètement le problème et à long terme pourrait aggraver la situation (adaptation du champignon à des produits de plus en plus virulents et polluants).

Les traitements contre les champignons parasites avec des végétaux agissent plus souvent en préventif, mais certaines de nos amies les plantes, à doses plus élevées ont des substances organiques qui nous permettent de traiter en curatif.

La lutte contre les champignons parasites repose également sur les métabolites secondaires, des phytohormones, des transporteurs (acide salicylique, acide jasmonique). Beaucoup de plantes répondent à une invasion cryptogamique en produisant des substances inhibant la croissance du parasite.

Il peut s'agir de l'augmentation de la synthèse de produits déjà existants, tanins, composés phénoliques, juglone...

Dans certains cas, le produit est libéré lors de l'infestation. C'est le cas de glucosides cyanogènes qui dégagent de l'acide cyanhydrique toxique pour un grand nombre de champignons.

L'intérêt majeur d'une partie de ces plantes est qu'elles vont à petites doses améliorer la qualité du sol de manière à ce que le végétal lui même ait une meilleure défense.

3.1 Quelques plantes fongicides

Capucine - Tropaeolum majus - Tropaeolacées

En infusion contre les chancres des arbres fruitiers (pulvérisation). On peut utiliser aussi les feuilles d'oseille en pulvérisant sur les chancres.

⇒ Partie utilisée : les feuilles.

⇒ Plantation : se sème au printemps en pleine terre.

Toutes expositions.

⇒ Principes actifs : Glucosinolates (métabolites secondaires soufrés).

Raifort - Armoracia rusticana - Brassicacées

Les feuilles du Raifort sont efficaces contre Moniliose (maladie cryptogamique sur arbres fruitiers), courante sur les cerisiers (*Monilia fructigena*). Infusion puis pulvérisation non diluée (infuser 300 g de feuilles et de racines dans 10 litres d'eau).

On peut réaliser un extrait de 100 g de racine qu'on laisse ramollir 24 heures contre la fonte des semis.

⇒ On pulvérise sur l'arbre entier.

⇒ Principes actifs : Voir capucine.

Ail - *Allium sativum* - Liliacées

En pulvérisation non diluée (décoction), l'ail est très efficace contre la cloque du pêcher.

J'ai pu constater que la préparation insecticide (voir plantes insecticides) est plus efficace contre la cloque et souvent radicale contre le champignon.

Voir la préparation dans plantes insecticides qui peut être utilisée aussi contre la rouille.

Contre la fonte des semis, porter à ébullition 100 g de bulbes hachés et laisser infuser 1 heure avant d'arroser les semis (voir plantes répulsives).

Les plants d'ail cultivés au pied des pêchers sont utiles contre la cloque du pêcher.

⇒ Principes actifs : voir dans plantes insecticides.

⇒ Cultures associées : voir plantes insecticides.

⇒ Plantation : voir plantes insecticides.

Rumex à feuilles obtuses - *Rumex obtusifolius* - Polygonacées

Contre le chancre du poirier et du pommier (*Nectria ditissima*), pulvériser sur la plaie une macération (24 heures) des feuilles. 200 g de feuilles fraîches dans 10 l d'eau.

Contre l'oïdium du pommier : 150 g de racine dans 10 litres d'eau en purin puis arroser au sol.

Les extraits de rumex sont efficaces contre la fonte des semis (10 gouttes d'extrait par litre d'eau, à remuer pendant 15 minutes en arrosage sur les jeunes semis).

Grande ortie - *Urtica dioica* - Urticacées

Certains scientifiques ont découvert que les racines d'ortie contenaient une substance de la famille des phytolectines, qui inhiberait la croissance des champignons responsables de certaines maladies des plantes.

Les chercheurs ont expérimenté cette substance grâce à un extrait de racine d'ortie. Le résultat fut probant, puisque la croissance des champignons pathogènes avait été réduite de 85 %.

La teneur en cette substance des racines varie entre 0,5 et 3 %.

Personnellement j'utilise en pulvérisation mais aussi en injection sous basse pression au monoxyde de carbone des mélanges à fort pourcentage d'ortie contre les maladies cryptogamiques (champignons) + feuilles de sureau, avec des résultats encourageants sur des arbres.

Des essais avec les racines d'orties sont en cours depuis quelque temps, au jardin et sur des arbres malades.

Pamplemousse

L'extrait de pépins de pamplemousse, véritable cadeau de la "pharmacie de Dieu", arrive à point nommé pour traiter une grande partie des maladies sur les végétaux.

D'efficacité large, ce remède s'attaque aux virus, bactéries, levures et autres champignons.

Au Danemark, l'agriculture biologique utilise cet extrait comme insecticide sur bon nombre de légumes ainsi que pour la conservation des fruits et légumes.

L'extrait est un bon fongicide contre bon nombre de champignons.

Beaucoup plus efficace que l'alcool comme désinfectant (chaînes de tronçonneuse).

⇒ Principes actifs : les pépins de pamplemousse contiennent surtout des bioflavonoïdes et le glucoside (naringine), de l'isosacuranétine, du néohespéridine, de l'hespéridine, de la poncirine, quercétine, apigénine, rutinoside, rhôfoline, vonide...

4 QUELQUES EXEMPLES DE TRAITEMENTS SUR LA VIGNE

4.1 Mildiou de la vigne (*Plasmopara viticola*)

🔗 Traitement

⇒ Pulvérisation foliaire : infusion de sauge officinale (*salvia officinalis*) + Bardane (feuilles séchées).

100 grammes de chaque pour 10 litres d'eau

⇒ Dilution 1/10 ème 100 litres / hectare

⇒ Premier traitement lorsque la période d'incubation de l'infection primaire atteint 80 à 90 %. Si possible avant une pluie.

⇒ Deux autres traitements à intervalles de 8 jours.

⇒ Pulvérisation foliaire : infusion de fleurs de tansie 200 g / 10 litres d'eau, dilution 1/20 ème

🔗 Perfusion

⇒ Huiles essentielles Ail + *Satureja montana* (Plante fleurie S.B carvacrol ou S.B Thymol)

4.2 Phylloxéra

🔗 Moyen de contrôle

⇒ Vérifier s'il y a des galles à partir du mois de mai jusqu'en été. On peut installer des pièges jaunes pour les formes ailées.

🔗 Traitement

⇒ Perfusion d'un complexe d'huiles essentielles pour les formes radicicoles :

- He de *Cinnamomum camphora* (*linalol-citroneloll*)
- He d'*Allium sativum* (diallyl-di-trisulfide)

⇒ Perfusion de neem à la dose 0,1 g / cm de diamètre

5 ml / CEP de vigne

⇒ Infusion de feuilles et de fleurs de Petunia et Tagetes (patula)

150 grammes pour 100 litres d'eau par plante

4.3 Pyrale de la vigne

🔗 Moyen d'avertissement :

⇒ Le piégeage sexuel permet de déceler la présence et de mettre en place un traitement selon la densité de la population en été.

🔗 Perfusion :

⇒ Complexe d'huiles essentielles constituées par des esters :

- *Betula alleghaniensis* (Bouleau jaune)
- *Alpinia galanga* (Galanga des Indes)

🔗 Pulvérisation :

⇒ Infusion de Saponaire officinale + menthe poivrée + sauge officinale + rue

250 grammes de chaque pour 10 litres d'eau

⇒ Dilution :

1/20 ème 200 litres / hectare

INTRANTS DESTINES AUX PRODUCTIONS VEGETALES. QUELLES EXIGENCES REGLEMENTAIRES ACTUELLES ?

Monique Jonis et Hélène De Bernardi. ITAB, Mas de Saporta, 34 875 Lattes cedex.

Tél. : 04 67 06 23 93, fax : 04 67 06 55 75. E-mail : monique.jonis@itab.asso.fr.
www.itab.asso.fr

INTRODUCTION

Voici un bref rappel de l'état actuel de la réglementation concernant la mise sur le marché des intrants destinés aux productions végétales.

Utiliser des intrants agricoles peut présenter des risques pour l'homme, les animaux et l'environnement. Les procédures d'évaluation et d'autorisation des produits visent à garantir l'efficacité des produits et à s'assurer d'un niveau de toxicité acceptable permettant de limiter les risques. Ces procédures sont normalement harmonisées au niveau communautaire. Cependant, des disparités dans les méthodes d'évaluation peuvent apparaître entre différents pays.

1 LES PRINCIPAUX INTRANTS : LES MATIERES FERTILISANTES ET LES PHYTOPHARMACEUTIQUES

1.1 Matières fertilisantes

Article L 255-1 du Code Rural

« Les matières fertilisantes comprennent les engrais, les amendements et, d'une manière générale, tous les produits dont l'emploi est destiné à assurer ou à améliorer la nutrition des végétaux ainsi que les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols. »

1.2 Support de culture

Article L 255-1 du Code Rural et décret n°80-478 du 16 juin 1980

« Tout produit destiné à servir de milieu de culture à certains végétaux ou dont la mise en œuvre aboutit à la formation de milieux possédant une porosité telle qu'ils sont capables à la fois d'ancrer les organes absorbants des plantes et de leur permettre d'être en contact avec les solutions nécessaires à leur croissance. »

1.3 Engrais

Décret n°80-478 du 16 juin 1980

« Matière fertilisante dont la fonction principale est d'apporter aux plantes des éléments directement utiles à leur nutrition (éléments fertilisants majeurs : azote, phosphore, potassium ; éléments fertilisants secondaires : calcium, magnésium, sodium, soufre ; oligo-éléments : bore, cobalt, cuivre, fer, manganèse, molybdène, zinc). »

1.4 Amendements

Ces amendements sont en principe des matières minérales ou organiques que l'on incorpore au sol en vue d'améliorer sa constitution et ses propriétés physiques et chimiques.

On trouve deux définitions réglementaires des amendements dans *le décret n°80-478 du 16 juin 1980* :

Amendement calcique ou magnésien

« Matière fertilisante contenant du calcium ou du magnésium, généralement sous forme d'oxydes, d'hydroxydes ou de carbonates, destinés principalement à maintenir ou à élever le pH du sol et à en améliorer les propriétés. »

Amendement organique

« Matière fertilisante composée principalement de combinaisons carbonées d'origine végétal, fermentée ou fermentescible, destinée à l'entretien ou à la reconstitution de la matière organique du sol. »

1.5 Produits phytopharmaceutiques

Article 2 de la directive 91/414 repris dans l'article 1 du décret n°94-359 du 5 mai 1994.

« On entend par produits phytopharmaceutiques les substances actives et les préparations contenant une ou plusieurs substances actives qui sont présentées sous la forme dans laquelle elles sont livrées à l'utilisateur et qui sont destinées à :

protéger les végétaux ou les produits végétaux contre tous les organismes nuisibles ou à prévenir leur action, pour autant que ces substances ou préparations ne soient pas définies ci-après ;

exercer une action sur les processus vitaux des végétaux, pour autant qu'il ne s'agisse pas de substances nutritives ;

assurer la conservation des produits végétaux, pour autant que ces substances ou produits ne fassent pas l'objet de dispositions particulières du Conseil ou de la Commission concernant les agents conservateurs ;

détruire les végétaux indésirables ;

détruire les parties de végétaux, freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux. »

1.6 Substances actives

Article 2 de la directive 91/414 et article 8 du décret n°94-359 du 5 mai 1994

« Substances : les éléments chimiques et leurs composés tels qu'ils se présentent à l'état naturel ou tels que produits par l'industrie, incluant toute impureté résultant inévitablement du processus de fabrication.

Substances actives : les substances ou micro-organismes, y compris les virus exerçant une action générale ou spécifique sur les organismes nuisibles ou sur les végétaux, parties de végétaux ou produits végétaux. »

1.7 Usage et usage mineur

Un usage est l'emploi auquel est destiné une préparation phytopharmaceutique. Il est généralement constitué d'un couple « plante-organisme nuisible » complété par des précisions sur le mode ou le champ d'application.

Un usage mineur est un usage de faible importance économique nationale, qui fait l'objet d'un aménagement de procédure pour les homologations de produits.

2 LE CADRE GENERAL DES EXIGENCES REGLEMENTAIRES

L'objet de cette présentation est de retracer les grandes lignes des exigences réglementaires concernant les intrants agricoles pour ce qui concerne les phytosanitaires et les matières fertilisantes, c'est-à-dire des intrants susceptibles d'entrer dans, ou en contact avec, les produits récoltés.

Ces exigences réglementaires ont quatre objectifs sociétaux. Il s'agit d'assurer :

- **la sécurité alimentaire**, la protection des consommateurs des biens récoltés après utilisation de ces produits ;
- **la sécurité sanitaire**, la protection des aliments ;
- **la protection de l'utilisateur du produit**, la protection contre des malfaçons et des inconstances d'efficacité du produit, mais aussi contre des risques liés à son utilisation ;
- **la protection de l'environnement**, l'absence d'un impact potentiel de ces produits sur les écosystèmes naturels, aquatiques notamment, mais aussi sur des organismes vivants non cibles.

Ces différentes exigences de sécurité et de protection imposent que les intrants fassent l'objet d'une évaluation toxicologique et écotoxicologique. Les contraintes réglementaires, ont pour conséquence que, pour chaque intrant mis sur le marché, son producteur :

- doit avoir fait la preuve, dans les conditions d'emploi préconisées, d'une part de son **innocuité environnementale** et d'autre part de son **efficacité** ;
- ne peut revendiquer, en matière d'information fournie à l'utilisateur du produit, que les effets dont il a apporté la preuve et qui ont été reconnus par les commissions *ad hoc*. En d'autres termes, un produit ayant obtenu une autorisation de vente, par quelque méthode que ce soit, pour un critère de type "fonction fertilisante" ne peut pas faire état d'un critère "fonction phytopharmaceutique" si cette dernière n'a pas été démontrée et que l'ensemble des tests demandés dans le cadre de la réglementation phytosanitaire n'a pas été effectué.

2.1 L'innocuité environnementale

Tout produit biotoxique mis sur le marché à destination de la production végétale doit passer par le filtre de la **Commission d'étude de la toxicité**, plus connue sous le nom de **commission des toxiques** (ou encore COMTOX), afin de quantifier leur toxicité et écotoxicité. Toxiques, par fonction, pour des organismes vivants dans certaines conditions d'emploi et à certaines doses, il est indispensable que les phytosanitaires fassent l'objet d'évaluations toxicologiques et écotoxicologiques très poussées. Ce type d'évaluation concerne d'abord l'examen des **effets sur les cibles non intentionnelles**, les "organismes non-cibles, – c'est-à-dire l'examen des "effets collatéraux" ou des "bavures". La COMTOX est en charge de ces analyses. Il s'agit d'un filtre souvent long et très onéreux, compte tenu des renseignements toxicologiques à fournir. On peut raisonnablement imaginer que seules des firmes "aux reins solides" entreprennent cette démarche.

Quant aux matières fertilisantes, dont les fonctions escomptées sont positives par rapport au développement du vivant, elles doivent également, et logiquement, faire l'objet d'une analyse écotoxicologique. Mais cet examen est moins poussé que celui requis pour les phytopharmaceutiques.

2.2 L'efficacité des intrants

La preuve de l'efficacité dans les conditions d'emploi préconisées, repose sur la mise en place et l'analyse d'essais effectués dans les conditions d'emploi préconisées. Cette efficacité sera testée en général en analysant les données expérimentales permettant de comparer, au minimum, une modalité de traitement avec le produit et une modalité de traitement sans le produit. Situés dans le domaine de la biologie, ces essais doivent comporter suffisamment de répétitions pour pouvoir subir le feu d'analyses statistiques appropriées et reconnues de la communauté scientifique.

2.3 La constance des produits

Constance des effets phytopharmaceutiques sur les cibles visées, constance des non effets sur les cibles non intentionnelles, constance de l'efficacité des matières fertilisantes, reposent sur la constance de composition des produits. Ce qui impose, le plus souvent, de connaître la (ou les) substance(s) active(s) contenue(s) dans le produit, ou au moins de connaître des marqueurs et/ou des indicateurs permettant d'évaluer la stabilité du produit.

3 ARTICULATION ENTRE LES DIFFERENTS REGLEMENTS

- européen sur les productions biologiques,
- européen sur l'évaluation des produits phytopharmaceutiques,
- national sur l'évaluation des produits phytopharmaceutiques (homologations)

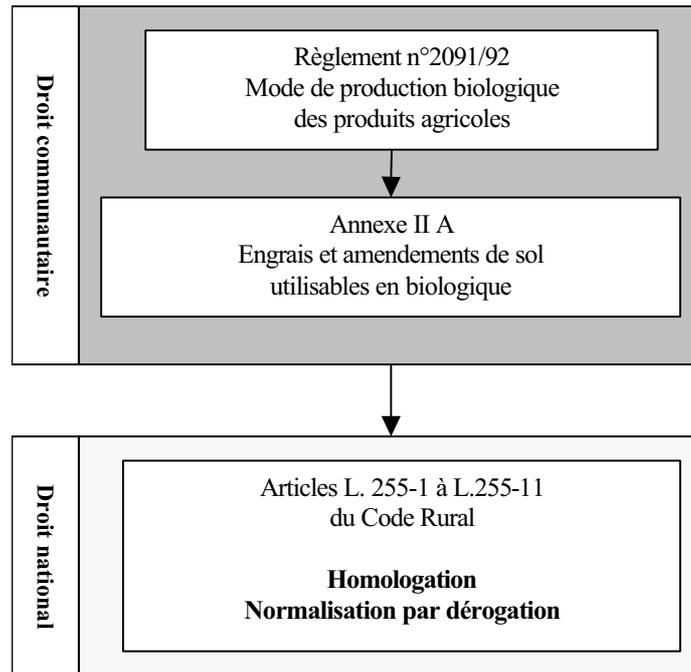
Les productions végétales en mode biologique font l'objet depuis 1991 d'un règlement européen, le règlement CEE du Conseil n °2092/91 du 24 juin 1991. Ce règlement indique en annexes les principes de production biologique des exploitations, notamment concernant l'utilisation des intrants : annexe II A pour les matières fertilisantes et annexe II B pour les produits phytosanitaires.

3.1 Matières fertilisantes

Il n'existe pas de réglementation spécifique européenne pour les matières fertilisantes. Par contre, au niveau national, les dispositions les concernant sont codifiées aux articles L.255-1 à L.255-11 du Code Rural.

Pour être utilisable en France par un agrobiologiste, une matière fertilisante ou un support de culture doit être inscrit en annexe II A du règlement R2091/92 ET homologué en France ou conforme à une norme française.

Cadre réglementaire des engrais et amendements de sol



3.2 Produits phytosanitaires

L'évaluation et l'autorisation des substances actives se réalisent au niveau communautaire. Par contre l'autorisation de mise sur le marché des préparations phytopharmaceutiques est réalisée par chaque état membre.

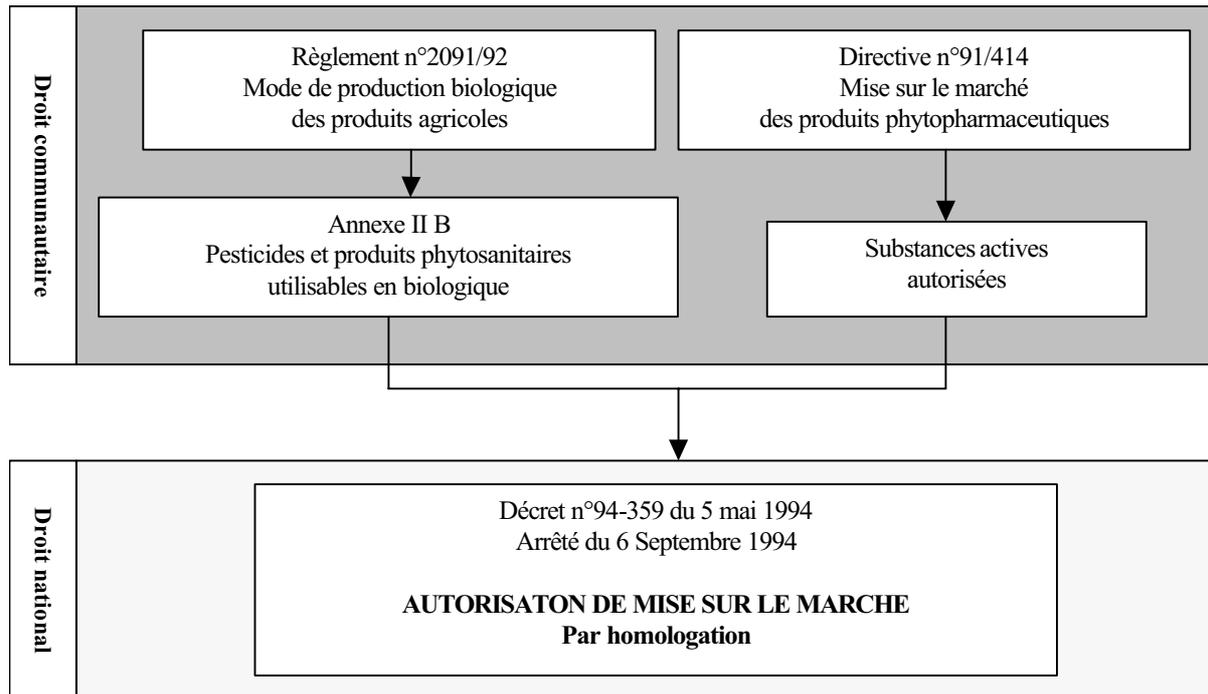
Les produits phytopharmaceutiques dits naturels sont soumis à une réglementation spécifique, encadrée par la directive CEE n°91-414, dont la transposition en droit français est réalisée dans le décret n° 94-359 du 5 mai 1994 et l'arrêté du 6 septembre 1994, notamment.

Les microorganismes sont concernés également par cette même réglementation, avec une adaptation spécifique des modalités d'autorisation des produits décrites dans la directive n°2001/36 qui modifie la directive n° 91/414.

Il n'existe par actuellement de réglementation concernant l'usage des macro organismes.

Pour être utilisable en France par un agriculteur cultivant en biologique pour un usage donné, un produit phytosanitaire doit donc à la fois : être composé de substance(s) active(s) inscrite(s) pour l'usage considéré au règlement R 2092/91 ET composé de substance(s) active(s) inscrite(s) en annexe à la directive n°91/414/CEE ET homologué en France pour l'usage considéré.

Cadre réglementaire des produits phytopharmaceutiques



4 L'ÉVALUATION DES PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES

Utiliser des intrants agricoles peut présenter des risques pour l'homme, les animaux et l'environnement. Les procédures d'évaluation et d'autorisation des produits visent à garantir d'une part l'efficacité des produits, et à s'assurer d'un niveau de toxicité acceptable permettant de limiter les risques. Ces procédures sont normalement harmonisées au niveau communautaire.

L'évaluation des risques repose sur deux principes :

- L'évaluation collégiale au niveau communautaire des substances actives ;
- Les évaluations réalisées dans le cadre des procédures d'autorisations de mise sur le marché au niveau national dans des conditions harmonisées.

4.1 L'évaluation des matières actives au niveau européen

La procédure d'évaluation des matières actives

Les substances actives sont évaluées dans le cadre de la directive 91/414 CEE qui fixe les études nécessaires à cette évaluation. L'évaluation porte sur toute nouvelle substance active qu'elle soit d'origine chimique ou biologique, mais également sur les substances actives anciennes qui sont progressivement revues dans le cadre de la réévaluation communautaire en appliquant le même niveau d'exigence d'évaluation.

La procédure est différente selon que les substances actives étaient ou non commercialisées dans l'Union Européenne au 25 juillet 1993 (date limite de transposition de la directive).

Les substances actives commercialisées dans l'Union Européenne au 25 juillet 1993 sont dites « anciennes » et font l'objet d'un réexamen selon une procédure détaillée ci après. L'Etat Membre rapporteur, chargé du réexamen de la substance, est désignée par la Commission.

Les substances actives commercialisées dans l'Union après le 25 Juillet 1993 sont dites « nouvelles ». C'est la société qui dépose le dossier qui choisit l'Etat rapporteur et l'Etat co-rapporteur.

L'évaluation des substances actives par la France, Etat rapporteur

En France, la Structure Scientifique Mixte (SSM), créée en 1997 par convention entre l'INRA et la DGAL, coordonne l'expertise de ces substances actives.

Les études couvrent différents domaines dans les volets suivants :

- **détermination des propriétés physiques et chimiques** (inflammabilité, explosibilité, solubilité dans l'eau et les solvants, tension de vapeur,...) et évaluation de la validité des méthodes analytiques du produit (dans les végétaux, les denrées d'origine animale, l'eau, l'air, le sol) ;
- **évaluation de la toxicité pour l'homme** : métabolisme et cinétique, toxicité aiguë, tolérance locale y compris le risque allergique, toxicité subaiguë et chronique dans plusieurs espèces de mammifères, toxicité vis-à-vis des fonctions de reproduction (tératogénèse et étude sur plusieurs générations), potentiel mutagène et potentiel cancérigène dans plusieurs espèces. Ces études permettent de définir une dose journalière acceptable (DJA), une dose de référence aiguë (ArFD), une dose d'exposition acceptable pour l'applicateur (AOEL) ;
- **évaluation des résidus dans les végétaux**, produits de transformation, denrées d'origine animale comprenant l'étude du métabolisme dans les plantes destinées à être traitées. Ces études permettent de définir le(s) résidu(s) à doser dans les végétaux traités en suivant les bonnes pratiques agricoles dans plusieurs régions et sur plusieurs années. Elles permettent aussi de définir la limite maximale de résidus (LMR) et le délai avant récolte (DAR) pour chaque type de récolte ;
- **évaluation du devenir de la substance et son comportement dans l'environnement** comprenant l'étude de sa dégradation dans l'eau, l'air, le sol, à la lumière, la possibilité de migration de la substance ou de ses métabolites vers les eaux de surfaces et souterraines et l'air, l'évaluation du risque de sa rémanence dans l'environnement par des études en laboratoire et au champ ;
- **évaluation de la toxicité pour la faune et la flore** comprenant la toxicité pour les oiseaux, les organismes aquatiques (poissons, crustacés, algues, faune benthique), les mammifères terrestres, les arthropodes terrestres, les vers de terre, les bactéries du sol, les insectes et en particulier les abeilles.

Les effets potentiels sur l'homme des substances ou de leurs métabolites présents dans l'environnement sont également pris en compte.

Un classement et un étiquetage concernant les dangers pour l'homme, l'environnement et les propriétés physiques et chimiques sont déterminés.

Cette évaluation permet de caractériser les dangers de la substance et d'évaluer les risques en fonction des usages agricoles.

L'examen des substances actives

Depuis l'entrée en vigueur de la Directive 91/414/CE, un programme de réexamen de toutes les substances actives a été mis en œuvre. L'ensemble des substances doit être réexaminé d'ici décembre 2008. Elles ont été réparties en quatre listes. La plupart des substances actives utilisables en agriculture biologique (annexe II du règlement CEE 2092/91) appartiennent à la 4^{ème} et dernière liste. Les dossiers les concernant sont actuellement en cours d'examen. La date limite d'examen est fixée au 31 décembre 2008. 178 substances

actives sont concernées. En revanche 91 substances n'ont pas été inscrites et devraient être retirées du marché.

Le processus d'examen des substances actives s'effectue selon le processus suivant :

- une firme dépose une série d'études à l'appui de la demande d'inscription d'une substance active ;
- un état de l'Union Européenne est désigné comme rapporteur et élabore un dossier d'examen ;
- ce rapport est discuté collégalement par les Etats Membres, puis évalué par l'agence européenne de sécurité des aliments ;
- les Etats membres décident par vote l'inclusion ou la non inclusion de la substance active.

4.2 L'évaluation des produits au niveau national

La mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques est subordonnée à une autorisation officielle assortie de conditions d'utilisation. Pour obtenir une autorisation de mise sur le marché, le demandeur doit prouver, grâce à un dossier, l'innocuité du produit pour l'homme, utilisateur et consommateur, et l'environnement et l'efficacité et la sélectivité du produit sur la ou les cultures traitées.

L'évaluation nationale du dossier de demande d'autorisation de mise sur le marché est conduite en application des articles L.253-1 à L.253-7 du code Rural, complété par le décret n°94-359 du 5 mai 1994.

Cette évaluation, base de l'autorisation de mise sur le marché est de la compétence de la Direction Générale de l'Alimentation du ministère de l'Agriculture. La DGAL, assistée de la SSM, s'appuie sur plusieurs instances composées d'experts désignés, d'agents de l'administration et de représentants de la société civile, associations de consommateurs et associations de protection de l'environnement.

Ces instances sont les suivantes :

- la commission d'étude de la toxicité des produits antiparasitaires à usage agricole et des produits assimilés ;
- le comité d'homologation (produits antiparasitaires à usage agricole, matières fertilisantes et supports de culture) ;
- la commission des produits antiparasitaires à usage agricole ;
- le comité national de l'agrément professionnel
- la commission des matières fertilisantes et des supports de culture.

Les trois premières instances de la liste sont compétentes dans le domaine des produits phytopharmaceutiques.

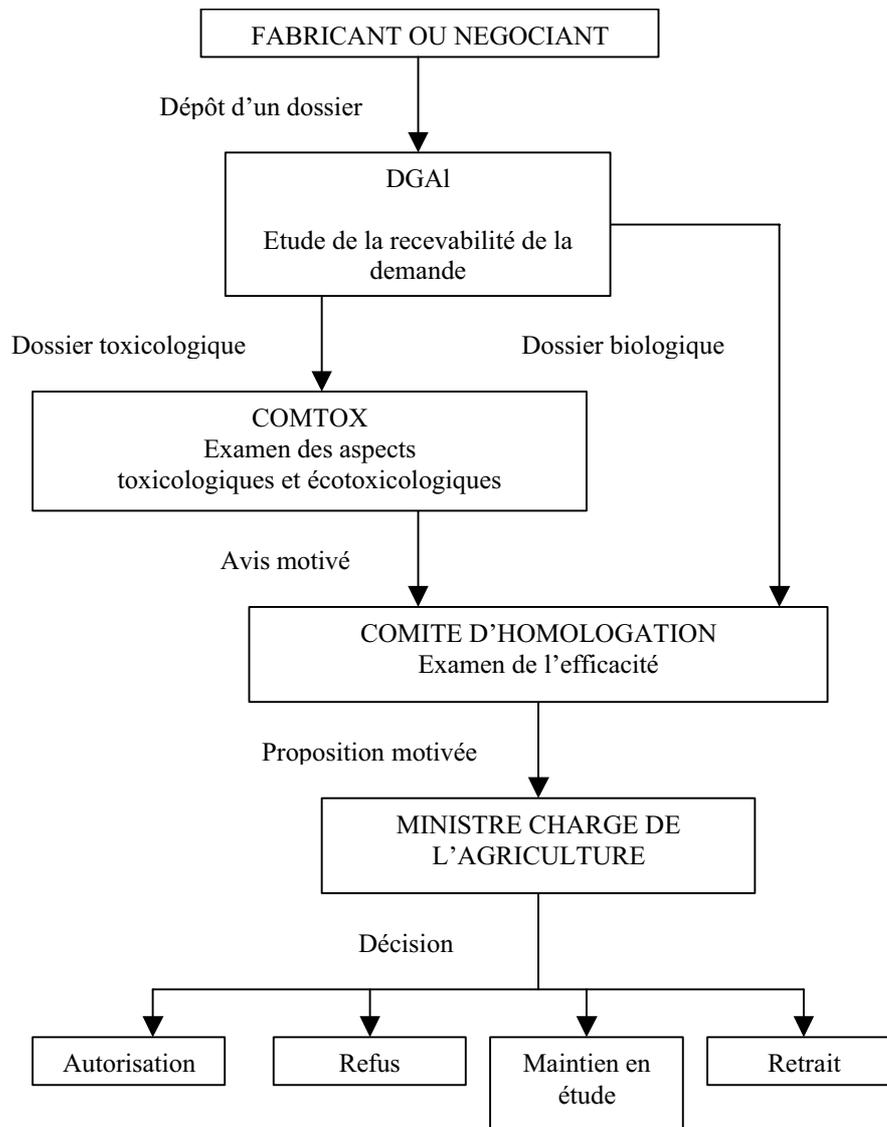
Les fabricants de produits déposent une demande de mise sur le marché, accompagné d'un dossier toxicologique et d'un dossier biologique complet.

Le dossier toxicologique est examiné par les experts de la commission d'étude de la toxicité des produits antiparasitaires à usage agricole et des produits assimilés (dite COMTOX). Au vu de la toxicité du produit pour l'homme et l'environnement (faune, flore, milieux), la COMTOX propose un classement toxicologique et des conseils de prudence à respecter pour l'utilisation du produit. Dans un avis motivé transmis au comité d'homologation.

Le dossier biologique présente les résultats portant sur l'efficacité du produit et sa sélectivité à l'égard des végétaux. Le comité d'homologation, assisté des personnes de la Structure Scientifique Mixte, examine ce dossier et propose, en fonction des conclusions de la COMTOX, une décision d'autorisation de mise sur le marché, un refus, un retrait ou un maintien en étude.

La décision d'AMM est prise par le Ministre chargé de l'Agriculture.

Schéma descriptif de la procédure d'évaluation des produits phytopharmaceutiques



5 L'EVALUATION DES MATIERES FERTILISANTES

5.1 Evaluation nationale

L'article L.255-2 du Code Rural indique que la mise sur le marché, l'importation, la distribution même à titre gratuit nécessite l'obtention préalable d'une homologation, ou à défaut d'une autorisation provisoire de vente ou d'importation.

Cependant cet article indique également que, sous réserve de leur innocuité à l'égard de l'homme, des animaux et de l'environnement, des dispenses d'homologation sont possibles pour :

les produits conformes à une norme rendue d'application obligatoire (engrais organiques azotés, composts végétaux ...)

les produits soumis à une directive communautaire (engrais CE, uniquement minéraux) ;

les produits soumis à plan d'épandage par arrêté préfectoral au titre de la loi sur l'eau ou les installations classées ;

les produits organiques bruts et les supports de culture d'origine naturelle, sous produits d'une exploitation agricole ou d'un établissement d'élevage cédés directement par l'exploitant.

La procédure d'homologation est la même que pour les produits phytopharmaceutiques, il existe un sous groupe du comité d'évaluation de la toxicité pour les matières fertilisantes.

5.2 Evaluation européenne

Il n'existe pas d'évaluation européenne, mais une démarche de normalisation CE.

L'ALLELOPATHIE ET SON UTILISATION EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE

N. DELABAYS
Station fédérale de recherches agronomiques
CH-1269 Nyon
Suisse

RESUME

Les plantes présentes dans une parcelle interfèrent entre elles de différentes manières. Outre les effets classiques de compétition, on a mis en évidence ces dernières années une influence induite par l'intermédiaire de molécules chimiques: l'allélopathie. En effet, de nombreuses espèces végétales synthétisent des molécules capables d'inhiber la germination et le développement des plantes croissant dans leur voisinage. La compréhension des phénomènes d'allélopathie offre des perspectives prometteuses pour la gestion de la flore spontanée des parcelles cultivées, par exemple sous la forme de l'utilisation de couvertures végétales allélopathiques, de cultures intercalaires "nettoyantes", voire le développement de variétés cultivées limitant le développement des mauvaises herbes.

Dans la première partie de cet article, nous décrivons comment l'existence et l'importance de ce phénomène ont pu être démontré aux champs, en utilisant des lignées d'*Artemisia annua* (armoïse annuelle) avec des teneurs très variables en artémisinine, une des molécules responsables des propriétés allélopathiques de cette espèce. Dans la seconde partie, nous montrons, avec l'exemple du brome des toits (*Bromus tectorum*) et de l'orge des rats (*Hordeum murinum*), comment nous intégrons le phénomène de l'allélopathie dans nos travaux visant à la mise en place d'un enherbement optimal pour les cultures spéciales, notamment en viticulture.

Mots-clés: allélopathie, couverture végétale, *Bromus tectorum*, *Hordeum murinum*, *Artemisia annua*.

INTRODUCTION

Les plantes présentes dans une parcelle cultivée interfèrent entre elles de différentes manières. Traditionnellement, cette interférence est attribuée principalement à des effets de compétition pour les ressources de l'environnement telles que l'eau, la lumière ou les substances nutritives. Depuis quelques années, un autre volet de cette interférence est postulé par certains chercheurs: l'allélopathie; un phénomène que l'on peut définir comme « l'influence d'une plante sur une autre au moyen du relâchement d'un composé chimique dans l'environnement ». Aujourd'hui, il est avéré que de nombreuses espèces végétales synthétisent des molécules capables d'inhiber la germination et le développement des plantes croissant dans leur voisinage (MACIAS *et al.*, 1999 ; MACIAS *et al.*, 2004).

Une meilleure connaissance de ce phénomène pourrait s'avérer utile dans plusieurs domaines. Par exemple, elle serait à même de contribuer à notre compréhension de la dynamique d'évolution de la végétation dans les milieux naturels et semi-naturels, notamment en ce qui concerne les plantes envahissantes. En effet, plusieurs auteurs estiment que l'allélopathie joue un rôle dans le caractère « envahissant » de certaines néophytes, comme, par exemple, *Centaurea maculosa* (BAIS *et al.*, 2003). Par ailleurs, l'allélopathie constitue vraisemblablement un des aspects de la nuisibilité de certaines mauvaises herbes. Elle est également suspectée d'être parfois à l'origine des déboires rencontrés lors de semis directs: certaines molécules relâchées par les résidus de la récolte précédente sont phytotoxiques et peuvent interférer avec la levée de la nouvelle culture. Enfin, une meilleure maîtrise de l'allélopathie pourrait offrir des perspectives intéressantes

pour la gestion de la flore spontanée des parcelles cultivées; par exemple en utilisant des plantes allélopathiques comme couverture végétale, en sous-semis ou comme culture intercalaire "nettoyante" (smother crop) ((ANAYA, 1999; BHOWMIK & INDERJIT, 2003). Une telle approche constitue une alternative particulièrement prometteuse et bienvenue dans le cadre du développement de la production intégrée ou de l'agriculture biologique.

Notre propre intérêt pour l'allélopathie découle d'observations aux champs, à l'origine réalisées dans le cadre d'un programme de sélection de plantes destinées à l'enherbement des cultures spéciales (DELABAYS *et al.*, 2000). Par la suite, les propriétés allélopathiques de plusieurs espèces ont été mises en évidence en laboratoire et en serre (DELABAYS *et al.*, 1998), et même au champ pour certaines d'entre elles (DELABAYS & MERMILLOD, 2002). Le présent article montre la démarche suivie pour démontrer la réalité du phénomène à l'aide de l'*Artemisia annua*. Il présente également nos premiers résultats obtenus en vigne avec le brome des toits (*Bromus tectorum*) et l'orge des rats (*Hordeum murinum*), 2 espèces dont les propriétés allélopathiques pourraient contribuer à optimiser leur utilisation pour l'enherbement de cultures spéciales (vignes, vergers, cultures de baies,...)

1 L'ALLELOPATHIE : UN PHENOMENE COMPLEXE, DIFFICILE A METTRE EN EVIDENCE

Si l'allélopathie et son utilisation en agronomie ont fait l'objet ces dernières années de nombreuses études, l'ampleur du phénomène, et surtout sa réelle pertinence dans les systèmes agricoles, restent des sujets de controverses scientifiques vivement débattues (BIRKETT *et al.*, 2001). La discussion se nourrit notamment de la difficulté expérimentale de démontrer, au champ, l'importance de ces phénomènes et en particulier de distinguer l'allélopathie de l'autre volet de l'interférence entre plantes, soit la compétition proprement dite pour les ressources de l'environnement. Pour contourner cette difficulté, un protocole classique consiste à utiliser du matériel végétal sec, par exemple en l'incorporant au niveau du sol, ceci afin de mettre en évidence l'effet de molécules chimiques allélopathiques accumulées dans la plante. On se rapproche ainsi de la situation concrète correspondant à l'incorporation de résidus végétaux dans le sol d'une parcelle cultivée. De telles expérimentations ne sont cependant pas exemptes de défauts. En effet, une telle incorporation ajoute de la matière organique dans le sol, modifie sa structure et, plus généralement, change le rapport C/N, avec les conséquences prévisibles sur la flore microbienne du sol et la dynamique de l'azote : autant de facteurs susceptibles d'influer sur la croissance des plantes, sans que l'allélopathie proprement dite soit impliquée (DELABAYS & MUNIER-JOLAIN, 2004).

Pour contourner cette difficulté méthodologique, nous avons réalisé une série d'essais avec *Artemisia annua*, une espèce connue pour synthétiser et accumuler dans ses feuilles de l'artémisinine, une lactone sesquiterpénique aux propriétés phytotoxiques avérées (DUKE *et al.*, 1987). L'originalité des recherches en allélopathie menées avec cette plante réside dans le fait que l'on dispose avec elle de matériaux végétaux chimiquement bien caractérisés, notamment en ce qui concerne la teneur, très variable, en artémisinine (DELABAYS *et al.*, 2001). Ainsi, comparativement à une variété d'*A. annua* très riche en la molécule (jusqu'à 1,4% dans les feuilles séchées), une lignée pauvre, pratiquement exempte d'artémisinine, constitue une sorte de "standard interne" permettant d'isoler, dans différentes expérimentations, l'effet propre de la molécule phytotoxique. Des essais utilisant en parallèle ces 2 lignées d'*A. annua* ont ainsi été réalisés en champs (DELABAYS & MERMILLOD, 2002 ; BOHREN *et al.*, 2004). Dans l'ensemble de ces essais, la même tendance s'est dégagée: un effet marqué d'inhibition de l'émergence et/ou de la croissance des mauvaises herbes est observé lorsque l'on incorpore au sol des feuilles d'*A. annua* riche en artémisinine, alors qu'un effet nul ou nettement plus modeste est relevé avec le matériel pauvre en la molécule. A titre d'exemple, nous présentons des résultats obtenus en 2003 dans une culture de pomme de terre, dans laquelle, la veille de la plantation, des quantités croissantes de feuilles sèches des 2 lignées d'*A. annua* ont été incorporées au sol. La

figure 1 expose l'influence de ces incorporations sur la biomasse des mauvaises herbes mesurée 71 jours après la plantation.

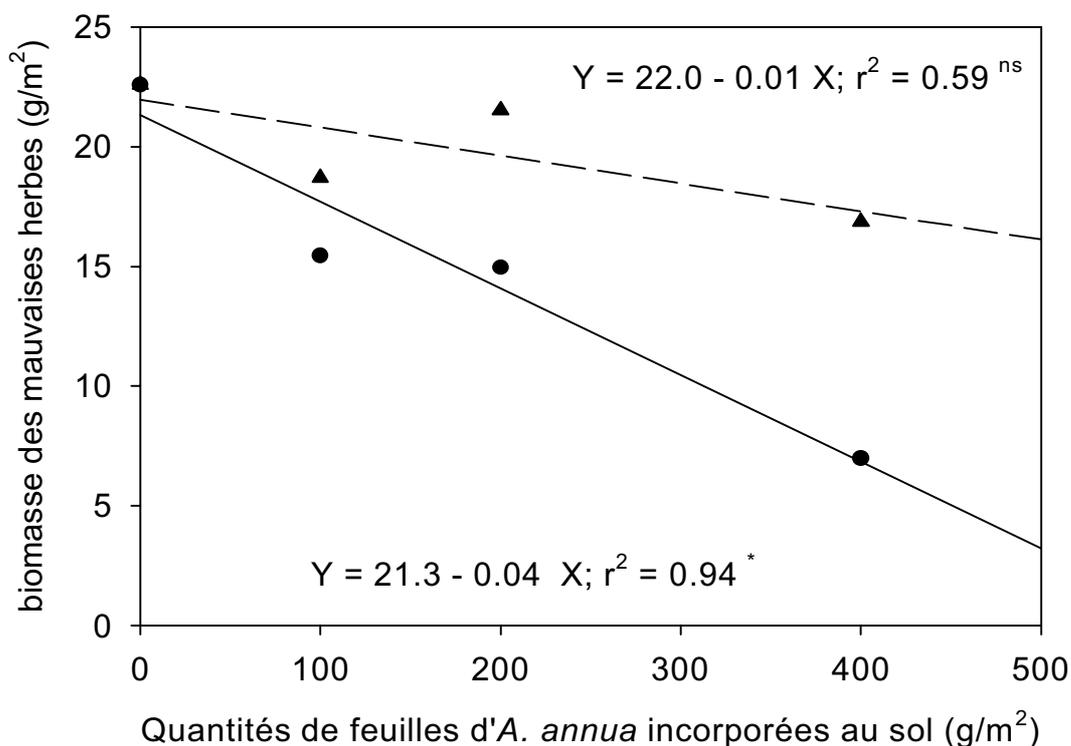


Figure 1. Effets, sur la biomasse des mauvaises herbes (poids sec), de l'incorporation dans le sol de quantités croissantes de feuilles sèches d'*Artemisia annua* riche (ligne pleine, ronds) et pauvre (tirets, triangles) en artémisinine.

Alors qu'aucun effet significatif n'est relevé avec l'incorporation des feuilles de la variété pauvre en artémisinine, une forte inhibition du développement des mauvaises herbes (principalement des *Chenopodium album* et des *Fumaria officinalis*) est observée avec la variété riche en la molécule.

Ces observations démontrent le rôle joué par l'artémisinine dans les effets inhibiteurs observés au champ et confirment ainsi la présence d'un véritable phénomène d'allélopathie. Cette conclusion est encore appuyée par le fait que l'artémisinine, apportée avec les feuilles incorporées au sol, est bien présente dans ce dernier et peut même encore être détectée jusqu'à 10 semaines après l'incorporation (BOHREN *et al.*, 2004).

2 UTILISATIONS POSSIBLES DE L'ALLELOPATHIE EN AGRICULTURE

Exemples du brome des toits (*Bromus tectorum*) et de l'orge des rats (*Hordeum murinum*) pour l'enherbement des cultures spéciales.

Schématiquement, on peut envisager trois manières d'utiliser l'allélopathie pour la maîtrise des mauvaises herbes en agriculture:

- sélectionner des variétés cultivées allélopathiques, donc susceptibles de mieux concurrencer les mauvaises herbes (WU *et al*, 1999) ;
- mettre en place des cultures « nettoyantes » (cover crop) durant l'interculture (FOLEY, 1999) ;
- installer des couvertures végétales (ground cover) allélopathiques, notamment en cultures pérennes (DELABAYS *et al*, 2000).

Dans notre laboratoire, nous avons principalement travaillé sur cette dernière application, soit sur des espèces destinées à l'enherbement des cultures spéciales (vignes, vergers, culture de baies,...). Dans ces cultures, l'enherbement de l'interligne offre de nombreux avantages: amélioration de la structure et de la portance du sol, contribution à la maîtrise des mauvaises herbes, limitation de l'érosion ainsi que des pertes en éléments nutritifs. Cependant, la présence d'une couverture végétale, notamment à cause de la compétition pour l'eau et l'azote qu'elle provoque, peut également induire des effets indésirables : baisse de la production de la culture et, dans le cas de la vigne, effets négatifs sur la qualité de la vendange, puis du vin qui en est issu. L'installation dans l'interligne d'espèces allélopathiques - peu compétitives pour la culture, mais néanmoins capables de limiter le développement d'une flore adventice indésirable – pourrait permettre de conserver les avantages de l'enherbement tout en limitant ses effets négatifs. C'est pourquoi, dans nos travaux sur les espèces destinées à l'enherbement, nous avons intégré les données sur leurs propriétés phytotoxiques et allélopathiques.

Dans le cadre de ce projet, le brome des toits (*Bromus tectorum*) s'est révélé particulièrement intéressant. Il s'agit d'une annuelle hivernale qui recouvre bien le sol durant la mauvaise saison et arrive en fin de cycle au printemps, soit au moment où la culture initie son développement. A ce stade, c'est-à-dire au printemps et en été, le mulch que forme les restes secs de la plante contribue à limiter le développement d'une flore spontanée indésirable (DELABAYS *et al.*, 2000). Cette dernière observation nous avait amené à postuler la présence de propriétés allélopathiques chez cette espèce. Et effectivement, dans le cadre de nos biotests en laboratoire et en serre, le brome des toits s'est révélé être une des espèces parmi les plus allélopathiques. Au laboratoire, les extraits de brome ont montré une forte action inhibitrice sur le développement de mauvaises herbes ; une action comparable à celle de l'*Artemisia annua* est confirmée dans des essais effectués en serre (DELABAYS *et al.*, 1998). A titre d'exemple, la figure 2 montre l'effet, sur le développement de 2 adventices importantes, l'amarante réfléchie (*Amaranthus retroflexus*) et le chénopode blanc (*Chenopodium album*), d'une incorporation à un terreau horticole de feuilles sèches de brome des toits, en comparaison avec d'autres espèces. Ces propriétés inhibitrices ont également été confirmées au champ, dans un essai utilisant des feuilles sèche de brome des toits comme mulch incorporé au sol (DELABAYS & MERMILLOD, 2002).

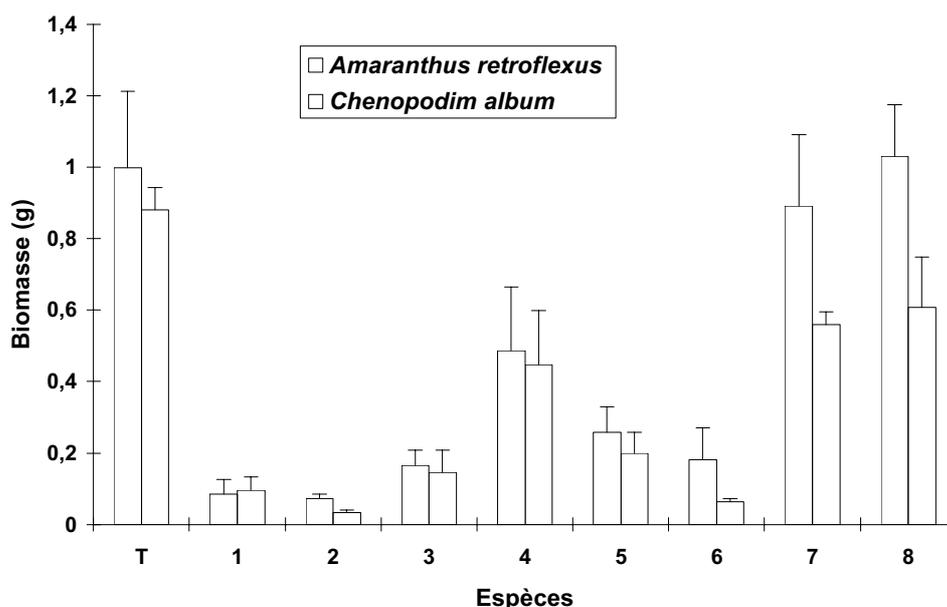


Figure 2. Influence, sur la production en biomasse de plantules d'*Amaranthus retroflexus* et de *Chenopodium album*, de l'adjonction à un terreau de 1% (poids sec) de parties aériennes séchées de 8 espèces végétales. Poids frais des feuilles et des tiges des plantules 18 jour après le semis de 50 graines (moyennes et écarts standards, n=3).

(T. témoin; 1. *Artemisia annua* (armoise annuelle) ; 2. *Bromus tectorum* (brome des toits) ; 3. *Plantago lanceolata* (plantain lancéolé) ; 4. *Geranium pusillum* (géranium à tige grêle = géranium fluet) ; 5. *Trifolium subterraneum* (trèfle souterrain ou semeur) ; 6. *Sanguisorba minor* (petite pimprenelle) ; 7. *Medicago lupulina* (luzerne lupuline) ; 8. *Medicago rigidula* (luzerne de Gérard).

Une autre graminée, l'orge des rats (*Hordeum murinum*), par ailleurs présente spontanément dans de nombreux vignobles de Suisse romande, a également présenté de puissantes propriétés phytotoxiques et allélopathiques en laboratoire et en serre. Il s'agit aussi d'une annuelle d'hiver dont le cycle est bien synchronisé avec celui de la vigne.

Entre 2001 et 2005, ces 2 espèces ont été testées en conditions de culture, en l'occurrence dans une vigne de Chasselas. Les figures 3 et 4 montrent l'évolution de la couverture végétale observée dans l'interligne au cours des mois qui ont suivi le semis réalisé, en septembre 2001, de ces 2 espèces.

Ces 2 figures montrent une évolution comparable, correspondant à ce qui est attendu d'un enherbement optimal, et que l'on peut schématiquement décrire comme suit : l'espèce semée germe rapidement et offre un bon recouvrement du sol durant l'hiver; au printemps, en fin de cycle, elle produit des semences qui se ressèment ainsi spontanément; durant l'été, le mulch qu'elle a formé continue de protéger le sol tout en limitant le développement d'une flore spontanée potentiellement compétitive pour la culture; enfin, à l'automne, les graines formées au printemps germent et permettent la formation d'une nouvelle couverture hivernale du sol. Cette évolution est particulièrement nette et durable avec l'orge des rats: avec cette espèce, en 4^{ème} année, le développement de la flore spontanée reste très limité, formant moins de 20 % du recouvrement, et ceci sans intervention particulière ni application d'herbicides (figure 4).

Bien sûr, même si les propriétés phytotoxiques de ces 2 espèces sont clairement mises en évidence en laboratoire, le rôle joué par l'allélopathie dans cette évolution de la végétation au champ, en particulier dans le maintien d'un sol relativement « propre » durant l'été, doit encore être précisé. Pour cela, comme l'illustre l'exemple de *Artemisia annua*, une

connaissance des molécules impliquées est indispensable. Plus généralement, cette connaissance est nécessaire pour optimiser la gestion de l'enherbement, et elle peut constituer un critère pour le choix des écotypes à utiliser.

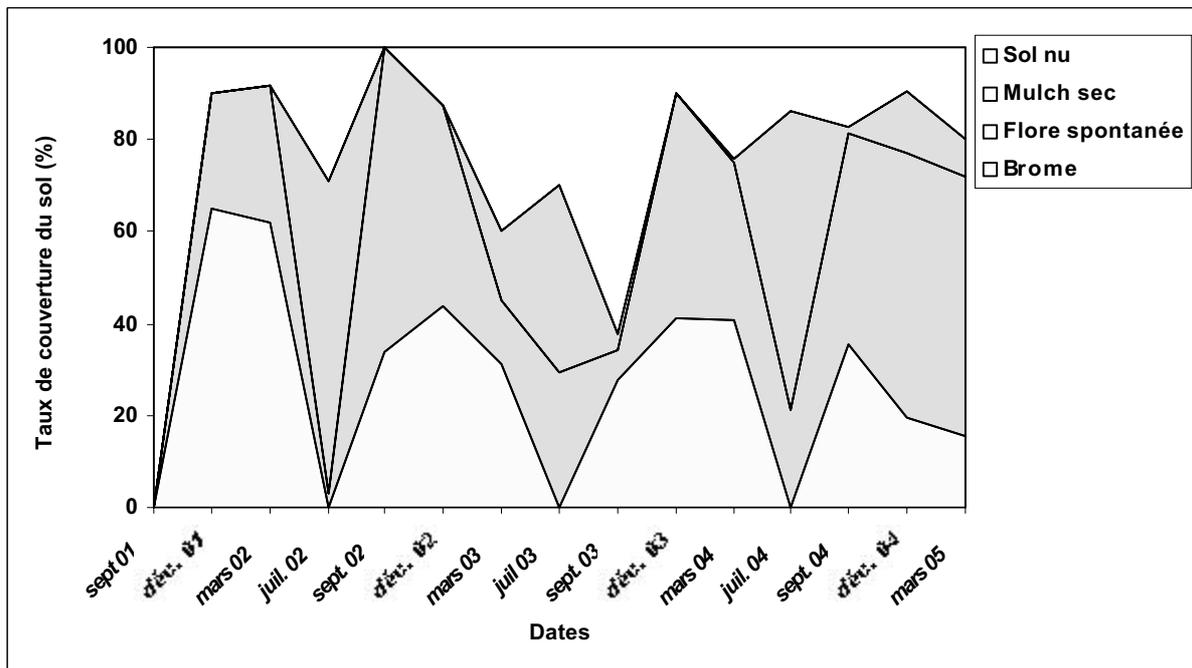


Figure 3. Evolution de la couverture du sol dans l'interligne d'une vigne après un semis de brome des toits (*Bromus tectorum*)

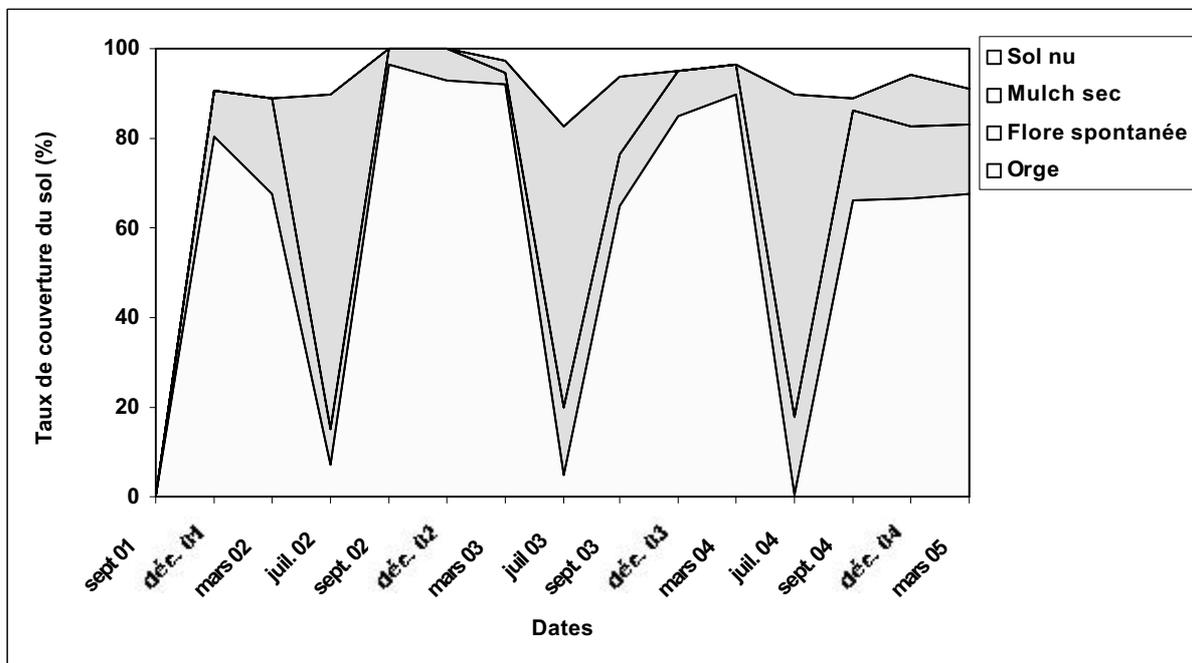


Figure 4. Evolution de la couverture du sol dans l'interligne d'une vigne après un semis d'orge des rats (*Hordeum murinum*)

CONCLUSION

L'allélopathie est assurément un phénomène complexe: entre la molécule synthétisée dans une plante et l'effet allélopathique proprement dit en conditions naturelles, de multiples facteurs peuvent intervenir, tels que le niveau de production des composés phytotoxiques dans les plantes, leur relâchement dans le milieu, leur persistance ou leur transformation éventuelle. De plus, l'inhibition peut résulter d'une action directe sur la plante cible et son métabolisme (division cellulaire, synthèse des protéines, perméabilité membranaire,...) ou d'un effet indirect, par exemple, dans le cas des légumineuses, sur les nodosités responsables de la fixation biologique de l'azote. Cependant, malgré cette complexité, la réalité de l'allélopathie et son influence significative sur le développement et l'évolution de la flore de parcelles cultivées ont maintenant été démontrées à plusieurs reprises (KOHLI *et al.*, 2001), notamment dans des situations où les molécules impliquées ont pu être déterminées (MACIAS *et al.*, 2004). Ce constat justifie l'intérêt grandissant que l'agronomie porte aujourd'hui à l'allélopathie, en particulier dans le cadre de la production intégrée (ou raisonnée), ainsi qu'en agriculture biologique. En effet, alors que la maîtrise des mauvaises herbes reste un facteur de succès déterminant pour nombre de productions végétales, les alternatives aux herbicides demeurent peu nombreuses, et elles sont souvent coûteuses. Dans ce contexte, la prise en compte des phénomènes d'allélopathie dans les réflexions menées autour de la gestion de la flore spontanée des parcelles cultivées constitue certainement une démarche constructive.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANAYA A.L., 1999 - Allelopathy as a tool in the management of biotic resources in agroecosystems. *Critical Review in Plant Sciences*, 18, 697-739.
- BAIS H.P., VEPACHEDU R., GILROY S., VIVANCO J.M., 2003 – Allelopathy and exotic plant invasion: from molecules and genes to species interactions. *Science*, 301, 1277-1380.
- BHOWMIK P.C., INDERJIT, 2003 - Challenges and opportunities in implementing allelopathy for natural weed management. *Crop Protection*, 22, 661-671.
- BIRKETT M.A., CHAMBERLAIN K., HOOPER A.M., PICKETT J.A., 2001 - Does allelopathy offer real promise for practical weed management and for explaining rhizosphere interactions involving higher plants ? *Plant and Soil*, 232, 31-39.
- BOHREN C., MERMILLOD G., DE JOFFREY J.-P., DELABAYS N., 2004 – Allelopathie auf dem Feld: Artemisinin von *Artemisia annua* als Herbizid in verschiedenen Ackerkulturen. *Journal of Plant Diseases and Protection*, XIX, 263-270.
- DELABAYS N., ANCAY A., MERMILLOD G., 1998 - Recherche d'espèces végétales à propriétés allélopathiques. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, 30, 383-387.
- DELABAYS N., MERMILLOD G., 2002. Phénomènes d'allélopathie : premières observations au champ. *Revue suisse Agric.*, 34, 231-237.
- DELABAYS N., MUNIER-JOLAIN, N.M., 2004 – Inhibition de la croissance des mauvaises herbes après incorporation au sol de résidus végétaux : allélopathie ou modification du cycle de l'azote ? *Annales de la 19^{ème} conférence du COLUMA*, Dijon, 8-10 décembre 2004, 8p.
- DELABAYS N., SPRING J.-L., ANCAY A., MOSIMANN E., SCHMID A., 2000 - Sélection d'espèces pour l'enherbement des cultures spéciales. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, 32, 95-104.
- DELABAYS N., SIMONNET X., GAUDIN M., 2001 - The genetics of artemisinin content in *Artemisia annua* L. and the breeding of high yielding cultivars. *Current Medicinal Chemistry*, 8, 1795-1801.

DUKE S.O., VAUGHN K.C., CROOM E.M., ELSOHLY H.N., 1987 – Artemisinin, a constituent of annual wormwood (*Artemisia annua*), is a selective phytotoxin. *Weed Science* 35, 499-505.

FOLEY M.E., 1999 – Genetic approach to the development of cover crop for weed management. *In: Expanding the context of weed management*, BUHLER D.D (Ed), Food Product Press, New-York, 77-93.

KOHLI R.K., SINGH H.P., BATISH D.R. (Eds), 2001 – *Allelopathy in agrosystems*. Food Product Press, New York, 447 p.

MACIAS F.A., GALINDO J.C.G., MOLINILLO J.M., CUTLER H.G. (Eds), 1999 - *Recent advances in allelopathy*. Vol. I. A science for the future. Universidad de Cadiz, Cadiz, 514 p.

MACIAS F.A., GALINDO J.C.G., MOLINILLO J.M., CUTLER H.G. (Eds), 2004 -*Chemistry and mode of action of allelochemicals*. CRC Press, Boca Raton, 372 p.

WU H., PRATLEY J., LELERLE D., HAIG T., 1999 - Crop cultivar with allelopathic capability. *Weed Research*, 39, 171-180.

CONTROLE DES MAUVAISES HERBES A BASE DE MATIERES ACTIVES NATURELLES POUR L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE ? DISCUSSION SUR LEUR USAGE EN AB

E. WYSS, O. SCHMID, B. SPEISER et L. TAMM
Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL)
Ackerstrasse CH-5070 Frick
Suisse

RESUME

En Suisse, les producteurs bios demandent souvent pourquoi le contrôle de mauvaises herbes, en particulier d'adventices, ne pourrait pas se faire avec des herbicides à base de matières actives naturelles. Actuellement, le cahier des charges de l'association BIO SUISSE interdit l'utilisation d'herbicides, comme beaucoup d'autres associations de producteurs bios en Europe. BIO SUISSE a demandé l'Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL) de préparer un papier de base pour pouvoir lancer une discussion de fond sur l'utilisation d'herbicides en agriculture biologique. La discussion vient d'être lancée en automne 2005 et l'issue de cette discussion de fond est encore tout ouverte.

Le texte suivant est un extrait du papier BIO SUISSE qui sert de base pour l'actuelle discussion.

1 POURQUOI CETTE DISCUSSION ?

Le désir de réévaluer l'actuelle interdiction des herbicides inscrite dans les directives bio vient de la base de l'association Suisse des producteurs bios, BIO SUISSE, donc des producteurs eux-mêmes. Le FiBL a reçu de BIO SUISSE le mandat de préparer les bases d'une discussion de fond.

La régulation des adventices par les façons culturales ainsi que le désherbage mécanique et thermique n'est pas remis en question. Ces techniques permettent de maîtriser les adventices annuels dans la plupart des *cultures annuelles de plein champ*. Seules quelques cultures de plein champ comme la carotte nécessitent un coûteux désherbage manuel pour compléter les façons culturales, dont la mécanisation a pourtant été optimisée. La planification des rotations culturales, l'entretien du sol et la mécanisation permettent aussi de venir à bout des adventices vivaces, mais si des *surfaces de compensation écologique* (p. ex. des jachères florales) réintègrent la rotation, les problèmes de chiendent et de cirse des champs (ou chardon des champs) augmentent. Les adventices vivaces posent aussi des problèmes dans les *cultures spéciales pluriannuelles*. On ne peut en général en venir à bout qu'à la main et sans succès réellement durable. On notera encore les défis en terme d'organisation du travail que les rumex et les séneçons posent aux producteurs dans les *cultures fourragères*. Ce sont justement ces cas problématiques qui nourrissent la discussion sur la nécessité agronomique, économique et écologique de nouvelles possibilités de désherbage.

La recherche s'est toujours efforcée de faire avancer la régulation biologique des adventices avec des organismes (champignons, insectes, bactéries, virus), mais aussi avec des substances naturelles (p. ex. gluten de maïs, vinaigre). De nombreuses idées à ce sujet fleurissent de par le monde, mais seuls quelques rares produits sont déjà susceptibles d'être utilisés dans la pratique. Cela est dû à plusieurs causes, mais l'une d'entre elles concerne très directement l'agriculture biologique : les prescriptions légales et les cahiers des charges des diverses fédérations interdisent toute utilisation d'herbicides. Il n'y a donc quasiment aucun encouragement au développement de ces produits à base de matières actives

naturelles. L'interdiction des herbicides prononcée par les fédérations limite aussi le travail de la recherche, car les nouvelles possibilités de désherbage biologique ne peuvent pas être testées dans les fermes bios.

D'après le FiBL, cette discussion est judicieuse car il est légitime de repenser les directives après un certain temps, et en tout cas de les adapter aux conditions actuelles. Les fédérations bio des pays européens environnants accepteraient, elles aussi, une discussion de fond sur l'utilisation de substances herbicides en agriculture biologique.

Depuis l'automne 2005, Bio SUISSE a commencé une discussion interne sur ce thème. En fonction du résultat de cette discussion interne, BIO SUISSE cherchera ou non à lancer une discussion au niveau national et international.

2 L'UTILISATION DE MATIERES ACTIVES NATURELLES POUR LA REGULATION DES ADVENTICES EST-ELLE COMPATIBLE AVEC LES PRINCIPES DE L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE?

Une question centrale de la discussion sur les matières actives naturelles pour la régulation des adventices est la compatibilité de leur utilisation avec les principes de l'agriculture biologique. C'est pourquoi un chapitre spécial est consacré ici à ces principes. Les réflexions du FiBL se réfèrent à la description des principes fondamentaux de l'agriculture biologique qui se trouve dans le nouveau Cahier des charges cadre qui vient d'être reformulé et adopté en septembre 2005 lors de l'AG de l'IFOAM:

2.1 Le principe de santé

Ce principe supérieur regroupe les thèmes suivants : (1) «cycle sol sain – plantes saines – animaux sains – hommes sains», (2) la santé en tant que bien-être physique, mental et social, (3) autorégulation et régénération, et (4) maintien et développement de l'intégrité de tout l'écosystème agricole.

⇒ Si on interprète strictement le principe de santé, il faut éviter (ou interdire) toute utilisation d'intrants parce que l'agriculture biologique mise sur les cycles et l'autorégulation.

⇒ L'utilisation de matières actives herbicides peut cependant, comme c'est d'ailleurs le cas pour tous les autres pesticides utilisés en protection phytosanitaire biologique, être classifiée comme «dernier recours» pour lutter contre les mauvaises herbes, car *la régulation des mauvaises herbes fait partie de la protection phytosanitaire*. La cascade de décisions menant à l'utilisation de ces substances devrait être clarifiée de la manière suivante : il y a en premier lieu les méthodes indirectes comme la rotation culturale, les cultures intercalaires et les façons culturales, puis viennent les méthodes mécaniques et thermiques, et, seulement si ces méthodes ne suffisent pas, certains groupes de matières actives pourraient être utilisés contre des mauvaises herbes particulièrement problématiques.

2.2 Le principe écologique

Ce principe regroupe les thèmes suivants : (1) maintenir, développer et fermer les cycles écologiques, (2) préférer les processus écologiques aux intrants extérieurs, (3) réduire le plus possible l'utilisation de ressources externes non renouvelables, et (4) favoriser le paysage et la biodiversité.

- ⇒ La stricte interprétation du principe écologique mène au renoncement (ou à l'interdiction) de tous les intrants parce que le respect des cycles et la réduction des inputs externes sont des arguments principaux.
- ⇒ Le principe écologique implique la nécessité de discuter la question suivante: le désherbage thermique (effectué avec des carburants fossiles) est-il plus écologique que l'utilisation de matières actives herbicides naturelles ? Il va de soi que chaque groupe de matières actives devrait être testé selon les critères écologiques mentionnés.

2.3 Le principe de l'équité

Ce principe regroupe les thèmes suivants : (1) relations commerciales équitables et justice sociale, (2) durabilité économique, (3) inclusion des véritables coûts environnementaux et sociaux, et (4) production animale respectueuse des besoins propres de chaque espèce animale.

- ⇒ Dans la discussion sur l'autorisation de substances herbicides, un des principaux arguments est celui de l'économie du travail. D'un côté on cherche à diminuer la charge en travail parce que c'est un des principaux facteurs de coût de production, et de l'autre les frais de main-d'œuvre supérieurs ont été et restent un argument en faveur de la différence de prix des produits bio.

2.4 Le principe de précaution et d'attention

Ce principe regroupe les thèmes suivants : (1) le principe de prudence et le principe d'attention, (2) l'utilisation de technologies adaptées, (3) l'efficacité, qui ne doit pas aller au détriment de la durabilité, et (4) l'inclusion participative de tous les concernés.

- ⇒ Comme celles de tous les autres pesticides, les matières actives herbicides doivent être évaluées selon le principe de prudence. En même temps, une comparaison avec les technologies courantes est nécessaire pour évaluer leur adéquation et leur durabilité.

À notre avis, l'utilisation de matières actives naturelles (non synthétiques) pour la régulation des adventices est compatible avec les principes de l'agriculture biologique à condition de lui attribuer, comme à l'utilisation des autres pesticides dans le domaine de la protection des plantes, le statut de «dernier recours».

3 QUE DISENT LES ACTUELS CAHIERS DES CHARGES, ORDONNANCES ET NORMES?

3.1 Le désherbage dans le Cahier des charges cadre de l'IFOAM

En s'appuyant sur le Cahier des charges cadre de l'IFOAM, l'utilisation de matières actives herbicides est réglée selon la procédure graduelle suivante :

1. épuisement de toutes les techniques agricoles préventives (rotation culturale, cultures intercalaires étouffantes, fertilisation adéquate, façons culturales, etc.) ;

2. si cela ne suffit pas, régulation mécanique (faucher, sarcler, etc.) ;
3. si cela ne suffit pas, régulation thermique ou utilisation d'organismes vivants autorisés (champignons, virus, bactéries, insectes) ;
4. si cela ne suffit pas, utilisation si possible uniquement ponctuelle (traitement au plante-à-plante) de matières actives végétales à action sélective ;
5. si cela ne suffit pas, utilisation si possible uniquement ponctuelle (traitement au plante-à-plante) de matières actives végétales à action non sélective.

3.2 Comparaison de la situation actuelle nationale et internationale

Toutes les normes, ordonnances et directives internationales et nationales parlent de la même manière des techniques autorisées pour le désherbage : les problèmes de mauvaises herbes doivent en principe être résolus par des techniques agricoles préventives (rotations culturales + façons culturales) puis par des méthodes de désherbage mécanique, thermique et électrique. L'interdiction explicite des herbicides présente quant à elle des différences:

Tableau 1: Vue d'ensemble de l'état actuel du désherbage en Suisse et à l'étranger

Cahiers des charges/Ordonnances	État actuel	Tendances/Remarques
<ul style="list-style-type: none"> • Ordonnance bio (Suisse) • BIO SUISSE 	<p>Interdiction des herbicides</p> <p>Interdiction des herbicides</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Ordonnance UE 2092/91 • Bioland (DE), Ernte (AT), Soil Association (UK) • Autres fédérations européennes 	<p>Pas d'interdiction explicite des herbicides</p> <p>Interdiction des herbicides</p> <p>S'en tiennent à l'Ordonnance UE</p>	<p>Pas de produits autorisés.</p> <p>Actuel: homologation de l'huile de pin comme matière active herbicide (décision fin 2005)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • National Organic Program (USA) 	<p>Possibilité d'utiliser des substances biologiques et végétales si les façons culturales ne suffisent pas</p>	<p>La liste OMRI autorise des substances végétales, bactériennes, cryptogamiques et animales en cas de besoin avéré</p>
<ul style="list-style-type: none"> • IFOAM 	<p>Produits chimiques de synthèse interdits, matières actives d'origine végétale, animale, microbienne ou minérale autorisées</p>	<p>Farine de gluten de maïs et acides naturels explicitement mentionnés comme herbicides. Liste de microorganismes</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Codex Alimentarius 	<p>Pas d'interdiction des herbicides</p>	<p>Autorisation prévue de produits herbicides, vinaigre mentionné</p>

3.3 Sur quelles mesures de régulation des mauvaises herbes porte le débat ?

Quand on compare les différentes réglementations, on se rend compte que seule l'utilisation des divers produits herbicides donne lieu à des différences d'application. Ces produits et l'ordre dans lequel ils peuvent être utilisés peuvent être présentés par un diagramme pyramidal (cf. ill.). Dans ce diagramme, les méthodes indirectes de régulation des mauvaises herbes comme la rotation culturale et la gestion des pâturages forment la base de la pyramide, tandis que le désherbage mécanique et thermique viennent en deuxième position. Ce n'est qu'ensuite qu'arrivent les matières actives herbicides, dans le même ordre habituel que pour la protection phytosanitaire biologique : lutte biologique (organisme contre organisme), matières actives végétales et animales, matières actives minérales (non synthétiques).

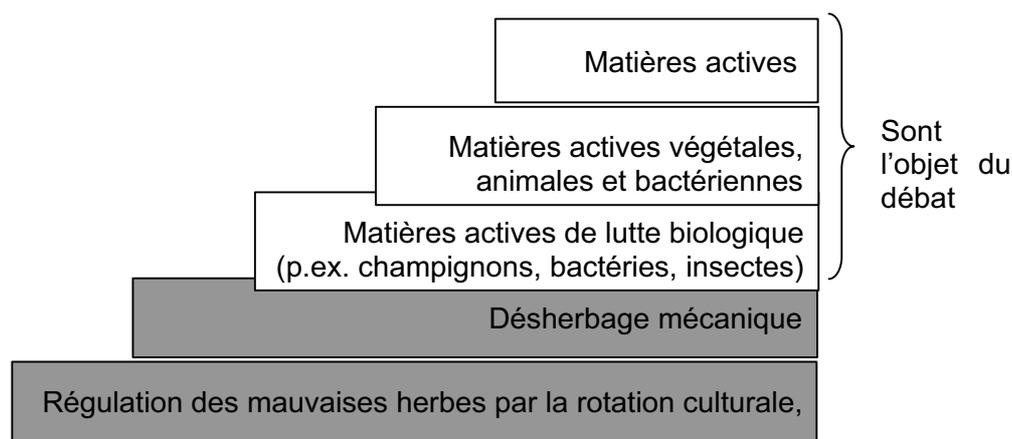


Diagramme pyramidal des différentes méthodes de régulation des mauvaises herbes. Le débat actuel ne concerne que les trois étages du haut.

4 COMMENT FAUT-IL EVALUER LES MATIERES ACTIVES?

4.1 Prendre comme base les critères de l'IFOAM

Si Bio Suisse s'engage dans une discussion sur l'utilisation de matières actives herbicides, elle devra inévitablement faire face à la question de savoir comment les divers groupes de matières actives peuvent être évalués.

En principe, les critères de l'IFOAM sont utilisables pour tous les produits. Un groupe international d'experts, institué dans le cadre d'un projet de l'UE (Organic Inputs Évaluation), s'occupe actuellement de figurer ce cadre d'évaluation en élaborant un catalogue complet de critères d'évaluation pour tous les intrants utilisés en agriculture biologique. Cette trame permettrait aussi une évaluation détaillée des matières actives herbicides. Les principaux critères de ce catalogue sont les suivants :

- la compatibilité avec les principes de l'agriculture biologique ;
- le statut légal du produit et son statut dans les directives bio ;
- les matières premières et le processus de fabrication du produit ;
- l'utilisation et la nécessité du produit (aussi importance économique, alternatives, mécanisme d'action, effets sur les organismes non visés, etc.) ;
- la santé humaine (toxicologie humaine, résidus dans les produits récoltés) ;
- la santé animale (risques pour les animaux) ;

- la dangerosité pour l'environnement (impact sur l'environnement) ;
- les aspects socio-économiques (perception par le public, équité sociale, commerce équitable, etc.).

4.2 Les problèmes spéciaux de l'évaluation des matières actives herbicides

- Leur utilisation est-elle compatible avec les principes de l'agriculture biologique ? Les questions posées sur la compatibilité avec les principes devraient absolument être discutées. Cette discussion de fond permettrait une réévaluation et une nouvelle justification pour (ou contre) l'utilisation de certains intrants pour la protection des plantes.
- La nécessité agronomique est-elle prouvée ? La démonstration de la nécessité d'un groupe de matières actives ou de son utilisation est certainement un des points centraux de l'évaluation de l'utilisation des intrants en agriculture biologique. De notre point de vue, la nécessité agronomique des matières actives herbicides pourrait être donnée dans les cas suivants : mauvaises herbes pluriannuelles dans des cultures pluriannuelles et dans des surfaces de compensation écologique, rumex dans des prairies artificielles, des cultures fourragères et des zones piétinées. Ces exemples illustrent des problèmes de mauvaises herbes impossibles à résoudre avec des mesures indirectes, ou alors seulement incomplètement et avec énormément de travail.
- La crédibilité de l'agriculture biologique auprès des consommateurs en pâtirait-elle ? On sait par les enquêtes effectuées auprès des consommateurs que l'interdiction des herbicides est peu connue. Ils considèrent beaucoup plus l'agriculture biologique comme une méthode d'agriculture sans manipulations génétiques et sans traitements et la relient en tout cas au désherbage mécanique et au commerce équitable. Actuellement, l'agriculture biologique est toujours plus critiquée parce que les images qui correspondent aux principes de base de l'agriculture biologique ne correspondent plus à la réalité. L'utilisation de produits de traitement en fait partie d'une manière générale. En cas d'utilisation d'une substance naturelle comme herbicide de prélevée (p. ex. de l'acide acétique) sur toute une parcelle, la différence avec un champ traité chimiquement n'est plus visible (il n'y a d'ailleurs pas non plus de grande différence avec un champ traité thermiquement). En cas de traitements ponctuels par contre, les effets visibles («champs brûlés») ne seraient quasiment pas perceptibles pour les consommateurs.

L'utilisation d'herbicides naturels devrait dans tous les cas être communiquée de manière claire et offensive, et elle devrait être incorporée à une stratégie de communication sur la protection phytosanitaire biologique.

⇒ Cette question a reçu des réponses très diverses lors d'une enquête effectuée auprès des experts des fédérations européennes d'agriculture biologique, mais la plupart des experts pensent qu'une communication transparente serait nécessaire.

- La crédibilité de l'agriculture biologique auprès des cercles agricoles en pâtirait-elle ? La perception de l'agriculture biologique par les cercles agricoles n'est assurément pas indépendante de sa perception par les consommateurs, et la PI (production intégrée, production raisonnée) pourrait bien profiter de l'utilisation de substances herbicides pour alléguer qu'il n'y a plus de différences entre PI et bio. L'autorisation de désherbants biologiques (organismes contre organismes) serait la plus susceptible de passer sans critique. Par contre, l'autorisation d'autres groupes de matières actives pourrait permettre à la PI de critiquer le fait que le principe des écosystèmes, si souvent invoqué, a fait naufrage et qu'un «fatras» de mesures indirectes et directes est maintenant autorisé. ⇒ L'enquête effectuée auprès des experts n'a pas non plus donné une image uniforme sur ce point: depuis l'urgente nécessité d'argumentation pour les paiements directs à caractère écologique par rapport à la PI jusqu'à l'accueil favorable réservé à de nouvelles idées écologiques pour le désherbage dans la PI, les opinions sont très diverses.

- Y aurait-il des difficultés à tracer la limite entre le bio et la PI ? Le problème de la délimitation entre le bio et la PI existe déjà chez les consommateurs, il est probable que la PI l'invoquerait à son tour. Nous sommes cependant d'avis, premièrement, qu'une communication nettement plus ouverte devrait permettre de faire comprendre au public les différences décisives qui existent entre l'agriculture biologique et les autres méthodes d'agriculture, et, deuxièmement, que même l'utilisation d'herbicides naturels pourrait être expliquée.

⇒ Les experts ne sont pas non plus d'accord à ce sujet : dans les pays plutôt sceptiques envers les herbicides, la délimitation par rapport à la PI est aussi mentionnée comme un aspect négatif.
- Cela déboucherait-il sur une scission du mouvement bio ? Au vu des polémiques que cette question déclenche en Suisse et en Europe au sein même du mouvement bio, il faut conclure qu'il existe un certain risque de scission entre les paysans bio. Si on considère par contre le fait que tous les concernés en Suisse et en Europe sont disposés à mener cette discussion de fond, on peut s'attendre à que la discussion débouche sur un consensus du mouvement bio.

5 DE QUELLES MATIERES ACTIVES S'AGIT-IL ?

5.1 Matières actives de lutte biologique

Divers groupes de chercheurs travaillent dans le monde entier au développement du désherbage biologique basé sur des agents pathogènes et des ravageurs. Cependant, il n'y a que peu de produits basés sur le principe de la lutte biologique (aussi connus sous le nom de mycoherbicides) sur le marché, mais de nombreuses hautes écoles et entreprises ont dans leurs tiroirs des produits dont le développement est presque terminé.

- ⇒ Mécanisme d'action : affaiblissement des plantes jusqu'à ce qu'elles deviennent sensibles à la concurrence. La dénomination «mycoherbicides» n'est pas totalement correcte car ces produits ne tuent pas les plantes.
- ⇒ Première estimation : les matières actives de lutte biologique sont très spécifiques (elles ne s'attaquent qu'à une seule ou à peu d'espèces), sans effets secondaires pour l'environnement, l'homme et l'animal, et elles ne sont pas typiquement des herbicides.

5.2 Matières actives végétales, animales et microbiennes

Des matières actives végétales, animales et microbiennes les plus diverses sont connues pour leur efficacité herbicide :

- la catéchine, une matière active qui a été extraite d'une sécrétion racinaire d'une centaurée (*Centaurea maculosa*), possède une très grande efficacité phytotoxique ;
- le gluten de maïs est le seul herbicide cité nommément dans le Cahier des charges cadre de l'IFOAM. Aux USA, le gluten de maïs a été testé avec succès comme herbicide de prélevée dans diverses cultures ;
- dans différents essais américains en serre et en plein champ, le vinaigre a lui aussi montré une efficacité étonnamment bonne contre les sétaies, l'amarante, le chardon des champs et les malvacées: du vinaigre à 5 % semble déjà avoir une très bonne efficacité.

- ⇒ Mécanisme d'action : contrairement aux matières actives de lutte biologique, les matières actives végétales, animales et bactériennes ne se contentent pas d'affaiblir les plantes, mais elles ont une efficacité au moins partiellement létale (herbicide).
- ⇒ Première estimation : Ces matières actives ne sont pas sélectives, elles peuvent avoir certains effets secondaires, elles sont le plus souvent facilement dégradables, et elles ne sont pas typiquement des herbicides.

5.3 Matières actives minérales

Les sels (p. ex. sel de cuisine en solution) sont connus pour leurs propriétés herbicides, mais une clarification systématique serait nécessaire pour estimer leurs potentiels et leurs risques.

On se rappellera que l'alcool à brûler («white spirit») avait été utilisé comme herbicide dans les débuts de l'agriculture biologique, et que sa nocivité écologique avait contribué à l'interdiction totale des herbicides décrétée par BIO SUISSE.

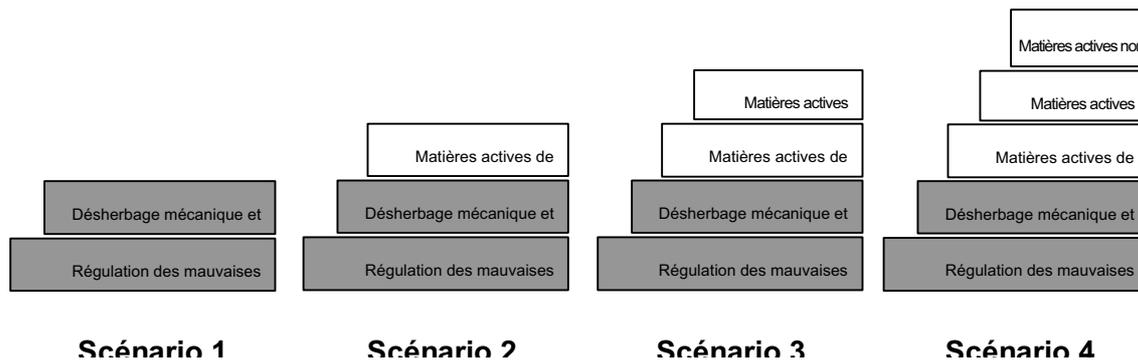
- ⇒ Mécanisme d'action : comme pour les matières actives végétales et microbiennes, les produits de ce groupe ne se contentent pas d'affaiblir les plantes, mais ont une efficacité au moins partiellement létale (herbicide).
- ⇒ Première estimation : ces matières actives ne sont pas sélectives, elles ont le plus souvent des effets secondaires, et elles sont le plus souvent difficilement dégradables.

6 COMMENT LES EXPERTS DES FEDERATIONS EUROPEENNES JUGENT-ILS L'UTILISATION DE MATIERES ACTIVES HERBICIDES NATURELLES EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE?

Une vaste enquête représentative menée sur cette question dans toutes les fédérations européennes d'agriculture biologique aurait dépassé nos possibilités. Nous nous sommes donc décidés à interroger des experts sélectionnés pour faire ressortir le climat général. Comme on pouvait s'y attendre, les opinions divergent énormément sur cette question, ce qui correspond au climat général qui règne au sein du mouvement biologique suisse. En résumé: dans tous les pays, le désherbage est une question importante dans les mêmes cultures (cultures fourragères, cultures spéciale pérennes, cultures maraîchères). Bien que les opinions divergent fortement, tous les experts sont favorables à une discussion de fond sur l'utilisation de matières actives herbicides en agriculture biologique.

La discussion en Suisse est en route

Depuis quelques semaines le débat de fond prend son cours chez BIO SUISSE. La discussion est très ouverte et donc son résultat est imprévisible. Il dépend du résultat (voir scénarios pouvant résulter du débat de fond ci-dessous) BIO SUISSE lancera une discussion au niveau international.



Scénarios pouvant résulter du débat de fond

REMERCIEMENTS

Je remercie en particulier mes collègues Otto Schmid, Bernhard Speiser et Lucius Tamm d'avoir contribué à ce papier de base et BIO SUISSE d'avoir donné la permission de présenter ce papier. Merci aussi à Manuel Perret d'avoir traduit le papier de base en français.

L'AMENAGEMENT DE L'ENVIRONNEMENT COMME MOYEN DE LUTTE CONTRE LES RAVAGEURS EN CULTURES ANNUELLES

Lukas Pfiffner, Henryk Luka, Christian Schlatter
Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Postfach, CH-5070 Frick
lukas.pfiffner@fibl.ch

Traduction et adaptation : Jérôme Lambion (GRAB)

INTRODUCTION

De nombreux agro-écosystèmes sont défavorables aux ennemis naturels des ravageurs, car ils constituent des milieux très perturbés par l'Homme. La fragmentation et la disparition d'habitats préservés ont entraîné chez les auxiliaires une diminution du nombre d'espèces et d'individus, conduisant à une réduction de leur fonction de contrôle biologique des ravageurs. Une diversification des paysages agricoles à travers l'aménagement de l'environnement est donc essentielle pour créer une structure écologique convenable. Cette démarche s'appuie sur l'amélioration des ressources pour les auxiliaires au niveau de la disponibilité en nourriture, en proies alternatives ou en hôtes et la fourniture d'abris face aux conditions extérieures défavorables.

Le concept d'approche multi - niveaux du contrôle des ravageurs sera présenté. Cette approche combine des mesures directes et indirectes de protection des cultures avec l'aménagement de l'environnement basé sur le principe de la biodiversité fonctionnelle (Fig. 1). Cet aménagement pourrait jouer un rôle significatif pour stimuler les ennemis naturels dans les cultures annuelles.

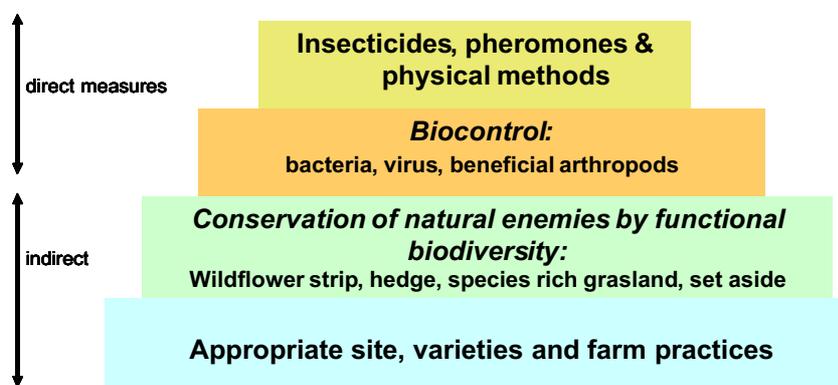


Fig. 1: Le concept d'approche multi-niveaux avec mesures directes et indirectes de protection des cultures, appliqué au niveau de l'exploitation.

Wildflower strip : bande florale ; *hedge* : haie ; *species rich grassland* : prairie riche en espèces végétales, *set aside* : jachère

1 LES HABITATS NON CULTIVES HEBERGENT UNE BIODIVERSITE SUPERIEURE

Les habitats non cultivés sont connus pour jouer un rôle essentiel dans la reproduction et la survie des ennemis naturels en offrant des ressources en nourriture, des sites d'hivernage et des refuges (Fig.2).

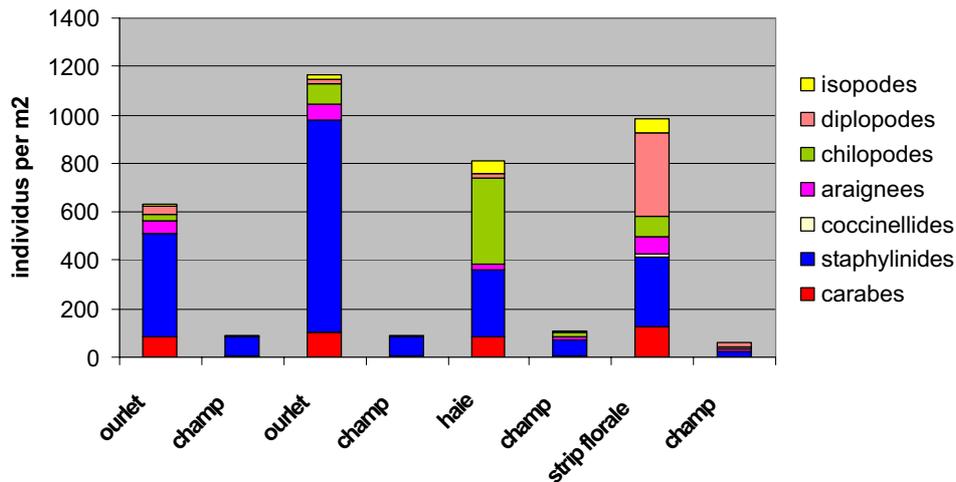


Fig. 2 : la plupart des arthropodes passe l'hiver dans des habitats semi-naturels : des densités sensiblement supérieures d'arthropodes (la plupart auxiliaires) ont été trouvées dans différentes bordures de champs, comparativement à la culture adjacente (Pfiffner et Luka, 2000).

Ourlet : bordure du champ

2 AMELIORER LA BIODIVERSITE GENERALE ...

Planter des prairies riches en espèces végétales, sélectionner des plantes adéquates sur les pourtours des champs (haies composites, tours de parcelles "sauvages") est fondamental pour permettre une amélioration générale de la biodiversité au sein de l'exploitation. Un mélange de semences pour bandes florales en grande cultures est ainsi préconisé au niveau fédéral en Suisse dans les zones de compensation écologique, dont la mise en place donne lieu au versement de subventions (Tab. 1).

	botanical	
Annual species	type ²⁾	g/ha ³⁾
<u><i>Agrostemma githago</i> L.</u> ¹⁾	segetal	600
<i>Anchusa arvensis</i> L.	segetal	70
<i>Buglossoides arvensis</i> L.	segetal	60
<i>Camelina sativa</i> L.	segetal	30
<u><i>Centaurea cyanus</i> L.</u>	segetal	500
<i>Consolida regalis</i> SF Gray ¹⁾	segetal	30
<u><i>Fagopyrum esculentum</i> Miller</u>	culture	7245
<i>Legousia speculum-veneris</i> L. ¹⁾	segetal	30
<i>Misopates orontium</i> L. ¹⁾	segetal	30
<i>Nigella arvensis</i> L. ¹⁾	segetal	30
<i>Papaver dubium</i> L.	segetal	20
<u><i>Papaver rhoeas</i> L.</u>	segetal	150
<i>Silene noctiflora</i> L. ¹⁾	segetal	30
<i>Stachys annua</i> L. ¹⁾	segetal	60
<i>Vaccaria hispanica</i> Miller ¹⁾	segetal	70
<i>Valerinanella ramosa</i> Bast. ¹⁾	segetal	30
Biennial species		
<u><i>Cichorium intybus</i> L.</u>	ruderal	120
<u><i>Daucus carota</i> L.</u>	meadow	150
<u><i>Dipsacus silvester</i> L.</u>	ruderal	2
<u><i>Echium vulgare</i> L.</u>	ruderal	200
<u><i>Malva sylvestris</i> L.</u>	ruderal	60
<u><i>Melilotus albus</i> MED.</u>	ruderal	20
<u><i>Pastinaca sativa</i> L.</u>	ruderal	80
<i>Reseda lutea</i> L.	ruderal	40
<u><i>Silene alba</i> L.</u>	ruderal	100
<i>Tragopogon orientalis</i> L.	meadow	100
<u><i>Verbascum densiflorum</i> Bertol.</u>	ruderal	50
<u><i>Verbascum lychnitis</i> L.</u>	ruderal	30
Perennial species		
<u><i>Achillea millefolium</i> L.</u>	meadow	20
<u><i>Anthemis tinctoria</i> L.</u>	ruderal	20
<u><i>Centaurea jacea</i> L.</u>	meadow	200
<u><i>Leucanthemum vulgare</i> LAM.</u>	meadow	80
<u><i>Hypericum perforatum</i> L.</u>	meadow	60
<u><i>Malva moschata</i> L.</u>	ruderal	20
<u><i>Onobrychis viciifolia</i> SCOP.</u>	meadow	600
<u><i>Origanum vulgare</i> L.</u>	meadow	60
<u><i>Tanacetum vulgare</i> L.</u>	ruderal	3
		11 kg/ha

Legend:

¹⁾ endangered plant species

²⁾ segetal species: typical wild flora of arable land

³⁾ seed quantity for the full mixture with 37 species

underlined species: Basic mixture containing 24 species

Tab.1 : composition du mélange de semences des bandes de fleurs sauvages (en 2003), adaptées au plateau suisse, qui est officiellement recommandé pour améliorer la biodiversité des milieux cultivés (plus de détails dans Pfiffner et Wyss, 2004)

1) espèce rare

2) ségétal : flore sauvage typique des grandes cultures (messicole)

3) quantité de semences pour le mélange complet de 37 espèces (espèces soulignées : mélange de base contenant 24 espèces)

3 ... PUIS AMELIORER LA BIODIVERSITE AUTOUR DE LA PARCELLE A PROTEGER

En complément de l'amélioration de la biodiversité globale au sein de l'exploitation, une biodiversité spécialement adaptée aux besoins des auxiliaires majeurs de la culture visée est nécessaire pour améliorer le contrôle des ravageurs de cette culture. Un mélange de semences a donc été mis au point pour le chou, car il favorise les auxiliaires naturels de cette culture (Tab. 2).

Species	Family	Annual/ biennial	Duration of blossom	Colour of blossom	Plant type
<i>Ammi majus</i> *	Apiaceae	1	6-10	yellow	ruderal
<i>Anethum graveolens</i>	Apiaceae	1	7-8	yellow	culture
<i>Carum carvi</i>	Apiaceae	2	5-7	white	meadow
<i>Centaurea cyanus</i>	Asteraceae	1	5-10	blue	segetal
<i>Daucus carota</i>	Apiaceae	2	6-8	white	meadow
<i>Papaver rhoeas</i>	Papaveraceae	2	5-9	red	segetal
<i>Pastinaca sativa</i>	Apiaceae	2	7-8	yellow	ruderal

* endangered plant species in CH

Tab. 2 : bande florale spécialement conçue pour favoriser les auxiliaires naturels dans les cultures de chou (zone écologique). La bande est semée à l'automne et dure un an dans le champ.

Blossom : floraison ; *ruderal* : des décombres et des talus (rudérale) ; *meadow* : bordure, *segetal* : flore sauvage typique des grandes cultures (messicole)

* Endangered plant species in CH : plante rare en Suisse

4 QUEL TYPE DE PLANTES NOURRICIERES REINTRODUIRE SUR L'EXPLOITATION POUR FAVORISER LES AUXILIAIRES NATURELS ?

Les critères au niveau de nourriture pour la sélection d'espèces végétales appropriées pour les zones écologiques sont :

- une bonne accessibilité des sources de nourriture (nectar, pollen)
- une forte attractivité des espèces végétales au niveau visuel et olfactif
- une fourniture d'un type de sucre approprié pour les auxiliaires naturels

Les différences de régime alimentaire entre ravageurs herbivores et leurs ennemis naturels peuvent être exploitées pour adapter la fourniture de nourriture. Sont ainsi sélectionnées ces sources de nourriture qui favorisent les auxiliaires naturels sans fournir aucun bénéfice nutritionnel aux herbivores ravageurs des cultures.

Pour les cultures annuelles, les habitats pérennes et non-perturbés tels que les bandes de fleurs sauvages adjacentes à la parcelle cultivée sont nécessaires pour fournir la structure, la stabilité et les ressources nécessaires à la conservation réussie des parasitoïdes et des prédateurs, et pour un bon contrôle des ravageurs. Pour de nombreux parasitoïdes, l'offre de sources proches de sucre améliore considérablement la longévité, la fécondité et la recherche de proies. L'alimentation en nectar est fondamentale pour la survie et la fécondité du parasitoïde (Tab. 3). Le nectar, le miellat, et le pollen apparaissent comme les sources de nourriture les plus exploitées au champ et ces sources sont disponibles dans les bandes florales à longue période de floraison.

	Parasitoïdes sans nectar	Parasitoïdes avec nectar
Nombre moyen de chenilles parasitées *	3,7	124
Nombre de guêpes ayant pondu (%)	27	100
Fécondité (œufs)	4	390
Durée de reproduction (en jours)	1	28

* durant les 10 premiers jours

Tab. 3 : effet de l'apport de nectar sur une guêpe parasite (*Diadegma semiclausum*) de la teigne des crucifères *Plutella xylostella* - source : Winkler et al., 2005

5 CES MESURES SE REVELENT EFFICACE EN TERME DE CONTROLE DES RAVAGEURS...

Les résultats de différents essais concernant les cultures maraîchères ont montré le potentiel et les limites de cette approche (Fig. 3, Fig. 4 et Fig. 5). Les données de ces essais chez les producteurs montrent que les bandes de fleurs sauvages améliorent la diversité et l'abondance des guêpes parasitoïdes, et accroissent même le parasitisme de certains lépidoptères ravageurs du chou dans les parcelles adjacentes. En plus des effets démontrés des parasitoïdes, des densités accrues de prédateurs généralistes grâce aux bandes florales pourraient améliorer encore le contrôle naturel des ravageurs.

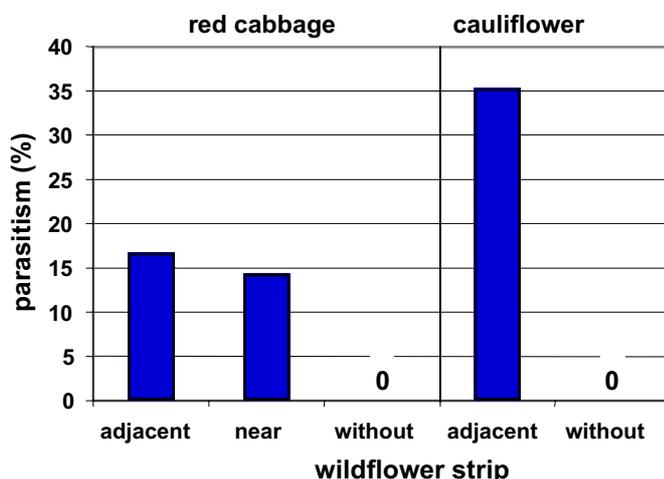


Fig. 3 : taux de parasitisme des oeufs de noctuelle du chou *Mamestra brassicae* dans des parcelles de chou rouge (à gauche) de chou-fleur (à droite), en relation avec la présence et l'éloignement de la bande florale.

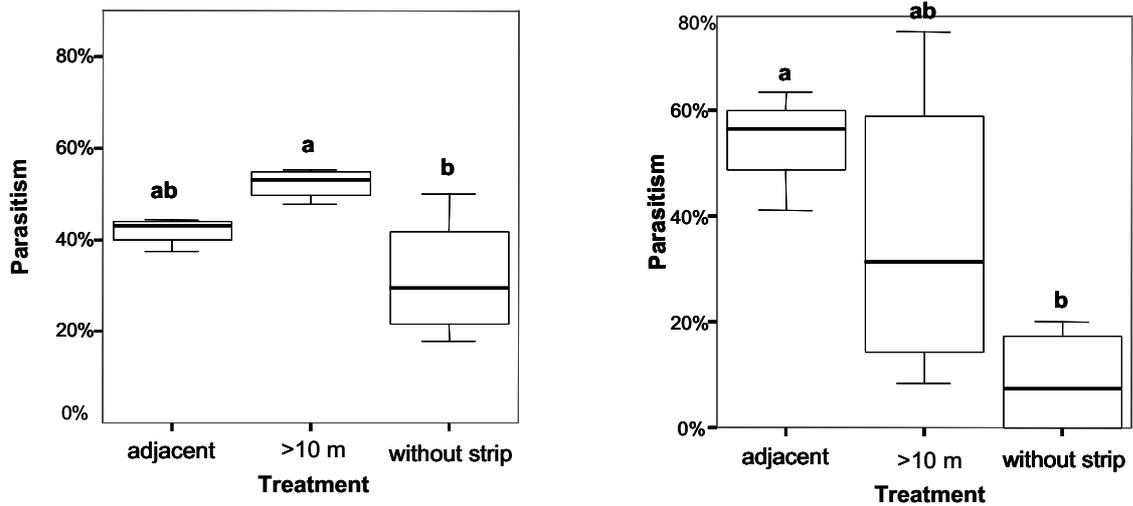


Fig. 4 : taux de parasitisme des chenilles de noctuelle du chou *Mamestra brassicae* (à gauche) et de piéride du chou *Pieris rapae* (à droite) dans des parcelles de chou rouge, en relation avec la distance/présence de la bande florale. Les traitements avec des lettres différentes sont significativement différents ($p < 0,05$, test de Tukey)

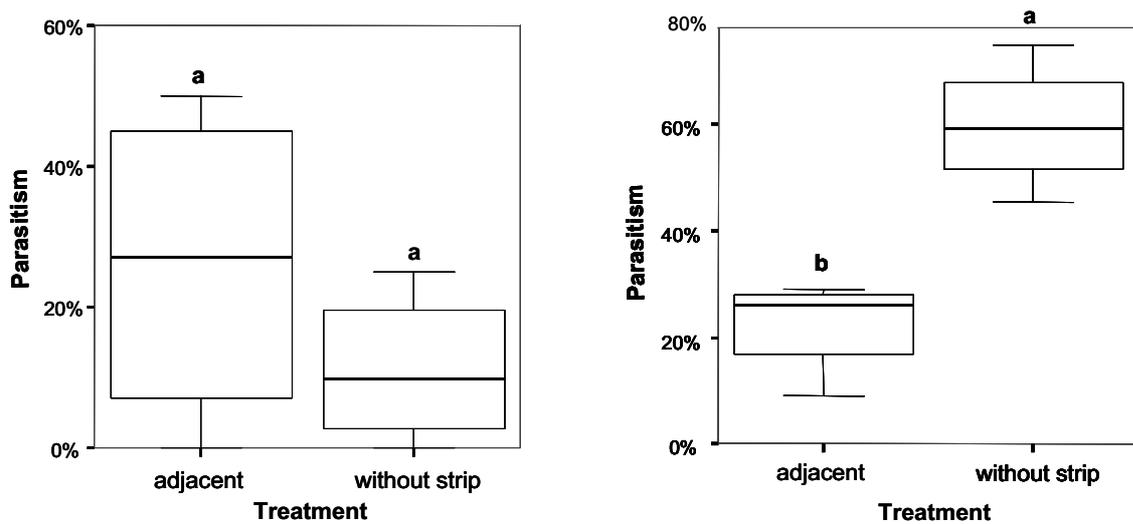


Fig. 5 : taux de parasitisme des chenilles de noctuelle du chou *Mamestra brassicae* (à gauche) et de la teigne des crucifères *Plutella xylostella* (à droite) dans des parcelles de chou-fleur, en relation avec la présence de bande florale (Pfiffner et al., 2003). Les traitements avec des lettres différentes sont significativement différents ($p < 0,05$, test de Mann-Whitney)

6 ... ET DE REDUCTION DES DEGATS

L'évaluation des dégâts dans les 2 modalités a montré qu'il y avait moins de dégâts dans les parcelles voisines de bandes florales, comparé à une parcelle sans bande florale (Fig. 6). Cependant, un épisode de grêle dans la parcelle de chou rouge a entraîné une baisse des rendements et une plus forte densité de mauvaises herbes ; cela a probablement influencé l'importance des dégâts.

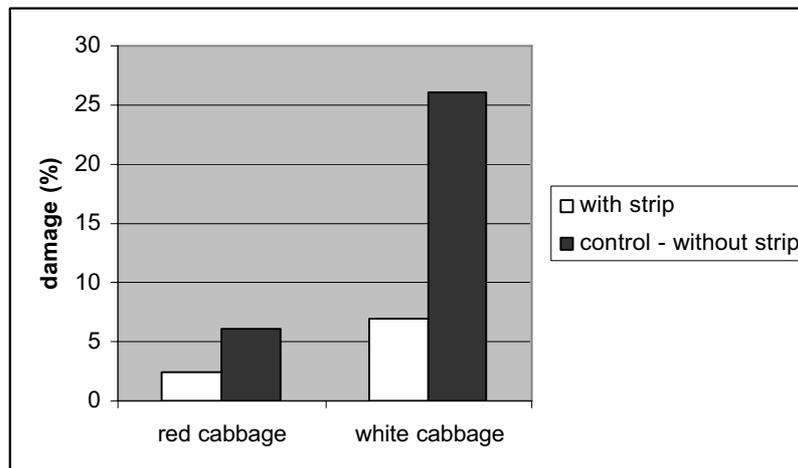


Fig. 6 : dégâts moyens dans des parcelles de chou rouge et de chou blanc adjacentes à une bande florale (barre blanche), ou sans bande florale (barre noire) avant la récolte le 20/10/2004. Les dégâts sont causés par des lépidoptères (*Pieris* sp., *Mamestra brassicae*, *Plutella xylostella*).

7 UNE TECHNIQUE NOVATRICE A PERFECTIONNER

Pour améliorer l'efficacité des auxiliaires naturels, nous avons besoin d'informations complémentaires sur la dispersion spatio-temporelle de ces auxiliaires entre les habitats cultivés ou non, à une échelle locale et régionale pour atteindre un espacement optimal des bandes (Fig. 7).

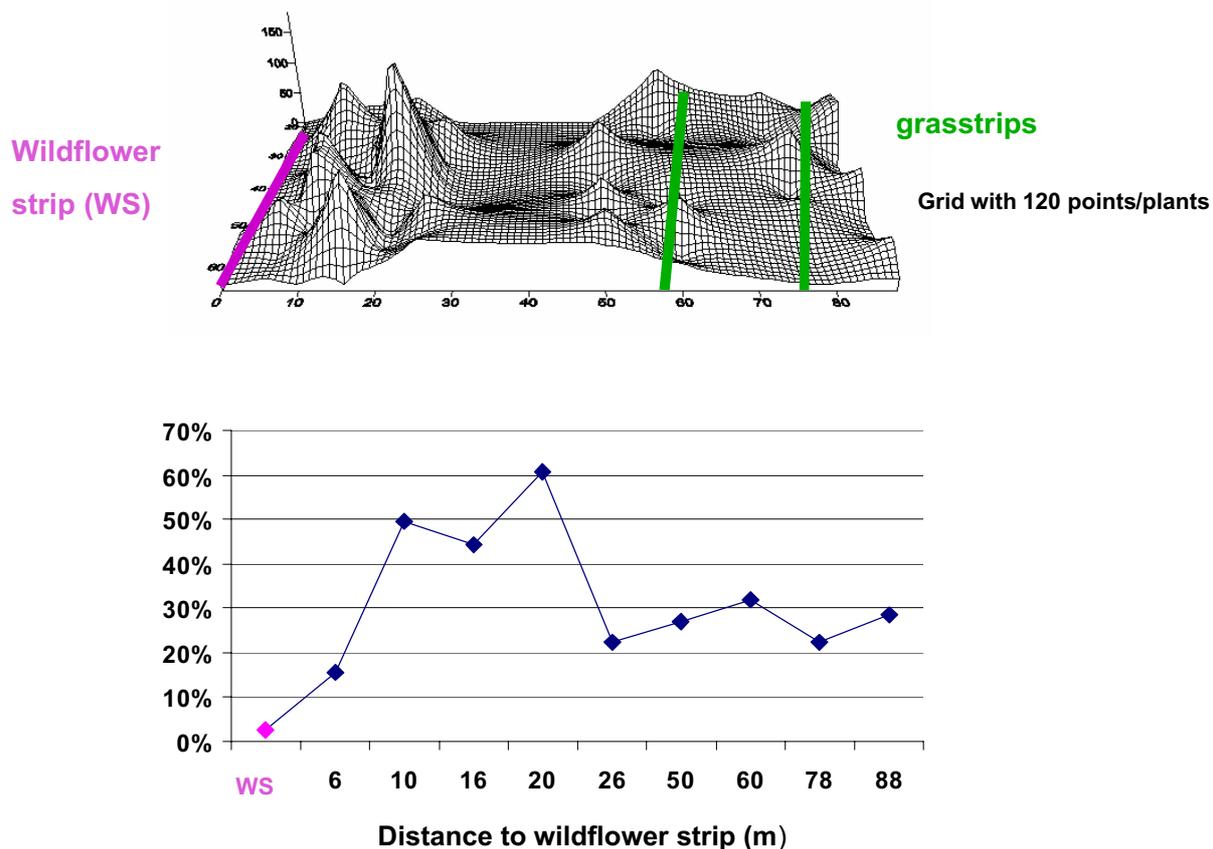


Fig. 7: Répartition spatiale des œufs parasités de teigne de crucifères (*Plutella xylostella*) en fonction de la distance avec la bande florale

CONCLUSION

L'aménagement de l'environnement en se basant sur la biodiversité fonctionnelle et l'approche multi-niveaux constitue un atout majeur pour améliorer le contrôle des ravageurs au sein des exploitations en AB. Les habitats non cultivés jouent en effet un rôle essentiel dans la reproduction et la survie des auxiliaires naturels en offrant des ressources en nourriture, des sites d'hivernage et des refuges. Sélectionner des plantes adéquates n'apportant aucun avantage pour les ravageurs est fondamental. Par ailleurs, à chaque culture correspond une biodiversité d'espèces végétales conçue pour favoriser les auxiliaires spécifiques à cette culture.

A l'échelle du paysage, un certain nombre de questions reste en suspens : quel type d'aménagement paysager des cultures permet le meilleur maintien des populations de ravageurs en deçà du seuil de nuisibilité économique ? Par ailleurs, l'aménagement de l'environnement en utilisant des bandes florales apparaît comme une méthode efficace à combiner avec des mesures de lutte biologique en agriculture raisonnée et en agriculture biologique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Pfiffner, L., Luka, H. (2000). Overwintering of arthropods in soils of arable fields and adjacent seminatural habitats. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 78: 215-222.

Pfiffner, L., Merkelbach, L. and Luka, H. (2003). Do sown wildflower strips enhance the parasitism of lepidopteran pests in cabbage crops? *IOBC/WPRS Bulletin* 26 (4): 111-116.

Pfiffner, L. & Wyss, E. (2004). Use of sown wildflower strips to enhance natural enemies of agricultural pests. In: *Ecological Engineering for Pest Management: Advances in Habitat Manipulation for Arthropods*, Edts. GM Gurr, SD Wratten and M Altieri, pp 167-188. CSIRO Publishing, Collingwood VIC Australia.

Winkler K. et al. in press. Nectar resources are vital for *Diadegma semiclausum* fecundity under field conditions. *Basic Applied Ecology*.

BANDES FLORALES ET BIODIVERSITE FONCTIONNELLE EN VERGER

Lionel ROMET

Groupe de Recherche en Agriculture Biologique - Agroparc BP 1222

84911 Avignon cedex 9

e-mail : romet.grab@tiscali.fr

RESUME

Des zones écologiques constituées de fleurs peuvent être créées afin d'augmenter la biodiversité et ainsi favoriser la lutte biologique naturelle contre certains ennemis des cultures. Des essais menés par le G.R.A.B. en arboriculture ont mis en avant certaines espèces herbacées intéressantes dans cette optique. Elles ont été sélectionnées pour leur capacité à offrir de la nourriture et des hôtes de ponte aux auxiliaires, qu'ils soient généralistes ou spécialistes, prédateurs, parasitoïdes ou hyperparasitoïdes. Mais les essais mettent également en valeur l'importance de la flore spontanée (forcément mieux adaptée au terrain considéré) ainsi que la présence de plantes en hiver, même sèches, pour maintenir la faune in-situ.

Il existe deux façons de constituer la zone florale : une entrée « botanique », en suivant des critères d'adaptation pédo-climatique, et une entrée « fonctionnelle », en identifiant les relations « tritrophiques » entre plantes, phytophages et parasitoïdes. On parle alors de biodiversité fonctionnelle. Elle nécessite un travail plus important de connaissance sur toutes les relations trophiques qu'il peut exister autour des parasitoïdes de ravageurs des cultures. Mais cette seconde option offre plus de chance de succès et moins de risques vis-à-vis d'autres ravageurs potentiellement dangereux pour les cultures.

Mots clés : bandes florales _ zones écologiques _ biodiversité fonctionnelle _ phytophages _ parasitoïdes _ pommier_ agroécologie

INTRODUCTION

L'OILB (Organisation Internationale de Lutte Biologique) insiste sur l'importance de « Zones de Compensation Ecologique » qui doivent être prises en compte dans les exploitations agricoles pour maintenir une biodiversité indispensable, notamment en zone de monoculture. Ces dispositifs sont à ce jour beaucoup plus développés en Suisse ou en Allemagne, où de nombreux documents de vulgarisation sont distribués, et où les producteurs s'engagent dans des démarches concrètes. Les bandes florales non fauchées, non traitées, rentrent dans ce schéma, en allant plus loin puisque leur composition est conçue pour avoir un rôle écologique fonctionnel direct (WARLOP, non publié).

En viticulture, dans des paysages diversifiés, certains exploitants n'ont pas besoin d'insecticide. La présence de multiples refuges (enherbement, zones écologiques réservoirs) favorise une biodiversité des ennemis naturels généralistes, qui semble fonctionnelle dans le maintien des ravageurs à des niveaux acceptables.

Par ailleurs, en oliveraie, le GRAB a mis en place chez un réseau de producteurs, 25 espèces en cours d'observation depuis 2004 (WARLOP, 2004) et en viticulture, des observations sont également réalisées sur des zones écologiques réservoirs formées de haies composites spécialement plantées par les viticulteurs à cet effet (CHOVELON, 2004).

1 1ERE PARTIE : LES BANDES FLORALES, BILAN DES EXPERIMENTATIONS DU GRAB

Les bandes florales, les zones de compensation écologique (ZCE) ou les zones écologiques réservoirs (ZER), ont toutes pour principe de maintenir ou de rétablir la biodiversité dans les zones cultivées. Elles ont également plusieurs fonctions agronomiques qui peuvent être :

- l'amélioration de la structure du sol,
- l'augmentation de la matière organique,
- la rétention d'eau,
- l'amélioration de l'activité microbienne,
- la lutte contre l'érosion,
- la fixation de l'azote,
- la maîtrise des adventices.

Mais la fonction première de ces bandes florales, est de favoriser dans le temps et dans l'espace l'installation des ennemis naturels des ravageurs de nos cultures. Pour cela, on doit d'abord leur permettre de disposer d'abris pendant la saison et hors saison, mais aussi leur assurer des sources de nourriture. Il est important d'avoir des espèces à floraison la plus étalée possible ou des mélanges d'espèces différentes aux floraisons successives afin de donner de la nourriture aux différents insectes dont les adultes se nourrissent de nectar ou de pollen. Il convient également d'apporter aux larves et adultes prédateurs et aux parasitoïdes des proies et des hôtes potentiels.

Le but des essais conduits au GRAB en arboriculture depuis 2001 est de déterminer une liste de plantes en vue de les planter dans des lieux où ces équilibres naturels ne sont pas encore atteints.

1.1 Matériels et méthode

En totalisant l'ensemble des espèces florales semées dans les différents dispositifs testés pour l'arboriculture, nous obtenons 114 espèces réparties dans 34 familles botaniques différentes. Il est bien évident qu'il s'agit d'un nombre maximum et que la plupart d'entre elles ne pourront faire l'objet d'études approfondies (non germination, couverture insignifiante, mauvais re-semis, ...). En 2005, une étude sur la flore spontanée a complété les trois dispositifs déjà mis en place.

Des observations régulières de terrain depuis 2001 permettent de qualifier et de quantifier les périodes et les durées de floraison des espèces.

Les suivis entomologiques ont été réalisés par différents moyens suivant le but de l'expérience :

- Pour connaître la quantité de faune présente sur certaines plantes bien développées en saison, ainsi que le régime alimentaire de cette faune (phytophages ou auxiliaires), un travail régulier de prélèvement d'arthropodes a été réalisé entre avril et août 2004, à l'aide d'un aspirateur à insectes puis un travail de détermination a été entrepris au laboratoire.
- Pour savoir si les différentes tiges de fleurs sèches servent d'abri ou de gîte à des ravageurs et à des auxiliaires, des prélèvements de tiges ont été réalisés en mars 2005, et placés dans des « photo-éclosoirs », jusqu'à émergence des adultes, qui ont été par la suite déterminés.

- Pour savoir, en saison, quels auxiliaires parasitaient les ravageurs de ces plantes, des plantes infestées (en général par des pucerons, dont certains paraissaient parasités) ont été prélevées et placées dans ces mêmes « photo-éclosoirs » jusqu'à émergence des adultes.

1.2 Résultats

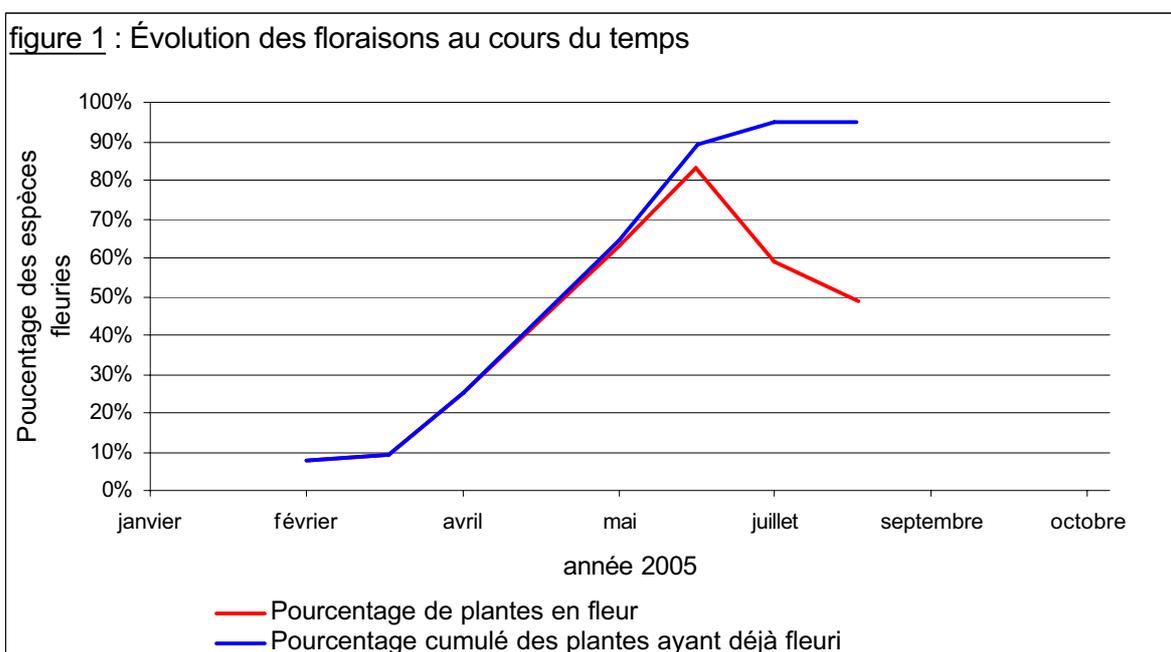
Les floraisons en 2005

la figure 1 ci-dessous indique sur les 76 espèces (or graminées) recensées sur la parcelle support des essais, le pourcentage de plantes dont la floraison a commencé, ainsi que le cumul des plantes qui ont déjà fleuri.

Dès le mois de février, les premières floraisons ont débuté par les 6 espèces suivantes : la véronique de perse (*Veronica persica*), le passereau drave (*Cardaria draba*), l'alyse maritime (*Alyssum maritimum*), la bourse à pasteur (*Capsella bursa-pastoris*), l'euphorbe réveil-matin (*Euphorbia helioscopia*) et le pissenlit (*Taraxacum vulgare*). Par la suite, au cours du mois de Mars, une seule espèce a débuté sa floraison : la dame de onze heures (*Ornithogalum umbellatum*). Sur les 7 espèces précédemment citées, une seule avait été semée (l'alyse maritime), les autres étant toutes des espèces spontanées.

A partir du mois d'avril, le nombre d'espèces ayant déjà fleuri a augmenté régulièrement jusqu'à atteindre 63 au mois de juin (représentant 83% des espèces).

Seulement 31 espèces préalablement semées dans les différents dispositifs ont été observées en fleur cette année (sur un total de 111 espèces semées en excluant les graminées, cela ne représente que 28%).



Les relevés entomologiques

1) Auxiliaires présents sur les plantes en pleine saison

Les déterminations entomologiques ainsi que la caractérisation du régime alimentaire (auxiliaires, ravageurs et indifférents), ont été réalisées sur un total de 5154 arthropodes récoltés par aspiration selon un protocole défini, sur onze espèces de fleurs : achillée, fenouil, lin vivace, lotier corniculé, pimprenelle, menthe verte, panais sauvage, coronille bigarrée, souci, trèfle blanc et carotte sauvage.

Sur les 5154 arthropodes, on dénombre 1236 auxiliaires ; ce qui représente 24% de l'effectif total. Ils sont répartis dans 28 familles et 49 genres différents. Les principaux résultats sont consignés dans le tableau 1.

Les araignées représentent 6,5% des auxiliaires, elles appartiennent à six familles différentes dont les Thomisidae et les Philodromidae, familles d'araignées qui chassent les autres insectes à l'affût et les Salticidae, qui elles, se déplacent à la recherche de leur proie.

Les auxiliaires "classiques", c'est-à-dire les coccinelles, les chrysopes et les syrphes ont été piégés en faible nombre.

Les Diptères représentent près de 10% des auxiliaires - Mis à part les syrphes (fam. Syrphidae, ordre Diptères) déjà classés dans les « Classiques ».

Tableau 1 : Auxiliaires présents sur les plantes entre avril et juin 2004 : nombre moyen d'individus par relevé.

	achillée	coronille	fenouil	lin	lotier	menthe	panais	pimprenelle	soucis	carotte	trèfle
Araignées	2,8	1	1,5	2,3	3,3	4,5	0,5	1,5	1,3	6	0
"Classiques"	1,25	0	3,3	0	0,3	0	1,25	1,5	0	0	1
Diptères	10,5	0	3,5	0,8	6,3	5,5	4,3	6	3,7	12	12
Punaises	3,3	0	0,3	0,5	1,3	5,8	0	0	38	11	1
Ichneumonidae	0,5	3	1,5	0,3	3	0	1,8	0	1,3	0	0
Braconidae	17,3	6	10,8	2,5	17,5	14,3	1,8	8,5	5,7	26	9
Chalcidiens	8	2,3	2,8	1,8	15,3	1	10,5	2	3,7	5	5
Autres hyméno.	7,3	3	4,5	4	10	0,3	6,5	3	2	4	5

Parmi les punaises (sous-ordre des hétéroptères), trois familles sont intéressantes car partiellement prédatrices d'autres insectes : les nabis, les anthocoridés et les miridés. A noter la très forte présence de l'espèce *Malacocoris chlorizans* (fam. Miridae) sur le souci.

L'ordre des hyménoptères fût de loin le plus représenté dans cette étude. Avec plus de 60% des effectifs d'auxiliaires sur l'ensemble des fleurs (en fait, entre 23% pour le souci et 80% pour la coronille bigarrée et le lotier corniculé). Parmi ces hyménoptères, on retrouve notamment les Ichneumonidae, les Braconidae et les Chalcidiens, tous parasitoïdes ou hyperparasitoïdes très importants dans l'équilibre naturel des ennemis des cultures.

2) Les insectes hébergés sur les plantes pendant l'hiver

Cette petite étude avait pour but de savoir si les tiges creuses de certaines espèces pouvaient servir d'abri pour des auxiliaires.

Le tableau 2 répertorie les insectes intéressants qui ont émergé des tiges sèches de quelques plantes.

Tableau 2 : Insectes émergeant des tiges creuses et sèches des plantes entre mars et juin 2005

Plantes	Nb et nom des insectes	commentaires
<i>Erigeron canadensis</i>	1 <i>Agria mamillata</i>	Diptère dont la larve est prédatrice de chenille
	3 <i>Crabro sp.</i>	Hyménoptère parasitoïde
<i>Pastinaca sativa</i>	2 Ichneumonidae	Hyménoptère parasitoïde
	1 <i>Cydia pomonella</i>	Carpocapse des pommes
	1 <i>Elodia tragica</i>	Parasite de <i>Cydia Pomonella</i>
<i>Achillea millefolium</i>	4 Braconidae	Hyménoptère parasitoïde
	1 <i>Coniopteryx sp.</i>	même sous ordre que les chrysopes

3) Les insectes hébergés sur ou dans les plantes pendant l'été

Les insectes récupérés grâce aux photos-éclosoirs sur des plantes fraîchement coupées en saison (mi-juin) sont issus d'œufs ou de larves présents au moment du prélèvement de la plante, soit sur ou dans la tige, soit dans certains insectes hôtes. 7 plantes ont été observées. La plupart des ravageurs observés ont été des pucerons (80%) surtout sur le trèfle blanc (*Trifolium repens*), le cirse des champs (*Cirsium arvense*) et le mélilot officinal (*Melilotus officinalis*).

Chez les auxiliaires, 73 individus ont émergé des photos-éclosoirs. Nous avons mis en évidence la présence d'un thrips prédateur (*Aeolothrips intermedius*) sur la picris fausse épervière (*Picris hieracioides*), d'un carabe sur le trèfle blanc. Le reste des individus appartenait à l'ordre des hyménoptères, tous parasitoïdes, qui se répartissaient de la façon suivante :

- ❑ Le groupe des **chalcidiens**, avec 40 individus (55% des effectifs d'auxiliaires) répartis dans 7 familles différentes (*Aphelinidae*, *Encyrtidae*, *Eulophidae*, *Eupelmidae*, *Eurytomidae*, *Mymaridae*, *Pteromalidae*)
- ❑ La famille des **Braconidés**, avec 14 individus (19% des effectifs d'auxiliaires)
- ❑ La famille des **Scelionidés**, avec 16 individus (22% des effectifs d'auxiliaires)
- ❑ La famille des **Ceraphronidés**, avec 1 individu (1,4% des effectifs d'auxiliaires)
- ❑ A noter l'absence d'individus de la famille des **Ichneumonidés** (en tous cas dans les relevés, pas forcément exhaustifs).

L'identification à l'espèce est malheureusement trop complexe, et n'a pas été possible dans le cadre de ces travaux.

1.3 Discussion

Les fleurs présentes dans les différents dispositifs d'essais mis en place depuis 2001, ainsi que celles dont la présence est spontanée, offrent de la nourriture aux adultes auxiliaires grâce à la présence de nectar et de pollen à partir du mois de février puis en continuité tout au long de la saison. Ces fleurs amènent également en saison leur cortège de ravageurs, punaises phytophages et pucerons essentiellement. Les punaises phytophages peuvent être potentiellement dangereuses pour les arbres fruitiers, mais il est souvent cité en bibliographie qu'elles ne migrent sur les arbres que si les plantes sur lesquelles elles se trouvent sont fauchées. Les pucerons recensés n'ont pas tous été identifiés jusqu'à l'espèce ; cependant, ils ne correspondent pas aux pucerons connus comme nuisibles sur fruitiers. Nous avons pu mettre en évidence la présence de *Theioaphis trifolii*, espèce inféodée au trèfle, et la probable (car non identifiée de façon sûre) présence sur le cirse des champs (*Cirsium arvense*) d'*Aphis fabae circiiacanthoidis* une sous espèce inféodée à ce chardon.

Le carpocapse des pommes (*Cydia pomonella*) est connu pour se loger dans des tiges creuses pour se nymphoser pendant l'hiver. Ce fut le cas sur le panais sauvage, mais il a été mis en évidence la présence également d'*Elodia tragica*, une tachinidée (sorte de grosse mouche), de l'ordre des diptères dont la larve se nourrit aux dépens de la chenille de ce même carpocapse des pommes.

L'étude tend à montrer (même si les relevés sont peu nombreux) qu'il est important de laisser en place les tiges creuses de plantes pendant l'hiver puisqu'elles peuvent abriter des parasitoïdes, souvent hyménoptères mais aussi parfois diptères.

Certaines plantes (choisies par rapport à leur forte présence sur le site) hébergent également pendant la saison un très important - en nombre et en diversité - cortège d'auxiliaires parasitoïdes.

Le mode de prélèvement choisi (photo-éclosoirs) a éliminé tous les individus capables de s'envoler. Il restait donc sur les plantes, uniquement les individus peu mobiles (ex. pucerons) ou des œufs placés directement sur les tiges ou bien encore des œufs de parasitoïdes placés eux dans différents hôtes (ex. pucerons, chenilles, coléoptères,...).

Ainsi l'étude a montré un taux de parasitisme important lié à la présence de 10 familles différentes d'hyménoptères parasitoïdes ou hyperparasitoïdes, dont l'identité reste à déterminer, pour une meilleure « fonctionnalité » de la flore. Les 71 individus d'hyménoptères représentent 38% de tous les insectes ayant émergé suite au mois passé dans les photo-éclosoirs.

CONCLUSION

La présence d'un nombre important d'espèces de fleurs dans un verger, ainsi qu'un mode de production biologique, présentant l'avantage d'utiliser des produits ayant moins d'effets secondaires sur l'entomofaune, permettent de façon naturelle de bénéficier d'un cortège important en nombre et en diversité d'auxiliaires parasitoïdes.

Les bandes florales, ou « zones écologiques réservoirs » ou bien encore les « zones de compensation écologique » ont plusieurs intérêts selon la période de l'année : -1- elles sont sources de nourriture grâce aux pollens pendant la floraison, -2- elles sont sites de reproduction d'auxiliaires pendant la saison grâce à la présence de ravageurs inféodés à la fleur, servant d'hôtes spécifiques, et -3- elles sont sites de reproduction d'auxiliaires pendant l'hiver grâce à la présence de ravageurs en hibernation dans les tiges creuses des fleurs.

2 2NDE PARTIE : EXEMPLE DE BIODIVERSITE FONCTIONNELLE EN VERGER DE POMMIERS

Les bandes florales qui rentrent dans le cadre de la biodiversité fonctionnelle, sont spécialement conçues pour apporter, au sein de la culture, les ennemis naturels aux ravageurs. On parle alors de rôle écologique fonctionnel.

La composition des espèces de la bande florale ne se fait pas sur des critères morphologiques ou botaniques, mais elle se fait en fonction de la faune hébergée sur ces plantes et notamment des parasitoïdes associés.

La figure 2 montre la relation trophique simplifiée entre les deux principaux pucerons du pommier, le puceron cendré (*Dysaphis plantaginea*) et le puceron lanigère (*Eriosoma lanigerum*) et certains de leurs parasitoïdes.

Le mélilot officinal (*Melilotus officinalis*) possède un cortège d'au moins 10 ravageurs, dont aucun n'est commun au pommier. Parmi ces 10 ravageurs, il existe un puceron (*Therioaphis riehmi*, Börner.) qui est parasité par différents parasitoïdes dont *Asaphes suspensus* Nees, 1 hyménoptère chalcidien de la famille des Ptéromalidés qui s'avère parasite également du puceron lanigère et du puceron cendré.

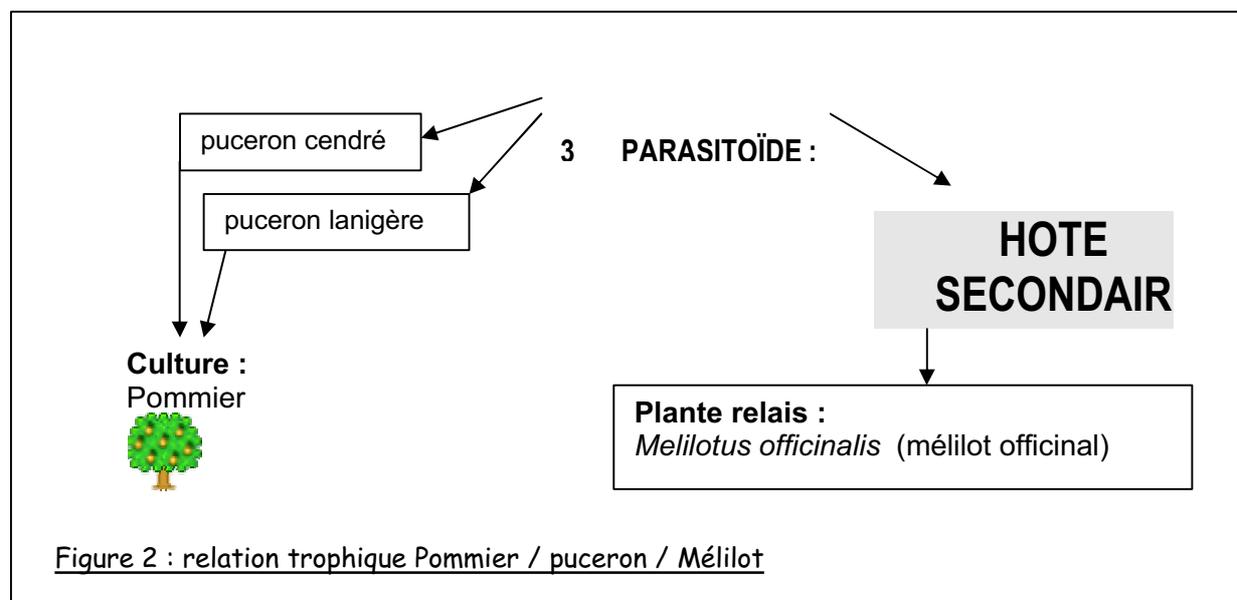


Figure 2 : relation trophique Pommier / puceron / Mélilot

Il existe de nombreuses relations trophiques de ce type qui associent le puceron cendré du pommier et/ou le puceron lanigère. L'ensemble des relations trophiques connues permettent de créer des listes d'espèces de fleurs à favoriser dans l'environnement du verger. Ainsi, le GRAB conseille pour la mise en place de bandes florales en zone méditerranéenne, la liste qui figure dans le tableau 3 ci dessous. Elle donne quelques espèces disponibles dans le commerce, à prix réduits, qui permettent théoriquement d'apporter dans l'environnement du verger de pommiers, les 10 principaux parasitoïdes hyménoptères chalcidiens des pucerons cendré et lanigère du pommier.

Une liste plus étoffée a été créée et existe au G.R.A.B.

Il convient de limiter si possible les traitements insecticides au niveau des bandes florales.

Tableau 3 - Liste de quelques espèces à favoriser dans l'environnement immédiat des pommiers :

Zone de compensation écologique : **Bandes florales**

Verger type : **pommier**

Situation pédo-climatique : **région méditerranéenne ; sol calcaire.**

Ravageurs cibles : *Dysaphis plantaginea* et *Eriosoma lanigerum*

Nom latin	Nom commun
<i>Lotus corniculatus</i>	Lotier corniculé
<i>Daucus carota</i>	Carotte sauvage
<i>Pastinaca sativa</i>	Panais sauvage
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Capselle bourse-pasteur
<i>Sinapis arvensis</i>	Moutarde des champs
<i>Melilotus officinalis</i>	Mélilot officinal
<i>Rumex acetosa</i>	Oseille des prés
<i>Picris hieracioides</i>	Picris Fausse épervière
<i>Achillea millefolium</i>	Achillée millefeuille

CONCLUSION

La création de zones écologiques au sein d'un verger pour augmenter la biodiversité fonctionnelle de l'agrosystème est plus complexe que la création aléatoire de bandes florales simples car elle nécessite un important travail bibliographique. Par contre elle offre des chances de réussite supérieures pour la lutte biologique via un cortège de prédateurs généralistes mais surtout un cortège de parasitoïdes, moins bien connus, mais beaucoup plus spécialisés et variés.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CHOVELON M., 2004 – Rapport final d'expérimentations en viticulture biologique, GRAB 2004, région PACA. Groupe de Recherche en Agriculture Biologique. 34 p.

WARLOP F., 2004 – Rapport final d'expérimentations en maraîchage et arboriculture biologique, GRAB 2004, région PACA. Groupe de Recherche en Agriculture Biologique. 155 p.

WARLOP F., 2003 – Ecologie oléicole : un aperçu des connaissances actuelles, *Olivae*, sous presse

CONNAISSANCE DE LA DIVERSITE DES PREDATEURS POLYPHAGES DANS LE VIGNOBLE DU BEAUJOLAIS

Caroline Le Roux

Chambre d'Agriculture du Rhône - Comité de Développement du Beaujolais – 210 en Beaujolais - BP 319 – 69661 Villefranche Sur Saône.

Tél. : 04.74.02.22.30 fax : 04.74.02.22.39, e-mail : caroline.le-roux@rhone.chambagri.fr

RESUME

Dans le cadre de recherches pour le développement de la lutte biologique en viticulture, un essai en grande parcelle mené pendant 4 années permet d'évaluer la diversité et l'importance des prédateurs polyphages présents spontanément dans le vignoble du Beaujolais, et d'apprécier l'impact des traitements phytosanitaires sur ces prédateurs.

Les principaux prédateurs polyphages présents dans nos prélèvements sont : les Araignées (77 %), les Insectes (20 %) et les Acariens (3 %).

Les traitements phytosanitaires ont un impact sur ces prédateurs dépendant du type et du nombre de spécialités phytosanitaires utilisées.

Mots-clefs : vigne, biodiversité, prédateurs polyphages, araignée, traitement phytosanitaire.

INTRODUCTION

Dès la fin des années 80, de nombreux viticulteurs du Beaujolais ont appliqué les règles de la protection phytosanitaire raisonnée.

Le choix judicieux des spécialités phytosanitaires a permis aux populations de *Typhlodromus pyri* SCHEUTEN de se rétablir rapidement et de contrôler les populations d'acariens ravageurs. Cet exemple de lutte biologique par action sur les intrants a fait ses preuves sur l'ensemble du vignoble : de très rares parcelles nécessitent actuellement un traitement acaricide.

D'autres arthropodes prédateurs sont naturellement présents et régulièrement observés par les viticulteurs. Afin d'identifier et de quantifier ces prédateurs polyphages et d'évaluer leur intérêt dans le contrôle des ravageurs, un essai en grande parcelle a été mis en place de 2001 à 2004 au sein d'une parcelle du sud du vignoble.

Par ailleurs, l'influence des pratiques phytosanitaires a parallèlement été mesurée et évaluée.

Cette étude a été financée dans le cadre du PEP VIN (Région Rhône Alpes).

1 MATERIEL ET METHODES

1.1 Situation de la parcelle d'étude

L'essai a été mis en place au sein d'une parcelle de vigne à Charnay (Rhône). Cette parcelle plantée en 1978, d'une surface de 1,14 ha, est représentative du vignoble du Sud Beaujolais. Plantée en Gamay, elle est conduite à une densité élevée (1,3 m X 0,8 m soit 9600 pieds/ha). Les ceps sont palissés collectivement (fils releveurs), la surface foliaire exposée potentielle mesurée au moment de la récolte est en moyenne de 0,88 m².

L'inter-rang et les tournières sont enherbés spontanément de dicotylédones (une quarantaine d'espèces végétales différentes) et de poacées (principalement du ray grass). Ce site est bordé par un verger enherbé sans intervention phytosanitaire (cerisiers, pommiers, pruniers et abricotiers) et un muret de pierres sèches.

1.2 Dispositif expérimental

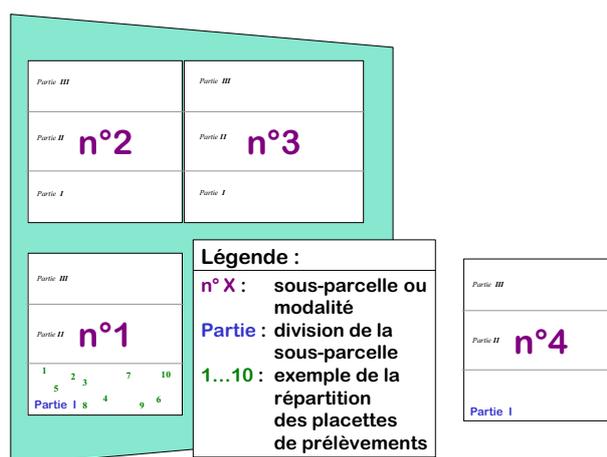
Cette parcelle est divisée en 4 sous-parcelles (figure 1) sur lesquelles sont appliqués des programmes de traitements différents (modalités 1, 2, 3 et 4) (Tableau I).

Tableau 1 : Programmes phytosanitaires étudiés

	Programme fongicide	Programme insecticide
Modalité 1	Programme à profil éco-toxicologique favorable	Néant
Modalité 2		Insecticide biologique (<i>Bacillus thuringiensis</i>)
Modalité 3	Identique aux programmes employés de 1989 à 2000	Organo-phosphoré
Modalité 4	Programme "conventionnel"	2 insecticides (Organo-phosphoré et RCI)

Compte tenu des méthodes d'observation et de prélèvement, chaque sous-parcelle ou modalité est divisée en trois parties (I, II et III) afin de répéter trois fois chaque prélèvement. Dix placettes de prélèvement sont ensuite tirées au sort au sein de chaque partie, elles sont numérotées de 1 à 10 et sont constituées de 7 ceps entre 2 piquets. Elles correspondent à chaque prélèvement susceptible d'être réalisé par campagne. Les rangs et les ceps de bordure ne sont pas retenus.

Figure 1 : Plan de la parcelle



1.3 Méthodes d'observations et de prélèvements

Afin de dénombrer les arthropodes prédateurs présents dans le feuillage et sur les ceps de vigne, les 3 pieds centraux de chaque placette numérotée font l'objet d'un prélèvement. Ce prélèvement est répété trois fois pour chaque modalité.

Par exemple, pour la 1^{ère} observation, les placettes suivantes ont été prélevées :

- placettes n°1 des parties I, II et III de la modalité n°1,
- placettes n°1 des parties I, II et III de la modalité n°2,
- placette n°1 des parties I, II et III de la modalité n°3,
- placette n°1 des parties I, II et III de la modalité n°4.

Lors de la 2^{ème} intervention, l'ensemble des placettes n°2 ont fait l'objet d'un prélèvement et ainsi de suite. Cette méthode par placette a été retenue du fait de l'aspect destructif des prélèvements de faune. L'ensemble des prélèvements est effectué de jour de juin à début octobre (nouaison à post-récolte).

Des cadres plastifiés (de 1 m²) sont disposés sous les ceps de part et d'autre du rang de vigne lors du prélèvement. Après un prélèvement sur le feuillage à l'aide d'un aspirateur à dos, les ceps sont frappés 3 fois à l'aide d'une batte puis secoués pendant 15 secondes.

Chaque arthropode tombé sur les cadres est prélevé à l'aide d'un aspirateur à bouche, puis conservé dans de l'alcool à 60°.

Ce recensement a uniquement pris en compte les **arthropodes prédateurs polyphages présents dans le feuillage et sur le tronc**. Il a volontairement exclu :

- les arthropodes indifférents,
- les arthropodes pollinisateurs,
- les hyménoptères parasitoïdes,
- les arthropodes vivant sur ou dans sol (carabes, collemboles, lycoses etc.)
- les ravageurs occasionnels de la vigne (cigarier, altises, sauterelles etc.)
- Les arthropodes circulant dans le vignoble et les ravageurs d'autres cultures (mélégèthes, pucerons etc.).

Les **ravageurs de la vigne** ont fait l'objet d'observations spécifiques par prélèvements de feuilles ou de grappes à des périodes précises de sensibilité de la vigne (cochylis, eudémis, cicadelle verte, cochenille bohémienne, cochenille du cornouiller et thrips).

1.4 Identification des prélèvements

Chaque spécimen individuellement placé dans des tubes à essai est soumis à une identification la plus précise possible. Ces identifications ont été réalisées par les entomologistes du laboratoire d'Ecologie animale et de Zoologie agricole de l'INRA de Montpellier* et du LNPV (Entomologie) de Montpellier** : MM. Cocquempot C.*, Martinez M.*, Pierre E.*, Reynaud P.** et Streito J.-C.**

2 RESULTATS

2.1 Biodiversité du peuplement d'arthropodes prédateurs

Au cours des quatre années d'expérimentation, l'ensemble des prélèvements réalisés au sein des 4 modalités révèle une grande diversité de prédateurs polyphages.

Le tableau II montre le nombre de familles, genres et espèces identifiés par classe d'arthropodes pour l'ensemble des modalités.

Tableau 2 : Recensement des prédateurs polyphages (2001 à 2004)

	Nombre de familles	Nombre de genres	Nombre d'espèces
Araignées	17	43	60
Insectes prédateurs	7	24	25
Acariens prédateurs	4	4	5

Ce tableau met en évidence la diversité aranéologique de cette parcelle. Dans cet essai de nombreuses familles d'**araignées** sont représentées, elles se caractérisent par la diversité de leurs modes de captures complémentaires et d'habitats : retraites tubulaires, petites ou grandes toiles (régulières ou irrégulières, horizontales ou verticales), toiles demeures, chasse à l'affût, chasse à courre. Les araignées sont d'efficaces prédatrices d'insectes. Elles sont uniquement carnivores et ne consomment que des insectes.

Les **acariens prédateurs**, hormis les typhlodromes, sont représentés par trois familles potentiellement prédatrices : Thrombidiidae, Anystidae et Cunaxidae.

Tableau 3 : Détail des observations typhlodromes (2001 à 2004)

	03/05/01	27/06/01	16/05/02	26/06/02	23/05/03	08/07/03	14/05/04	01/07/04
Modalité 1	78	76	94	88	94	80	69	83
Modalité 2	86	88	99	88	83	74	68	89
Modalité 3	85	92	92	89	87	72	65	76
Modalité 4	20	32	44	64	66	22	30	48

Les **insectes prédateurs** sont répartis en quatre ordres : Hémiptères, Coléoptères, Neuroptères et Diptères. On remarque une grande diversité des Coléoptères Coccinellidae avec 16 espèces recensées. Les Hémiptères (Hétéroptères) sont surtout représentés par une espèce Anthocoridae et une espèce Nabidae.

Les **proies** de ces prédateurs peuvent être des acariens (acariens prédateurs, punaises anthocorides ou mirides, neuroptères, coccinelle *Stethorus* ou *Platynaspis*), des papillons (araignées tisseuses de toiles), des œufs de tordeuses (larves de chrysopes), de jeunes chenilles (punaises nabides, larves de chrysopes), de cicadelles vertes larves ou adultes (acariens Anystidae, araignées, punaises anthocorides ou nabides, larves de chrysopes, coccinelle *Scymnus*), et de larves de cochenilles (larves de chrysopes, coccinelles).

2.2 Importance relative des diverses populations d'arthropodes prédateurs

Les araignées sont les prédateurs les plus assidus au sein de cet essai. Pour l'ensemble des modalités, le tableau IV montre leur importance relative aux autres classes d'arthropodes prédateurs présents : 77 % des prédateurs polyphages prélevés sont des araignées.

Tableau IV : Nombre total d'arthropodes prélevés par groupe taxinomique (2001 à 2004)

	Acariens prédateurs	Insectes prédateurs	Araignées
2001	16	98	467
2002	26	125	1043
2003	44	86	740
2004	27	388	523

De nombreuses familles d'araignées sont observées. Les Salticidae dominent avec 56 % des individus identifiés, notamment dans les genres *Salticus* LATREILLE et *Evophrys* C. L. KOCH.

Le tableau V montre la répartition des familles d'araignées par mode de captures ou d'habitats.

Tableau 5 : Répartition des familles d'araignées par mode de chasse

Chasse à course (Salticidae, Oxyopidae, Lycosidae, Pisauridae, Dysderidae/Segestridae)	56%
Toiles pièges (Araneidae, Theridiidae, Uloboridae, Linyphiidae, Erigonidae)	18%
Chasse à l'affût (Thomisidae, Philodromidae)	13%
Retraites tubulaires (Anyphaenidae, Clubionidae, Sparassidae)	12%
Toiles demeures (Gnaphosidae/Drassidae)	1%

A noter l'identification en 2001 d'une araignée prédatrice d'araignées *Ero* sp. appartenant à la famille des Mimetidae.

De plus, les différentes observations réalisées montre une présence des prédateurs tout au long de l'année. Elle s'accroît lorsque la nourriture devient plus abondante : les populations les plus nombreuses sont notées de mi-juillet à mi-août. L'écorce des ceps offre un refuge hivernal idéal notamment pour les formes juvéniles des Salticidae : **à la fin de l'hiver en moyenne 3 nids sont dénombrés par cep.**

Les résultats de ces 4 années d'observations montrent une faune en perpétuelle évolution : **la diversité et l'importance de chaque espèce et ou groupe sont différents d'une année sur l'autre.**

Tableau 6 : Araignées : Evolution inter-annuelle du nombre d'identification

	2001	2002	2003	2004
Nb famille	13	14	14	10
Nb genre	22	29	23	22
Nb espèces	18	29	17	22

2.3 Evaluation des dégâts des ravageurs présents

Au sein de la modalité n°1 (sans insecticide), les dégâts liés aux ravageurs restent négligeables : ils demeurent, pour la plupart, inférieurs aux seuils d'intervention.

Les fortes attaques de **Mildiou**, **Oïdium** et **Black Rot** observées sur le témoin sans traitement phytosanitaire montrent que ce site est de forte sensibilité aux maladies cryptogamiques : il nécessite une protection fongicide adéquate.

Les **acariens rouges** (*Panonychus ulmi* KOCH) et leurs dégâts sont absents de cette partie grâce à une importante population de typhlodromes (*T. pyri*). Des acariens rouges sont uniquement observés sur la partie n°4 compte tenu de l'historique chimique de cette partie basé sur l'utilisation de spécialités toxiques vis-à-vis des typhlodromes.

La **cochylis** (*Eupoecilia ambiguella* HÜBNER) est le principal ravageur de cet essai. Elle est rencontrée au printemps (première génération) et en été (seconde génération). Les intensités d'attaque demeurent limitées avec des populations de chenilles inférieures à 20 chenilles observées. L'eudémis (*Lobesia botrana* DENIS & SCHIFFERMÜLLER) est également rencontré au sein de ce site. Ses dégâts directs ou indirects (*Botrytis cinerea* BALL) sont très liés à son expression annuelle, très variable d'un été à l'autre (quasi-absence en 2001, 18 chenilles pour 100 grappes en 2002, absence en 2003 et 2004).

La **cicadelle verte** ou des grillures (*Empoasca vitis* GOETHE) est présente. Elle provoque occasionnellement des dégâts en première génération (courant juin) et en seconde génération (début août). Les observations réalisées en 2001 et 2002 montrent des populations négligeables n'occasionnant aucun dégât sur feuilles.

La **cicadelle de la Flavescence Dorée** (*Scaphoïdeus titanus* BALL) est absente de cet essai.

Les **cochenilles** (*Heliococcus bohemicus* SULC et *Parthenolecanium corni* BOUCHE) sont régulièrement présentes, aucun dégât direct n'est observé.

Le **thrips** (*Drepanothrips reuteri* UZEL) est présent notamment en 2004 où les populations ont montré une forte recrudescence.

Tableau 7 : Quelques exemples de comptages réalisés

	<i>P. ulmi</i>		Cochylis		Eudémis	<i>E. vitis</i>	<i>P. corni</i>	<i>D. reuteri</i>
	% feuilles occupées		% chenilles			% larves	% larves	% larves
	16/05/02	23/05/03	07/06/01	30/08/02		13/06/03	01/07/04	
Modalité 1	0	0	12	16	18	4	24	24
Modalité 2	0	0	12	5*	8*	5	20	22
Modalité 3	0	0	16	1*	12*	4	19	33
Modalité 4	34	0	9	9*	12*	4	1	23

* : après application d'insecticides (selon le protocole).

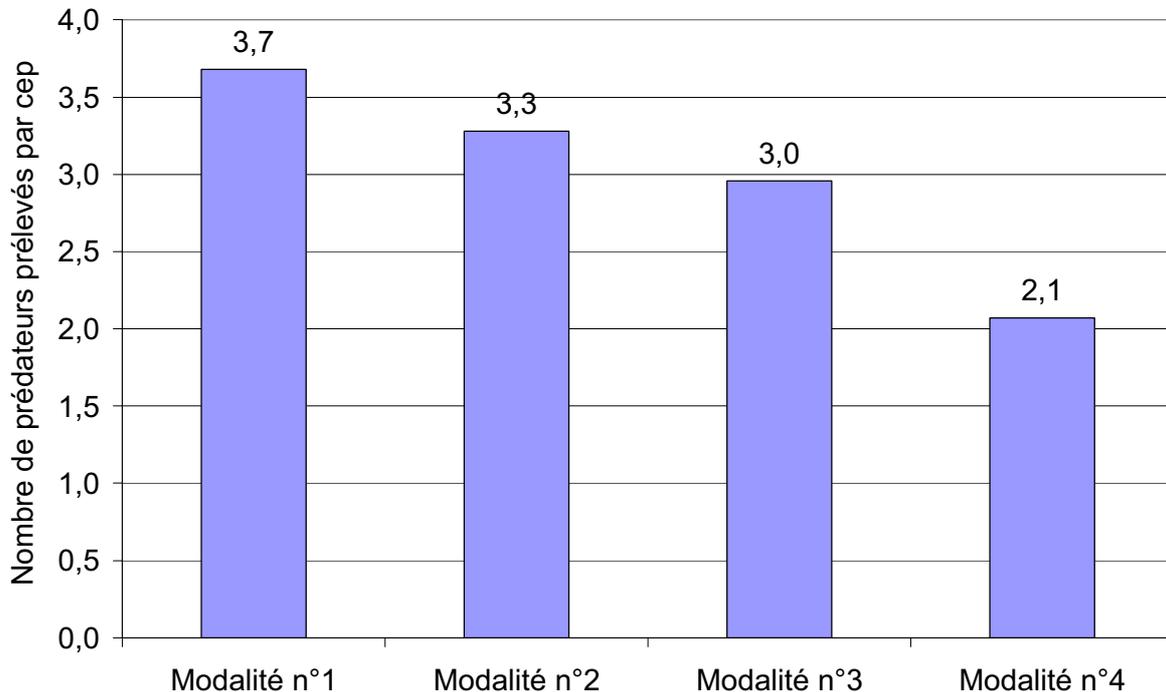
Des ravageurs qualifiés "secondaires" sont également observés : altise, boarmies, noctuelles, cicadelle bubale, cigarier, pyrale, criquets, sauterelles etc.

2.4 Influence des pratiques phytosanitaires

Afin de mesurer l'impact des pratiques phytosanitaires sur les populations des prédateurs, des traitements phytosanitaires différents ont été appliqués selon les modalités (tableau I).

La **moyenne du nombre de prédateurs par cep** est calculée pour les quatre années d'expérimentation et pour l'ensemble des prélèvements réalisés (figure 4).

Figure 2 : Comparaison générale des résultats des 3 modalités



La modalité 1 (sans insecticide) comporte un nombre moyen de prédateurs supérieur aux autres modalités.

La modalité 2 (avec 1,3 insecticide biologique en moyenne) comporte un nombre moyen de prédateurs supérieur à la modalité 3 (avec un insecticide organophosphoré).

La modalité 4 comporte un nombre moyen de prédateurs inférieur aux trois autres modalités (avec 1,5 insecticide organophosphoré ou RCI).

5 QUELLE COUVERTURE HERBEUSE SUR LA LIGNE?

Le FiBL procède à des essais d'installation de diverses plantes ou mélanges servant de couverture herbeuse sur la ligne. Ces essais ont lieu depuis plusieurs années dans les différentes régions arboricoles de Suisse. En Suisse romande, les semis de trèfle blanc ont attiré les rongeurs, la luzerne lupuline n'a pas pu prendre sa place et les jachères florales sont montées trop haut dans les arbres.

Etat de la couverture du sol en octobre 1997 et 2003 pour différentes plantes sur la parcelle d'essais du FiBL à Frick

Pflants / semis (Plantation / semis mars 1997)	Couverture du sol Octobre 1997 (%)	Couverture du sol Oct 2003 (%)
Agrostide stolonifère 10–70 cm	20	23
Bugle rampante 10–30 cm	4	0
Alchémie vulgaire 30–60 cm	63	100
Muguet de mai 10–25 cm	5	0
Fraisier des bois 5–20cm	58	32
Lierre terrestre 5–20 cm	28	43
Epervière orangée 30–80 cm	8	0
Gesse des prés 30–90 cm	5	0
Herbe-aux-écus jusqu'à 50 cm	0	0
Potentille ansérine 15-50 cm	72	0
Potentille rampante	78	15
Brunelle vulgaire 5–20 cm	62	0
Renoncule rampante 10–50 cm	44	0
Petite pervenche jusqu'à 20 cm	10	0

Dans les essais en Romandie effectués dès 2002, les semis d'épervière piloselle (*Hieracium pilosella*) ont couvert le sol en 12 mois et ont fait de cette plante tapissante aux élégantes fleurs jaunes la favorite en matière d'occupation du sol. Par ailleurs cette plante n'exerce pas de concurrence envers les arbres. Son « pouvoir » allélopathique est important. (Etude en cours)

Il faut signaler cependant que la réussite des semis est aléatoire. On préfère aujourd'hui, installer cette plante en mottes compressées à raison de 3 plants par mètre linéaire en dehors des périodes de sécheresse.

Un désherbage des plantes indésirables (graminées à fort développement, chardons...) aide à l'installation rapide des épervières.

L'enherbement spontané naturel offre une alternative de grande valeur par son adaptation aux conditions pédoclimatiques et par sa diversité. On évitera cependant de faire perdurer des plantes indésirables (chiendents, chardons...) favorisées par des méthodes culturales antérieures mal adaptées.

CONCLUSION

Comme nous l'avons expliqué et documenté, la méthode sandwich offre une alternative technique et économique intéressante entre le travail du sol et la couverture herbeuse permanente. Le choix de cette méthode devra se faire en tenant compte des conditions pédoclimatiques locales ainsi que de la disponibilité de machines aratoires adéquates ne détruisant pas la structure des sols lourds.

VITICULTURE

LE POINT SUR LES MALADIES DE DEPERISSEMENT DE LA VIGNE

*Philippe. Larignon
ITV France, Unité Rhône-Méditerranée
Domaine de Donadille
30230 Rodilhan*

RESUME

Les maladies du bois de la vigne préoccupent les viticulteurs car elles provoquent la destruction de la souche. Elles mettent ainsi en péril leur outil de production et sa longévité et par conséquent la viabilité des exploitations. Un groupe de travail impliquant les principaux organismes techniques et de recherche, et représentant les différentes régions viticoles françaises s'est constitué en 2002, suite au retrait de l'arsénite de sodium. L'objectif de ce groupe, qui travaille en étroite collaboration avec un groupe international (ICGTD), crée en 1999, est d'aider la viticulture à sortir de cette impasse technique en proposant des méthodes de lutte efficaces, respectueuses de l'environnement et économiquement acceptables. Le programme national de recherches est présenté et le point sur les connaissances également (symptomatologie, cycle biologique).

Mots-clés : BDA, Esca, symptomatologie, champignons, cycle biologique

INTRODUCTION

Les maladies du bois de la vigne ont toujours préoccupé les viticulteurs car elles provoquent la destruction de la souche et mettent en péril leur outil de production. Trois principaux dépérissements sont observés dans le vignoble : l'Eutypiose, l'Esca et le Black Dead Arm. Les deux derniers étaient contrôlés jusqu'en novembre 2001 par l'utilisation de l'arsénite de sodium. Sa suppression inquiète d'autant plus les viticulteurs qu'aucune méthode de lutte de remplacement ne leur a été proposée.

- L'Eutypiose, identifiée en France à la fin des années 70, est la maladie la mieux connue mais reste encore difficile à combattre en dépit des travaux réalisés par de nombreuses équipes portant sur différents thèmes : épidémiologie, relation hôte-parasite, méthodes de lutte.

- Le Black Dead Arm, dépérissement malheureusement encore peu connu en raison de sa récente identification en France en 1999, existe pourtant depuis très longtemps dans notre pays, car il a été confondu avec l'Esca du fait de la similitude des symptômes foliaires. Actuellement, peu d'équipes travaillent sur ce dépérissement.

- L'Esca, maladie cryptogamique sévissant dans la majorité des vignobles du monde, tout d'abord décrite sous sa forme apoplectique, fut attribuée à un champignon à la fin du XIXe siècle et de ce fait se distinguait du folletage, maladie physiologique. La découverte de l'arsénite de sodium à l'égard de ce dépérissement de façon tout à fait fortuite a entraîné dans les années 20 l'arrêt des travaux sur cette maladie pendant un demi-siècle en Europe. Durant les années 80, les recherches ont été réinitiées en France en raison d'un éventuel retrait de l'arsénite de sodium, du fait de sa toxicité non seulement pour l'homme mais aussi pour l'environnement. Les études ont porté sur l'identification et le mode d'action des microorganismes qui y sont associés. Depuis les années 90, différentes études portant sur cette identification étaient entreprises dans différents pays où l'Esca était devenu un problème majeur. Les travaux se sont de plus en plus développés et ont porté sur différents thèmes de recherches : diagnostic, épidémiologie, taxonomie, relation hôte-parasite, méthodes de lutte.

L'objet de ce papier est de faire le point sur les connaissances sur les maladies du bois et de présenter le programme national dont l'objectif est de trouver une méthode de lutte ou un ensemble de pratiques qui permettent de les contrôler.

1 LES CONNAISSANCES ACTUELLES

1.1 La symptomatologie

Le terme Esca a été introduit en 1922 par Viala pour désigner les ceps apoplexiés et caractérisés par une pourriture blanche dans le bois. Entre 1923 et 1926, d'autres formes d'expression d'esca ont été décrites. Il s'agit de la forme « rabougrissement des rameaux » et « marbrures des feuilles » qui correspondent respectivement à l'eutypiose et aux autres dépérissements, Esca et Black Dead Arm. La description des symptômes ne portera uniquement sur les formes sévères et lentes de l'Esca et du Black Dead Arm.

Les symptômes se manifestent régulièrement durant toute la période végétative. Ils touchent soit toute la plante, soit un seul bras. Ce sont les feuilles de la partie inférieure qui sont touchées les premières. Les symptômes peuvent évoluer très rapidement (forme sévère) ou alors passer par différents faciès (forme lente), conduisant à la chute prématurée des feuilles. Il convient de noter l'extrême variabilité de l'expression des symptômes d'une année sur l'autre. En effet, un pied malade une année peut très bien, l'année suivante, apparaître sain.

L'ESCA

D'une manière générale, les premiers symptômes apparaissent à partir de la fin juin. Ils peuvent se présenter sous deux formes dans le vignoble :

- **Une forme apoplectique**: tout ou une partie du cep se dessèche en l'espace de quelques heures ou de quelques jours.

- **Une forme lente** caractérisée par une coloration des feuilles. Concernant les cépages noirs, d'abord de petites taches jaunes apparaissent à la surface du limbe, qui prennent ensuite une teinte rouge en leur centre. Ces taches s'agrandissent, puis fusionnent pour former de plus grandes plages. Elles prennent ensuite une teinte "feuille morte", ne laissant qu'une bande rouge et jaune entre cette partie et celle de la feuille encore verte. Concernant les cépages blancs, les tissus desséchés sont séparés de la partie saine par une bande jaune.

Les baies restent soit saines, ne subissant qu'un retard dans la maturation, soit flétrissent et se momifient.

Dans le bois, une coupe dans un cep malade révèle la présence d'une pourriture blanche, appelée communément amadou. Cette nécrose peut être située en position centrale ou en position sectorielle.

Les causes et les facteurs favorisant leur manifestation, sont mal connus. Les étés doux et pluvieux sont plus favorables à l'expression des symptômes de la forme lente alors que des étés plutôt chauds sont plus favorables à l'apoplexie (Surico *et al.*, 2000). Le taux d'expression foliaire semble être corrélé à la réserve utile du sol et le taux d'argile du sol (Guérin-Dubrana *et al.*, 2005).

LE BLACK DEAD ARM

Les premiers symptômes apparaissent à partir de la fin mai ou début juin. Ils se présentent également sous deux formes dans le vignoble :

- **Une forme lente**

Pour les cépages noirs, les symptômes commencent à se manifester par de petites taches de couleur rouge-vineux en bordure des feuilles ou sur le limbe. Ces taches s'agrandissent, fusionnent pour donner de plus grandes plages rougeâtres, laissant une bande verte le long des nervures principales. Ces zones prennent ensuite une teinte "feuille morte", ne laissant qu'un liseré de couleur rouge vineux entre cette partie et celle de la feuille encore verte.

Pour les cépages blancs, les feuilles présentent tout d'abord sur le limbe ou en leur bordure des zones qui perdent leur turgescence et prennent très rapidement une teinte jaune orange. Ces zones s'agrandissent, puis fusionnent pour donner des zones, entièrement nécrotiques, ne laissant qu'une bande verte le long des nervures principales.

- **Une forme sévère**

Cette forme est caractérisée par une défoliation rapide des rameaux qui peuvent se dessécher complètement ou en partie.

Selon la gravité de la maladie ou la période où elle se manifeste, elle peut toucher les inflorescences ou alors les fruits conduisant à leur dessèchement.

Dans le bois, le décollement de l'écorce à la main montre une bande brune d'une largeur de quelques centimètres, qui part du rameau atteint pouvant aller jusqu'au niveau de la soudure, voire le porte-greffe.

Aucune information n'est donnée sur les facteurs favorisant l'expression des symptômes.

- **Différences avec l'Esca**

Les premiers symptômes apparaissent plus tôt en saison (début juin). Pour les cépages noirs, les feuilles atteintes ne présentent jamais de taches jaunes et le rouge de la nécrose est plus foncé (rouge vineux). Pour les cépages blancs, les feuilles atteintes ne montrent jamais de taches jaunes.

Dans les premiers stades de la maladie, il est facile de la distinguer de l'Esca. En fin de saison, il peut être très difficile de les différencier, car les feuilles montrant les symptômes de Black Dead Arm peuvent également jaunir. Les tissus à la périphérie des nécroses s'éclaircissent, puis prennent une couleur jaune huileuse, le rouge pour les cépages noirs s'éclaircit également. Pour l'esca, le jaune est plutôt blanc.

Il est à noter que les différences observées entre le profil anthocyanique foliaire des feuilles atteintes par le BDA et celui des feuilles manifestant la forme de l'esca signifient des dérèglements du métabolisme foliaire, spécifiques de chaque dépérissement (Larignon *et al.*, 2003). Les feuilles atteintes par le BDA présentent surtout de la malvidine 3-monoglucoside alors que les feuilles manifestant l'esca montrent des traces des monoglucosides anthocyaniques et parmi celles-ci de la delphinidine et de la cyanidine.

Il est à noter que ces deux maladies peuvent être observées sur la même plante, sur le même rameau, voire la même feuille.

1.2 Les champignons associés à l'Esca et au Black Dead Arm

Pour le syndrome de l'Esca, ils se répartissent en deux séquences dans le processus menant à la dégradation du bois. Une colonisation primaire du bois par *Phaeomoniella chlamydospora* (Pch) et *Phaeoacremonium aleophilum* (Pal) semble être une étape

nécessaire pour l'installation secondaire de *Fomitiporia mediterranea*, responsable de la dégradation du bois caractéristique de l'esca. Un autre champignon, *Eutypa lata*, est également considéré comme pionnier dans ce processus. Le rôle exact de ces champignons n'est cependant pas connu, notamment sur leur responsabilité dans l'expression des symptômes. Cependant, il est à noter que Feliciano *et al.* (2004) a reproduit les symptômes de la forme lente de l'esca dans le vignoble en inoculant soit le *P. chlamydospora*, soit le *P. aleophilum* sur des vignes de cépage Thompson Seedless.

Pour le Black Dead Arm, plusieurs espèces de *Botryosphaeria* semblent y être associées. Le champignon n'est pas isolé sur toute la longueur de la bande brune. Ces champignons peuvent être l'origine de cette bande brune ou alors colonisent cette nécrose suite à un événement d'origine inconnu. Cristinzio (1978) a reproduit les symptômes foliaires de Black Dead Arm dans le vignoble en inoculant *B. obtusa* et Auger *et al.* (2005) a reproduit la bande brune sur des boutures en inoculant ce même champignon.

1.3 Le cycle biologique des champignons associés aux maladies du bois

Les informations apportées ci-dessous sur le cycle biologique des différents champignons proviennent de travaux réalisés par la communauté scientifique internationale.

Le cycle biologique des champignons pionniers de l'esca est encore mal connu.

***Phaeomoniella chlamydospora* (Pch)** est impliqué dans le syndrome de l'esca. Il est isolé dans la pré-nécrose de l'esca (nécrose brune et dure), dans les tissus ceinturant la pourriture blanche et au niveau de ponctuations noires, situées à la périphérie des nécroses. Il est aussi associé à un dépérissement chez *Actinidia sinensis*. Il se développe à des températures comprises entre 10°C et 35°C avec un optimum de 25 – 30°C.

Pch est un champignon à dissémination aérienne qui pénètre par les plaies de taille pendant la période hivernale lors de périodes douces et pluvieuses. La durée de réceptivité des plaies est variable selon la date de taille. Elle peut être longue lorsqu'elle est effectuée précocement (2-3 mois) et courte pour les tailles tardives (deux semaines). Au moment des pleurs, les plaies ne le sont plus. Sous la surface de la plaie, les spores germent, le mycélium colonise les vaisseaux pour former la nécrose qui lui est caractéristique, les ponctuations noires en coupe transversale et des stries noires en coupe longitudinale. Sa source d'inoculum sous forme de pycnides est localisée sur les plaies de taille âgées, dans des zones protégées (craquelures dans le bois) ou encore sous l'écorce dans les zones où les vaisseaux sont exposés suite à des blessures. Les pycnides sont de très petite taille (jusqu'à 70 µm de diamètre) et invisibles à l'œil nu et contiennent de nombreuses pycniospores de dimension très petite (1,5 – 2 µm x 1 – 1,5 µm). Sa dissémination peut également se dérouler pendant la période végétative de la vigne. Sa présence a été également montrée à la surface de ses différents organes suggérant son caractère épiphyte, mais actuellement aucune information ne permet de dire si, ce sont les surfaces qui sont polluées lors de sa dissémination ou alors s'il s'agit du champignon qui se développe à la surface des organes. Sa présence sur les sarments pourrait jouer un rôle considérable dans la contamination des plants lors de leur élaboration en pépinière.

Le champignon peut également se propager par les bois de porte-greffe ou de greffons en pépinières. En pépinière, Pch pourrait contaminer les greffés-soudés lors de leur élaboration. Des analyses de détection par PCR ont montré sa présence dans les bains de réhydratation, sur les outils de greffage ou encore dans le substrat lors de la stratification en pot ou encore à la surface du matériel végétal. Il est capable de contaminer les greffés-soudés au cours de la stratification à l'eau par les plaies situées à leur base. De nombreux travaux ont porté également sur sa recherche dans le sol. Une seule étude montre sa présence dans le sol mais elle ne permet pas de dire si il était pollué par le champignon ou que le champignon est de nature édaphique.

Phaeoacremonium aleophilum est un champignon pionnier de l'esca. Il provoque une nécrose de couleur brun-rose qui part toujours de la moelle, et qui ensuite se mélange avec les ponctuations noires, dues à Pch pour former la prénécrose de l'esca. Il est présent sur d'autres plantes, l'*Actinidia sinensis*, l'olivier.... Il se développe à des températures comprises entre 10°C et 35°C avec un optimum de 25 – 30°C.

Son cycle biologique est mal connu. C'est un champignon à dissémination aérienne qui ne semble pas contaminer les plaies de taille pendant la période hivernale. Il semble pénétrer par les plaies de taille durant la période végétative. Les spores sont plus particulièrement disséminées pendant la période végétative de la vigne. La source d'inoculum (sous forme mycélienne) est située sur le tronc ou les bras excoriés. La forme sexuée est connue ; elle a été observée pour la première fois en 2004 dans le vignoble californien. Il s'agit de *Togninia minima*.

Il peut également se propager par les bois de porte-greffe ou de greffons en pépinières. La surface du matériel végétal à l'entrée de la pépinière peut être également polluée par ce champignon.

Fomitiporia mediterranea est responsable de la pourriture blanche. Il dégrade le bois déjà colonisé soit par *Eutypa lata*, responsable de la nécrose brune et dure en position sectorielle, soit par Pch et Pal, responsables de la nécrose brune et dure en position centrale (encore appelée pré-nécrose de l'esca). Très peu d'études ont été réalisées sur son cycle biologique car il est considéré comme saprophyte. Il se conserve dans les parties malades de la plante. Sous certaines conditions non définies, les basidiospores (unités contaminatrices) sont libérées des basidiocarpes (fructifications du champignon) qui sont situés dans les zones humides des vignes malades, et contaminent la plaie de taille. Il ne semble pas se propager par les bois en pépinières.

Les *Botryosphaeria* : On possède peu de connaissances sur la biologie du champignon *B. obtusa*, associé au Black Dead Arm. D'autres champignons du genre *Botryosphaeria* peuvent être également associés à ce dépérissement (*B. parva*, *B. stevensii*, *B. dothidea*). Ils sont isolés dans la bande brune ou des nécroses sectorielles de couleur brun gris. *B. obtusa* se développe à des températures comprises entre 5°C et 40°C avec un optimum à 30°C.

B. obtusa est un champignon à dissémination aérienne. Les spores sont plus particulièrement disséminées pendant la période végétative de la vigne. Les pics de dissémination correspondent toujours aux périodes pluvieuses, surtout lorsque les températures sont supérieures à 10°C. Les contaminations semblent se réaliser à proximité des sources d'inoculum qui ont été localisés soit sur le cep (tronc, bras, plaies de taille), soit sur les bois de taille laissés au niveau du sol. La voie de pénétration du champignon dans la plante n'a pas été encore identifiée.

Les *Botryosphaeria* peuvent également se propager par les bois de porte-greffe ou de greffons en pépinières.

2 LE PROGRAMME NATIONAL

2.1 Le Groupe de Travail

En France, suite à l'interdiction de l'arsénite de sodium (nov. 2001), un groupe national de travail, sous l'égide de l'ONIVINS, a été créé et regroupe les différents organismes de recherche et interprofessionnels (BIVB, BNIC, CA, CIVB, CIVC, ENTAV, GRAB, INRA 33 et 34, Inter-Rhône, ITV, Laboratoire Moët et Chandon, SRPV.....), qui travaillent en collaboration avec les chercheurs internationaux du groupe ICGTD. Un programme de recherches, axé plus particulièrement sur l'Esca et le Black Dead Arm a été élaboré dont l'objectif est d'apporter aux viticulteurs une méthode aussi efficace et de moindre toxicité que l'arsénite de sodium.

2.2 Son objectif

Dans l'objectif d'aider la viticulture à sortir de cette impasse technique, il est important d'apporter des moyens de lutte aux viticulteurs pour contrôler ces maladies, qui doivent être efficaces, respectueuses de l'environnement et économiquement acceptables pour les exploitations. L'aboutissement de ces recherches doit impérativement permettre de :

- ⇒ préconiser des méthodes prophylactiques et préventives (protection des voies de pénétration des champignons dans la plante au moyen de substances chimiques ou biologiques, éradication des sources d'inoculum),
- ⇒ préconiser des pratiques culturales limitant l'incidence de ces maladies (ex : enherbement, broyage des sarments, système de conduite...), en diminuant la propagation des champignons ou l'expression des symptômes sur la végétation,
- ⇒ proposer des méthodes de lutte curatives (fongicides, produits biologiques, stimulateurs des mécanismes de défense de la plante).

Pour atteindre ces objectifs, il est nécessaire d'améliorer les connaissances sur ces dépérissements, qui ne sont encore que partielles.

3 LE PROGRAMME D'ETUDES

Le programme national comporte quatre principales actions :

Action 1 - La communication. Elle est effectuée par le biais d'une plaquette destinée aux professionnels, tirée à 150 000 exemplaires. Réalisée par différents organismes (Chambre d'Agriculture, CIVC, INRA, ITV, SRPV, ONIVINS), elle présente les différentes maladies du bois (eutypiose, esca et Black Dead Arm). La symptomatologie et la biologie des champignons impliqués dans chacune des maladies, sont décrites. Les méthodes de lutte actuellement disponibles y sont également présentées.

Action 2 - Evaluation des maladies de dépérissement dans le vignoble français. Cette action, coordonnée par la SRPV, a pour objectif d'apprécier l'évolution de l'expression des symptômes foliaires des maladies du bois, de mesurer les conséquences de l'interdiction de l'arsénite de sodium, de vérifier l'intérêt des mesures prophylactiques. Elle permet également de disposer d'un réseau de parcelles de référence pour contribuer à la validation d'hypothèse sur l'épidémiologie de ces maladies. Un réseau de 612 parcelles de différents cépages, suivi par différents organismes (Chambre d'Agriculture, FREDON, GDV, INRA,

Interprofession, ITV, Syndicats agricoles....), et réparti dans les différents vignobles français a été ainsi constitué.

Action 3 – Amélioration des connaissances sur les maladies du bois. Les recherches sur l'amélioration des connaissances portent sur :

+ **L'identification du cycle biologique** des différents champignons associés aux maladies du bois. Il est nécessaire de savoir comment vit le champignon dans le vignoble et en pépinières pour savoir comment empêcher son développement. Connaître la voie de pénétration dans la plante, identifier les sources d'inoculum, connaître leur période de dissémination sont autant de questions auxquelles il faudra répondre pour protéger la cible, détruire les sources d'inoculum et identifier la période la plus propice à l'intervention.

+ **Une meilleure compréhension de l'expression des symptômes foliaires.** Caractériser les différentes formes d'expression foliaire, identifier la(les) cause(s) qui en est (sont) responsable(s), identifier les facteurs abiotiques (facteurs pédologiques et écophysiologicals, pratiques culturales) qui sont favorables à leur expression, comprendre les raisons de leurs fluctuations sont autant d'actions à mener pour aboutir à de stratégies de lutte.

+ **Une meilleure connaissance de l'interaction hôte-parasite**

Les mécanismes de défense de la plante à l'égard des champignons, la compréhension de la plus ou moins grande tolérance de certains cépages, l'identification des déterminants du pouvoir pathogène des champignons (agressivité) sont étudiés.

Action 4 – La recherche d'outils de diagnostic et de méthodes de lutte. La recherche sur les méthodes de lutte est menée non seulement dans l'objectif d'obtenir des plants indemnes de champignons inféodés aux maladies du bois à la sortie des pépinières, mais aussi dans le but de protéger les nouvelles plantations (mesures préventives), d'enrayer leur propagation dans les vignes déjà existantes (mesures préventives) et de soigner les plantes malades (mesures curatives). Des méthodes de diagnostic précoces des maladies sont nécessaires en vue de la prophylaxie ou de la production de matériel sain à la sortie de la pépinière.

Des criblages de molécules et de produits microbiens sont d'abord réalisés au laboratoire afin de sélectionner les meilleurs candidats pour les expérimentations au champ ou en pépinières. Ces produits sont ensuite testés soit en préventif, soit en curatif. Dans le vignoble, différents modes d'application sont testés : par pulvérisation sur toute la souche ou sur les plaies de taille, par injection dans les troncs ou encore par application au sol pour les produits microbiens.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Feliciano A.J., Eskalen A. & Gubler W.D., 2004 - Differential susceptibility of three grapevine cultivars to *Phaeoacremonium aleophilum* and *Phaeoemoniella chlamydospora* in California. *Phytop. Medit.* 43, 66-69.

Cristinzio G., 1978 - Gravi attacchi di *Botryosphaeria obtusa* su vite in provincia de Isernia. *Informatore fitopatologico.* 28, 21-23.

Larignon P., 2004- Réflexions sur l'esca. *Phytoma.* 576, 28-31.

Larignon, P. et B. Dubos, 1997 - Fungi associated with Esca disease in grapevine. *European Journal of Phytopathology,* 103, 147-157.

Larignon P. & Dubos B., 2001- Le Black Dead Arm. Maladie nouvelle à ne pas confondre avec l'esca. *Phytoma,* 538, 26-29.

Surico G., Marchi G., Braccini P. & Mugnaï L., 2000 - Epidemiology of esca in some vineyards in Tuscany (Italy). *Phytop. Medit.,* 39, 190-205.

LES EFFETS DE LA QUANTITE ET LA DE QUALITE DE LA LUMIERE REFLECHIE SUR LE RAISIN ET LE VIN

François-Xavier SAUVAGE

INRA, U.M.R. Sciences Pour l'Œnologie, Plateau Technique de Bioinformatique et de Protéomique, 2 place Viala, 34060 Montpellier. Tel : 04 99 61 25 01

Fax : 04 99 61 28 57, E-mail : sauvage@ensam.inra.fr

RESUME

Les changements qui s'opèrent au cours de la maturation des fruits en terme de saveur, d'arômes, de couleur et de texture, sont relativement similaires pour tous les fruits : tous les processus biologiques, y compris ceux liés à la maturation jusqu'à maturité sont associés à la synthèse et à l'activité de protéines. De plus, la régulation de l'expression de ces molécules est sous l'influence de facteurs cellulaires (hormones en particulier) et de facteurs environnementaux (climat, pratiques culturales....).

Cependant peu de travaux sont consacrés à l'influence de l'éclairement sur la production fruitière et maraîchère. Or la technique de solarisation consistant à renvoyer sur le végétal la lumière solaire incidente à l'aide de réflecteurs installés au sol, modifie de façon significative les microclimats radiatifs des feuilles et des fruits. Les études, réalisées au laboratoire depuis 1991, sur la solarisation de la vigne principalement (mais aussi sur les pommiers et les abricotiers, sur le persil) démontrent que la quantité mais aussi la qualité de la lumière solaire réfléchie modifient la dynamique de maturation et la composition des fruits à la récolte.

Les résultats obtenus sur la solarisation de la vigne montrent une avance de maturité (la précocité peut atteindre 15 jours) ainsi qu'une plus grande homogénéité de la grosseur des baies tout en conférant aux raisins des qualités sanitaire et compositionnelle supérieures à celles des raisins témoins. L'impact qualitatif est particulièrement intéressant pour les raisins de table :

- le pourcentage de raisins commercialisés et classés en AOC par rapport à la totalité de la récolte est supérieur pour les parcelles recouvertes de Vitexsol,
- le pourcentage de tri (déchets) est très inférieur pour les raisins issues des vignes solarisées,
- l'indice de maturité, toujours supérieur pour les raisins solarisés, est dû à une augmentation du taux de sucre et à une légère baisse d'acidité,
- les fruits ont une coloration plus homogène et un arôme plus développé.

Ces résultats indiquent donc que les raisins de table solarisés sont plus sains, plus « attrayants » visuellement, que la récolte est plus abondante et le temps de ciselage est inférieur sur les vignes solarisées. Tous ces résultats analytiques sont en parfaite corrélation avec ceux obtenus lors des dégustations. Dans le cas des cépages de cuve, les raisins solarisés présentent une amélioration de qualité similaire et les vins obtenus à partir de ces raisins solarisés sont généralement mieux notés à la dégustation, avec des typicités renforcées (vins plus muscatés par exemple) ou des caractéristiques nouvelles (notes exotiques).

Mots clés : Raisin, vin, qualité, lumière, solarisation La technique de solarisation de la vigne, étudiée au laboratoire depuis 1991 sur divers cépages de table et de cuve, se traduisait généralement par une amélioration de la qualité des raisins à la récolte (Robin et al.1996 a et b, Sauvage et al.1998, 1999). Cette technique de solarisation artificielle consiste premièrement à renvoyer par réflexion une fraction du rayonnement solaire sur les parties

inférieures de la canopée et deuxièmement à bonifier l'environnement lumineux en modifiant les propriétés spectrales de la surface du sol de la parcelle. Des études ont déjà démontré les effets de la modification du microclimat lumineux entourant le végétal par la modélisation de l'interception du rayonnement en fonction du mode de conduite et de la structure de la canopée (Schultz, 1995). Cependant peu d'auteurs ont mesuré les répercussions sur la composition des raisins à la récolte et la qualité du vin qui en résulte.

Les expérimentations dont nous rapportons ici quelques résultats ont été réalisées à l'aide d'un matériau de solarisation spécifiquement conçu et disposé sous les ceps de vigne. Dans ces conditions, l'auteur ne présente ici que les effets sur la qualité des raisins par des mesures de chromamétrie *in situ* et sur des échantillons de baies représentatifs de la récolte, par des caractérisations physico-chimiques et des dégustations réalisées en parallèle sur les mêmes lots de baies. Bien que la solarisation se traduise par des différences de température non négligeables, notamment au niveau des grappes, lorsque l'on compare des situations « solarisées » à des situations témoins (sol nu), les effets thermiques liés aux modalités mises en œuvre ne sont pas considérés comme des facteurs susceptibles d'expliquer l'ensemble des différences observées (Robin et al., 1996c).

1 MATERIELS ET METHODES

1.1 Matériel végétal

Les expérimentations ont porté sur divers cépages tant de table (Italia, Muscat de Hambourg, Chasselas, Danuta) que de cuve (Carignan, Syrah, Chardonnay) et conduits sous divers modes (espalier, gobelet, lyre). Pour chaque essai, des sous-parcelles de 20 à 30 ceps sont préalablement définies au hasard sur chacune des vignes ; par conséquent les modalités « Témoin » (sol nu) et « Solarisé » (sol recouvert de Vitexsol standard) sont représentées par 3 ou 4 sous-parcelles.

1.2 Matériels de solarisation

Le revêtement de solarisation standard utilisé est un tissu fabriqué à partir de lamelles d'aluminium encastrées dans un support de fils synthétiques très résistants de différentes couleurs (Vitexsol[®], MDB Texinov S.A., 38358 St Didier de la Tour). Le mode de fabrication confère à ce matériau une structure en minifacettes réfléchissantes. Le Vitexsol se présente sous forme de rouleaux de 50 m ou 100 m de long sur 0,5 m de large. Ce tissu réfléchissant, léger, souple et perméable a la propriété de réfléchir le rayonnement solaire dans toutes les directions. Les valeurs chromatiques et le spectre de réflectance des Vitexsol standards en vert et en rouge sont représentées sur la Figure 1. Ces mesures de réflectance dans la partie visuelle du rayonnement solaire (400 nm à 700 nm) sont réalisées à l'aide d'un Minolta CM508, étalonné sur une plaque de référence en céramique blanche. On peut comparer aussi sur cette figure les spectres de réflectance des revêtements avec celui du sol d'une parcelle de vigne. Le pourcentage de rayonnement réfléchi entre le sol nu et le sol recouvert de Vitexsol est multiplié par un facteur de 3 à 8 suivant la longueur.

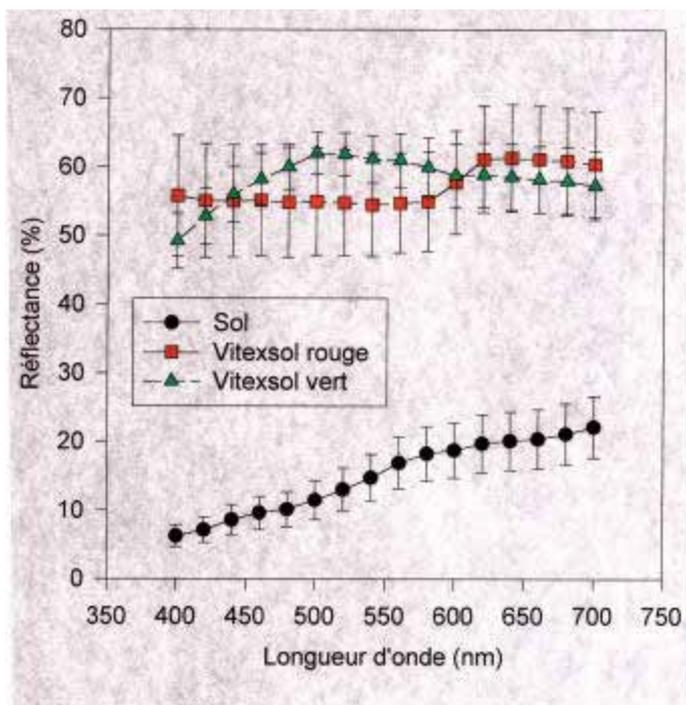


Figure 1 : Spectres de réflectance des revêtements Vitexsol standards (vert et rouge) et du sol d'une parcelle de viane

1.3 Mesures de la couleur des baies

Les paramètres chromatiques des baies en cours de maturation et à la récolte ont été déterminés dans les systèmes (CEI) colorimétriques standardisés Lab et LCH. Pour chaque sous-parcelle expérimentale, 100 baies réparties sur une trentaine de grappes préalablement repérées sont mesurées *in situ*. L'examen des valeurs statistiques brutes permet de définir l'efficacité, en terme de coloration, d'une modalité à une autre. On considérera que cette efficacité est d'autant plus grande que L, b, C et H sont plus petits et que a est plus grand, qu'il s'agisse d'un cépage noir ou d'un cépage blanc.

1.4 Analyses biochimiques

A chaque prélèvement et pour chaque modalité, les baies sont ciselées au niveau du bourrelet, dans la zone moyenne d'environ 100 grappes récoltées sur toute la longueur de la sous-parcelle et de chaque côté du rang. Les baies ainsi obtenues, sont réparties en plusieurs échantillons homogènes, comparables et représentatifs selon la méthode préconisée par Flanzky et *al.*, 1969. Ces échantillons serviront à la fois à la détermination de la couleur moyenne des baies mais aussi à l'analyse biochimique et à la dégustation des raisins à la récolte.

Les paramètres biochimiques ont été déterminés de manière classique sur des moûts obtenus après broyage au mixeur de l'échantillon entier de baies puis centrifugés. La concentration en sucres a été mesurée par réfractométrie et exprimée soit en g .L⁻¹ pour les raisins de cuve, soit en Brix pour les raisins de table. L'acidité totale, mesurée par titration, est exprimée soit en g d'acide tartrique par litre de moût pour les raisins de table soit en g d'H₂SO₄ par litre de moût pour les raisins de cuve. La composition en pigments polyphénoliques a été estimée à partir des densités optiques (DO) des moûts, mesurées par spectrophotométrie à 280, 420, 520 et 620 nm. Les concentrations en acides aminés libres des moûts ont été mesurées par chromatographie liquide haute performance d'échange d'ions et exprimées en µmol . L⁻¹. Les composés d'arômes ont été préalablement extraits des moûts et fixés sur résine d'Amberlite. Après élution, les composés sont séparés et dosés par chromatographie en phase gazeuse dans les conditions décrites par Voirin et *al.* 1992.

1.5 Dégustations des baies à la récolte

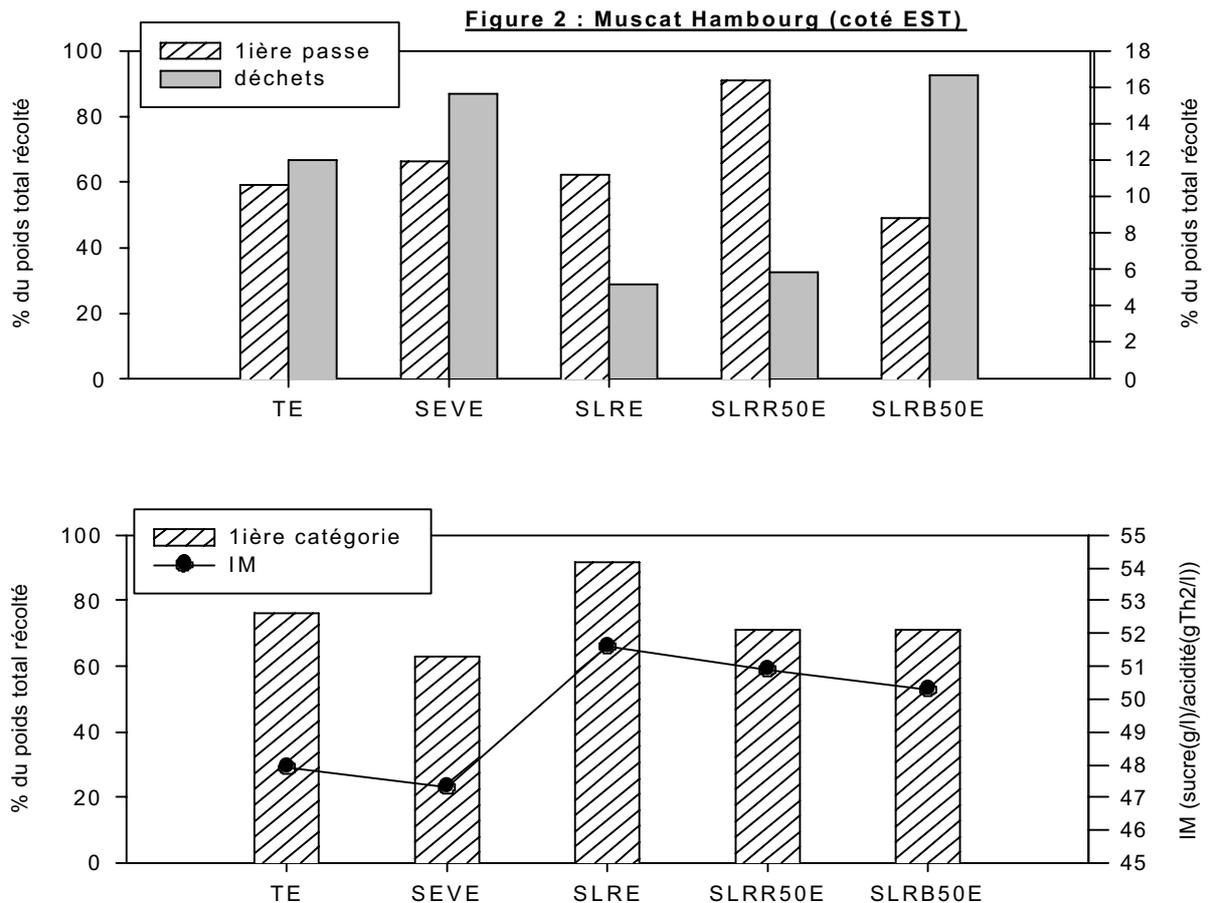
Un échantillon de baies « Solarisé » et un échantillon de baies « Témoin » sont présentés à un jury composé de 38 personnes, sensibilisées à l'analyse sensorielle mais non spécialement formées à ce type de dégustation. Trois caractéristiques physiques (homogénéité de couleur, homogénéité de taille, aspect visuel global), trois paramètres gustatifs (sucrosité, acidité, intensité aromatique) et une appréciation d'ensemble ont été notés sur une échelle de 0 à 5. Les fiches de dégustation ont été traitées d'un point de vue statistique à l'aide du système ULISI.

2 RESULTATS

2.1 Qualité de la récolte

D'une façon générale le pourcentage de raisins commercialisés par rapport à la totalité de la récolte est supérieur pour les parcelles recouvertes de Vitexsol (pour le Muscat de Hambourg, 95% pour les parcelles solarisées contre 90 % pour les parcelles témoins). Ce résultat se retrouve aussi bien pour l'Italia (75% pour les modalités solarisées contre 35% pour celles témoins) que pour le Chasselas (90 % contre 80%). Un autre aspect très intéressant concernant la récolte est la quantité de déchets au ciselage. En effet, le pourcentage de déchets (Figure 2a) est inférieur pour les vignes solarisées avec le Vitexsol rouge (4 à 5 % du poids de la récolte totale par rapport au 10-12 % pour les vignes témoins). Ces résultats indiquent donc :

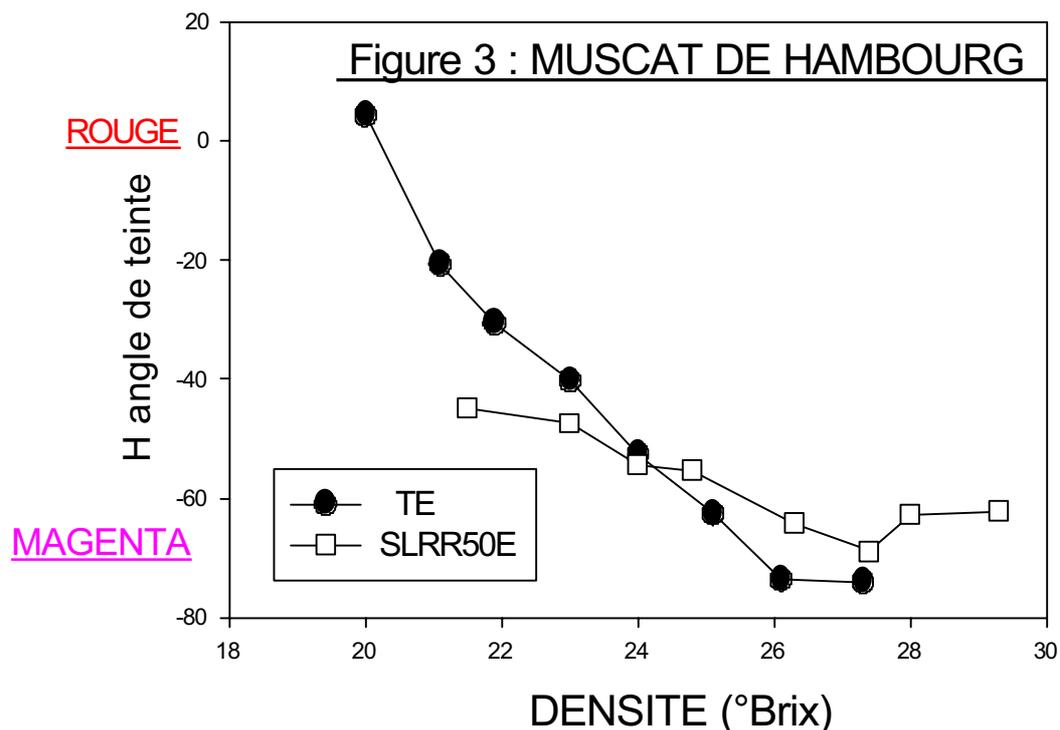
- que les raisins solarisés sont plus sains, plus « attrayants » visuellement,
- que le temps de ciselage est inférieur sur les parties solarisées,
- que la récolte est plus abondante.



Ces observations se retrouvent aussi bien sur l'expérimentation Muscat de Hambourg au pied du Mont Ventoux, que sur le Chasselas de Moissac, ainsi que sur le Danuta à Montpellier (résultats non présentés). Autre fait à noter concernant la récolte, le pourcentage de première passe est beaucoup plus abondant dans le cas du Muscat pour la modalité Vitexsol rouge (Figure 2a). Ceci laisserait supposer une précocité encore plus importante. Cette précocité est tout à fait corrélée avec l'évolution du taux de sucre et de la couleur des baies (Sauvage *et al.* 1999). Enfin le pourcentage de raisins commercialisés en 1^{ère} catégorie (AOC) est plus élevé pour les parcelles solarisées en rouge par rapport aux parcelles témoins : ces raisins solarisés présentent le plus haut indice de maturité.

2.2 Incidence de la solarisation sur la relation entre la couleur des baies et leur taux de sucres

Lorsque l'on met en relation la couleur des baies, représentée ici par l'angle de teinte, avec leur concentration en sucres, on observe des évolutions linéaires et décroissantes (Figure 3). L'angle de teinte moyen, des différentes classes de densité de baies d'un échantillon, décroît au fur et à mesure que la concentration en sucres augmente. En conséquence, on peut remarquer une meilleure homogénéité de couleur magenta des baies solarisées avec un taux de sucres supérieur. Nous avons noté que cette différence entre ces 2 modalités est la plus importante lorsque la lumière réfléchiée est renforcée en rouge. De plus, cette relation entre l'angle de teinte et le taux de sucre met en évidence l'homogénéité de couleur des baies solarisées par rapport à l'hétérogénéité de celle des baies témoins ainsi que l'augmentation de densité correspondant à l'élévation de la concentration des sucres.



2.3 Caractéristiques des moûts de raisin

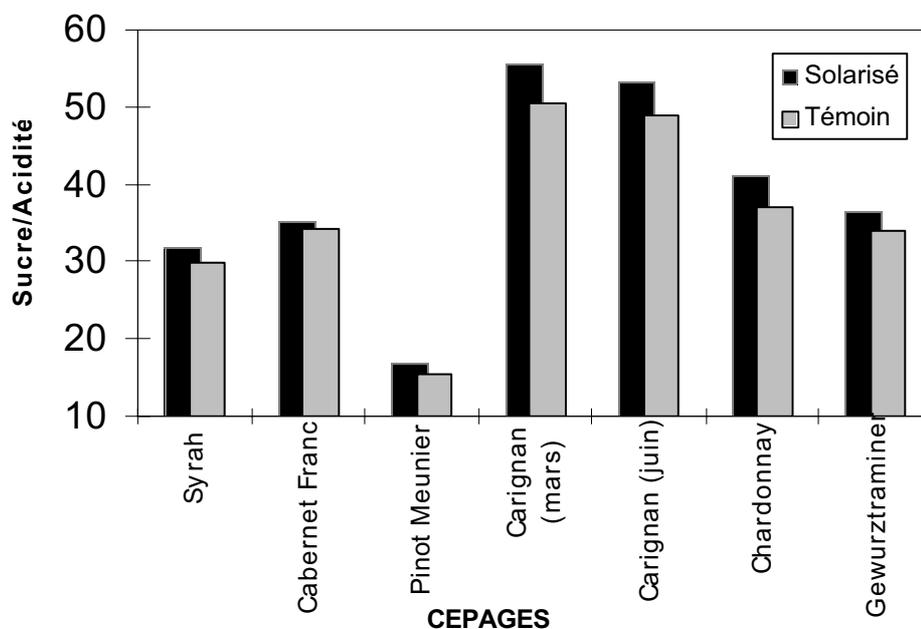
Dans le cas du Muscat de Hambourg les baies solarisées sont plus grosses, plus sucrées (+ 9 % et + 13 % respectivement pour le côté ouest et est de la lyre) que les baies témoins (Tableau I). A noter qu'avec la légère perte d'acidité l'indice de maturité (IM) est beaucoup plus élevé pour les baies solarisées que pour les baies témoins. Des écarts calculés en pourcentage par rapport au témoin peuvent atteindre jusqu'à 14% d'augmentation. Dans le cas du Muscat de Hambourg présenté dans le tableau I, les raisins solarisés récoltés des 2 côtés de la lyre ont un indice de maturité acceptable pour le label AOC du Ventoux alors que les raisins témoins sont refusés pour un IM trop faible. Pour le Chasselas de Moissac, avec un indice réfractométrique supérieur de 0,5 Brix entre les parcelles solarisées et les parcelles témoins, le poids de label (pourcentage du poids de raisin vendu en AOC par rapport au poids total commercialisé), augmente entre 10% et 100% suivant le mode de conduite, le millésime et la zone de production.

Tableau I : Caractéristiques physico-chimiques du cépage Muscat de Hambourg

	SO	ECART %	SE	ECART %	T
Poids moyen d'une baie g	4,62	<u>+15,5</u>	4,48	<u>+12,0</u>	4,00
Indice Réfractométrique g/L	185,1	<u>+9,3</u>	191,9	<u>+13,3</u>	<u>169,3</u>
pH	3,64	+2,5	3,60	+1,4	3,55
Acidité Totale gH ₂ SO ₄ /L	6,57	-2,2	6,79	-0,4	6,82
Indice de maturité (IM)	18,4	<u>13,6</u>	18,5	<u>14,2</u>	16,2

De même, pour les raisins de cuve, l'indice de maturité (Figure 4), exprimé par le rapport du taux de sucre (g/L de moût) sur l'acidité totale (gH₂SO₄/L), est plus élevé pour les raisins solarisés que pour les raisins témoins quels que soient le cépage et le lieu de production.

Figure 4 : Indice de maturité des raisins de cuve



2.4 Composition phénolique des moûts de Muscat de Hambourg

La solarisation augmente le pool de polyphénols surtout du côté est de la lyre (+ 22%). Les contributions à la coloration en pourcentages des composantes rouge et mauve, calculées à partir des densités optiques à 520 nm et 620 nm (Tableau II) sont en accord avec les différences observées sur les paramètres a et b mesurés (résultats non présentés) lors de la détermination de l'angle de teinte des baies au cours de la maturation et à la récolte. Moins de rouge correspondant à la diminution de la DO à 520 nm et surtout en corrélation avec la baisse de la teneur en anthocyanes, permettrait d'avancer le fait que la solarisation des baies de Muscat de Hambourg favoriserait donc l'apparition de copolymères de couleur mauve au détriment des molécules de couleur rouge.

Tableau II : Composition polyphénolique des moûts de Muscat de Hambourg en fonction de la présence ou non d'un revêtement de solarisation et de l'orientation des grappes

	SOLARISE OUEST	ECART %	SOLARISE EST	ECART %	TEMOIN
IPT	32.5	-1.81	40.4	22.1	33.1
PT	2.6	-1.52	3.23	22.4	2.64
TEINTE	0.643	9.4	0.654	11.2	0.588
%JAUNE	35.25	4.5	36.0	6.6	33.74
%ROUGE	54.8	- 4.4	55.0	- 4.12	57.3
%MAUVE	9.93	11.4	9.0	1.5	8.9
ANTHOCYANES g/L	0,168	-17,7724	0,195	-3,94	0,203

IPT : indice des polyphénols totaux (DO 280*100)

PT : polyphénols totaux (IPT*0,08 exprimé en g d'acide gallique / L)

2.5 Dosage des arômes libres des raisins Italia

La teneur de quelques composés d'arômes libres extraits et dosés des baies d'Italia provenant des sous-parcelles solarisées (S) et témoins (T) est rapportée dans le tableau III. Pour certaines molécules aromatiques, comme le linanol et le citronello, une forte augmentation de la concentration, proche des 100%, a pu être observée. Ces arômes sont reconnus comme participant à la note muscatée des raisins. L'eugénol, quant à lui, voit sa concentration plus que doubler ; il participe comme précurseur à la synthèse des polyphénols et donne des notes aromatiques d'œillet et de clou de girofle. Les raisins solarisés seraient plus aromatiques tout en renforçant leur typicité (arôme de muscat par exemple).

Tableau III : Composition en quelques arômes libres ($\mu\text{g/Kg}$) des baies de raisin Italia

Teneur : $\mu\text{g/kg}$	IT	IS	? %
Linanol	596,8	1042,4	75
Citronellol	68,1	134,5	98
Nérol	39,6	41,4	5
Géraniole	110,8	108,5	-2
Alcool benzylique	40,7	43,0	6
2-Phenyl éthanol	66,0	56,5	-14
Eugénol	52,8	114,8	117
diol 3-6	19,9	25,8	30
iso-Eugénol	328,1	369,4	13
acide benzoïque	23,9	33,5	40

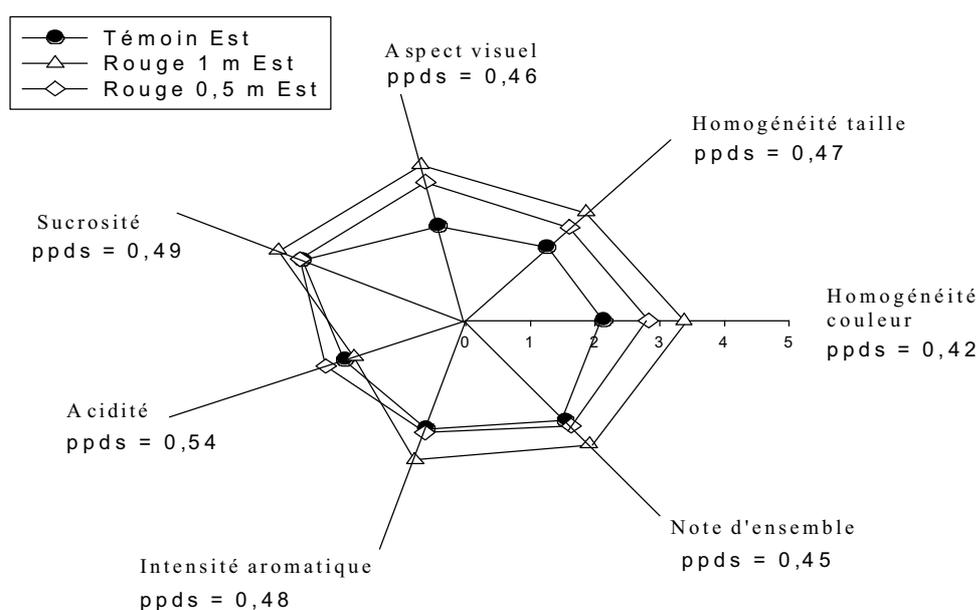
IT baies témoins, IS baies solarisées

2.6 Dégustation des raisins

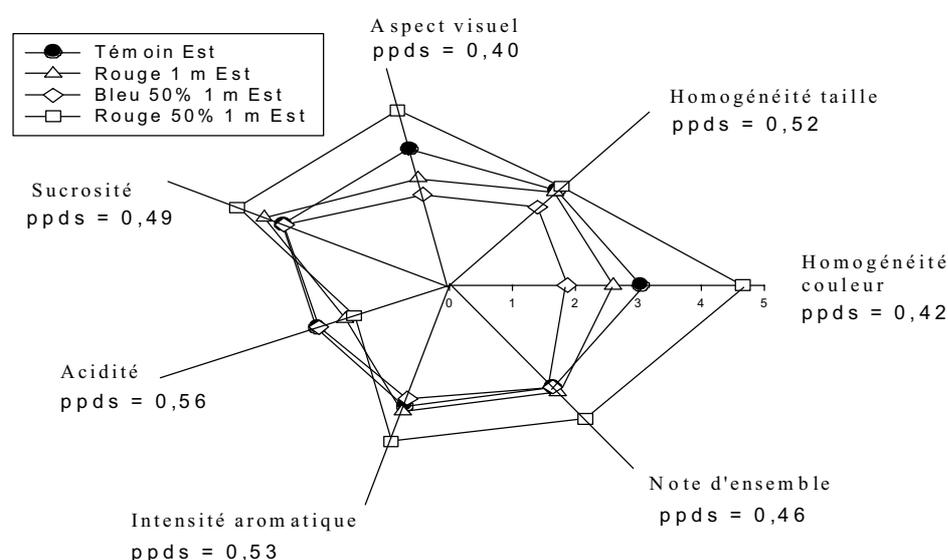
Dans le cas des baies du raisin Italia orientées à l'Est (Figure 5a) , on observe un effet très net de la surface réfléchissante installée, notamment pour les critères d'homogénéité de couleur et de taille, d'aspect visuel, de sucrosité, d'intensité aromatique et pour la note d'ensemble. On retrouve bien un effet de proportionnalité entre la surface installée et la qualité des raisins estimée par ces 6 paramètres.

Figure 5 : Dégustation...

...des baies d'Italia



...des baies de Muscat de Hambourg



Dans le cas de la dégustation des baies de Muscat de Hambourg côté Est (Figure 5b), où une modalité de revêtement coloré en bleu a été ajoutée, il est possible de distinguer, d'une part l'influence du revêtement (rouge ou bleu), d'autre part l'influence du taux de recouvrement de la couleur rouge (rouge 12% et rouge 50% de recouvrement). L'analyse statistique, par le calcul de la plus petite différence significative (PPDS), démontre que les différences obtenues sur les paramètres couleur, aspect visuel, sucrosité, intensité aromatique et note d'ensemble sont dans certaines conditions hautement significatives. On constate que la couleur rouge est bien plus efficace que la couleur bleue pour améliorer la qualité des raisins à la récolte. Ces résultats s'accordent bien avec ceux issus des analyses biochimiques et des dégustations réalisées sur le cépage Danuta dans les mêmes conditions.

3 DISCUSSION ET CONCLUSION

La solarisation de la vigne, par un tissu réfléchissant fixé au sol sous les souches, augmente d'un point de vue quantitatif et qualitatif les microclimats radiatifs et thermiques de la partie inférieure de la canopée. L'ensemble des résultats obtenus prouve que cette technique (modification artificielle des propriétés de réflectance du sol) améliore de façon significative la qualité et la productivité des raisins de table et de cuve. Par rapport aux raisins témoins, le poids moyen des baies a pu être augmenté, de même que la teneur en sucres, en composés aromatiques et en pigments polyphénoliques. Par contre, l'acidité a légèrement diminué. Les analyses de la couleur des baies, aussi bien en cours de maturation qu'à maturité, ont révélé par ailleurs que la solarisation diminuait l'hétérogénéité de coloration et surtout la composante rouge de celle-ci, pour le Muscat de Hambourg particulièrement.

Les dégustations, réalisées sur l' A.O.C. raisin de table (Muscat du Ventoux) ainsi que sur Italia et Danuta, démontrent de façon évidente l'impact positif de la solarisation sur la qualité des baies. Les raisins solarisés apparaissent plus homogènes d'un point de vue grosseur et couleur des baies. Au goût, ils sont plus sucrés, plus aromatiques, ce qui leur confère une qualité d'ensemble supérieure à la fois pour l'aspect visuel et le caractère gustatif. Ces résultats sont tout à fait en accord avec ceux des analyses physico-chimiques. A cet égard,

l'augmentation de la typicité muscatée des baies solarisées est en parfaite harmonie avec la détermination des composés d'arômes libres. La solarisation ne diminuerait donc pas la typicité variétale, bien au contraire. Dans le cas des vins obtenus à partir de raisins solarisés avec le Vitexsol rouge standard, les dégustations ont mis en évidence des vins différents, parfois originaux, avec, une intensité colorante renforcée et surtout un potentiel aromatique développé. Sur le Merlot on découvre des notes de fruits exotiques et sur les Muscats on renforce la finesse des arômes muscatés.

Les expérimentations de solarisation réalisées avec des revêtements colorés (vert, bleu, rouge) mettent en avant des réponses physiologiques très précises de la vigne. Il semblerait en effet qu'une excitation permanente de quelques semaines de la vigne par une lumière complétement en rouge (réflectance maximum vers 670 nm) soit nécessaire pour obtenir des raisins plus colorés à maturité. Si la composition spectrale de la lumière apparaît importante, la quantité totale de lumière blanche réfléchie sur la souche semble utile pour une augmentation de la concentration en sucres. Ce résultat suggère que les métabolismes permettant, d'une part l'accumulation des sucres, d'autre part la synthèse des métabolites secondaires responsables de l'arôme et de la coloration, seraient déconnectés, les seconds étant plus affectés par la qualité de la lumière que par la quantité totale d'énergie reçue.

Ces résultats constituent, à mon avis, les premiers éléments pour démontrer que le spectre de la lumière réfléchie joue un rôle déterminant dans la qualité des fruits mais aussi pour argumenter l'hypothèse d'une photorégulation de la maturation du raisin.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

FLANZY C., FLANZY M., ANDRE P., CHAMBROY Y., 1969. Fixation à l'obscurité du $^{14}\text{CO}_2$ gazeux dans les baies de raisin en anaérobiose. II Devenir du ^{14}C au cours de la fermentation intracellulaire. *Anal. Technol. Agric.* **18**,4, 307-325.

ROBIN J.P., LOPEZ F., ROUJOU DE BOUBEE D., IGUNET O., SAUVAGE F.X., PRADAL M., VERRIES C., 1996 a. La coloration des baies du raisin Syrah au cours de leur maturation. Relations entre les descripteurs de la couleur, dynamique *in situ* et influence des facteurs de l'environnement. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, **30**, 4, 187-199.

ROBIN J.P., SAUVAGE F.X., BOULET J.C., SUARD B., FLANZY C., 1996b. Importance des propriétés optiques de la surface du sol sur le microclimat de la vigne. Répercussions de l'usage d'un revêtement de sol réfléchissant sur la composition des moûts et sur la qualité du vin. *Colloque International sur les Terroirs Viticoles*, Angers, 487-492 p.

ROBIN J.P., SAUVAGE F.X., BOULET J.C., SUARD B., FLANZY C., 1996c. Reinforcement of the radiative and thermic stresses of the grape vine in field conditions using a reflective soil cover. Repercussions on the must composition and on the wine quality. *IVth International Symposium on Cool Climate Viticulture and Enology*, Rochester, USA.

ROBIN J.P., SAUVAGE F.X., PRADAL M., CHOVELON M., 2000. Réflexion du sol et coloration du raisin. L'excitation de la vigne par la lumière rouge serait déterminante pour la qualité des baies. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, vol. 34, 3.

SAUVAGE F.X., ABBAL P., PRADAL M., ROBIN J.P., 1998. La solarisation de la vigne en production de raisin de table. Impact qualitatif et influence de l'orientation des grappes. *Fruits*, 53, 6, 421-436.

SAUVAGE F.X., BALLESTER J.F., CHOVELON M., ROBIN J.P., 1999. La technique de solarisation par usage d'un revêtement de sol réfléchissant améliore la qualité des raisins de table. *11^e Journées Internationales du Groupe d'Etude des Systèmes de Conduite de la Vigne*, ed. OIV, Marsala, Sicile, 724-733 p.

SCHULTZ H.R., 1995. Grape canopy structure, light microclimate and photosynthesis. I. A two dimensional model of the spatial distribution of surface area densities and leaf ages in two canopy systems. *Vitis*, **34**, 211-215.

VOIRIN S.G., BAUMES R.L., SAPIS J.C., BAYONOVE C., 1992. Analytical methods for monoterpene glycosides in grape and wine. II Qualitative and quantitative determination of monoterpene glycosides in grape. *J.Chromatogr. A* **595**, 269-281.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie tous les propriétaires des domaines qui ont bien voulu prêter leurs vignes. Toute sa gratitude va aussi vers Mr Chovelon (La Tapy), Mr Rouchy (Qualissol) et Mr Clipet (INRA -Villeneuve les Maguelonnes) pour l'aide apportée lors de la mise en place des modalités de la solarisation et de la récolte des diverses données.



Charte FNIVAB

CHARTRE VIN BIO

**CHARTRE DE DROIT PRIVÉ
ÉTABLISSANT DES RÈGLES
POUR LA FILIÈRE DU VIN BIO :
VINIFICATION, CONSERVATION ET
CONDITIONNEMENT**

AVERTISSEMENT

Seuls les vins issus de raisins Certifiés de l'Agriculture Biologique -règlement CE 2092/91- et élaborés dans le respect des règles de cette Charte pourront être identifiés par le logo « Charte FNIVAB »

Les **CHAPITRES** soulignés contiennent les éléments soumis aux **CONTROLES**. Les chapitres en italique sont en cours d'élaboration et seront précisés ultérieurement.

- 1 - **Recommandations générales**
- 2 - **La MATURITE et la RECOLTE**
- 3 - Les MOUTS - produits et pratiques
- 4 - Les VINS - produits et pratiques
- 5 - Le SO2 Total - doses limites
- 6 - ATELIERS MIXTES, CONTENANTS et MATERIELS
- 7 - **La CONSERVATION des VINS**
- 8 - **HYGIENE et produits**
- 9 - **Le TRANSPORT des VINS en CITERNES**
- 10 - **L'EMBOUTEILLAGE - contenants et pratiques**
- 11 - **Les EFFLUENTS**
- 12 - La TRACABILITE - conseils et documents

1 RECOMMANDATIONS GENERALES

REGLEMENTATION FRANCAISE :

- ✓ La Réglementation Française reste prépondérante avant toute chose.

INTERDICTION D'EMPLOI DE TOUT PRODUIT OGM OU ISSU D'OGM :

- ✓ Pour chaque intrant d'origine biologique utilisé, exiger une attestation de conformité au Codex Œnologique, non OGM, non issu d'OGM et certifié issu de l'agriculture biologique, si ce mode de production existe.

SPECIALITES COMMERCIALES ŒNOLOGIQUES :

- ✓ L'utilisation de produits purs sera toujours préférée à des mélanges.
- ✓ Dans le cas de spécialités commerciales, demandez au fournisseur une attestation de conformité vis à vis de la CHARTE.

TRACABILITE DES OPERATIONS :

- ✓ **AU CHAI**, la traçabilité va depuis l'entrée de la récolte par parcelle, en passant par la vinification et jusqu'à la mise en bouteilles : chaque opération est datée et enregistrée (récolte par parcelle - cuvée - intrants).
- ✓ Pour le **TRANSPORT DE VIN EN CITERNES** (voir ce chapitre)
- ✓ Pour les **ATELIERS MIXTES** (voir ce chapitre)

EVOLUTION DE LA CHARTE ET MISES A JOUR

Ce document est basé sur l'état des connaissances actuelles. Toute évolution des connaissances pourra éventuellement faire l'objet d'une MISE A JOUR de la CHARTE par la Commission Technique FNIVAB.

LA FNIVAB NE SAURAIT ETRE TENUE RESPONSABLE,

pour des effets pervers inconnus à ce jour dans les pratiques limitatives et pour des applications erronées du référentiel, effectuées par le vinificateur dans le cadre des vinifications ou des embouteillages.

CONDITIONS D'UTILISATION DU LOGO « Charte FNIVAB »

Seul le récoltant en possession du contrat « CHARTE FNIVAB » et dont les vins sont reconnus conformes, peut utiliser le logo en suivant les règles d'emploi

VINS NON CONFORMES A LA CHARTE

Dans les cas de VINS HORS NORMES - doses de SO₂ Total dépassées ou emploi de produits Hors Normes, le récoltant peut toujours vendre son Vin Issu de Raisins en Culture Biologique mais il ne peut utiliser le logo CHARTE FNIVAB pour ces vins Hors Normes.

3 PRODUITS ET PRATIQUES AUTORISES SUR MOUT

PRODUITS ET PRATIQUES AUTORISES	REMARQUES SUR LA QUALITE DU PRODUIT ŒNOLOGIQUE	REMARQUES SUR LES CONDITIONS D'UTILISATIONS
<u>Travail des moûts :</u> - aération et micro-oxygénation		
<u>Traitements thermiques :</u> - par le froid et par le chaud		
<u>Conservation ou brassage avec :</u> - CO ₂ , azote, argon, gaz seuls ou en mélanges		
<u>Activateur de fermentation :</u> - sulfate d'ammonium	Attention, le phosphate d'ammonium et la thiamine ne sont pas autorisés	A utiliser avec réserve sur avis de l'oenologue
<u>Ferments :</u> - levures de vinification - bactéries lactiques	Les levures et bactéries ne doivent pas être génétiquement modifiées	
<u>Conservation avec le SO₂ ; origine :</u> - soufre en mèches ou pastilles - solution sulfureuse < 8%ss alcalin - gaz SO ₂ pur, liquéfié		Attention : teneurs en SO ₂ total limitées à la consommation (voir tableau ci-joint)
<u>Clarification :</u> * par centrifugation * par collage à l'aide de : - colle de poisson →> - caséine - albumine d'œuf →> - dioxyde de silice - bentonite - kaolin - tanins - enzymes pectinolytiques - enzymes bêtaglucanases * par filtrage sur tous filtres et avec : - perlite - terre à diatomée - cellulose	Certifié non issu d'OGM Certifié issu oeufs BIO Certifiés non issus d'OGM Certifiés non issus d'OGM	

<u>Acidification à l'aide de :</u> - acide tartrique		
<u>Désacidification à l'aide de :</u> - bicarbonate de potassium		
<u>Détachage de moûts de raisins noirs :</u> - charbons œnologiques		Réservé aux vins de base issus de raisins noirs, à la dose maximum de 50 g/hl
<u>Teneur saccharimétrique :</u> - Moût Concentré Rectifié (MCR) - moût concentré de l'exploitation - sucre de betterave ou de canne, <u>Mutage des VDN :</u> - alcool viticole ou alcool rectifié	Ces produits, étant des ingrédients, ils doivent être Bio	

4 PRODUITS ET PRATIQUES AUTORISÉS SUR VIN

PRODUITS ET PRATIQUES AUTORISÉS	REMARQUES SUR LA QUALITE DU PRODUIT ŒNOLOGIQUE	REMARQUES SUR LES CONDITIONS D'UTILISATIONS
<u>Travail des vins :</u> - aération et micro-oxygénation		
<u>Elevage sur lies :</u> - addition de lies fraîches non diluées (max. 5 %)	Origine BIO	
<u>Traitements thermiques :</u> - par le froid et par le chaud		
<u>Ferments :</u> - Levures de vinification	Certifiées non issues d'OGM	Uniquement sur vins de base pour prise de mousse
<u>Conservation ou brassage avec :</u> - CO ₂ , azote, argon, Gaz seuls ou en mélange		
<u>Maintien des teneurs carboniques :</u> - apport de CO ₂		

<u>Conservation avec le SO₂ : origine :</u> - soufre en mèches ou pastilles - solution sulfureuse <8%ss alcalin - gaz SO ₂ pur, liquéfié		Attention : teneurs en SO ₂ total limitées à la consommation (voir tableau ci-dessous)
<u>Acidification à l'aide de :</u> - acide tartrique		
<u>Désacidification à l'aide de :</u> - bicarbonate de potassium		
<u>Clarification :</u> - par centrifugation - par collage à l'aide de : - albumine d'œuf →> - caséine - colle de poisson →> - dioxyde de silice - bentonite - kaolin - tanins - alginates de potassium →----- - par filtrage sur tous filtres et avec : - perlite - terre à diatomée - cellulose	Certifié issu œufs Bio Certifiée non issue d'OGM -----?	Réservé aux vinifications des vins effervescents
<u>Antioxydant :</u> - SO ₂ (voir détails spécifiques) - acide ascorbique		
<u>Stabilisation tartrique à l'aide de :</u> - bitartrate de potassium		
<u>Coloration à l'aide de :</u> - caramel	Issu d'agriculture biologique	Réservé aux vins de liqueur et VLQPRD
<u>Stabilisation de troubles :</u> - acide citrique - gomme arabique		
<u>Teneur saccharimétrique :</u> - sucre de betterave ou de canne Bio - MCR (Moûts Concentrés Rectifiés)	Ces produits, étant des ingrédients, ils doivent être BIO	Edulcoration, liqueur d'expédition et de tirage pour vins effervescents

5 LIMITES MAXIMALES DE SO₂ TOTAL AUTORISEES A LA CONSOMMATION

TYPE de VIN	LIMITE MAXIMUM EN SO ₂ TOTAL DU VIN A LA CONSOMMATION EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE	
	Maximum	Norme CEE (pour mémoire)
vins rouges	100 mg/L	160 mg/L
vins blancs et rosés	120 mg/L	210 mg/L
champagnes, mousseux, crémants	100 mg/L	150 à 235 mg/L
effervescents demi-secs (>15 g/l sucre)	150 mg/L	185 à 235 mg/L
vins rouges demi-secs (>5 g/l sucre)	150 mg/L	210 mg/L
vins blancs et rosés demi-secs (> 5 g/l sucre)	210 mg/L	260 mg/L
vins moelleux et liquoreux (sauf vendange botrytisé)	250 mg/L	300 à 400 mg/L
vins moelleux et liquoreux issus vendange botrytisé	360 mg/L	400 mg/L
vins de liqueur, vins doux naturels	100 mg/L	200 mg/L

LES DOSES COURANTES SONT ÉVIDEMMENT TRÈS
INFÉRIEURES !

Vins élevés sous bois au delà d'un an + 20 mg/L

6 REGLES RELATIVES AUX ATELIERS MIXTES

REGLES RELATIVES AUX MATERIELS ET AUX CONTENANTS

Cas des Ateliers Mixtes :

- Pour les entreprises ayant une activité avec des produits biologiques et une autre activité avec des produits non biologiques (caves coopératives, chais particuliers, négoce...)

Ce sont les règles telles que définies dans le règlement CE n°2092/91 et notamment l'annexe III, paragraphe B qui s'appliquent. La traçabilité des opérations, la plus rigoureuse est à appliquer car la contamination croisée est latente !

Matériels et contenants non poreux :

- Ils pourront être utilisés alternativement pour des produits biologiques et non biologiques sous réserve de détartrage et rinçages à l'eau, afin d'éliminer toute traces de tartre ou autres dépôts avant d'accueillir des produits Bio ou issus de parcelles en conversion.

Avec traçabilité de l'opération

- C'est le cas notamment : des machines à vendanger - de la tuyauterie - des cuves inox - des cuves en acier revêtues époxy - des cuves ciment époxy - etc.

Cas particulier des cuves en ciment non revêtues époxy :

- Les cuves en ciment non époxy, pourront contenir alternativement des produits non-biologiques et biologiques, à condition d'être soigneusement détartrées, désinfectées puis badigeonnées de trois applications d'acide tartrique afin d'éliminer toute trace du tartre précédent, avant d'accueillir des produits Bio. Avec traçabilité de l'opération

Contenants en matériaux poreux :

- L'utilisation alternée de contenants constitués de matériaux poreux, pour la transformation et le stockage de produits biologiques ou issus de parcelles en conversion et non biologique est interdite (danger de contamination croisée).
- Les barriques achetées, doivent être : soit neuves, soit rénovées avec certificat, soit provenant d'une entreprise en Bio, sinon être dégorgées (traçabilité de l'opération) par remplissage d'eau sulfitée à 2 g/hl pendant 8

jours, puis vidées, rincées et méchées. Sachant que la quantité de vin pollué imbibé dans les douelles d'un barrique non BIO peut polluer plusieurs volumes, entraînant une contamination croisée, pernicieuse et décelable par les nouveaux procédés analytiques.

Contenants en matériaux spécifiques :

- Les cuves en polyéthylène sont autorisées.
- Les cuves neuves en résine fibre de verre sont utilisables avec facture certifiée d'alimentarité.
- Les cuves avec carreaux de verre recèlent des anfractuosités peu visibles dans les joints et dans les carreaux fendus, elles sont à surveiller et à ne pas renouveler.
- Les cuves revêtues de paraffine solide sont tolérées, en attente de législation.

Matériels particuliers tels les pressoirs continus :

- En raison du mode de fonctionnement de ce type de matériel (bouchon de marc) au cours d'une même campagne, les pressoirs continus ne pourront être utilisés pour des produits biologiques ou issus de parcelles en conversion, si des produits non biologiques les ont précédés, sauf s'il sont vidés et nettoyés avec traçabilité de l'opération.

7 LA CONSERVATION DES VINS

BONDES ASEPTIQUES et METABISULFITE

D'emploi interdit pour les vins, il est seulement autorisé pour les bondes aseptiques. Il est recommandé l'achat en sachets scellés fournis par le fabricant des bondes aseptiques.

(ceci afin d'empêcher toute utilisation erronée dans les vins et pour utiliser uniquement la bonne dose dans le réceptacle de la bonde)

BONDES ASEPTIQUES et ACIDE CITRIQUE

Bien qu'il soit autorisé en produit œnologique, il est préconisé de faire les achats en sachets scellés fournis par le fabricant de bondes aseptiques.

(ceci afin d'empêcher toute utilisation erronée dans les vins et pour utiliser uniquement la bonne dose dans le réceptacle de la bonde)

INERTAGE et GAZ NEUTRES

Tous les gaz neutres sont utilisables en inertage. En pratique de chai, le CO₂ se révèle judicieux en vinification et en pratique vinaire le barbotage par l'Azote ou le CO₂ remplace souvent avantageusement pompes et tuyaux. La diminution des teneurs en SO₂ est un dénominateur commun dans l'emploi des gaz neutres.

LES GARDES VINS

Ils sont recommandés pour les lots de vin variables en volumes, car ils réduisent au minimum la surface de contact entre le vin et l'air.

Par contre, ils sont à surveiller périodiquement en étanchéité, en positionnement de joint et en résidu vinaire laissé lors de la descente du couvercle pour ne pas avoir de fâcheuses surprises !

LE SO₂ Libre

Toute recherche de diminution du SO₂ Libre en dose de conservation et en dose de mise en bouteille est à rechercher mais, il faut se méfier d'un écueil, à savoir, le développement de divers microorganismes indésirables., même avec une bonne hygiène.

C'est surtout actuellement le cas de « Brettanomyces » dont les déviations aromatiques précédemment acceptées dans la palette aromatique, sont maintenant mises à l'index.

D'autre part, l'expérience montre que chaque entreprise doit avoir ses propres chiffres de références en teneur de SO₂ Libre par rapport à ses différents vins mais l'expérience montre aussi qu'il faut s'en tenir « toujours à la même méthode de dosage du SO₂ » car si l'on change de méthode, le résultat est différent.

Enfin pour mieux cerner l'élément « SO₂ », le SO₂ Actif est à connaître.

12 CONTROLE DE LA CHARTE ET DOCUMENTS ANNEXES NECESSAIRES

La traçabilité est une obligation réglementaire au 1 Janvier 2005

Ce « fil d'Ariane » entre le pied de vigne et le flacon est simplement de l'enregistrement méthodique des pratiques et des intrants. Les Conseils ci-dessous vont aux TPE, majoritaires en Bio, les PME ayant la gestion informatisée des enregistrements.

VENDANGE ENTRANT

La pollution aléatoire reste potentielle sur le vignoble, par qui sait quoi ...

Ayez **UNE FICHE RÉCOLTE** avec les parcelles et les cépages récoltés dirigés vers chaque **LOT** de vin en cuve (ex : VDGE) Et ainsi vous répondez de la traçabilité de la Phase Récolte.

VINIFICATION ou FERMENTATION

Avoir **UNE FICHE VINIFICATION** par **LOT** individualisé correspondant à une cuvée. (ex : VINIF)

Adoptez une Règle de Codification pour désigner vos lots et ne plus les désigner par le numéro de la cuve où ils se trouvent, pratique facile mais non-conforme (ex : CODE)

Et ainsi vous répondez de la Traçabilité de la Phase Fermentaire

INTRANTS OENOLOGIQUES

Fiche de relevé des achats de vos Intrants Oenologiques (ex : INTR)

Achetez juste les quantités nécessaires car passé la **DLUO**, l'intrant peut se dégrader et polluer vos vins au lieu de les bonifier. Et ainsi vous répondez de la Traçabilité des Intrants en Moûts et Vins.

ÉLEVAGE

Après les fermentations vient l'élevage, avec **UNE FICHE ÉLEVAGE** par **LOT** de vin individualisé correspondant à une cuvée. (ex : ELEV) Vos pratiques de chai, collages, assemblages, sont inscrites.

Et ainsi vous répondez de la Traçabilité de la Phase Elevage.

SURVEILLANCE DES VINS EN CUVES

Avoir un ETAT DE CHAI périodique avec contrôle des cuves en SO2 LIBRE et TOTAL (ex : SURV)

Et ainsi vous répondez du Suivi Qualitatif des Vins en Chai et des Teneurs en SO2.

MISE EN CONTENANT POUR LA VENTE

Avoir un relevé des MISES EN FLACONNAGE et de leur teneur en SO2 TOTAL (ex : MISE)

Les articles secs utilisés, bouchons et bouteilles... seront utilement répertoriés.

Préférez des lots de volume modérés pour vos numéros « L » de « mise en flaconnage »

Et ainsi vous répondez de la Traçabilité des Vins à la consommation et d'un SO2 Total minoré

TRACABILITE DES LOTS COMMERCIALISES

En conservant trois bouteilles témoins avec étiquette adhésive pour chaque N° de LOT mis en marché en bouteilles ou en petit vrac, vous avez une précaution quasi obligatoire en cas d'incident !

Un intrant pollué et vos vins sont à écarter et c'est à vous d'avertir vos clients et de retirer le lot !

Et ainsi vous répondez de la traçabilité de la Phase Vins Mis en Marché.

VOS ACHETEURS

Si la Charte ne contrôle pas cette phase, il vous appartient obligatoirement de connaître parfaitement les destinataires de vos vins vendus. Les problèmes ne sont pas réservés aux autres... !

Et ainsi vous répondez de la traçabilité de la Phase Destination des Vins.

PRODUITS DIVERS - PRODUITS D'HYGIENE - PRODUITS LUBRIFIANTS

Regrouper vos factures de produits divers... hygiène, lubrifiants (ex : HYLUB). Et ainsi vous répondez de la traçabilité de tous les Produits utilisés en « Atelier de Transformation ».

*** Composition du Classeur CHARTE remis à l'adhérent ***

I Règlement de la Charte

II Charte en douze chapitres

III Contrat d'Engagement avec l'Organisme Régional Bio Agrée

IV Certifications Annuelles délivrées par la FNIVAB

V Rapports de Contrôle

VI Documents nécessaires au Contrôle

- 1 La comptabilité des intrants
- 2 Les documents techniques sur les additifs
- 3 Les documents techniques sur les auxiliaires
- 4 Les documents techniques sur les ingrédients
- 5 Les utilisations des intrants "spécifiquement limités"
- 6 Les relevés des opérations en atelier mixte

Les documents nécessaires au Contrôle, se définissent comme :

- un instrument de base pour l'Audit de Contrôle
- un instrument de Promotion montrant le sérieux de votre éthique BIO
- un instrument dans la démarche obligatoire de Traçabilité
- un instrument dans la démarche obligatoire HACCP
- un classement utile des trois sortes d'intrants car la législation va évoluer



ITAB

149, rue de Bercy
75 595 Paris Cedex 12
Tél. : 01 40 04 50 64
Fax : 01 40 04 50 66
itab@itab.asso.fr
www.itab.asso.fr



BIOBOURGOGNE SEDARB

19, avenue Pierre Larousse, B.P. 382
89 006 AUXERRE cedex
Tél. : 03.86.72.92.20
Fax : 03.86.72.92.24
biobourgogne@biobourgogne.fr
www.biobourgogne.fr



GRAB

Site Agroparc - BP 1222
84 911 Avignon cedex 9
Tél. : 04 90 84 01 70
Fax : 04 90 84 00 37
secretariat.grab@freesbee.fr
<http://grab.agriculturebio.org>



GAB 21

Biobourgogne SEDARB

11, rue Becquerel
21 000 DIJON
Tél. : 03 80 28 80 45
Fax : 03 80 74 23 04
laurence.henriot@biobourgogne.fr
www.biobourgogne.fr