

CHAPITRE 3

Faisabilité technique de l'agriculture biologique en Martinique : aspects généraux

Yves-Marie CABIDOCHÉ*,
Marc BENOÎT, Éric BLANCHART, Jacques FOURNET,
Philippe LHOSTE, Yvan GAUTRONNEAU,
Christian LANGLAIS, Bruno TAUPIER-LETAGE, Arnel TORIBIO

La faisabilité technique de l'agriculture biologique (AB) en Martinique repose sur les mêmes champs d'intervention que dans les espaces tempérés : les rotations culturales (3.1), les techniques de travail du sol (3.2), la disponibilité de semences et plants agréés (3.3), le contrôle de la santé des plantes (3.4), la fertilisation et la gestion de la matière organique (3.5), la gestion des « mauvaises herbes » (3.6). Tout en étant des facteurs décisifs pour la production agrobiologique, ils sont pour chacun d'entre eux encadrés par un cahier des charges prédéfini dans des conditions adaptées aux espaces tempérés, et laissant peu de marges de manœuvre dans les espaces tropicaux aux contraintes particulières. L'élevage (3.7) est en particulier une des clés de la mise en œuvre de rotations et de la fourniture de sous-produits organiques permettant de maintenir le statut organique des sols et de fertiliser les cultures en AB.

Dans le cadre de l'agriculture agroécologique (AE)¹, les grands principes développés ici peuvent être intégralement repris, mais dans le détail les techniques à mettre en œuvre peuvent être plus facilement adaptées aux contraintes locales.

Au-delà des faits et mécanismes attestés par des publications, du reste peu nombreuses, les auteurs de ce chapitre ont choisi de mentionner les résultats de leur expérience ou le fruit de leurs réflexions sur les conditions techniques des cultures aux Antilles.

* Yves-Marie CABIDOCHÉ a coordonné la rédaction d'ensemble du chapitre.
Les rédacteurs des différentes parties de ce chapitre sont indiqués en note au début de chacune d'entre elles.

¹ Voir chapitre 1.1.1.

3.1. Quelles rotations en agriculture biologique en Martinique ?*

Dans son enquête auprès des producteurs en AB américains (Walz, 1999), la Fondation pour la recherche en agriculture biologique trouve que, parmi les pratiques utilisées pour gérer les contraintes techniques, celle des *rotations culturales* arrive en tête pour gérer les problèmes de parasitismes et de maladies, et en troisième position pour la gestion des adventices (celle-ci représentant le principal problème rencontré par les agriculteurs). C'est dire l'importance des rotations culturales en agriculture biologique.

La rotation culturale est « un cas particulier de succession culturale correspondant à une alternance de cultures se suivant régulièrement, dans un ordre toujours identique, sur une parcelle » (Mazoyer, 2002). C'est une des bases de l'agronomie, revalorisée par l'agriculture biologique, quoique, avec l'évolution de l'agriculture, le terme de rotation soit devenu souvent trop strict, à cause des multiples possibilités de cultures offertes sur tout le territoire.

La conduite de rotations longues et diversifiées constitue un des fondements du système de production en agriculture biologique car ces dernières comportent de nombreux avantages, notamment en contribuant à la gestion de différents problèmes techniques (problèmes phytosanitaires, adventices...).

Le concept est bien adapté au système « polyculture-élevage », système qui est à l'origine, dans les régions tempérées, de la conception de l'agriculture biologique. En revanche, il ne l'est pas pour les cultures pérennes.

En Martinique, du fait d'un contexte pédoclimatique très particulier, associé souvent à des cultures semi-pérennes, la conduite de rotations opérationnelles nécessite une adaptation, une réflexion théorique, à confronter avec les pratiques actuelles. La recherche se doit de proposer des systèmes adaptés à ce contexte particulier.

Après avoir présenté les principes, et les avantages, que l'on peut retirer de la conduite de rotations adaptées, nous analyserons les multiples aspects à prendre en compte pour établir une rotation, et nous proposerons quelques rotations « agronomiques », à confronter avec les réalités pratiques et économiques.

3.1.1. Principe de base et intérêts des rotations

Il faut « revenir le moins souvent possible sur la même parcelle avec la même culture », autrement dit, il faut essayer de cultiver des espèces (variétés) ayant des caractéristiques (système racinaire, cycle de végétation...), des exigences (nutritionnelles...) et des sensibilités (aux parasites, aux maladies...) différentes.

En agriculture biologique, les rotations culturales comportent certaines particularités liées aux cahiers des charges des productions végétales et animales

* Rédacteurs : Bruno TAUPIER-LETAGE, Yvan GAUTRONNEAU et Yves-Marie CABIDOCHÉ.

(Schmid *et al.*, 1994). Il est primordial de choisir des cultures adaptées aux conditions pédoclimatiques de l'exploitation. Une mauvaise croissance des plantes ou l'apparition d'une maladie pourra plus difficilement être corrigée par l'emploi des seuls produits autorisés en agriculture biologique.

Selon les systèmes de production considérés, les spécificités de la rotation seront différentes :

- Dans un système « polyculture élevage », il faudra couvrir dans une proportion importante les besoins en fourrages et en céréales pour nourrir les animaux (précisée sur cahiers des charges). Il faudra donc établir un assolement avec des surfaces suffisantes en prairies artificielles, céréales fourragères et éventuellement dérobées.
- Dans un système « polyculture sans élevage », la gestion des éléments nutritifs et principalement de l'azote sera prépondérante, et il faudra donc intégrer une proportion importante de légumineuses annuelles ou pluriannuelles dans la rotation.
- Dans un système « maraîchage intensif » ou « polyculture sans élevage », une bonne structure du sol est un des éléments importants pour garantir des cultures saines. Il faudra donc alterner les cultures améliorant la structure du sol et celles la détériorant, ainsi que les cultures à enracinement profond par rapport à celles à enracinement superficiel.

Il en va de même pour ce qui concerne la protection des plantes (maladies et ravageurs). L'alternance des espèces voire des variétés sur la parcelle contribue à la gestion préventive des problèmes phytosanitaires.

La diversité des cultures, l'alternance de cycles de différentes durées, l'introduction de prairies artificielles en système polyculture sans élevage ou d'une céréale (ou de la canne à sucre en Martinique) dans un système maraîcher, sont des éléments importants pour réguler de façon préventive les adventices.

Ces aspects théoriques sont à adapter en fonction des multiples contraintes (techniques, économiques, de main-d'œuvre, sociales, foncière...) du système de production de l'agriculteur. Ces contraintes sont parfois contradictoires entre elles, avec souvent une prédominance de l'économique, au détriment du raisonnement agronomique.

3.1.2. Données à prendre en compte pour la mise en place des rotations

De nombreuses données techniques, économiques... doivent y être associées pour élaborer une rotation équilibrée et diversifiée.

Données techniques

Ces aspects sont classiquement pris en compte, dans la pratique, par les agriculteurs biologiques.

- Problèmes phytosanitaires : leur risque ou leur présence sur une parcelle est un critère important. Certains parasites sont spécifiques d'une espèce ou d'une famille ; d'autres peuvent attaquer plusieurs hôtes comme en maraîchage (exemple : *Pyrenochaeta lycopersici* sur solanées et sur cucurbitacées, *Ralstonia solanacearum* sur solanées. En maraîchage, des indications sur les précédents favorables ou défavorables à telle ou telle plante ont été regroupées dans le tableau 3.1 (Messiaen *et al.*, 1991). Un tableau identique existe aussi pour les grandes cultures des régions tempérées, mais il ne correspond pas au contexte martiniquais.

- Adventices : c'est un des problèmes majeurs rencontrés en agriculture biologique, et la rotation culturale doit contribuer à le résoudre par les moyens suivants : alternance de cultures couvrantes (ou engrais vert en intercalaire) ou « nettoyantes » (interventions possibles) et « salissantes » (sans interventions possibles) ; décyclage des semis ou plantations par rapport au cycle des adventices.

- Présence d'animaux sur la ferme : il faut prévoir la couverture des besoins en fourrages par l'implantation de cultures spécifiques.

- Fertilisation : elle se fait sur la rotation, en fonction des exigences des différentes cultures de la rotation (système racinaire, rythme de prélèvement et exigences en éléments fertilisants).

La gestion des flux d'azote (amendements ou fertilisants, légumineuses, minéralisation de la matière organique, implantation d'engrais verts) est importante au niveau de la ferme et de la parcelle.

Les spécificités pédoclimatiques marquées de la Martinique (voir chapitres 2.2.3. et 2.2.4.) ne sont pas prises en compte en métropole. Ces particularités ont plusieurs conséquences traitées dans différents chapitres du rapport.

- Gestion des sols : la culture de la banane n'est pas toujours bien adaptée aux différents types de sols présents en Martinique, ce qui peut favoriser les problèmes phytosanitaires (voir chapitre 4.4.1.).

- Historique de la parcelle : après des dizaines d'années de cultures, la présence de résidus ou des stocks de matières organiques réduits limitent les cultures possibles (voir chapitre 2.2.4.).

- Travail du sol : il doit être adapté à la pente (mécanisation) et aux conditions d'humidité du sol (voir paragraphe 3.2).

- Gestion de la matière organique : les objectifs principaux sont, d'une part, de limiter la minéralisation de la matière organique par l'implantation de cultures qui entretiennent ce taux de matière organique (banane, canne à sucre, prairies artificielles), ou qui recouvrent le sol au maximum pour limiter l'érosion, et, d'autre part, de restaurer périodiquement le stock de matière organique par la mise en place de cultures adaptées (prairies) (voir paragraphe 3.5). Il faudra tenir compte de la rapidité de minéralisation des matières organiques apportées, spécifique de ce type de climat, pour gérer de façon optimale la fertilisation en limitant le lessivage des nitrates.

- Parasitisme tellurique : il est très présent et à développement très rapide.

Données socio-économiques

Dans le choix des cultures à mettre en place dans la rotation, ces aspects sont souvent prédominants par rapport aux aspects agronomiques. Ils concernent :

- la présence de débouchés et la rentabilité des cultures pratiquées ;
- le type de commercialisation : vente directe ou avec intermédiaire(s) ; circuits longs ou courts ; consommation insulaire ou « exportation » ;
- l'existence de soutiens financiers : subventions possibles ;
- le système de production : vivrier, paysan..., « spéculatif » ;
- la notion de risque : fragilité des marchés et risques climatiques ;
- le financement de l'outil de production et les investissements possibles ;
- les possibilités d'approvisionnement en intrants (fertilisants, aliments pour animaux...) ;
- la disponibilité plus ou moins importante en main-d'œuvre, familiale ou salariée ;
- les compétences et motivations de l'agriculteur ;
- les disponibilités du foncier et de garanties à plus ou moins long terme ;
- l'éthique de l'agriculteur ;
- la volonté des acteurs (producteurs, fournisseurs, distributeurs, politiques, administratifs...) ;
- la préservation de l'environnement : risques de lessivage des nitrates, excès de cuivre...

L'élaboration de la rotation, l'art du compromis

C'est le métier de l'agriculteur d'associer et de gérer toutes ces données pour parvenir à des rotations optimales (voir aussi chapitre 5.5.1.).

Quelques rotations plus ou moins théoriques sont proposées et sont à confronter à la pratique, en fonction de ce qui peut déjà exister parfois à l'état embryonnaire.

- Systèmes de cultures pérennes. La canne à sucre semble être un très bon précédent pour la banane et l'ananas (lutte anti-érosive, assainissement en nématodes (voir chapitre 4.4.2.)). De même, la banane et l'ananas contribuent à gérer les adventices

de la canne à sucre. Une rotation canne-banane-ananas (ordre à préciser) semblerait pouvoir être envisagée, sachant que la faisabilité pratique et organisationnelle (métasystème) est à élaborer (matériels, main-d'œuvre, foncier, compétence...). Une légumineuse pourrait aussi être intégrée en culture associée sous bananeraie ou ananas, afin de contribuer à la nutrition azotée, à la couverture du sol et à la gestion des adventices.

- Systèmes maraîchers plus ou moins intensifs, en fonction de la destination des légumes (local ou export) et du mode de commercialisation (directe ou avec intermédiaire). La gestion de la nutrition des plantes est délicate car ce système est fort consommateur de matières organiques, du sol (baisse du stock) ou apportées (fertilisants ou amendements à minéralisation très rapide) (voir paragraphe 3.5.). Une canne à sucre intégrée dans la rotation maraîchère conforterait grandement le système de cultures (gestion de la matière organique, gestion du parasitisme, des adventices...).

- Systèmes « complexes » : vivrier, jardin créole. Pour mémoire, car le savoir-faire existe et les rotations avec associations de cultures dans le temps et dans l'espace sont très complexes (voir chapitre 5.5.2.).

- Système polyculture-élevage. Un des problèmes à résoudre concerne la production de l'alimentation des animaux en proportion plus ou moins grande. Des assolements et rotations sont à étudier en fonction du type d'élevage et du niveau d'intensification souhaité. La production de fourrages grossiers, produisant de l'azote (haies à base d'érythrine, prairies à base de légumineuses adaptées) ou d'énergie (racines de manioc), semble possible, mais reste à expérimenter (voir paragraphe 3.7.).

Un des objectifs majeurs est d'introduire dans les systèmes existants (ou à mettre au point) une certaine complexité associée à une biodiversité qui permette de mieux gérer les problèmes rencontrés, ce qui suppose des compétences et souvent plus de temps de main-d'œuvre. D'où un travail de recherche nécessaire pour étudier des systèmes adaptés aux conditions spécifiques de la Martinique.

Culture envisagée	Tomate	Aubergine	Poivron	Cucurbitacées	Céleri, carottes	Crucifères	Laitues, chicorées	Légumineuses	Allium	Maïs	Sorgho	Céréales d'hiver	Pomme de terre	Soja	Colza	Tournesol	Tabac	Engrais vert Graminée
Tomate	000	000	000	xxx					+++	+++		+++	000				000	+++
Aubergine	000	000	000					xxx	+++	+++		+++	000	Xxx			000	+++
Poivron	000	000	000	xxx					+++	+++		+++	000				000	+++
Cucurbitacées	xxx		xxx	000					+++	+++		+++						+++
Céleri, carotte					000				+++	+++		+++						+++
Crucifères						000			+++	+++		+++			000			+++
Laitues, chicorées							000		+++	+++	xxx	+++				000		+++
Légumineuses		xxx						000	+++	+++	+++	+++		000			xxx	+++
Allium								xxx	000	xxx		xxx						xxx

000

Déconseillé

Xxx

Douteux

Sans inconvénient

+++

Favorable

Tableau 3.1 – Possibilités de successions culturales (Messiaen *et al.*, 1991)

3.2. Quelles techniques de travail du sol adopter en agriculture biologique en Martinique ?*

Les labours profonds et répétés, outre leurs coûts, comportent des risques de dégradation des propriétés du sol : accroissement de l'érodibilité, création de semelles imperméables (Cabidoche et Ney, 1987), minéralisation inutile du stock organique, remontée de couches peu fertiles ou stériles.

Il n'est pas souhaitable de procéder à une incorporation profonde de fertilisants :

- Les fertilisants organiques auront une meilleure efficacité s'ils sont incorporés seulement en surface, les dessiccations préparant les minéralisations au retour de l'humidité, au moment où les enracinements superficiels des cultures absorbent.
- Les amendements minéraux seront plus efficaces dans la couche superficielle :
 - Mieux vaut avoir de bonnes conditions nutritionnelles dans cette couche pour les ferrisols et andosols, la remontée capillaire assurant l'alimentation hydrique à partir des couches profondes, s'il n'y a pas de semelle lissée.
 - En l'absence de semelle lissée, les racines peuvent explorer les couches profondes des sols vertiques et vertisols, si l'irrigation est correctement rationnée.
 - Dans les andosols, mieux vaut accroître la sorption du potassium dans les couches superficielles, en augmentant leur pH, tout en gardant la sorption anionique (nitrates, sulfates, phosphates) des couches profondes, en les conservant acides.
 - Il serait irréaliste de réaliser une recharge calcique sur une grande épaisseur dans les vertisols magnésio-sodiques dégradés, l'important étant de rendre les argiles moins dispersables en surface pour éviter l'érosion superficielle et le colmatage des pores.

Bien qu'aucun itinéraire technique n'ait été défini expérimentalement, quelques orientations peuvent être données :

- Travailler le sol en surface (20 cm au maximum) : outils manuels, charrue à socs bien réglée, machine à bêcher, ou cultivateur à ailettes (type Texas) ; *n'utiliser les outils à disques que pour fragmenter en surface les résidus végétaux, dessoucher, ou passer en sols caillouteux, seulement avec une forte entrure.*
- Utiliser des outils travaillant en arrachement : fourche ou machine à bêcher ; *proscrire les houes rotatives.*
- Ne pas multiplier les passages d'outils (pas de sol nu plus d'un mois).

* Rédacteur : Yves-Marie CABIDOCHÉ.

L'effet désherbant du travail du sol sera utilement complété par l'usage de plantes associées de service, couvrant le sol plus vite que les adventices. L'objectif d'incorporation des résidus de récolte sera contourné par des rotations, dans lesquelles les résidus seront au contraire conservés comme mulch, leur pool parasitaire étant résorbé par la culture suivante choisie comme « non hôte ».

Quelques difficultés sont prévisibles dans l'application de ces principes. Peu de petits agriculteurs disposent de moyens de traction, et donc d'autonomie de décision de dates d'intervention. Les labours sont en général réalisés par des « entrepreneurs », souvent des particuliers endettés dans l'achat de tracteurs 4 × 4 puissants, qui ont une logique de remplissage d'agenda sans analyse préalable des états adéquats du sol pour le passage d'outils.

Aucun exemple de conception ni de réalisation d'outils adaptés aux contraintes et objectifs de l'agriculture martiniquaise n'a été identifié.

3.3. Semences et plants en agriculture biologique*

« Le droit des peuples à pouvoir choisir leur nourriture passe nécessairement par la maîtrise d'un des premiers maillons de la chaîne alimentaire : la semence. Or, celle-ci est en passe d'être confisquée, *via* les différentes législations nationales et internationales, par les multinationales de l'agro-industrie. C'est un vaste "hold-up" des connaissances et du travail des paysans qui se sont accumulés depuis des siècles qui est en train de se réaliser » (*Terre citoyenne*, mars 2003).

Cette citation montre bien l'enjeu majeur que représentent les semences dans notre civilisation, en termes de sécurité alimentaire pour des milliards de personnes.

L'agriculture biologique utilise le plus souvent des semences et plants qui sont issus de l'agriculture conventionnelle. Ceux-ci ne sont pas toujours adaptés aux contraintes de l'AB, car ils ont été sélectionnés dans un contexte d'agriculture conventionnelle (utilisation d'intrants de synthèse permettant de s'affranchir de la plupart des contraintes du milieu).

Depuis la mise en place, en 1991, du règlement CEE concernant le mode de production agrobiologique, les plants et semences devraient être issus de l'AB.

Depuis le 1^{er} janvier 2004, obligation est faite d'utiliser des semences et plants biologiques.

Après avoir rappelé la législation en vigueur et fait un rapide état des lieux, nous présenterons les débats en cours au sein de la filière et les difficultés pour produire des semences et plants en agriculture biologique.

* Rédacteurs : Christian LANGLAIS et Bruno TAUPIER-LETAGE.

3.3.1. Rappel de la réglementation²

Les semences, les plants et le matériel de reproduction végétative doivent répondre à la fois à la réglementation générale et à la réglementation de l'AB (production selon le mode de production agrobiologique, sans utilisation d'OGM ou de tout produit dérivé desdits organismes). L'agriculteur qui produit des semences biologiques remplit à la fois une obligation de moyens (conduite culturale en AB) et une obligation de résultat (certification sur le produit « semence »).

Cependant, pendant longtemps, du fait de l'impossibilité, pour une bonne part, de se procurer des semences et plants biologiques, des dérogations ont été mises en place.

Depuis le 1^{er} janvier 2004, la possibilité de dérogation est maintenue mais encadrée. Seules les semences non traitées peuvent être autorisées en dérogation. Les semences conventionnelles traitées ne sont plus autorisées depuis le 1^{er} janvier 2004.

Le ministère de l'Agriculture (DPEI) a confié au GNIS la mise en place et la gestion d'une banque de données sur Internet des semences « Bio », dont l'adresse est la suivante : www.semences-biologiques.org. Ce site doit permettre :

- aux professionnels de l'agriculture biologique, de trouver plus facilement les semences Bio des variétés des espèces qu'ils cherchent ;
- aux fournisseurs de semences, de proposer aux agriculteurs les variétés qu'ils commercialisent et de tenir à jour instantanément les disponibilités ;
- aux agriculteurs et maraîchers, qui ne trouvent pas les variétés adaptées à leurs besoins, de faire rapidement une demande de dérogation auprès de leur organisme certificateur ;
- aux organismes certificateurs, de suivre régulièrement les demandes de dérogations de leurs clients.

Concrètement, l'agriculteur va consulter la base de données sur Internet pour se renseigner sur la disponibilité en qualité issue de l'AB. Si elle est disponible dans le département, l'agriculteur doit l'utiliser ; il ne peut pas y avoir de dérogation. Si la variété souhaitée n'est pas disponible, et qu'aucune des autres variétés ne répond aux besoins de l'agriculteur, celui-ci peut faire une demande de dérogation directement en ligne, et celle-ci tout en étant imprimée sera automatiquement transmise à l'organisme certificateur *via* la base de données.

Sur la base de données, on peut aussi trouver la liste actualisée des espèces et variétés non disponibles en Bio, et donc qui bénéficient d'une autorisation générale ne nécessitant pas une demande de dérogation. La France a donc choisi d'élaborer cette banque de données www.semences-biologiques.org.

Dans d'autres pays européens, c'est la banque de données « organicXseeds » (www.organicXseeds.com) qui est utilisée. C'est la plus grande plate-forme internet

² Articles 6 et 6 bis du règlement (CEE) 2092/91 modifié et annexe II du guide de lecture productions végétales.

européenne existante de renseignements sur la disponibilité des semences Bio ; elle a été créée en 2001. Les semenciers peuvent présenter leurs assortiments et un puissant moteur de recherche permet aux acheteurs de trouver rapidement toutes les offres possibles pour une culture ou une variété donnée. Ceux-ci peuvent ensuite demander les prix, les quantités et les conditions par courriel directement aux fournisseurs. Cette « place de marché électronique » hexalingue, est gérée par le FiBL.

Pour les plants maraîchers, il n'y a, actuellement, plus de dérogations possibles (déclassement de la production).

La production de plants de vignes biologiques étant incompatible avec les exigences phytosanitaires imposées par la réglementation générale, il y a obligatoirement dérogation.

La plante mère et la ou les plantes parentales doivent avoir été produites selon le mode de l'agriculture biologique pendant au moins une génération ou, s'il s'agit de cultures pérennes, deux périodes de végétation.

3.3.2. État des lieux de la production de semences et plants en France

Commençons par fournir quelques chiffres (Whorer, 2002).

En 2003, il y avait 2842 ha de cultures porte-graine en France, dont 1569 en céréales, 434 en protéagineux, 186 en maïs, 146 en soja, 70 en luzerne, 60 en trèfle violet, 55 en vesce, 93 de pommes de terre et 110 en potagères.

En 2001, il existait :

- 58 établissements producteurs agriculteurs multiplicateurs,
- 1475 ha en multiplication,
- 23 variétés de blé, 13 variétés de triticales, 15 variétés de maïs, 7 variétés de soja, 5 variétés de féverole, 36 variétés de pomme de terre...

Actuellement, il y a très peu de semences fourragères et quatre pépiniéristes produisent des plants fruitiers biologiques non certifiés (SRPV/CTIFL).

Aucune information n'est présente sur la disponibilité de semences et plants biologiques en Martinique.

L'interdiction d'utiliser les vitroplants en agriculture biologique, en raison de l'usage d'hormones de synthèse pour leur croissance in vitro, risque de pénaliser fortement le développement d'une filière banane biologique. Cependant, Ecocert autoriserait, par dérogation temporaire, l'utilisation de vitroplants de bananier en AB, à condition que la plantation soit précédée d'une période de jachère de trois ans. La demande de dérogation serait à renouveler chaque année, dans le cadre de la réglementation européenne actuelle.

3.3.3. La production de semences, plants et matériel de reproduction végétative

Pour les céréales et les potagères, un réseau de criblage variétal a été mis en place afin de mieux connaître le comportement, dans différentes conditions agroclimatiques, de variétés conventionnelles ou biologiques lorsqu'elles existent.

Nous présentons ici seulement quelques filières de métropole (et les problèmes rencontrés) qui peuvent contribuer à la mise en place d'éventuelles filières de semences et plants en Martinique.

Filière maraîchage (Collin, 2002)

Une enquête auprès d'établissements multiplicateurs en 1999 a permis de dégager quelques tendances :

- Le contrôle des adventices : il est plus facile en culture annuelle qu'en bisannuelle, car le cycle est plus court ; certains porte-graines couvrent plus rapidement le sol (cucurbitacées), ou peuvent être binés. Les plantes issues de semis en place sont toujours plus développées (meilleur enracinement) que les plantes issues de pépinières et repiquées par la suite.
- Les maladies : peu de maladies en cours de cultures, sauf sous abris où sont observées de fortes attaques d'oïdium sur cucurbitacées, de mildiou sur oignons et de sclérotinia sur chou-fleur.
- Les ravageurs : peu de problèmes importants sauf pour les ravageurs du sol (limaces, vers gris) contre lesquels la lutte n'est pas assez efficace.

L'enquête conclut que la qualité des semences biologiques est comparable à celle des productions conventionnelles, mais que des recherches doivent se poursuivre sur la maîtrise des adventices.

Pépinière fruitière biologique (Warlop, 2002)

Un programme d'expérimentation est en cours sur pêcher et pommier.

Les principaux blocages consistent dans la protection phytosanitaire (risques de pucerons surtout) et dans la gestion de l'enherbement.

Pépinière viticole biologique (Chovelon, 2002)

La production de plants greffés-soudés en racines nues (situation la plus courante), est délicate car il faut pouvoir produire en AB, des porte-greffes, des greffons, et, après greffage sur table, élever en pépinière des plants greffés. Différentes difficultés techniques se posent :

- Les traitements insecticides contre la cicadelle vectrice de la flavescence dorée sont obligatoires ; ils doivent faire partie d'une liste de produits dans laquelle ne figure actuellement aucun produit biologique homologué (essais avec du pyrèthre en cours).

- La désinfection chimique des sols doit être remplacée par des rotations longues (10 ans sans avoir de vigne), ce qui impose, pour la parcelle recevant la pépinière, d'être conduite en AB, et de porter une pépinière viticole uniquement une année sur dix. Ce qui est assez contraignant.

La conduite des porte-greffes pose le problème de l'enherbement (traditionnellement désherbés chimiquement).

Il faut palisser pour pouvoir travailler mécaniquement ou engazonner, ou encore pailler le sol afin de gérer ces adventices, et des expérimentations sont nécessaires.

- La protection phytosanitaire est rendue délicate, notamment sur les jeunes plants de pépinière très sensibles au mildiou, par la limitation des doses de cuivre (8 à 6 kg de Cu métal/ha/an).

- L'interdiction de l'hormonage, des bains fongicides, n'est pas fondamentalement un problème ; la fertilisation doit être bien adaptée aux besoins de la pépinière.

Toutes ces difficultés font que la production de plants biologiques n'est pas facile du tout, sans parler de la nécessaire diversité des clones de porte-greffes et greffons à offrir au viticulteur, et du surcoût économique que représentent toutes ces contraintes.

Désinfection des semences

Des essais sont actuellement conduits pour mettre au point une technique de désinfection des semences compatible avec le cahier des charges biologique (Lizot *et al.*, 2002). L'efficacité fongicide de combinaisons de produits (vinaigre, oligo-éléments, cannelle) a été testée sur des semences de carottes fortement contaminées par *Alternaria dauci*, champignon pathogène provoquant la maladie de la brûlure des feuilles, transmises par les semences. Les premiers résultats obtenus donnent une efficacité proche de 90 %, sans phytotoxicité. Les essais se poursuivent afin de confirmer ces premiers résultats.

3.3.4. Les discussions et problèmes posés actuels

Devant l'ampleur des enjeux en cours, les débats sont nombreux au sein de la filière biologique, tant sur le plan national qu'international.

Choix des critères de sélection

On a vu précédemment que la sélection variétale avait été faite par et pour une agriculture conventionnelle disposant de tout un arsenal de protection phytosanitaire et de la possibilité d'utiliser des intrants chimiques. La filière biologique estime que les semences et le matériel de multiplication végétative normalement issus des programmes conventionnels de sélection ne sont pas adaptés aux conditions de l'agriculture biologique.

Certains critères sont particulièrement importants à prendre en compte pour le développement de variétés adaptées aux conditions de l'agriculture biologique :

- l'adaptation optimale aux conditions pédoclimatiques locales ; climat, dynamique de disponibilité des éléments fertilisants ;
- la valorisation des éléments fertilisants ;
- la durabilité des résistances et des tolérances aux ravageurs et aux maladies ;
- la stabilité des rendements ;
- l'aptitude à la conservation ;
- la qualité nutritionnelle et sensorielle.

Les objectifs de sélection devraient être définis culture par culture, en tenant compte de l'avis et des attentes des agriculteurs, des sélectionneurs, des commerçants et des consommateurs.

Choix des méthodes de sélection

Des discussions internes aux mouvements de l'agriculture biologique ont été engagées sur la compatibilité des techniques de sélection végétale avec les objectifs techniques, éthiques et environnementaux de l'AB. Ces débats ont été accélérés par les discussions publiques sur le génie génétique. Ce débat est important pour définir un cadre pour la sélection variétale biologique et pour faciliter les investissements des sociétés semencières.

Dans le dossier du FiBL (2001) sur les techniques de sélection végétale, toutes les techniques standards utilisées par la sélection végétale moderne sont présentées avec les raisons expliquant pourquoi elles ont été développées. Les conséquences d'un possible refus de certaines techniques en sélection végétale biologique sont soulignées et des techniques de substitution qui pourraient être adoptées pour les remplacer sont proposées. Ce dossier a été élaboré pour contribuer aux discussions nationales et internationales sur le sujet.

Les différentes étapes de la sélection végétale (induction de la variabilité par des croisements ou par des traitements induisant des variations, sélection de nouvelles variétés en fonction des caractères désirés et conservation et multiplication des lignées de sélection) et les niveaux auxquels elles interviennent (plante, cellule, ADN) sont clairement présentés dans ce document.

Ce dossier a pour objectif de nourrir le débat sur la sélection biologique : faut-il partir d'une sélection conventionnelle, donc de variétés conventionnelles, que l'on va conserver et multiplier en conditions agrobiologiques (c'est actuellement la très grande majorité des cas pour des raisons d'efficacité), ou bien partir dès le début d'une sélection biologique pour obtenir des variétés biologiques et donc, suite à une conservation et multiplication en conditions agrobiologiques, obtenir des semences et du matériel de reproduction végétative Bio (ce qui est souhaité, mais qui prendra plus de temps).

Rappelons qu'actuellement, seule l'utilisation de variétés transgéniques est interdite par le cahier des charges européen de l'agriculture biologique (régl. 2092/91).

Sélection conservatrice

Des discussions ont lieu au sein de la filière biologique sur l'utilisation possible de variétés locales non inscrites ou anciennes (inscrites sur le catalogue amateur). Elles pourraient être inscrites au catalogue sous les termes de « variétés de conservation », à condition de répondre à certains critères, liés notamment à la notion de terroir et d'érosion génétique.

Cette expression de « variétés de conservation » signifie que c'est une variété indispensable à la conservation de la biodiversité, quel que soit son mode de sélection.

Une procédure simplifiée a été définie au niveau européen permettant d'inscrire au catalogue, sous cet intitulé de « variétés de conservation », de nombreuses variétés intéressantes pour les agriculteurs biologiques.

Cependant, hormis les problèmes techniques et réglementaires, les aspects commerciaux sont aussi primordiaux.

Devant la « confidentialité » du marché des semences biologiques, les sociétés semencières ont été et sont encore pour la plupart en position d'attentisme. La filière semence Bio représente encore un marché relativement réduit, mais qui nécessite, en revanche, des investissements en savoir-faire et en technique (itinéraires culturaux) assez importants. Les échéances réglementaires (fin 2003) ont accéléré l'implication des différents partenaires de la filière, mais le retard accumulé est trop important pour que début 2004 les disponibilités en semences Bio soient suffisantes. Il faut s'attendre, pour certaines espèces, à une forte réduction du choix variétal (maraîchage, semences fourragères), et même pour d'autres espèces (tournesol, maïs doux...), à une quasi-absence de variétés biologiques. Des dérogations exceptionnelles seront certainement encore nécessaires si l'on ne veut pas trop pénaliser le marché des produits Bio.

Conclusion sur les plants et semences en AB

Il n'existe pas de filière de production ou de distribution de plants Bio à la Martinique. Cependant, des plants de variétés rustiques locales et/ou introduites depuis un certain temps sont auto-produits sur l'exploitation ou échangés commercialement entre agriculteurs. C'est notamment le cas pour l'arboriculture fruitière, à l'exemple de la pépinière de la Rivière Lézarde à Gros-Morne exploitée par M. Jaudin.

Dans le cas de la production maraîchère et vivrière, la plupart des semences sont issues de l'AC (utilisation par dérogation collective), lorsque l'accès aux sources n'est pas réhibitoire (commande, prix...). D'autres sources d'approvisionnement réalistes pourraient provenir des régions tropicales et subtropicales du continent américain (Etats-Unis, pays d'Amérique Centrale et du Sud) et de la Caraïbe (semences "populations" de haricot en Haïti et de pois d'Angole en République Dominicaine, qui sont produites sans intrants par diverses communautés rurales). L'adoption de semences introduites est cependant assujettie à leur faible sensibilité aux bioagresseurs dans le temps.

Actuellement la règle appliquée par l'organisme de certification ECOCERT est la suivante : les agriculteurs peuvent choisir la variété désirée, ils doivent ensuite en rechercher des semences biologiques. S'il n'en existe pas, ils peuvent utiliser des semences issues de l'agriculture conventionnelle n'ayant subi que deux traitements fongicides au maximum. S'il n'existe pas de semences de la variété choisie n'ayant subi que deux traitements fongicides, ils peuvent utiliser des semences traitées. L'association des agriculteurs biologiques de la Guadeloupe a demandé à des sociétés semencières de produire des semences sans traitement : ils ont obtenu satisfaction auprès de certaines sociétés (avec toutefois un surplus au niveau du coût). En Martinique, certains agriculteurs biologiques commandent leurs semences sur internet, mais les variétés utilisées ne sont pas bien adaptées aux conditions locales.

ECOCERT autoriserait, par dérogation temporaire, l'utilisation de vitroplants de bananier en AB. La demande de dérogation serait renouvelée chaque année car il est possible que l'évolution des techniques de production permette de trouver une solution répondant à l'exigence du règlement européen.

Dans le contexte de la réduction des dérogations et de l'approvisionnement extérieur difficile en semences Bio - et on ne peut guère compter sur les firmes grainières pour mettre en place une filière spécifiquement tropicale -, une production locale de semences ne peut se développer sans un concours important de la recherche agronomique publique. L'INRA Centre Antilles-Guyane a entrepris des travaux dans cette direction (sélection de haricot et tomate en conditions de faibles intrants fertilisants), mais ils sont remis en cause par les orientations actuelles des recherches en matière de sélection variétale prises par la tutelle nationale. Les efforts déjà consentis ne peuvent se pérenniser qu'avec l'implication des structures professionnelles (avec les conseils de la recherche) bénéficiant du soutien financier des institutions régionales de Guadeloupe et de Martinique. Cela reste possible, si l'on se réfère à l'exemple des aides attribuées pour la production de semences à l'APAG (Association des producteurs d'ananas en Guadeloupe) et à l'UPROFIG (Union des producteurs de la filière igname de la Guadeloupe).

3.4. Santé des plantes en agriculture biologique*

En conditions tropicales humides, la forte pression des bioagresseurs (bactéries, champignons, virus, nématodes, insectes, etc.) et des adventices dans les systèmes de culture conventionnels aboutit rapidement à des phénomènes de mauvaise croissance des plantes, à des baisses de rendement et parfois même à l'absence de récolte. L'avenir des filières de diversification est ainsi constamment en péril.

Pour faire face à ces problèmes, on injecte dans les agrosystèmes des quantités de plus en plus importantes d'intrants chimiques exogènes (engrais et pesticides de synthèse), qui sont coûteux et dont l'efficacité n'est pas toujours garantie aux doses préconisées – d'où la forte tendance au surdosage. De plus, ces traitements chimiques soulèvent de nombreuses interrogations quant aux risques qu'ils engendrent en matière de santé publique et de pollution de l'environnement, et quant à l'apparition de bioagresseurs résistants, qui entraîne une course incessante à la recherche de nouvelles molécules actives. Même si on peut penser que des pesticides « spécifiques » continueront à jouer un rôle dans certaines circonstances (par exemple, pour assurer la sécurité alimentaire, face à une épidémie imprévisible), il apparaît de plus en plus évident que l'âge de l'agriculture « alternative » (« respectueuse de l'environnement ») a commencé et que celle-ci prendra de plus en plus d'importance dans le futur.

Ladite agriculture « alternative » favorise l'usage de méthodes biologiques et culturales pour contrôler le parasitisme des plantes. À la notion de protection intégrée « classique » (« IPM » des Anglo-Saxons), qui se concentrait beaucoup sur la détermination de schémas d'application des pesticides, se substitue progressivement celle de la *protection intégrée biologiquement intensive (PIBI)*, qui répond de plus en plus aux exigences de l'agriculture biologique : soit, celle d'une mise en œuvre d'une production proscrivant l'usage des intrants chimiques de synthèse. Des publications récentes (Waller *et al.*, 2001 ; Eyhorn *et al.*, 2002) présentent un canevas de la diversité des méthodes généralement utilisables pour la protection des cultures biologiques en milieu tropical. Dans un contexte donné, elles ne sont pas toutes applicables ou peuvent ne pas avoir l'efficacité observée ailleurs.

3.4.1. Protection phytosanitaire dans le contexte antillais

Motivations générales

Divers agroécosystèmes traditionnels – symbolisés en Martinique par les « jardins créoles » – utilisent des techniques variées de PIBI (association de plantes, rotations des cultures, amendements du sol avec un paillage organique de surface – « fatrassage » –, du fumier, des composts, ou encore des cendres, etc.). Ces techniques concourent à la promotion de la diversité biologique dans les espaces relativement réduits que constituent les jardins créoles et assurent la durabilité de ces systèmes (voir chapitre 5.5.2.).

* Rédacteur : Armel TORIBIO.

Néanmoins, ces jardins évoluent au fil du temps, par la diminution du nombre d'espèces entrant dans les associations et par l'injection en leur sein d'engrais et de pesticides de synthèse devenus de plus en plus disponibles sur le marché, avec la généralisation de leur usage en canne, banane et maraîchage. Plus globalement, la logique actuelle de l'agriculture martiniquaise semble se diriger vers l'agriculture raisonnée³, qui serait une étape vers l'agriculture biologique (destinée à être mise en œuvre par « des agriculteurs avancés... sur des filières courtes... »).

Comme l'indique Messiaen (1993) pour la Guadeloupe, on peut admettre que l'agriculture biologique en Martinique peut motiver différents groupes de citoyens :

- Les *consommateurs* soucieux d'une alimentation plus saine les mettant à l'abri d'intoxications et, à plus long terme, de l'effet cumulatif de substances nocives absorbées à faibles doses, même si la législation sur les résidus de pesticides est, en principe, destinée à les protéger à ce propos.

- Les *agriculteurs*, pour lesquels la pulvérisation (ou l'épandage) de produits toxiques, avec le port de combinaison, gants et masque de protection, est encore plus pénible qu'en climat tempéré ; par ailleurs, ceux qui ont voulu participer à l'effort des cultures de « diversification » pour l'exportation peuvent être déçus (pour l'aubergine) ou inquiets (pour d'autres cultures, dont le melon) de la spirale infernale de traitements phytosanitaires dans laquelle ils ont été entraînés, avec, comme résultat, l'échec ou la survivance difficile des cultures en l'absence de traitements fréquents.

- Les *Martiniquais* chez lesquels se construit une sensibilité écologique et/ou qui peuvent être nostalgiques de l'âge d'or du « jardin créole » (qui était autrefois déjà un jardin biologique), ou inquiets des conséquences, pour l'environnement, d'un usage trop massif d'engrais solubles et de pesticides, notamment avec l'extension des périmètres irrigués ; la pollution persistante des sols de bananeraies par les insecticides organochlorés (Bellec et Godard, 2002) leur donne l'occasion de renforcer leur positionnement en faveur de l'AB.

Parallèlement, la population locale n'est pas rassurée par les publications régulières de la presse européenne sur les dérives de la production agricole conventionnelle (pollutions des nappes phréatiques par les nitrates et les pesticides, empoisonnements liés à la présence de molécules toxiques et de micro-organismes dangereux dans les produits alimentaires, etc.).

Inconvénients de l'orientation pesticide « excessive »

Après plus d'un demi-siècle d'usage de pesticides de synthèse, où en est-on aux Antilles ?

- Certains problèmes ont presque disparu, comme l'anthracnose des cucurbitacées, maladie due à *Colletotrichum lagenarium*, champignon résistant au cuivre, mais très sensible aux dithiocarbamates).

³ Voir chapitre 1.1.1., tableau 1.

- D'autres problèmes nécessitent le recours permanent à de nouvelles matières actives, du fait de l'acquisition de résistances par les champignons ou les insectes. C'est le cas pour *Cercospora musicola*, agent de la cercosporiose du bananier, pour *Colletotrichum gloeosporioides*, responsable de l'anthracnose chez différentes espèces (dont l'igname) ou pour la chenille du chou chinois (*Plutella xylostella*).

- Des problèmes nouveaux ont été créés par l'usage même des pesticides ; on peut citer quelques exemples :

- La prolifération de pucerons sur aubergine dans les années 1970, induite par les insecticides organo-phosphorés et les dithiocarbamates qui détruisent, respectivement, les *Aphelinus* (micro-hyménoptères auxiliaires d'insectes) et *Acrostalagmus aphidum* (champignon pathogène des pucerons) ; ce dernier accident (Toribio, 1976) s'est atténué avec l'usage du pirimicarbe, mais la culture de l'aubergine pour l'exportation a, depuis, disparu.

- L'introduction « réussie » du *Thrips palmi* en 1985 sur des végétaux (aubergine, cucurbitacées) préalablement vidés de leurs ennemis potentiels par un matraquage pesticide excessif ; après le choix du « meilleur insecticide possible », le prophénophos, hautement toxique et utilisé par dérogation (Hostachy *et al.*, 1986), le problème n'a pas pour autant disparu, et Guyot (1988) a montré que seule l'interruption de tout traitement insecticide permettait d'obtenir la régression des populations de cet insecte.

- La prolifération de mouches mineuses (*Liriomyza* spp.) s'installant, en particulier sur le melon, à la faveur du « vide biologique » résultant de l'usage du prophénophos et de l'arrêt des traitements seulement trois semaines avant la récolte.

- La prolifération de l'aleurode *Bemisia tabaci* (vecteur de begomovirus ou nocif par lui-même) induite par l'usage des pyréthrianoïdes de synthèse contre les *Liriomyza*.

Ces inconvénients concernent non seulement les utilisateurs de pesticides sur leurs propres parcelles, mais aussi leurs voisins (producteurs familiaux de concombres, voisins de producteurs d'aubergines et de melons pour l'exportation), ou l'ensemble d'une zone⁴.

D'autres inconvénients plus insidieux sont aussi à redouter : le bénomyl utilisé principalement en maraîchage tue les vers de terre. Les doses énormes d'insecticides organochlorés utilisées dans les années 1970 pour combattre le charançon du bananier (*Cosmopolites sordidus*) ont entraîné la contamination des sols (Bellec et Godard, 2002), qui sont désormais rendus impropres à la culture de racines et tubercules alimentaires. En Guadeloupe et en Martinique, l'aldicarbe (Temik) n'est autorisé qu'en bananeraie ; on peut se demander si ce produit n'atteint pas, en cas de fortes pluies, les jardins vivriers situés en contrebas de ces plantations. On sait aussi que beaucoup de producteurs maraîchers utilisent ce produit au mépris de la loi et de la santé du consommateur⁵.

⁴ Après la vérification expérimentale par le GRISP-Guadeloupe de la prolifération de *Bemisia* sur les parcelles de melons traitées aux pyréthrianoïdes, on ne peut s'empêcher d'accorder plus de crédit à l'idée que l'aggravation récente des viroses transmises par ces insectes dans la zone caraïbe (Cuba, République dominicaine, Martinique...) a suivi l'extension de l'usage de la deltaméthrine et de produits voisins.

⁵ On rappelle que l'aldicarbe est responsable de la catastrophe de Bopal en Inde.

3.4.2. Protection phytosanitaire en agriculture biologique

En agriculture biologique, il y a refus de tout produit de synthèse. Quelles sont alors les possibilités qui sont offertes pour lutter contre les bioagresseurs ? L'AB considère que les rotations longues, les associations de culture et les assolements adaptés contribuent à contenir les bioagresseurs, notamment grâce au maintien ou à la promotion d'une biodiversité régulatrice. Des techniques plus ponctuelles sont décrites dans la littérature, pour le contrôle de ces bioagresseurs.

Contrôle des insectes

Contre les insectes, les insecticides végétaux se réduisent dans le commerce français aux pyrèthrine naturelles (qui se distinguent de celles de synthèse par une persistance beaucoup plus faible), aux roténones et, de façon exceptionnelle, à la nicotine. Il existe aussi des préparations de biopesticides (*Bacillus thuringiensis*) et on peut utiliser des méthodes de lutte biologique (introduction d'ennemis naturels – parasitoïdes, micro-organismes pathogènes –, confusion par usage de phéromones) et des techniques culturales, comme les cultures associées (l'association chou-ail contre *Plutella xylostella* sur chou chinois réduit les dégâts de 70 %, alors qu'en lutte chimique, il faut traiter tous les deux jours) ou les rotations. La protection mécanique des plantes peut également être assurée par des tunnels en mousselines de fibres synthétiques tissées ou non tissées.

Contrôle des champignons

Contre les champignons, pendant longtemps, les agriculteurs biologiques ne disposaient d'aucun produit officiellement homologué. Rien ne garantissait une efficacité régulière aux « purin d'ortie », « décoction de prêle », « poudre de lithothamne »..., qui leur étaient conseillés. D'où, sans doute la « dérogation cuivre » obtenue en France, d'abord par les viticulteurs (coincés par l'interdiction des cépages hybrides résistants au mildiou), puis par les arboriculteurs, et ensuite par les maraîchers. Dans la foulée, le soufre a été autorisé aussi, mais son usage ne soulève pas de critique « écologique » majeure, puisqu'il rentre dans les cycles biologiques naturels ; il n'impose que de se soucier de la légère acidification des sols qu'il peut provoquer. En revanche, l'usage du cuivre constitue une hérésie écologique à long terme (4 tonnes par hectare ont été appliquées sur vigne dans le Médoc, de 1890 à 1960), surtout en sol acide où la toxicité du cuivre se manifeste beaucoup plus vite. Actuellement, la réglementation européenne autorise l'utilisation maximale de 8 kg/ha/an jusqu'en 2005 et de 6 kg/ha/an à compter du 1^{er} janvier 2006, mais le souci de la part des conseillers en AB serait de limiter la quantité de cuivre-métal à appliquer : 1,5 à 3 kg/ha/an, selon la nature des sols. Il convient de signaler aussi que le cuivre réduit les populations bactériennes du sol (dont des populations utiles). Il induit aussi la prolifération d'actinomycètes dans le sol.

Résistance variétale

La voie la plus élégante de contrôle des bioagresseurs est celle de l'utilisation de variétés résistantes. Celles-ci ne sont cependant pas disponibles pour la majorité des espèces cultivées et pour la diversité des bioagresseurs susceptibles de les affecter. Cela

pose problème car, dès 2004, les semences utilisables en AB devront être produites en conformité avec le cahier des charges de l'AB.

Amendements organiques

L'incorporation de matériaux organiques dans le sol y apporte certains types de micro-organismes, tout comme elle peut y induire la prolifération de micro-organismes divers. Dans leur diversité, ces micro-organismes assurent différentes fonctions dans l'environnement tellurique :

- « banking » de nutriments dans les corps microbiens et recyclage par le jeu des relations proies-prédateurs, avec libération de substances assimilables par les plantes ;
- maintien ou engendrement d'équilibres biologiques défavorables aux agents phytopathogènes ;
- production de substances favorisant la croissance des plantes ;
- détoxication du sol vis-à-vis de polluants ;
- amélioration de la structure du sol (aération et circulation de l'eau favorisées par le réseau de filaments mycéliens et la gangue bactérienne autour des particules terreuses).

L'enrichissement de l'environnement du sol en micro-organismes peut se faire en mettant en œuvre certaines pratiques :

- *Le « compostage en surface ».* Il consiste à laisser se décomposer du matériel végétal à la surface du sol, pendant un certain temps, avant – éventuellement – de l'enfouir. Le résultat sera un envahissement par diverses moisissures saprophytes. Pour certains résidus, il pourra s'y ajouter le champignon redoutable *Sclerotium rolfsii*, à moins que le matériau utilisé ne renferme plus de bases nutritives qui lui soient favorables (Boyle, 1961) et/ou qu'il soit riche en composés polyphénoliques (Toribio, 1989).

- *Le compostage en tas.* Il s'accompagne, beaucoup plus régulièrement aux Antilles qu'en Europe (même pour de petits tas), d'un échauffement dû à une abondante microflore thermophile (les températures maximales atteintes peuvent dépasser 60 °C). Il s'agit en fait d'une « combustion biologique » des résidus végétaux (cellulose, pectines, substances azotées) compensée, avec un rendement bien sûr inférieur à 100 %, par la production de corps microbiens. Cette microflore se compose généralement de *Bacillus* spp., de thermoactinomycètes et de champignons thermophiles, dont les parois cellulaires et la lignine résiduelle constituent le gros de la masse du compost. Dans certaines conditions (bâchage sous abri des composts à base de résidus de sucreries de cannes, par exemple), on peut obtenir une mycoflore plus sélective – où peuvent dominer des *Aspergillus*, *Geotrichum*, *Paecilomyces*, *Pythium* non pathogènes, *Trichoderma* – et qui peut conférer un caractère suppressif aux composts (Théodore, 1995 ; Théodore et Toribio, 1995 ; Ezelin-de Souza, 1998). On peut aussi jouer sur l'épaisseur du tas de résidus pour diriger un compostage froid (maintien du tas à la température ambiante) conduisant à l'intervention d'une flore mésophile encore plus diversifiée, où les champignons mycorhiziens ne sont pas détruits.

- *L'usage d'algues marines.* Les algues utilisées comme amendements sont particulièrement les phéophycées (goémon) et les rhodophycées (lithothamne) dont les parois cellulaires et les substances de réserve sont différentes de celles des végétaux supérieurs. Dans le sol, elles sont lentement décomposées par des actinomycètes non thermophiles et des bactéries spécifiques pouvant générer des activités particulières.

Toutes ces substances : parois fongiques, bactériennes et algales, sont moins facilement colonisées dans le sol par des parasites telluriques des plantes (*Pythium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*) que les parois cellulaires des végétaux supérieurs.

3.4.3. Voies éventuelles de recherche et d'innovation en protection des cultures

Autrefois, les manuels traitant de l'agriculture biologique affirmaient qu'au bout de trois ans de pratique strictement agrobiologique, les problèmes phytosanitaires disparaissaient. Aujourd'hui, l'AB insiste sur le respect d'un cahier des charges, où figurent néanmoins certaines dérogations, l'usage du cuivre par exemple. Afin d'éviter les dérogations de ce type, il est nécessaire d'accroître les connaissances sur le fonctionnement des agroécosystèmes, comme les jardins traditionnels en milieu tropical, de manière à mieux exploiter leurs atouts. En se bornant au domaine de la pathologie végétale, on peut dégager également quelques pistes intéressantes, à partir de pratiques et questionnement antérieurs.

Matériaux organiques et suppression du parasitisme

L'amendement organique du sol avec certains résidus de sucreries de canne (bagasse, écumes, vinasses, etc.) est une pratique assez répandue en pays cannier. Certains travaux mis en train à l'INRA-AG sur une protection vis-à-vis de *Sclerotium rolfsii*, des *Pythium* et de *Fusarium solani* (Toribio, 1989 ; Théodore, 1995 ; Théodore et Toribio, 1995 ; Ezelin-de Souza, 1998) montrent l'intérêt des composts fabriqués avec ces matériaux. La suppression obtenue est essentiellement d'origine biologique (effet d'organismes antagonistes que l'on peut produire massivement et utiliser en lutte biologique – « biopesticides »).

Si l'on considère la piste « nature des parois cellulaires des organismes autres que les végétaux supérieurs en relation avec les maladies provoquées par les agents pathogènes du sol », on peut mentionner que des travaux américains sont passés de la chitine (années 1970) au chitosane aujourd'hui, en application au sol ou aux semences ; ces produits qui entrent dans la composition des parois cellulaires des champignons et algues rouges peuvent avoir deux effets : stimulation d'actinomycètes antagonistes, et élicitation (stimulation spécifique) des réactions de défense des plantes – et on sait que cette « élicitation » peut être non seulement locale, mais aussi systémique. De même que le chitosane, les éliciteurs qui ont été tirés des parois de parasites fongiques sont des oligosaccharides (10 à 20 sucres simples) et tout un assortiment de telles molécules pourrait être présent dans les composts ou dans les produits de décomposition des algues marines.

Certains travaux sur les boues résiduelles ont été réalisés à l'INRA Centre Antilles-Guyane par les phytopathologistes et les nématologistes. Ces matériaux, de composition complexe, sont également riches en parois microbiennes. En application au

sol, ils exercent un effet protecteur vis-à-vis du flétrissement bactérien causé par *Ralstonia (Pseudomonas) solanacearum* en culture de tomate, du dépérissement du malanga dû à *Pythium myriotylum* (Houtondji, 1986), de *Sclerotium rolfsii*, du complexe *Radopholus similis* (nématode) / *Cylindrocladium* (champignon) sur racines de bananier et des nématodes à galles sur tomate (Castagnone-Sereno *et al.*, 1988). Un effet systémique peut être soupçonné : de haut en bas vis-à-vis des nématodes pour les racines ayant traversé un paquet de boues ; de bas en haut chez la tomate envahie jusqu'aux pétioles par des souches de *Pseudomonas*, qui n'expriment pas leur virulence chez les plantes poussant en sol amendé. Il reste à montrer si de tels effets systémiques peuvent s'exprimer vis-à-vis de maladies à progression aérienne.

Élargissement de la panoplie de produits phytosanitaires

Les deux orientations les plus prometteuses relevées dans la littérature récente seraient :

- *Le jus de compost (« compost tea »)*. Les premières études sont celles d'une équipe allemande (Pr. Weltzien, Université de Bonn). On fait incuber des composts dans de l'eau pendant 8 jours et le jus obtenu peut être utilisé en pulvérisation sur les plantes⁶. Ce type d'extrait peut agir sur les pathogènes par voie directe (toxicité des substances contenues dans l'extrait) et/ou par voie indirecte (élicitation et effet de la flore microbienne antagoniste véhiculée par l'extrait au niveau du site d'infection).
- *Les extraits de plantes*. Il est classique de citer les plantes comme sources d'insecticides. Des extraits de ces plantes pourraient être obtenus en Martinique même, où l'on signale depuis longtemps ceux des feuilles de *Tephrosia vogelei*, et où on pourrait cultiver le *Pachyrhizus erosus* (dolique tubéreuse) ou introduire (par graine) la liane indonésienne *Derris elliptica*, qui sont des sources de roténone, respectivement par les feuilles et par les racines.

Certains extraits de plantes peuvent également être antifongiques. Les champions de la recherche en la matière sont des savants indiens (Chaudhuri et Sen, 1982), mais les autres pays s'y intéressent aussi. C'est ainsi que l'on redécouvre en Europe les vertus du jus de feuilles de lierre (*Hedera helix*) qui est efficace à des concentrations très faibles. En conditions caribéennes, les principales pistes concernent :

- *L'arbre neem (*Azadirachta indica*)*, dont les extraits sont connus depuis longtemps comme répulsifs pour les insectes (avec aux Indes des essais positifs au champ contre la transmission de virus). Ces extraits ont également des propriétés antifongiques (Singh *et al.*, 1980). Compte tenu du fait qu'ils sont un mélange de différentes substances actives (azadirachtine, nimbine, etc.), le danger d'accoutumance des insectes ou des champignons à ces produits est fort improbable. L'utilisation des produits commerciaux à base de neem est actuellement très répandue en agriculture biologique en République dominicaine.

⁶ Bien sûr, en maraîchage, pourrait se poser un problème hygiénique selon l'origine des composts utilisés.

- Les extraits d'*Allium*, biocides d'action générale (insectes, nématodes, bactéries et champignons), mais dont il faudrait vérifier la persistance en plein champ.
- Les pipéracées (*Piper* spp.), dont les feuilles de certains clones ont des teneurs élevées en saponines. Ces substances antifongiques peuvent être utilisées sur les parties aériennes des plantes ; elles conviennent moins bien au traitement du sol, du fait de la rapidité de leur dégradation dans ce milieu (Sonoda, 1978).
- Les labiées aromatiques, dont le basilic.
- Le genre *Zizyphus* (auquel appartient la pomme surette ou jujube) dont la population est extrêmement diversifiée dans les zones sèches de Guadeloupe et Martinique.

Mais, bien d'autres plantes tropicales apparaissent dans la littérature indienne (*Eupatorium*, qui contrôle les nématodes, *Cataranhus*, *Lagerstroemia*, *Bougainvillea*, etc.).

Il s'agit là d'extraits de plantes fraîchement préparés. On peut envisager aussi d'utiliser des extraits de plantes fermentées – comme le « purin d'orties » autrefois préconisé en agriculture biologique en Europe. Dans le premier cas, le souci hygiénique se bornera à vérifier l'innocuité de l'extrait végétal frais aux doses préconisées. Dans le second (comme pour les jus de composts), l'aspect microbiologique devra aussi être examiné.

Parmi les travaux réalisés en Guadeloupe, on peut rappeler que le jus de rachis de régimes de bananier est suppressif pour *Pythium aphanidermatum*, *Rhizoctonia solani* et *Sclerotium rolfsii* (Toribio, 1989), soit par action toxique directe, soit via l'induction de la prolifération d'une microflore antagoniste ; son efficacité sur des champignons moins coriaces pourrait être également recherchée.

Conclusion sur la santé des plantes en agriculture biologique

De tout ce qui précède en matière de protection des plantes, il apparaît que la Martinique peut voir éclore une agriculture biologique « tropicale », en harmonie avec la recherche agronomique et écologique locale (existence du PRAM - Pôle de recherche agronomique de la Martinique) et en continuité avec la tradition du « jardin créole ».

La Martinique possède en effet :

- Des « gisements » locaux en amendements organiques à haute valeur fertilisante (plus largement présentés au paragraphe 3.5.) qui peuvent contenir des substances directement inhibitrices pour les bioagresseurs et, plus intéressant encore, qui hébergent une flore microbienne diversifiée dont les propriétés suppressives vis-à-vis des micro-organismes pathogènes (compétition pour l'espace ou la nourriture, prédation, antibiose, élévation...) dépendent de leur nature et de leur stade de décomposition. Certains résidus organiques peuvent en outre constituer un support pour la production de substrats-inoculum rassemblant différents organismes antagonistes. Les sources d'amendements les plus abondantes sont les sous-produits de l'industrie sucrière et rhumière (bagasse, écumes et vinasses) à partir desquels, en association ou non avec des déchets de l'élevage des poulets et poules pondeuses, peuvent être préparés

des composts (une entreprise guadeloupéenne a acquis quelques années d'expérience dans ce domaine). Mais d'autres sources (en particulier les produits de la mer comme les algues, les carapaces de crustacées...) mériteraient investigation, compte tenu de leur utilisation apparemment bénéfique dans les jardins domestiques.

- Un « gisement intellectuel » de qualité comportant, au PRAM ou à l'INRA-AG, des zoologistes, phytopathologistes, généticiens et sélectionneurs, ainsi que des agronomes travaillant sur des pistes convergeant avec celles de l'agriculture biologique (travaux de l'IRD en nématologie, de l'URPV-INRA en mycologie et virologie, de l'URAPC-INRA sur les plantes de service, etc.). Pour élargir le point de vue à l'ensemble de l'environnement, les écologistes de l'Université des Antilles-Guyane pourraient participer au mouvement.

3.5. Fertilisation et matière organique*

L'agriculture conventionnelle martiniquaise repose, pour une grande partie de sa surface, sur l'utilisation importante d'engrais chimiques (34 731 tonnes importées en 2001) et de pesticides (2620 tonnes en 2001).

Les engrais utilisés se répartissent principalement en engrais potassiques (42 %), engrais complexes (32 %) et engrais phosphatés (20 %) rendant compte des problèmes de déficiences, notamment en potassium et en phosphore, observées d'une façon générale à la Martinique.

La conversion à l'agriculture biologique qui interdit toute utilisation d'engrais chimiques de synthèse nécessitera de revoir profondément les pratiques agricoles, les nouvelles pratiques devant s'appuyer sur l'utilisation d'engrais organiques et/ou d'engrais naturels.

Ce sous-chapitre traite des contraintes et de la faisabilité technique de la gestion de ces engrais organiques et naturels en AB et AE dans le contexte agro-pédo-climatique de la Martinique.

3.5.1. Gestion de la matière organique (MO) en agriculture biologique à la Martinique

Importance de la MO dans le fonctionnement des sols

La matière organique joue un rôle (direct ou indirect) important dans la fertilité des sols (Piéri, 1989 ; Woomer *et al.*, 1994). Elle permet :

- Le stockage d'éléments nutritifs : c'est la fonction *de réserve minérale*. La plupart des cycles (C, N, P, S) sont menés dans le sol à travers les interactions fauniques et microbiennes avec les propriétés physiques et chimiques du sol. La matière organique du sol est le principal réservoir terrestre pour C, N, P et S.
- L'augmentation des capacités d'échange : ce sont les fonctions *d'échange et de sorption* vis-à-vis des cations, des anions et de molécules organiques telles que les pesticides.
- L'augmentation de la solubilité du phosphore et la réduction de la fixation du phosphore (surtout vrai dans les sols volcaniques à allophane).
- Une amélioration de la stabilité structurale des sols : en ce sens, elle améliore la diffusion de l'air, la rétention et l'infiltration de l'eau et réduit l'érosion.
- Une amélioration des activités fauniques, microbiennes et enzymatiques : c'est la fonction *de minéralisation et d'immobilisation* qui détermine les cycles du carbone, de l'azote et du phosphore.

* Rédacteurs : Éric BLANCHART et Yves-Marie CABIDOCHÉ.

En raison de ces fonctions primordiales pour le fonctionnement des écosystèmes et des agrosystèmes en particulier, la matière organique a fait et fait encore l'objet de nombreuses études, que ce soit pour améliorer la croissance végétale ou pour lutter contre la dégradation physique des terres. Sa gestion est donc primordiale dans le cadre d'une agriculture écologique telles que l'AB et l'AE. N'oublions pas, de plus, que la séquestration du carbone dans les sols est une technique recommandée internationalement pour limiter la quantité de gaz à effet de serre dans l'atmosphère ; les sols jouent alors le rôle de « puits » de carbone.

Il y a donc un consensus assez général pour dire que la meilleure façon de favoriser la fertilité à long terme des sols cultivés est d'améliorer la gestion de la matière organique des sols (Follett *et al.*, 1987 ; Doran et Smith, 1987 ; Schroth *et al.*, 2003). Beaucoup de résultats confirment également qu'à apports de nutriments équivalents, les rendements sont meilleurs avec de la matière organique qu'avec des engrais (Siband, 1974 ; Avnimelech, 1986 ; Pieri, 1989 ; Veeresh, 1998).

Diversité des statuts organiques sous les systèmes de culture actuels

Riches en minéraux fins secondaires, les sols de la Martinique, sauf les sols peu évolués sur cendres et ponces, sont naturellement riches en matières organiques (tableau 3.2).

Tableau 3.2 – Valeurs minimales et maximales des teneurs et des stocks de carbone C (t/ha) mesurées dans différents types de sols de la Martinique (dans l'horizon 0-20 cm)

	Andosols	Sols à halloysite	Sols peu évolués	Ferrisols	Vertisols
Stock de C	40-120	30-85	30-45	40-75	25-100

Source : d'après Albrecht *et al.*, 1992 ; Venkatapen *et al.*, 2002).

L'ancienne pratique de l'abattis des marges forestières autorisait, du reste, une productivité surfacique respectable, en puisant sur l'azote contenu dans ces stocks organiques, les autres minéraux étant fournis par les cendres de la biomasse aérienne des forêts secondaires antécédentes, brûlée en tas.

Dans les jardins créoles agro-forestiers, près des maisons, le stock organique et l'activité biologique sont maintenus à la fois par un pédo-climat très régulier, grâce au couvert arboré, et par le recyclage des déchets organiques domestiques (Turenne *et al.*, 1981 ; Feller *et al.*, 1984). L'assainissement individuel et la collecte des ordures tendent cependant à diminuer ces restitutions.

Dans les jardins créoles actuels, on trouve encore des parcelles vivrières de cultures associées, mises en rotation avec des prairies spontanées pâturées par des animaux à l'attache. Cette jachère pâturée permet de restaurer une partie plus ou moins importante du stock organique minéralisé par la phase de culture, sans pour autant atteindre les stocks obtenus sous forêt : il est probable que l'arasement fréquent des prairies induit un pédo-climat plus contrasté, accélérant la minéralisation. L'association de cultures a des fonctions multiples : diversité et sécurité alimentaire, diminution de la pression parasitaire, exploitation complémentaire des ressources du milieu, couverture précoce et totale du sol concurrençant les adventices... Cet effet de couverture totale précoce empêche la minéralisation rapide inutile qui se produit sous-sols nus. Il faut

cependant noter que les plantes non fixatrices de l'azote atmosphérique ainsi cultivées (plantes à tubercules telles que dashine, igname, malangas, patate douce...) ont un cycle suffisamment long pour que l'intensité des prélèvements azotés soit faible. Les plantes maraîchères cultivées ne peuvent se contenter de la lente minéralisation de l'azote du sol et font l'objet d'une fertilisation azotée complémentaire.

Sous les monocultures, les statuts organiques sont beaucoup plus divers (tableau 3.3), et principalement déterminés par le nombre de labours, le temps partiel où le sol est nu (figure 3.1), sur le moyen terme, et le devenir des résidus de récolte.

Les cultures d'ananas et les cultures vivrières/maraîchères sont probablement celles qui diminuent le plus le stock organique des sols, par les travaux du sol initiaux, l'importante et durable proportion de surface partielle en sol nu et la faible productivité racinaire.

Figure 3.1 – Évolution de la teneur en carbone d'un vertisol calcique en jachère labourée quatre fois par an (0-20 cm) ; précédent : prairie spontanée de deux ans derrière canne (données INRA-APC, non publiées)

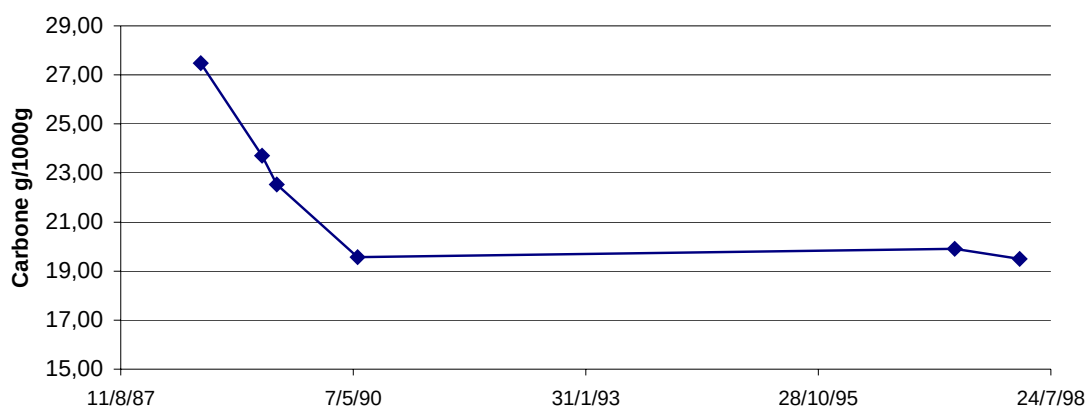


Tableau 3.3 – Valeurs minimales et maximales des stocks de carbone C (t/ha) des ferrisols et des vertisols de Martinique en fonction du type de culture (dans l'horizon 0-20 cm)

	Jachère arbustive	Prairie récente	Prairie âgée	Jachère pâturée	Banane	Canne à sucre	Maraîchage intensif
Vertisol	55	50	80-85	45-50		60-70	25-35
Sols à halloysite			55-70		40-60	40-55	35-55
Ferrisol	60		75	55-60	40-50	45-65	35-50

Source : d'après Albrecht *et al.*, 1988 ; Venkatapen *et al.*, 2002.

Principes de manipulation des statuts organiques et biologiques à la Martinique

Le besoin de restaurer le statut organique pour passer à l'agriculture biologique sera donc extrêmement varié selon les itinéraires techniques antérieurement pratiqués. Quant à l'activité biologique, elle n'est pas forcément corrélée au statut organique : une bananeraie pérenne qui reçoit d'importantes doses de fertilisation ou de zoocides montrera une macrofaune réduite, même si son stock organique est élevé (Clermont-Dauphin *et al.*, sous presse).

Sur la majorité des surfaces, le besoin de restaurer de manière couplée le stock organique et l'activité biologique sera cependant réel et nécessaire puisque la présence des invertébrés et des micro-organismes permet de déplacer rapidement les nutriments vers la biomasse du sol ; ceux-ci seront alors recyclés ensuite vers les plantes *via* la solution du sol. Quelles sont les méthodes possibles ?

Le concept d'amendement organique (effet sur le moyen terme) est à revisiter sous les tropiques, car les cinétiques de minéralisation sont rapides : sauf à apporter des quantités massives de matières organiques peu biodégradables (hémicellulose, lignine, polyphénols), il est très difficile de remonter le statut organique du sol. Des apports de 20 t/ha de compost de bagasse deviennent indécélables à l'analyse en quelques mois. La demi-vie de la bagasse pure (cellulose, hémicellulose, C/N = 57) est de 3 mois pour les andosols et ferrisols, et de 6 mois maximum pour les vertisols (Clairon et Nagou, 1991). Trois apports de bagasse fraîche ou compostée (enfouie) (20 t/ha de Matière Sèche pour chaque apport) sur des sols de Martinique ne modifient pas sensiblement le stock organique du sol, ni les propriétés physiques, chimiques et microbiologiques des sols (Turenne et Feller, 1981). Pour un compost d'ordures ménagères (C/N = 17), des apports de 30 t/ha à 65 % de MS deviennent indécélables en 90 jours, dans les sols ferrallitiques. Il faut dépasser 100 t/ha pour obtenir une élévation significative de la teneur en C, encore mesurable à + 10 % de la teneur initiale après trois cultures de maïs sans intrant en 16 mois ; cependant, à ces doses, l'enrichissement du sol en métaux est préoccupant, notamment en plomb et mercure (Clairon *et al.*, 1991). L'intérêt des amendements peut résider d'une part dans la protection du sol vis-à-vis de l'érosion, un sol couvert étant beaucoup moins sensible à l'érosion : cela a été montré en détail à la Martinique pour diverses cultures (Khamssouk, 2001), et, d'autre part, dans la stimulation de l'activité faunique, celle-ci ayant généralement un impact positif sur les propriétés et la fertilité des sols (Lavelle *et al.*, 1998 ; Brown *et al.*, 1999 ; Villenave *et al.*, 1999 ; Senapati *et al.*, 1999).

La seule manière de remonter le stock organique et azoté d'un sol est de mettre en rotation ou association les cultures sarclées avec des cultures pérennes couvrantes recevant un apport d'azote, ou mieux fixant l'azote. Ces plantes (graminées et légumineuses) ont l'avantage de couvrir le sol (et donc de limiter l'érosion), de stimuler l'activité racinaire (qui va favoriser le stockage du carbone dans le sol) et l'activité biologique et, dans le cas des légumineuses, de favoriser la fixation de l'azote atmosphérique dans le sol (Cabidoche, 1999). Il a été montré que ces plantes (légumineuses, graminées) amélioreraient la fertilité du sol et les performances ultérieures de la bananeraie aux Antilles (Godefroy, 1987 ; Ternisien et Melin, 1989 ; Ternisien et Ganry, 1990). En général, ces rotations provoquent aussi un assainissement parasitaire du sol ; les jachères sont maintenant largement utilisées dans les systèmes de culture

bananière. Une association agroforestière *Gliricidia sepium* (légumineuse) + *Dichantium aristatum*, pourtant émondée avec exportation 3 fois /an permet d'accroître le stock de carbone de 1,8 t.C/ha/an et celui d'azote de 160 kg.N/ha/an sur 30 cm de profondeur d'un vertisol (Sierra *et al.*, 2002). L'utilisation de légumineuse arbustive à enracinement profond est souvent considérée comme une technologie performante pour accroître les stocks de C et améliorer le recyclage des nutriments (Izac et Sanchez, 2001 ; Schroth et Sinclair, 2003). Dans les vertisols du sud de la Martinique, l'installation de prairies intensives après cultures maraîchères permet de relever le stock de carbone de 1,5 tC/ha/an en moyenne pendant 5 ans (Chevallier *et al.*, 2000). Il est à noter que l'augmentation des stocks de carbone suit une cinétique beaucoup plus lente que la diminution des stocks faisant suite à la mise en culture maraîchère d'un sol initialement sous prairie (Blanchart *et al.*, 1997).

Les apports organiques ont en revanche un impact réel sur la stimulation de l'activité biologique globale. L'activité microbiologique (y compris l'activité minéralisatrice de l'azote) est stimulée par ces apports, même s'ils ne contiennent pas d'azote. Cet amorçage par le carbone, connu sous le nom de « priming effect », se retrouve dans les pratiques paysannes : au fond des fosses de plantation de l'igname est toujours déposé un matelas d'herbes préalablement séchées. Si l'herbe n'est pas sèche, les agriculteurs déclarent un effet dépressif, probablement dû à un appel de l'azote produit vers la minéralisation de ces herbes (« faim d'azote »). La faune du sol (vers de terre, insectes, micro-arthropodes, nématodes libres...) est également très sensible à la présence de matière organique dans les sols puisque celle-ci correspond au point de départ de toute la chaîne trophique. En augmentant les niveaux de matière organique, on augmente aussi les abondances et biomasses de faune, ce qui affecte, en retour, la décomposition de la matière organique, la structure du sol, les échanges gazeux, la détoxification du sol, le cycle des nutriments, la présence des parasites et des maladies. Dans les parcelles d'antécédents bananiers ou maraîchers ayant subi des apports massifs de zoocide, la faune ne se réinstallera que si les espèces sont encore présentes. Il pourra être parfois utile de la réintroduire artificiellement (Senapati *et al.*, 1999), si tant est que ces parcelles ne sont pas durablement contaminées par les anciens organochlorés. L'inoculation de graines ou de racines porteuses de rhizobium, de mycorhizes, de champignons, d'antagonistes de pathogènes et de parasites est aussi une technique parfois utilisée bien que les résultats ne soient pas toujours couronnés de succès. À Cuba, par exemple, des « biofertilisants » ont été produits et utilisés avec succès, dont les principaux sont *Azotobacter*, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* et *Azospirillum*, ce dernier ayant montré des résultats intéressants sur la canne à sucre avec des augmentations de rendement atteignant 50 % en fonction du type de sol et de la variété utilisée (Almazan *et al.*, 1999). Pour que ces inoculations soient efficaces, il faut un sol riche en matière organique afin d'éviter les compétitions entre micro-organismes (Henis, 1986 ; Hadar, 1986).

La gestion optimale des stocks organiques des sols et de l'activité biologique à la Martinique se heurte d'emblée à deux contraintes :

- La mise en rotation pluriannuelle suppose que l'exploitant dispose d'une surface suffisante et pratique l'élevage à côté des spéculations sarclées, ou s'associe à des éleveurs.
- Les ressources organiques, pourtant potentiellement multiples à la Martinique, ne sont pas organisées en filières de préparation + distribution.

Les grandes sources territoriales de MO à la Martinique

Immédiatement, des *boues de stations d'épuration* sont disponibles, généralement de bonne qualité physico-chimique : riches en azote et phosphore, elles sont pauvres en éléments trace métalliques (ETM), car, en l'absence d'activité industrielle, elles ne collectent que des effluents ménagers. Ces ETM limitent fortement leur usage dans les pays industrialisés, et les consommateurs en ont une image désastreuse, associée à ces ETM ; ils sont d'ailleurs interdits en agriculture biologique. À la Martinique, les seules précautions rationnelles d'usage seraient d'ordre sanitaire (helminthes, microbes fécaux) : protection des applicateurs, enfouissement, date limite ou restriction pour certaines cultures. Toutefois, l'image de ces boues est tellement désastreuse en Europe que le marché européen des produits « AB » serait de fait interdit d'accès. À titre d'exemple, les industriels sucriers de Guadeloupe et Réunion refusent l'application de boues dans la production cannière, car une partie du sucre est exportée vers l'Allemagne (il ne s'agit pourtant pas de sucre Bio !).

Le *compostage des déchets verts* est en cours d'organisation. Encore faudra-t-il vérifier que ces déchets verts, souvent péri-routiers, ne sont pas contaminés par le plomb de l'essence « super », dont la distribution (« super » au plomb tétra-éthyle) vient juste d'être arrêtée (juin 2004). Les composts sont par essence des fertilisants à libération lente (libération progressive des nutriments qui sont alors moins sensibles au lessivage, à la volatilisation et à la fixation) (Avnimelech, 1986).

Les ressources en *bagasse* sont plus importantes, mais déjà partiellement brûlées dans les sucreries ou distilleries. À cause de son C/N élevé, la bagasse ne peut pas être utilisée comme un bon amendement ; suite à la consommation de l'azote par les micro-organismes, les rendements peuvent même baisser. En revanche, elle peut être utilisée pour protéger le sol contre l'érosion. Une filière de co-compostage avec des fèces d'élevage pourrait fournir un produit intéressant du point de vue agronomique (avec un C/N relativement bas). Mais les élevages en stabulation sont rares, et probablement plus rares sont ceux qui fourniraient des sous-produits « acceptables » pour l'agriculture biologique (antibiotiques pour l'aviculture, traitements antihelminthiques cupriques pour les petits ruminants...). Des essais de décomposition de compost de bagasse enfoui (20 tonnes /ha) ont été menés en Martinique sur des vertisols, des sols fersiallitiques et des sols peu évolués sur cendres et ponces (Brossard *et al.*, 1985). Sur les deux premiers, la décomposition du compost est totale en 1 an et, après 3 années de mesure, on n'observe aucune modification du statut organique des sols. Dans les sols peu évolués, la décomposition est encore plus rapide (au bout de 64 jours, le compost a disparu des fractions organiques supérieures à 50 µm), toujours sans aucune augmentation du stock organique au bout d'une année (Turenne et Feller, 1981 ; Feller, 1985).

Le *fumier* peut aussi être un bon amendement organique (à condition d'en avoir à disposition). Ainsi, à la Dominique, sur andosols, Balesdent (1984) a montré que les stocks organiques du sol étaient identiques en cultures bananières (en association ou non avec des cultures fruitières ou vivrières), en jachère de longue durée et en forêt de bois d'Inde. En revanche, des diminutions étaient observées pour une culture de dashine sauf si celle-ci était amendée avec du fumier de porc. Sur ferrisols aux Antilles, aucun effet « fumier » n'a pu être mis en évidence (Castellanet *et al.*, 1988). En revanche, dans des sols ferrallitiques de Côte d'Ivoire, sous bananeraie, le carbone total du sol est

significativement supérieur dans les parcelles qui reçoivent à la fois du fumier (> 75 t/ha) et du paillage (80 t/ha) par rapport aux parcelles sans apports (Godefroy *et al.*, 1969). Il n'y a pas d'effet lorsque le fumier ou le paillage sont apportés seuls. Dans cette expérience, l'azote total, le magnésium, la perméabilité et la stabilité structurale suivaient les mêmes évolutions que le carbone total. Sur les propriétés physiques du sol, le fumier seul avait un effet supérieur au paillage seul.

Les *déchets ménagers* et certains résidus de fabrication alimentaire peuvent également être utilisés à condition de s'en tenir à la fraction organique compostable (le compostage permet de résoudre les problèmes liés à l'utilisation de déchets organiques variés (odeurs, pathogènes humains, contraintes de stockage et de manutention) (Parr *et al.*, 1984). L'usine de méthanisation des biodéchets et de compostage des déchets verts du Robert (Centre de valorisation organique – CVO – mis en place par le SMITOM - Syndicat mixte de traitement des ordures ménagères) pourrait produire chaque année une quantité conséquente de matières organiques utilisables en agriculture.

En imaginant enfin que ces boues ou composts soient de qualité satisfaisante, le coût de transport et d'épandage à la parcelle demeurera élevé, et leur application sans aide publique hasardeuse.

Des recherches seront nécessaires pour déterminer en quoi les déchets diffèrent vis-à-vis de leur capacité à améliorer la fertilité, pour améliorer les méthodes de compostage (en particulier la qualité d'un compost dépendra de la rigueur technique sur les installations de compostage) et de gestion des déchets (déterminer la disponibilité en nutriments), pour connaître les quantités à appliquer, la méthode d'application (surface, enfoui...), la période et la fréquence d'application. Les différentes méthodes (traditionnelles et modernes) de compostage des déchets agricoles ont été compilées par la FAO (Misra et Roy, 2002).

3.5.2. Gestion des nutriments majeurs en agriculture biologique à la Martinique

Gestion de l'azote

L'azote est le seul nutriment majeur qui soit principalement sous une forme organique dans le sol. La gestion à long terme de l'azote passe d'abord par le maintien du stock organique des sols, possible seulement par la rotation, l'association (notamment agro-forestière), ou la pérennisation de cultures couvrantes.

La relation entre le matériel organique et l'azote libéré dépend du type de matière organique apporté : une matière organique labile se décompose plus rapidement qu'une matière organique stabilisée. Les fumiers et les composts sont par essence des fertilisants à libération lente d'azote (libération progressive et donc moins sensible au lessivage, à la volatilisation et à la fixation). Il est nécessaire que le matériel ait plus de 2 % d'azote pour augmenter l'azote disponible dans le sol (Chen et Stevenson, 1986). Si le matériel a moins de 2 % d'azote, il y a une immobilisation temporaire d'azote qui exacerbe la déficience en nutriments (Schroth, 2003). Le programme international TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility), pour avoir travaillé pendant de longues années sur ce thème, dans les tropiques, a proposé, pour les chercheurs (figure 3.2) et les agriculteurs (figure 3.3), des « arbres de décision » pour une utilisation optimale de

la biomasse en fonction de sa qualité (Palm et Rowland, 1997 ; Palm *et al.*, 1997 ; Palm *et al.*, 2001 ; Giller, 2000).

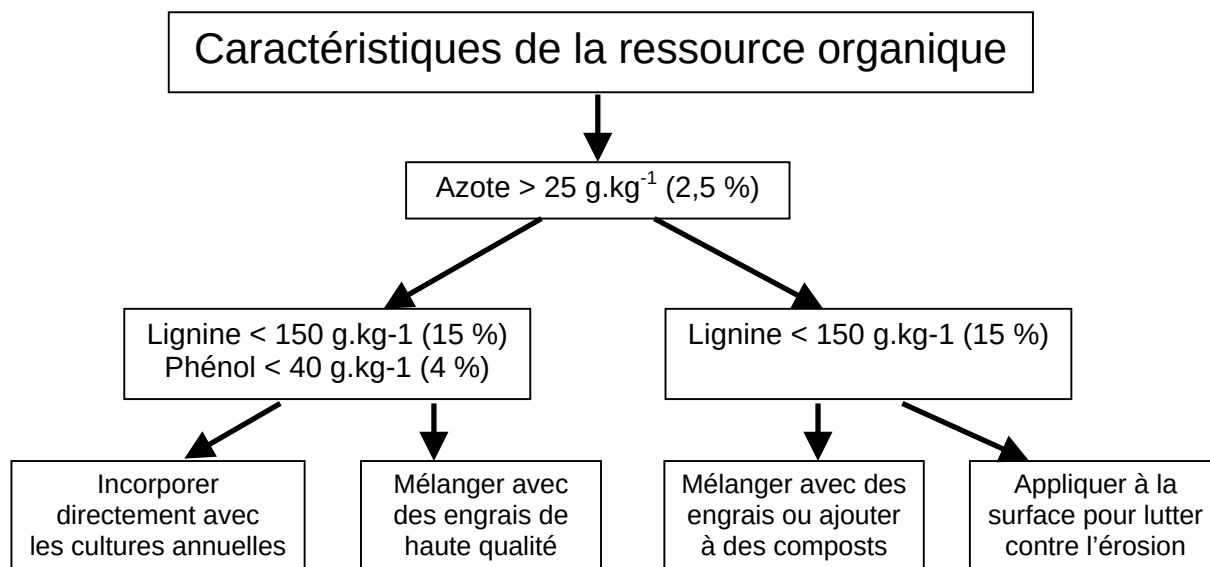


Figure 3.2 – « Arbre de décision du chercheur » pour une utilisation optimale de la biomasse en fonction de sa qualité (Palm *et al.*, 1997)

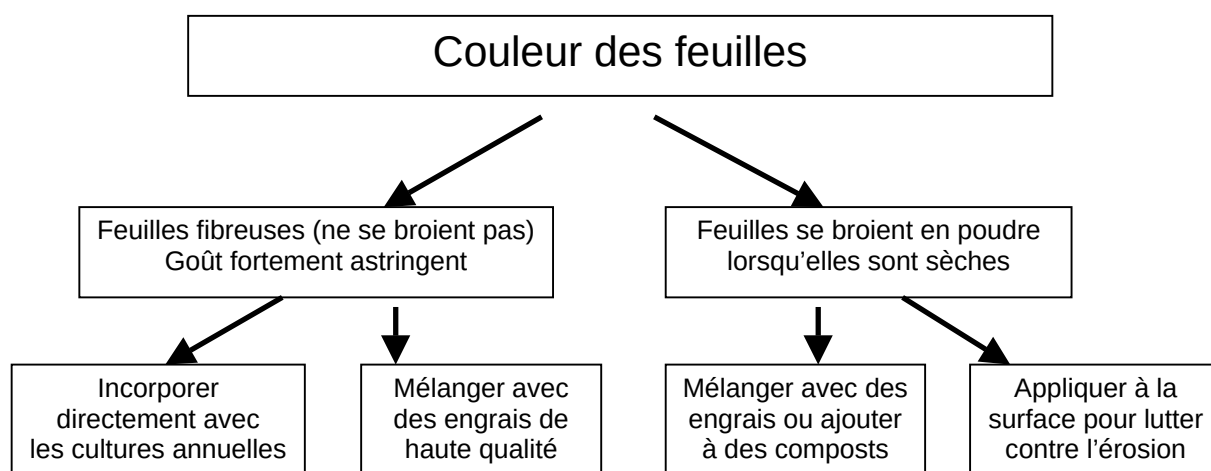


Figure 3.3 – « Arbre de décision de l'agriculteur » pour une utilisation optimale de la biomasse en fonction de sa qualité (Giller, 2000)

La fourniture de l'azote au sol, en l'absence d'intrants, ne peut passer que par l'intercalation dans la rotation ou l'association de légumineuses. Les légumineuses permettent un apport d'azote dans le système sol/plante en stimulant les micro-organismes symbiotiques qui fixent l'azote atmosphérique ; elles permettent aussi de limiter la dénitrification et les pertes par lessivage de l'azote organique fixé (Doran et Smith, 1987). Aux Antilles, des solutions expérimentales prometteuses ont été obtenues par la recherche, mais qui n'en sont pas au stade de l'opérationnalité. En particulier, on ne dispose pas pour l'instant de solution durable pour l'enrichissement des prairies en légumineuses herbacées, proposables en pâturage.

La gestion traditionnelle par les résidus de récolte et le transfert à l'intérieur de l'exploitation pourra être utilement complétée par une préparation de ces résidus (compostage ou co-compostage). Attention cependant à la synchronisation du « priming effect » et des besoins des cultures. Entre d'une part la « faim d'azote » et d'autre part le gaspillage par une minéralisation inutile du pool d'azote du sol, la marge technique est étroite. Il sera préférable d'utiliser des résidus de haute qualité (faibles C/N, > 2 % N, faible teneur en polyphénols⁷ et lignine) comme les engrais verts et les feuilles, plutôt que des résidus de faible qualité comme les racines et les tiges qui peuvent augmenter le stock organique du sol à long terme mais qui n'augmentent pas nécessairement la productivité du système (Snapp *et al.*, 1998). À Cuba, une culture biologique de citrus basée sur du compost (60 kgN/ha) perdait moins de nitrates (par lessivage) qu'une culture conventionnelle utilisant un engrais minéral (200 kgN/ha) et les rendements étaient identiques (Kilcher, 2001).

Beaucoup de cultures, en particulier maraîchères, demanderont des apports azotés exogènes pour compenser par le rendement des coûts de production élevés. Nous avons vu les limites des ressources riches en azote : boues d'épuration urbaine et sous-produits animaux. Il faut rappeler aussi que l'agriculture biologique n'échappe pas aux exigences de bonnes pratiques relatives au risque de pollution azotée. Un apport massif d'azote organique sous-tend un risque analogue à une fertilisation minérale massive. La minéralisation des boues ou des fumiers comporte une volatilisation d'ammoniac, surtout sur les vertisols, et des pics de nitrification. À ce titre, le comportement des sols est très varié selon leur type : les nitrates sont des solutés passifs dans les vertisols, et leur production en excès est évacuée dans les eaux de ruissellement superficiel ou hypodermique ; à l'autre extrême, les andosols, s'ils n'ont pas été chaulés, les stockent dans les couches profondes, où les plantes peuvent les repuiser. Globalement, le risque de pollution azotée est pour l'instant majeur dans les cultures maraîchères ou bananières sur vertisols : obligatoirement irriguées, elles le sont en général en excès. Ce faible excès de bilan hydrique produit précisément une faible dilution des nitrates ; les eaux de drainage et de ruissellement lents seront donc concentrées en nitrates.

Le guano pourrait aussi être utilisé (à condition de pouvoir s'en procurer à un coût raisonnable). Le guano fertilise, structure et purifie le sol ; il joue le rôle de fongicide, de nématicide et d'activateur de compost. Il contient en moyenne 10 % N, 3 % P, 1 % K.

⁷ Sauf objectif phyto-sanitaire évoqué au chapitre 4.4.3.

Les boues d'épuration sont partiellement décomposées et stabilisées, le taux de décomposition dans le sol est donc plus lent que pour des résidus organiques frais avec un apport d'azote à la plante qui diminue avec le temps (Clapp *et al.*, 1986).

Il semblerait que la réponse des plantes à un apport de fumier animal serait plus due à la contribution du P et des cations (Ca, Mg) qu'à l'apport d'azote (Snapp *et al.*, 1998).

Les règles de calcul des besoins en azote seront de toute façon à respecter :

- prise en compte de la restitution par les résidus de récolte ;
- calcul des doses sur un besoin de prélèvement par les plantes pour un objectif de rendement en organes récoltés (s'assurer que les autres facteurs limitants sont levés pour que cet objectif soit réalisé) ;
- léger enfouissement des fertilisants organiques après quelques jours de dessiccation sur le sol, pour diminuer l'importance du premier flush de nitrates.

Gestion du phosphore

En matière de disponibilité du P, la matière organique n'a pas autant d'importance que pour N car les plantes prélèvent une proportion significative de P à partir de sources inorganiques. En revanche, la matière organique peut affecter indirectement le prélèvement de P par les plantes en promouvant l'activité des organismes pouvant dissoudre les phosphates et à travers les phénomènes d'acidification et de chélation. Les travaux récents de Pellerin *et al.* (2003) montrent que l'AB conduit au bout de 16 ans à un écart négatif significatif de la disponibilité du phosphore selon la panoplie classique d'évaluation analytique établie pour l'agriculture conventionnelle. Cependant, le phosphore bactérien y est plus que doublé ; c'est peut-être une des clés d'un maintien de sa bio-disponibilité.

Les minéraux des roches mères des sols contiennent des quantités de phosphore significatives, propres à satisfaire les besoins des forêts, et ce sur les sols jeunes de la plupart des cultures. Toutefois, l'intensification s'est accompagnée d'une sollicitation d'exportation que les pools de phosphore des sols ne pouvaient satisfaire. À l'état initial, les pools de phosphore étaient d'autant plus faibles et associés au pool organique que les sols étaient anciens et acides. Après 50 années de fertilisation chimique, appuyée sur l'idée que certains sols (andosols, ferrisols) fixent tellement le phosphore qu'il faut en apporter beaucoup pour satisfaire le besoin des cultures, les stocks de phosphore total sont tels, dans certaines parcelles, en particulier de banane sur andosols, que la légère désorption ou solubilisation pourrait suffire à satisfaire le besoin des cultures pour plusieurs années, ce qui reste toutefois à démontrer. Le chaulage a parfois été utilisé pour faciliter la solubilisation du P à travers une augmentation de l'activité microbienne (Broadbent, 1986 ; Brossard *et al.*, 1988).

Deux certitudes cependant :

- La biodisponibilité de ce phosphore n'est assurée que si le statut organique des sols est correct. D'une part, la libération lente de P inorganique pendant la décomposition de matières organiques fournit du P peu exposé aux processus de fixation ; d'autre part, la matière organique a des capacités de chélation importantes qui diminuent l'activité des cations polyvalents (Ca, Fe, Al) qui forment des sels insolubles avec le P (Broadbent, 1986).
- Les alluvions, par définition constituée de sédiments redéposés, sont issues de l'érosion de couches superficielles de zones situées en amont ; à condition qu'elles soient récentes, elles contiennent toujours un stock élevé de phosphore très disponible pour les cultures.

S'il faut rechercher des sources locales de phosphore agréées par l'AB/AE, elles sont limitées : cendres de combustion de végétaux (Cabidoche, 2001) et boues d'épuration urbaine en sont bien pourvues (plus que les composts d'ordures ménagères) ; de plus, les boues ne présentent pas de pouvoir fixateur vis-à-vis des phosphates (Brossard *et al.*, 1991). L'apport de deux doses de boues (10 t et 100 t/ha MS) sur un sol ferrallitique de Guadeloupe entraîne une augmentation du stock de P du sol, sous toutes ses formes (Brossard *et al.*, 1991). Aucune filière de traitement des résidus osseux d'abattoir n'est en place, ni de compostage d'algues.

Les sources de phosphore exogènes agréées par l'AB sont malheureusement lointaines :

- Scories de déphosphorylation du minerai de fer : elles donnent d'excellents résultats sur les sols très acides, en combinant une solubilisation lente du phosphore et un effet de chaulage, mais sont malheureusement de plus en plus rares en raison de l'évolution des process sidérurgiques. Leur contenu en ETM est par ailleurs à surveiller.
- Les phosphates naturels les plus proches sont en Caroline du Sud aux États-Unis (« phoscarol » à solubilité lente) ; le patenkali (sulfate + phosphate de magnésium), agréé en AB, devrait être importé d'Allemagne. Les apports de roches volcaniques broyées du pôle basalte pourraient provenir de la Martinique, à condition d'en créer la filière ; leur efficience est cependant assez faible.
- Le guano présent dans la Caraïbe l'est sur des îles protégées explicitement ou implicitement pour leur avifaune. Les principaux pays producteurs de guano (Pérou, Chili, Namibie) installent des appels d'offres généralement remportés par les États-Unis ; ces guanos sont en outre suspects d'être vecteurs de la « black sigatoga » (cercosporiose noire du bananier), ce qui provoque un barrage à l'importation aux Antilles.

Gestion des cations

Le potassium

Deux groupes de sols se distinguent sur ce plan :

- Les sols jeunes (sols sur cendres et ponces, andosols, sols brun rouille à halloysite jeunes, et sols vertiques de la côte caraïbe), contenant encore des minéraux primaires dont l'altération permanente est capable de fournir du

calcium, du magnésium mais relativement peu de potassium puisque les cendres volcaniques ne contiennent ni feldspath potassique, ni mica noir (biotite).

– Les sols anciens (ferrisols, sols rouges à montmorillonite et vertisols du sud), dans lesquels ces minéraux ont été diversement stockés comme cations échangeables, en petites quantités sur les ferrisols à halloysite acides, en quantités importantes sur les vertisols à smectites neutres. Aucune source minérale n'est désormais disponible pour recharger la capacité d'échange à partir de minéraux primaires : si l'on exporte ces éléments par l'agriculture, il faudra un jour les restituer. Le potassium est présent dans les sols initiaux (avant leur usage agricole) grâce aux restitutions organiques des forêts climaciques à cycle minéral relativement fermé.

D'où vient le potassium des sols ? Trois hypothèses sont plausibles, mais non quantifiées :

- lente concentration du potassium « trace » des roches mères, par les forêts primaires ;
- inversion des proportions Na /K dans la couche limite de l'eau de mer : les embruns, emportés par l'alizé, redistribueraient leur potassium sur les petites îles ;
- apport de potassium par les poussières trans-océaniques (ou « sahariennes »).

Aucune de ces sources n'est capable de compenser les exportations associées aux récoltes de la plupart des cultures, pour des niveaux de rendements élevés : les tiges de canne, les bananes, les tubercules et bulbes amylacés (« racines ») exportent une quantité considérable de potassium. C'est donc *a priori* vers les sous-produits de cultures ou d'agro-industrie, mais aussi dans toutes les cendres végétales qu'il faut rechercher des sources en fertilisation potassique, non issues d'un process industriel chimique pour être recevables en AB.

Les sources de potassium sont les suivantes :

- restitution des résidus organiques, bruts ou compostés ;
- cendres végétales (brûlis de résidus de culture, sciures ou bagasse) ;
- écumes de sucreries (depuis longtemps restituées aux champs de canne, et utilisées par l'agriculture paysanne, notamment pour les cucurbitacées) ;
- vinasses de distilleries (biodégradation lente de la matière organique réduite contenue dans les vinasses – requiert de l'azote).

Le magnésium

La fertilisation magnésienne n'est en général pas nécessaire dans les sols jeunes, où l'hydrolyse des pyroxènes (minéraux primaires encore présents) en libère continûment, ni dans les vertisols où le stock de magnésium échangeable est considérable.

En revanche, les sols anciens des zones humides (ferrisols) ne contiennent plus qu'un stock très limité de magnésium échangeable qu'une fertilisation potassique ne manquera pas de déplacer. Il faut donc en rapporter, soit sous forme de cendre végétale, soit de dolomie.

Le calcium

On recherche en général, par le chaulage, à réinstaller un équilibre entre le calcium et les différents autres cations, éventuellement par l'intermédiaire d'une légère remontée du pH diminuant la toxicité aluminique (Cabidoche et van Oort, 1991).

La correction ne doit pas être effectuée avec un produit trop soluble, elle doit être progressive : le calcaire broyé sera toujours préféré à la chaux. La Martinique ne dispose que d'un petit « morne » calcaire (morne Caritan), autrefois exploité par la SCIC. La Guadeloupe produit du calcaire broyé à partir du calcaire récifal des Grands-Fonds (classe « A », SOFUNAG-Environnement). D'autres produits apportent discrètement et progressivement du calcium : scories, phosphates naturels, cendres, algues.

L'objectif du chaulage, et donc la quantité à préconiser, est très particulier selon le type de sol recevant l'application et sa garniture cationique, et selon la nature des risques que l'on veut éviter. Sauf dans le cas des vertisols magnésio-sodiques, il ne s'agit pas d'empêcher le colmatage de la couche superficielle par les argiles dispersées sous l'impact des pluies (battance), ni d'obtenir un pH neutre : ces objectifs, classiquement décrits dans les manuels dédiés à l'agronomie des zones tempérées sont sans objet pour la plupart des sols de la Martinique, dont la structure est stable. L'élévation excessive du pH d'un sol ferrallitique par chaulage entraînerait des déséquilibres au sein du complexe adsorbant, notamment une carence en magnésium, et diminuerait leur stabilité structurale élevée. Un objectif de pH 5,5 est alors raisonnable, permettant d'éviter les risques de toxicité aluminique et de maintenir la capacité d'échange cationique effective à niveau convenable, pour un coût d'amendement calcique acceptable. Les apports calciques d'entretien dépendront du sol et du système de culture.

Gestion des oligo-éléments

Tous les sols de la Martinique sont correctement pourvus en Zn, Cu, Co. Pour les deux premiers éléments, le contenu géochimique naturel, lié à la nature hydrothermale de certaines cendres volcaniques déposées, frôle la limite des teneurs admissibles pour les déchets industriels : on n'aurait ainsi pas le droit, à la Martinique, d'épandre du sol... sur du sol ! Le cuivre pose problème, car la majorité des fongicides admis en AB sont cupriques, et les nécessaires anti-helminthiques pour traiter les animaux sont eux aussi cupriques.

Conclusions sur « fertilisation et matière organique »

La Martinique présente une grande variété de sols dont les statuts organiques sont plus ou moins affectés par les modes d'occupation des terres et les pratiques culturales.

La remontée du statut organique, particulièrement important en agriculture biologique, ne peut se faire que par des rotations contenant des couverts prairiaux et/ou arborés de longue durée ou des associations ; si l'on veut coupler cette remontée avec l'amélioration du statut azoté, on y intégrera des légumineuses. Les apports organiques, sauf à des doses massives (dangereuses pour l'environnement du point de vue des nitrates, et éventuellement des métaux), n'améliorent pas le statut organique à moyen

terme et ne peuvent être qualifiés d'amendements. Ils se comportent en revanche comme des stimulateurs de l'activité biologique des sols et comme des fertilisants notamment azotés et/ou phosphatés, à effet lent et plus ou moins différé. Sous cet aspect, les boues d'épuration urbaine de la Martinique peuvent être d'excellents produits d'autant plus qu'elles auront été compostées, car elles contiennent remarquablement peu d'éléments traces métalliques (ETM). Elles sont interdites d'usage en AB, mais une dérogation serait nécessaire pour ne pas gaspiller cette ressource riche en azote et phosphore.

Cette libération lente d'azote minéral minimise en général le risque de pollution azotée. Cependant, des cultures à cycle court à demande azotée momentanément élevée peuvent requérir des apports organiques massifs. Si les flushs de minéralisation sont décalés par rapport aux besoins des cultures, et si le bilan hydrique est légèrement excédentaire (par exemple, sous irrigation mal maîtrisée), on peut aboutir à un lessivage important et une pollution des ressources en eau par les nitrates. Au contraire, les minéralisations lentes seront pleinement valorisées par des cultures à cycle long.

La diversité des sols recèle des niveaux de fertilité minérale très différents : les sols les plus anciens ou les plus acides comportent des pools très limités de phosphore et de potassium assimilables par les plantes. Les ressources limitées en ces deux éléments risquent d'être un des principaux facteurs limitants pour le développement de l'agriculture biologique en Martinique.

3.6. Gestion des adventices*

Le milieu tropical, tout comme il est favorable pour les plantes cultivées, l'est aussi pour les plantes adventices : « la nature distribue ses faveurs à tous ». Les plantes adventices sont considérées comme de mauvaises herbes parce que l'Homme estime qu'elles poussent en un lieu où elles sont nuisibles et où il est nécessaire de lutter contre elles (Fournet et Hammerton, 1991). Cette lutte s'impose parce qu'elles interfèrent avec les cultures, en les privant d'un meilleur accès à l'espace et aux nutriments nécessaires à leur développement et en servant de réservoirs à différents types de bioagresseurs (bactéries, champignons, virus, nématodes, insectes, etc.) qui leur sont nuisibles (Cortes et Beale, 1984 ; Caudron *et al.*, 1992).

C'est pourquoi, depuis l'avènement de l'agriculture, l'homme a toujours cherché à réduire leur prolifération par des interventions dont le coût n'est pas négligeable. Dans la région Caraïbe, par exemple à Porto Rico, Liu *et al.* (1987) évaluent le coût de la lutte contre les adventices en culture de tomate et de poivron respectivement à 44-77 % et 59-89 % du coût de production. Tournon *et al.* (2000), se référant, selon toute vraisemblance, à la situation de la Guadeloupe et de la Martinique, estiment que l'absence de désherbage en culture d'ananas est responsable de pertes de rendements pouvant atteindre 60 %.

Face à un problème de mauvaise herbe, la première réaction de l'agriculteur est, très généralement, de se poser la question : « Comment s'en débarrasser ? » (Sullivan, 2003), puis de recourir à des techniques diverses, parfois brutales : sarclage manuel, en agriculture traditionnelle ; traitements chimiques en agriculture conventionnelle, qui sont incompatibles avec le respect de l'environnement. Le désherbage chimique est actuellement pratiqué dans tous les agrosystèmes tropicaux – y compris les jardins vivriers familiaux – aux Antilles, partout où le producteur peut y avoir financièrement accès. D'après les informations tirées du *Manuel du planteur d'ananas Bouteille en Guadeloupe*, il intervient pour 10 % du coût de production par hectare et pour 3 à 6 % de la valeur totale de la culture sur deux cycles. En culture d'igname (*Dioscorea* spp.) à la Guadeloupe, les traitements herbicides représentent au moins 2 % du coût de production (UPROFIG⁸, données internes 2001 non publiées). Non seulement cette utilisation d'herbicides se fait en toute illégalité – il n'existe aucun pesticide homologué pour un usage en cultures vivrières aux Antilles –, mais elle doit être complétée par des sarclages manuels qui portent le coût des traitements à 15 % des frais de production. En maraîchage à la Guadeloupe, Touvin (1997) indique que la lutte contre les mauvaises herbes représente, respectivement en culture conventionnelle (désherbage chimique) et en culture biologique (désherbage mécanique et manuel), 2 et 22 % du coût de production pour le haricot, 3 et 12 % pour le giraumon, et 1 et 12 % pour la laitue et la tomate.

* Rédacteurs : Armel TORIBIO et Jacques FOURNET.

⁸ Union des producteurs de la filière igname de la Guadeloupe.

L'agriculteur biologique doit réagir autrement ; la question primordiale qu'il doit se poser est plutôt : « Pourquoi y a-t-il des mauvaises herbes dans mon champ ? » (Sullivan, 2003). Cette question soulève à son tour d'autres interrogations :

- Comment « fonctionnent » les mauvaises herbes ?
- Comment le sol est-il colonisé par les mauvaises herbes ?

Les réponses à ces interrogations permettent de dégager certains principes d'action, et d'éviter certaines erreurs. Il sera d'emblée difficile d'aller jusqu'à des « recettes » précises ; les essais relatifs aux mauvaises herbes en agriculture biologique dans les conditions tropicales sont encore trop rares.

3.6.1. « Fonctionnement » des mauvaises herbes

Les mauvaises herbes peuvent être divisées en deux grandes catégories : les « annuelles » et les « pérennes ».

Les mauvaises herbes annuelles

Ce terme est traditionnel mais quelque peu inadapté aux conditions tropicales humides, où la période favorable à la végétation s'étend sur toute l'année. Il est plus adapté aux conditions tropicales à saison sèche très marquée. Quoi qu'il en soit, la « stratégie » adoptée par ces plantes est toujours la même : cycle de vie relativement court, avec production précoce et souvent très abondante de semences⁹.

Ces semences sont souvent douées de dormance, ce qui leur permet de survivre – parfois très longtemps – à des conditions défavorables. Cette stratégie est parfaitement adaptée aux milieux souvent perturbés (labours, façons culturales, etc.) que sont les champs cultivés, surtout avec des plantes à cycle court, ou relativement court (espèces maraîchères et vivrières...).

Les graines sont réparties par les labours et les façons culturales dans toute l'épaisseur du sol arable. Celles qui sont en surface ou à faible profondeur peuvent germer rapidement ; celles qui sont profondément enfouies sont en dormance, et, ramenées vers la surface par un labour ultérieur, peuvent alors se « réveiller ».

Les mauvaises herbes pérennes

Leur « stratégie » est différente ; « assurées » d'une vie plus longue, les plantes pérennes produisent moins de semences, qui sont utiles aussi pour la dissémination vers d'autres lieux. Elles possèdent certaines caractéristiques des plantes annuelles (dormance, faculté germinative prolongée) ; mais elles cherchent principalement, pour beaucoup d'entre elles, à prolonger leur propre vie. Pour cela, elles produisent des organes qui assurent leur pérennisation à l'endroit où elles sont. Ces organes sont les bulbes, les tubercules, les rhizomes, les stolons, etc., qui leur servent de réserve énergétique et leur permettent de se régénérer rapidement si elles sont détruites accidentellement.

⁹ L'épinard rampant (*Amaranthus viridis*) qui est présent partout peut produire plus de 100 000 graines par pied.

Les mauvaises herbes pérennes sont bien évidemment plus courantes dans les conditions peu perturbées que sont les cultures pérennes (bananeraies et cultures de canne, vergers...).

3.6.2. Écologie des mauvaises herbes

Laissée à elle-même, une pièce de sol nu (par exemple un champ nouvellement labouré) se couvre d'abord de mauvaises herbes annuelles, qui sont peu à peu remplacées par des pérennes, puis surgissent des buissons, des arbustes et, au bout d'un certain nombre d'années, des arbres. C'est ce qu'on appelle une « succession », et c'est un phénomène naturel et général : la nature tend toujours à rétablir la biodiversité maximale en fonction des conditions de milieu.

Il est par conséquent évident que plus la biodiversité est diminuée en un endroit (comme dans une parcelle en monoculture), plus les mauvaises herbes vont se précipiter pour tenter de commencer à l'augmenter. Ainsi, c'est l'Homme lui-même qui crée les conditions de la prolifération des mauvaises herbes, et lutter contre elles est en fait un combat contre la nature, toujours à recommencer. Il vaut sans doute mieux s'inspirer des mécanismes naturels et tenter de les accompagner. Les mauvaises herbes, qui ne sont que les premiers maillons de la chaîne de succession, n'ont rien de « mauvais » en elles-mêmes ; ce sont des hôtes naturels des champs cultivés, et ce n'est que par leur abondance excessive qu'elles peuvent être nuisibles...à l'Homme – mais pas à la nature !¹⁰

3.6.3. Quelques principes d'action

En fonction de ce qui précède, on peut résumer quelques principes dont doit s'inspirer l'agriculteur biologique dans sa « rivalité » ou sa « compétition » – évitons le mot « combat » – avec les mauvaises herbes. Bien évidemment, l'application de ces principes doit se concevoir en fonction de la diversité des plantes adventices rencontrées dans les cultures et de leur écologie, lorsque celle-ci est connue. Le tableau 3.4 liste les mauvaises herbes les plus fréquentes dans nos conditions, en indiquant leurs préférences écologiques et les cultures qu'elles infestent principalement.

Principes « préventifs »

- Éviter les grandes parcelles en monoculture, afin que de larges surfaces de sol ne se trouvent pas à nu à certaines périodes (après labour, entre la plantation et le développement suffisant du couvert végétal de la culture, par exemple).
- Essayer de conserver une certaine biodiversité, par exemple par l'association de cultures différentes sur la même parcelle : ces espèces occupent davantage de niches écologiques, laissant ainsi moins de liberté aux mauvaises herbes (et aussi moins de champ libre aux parasites et prédateurs).

¹⁰ D'ailleurs, la relation de l'agriculteur avec la « mauvaise herbe » peut être complexe : concurrence des cultures, production de fourrages, restauration de la fertilité dans les jachères herbacées, sources de matière organique...

- Éviter de « remonter » trop de graines dormantes dans la couche superficielle du sol, par des labours trop fréquents et trop profonds. Le « travail minimum du sol » n'est pas toujours envisageable (selon l'espèce cultivée et la partie des plantes récoltée), mais on doit au moins tenter de s'en rapprocher. L'utilisation d'instruments de type « chisel » est recommandable.
- Éviter l'introduction de nouvelles graines de mauvaises herbes dans la parcelle, et pour cela :
 - Utiliser des semences propres : dans le contexte martiniquais, où la plupart des semences sont importées, le risque peut venir de l'éleveur biologique établissant de nouveaux pâturages avec des boutures prélevées dans des zones où le *Rottboellia cochinchinensis* est présent.
 - Nettoyer les instruments aratoires, surtout lorsqu'ils ont travaillé dans des parcelles embourbées, très envahies de mauvaises herbes.
 - Faire attention au fumier et au compost que l'on utilise : ils peuvent contenir de nombreuses graines de mauvaises herbes, s'ils n'ont pas subi au cours de leur fermentation une élévation de température suffisante.
 - Éviter de fertiliser les mauvaises herbes, en localisant les apports d'engrais organique sur les lignes de plantation.

Principes « curatifs »

- Empêcher, autant faire se peut, les mauvaises herbes de produire des semences, qui iraient enrichir le stock grainier déjà présent dans le sol : soit en les détruisant précocement (arrachage, sarclage... au stade plantule), soit, mieux encore, en faisant complètement obstacle à leur croissance (paillage divers...).
- Stimuler la germination des graines de mauvaises herbes présentes dans la couche superficielle de sol, afin de les détruire mécaniquement ; cette stimulation peut se faire par l'irrigation de la parcelle ou par brûlage des résidus de culture (ce qui n'est pas toujours envisageable), ou encore par apport de fumier ou de compost ayant fermenté à haute température. De cette façon, pour peu que l'on évite de remonter des graines « profondes », on parviendra – au bout de quelques cycles – à diminuer fortement le stock de graines prêtes à germer.
- Avant plantation ou semis, une façon culturale (hersage par exemple) est souvent indispensable pour ramener à la surface les rhizomes, ou parfois d'autres organes de survie, de certaines mauvaises herbes – le petit chiendent (*Cynodon dactylon*), par exemple. Ces organes doivent être laissés exposés à l'air et au soleil pour les détruire. Bien entendu, cela ne doit pas être réalisé en période pluvieuse. Rappelons que la charrue à disques a au contraire pour effet de couper et de disséminer ces mêmes organes.

D'autres possibilités d'action existent théoriquement, mais leur mise en pratique dans les conditions antillaises n'est pas encore possible sans de longs essais ; on peut citer en particulier :

- La lutte biologique : utilisation de parasites ou de prédateurs de certaines mauvaises herbes. Jusqu'à présent, il n'y a pas beaucoup d'exemples d'applications pratiques de cette lutte.

- L'utilisation de l'allélopathie, c'est à dire de la fabrication par certaines espèces végétales de composés chimiques qui, soit empêchent la germination, soit ralentissent fortement la croissance et le développement de certaines mauvaises herbes. Ces plantes peuvent être utilisées de différentes manières : comme composantes d'une rotation, comme composantes d'une association de cultures, ou encore en mulch. Ces études sont encore très peu développées en milieu tropical. On peut cependant signaler certaines espèces cultivées ou cultivables dans les Antilles, qui auraient de telles propriétés : le concombre, la plupart des crucifères, la patate douce, le riz, le soja, le sorgho, le tournesol...

3.6.4. Actions pratiques

Comme signalé antérieurement, il n'existe pas de recette miracle dans les conditions antillaises pour éliminer les mauvaises herbes en agriculture biologique. Certains essais ont cependant été conduits, qui seront ici résumés. L'agriculteur biologique doit également faire preuve d'esprit d'expérimentation ; des résultats empiriques peuvent parfois être très intéressants (par exemple s'agissant de l'allélopathie, de cultures associées, de successions culturales, de paillage, etc.).

Allélopathie

Différentes études indiquent l'effet allélopathique du pois d'Angole (*Cajanus cajan*) en rotation dans les cultures en conditions caribéennes (Hepperly et Diaz, 1983 ; Hepperly *et al.*, 1992 ; Semidey, 1997). Son utilisation est possible en amendement du sol avec des feuilles broyées (application d'environ 100 g.m⁻²), tous les quatre mois, en culture de concombre (Montalvo Zapata et Casanova Rodriguez, 1997).

En Martinique et en Guadeloupe, le pois d'Angole est planté dans les jardins créoles – dont il est un élément presque permanent – ou en bordure de champ de cannes, traditionnellement pour une récolte orientée principalement vers les fêtes de fin d'année¹¹. Depuis quelques années, cependant, cette culture est en régression, du fait des importations – bien moins coûteuses – de pois de la République dominicaine. L'utilisation de l'effet allélopathique de l'espèce pourrait permettre de relancer la culture de pois d'Angole pour l'agriculture biologique ; lors de la visite au domaine du LEGTA à Croix-Rivail, nous avons d'ailleurs observé qu'il existe sur place quelques exemplaires de variétés vraisemblablement issues de la sélection mise en place dans les années 1980 par le CARDI¹². La faible homogénéité génétique des graines de pois d'Angole d'une culture à une autre peut introduire de la variabilité dans l'effet allélopathique ; mais il devrait être possible d'en faire l'acquisition chez un marchand grainier caribéen.

¹¹ La consommation des graines de pois d'Angole est une institution en matière culinaire dans ces îles à Noël.

¹² Caribbean Research and Development Institute.

Le mucuna (*Velvet bean*, *Mucuna pruriens* var. *utilis* = *Stizolobium deeringianum*) possède des variétés dotées de propriétés allélopathiques puissantes qui en font une excellente plante de couverture – doublée d'un engrais vert. Au Mexique, c'est un élément essentiel de la suppression des bioagresseurs et des mauvaises herbes dans les agrosystèmes traditionnels à base de maïs, comme la rotation « maïs-nescafé (mucuna)-calabaza (giraumon, *Cucurbita moschata*) » (Granados Alvarez, 1989). Ses propriétés allélopathiques ont été vérifiées à la Guadeloupe en sol ferrallitique (observations personnelles) et en vertisol (essais en cours) ; il est notamment efficace contre *Cyperus rotundus* et *Euphorbia heterophylla*, qui sont deux des mauvaises herbes les plus fréquentes en maraîchage tropical.

Les agriculteurs du Centre et du Nord de la Grande-Terre en Guadeloupe signalent le caractère « néfaste » du ti-concombre (*Cucumis anguria*), très bon légume en sauce, mais qui, en culture, a tendance à faire le vide autour de lui. Cette propriété n'a pas encore été mise à profit dans la lutte contre les mauvaises herbes, dans la mesure où la plante est d'une récolte délicate : tout fruit non ramassé est une source considérable de graines dont la germination peut gêner la culture suivante.

Rotation des cultures

Si le système de culture comporte une rotation (ce qui est souhaitable mais pas toujours possible), et si cette rotation comporte une jachère, celle-ci peut être avantageusement ensemencée avec une plante de couverture (ou « plante de service »¹³). L'utilité de la plante de service est multiple : d'une part, elle étouffe les mauvaises herbes, et les empêche donc de produire beaucoup de graines ; d'autre part, à la fin de la période de jachère, ses résidus peuvent servir ou bien d'engrais vert, ou bien de mulch. Plusieurs légumineuses, lianescentes ou non, sont recommandables pour cette utilisation : le *Pueraria phaseoloides*, le *Stylosanthes guianensis*, le *Calopogonium mucunoides*, le *Mucuna pruriens utilis* – déjà évoqué précédemment –, certains cultivars de *Vigna* par exemple. La jachère peut également être pâturée, et devenir une prairie « naturelle », où dominent alors les graminées ; si le pâturage est bien mené, la succession est orientée vers le stade prairial, et le stade des mauvaises herbes est dépassé.

Compétition entre espèces végétales

Les plantes cultivées diffèrent dans leur aptitude à la compétition vis-à-vis des adventices. Certaines espèces, comme le giraumon (*Cucurbita moschata*), ont un développement foliaire rapide et dense ; le phénomène d'ombrage qui en résulte limite le développement de certaines adventices. Il en est de même pour la patate douce (*Ipomea batatas*) pour sa propre protection et celle de la culture suivante, vis-à-vis du *Cyperus* et de l'épinard rampant (Anon., 1991, 1993, cité par Sullivan, 2003). Certains cultivars d'igname *Dioscorea alata*, comme « Boutou » et « Kabusah », ont un développement foliaire assez rapide ; ils doivent être sarclés jusqu'à leur troisième mois de culture. Au-delà de cette période, ils sont capables de contenir l'expansion de la plupart des mauvaises herbes.

¹³ On désigne par plante de service des végétaux qui sont utilisés en rotation ou en association avec la culture de rente, pour contribuer à la fertilisation du sol, à la lutte contre les plantes adventices ou au contrôle des bioagresseurs.

Paillage végétal ou « fatrassage »

Les agriculteurs vivriers martiniquais traditionnels sont familiers de la pratique du « fatrassage ». C'est une technique éprouvée d'utilisation de résidus végétaux en mulch épais, aussi compact que possible. Dans les conditions martiniquaises actuelles, l'utilisation de la bagasse et des feuilles de canne est tout indiquée en paillage du sol ; mais on peut également penser aux feuilles et stipes de bananier hachés, aux feuilles desséchées de cocotier, ou à la sciure de bois (attention cependant à la sciure de bois traités). Pour des raisons de coût, ces résidus seront de préférence appliqués dans les cultures correspondantes. Mais leur transfert peut être envisagé également dans d'autres cultures, si le coût du transport est abordable¹⁴. Il faut cependant prendre garde aux éventuels résidus de pesticides dans certains de ces matériaux et à leur colonisation par des champignons phytopathogènes redoutables en milieu tropical, comme *Sclerotium rolfsii*, qui puise dans les résidus en décomposition les nutriments nécessaires à son développement.

« Paillage plastique »

Il consiste à disposer sur le sol, entre les rangs de la culture, ou sur la bande de sol où les plantes sont installées, des bandes de plastique noir, qui empêchent la croissance des mauvaises herbes, lesquelles meurent rapidement après leur germination. Cette technique est déjà utilisée à la Martinique en maraîchage. Malheureusement, il y a là utilisation de plastique (non réutilisable) : non dégradable, il pose un problème d'environnement ; dégradable (encore que seulement partiellement), sa durée de vie est trop courte sous le soleil tropical (Toribio, 1998a, b).

Solarisation du sol

Cette méthode mise au point en Israël (Katan, 1980) consiste à disposer sur le sol humide une bâche plastique transparente, qui permet à la chaleur solaire d'élever considérablement la température de la couche superficielle du sol, et de tuer la plupart des graines de mauvaises herbes qui y sont présentes.

Pour être efficace, la bâche plastique doit demeurer en place pendant au moins un mois. Dans les conditions de la Guadeloupe (Toribio *et al.*, 1992), on obtient des températures voisines de 60 °C à la surface d'un sol ferrallitique recouvert d'une bâche en polyéthylène transparent de 130 µm d'épaisseur, contre moins de 40 °C dans le cas du sol non bâché.

Par rapport à un sol non solarisé, la solarisation du sol ferrallitique permet de réduire de plus de 200 fois la production végétale adventice (Toribio *et al.*, 1992). Le bâchage entraîne la disparition totale de certaines espèces : *Alternanthera sessilis*, *Borreria* sp., *Cleome rutidosperma*, *Eleusine indica*, *Mimosa pudica*, *Phyllanthus debilis* et *Urena lobata*. D'autres espèces telles que *Brachiaria purpureascens*, *Cyperus rotundus* et *Portulaca oleracea* ne sont pas tuées.

L'inconvénient de la solarisation est qu'elle impose l'utilisation du plastique, dont on doit se débarrasser par la suite.

¹⁴ En Guadeloupe, certains agriculteurs qui pratiquent le paillage de leurs cultures d'igname « noble » (*D. alata* « Pacala ») avec des feuilles desséchées de canne signalent qu'avec le transport, ce résidu leur coûte 60 euros par camionnette (environ 5 m³).

Autres méthodes

Désherbage thermique

Cette technique est utilisée en Europe. Les appareils destinés à cette opération brûlent du propane pour générer des températures suffisamment élevées pour tuer les parties de plantes qui y sont exposées et les graines de mauvaises herbes accessibles dans le sol. Un test d'application a été fait en désherbage de la canne à sucre Bio à Marie-Galante, malheureusement trop court pour en tirer des conclusions.

Lutte biologique

De nombreux travaux sont conduits sur l'utilisation d'agents pathogènes ou de ravageurs pour contrôler les mauvaises herbes, mais très peu de succès sont à signaler. Cette pratique nécessite une grande spécificité entre l'organisme utile et la plante adventice, si l'on veut éviter l'attaque parallèle de la culture. Cette méthode est évaluée aux États-Unis, avec l'utilisation de champignon du genre *Puccinia* pour contrôler le *Cyperus*. Nous venons de signaler des solutions moins risquées pour la suppression de cette espèce.

Dans différents agrosystèmes, il est fréquent de livrer les parcelles de culture aux animaux après la récolte, jusqu'au moment de préparation du terrain pour la culture suivante. Selon la durée de cette pâture et de l'appétibilité pour les animaux des espèces de mauvaises herbes présentes sur le terrain, celles-ci peuvent diminuer de façon drastique. Certains pâturages peuvent être envahis à terme par des plantes arbustives jugées indésirables ; c'est le cas de certains épineux, comme *Mimosa tigris*, dont la longévité des graines peut atteindre six ans. En Martinique, on peut éliminer cette espèce en la faisant paître par des chèvres (M. Gayalin, communication personnelle).

Herbicides naturels

Une phytotoxine à large spectre d'action, l'« AAL Toxin », est isolée du champignon phytopathogène *Alternaria alternata* f.sp. *lycopersici*. Elle est cependant active sur les lignées de tomate sensibles à la maladie, mais n'affecte pas les monocotylédones et les variétés de tomate résistantes. La laitue, la courgette et le gombo ne sont endommagés qu'à des concentrations élevées (Peet, 1996). Ce produit – qui représente le potentiel d'une substance naturelle – est breveté comme herbicide, mais ne fait pas encore l'objet d'une production commerciale.

Conclusions sur la gestion des adventices

La recherche agronomique caribéenne en malherbologie a consacré, depuis des décennies, l'essentiel de son activité à l'évaluation de méthodes de lutte chimiques (types et doses d'herbicides à utiliser en fonction de leur phytotoxicité vis-à-vis des mauvaises herbes, moment de leur application, association ou non avec des méthodes manuelles, etc.), alors que l'on se trouve en présence de problèmes dont la compréhension et le contrôle demandent une approche très intégrée. C'est la raison pour laquelle l'INRA Antilles-Guyane avait entrepris des travaux de phytoécologie visant à établir la typologie des peuplements de mauvaises herbes dans les agrosystèmes, en vue d'une meilleure appréhension de la façon de les contrôler. Ces travaux n'ont pas

toujours rencontré l'écho favorable attendu... Actuellement, alors que les exigences du public antillais sont de plus en plus fortes en matière de pollution et de maladies liées à l'usage des pesticides, les compétences existantes ne sont pas renouvelées.

Face à cette situation, l'agriculteur biologique martiniquais ne peut se baser que sur des expériences en grande partie extérieures. Il convient cependant d'insister sur le fait qu'un large espace est ouvert à l'imagination et à l'expérimentation de chaque agriculteur biologique. En s'inspirant des quelques réflexions et suggestions présentées dans ce texte, il lui revient de chercher l'« itinéraire technique » le plus adapté à sa situation de mauvaises herbes. Bien évidemment, il devra garder à l'esprit l'aspect économique de la question.

Tableau 3.4 – Espèces adventices dans différentes cultures en Guadeloupe (synthèse de plusieurs études sur le terrain)

Noms vernaculaires	Nom latin ¹	1 ²	2	3	4	5	6	7	Écologie
Guimauve, mauve	<i>Abutilon indicum</i>						.		régions sèches
Zouti bata	<i>Acalypha arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	presque partout
Moné san konté	<i>Acalypha indica</i>	.	.	.			.	.	régions sèches
Zèb savann	<i>Acanthospermum hispidum</i>						.		régions sèches
Kolan, Jandam, Ké (a) rat	<i>Achyranthes aspera</i>	.	.	.	.	.	.	.	presque partout
Honteuse femelle	<i>Aeschynomene americana</i>	.	.	.					presque partout
Ti pendou, Zèb a fanm	<i>Ageratum conyzoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	presque partout
Maglwa, Magloire	<i>Alternanthera sessilis</i>	.	.	.	.	.			sols frais ou humides
Zépina, Zépina péyi	<i>Amaranthus dubius</i>		.	.		.	.		sols riches en azote
Zépina pikan, Zépina kochon	<i>Amaranthus spinosus</i>	.	.	.		.	.		sols riches en azote
Ti zépina, Zépina kouwan	<i>Amaranthus viridis</i>		.	.		.	.		sols riches en azote
Zégwi	<i>Bidens alba</i>		.	.	.		.	.	presque partout
Zégwi jon	<i>Bidens cynapiifolia</i>		.	.			.	.	régions assez sèches
Zégwi	<i>Bidens pilosa</i>	.	.	.	.		.	.	presque partout
Jounou kasé, Zèb savann	<i>Blechum pyramidatum</i>			.	.	.			sols frais, surtout à l'ombre
Patagon, Valéryan	<i>Boerhavia coccinea</i>						.	.	sols riches en azote
Patagon, Valéryan	<i>Boerhavia diffusa</i>		.				.	.	sols riches en azote
Patagon, Valéryan	<i>Boerhavia erecta</i>		.				.	.	sols riches en azote
?	<i>Brachiaria erucaeformis</i>		.	.			.		régions sèches
Zèb a diri	<i>Brachiaria fasciculata</i>	.	.	.			.	.	presque partout
Para, Zèb Para	<i>Brachiaria purpurascens</i>	.	.	.			.	.	sols frais ou humides
?	<i>Brachiaria reptans</i>		.	.			.		assez régions sèches
Chevalier rouge, Madè bata	<i>Caladium bicolor</i>	.	.	.					surtout sur sols ferrallitiques
Pwa blé, Pwa blé savann	<i>Calopogonium mucunoides</i>						.	.	surtout sur sols ferrallitiques
Gwo zouti, Zouti savann	<i>Caperonia palustris</i>	.		.		.	.		sols très humides

Nom vernaculaire	Nom latin	1	2	3	4	5	6	7	Écologie
Pèsi bata, Lyann pèsi	<i>Cardiospermum halicacabum</i>	.	.	.			.		régions sèches
Pèsi bata, Lyann pèsi	<i>Cardiospermum microcarpum</i>	.	.	.			.		régions assez sèches
Zèb rid, Zèb kolan, Zèb pikan	<i>Cenchrus echinatus</i>	.	.	.			.	.	presque partout
Pwa bata, Pwa mawon	<i>Centrosema pubescens</i>	.	.	.	.		.	.	presque partout
Ti pwa, Pwapwa, Pwa savann	<i>Centrosema virginianum</i>	.	.	.			.		régions sèches
Malonmé	<i>Chamaesyce hirta</i>	.	.	.			.	.	presque partout
Malonmé vè, Ti lèt	<i>Chamaesyce hypericifolia</i>	.	.	.			.	.	presque partout
Malonmé vè, Ti lèt	<i>Chamaesyce hyssopifolia</i>	.	.	.			.	.	presque partout
Ti tenn, Pay tè	<i>Chamaesyce prostrata</i>	.	.	.			.	.	presque partout
Ti tenn	<i>Chamaesyce thymifolia</i>	.	.	.			.	.	presque partout
Ti pyé poul, Zèb a bab	<i>Chloris inflata</i>		.	.	.	.	.	.	presque partout
Gwo kaya, Gwo mouzanbé	<i>Cleome aculeata</i>	.	.				.	.	régions arrosées à assez sèches
Kaya blan, Mouzanbé blan	<i>Cleome rutidosperma</i>	.	.				.	.	surtout sur sols ferrallitiques
Kaya jon, Mouzanbé jon	<i>Cleome viscosa</i>		.	.			.		régions sèches ou assez sèches
Zèb a Man Vilarèt, Zépyant	<i>Clerodendrum chinense</i>				.		.		surtout sur sols ferrallitiques
Montalèg, Zèb a lon kou	<i>Clerodendrum indicum</i>				.		.		surtout sur sols ferrallitiques
Bonbon blé, Zèb kotlèt	<i>Clidemia hirta</i>				.				surtout sur sols ferrallitiques, ombre
Kiraj, Zèb gra	<i>Commelina diffusa</i>		.	.	.	.	.	.	sols frais
Kiraj, Zèb gra	<i>Commelina elegans</i>	.	.	.			.	.	régions assez sèches
Balé, Ti balé, Zèb savann	<i>Corchorus siliquosus</i>		.	.			.		régions sèches
Chacha, Sonnet	<i>Crotalaria retusa</i>	.	.	.			.	.	presque partout
Zèb (a) zotolan, Zouti savann	<i>Croton hirtus</i>	.	.	.			.	.	surtout sur sols ferrallitiques
Gonbo frans, Mouzanbé blan	<i>Croton lobatus</i>	.	.	.			.	.	presque partout
Ti konkonb, Masisi	<i>Cucumis anguria</i>	.					.		régions sèches, surtout sur vertisols
?	<i>Cyathula prostrata</i>				.				sols ferrallitiques, à l'ombre
Ti chyendan	<i>Cynodon dactylon</i>	.	.	.		.	.	.	presque partout
Ti venson	<i>Cyperus rotundus</i>	.	.	.		.	.	.	sols semués
Konkonb dyab, Konkonb a chyen	<i>Datura inoxia</i>		.	.			.		régions sèches
Ti akasya, Ponpon blan	<i>Desmanthus virgatus strictus</i>			.	.		.		surtout en régions assez sèches à sèches
Akasya kouwan, Akasya tè	<i>Desmanthus virgatus virgatus</i>		.	.	.		.		surtout en régions assez sèches à sèches
Ti fwen	<i>Dichanthium annulatum</i>	.	.	.			.		régions assez sèches
Ti fwen	<i>Dichanthium aristatum</i>	.	.	.			.		régions sèches
Sen Domeng, Akasya Sen Domeng	<i>Dichrostachys cinerea</i>	.							assez régions sèches à régions sèches
Zèb fin	<i>Digitaria bicornis</i>	.	.	.	.		.	.	presque partout
Zèb fin	<i>Digitaria ciliaris</i>	.	.	.	.		.	.	presque partout
Zèb fin	<i>Digitaria horizontalis</i>		.	.	.		.	.	presque partout
Zèb a blé	<i>Digitaria insularis</i>	.	.	.			.		régions sèches, brûlis

Nom vernaculaire	Nom latin	1	2	3	4	5	6	7	Écologie
Zèb fin	<i>Digitaria radicata</i>	.	.	.					presque partout, surtout à l'ombre
Zèb makonèt	<i>Diodia ocymifolia</i>	.	.	.			.		pluvieux
Zèb a diri	<i>Echinochloa colona</i>	.	.	.		.	.		sols frais ou humides
Zèb a lank	<i>Eclipta prostrata</i>	.	.	.		.	.		sols frais ou humides
Pyé poul	<i>Eleusine indica</i>	.	.	.		.	.		partout
Zèb savann	<i>Eleutheranthera ruderalis</i>	.	.	.		.	.		surtout sur sols ferrallitiques
Je sème à tous vents	<i>Emilia fosbergii</i>	.	.	.		.	.		surtout sur sols ferrallitiques
Je sème à tous vents	<i>Emilia sonchifolia</i>	.	.	.		.	.		surtout sur sols ferrallitiques
Zèb a lapen, Laitue sauvage	<i>Erechtites hieracifolia</i>	.	.	.		.	.		surtout sur sols ferrallitiques
Zèb a lapen bata	<i>Erechtites valerianifolia</i>	.	.	.	.	.	.		surtout sur sols ferrallitiques
Faux Para	<i>Eriochloa polystachya</i>	.	.	.		.	.		Sols frais ou humides
Gwo malonmé	<i>Euphorbia heterophylla</i>	.	.	.		.	.		presque partout
Bouton a vonvon, Zèb à miyel	<i>Hyptis atrorubens</i>	.	.	.		.	.		sols ± compactés
Goutte de sang	<i>Ipomoea quamoclit</i>	.	.	.		.	.		presque partout, mais assez rare
Koudrel, Manjé lapen	<i>Ipomoea setifera</i>	.	.	.	.	.	.		surtout sur sols ferrallitiques
Manjé lapen, Patat bata	<i>Ipomoea tiliacea</i>	.	.	.	.	.	.		presque partout
Kalalou rada, Liseron savann	<i>Jacquemontia tamnifolia</i>	.	.	.		.	.		surtout sur sols ferrallitiques
Mésinyé wouj, Mésinyé bata	<i>Jatropha gossypifolia</i>	.	.	.		.	.		régions assez sèches à sèches
Poupyé bata, Krèson kouwan	<i>Kallstroemia maxima</i>	.	.	.		.	.		presque partout
Poupyé bata, Krèson kouwan	<i>Kallstroemia pubescens</i>	.	.	.		.	.		presque partout
Herbe velours	<i>Lagascea mollis</i>	.	.	.		.	.		régions sèches
Mavizou, Mil flè, Zèb a plon	<i>Lantana camara</i>	.	.	.		.	.		presque partout
Zouti brilan, Zèb brilan	<i>Laportea aestuans</i>	.	.	.	.	.	.		pluvieux
Ponpon souda, Gwo bouton	<i>Leonotis nepetifolia</i>	.	.	.		.	.		régions assez sèches
Zèb fin	<i>Leptochloa filiformis</i>	.	.	.		.	.		presque partout, mais assez rare
Zagaya, Monval, Makata	<i>Leucaena leucocephala</i>	.	.	.		.	.		régions assez sèches à sèches
Zèb a bouton	<i>Leucas martinicensis</i>	.	.	.		.	.		régions sèches
Jiwof ma, Jéwonflé, Zèb a pik	<i>Ludwigia octovalvis</i>	.	.	.		.	.		sols très humides
Pwa zonbi, pwa wouj	<i>Macroptilium lathyroides</i>	.	.	.		.	.		presque partout
Gonbo bata	<i>Malachra fasciata</i>	.	.	.		.	.		sols frais à humides
Balé dézè, Pendou	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	.	.	.		.	.		presque partout
Mauve	<i>Melochia pyramidata</i>	.	.	.		.	.		régions assez sèches à sèches
Liane poilue	<i>Merremia aegyptia</i>	.	.	.		.	.		presque partout
Ménen vini, Lyann noyo	<i>Merremia dissecta</i>	.	.	.		.	.		surtout régions sèches
Lyann bèso, Lyann dous jon	<i>Merremia umbellata</i>	.	.	.		.	.		presque partout
Wap, Lokatè	<i>Mikania micrantha</i>	.	.	.	.	.	.		surtout régions bien arrosées
Banglen, Amouwèt rivyè	<i>Mimosa pigra</i>	.	.	.		.	.		sols frais ou humides, abords des cours d'eau

Nom vernaculaire	Nom latin	1	2	3	4	5	6	7	Écologie
Mari hont, Hontèz fimel, Zèb manzel	<i>Mimosa pudica</i>	.	.	.		.	.	.	surtout sur sols frais ou humides
Pawoka, Pom kouli	<i>Momordica charantia</i>	.	.	.	.	.	.	.	presque partout
Pwa graté	<i>Mucuna pruriens</i>	.							devenu rare
Trèf, Lozèy savann	<i>Oxalis barrelieri</i>	.	.	.	.	.	.	.	presque partout
Ti trèf jon, Ti lozèy savann	<i>Oxalis corniculata</i>				.				sols ± compactés
Zèb Vochlè, Gwo trèf	<i>Oxalis debilis corymbosa</i>				.				sols frais ombragés
Zèb Giné, Herbe de Guinée	<i>Panicum maximum</i>	.	.	.		.	.	.	presque partout
?	<i>Panicum trichoides</i>				.				sols frais, surtout à l'ombre
Matrikè, Absent bata	<i>Parthenium hysterophorus</i>	.	.	.		.			régions sèches
Zeb si	<i>Paspalum conjugatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	sols frais, profonds
Zeb a chouval	<i>Paspalum paniculatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	partout
Zeb rid, Zeb a chouval	<i>Paspalum virgatum</i>		.	.	.	.	.	.	sols profonds frais
Koklaya, Zèb kouwes	<i>Peperomia pellucida</i>		.	.	.	.	.	.	situations ombragées
Zouti bata, Zouti savann	<i>Phenax sonneratii</i>	.	.	.					pluvieux
Grenn anba fèy blan	<i>Phyllanthus amarus</i>	.	.	.		.	.	.	régions sèches
Grenn anba fèy blan	<i>Phyllanthus debilis</i>	.	.	.		.	.	.	surtout sur sols ferrallitiques
Grenn anba fèy wouj	<i>Phyllanthus stipulatus</i>	.	.						presque partout, mais assez rare
Grenn anba fèy wouj	<i>Phyllanthus tenellus</i>	.	.	.					surtout sur sols ferrallitiques
Grenn anba fèy wouj	<i>Phyllanthus urinaria</i>	.	.	.	.	.	.	.	surtout sur sols ferrallitiques humide
Pok, Zèb a pok	<i>Physalis angulata</i>		.	.		.			surtout vertisols
Tenn, Ti tenn blanc	<i>Pilea microphylla</i>		.	.	.	.	.	.	presque partout
Malenbé, Ké (a) rat	<i>Piper dilatatum</i>		.	.	.			.	lisières
Poupyé, Koupyé	<i>Portulaca oleracea</i>	.	.	.		.	.	.	presque partout
Géri tout, Kolan, Jandam	<i>Priva lappulacea</i>		.	.	.	.	.		presque partout
Zèb a bèf, Ti zowèy mouton	<i>Pseudelephantopus spicatus</i>			.	.	.			régions arrosées à assez sèches
Pwa zozyo, Pwa sikriyé	<i>Rhynchosia minima</i>	.	.	.		.			régions sèches, surtout sur vertisols
Karapat, Ricin	<i>Ricinus communis</i>	.	.	.	.	.	.	.	presque partout
Zèb a diri, Zèb a kann	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	.	.	.		.	.	.	presque partout
Patat chandélyé, Patat makak	<i>Ruellia tuberosa</i>	.	.	.	.				régions assez sèches à sèches
Zèb kouto, Zèb razwa	<i>Scleria pterota</i>		.	.		.	.	.	sols plats, surtout ferrallitiques
Zépyant, Soumaké bata	<i>Senna obtusifolia</i>	.	.	.		.	.	.	partout
Ti kafé, Balambala, Kas pyant	<i>Senna occidentalis</i>	.	.	.		.	.	.	partout
Zégwiya ma, Pwa ma	<i>Sesbania sericea</i>	.				.			sols très humides
Zèb kanot, Zèb a diri	<i>Setaria barbata</i>	.	.	.	.	.	.	.	sols riches en azote
Balé onzè, Balé midi	<i>Sida acuta</i>	.	.	.		.	.	.	presque partout
Balé dizè, Balé onzè	<i>Sida rhombifolia</i>	.	.	.		.	.	.	presque partout
Agouman	<i>Solanum americanum</i>		.	.	.	.	.	.	presque partout
Bélanjè bata, Mélonjenn dyab	<i>Solanum torvum</i>	.	.	.	.	.	.	.	surtout sur sols ferrallitiques

Nom vernaculaire	Nom latin	1	2	3	4	5	6	7	Écologie
Makonèt, Zèb makonèt	<i>Spermacoce assurgens</i>	.	.	.	.	.	.	.	presque partout
Ti makonèt	<i>Spermacoce confusa</i>	.	.	.	.	.	.	.	presque partout
Gwo makonèt	<i>Spermacoce latifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	surtout sur sols ferrallitiques
Ti makonèt	<i>Spermacoce prostrata</i>	.	.	.	.	.	.	.	surtout sur sols ferrallitiques
Brenvilyé, Zèb pwazon	<i>Spigelia anthelmia</i>	.	.	.	.	.	.	.	presque partout, mais assez rare
Vèvenn ké (a) rat	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	presque partout
Vèvenn ké (a) rat	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	presque partout
Kochon gra, Ti margrit	<i>Synedrella nodiflora</i>	.	.	.	.	.	.	.	sols riches en azote
Ké a rénar	<i>Teliostachya alopecuroidea</i>	.	.	.	.	.	.	.	surtout sur sols ferrallitiques, ombre
Pwa zozyo, Pwa fougou	<i>Teramnus labialis</i>	.	.	.	.	.	.	.	régions assez sèches
Fougère	<i>Thelypteris dentata</i>	.	.	.	.	.	.	.	surtout sur sols ferrallitiques, ombre
Poupyé kouwan, Koupyé kouwan	<i>Trianthema portulacastrum</i>	.	.	.	.	.	.	.	sols légers (sableux) près du littoral
Tèt a nèg	<i>Triumfetta semitriloba</i>	.	.	.	.	.	.	.	surtout sur sols ferrallitiques
Kouzen maho, Gwo kouzen	<i>Urena lobata</i>	.	.	.	.	.	.	.	surtout sur sols ferrallitiques
Bouton blan, Zèb a lasand	<i>Vernonia cinerea</i>	.	.	.	.	.	.	.	presque partout
Kod a vyolon, Pwa mawon	<i>Vigna adenantha</i>	.	.	.	.	.	.	.	presque partout
Pwa zonbi, Pwa jon	<i>Vigna luteola</i>	.	.	.	.	.	.	.	sols frais ou humides
Pat a kannna, Bouton d'or	<i>Wedelia trilobata</i>	.	.	.	.	.	.	.	presque partout

¹ : Les espèces les plus importantes sont en gras

² : 1 : canne, 2 : ignames, 3 : malanga et madère (non inondable), 4 : banane, 5 : madère (inondable), 6 : maraîchage, 7 : ananas

3.7. La place de l'élevage biologique en Martinique*

3.7.1. Les effectifs animaux des principales espèces élevées

En Martinique, les principaux élevages sont consacrés aux bovins, porcins, volailles, ovins et caprins.

Les effectifs de ces élevages ont tendance à stagner ou à diminuer au cours des années récentes comme le montre le tableau 3.5 qui compare les années 1989 à 2000 pour les différents élevages.

Tableau 3.5 – Effectifs du cheptel martiniquais en 1989 et 2000.

Cheptel	1989	2000	Variation en %
Bovins (dont vaches)	35 180 (14 671)	28 342 (10 928)	- 19 % (- 25 %)
Porcins (dont truies)	21 185 (4455)	20 621 (3078)	- 3 % (- 30 %)
Ovins (dont brebis)	36 056 (15 399)	15 925 (8520)	- 55 % (- 44 %)
Caprins (dont chèvres)	16 496 (6616)	11 391 (5833)	- 31 % (- 12 %)
Equins	702	719	
Poules pondeuses	72 749	184 554	+ 153 %
Poulets de chair	140 447	164 500	

Source : **Agreste**, recensements agricoles

- Le cheptel martiniquais serait donc en forte diminution pour la majorité des espèces ; entre 1989 et 2000, ces diminutions sont de 19 % pour les bovins, 55 % pour les ovins, 31 % pour les caprins. Le cheptel porcin reste relativement stable mais le nombre d'élevages porcins a diminué de 72 %. Ce phénomène est dû à une spécialisation accrue des exploitations. L'élevage avicole augmente mais la taille des élevages s'accroît encore plus vite, avec, par exemple, en moyenne 660 poulets par élevage en 2000 contre 46 en 1989, et 1708 poules pondeuses contre 60 en 1989.

- Cette diminution du cheptel martiniquais se double en effet d'une tendance à la concentration et à la spécialisation des élevages, et cela est observé pour les différentes espèces. Cela se traduit par une diminution du nombre des « éleveurs » ; mais ce terme d'éleveur recouvre des réalités assez différentes car l'élevage est souvent l'une des activités de familles pluri-actives. On trouvera donc au côté d'une minorité d'éleveurs spécialisés (environ 200 éleveurs spécialisés bovins, par exemple) une majorité d'éleveurs-agriculteurs (environ 2000 pour les bovins) ou simplement de détenteurs d'animaux (environ 3000 pour les bovins toujours).

* Rédacteurs : Philippe LHOSTE et Marc BENOÎT.

- On peut bien sûr s'interroger sur la validité du recensement des effectifs des petits élevages et des petites espèces ; s'ils sont sous-estimés, comme cela nous a été suggéré sur le terrain, cela renforce l'intérêt de trouver de nouveaux moyens de soutenir ce type de production fermière appréciée des consommateurs.

- Il faut aussi rappeler que, parallèlement à cette diminution des cheptels, la surface agricole utile (SAU) qui ne représente qu'environ un tiers de la superficie de l'île a elle-même tendance à diminuer, passant de 370 à 320 km² entre 1989 et 2000. La surface toujours en herbe (STH : environ 124 km², soit 38 % de la SAU) diminue, elle aussi, simultanément. L'élevage tend à se concentrer dans le sud de l'île, sauf pour les porcs qui restent dominants dans le nord.

- La surface toujours en herbe se répartit comme suit (*Agreste Martinique*, 2002) :

– Prairies plantées.....:	840 ha
– Pâturages naturels.....:	6556 ha
– Parcours et landes productifs.. :	5000 ha

- Les exploitations agricoles associent souvent l'agriculture et l'élevage. Les exploitations spécialisées sont relativement peu nombreuses. Au-delà de sa fonction productive, l'élevage martiniquais assure différentes fonctions pour :

- permettre une certaine forme de capitalisation et procurer aux familles des revenus complémentaires et une source de produits animaux autoconsommés ;
- valoriser les résidus des productions végétales à l'échelle familiale et, pour certaines exploitations spécialisées, des résidus et sous-produits divers : écarts de triage de banane pour les porcs, complémentation à base de banane ou drèche d'ananas pour les bovins, bouts blancs et mélasse de canne pour les bovins ;
- entretenir des espaces marginaux et des surfaces toujours en herbe (STH) et assurer des transferts de fertilité vers les champs, par la fumure animale (ce qui était déjà le cas dans le « jardin créole »).

3.7.2. Les productions et les importations de produits animaux

- Le cheptel de l'île n'assure qu'une part faible et décroissante de son approvisionnement en protéines animales, comme le montre ci-après le tableau 3.6 :

- Les taux de l'approvisionnement local sont divers selon les espèces, en 2001-2002 :

- seulement 1 à 3 % chez les petits ruminants (abattages déclarés), plus probablement 15 % en réalité,
- environ 5 % en poulets de chair,
- 21 à 22 % pour les porcs et,
- 21 à 25 % pour les bovins.

Tableau 3.6 – Production /importations de produits animaux en Martinique (en tonne)

	Années	Bovins	Porcins	Poulets & coqs	Ovins & caprins	TOTAL
Abattages contrôlés	2001	1137	868	490	20	2515
	2002	1144	1030	532	58	2764
Importations totales	2001	3320	3207	10 475	1789	18 791
	2002	4243	3494	10 909	1731	20 377
% Local/total en tonnage	2001	25,5	21,3	4,5	1,1	11,8 %
	2002	21,2	22,7	4,6	3,2	11,9 %
% représenté par espèce en 2002	2002	23,3	19,5	49,5	7,7	-> 100 %

- Il s'agit toujours, dans les statistiques officielles, des « abattages contrôlés » ; il existe en effet, en Martinique, une forte tradition d'abattage à l'exploitation, non seulement pour les petites espèces et pour la consommation familiale (volailles et petits ruminants, par exemple) mais aussi pour les porcins et les bovins. Les carcasses sont alors partagées avec les voisins ou vendues sur un marché de proximité. Cette forme de production et d'approvisionnement en « produits pays » est fortement appréciée des consommateurs martiniquais qui sont très attachés à ce type de produits fermiers auxquels ils attribuent toutes les qualités.

- Le déficit de la production locale par rapport à la demande est encore plus drastique pour le lait avec une production locale, en 2002, d'environ 1053 tonnes à comparer à presque 44 000 tonnes importées, soit seulement 2,3 % pour la production locale.

3.7.3. Les infrastructures et institutions d'appui à l'élevage

Les trois abattoirs :

- un abattoir central multi-espèces installé sur la commune du Lamentin,
- un abattoir mono-espèce pour l'abattage de la production de poulets installé sur la commune de Saint-Pierre,
- un abattoir mono-espèce pour l'abattage de la production de lapins installé sur la commune du François.

Pour une production biologique certifiée, il faudrait envisager la certification d'un abattoir en AB avec des contraintes de coût/volume Bio abattu, et des problèmes d'organisation (Bio en début de chaîne) à prévoir.

Les coopératives agricoles :

- La CODEM (Coopérative des éleveurs de Martinique) : cette coopérative, créée en 1983, regroupe 131 éleveurs de bovins et emploie trois personnes dont deux techniciens dans l'aide à la gestion des élevages bovins. Les services offerts par la coopérative aux éleveurs sont multiples : un suivi technique et vétérinaire des animaux, un service de location de matériels lourds tractés, des aides à l'investissement, etc.

- COOPROLAM (Coopérative professionnelle laitière de Martinique) : créée en 1971, cette coopérative regroupait 35 éleveurs en 1991, soit 5 % des producteurs de lait de la Martinique. Elle exerce une activité d'approvisionnement des éleveurs en aliment du bétail (contrat avec la PROMA), de conseil technique aux éleveurs (avec la constitution de dossiers de demande de financement), mais surtout de collecte et de commercialisation du lait des adhérents. Cette coopérative pourrait-elle transformer le lait Bio de quelques producteurs ? Le coût de la certification en laiterie biologique pour un très petit nombre de producteurs n'est-il pas rédhibitoire ? On touche ici la question des échelles de la production et des circuits des produits animaux dans un espace exigu.
- La SCACOM (Société coopérative agricole caprine et ovine de Martinique) : créée en 1978, cette coopérative regroupe 175 éleveurs et emploie cinq personnes dont deux techniciens.
- CEIAM (Coopérative d'élevage et d'insémination artificielle de Martinique) : créée en 1983, elle regroupe aujourd'hui 1595 adhérents actifs (soit 33 % des éleveurs bovins martiniquais). Son objectif principal est l'amélioration génétique du cheptel bovin martiniquais.
- La COOPMAR (Coopérative porcine de Martinique) : créée en 1982, elle regroupe 32 éleveurs et emploie deux techniciens.
- La SCAM (Société coopérative avicole de la Martinique) et la Coopérative fermiers des Antilles. Ces deux coopératives commercialisent 59 % de la production locale.

Conclusions sur la place de l'élevage biologique

Les principales productions animales martiniquaises, orientées vers le marché des produits frais sont :

- l'élevage bovin : viande et lait ;
- l'élevage ovin et caprin : viande ;
- l'élevage porcin : viande ;
- l'élevage de volaille : viande et œufs.

Quelques points essentiels du développement des productions animales en Martinique :

- Toutes les filières animales martiniquaises sont fortement déficitaires et font un large appel aux importations.
- L'alimentation est une contrainte majeure pour toutes ces productions animales sur l'île (contrainte moins forte pour les élevages allaitants), même si les surfaces fourragères sont significatives et si la saisonnalité peut être compensée (pour les ruminants).
- La pénurie d'aliments concentrés produits localement pour les monogastriques se traduit par une situation de dépendance et de monopole de la seule société de fabrication des aliments du bétail, à partir de matières premières majoritairement importées ; cela induit, surtout pour les élevages porcins et avicoles, une dépendance et une contrainte financière fortes.

- Les productions animales locales déficitaires sont concurrencées par les produits importés, notamment de l'Union européenne. Ces derniers se vendent souvent moins cher que les produits locaux sur le marché martiniquais.
- La production locale jouit, en revanche, d'une préférence marquée des consommateurs, ce qui permet une meilleure valorisation de ces produits.

Vers un élevage propre, associé à l'agriculture ?

Une meilleure intégration des productions végétales et animales (comme c'était le cas dans le « jardin créole ») pourrait permettre de limiter les risques liés au climat (inondation, sécheresse, cyclone) et à la conjoncture économique (baisse de prix, problèmes d'approvisionnement en intrants, diminution des aides publiques...), pour les petites structures agricoles non spécialisées. Ces systèmes de production valorisant mieux les ressources locales et la complémentarité entre agriculture et élevage (utilisation des résidus agricoles, fumure organique, vaine pâture), dans le respect de l'environnement, iraient aussi dans le sens de produits locaux typés. Ces productions animales pourraient jouer un rôle économique majeur dans les petites exploitations familiales ; cela participerait aussi à la sauvegarde des emplois ruraux et au maintien des revenus des familles rurales martiniquaises. Divers schémas intégrés peuvent être envisagés (voir chapitres 4.4.7., 4.8., 4.9.), par exemple, l'association de la production de bananes aux élevages porcins avec utilisation des écarts de tri des bananes ; ces élevages étant, eux-mêmes, source éventuelle de compost : denrée rare et très demandée en Martinique pour le maraîchage, notamment.

Ces élevages, en ce qui concerne les herbivores surtout, apparaissent donc souvent, pour les consommateurs martiniquais, assez proches de la nature et de productions biologiques ; toutefois, il est bien apparu dans les entretiens que les petits éleveurs (type agriculteurs-éleveurs ou double actifs) et les propriétaires de petits cheptels (souvent plus détenteurs d'animaux qu'éleveurs au sens propre) ne voient pas d'intérêt à une éventuelle certification en AB, tout en restant attachés à un mode de production assez traditionnel (« produits pays »).

Pour les plus grands éleveurs, la question d'un éventuel passage en production biologique peut se poser de façon très différente selon les espèces et les différentes conditions, avec différents types de problèmes :

- **Problèmes techniques** : du point de vue de la facilité relative et de la maîtrise du système, notamment pour le contrôle sanitaire, les compléments alimentaires concentrés, le contrôle des adventices, etc. Un problème crucial se posera en effet, en élevage biologique, c'est le coût de l'alimentation importée ; en élevage laitier ou en élevage de monogastriques par exemple, l'autonomie alimentaire des exploitations semble très difficile à atteindre dans les conditions martiniquaises.
- **Problèmes économiques** : la marge bénéficiaire paraît difficile à dégager en production Bio (sans fortes aides publiques), compte tenu des prix des aliments concentrés, des intrants pour l'élevage, et compte tenu des prix de vente prévisibles des produits certifiés. Le passage en élevage biologique poserait aussi, pour certaines espèces, des problèmes spécifiques importants d'équipements : laiterie, abattoirs certifiés Bio. Les volumes envisageables permettent-ils de le faire à des coûts raisonnables ? Peut-être les produits biologiques animaux (ou autre signe de qualité d'origine locale) seront-ils à

réserver à la vente directe ou à la transformation et au conditionnement à la ferme.

– Les questions de **réglementation/certification** (contraintes spécifiques, lien au sol, certification des très petites unités) ne doivent pas être sous-estimées.

Quelle place pour des produits animaux biologiques en Martinique?

Les consommateurs martiniquais étant très attachés aux produits animaux locaux dits « pays », ils considèrent ces produits comme authentiques et de qualité. Envisager de passer à une production animale biologique pose divers problèmes techniques et économiques (voir plus haut et paragraphes spécialisés sur les différentes espèces, chapitres 4.4.7., 4.8. et 4.9.). Sauf exception, actuellement, l'intérêt de la « certification en Bio » n'est pas vraiment perçu comme majeur par les producteurs et il semble très difficile de couvrir les coûts supplémentaires (de l'alimentation notamment pour les monogastriques). D'autres voies originales (certification « jardin créole », labels pays...) doivent sans doute être recherchées pour bien s'adapter au contexte martiniquais.

Autre question d'importance : les élevages d'herbivores peuvent-ils participer à la dépollution des sols contaminés par le chlordécone ? S'il est prouvé que les fourrages cultivés sur des sols pollués ne fixent pas les organochlorés du sol, cela laisse-t-il des possibilités pour des produits animaux de qualité (prix supérieurs), des « produits pays », des produits Bio ? Autant de questions auxquelles la recherche pourrait s'intéresser.

Ces diverses questions renvoient aussi à des choix de politique agricole pour la Martinique.

Conclusions du chapitre 3

Les principales difficultés rencontrées par la gestion technique des cultures, sur une île volcanique tropicale telle que la Martinique, sont la maîtrise des mauvaises herbes et la vigueur des parasitismes aériens et telluriques.

L'application d'intrants agréés « AB » face à ces deux contraintes dispose de faibles marges de manœuvre :

- Pour le désherbage, aucun produit liquide n'est identifié ; certaines méthodes physiques sont peu efficaces (brûlage) ou remises en cause (paillage plastique, polluant visuel rémanent). Il faudra accepter des solutions transitoires inesthétiques telles que la couverture par cartons d'emballages (hautement disponibles).
- Pour les champignons pathogènes, l'usage des sels cupriques connaîtra vite des limites : le bruit de fond géochimique des sols martiniquais en cuivre est tel que, selon les directives européennes sur les déchets, on n'a pas le droit d'épandre du sol sur du sol.

C'est donc dans le cadre des systèmes de culture que doivent être gérées ces deux contraintes, en appliquant deux règles :

- maintenir une couverture aussi permanente et complète que possible du sol par des espèces d'intérêt reconnu ;
- maintenir une diversité biologique soit dans l'espace (cultures associées) soit dans le temps (rotations).

Si les cultures associées font partie du fond de savoir-faire hérité des jardins créoles, l'occupation majoritaire de l'espace cultivé par des monocultures d'exportation, où la diversification végétale est orientée vers des cultures à très haute valeur ajoutée, s'est traduite par des assolements figés, sur lesquels se sont installés de hauts niveaux d'infestation parasitaire ou de pools semenciers de mauvaises herbes. *La rotation, un des fondements de l'agriculture biologique, est absente des objectifs techniques de premier rang* des agriculteurs. C'est pourtant une des conditions nécessaires pour la viabilité de l'AB comme de l'AE.

La contention des adventices et des pools parasites telluriques est incompatible avec les travaux du sol profonds et répétés qui participent à la dispersion des propagules (semences, sclérotés, kystes...). On préférera limiter *le travail du sol aux deux premiers décimètres*, avec des outils travaillant à l'arrachement (fourche à bêcher, machine à bêcher, outils à dents, charrue à soc).

Si la recherche dispose dans certains cas de solutions de contention des pathogènes par des mécanismes d'antagonisme, de prédation, de suppression ou de piégeage, elle est loin de proposer des solutions ciblées pour chaque couple plante/pathogène. Pour ce qui concerne les pathogènes souterrains, la voie à la fois la plus « boîte noire », mais apparemment la plus efficace, passe par les *apports organiques*.

Ces apports ont un double effet :

- mettre les plantes en meilleur état de « santé physiologique » ;
- entretenir une biodiversité souterraine faunique, fongique, et bactérienne, qui contient les pathogènes.

Une troisième contrainte, est, paradoxalement, l'intensité de la photosynthèse. Les *besoins en minéraux* qu'elle requiert, pour assurer la croissance des plantes, se heurtent à une faible biodisponibilité de ces nutriments dans les sols, surtout s'ils sont appauvris en matières organiques et en minéraux. C'est particulièrement vrai pour l'azote et le phosphore. L'agriculture biologique interdisant les fertilisants chimiques, *on ne peut avoir recours qu'à des fertilisants organiques, ou minéraux « naturels »*.

Quels apports organiques? C'est probablement une des clés de la réussite de l'AB et/ou de l'AE.

- Le *compostage* suppose des ressources végétales, et des process de conduite. Un compostage « chaud » est nécessaire pour détruire les formes de résistances de pathogènes ou graines d'adventices ; il requiert un savoir-faire et des outils spécialisés.

- Les fumiers et lisiers d'élevage hors sol sont interdits.

- Il reste un gisement considérable qu'il serait dommage de gaspiller : les *boues d'épuration urbaines*. Indemnes ici – grâce à l'absence d'industrie et de vieilles tuyauteries – des excès d'éléments traces métalliques (ETM), qui leur confèrent une image détestable dans les pays industrialisés, elles sont un important réservoir, renouvelable, d'azote et de phosphore sous forme organique, et plus généralement de matière organique propre à entretenir une activité biologique des sols élevée et bio-diverse. D'usage *a priori* interdit en AB, elles pourraient être pleinement valorisées en AE. La Martinique s'est par ailleurs orientée sur un compostage de ces boues, qui devrait les hygiéniser si la température est suffisamment élevée, et lèverait l'objection d'une éventuelle contamination humaine par bactéries fécales ou helminthes.

Si les sources d'apports organiques sont un des facteurs limitants au développement de l'agriculture biologique, le maintien d'un statut organique et azoté élevé dans les sols pourra être obtenu par des systèmes d'occupation des sols adaptés : associations ou rotations comportant des légumineuses, rotation avec des prairies pâturées.

Les cultures pérennes ne peuvent être incluses dans des rotations. L'association, avec une plante de service en strate basse, ou agro-forestière avec des légumineuses en strate haute, est alors nécessaire.

La question de la fertilisation phosphatée est aussi préoccupante. Les produits naturels ou industriels autorisés devraient être importés, sauf à exploiter les algues du littoral. Une « faille » pourrait être exploitée : les scories de déphosphorylation sont encore autorisées (malgré leur contenu en ETM). Elles sont pourtant issues d'un process industriel : on pourrait donc faire autoriser en AB l'utilisation des cendres de bagasse de

la Centrale thermique du Moule (Guadeloupe), qui sont un excellent fertilisant phosphoré, potassique, calcique et magnésien.

Enfin, la réglementation AB impose, depuis fin 2003, pour les productions végétales, l'usage de semences ou plants issus eux-mêmes de l'AB. Une période de transition est probablement négociable, mais cette question n'est pas à prendre à la légère : pour les cultures vivrières « racines », la plupart des semenceaux issus de fragments de tubercules peuvent contenir du chlordécone s'ils ont poussé sur des sols contaminés.

Concernant les produits animaux, l'installation d'élevages spécialisés en AB se heurterait vite au manque de ressources locales certifiées Bio, aux coûts d'importation d'aliments qui anéantiraient les marges, et aux règlements spécifiques d'abattage. Une solution d'élevage porcin Bio à base d'écarts de triage de banane Bio serait envisageable, fournissant en sortie des composts de lisier Bio.

Si l'on accepte de ne pas s'inscrire dans une rationalité d'éleveur, la présence des animaux éventuellement associés (bovins + ovins) prend sa pleine place dans des systèmes de production agrobiologique : rotation prairiale, contention des adventices, recyclage des matières organiques et entretien de la biodiversité du sol sont des atouts pour des exploitations agrobiologiques. Par ailleurs, l'image positive de ces animaux est déjà acquise chez les consommateurs martiniquais.

Tous ces éléments convergent vers un constat : aucun paquet technique complet et validé n'est disponible pour proposer des spéculations en production agrobiologique individuelles en Martinique. En revanche, l'image de qualité, assise sur le « traditionnel », existe pour les produits sortant des petites exploitations de polyculture-élevage. Mais attention, cette image ne résisterait pas à un cahier des charges AB, si l'on analysait en détail les pratiques : les traitements phytosanitaires et désherbages chimiques y sont courants. Les motivations de sécurité pluri-spéculative et le socle du savoir-faire technique sont présents à des degrés divers. Or le passage à l'AB, ou même à l'AE, demandera une grande compétence, une capacité d'innovation, et une assiduité difficilement compatible avec la pluri-activité. Notamment, la gestion des rotations, mais plus encore d'associations avec des plantes de service capables de contrôler les pathogènes, de contenir les adventices, et de maintenir la fertilité des sols, demandera des savoir-faire nouveaux, que la recherche n'est pas aujourd'hui à même de fournir en « paquets technologiques ».

Bibliographie

- 2002 – Spécial Recensement Agricole 2000. *Agreste Martinique*, 2 : 34 p.
- 2002 - *Fiche technique : Produire des semences de céréales dans un itinéraire agrobiologique*. ITAB, 4p
- 2003 - La semence dans tous ses états. *Terre citoyenne*, 6 (Mars 2003) : 8p
- 2004 - *Les semences et plants en agriculture biologique ; Fiche explicative n°6*. ECOCERT, 2 p.
- ALBRECHT A., BROSSARD M., CHOTTE J.L., FELLER C., 1992 - Les stocks organiques des principaux sols cultivés de la Martinique (Petites Antilles). *Cahiers ORSTOM Série Pédologie*, 27 (1) : 23-36
- ALBRECHT A., BROSSARD M., CHOTTE J.L., FELLER C., RANGON L., 1988 – « Systèmes de culture et propriétés générales de quelques types de sols ». In : ORSTOM-CEE (Ss Programme Agriculture Tropicale STDA, projet 0178 F : *Fertilité des sols dans les agricultures paysannes caribéennes* : 20-46.
- ALMAZAN O., GONZALEZ L., GALVEZ L., LALOUETTE J. A., BACHRAZ D. Y., SUKERDEEP N., 1999 – « The sugar cane, its by-products and co-products ». In: *Proceedings of the Third Annual Meeting of Agricultural Scientists, Reduit, Mauritius, 17 18 November 1998*. Food and Agricultural Research Council, Reduit, Mauritius.
- Anon., 1991 - Non-chemical weed control for row crops. *Sustainable Farming News*, September : 1-8.
- Anon., 1993 - Sweet potato vs. Weeds. *HortIdeas*, January, 8.
- AVNIMELECH Y., 1986 – « Organic residues in modern agriculture ». In : Chen Y., Avnimelech Y. (eds) : *The role of organic matter in modern agriculture; Developments in plant and soil sciences*. Dordrecht, Martinus Nijhoff Publishers : 1-10.
- BALESDENT J., 1984 - *Principales caractéristiques agronomiques des sols des petites régions de La Plaine, Grand Fond, Ouayaneri River, District de La Plaine, Dominica*. Orstom Martinique, 8p.
- BELLE C., GODARD E., 2002 - *Contamination par les produits phytosanitaires organochlorés en Martinique ; caractérisation de l'exposition des populations*. Ministère de l'Emploi et de la Solidarité, Direction de la Santé et du Développement Social de la Martinique, 38 p. + annexes.
- BLANCHART E., N'DANDOU J.F., ALBRECHT A., HARTMANN C., LAURENT J.Y., MAHIEU M., PARFAIT F., 1997 – « Influence de la profondeur de travail du sol sur les propriétés biologiques du vertisol ; Cas de la transformation d'une prairie en culture maraîchère ». In : Deuxième journée technique de l'Association Martiniquaise pour le Développement des Plantes Alimentaires. Le Lamentin, 23 avril 1997.
- BOYLE L.W., 1961 - The ecology of *Sclerotium rolfsii* with emphasis on the role of saprophytic media. *Phytopathology*, 51 : 117-119.
- BROADBENT F.E., 1986 – « Effects of organic matter on nitrogen and phosphorus supply to plants ». In : Chen Y., Avnimelech Y. (eds) : *The role of organic matter in modern agriculture; Developments in plant and soil sciences*. Dordrecht, Martinus Nijhoff Publishers : 13-27.
- BROSSARD M., BALESDENT J., FELLER C., PLENNECASSAGNE A., TURENNE J.F., 1985 – « Étude de la matière organique des sols par fractionnement granulométrique. I.

- Décomposition au champ d'un compost enfoui dans plusieurs types de sols des Antilles ». In *Proceedings of the Annual Meeting of the Caribbean Food Crops Society*, 20 : 68-73.
- BROSSARD M., FARDEAU J.C., MONTEAU J.P., LAURENT J.Y., 1988 - Matière organique et mobilité du phosphore dans quelques types de sols. In : Feller C. (éd.) : *Fertilité des sols dans les agricultures paysannes caribéennes : effet des restitutions organiques : rapport final*. Projet TSDA 0178F, ORSTOM Martinique : 69-84.
- BROSSARD M., MENCH M., CLAIRON M., LAURENT J.Y., NAGOU D., LOURI J., 1991 - Évolution à court terme de formes du phosphore d'un sol ferrallitique après apports d'une boue urbaine. *Agronomie*, 11 (8) : 699-706.
- BROWN G.G., PASHANASI B., VILLENAVE C., PATRON J.C., SENAPATI B.K., GIRI S., BAROIS I., LAVELLE P., BLANCHART E., BLAKEMORE R.J., SPAIN A.V., BOYER J., 1999 – « Effects of earthworms on plant production in the tropics ». In Lavelle P., Brussaard L., Hendrix P. (eds) : *Earthworm management in tropical agroecosystems*. CABI Publishing : 87-148.
- CABIDOCHÉ Y.M., 1999 – « Conservation des milieux insulaires volcaniques tropicaux et bonnes pratiques agricoles : état des lieux et axes de recherche ». In : *Cinquantenaire Inra Antilles-Guyane - Table ronde sur l'agriculture raisonnée*. Petit Bourg : Presse Inra : 1-11.
- CABIDOCHÉ Y.M., 2001 - *Impact des pratiques culturales sur l'état et les propriétés des sols des Petites Antilles*. CARREN 2001, Valorisation des ressources naturelles renouvelables dans l'arc caraïbe insulaire au XXI^e siècle, Guadeloupe, 3-7 décembre 2001.
- CABIDOCHÉ Y.M., DESFONTAINES L., PALMIER C., 2001 – *Analyse de l'intérêt agronomique et des conditions d'innocuité pour les sols des cendres de bagasse produites par la Centrale Thermique du Moule (Guadeloupe)*. APC INRA Antilles-Guyane, 20 p.
- CABIDOCHÉ Y.M., NEY B., 1987 - Fonctionnement hydrique de sols à argile gonflante cultivés. II- Analyse expérimentale des fonctionnements hydriques associés à deux états structuraux en vertisol irrigué. *Agronomie*, 7 (4) : 257-270.
- CABIDOCHÉ Y.M., VAN OORT F., 1991 – « Problèmes soulevés par la caractérisation, à l'échelle de la parcelle, du statut cationique de sols ferrallitiques de la Guadeloupe ». In *Proceedings of the Annual Meeting of the Caribbean Food Crops Society* : 294-309.
- CASTAGNONE-SERENO P., KERMARREC A., CLAIRON M., ANAÏS A., 1988 – « Effets dépresseurs d'un apport de boue résiduaire sur la parasitisme de *Meloidogyne incognita* ». In : Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent, 53 (2b) : 879-883
- CASTELLANET C., DE GUIRAN E., PILGRIM R., RAMDASS A., GRIFFITH S.M., AHMAD N., CLAIRON M., DALY P., MAHIEU M., CHOTTE J.L., 1988 – « Précédents culturaux, fertilisation et productivité d'un maïs pour quelques types de sols. Résultats de deux années d'expérimentation ». In Feller C. (éd.) : *Fertilité des sols dans les agricultures paysannes caribéennes : effet des restitutions organiques : rapport final*. Projet TSDA 0178F, ORSTOM Martinique : 97-112.
- CAUDRON F., FOURNET J., GRIMAULT V., KERMARREC A., PRIOR P., 1992 – « Weeds of tomato fields in Guadeloupe as hosts of Phytophagous nematodes and *Pseudomonas solanacearum* ». In *Proceedings of the Annual Meeting of the Caribbean Food Crops Society*, 28 : 135-148.

- CHAUDHURI T., SEN C., 1982 - Effect of some plant extracts on three sclerotium-forming fungal pathogens. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 89(10) : 582-585.
- CHEN Y., STEVENSON F.J., 1986 – « Soil organic matter interactions with trace elements ». In : Chen Y., Avnimelech Y. (eds) : *The role of organic matter in modern agriculture; Developments in plant and soil sciences*. Dordrecht, Martinus Nijhoff Publishers : 73-116.
- CHEVALLIER T., VOLTZ M., BLANCHART E., CHOTTE J.L., ESCHENBRENNER V., MAHIEU M., ALBRECHT A., 2000 - Spatial and temporal changes of soil C after establishment of a pasture on a long-term cultivated vertisol (Martinique). *Geoderma*, 94 : 43-58.
- CHOVELON M., 2002 - Les difficultés de la pépinière viticole bio. *Alter Agri*, Spécial semences et plants, 56 : 24-25
- CLAIRON M., NAGOU D., 1991 – « Décomposition de la matière organique libre (bagasse) dans les sols de deux zones tropicales contrastées (Guadeloupe, Antilles Françaises) ». In *Proceedings of the Annual Meeting of the Caribbean Food Crops Society* : 310-323.
- CLAIRON M., NAGOU D., SOBESKY O., 1991 – « Amélioration de la fertilité d'un sol ferrallitique avec un compost d'ordures ménagères en milieu tropical ». In *Proceedings of the Annual Meeting of the Caribbean Food Crops Society* : 324-334.
- CLAPP C.E., STARK S.A., CLAY D.E. , LARSON W.E., 1986 – « Sewage sludge organic matter and soil properties ». In : Chen Y., Avnimelech Y. (eds) : *The role of organic matter in modern agriculture; Developments in plant and soil sciences*. Dordrecht, Martinus Nijhoff Publishers : 209-253.
- CLERMONT-DAUPHIN C., CABIDOCHÉ Y.M., MEYNARD J.M., 2004 - Effects of intensive monocropping of bananas on properties of volcanic soils in the uplands of the French West Indies. *Soil Use and Management*, 20 (2): 105-113.
- COLLIN F., 2002 - Production biologique de semences potagères : les techniques de production se mettent en place. *Alter Agri*, Spécial semences et plants, 56 : 15-16
- CORTES J. A., BEALE A. J., 1984 – « Efecto de la competencia de las malezas en el rendimiento final del ñame habanero (*Dioscorea rotundata* Poir) ». In *Proceedings of the Annual Meeting of the Caribbean Food Crops Society*, 19 : 146-151.
- DORAN J.W., SMITH M.S., 1987 – Organic matter management and utilization of soil and fertilizer nutrients. *Soil Science Society of America*, 19 (n° spec.) : 53-72.
- EYHORN F., HEEB M., WEIDMANN G., 2002 - *IFOAM Training Manual on Organic Agriculture in the Tropics; Theory, Transparencies, Didactic Approach*. IFOAM, FIBL, CABI Bioscience, Agrecol Afrique, Agrecol Andes and Indocert, 195 p.
- EZELIN DE SOUZA K., 1998 - *Contribution à la valorisation de la bagasse par compostage biologique et chimique. Valeur agronomique des composts et propriétés suppressives vis-à-vis du champignons phytopathogène *Fusarium solani**. Thèse de doctorat : sciences biologiques fondamentales et appliquées, psychologie, INP Toulouse, 390 p.
- FELLER C., 1985 – « Etude de la matière organique des sols par fractionnement granulométrique : humification à court terme d'apports exogènes (compost) ou endogènes (cultures) dans quelques sols tropicaux ». In : *L'utilisation des*

- résidus de récolte en agriculture : résumés des communications.* Paris, ORSTOM : 43-55.
- FELLER C., PLENECASSAGNE A., ETIFIER-CHALONO E., 1984 - *Gestion des sols et leur perception dans le petit paysannat antillais.* Rapport final convention « ATP Jardins Créoles ». ORSTOM, Martinique, Rapp. mult., 18 p.
- FIBL, 2001 - *Dossier FiBL : Techniques de sélection végétales – Evaluation pour l'agriculture biologique.* FIBL/IRAB, 24p.
- FOLLETT R.F., GUPTA S.C., HUNT P.G., 1987 - Conservation practices: relation to the management of plant nutrients for crop production. *Soil Science Society of America*, 19 (n° spec.) : 19-52.
- FOURNET J., HAMMERTON J.L., 1991 - *Mauvaises herbes des petites Antilles.* Paris, INRA, 216 p.
- GILLER K.E., 2000 - Translating science into action for agricultural development in the tropics: an example from decomposition studies. *Applied soil Ecology*, 14(1) : 1-3.
- GODEFROY J., 1987 - Jachères, plantes améliorantes, rotations, assolements et cultures associées. *Fruits*, 42 (1) : 43-46.
- GODEFROY J., CHARPENTIER J.M., LOSOIS P., 1969 - Action de la fumure organique sur les caractéristiques chimiques et structurales d'un sol de bananeraie. *Fruits*, 24 (1) : 21-42.
- GRANADOS ALVAREZ N., 1989 - *La rotación con leguminosas como alternativa para reducir el daño causado por fitopatògenos del suelo y elevar la productividad del agroecosistema maíz en el trópico húmedo.* Tesis, Maestro en Ciencias, Especialista en Fitopatología, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de Mèx., Mèxico. 111 p + 12 annexes
- GUYOT J., 1988 - Aubergine et thrips : où en est l'INRA ? *Guadeloupe Agricole*, 9 : 5-7.
- HADAR Y., 1986 – « The role of organic matter in the introduction of biofertilizers and biocontrol agents to soils ». In : Chen Y., Avnimelech Y. (eds) : *The role of organic matter in modern agriculture; Developments in plant and soil sciences.* Dordrecht, Martinus Nijhoff Publishers : 169-179.
- HENIS Y., 1986 – « Soil microorganisms, soil organic matter and soil fertility ». In : Chen Y., Avnimelech Y. (eds) : *The role of organic matter in modern agriculture; Developments in plant and soil sciences.* Dordrecht, Martinus Nijhoff Publishers : 159-168.
- HEPPERLY P., DIAZ M., 1983 - The allelopathic potential of pigeon pea in Puerto-Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 67 : 450-457.
- HEPPERLY P.H., AGUILAR-ERAZO H., PEREZ R., DIAZ M., REYES C., 1992 – « Pigeon pea and Velvet bean allelopathy ». In : Rizvi S. J. H, Rizvi V. (eds) : *Allelopathy: Basic and applied aspects.* London, Chapman and Hall : 357-370.
- HOSTACHY B., JACQUA G., ETIENNE J., ANO G., 1986 - *Essais d'efficacité de quelques insecticides foliaires contre Thrips palmi sur aubergine en Guadeloupe.* Document GRISP Antilles-Guyane 86/02.
- HOUTONDI C. A., 1986 - *Etude sur les causes du dépérissement du "Chou Caraïbe", Xanthosoma sagittifolium (L.) Schott dans les Antilles.* Thèse de doctorat de 3^e Cycle, Sciences biologiques fondamentales et appliquées, Université de Rennes I, 96 p.
- IZAC A.M.N., SANCHEZ P.A., 2001 - Towards a natural resource management paradigm for international agriculture: the example of agroforestry research. *Agricultural Systems*, 69(1-2): 5-25.

- KATAN J., 1980 - Solar pasteurisation of soils for disease control : Status and Prospects. *Plant Disease*, 64 : 450-454.
- KHAMSOUK B., 2001 - *Impact de la culture bananière sur l'environnement ; influence des systèmes de cultures sur l'érosion, le bilan hydrique et les pertes en nutriments sur un sol volcanique en Martinique (cas du sol brun-rouille à halloysite)*. Thèse de doctorat, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Montpellier. 214 p.
- KILCHER L., 2001 - Organic agriculture in Cuba: the revolution goes green. *Journal of Agriculture in the Tropics and Subtropics*, 102 (2) : 185-189.
- LAVELLE P., BAROIS I., BLANCHART E., BROWN G., BRUSSAARD L., DECAËNS T., FRAGOSO C., JIMENEZ J.J., KAJONDO K.K., MARTINEZ M.A., MORENO A., PASHANASI B., SENAPATI B.K. & VILLENAVE C., 1998 - Earthworms as a resource in tropical agroecosystems. *Nature and Resources*, 34: 26-41.
- LIU L. C., ANTONI-PADILLA M., GOYAL M.R., GONZALES-IBANEZ J., 1987 - Integrated weed management in transplanted tomato and peppers under drip irrigation. *Journal of agriculture of the University of Puerto Rico*, 71(4) : 349-358.
- LIZOT J.F., GRIBOVAL B., GUENARD M., 2002 - *Mise au point d'une technique de désinfection des semences applicable en agriculture biologique – Alternaria dauci sur semences de carottes*. 2^e Conférence Internationale sur les moyens alternatifs de lutte contre les organismes nuisibles aux végétaux. AFPP. Lille, Mars 2002, 8 p.
- MAZOYER M. (dir.), AUBINEAU M. (pref.), 2002 - *Larousse agricole*. Paris, Larousse, 767 p.
- MESSIAEN C.M., 1993 - *Une agriculture alimentaire de type "biologique" est-elle possible en Guadeloupe ?* Exposé public à l'INRA-AG, Domaine de Duclos, 9 Décembre 1993.
- MESSIAEN C.M., BLANCARD D., ROUXEL F., LAFON R., 1991 - *Les maladies des plantes maraîchères*. Paris, INRA Editions, Coll. Du labo au terrain, 552p.
- MISRA R.V., ROY R.N., 2002 - *On-farm composting methods*. FAO, Rome, 26 p.
- MONTALVO ZAPATA R., CASANOVA RODRIGUEZ P., 1997 – « Isolation, separation, and identification of allelochemicals from pigeon pea leaves and surrounding soil ». In *Proceedings of the Annual Meeting of the Caribbean Food Crops Society*, 33 : 345.
- PALM C. A., GILLER K. E., SWIFT M. J., MAFONGOYA P. L., 2001 - Management of organic matter in the tropics: translating theory into practice. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 61(1-2): 63-75.
- PALM C.A., MYERS R.J.K., NANDWA S.M., 1997 – « Combined use of organic and inorganic nutrient sources for soil fertility maintenance and replenishment ». In : Buresh R.J., Sanchez P.A., Calhoun F. (ed.) : *Replenishing Soil Fertility in Africa*. Madison, Wisconsin, Soil Science Society of America, 51 : 193-217.
- PALM C.A., ROWLAND A.P., 1997 – « A minimum dataset for characterization of plant quality for decomposition ». In : Cadish G., Giller K.E. (ed.) : *Driven by nature : plant litter quality and decomposition*. Wallingford, UK, CAB International : 379-392.
- PARR J.F., MILLER R.H., COLACICCO D., 1984 - Utilization of organic materials for crop production in developed and developing countries. *American Society of Agronomy Special publication* 46 : 83-95.
- PEET M., 1996 – *Sustainable Practices for Vegetable Production in the South*. Focus Publishing, R. Pullins Co., Newburyport, MA. 174 p.

- PELLERIN S., LE CLECH B., MOREL C., LINÈRES M., 2003 - Gestion de la fertilité phospho-potassique en agriculture biologique : questions posées et premiers résultats. *Comptes-rendus de l'académie d'agriculture de France*, 89 : 30-34.
- PIÉRI C., 1989 - *Fertilité des terres de savane ; Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au Sud du Sahara*. Montpellier : CIRAD-IRAT, 444 p.
- SCHMID O., STRASSER F., GILOMEN R., MEILI E., PERRET M., 1994 – *Agriculture biologique*. Frick, FiBL/IRAB, 246 p.
- SCHROTH G., 2003 – « Decomposition and nutrient supply from biomass ». In Schroth G., Sinclair F.L. (eds) : *Trees, Crops and Soil Fertility: concepts and Research Methods*. CAB International : 131-150.
- SCHROTH G., SINCLAIR F.L., 2003 - *Trees, crops and soil fertility : concepts and Research Methods*. CAB International, 437 p.
- SCHROTH G., VANLAUWE B., LEHMANN J., 2003 – « Soil organic matter ». In Schroth G., Sinclair F.L. (eds) : *Trees, Crops and Soil Fertility: concepts and Research Methods*. CAB International : 77-91.
- SEMIDEY N., 1997 – « Integration of pigeon pea allelopathy in pepper and tomato weed management systems ». In *Proceedings of the Thirty-Second Annual Meeting Caribbean Food Crop Society*, 32 : 100-103.
- SENAPATI B., LAVELLE P., GIRI S., PASHANASI B., ALEGRE J., DECAËNS T., JIMENEZ J.J., ALBRECHT A., BLANCHART E., MAHIEU M., ROUSSEAU L., THOMAS R., PANIGRAHI P.K., VENKATACHALAM M., 1999- « In-soil earthworm technologies for tropical ecosystems ». In : Lavelle P., Brussaard L., Hendrix P. (ed.) : *Earthworm management in tropical agroecosystems*. Wallingford, CABI Publishing : 199-238.
- SIBAND P., 1974 - Evolution des caractères et de la fertilité d'un sol rouge de Casamance. *Agronomie Tropicale*, 29 : 1228-1248.
- SIERRA J., DULORMNE M., DESFONTAINES L., 2002 - Soil nitrogen as affected by *Gliricidia sepium* in a silvopastoral system in Guadeloupe, French Antilles. *Agroforestry systems*, 54 (2) : 87-97.
- SINGH U. P., SINGH H. B., SINGH R. B., 1980 - The fungicidal effect of neem (*Azadirachta indica*) extracts on some soil-borne pathogens of gram (*Cicer arietinum*). *Mycologia*, 72 : 1077-1093.
- SNAPP S. S., MAFONGOYA P. L., WADDINGTON S., 1998 - Organic matter technologies for integrated nutrient management in smallholder cropping systems of southern Africa. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 71 (1-3) : 185-200.
- SONODA R.M., 1978 - Effect of saponin-like compounds on *Sclerotium rolfsii* Sacc. *Proc. Soil Crop Sci. Soc. Fla.*, 37 : 47-50.
- SULLIVAN P., 2003 - Principles of Sustainable Weed Management for Croplands. [En ligne]. Disponible sur l'internet : < <http://attra.ncat.org/attra-pub/weed.html> >
- TERNISIEN E., GANRY J., 1990 - Rotations culturales en culture bananière intensive. *Fruits*, 45 (n° spec.) : 98-102.
- TERNISIEN E., MELIN P., 1989 - Etude des rotations culturales en bananeraie. I : Bilan des cultures de rotation. *Fruits*, 44 (7-8) : 373-383.
- THÉODORE M., 1995 - *Etude des effets suppressifs des composts de résidus de sucreries de cannes (Saccharum officinarum) sur la mycoflore phytopathogène*. Thèse de Doctorat, Université Paul Sabatier, Spécialité Ecologie, Toulouse, 91 p.
- THÉODORE M., TORIBIO J. A., 1995 - Suppression of *Pythium aphanidermatum* in composts prepared from sugarcane factory residues. *Plant and Soil*, 177 (2) : 219-223.

- TORIBIO J. A., 1989 – *Suppression du Sclerotium rolfsii Sacc. par amendement organique du sol*. Thèse de Docteur Ingénieur, Ministère de l'Agriculture, ENSA Montpellier, 121 p.
- TORIBIO J.A., 1976 - Conséquences de traitements fongicides sur *Acrostalagmus aphidum* Oud. (Fungi imperfecti) pathogène pour les pucerons. *Annales de Zoologie Ecologie Animale*, 8 : 103-108.
- TORIBIO J.A., 1998a - *Rapport destiné au fabricant de paillage plastique biodégradable issu des déchets de la fabrication du coton*. Doc. URPV, INRA-AG, 1 p.
- TORIBIO J.A., 1998b - *Observations préliminaires sur la biodégradabilité et l'impact du plastique "Biosac" en culture bananière à la Guadeloupe*. Doc. URPV, INRA-AG, 8 p.
- TORIBIO J.A., BÉRAMIS M., PAPIER. F., 1992 - *Evaluation préliminaire du chauffage solaire et de l'amendement organique du sol en Basse-Terre, Guadeloupe*. Doc INRA-AG, URPV, 26 p.
- TOURON J., FOURNIER P., COLLETTE E., GABON S., DEROCHÉ J., 2000 - *Manuel du Planteur d'ananas Bouteille en Guadeloupe*. APAG, CIRAD, Chambre d'Agriculture, ODEADOM, Union Européenne.
- TOUVIN, N., 1997 - *Comparatif des coûts de production*. Tableaux, 4 p.
- TURENNE J.F., BROCHET M., CAVALIE J., PILLOT D., REYNAL V. DE, 1981 – « Equilibre d'un système agraire et dynamique du stock organique en Haïti ». In *Proceedings of the Annual Meeting of the Caribbean Food Crops Society* : 188-203
- TURENNE J.F., FELLER C., 1981 - *Recyclage de la matière organique dans les sols (Martinique, Guadeloupe) : rapport final*. Projet Cordet, ORSTOM Martinique, 27 p. multigr.
- VEERESH G.K., 1998 - Organic farming: ecologically sound and economically sustainable. *Man & Development*, Mars 1998 : 142-148.
- VENKATAPEN C., BLANCHART E., LOURI J., RANGON L., TOTILA R., URIEN B., 2002 - Déterminants édaphiques et agronomiques des stocks organiques des sols de la Martinique. *Les Cahiers du PRAM*, 2 : 11-14.
- VILLENAVE C., CHARPENTIER F., LAVELLE P., FELLER C., BRUSSAARD L., PASHANASI B., BAROIS I., ALBRECHT A., PATRON J. C., 1999 – « Effects of earthworms on soil organic matter and nutrient dynamics following inoculation in field experimental situations ». In Lavelle P., Brussaard L., Hendrix P. (eds) : *Earthworm management in tropical agroecosystems*. Wallingford, CAB International Publishing : 173-197.
- WALLER J., RUTHERFORD M., HOLDERNESS M., 2001 – « Challenges and opportunities for pest management in organic systems ». In: *Proceedings Conference on Supporting the Diversification of Exports in the Caribbean/Latin American Region Through the Development of Organic Horticulture*, 8-10 October 2001, Port-of-Spain, Trinidad and Tobago: 49-55.
- WALZ E. (ed.), 1999 – *Final results of the Third Biennial National Organic Farmers' Survey*. Santa Cruz, California, Organic Farming Research Foundation, 124p.
- WARLOP F., 2002 - Acquisition de références techniques et économiques en pépinière fruitière biologique. *Alter Agri, Spécial semences et plants*, 5 : 23-24
- WHORER J., 2002 - La filière des semences. *Alter Agri, Spécial semences et plants*, 56 : 6
- WOOMER P.L., MARTIN A., ALBRECHT A., RESCK D.V.S., SCHARPENSEEL H.W., 1994 – « The importance and management of soil organic matter in the tropics ». In : Woomer P.L., Swift M.J. (Ed.) : *The Biological Management of Tropical Soil Fertility*. J. Wiley, Sayce : 47-80.