


Octobre 2012

F

	منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة	联合国 粮食及 农业组织	Food and Agriculture Organization of the United Nations	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture	Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
---	--	--------------------	---	---	---	--

COMMISSION DES RESSOURCES GÉNÉTIQUES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE

Point 6 de l'ordre du jour provisoire

GROUPE DE TRAVAIL TECHNIQUE INTERGOUVERNEMENTAL SUR LES RESSOURCES PHYTOGÉNÉTIQUES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE

Sixième session

Rome, 14-16 novembre 2012

SITUATION ET TENDANCES EN MATIÈRE DE CONSERVATION ET D'UTILISATION DES MICRO-ORGANISMES ET DES INVERTÉBRÉS DANS LES SYSTÈMES DE PRODUCTION FONDÉS SUR LE RIZ ET LES RACINES ET TUBERCULES

Table des matières

	Pages
I. INTRODUCTION	2
II. CONTEXTE.....	2
III. LES MICRO-ORGANISMES ET LES INVERTEBRÉS DANS LES SYSTÈMES DE PRODUCTION DES PRINCIPALES CULTURES: ÉTAT DES CONNAISSANCES ET TENDANCES	3
IV. PRINCIPAUX DÉFICITS DE CONNAISSANCES ET DIRECTIONS POSSIBLES DES RECHERCHES FUTURES.....	7
V. ORIENTATIONS DEMANDÉES	8

Le tirage du présent document est limité pour réduire au maximum l'impact des méthodes de travail de la FAO sur l'environnement et contribuer à la neutralité climatique. Les délégués et observateurs sont priés d'apporter leur exemplaire personnel en séance et de ne pas demander de copies supplémentaires. La plupart des documents de réunion de la FAO sont disponibles sur internet, à l'adresse www.fao.org.

I. INTRODUCTION

1. À sa douzième session ordinaire, la Commission des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture (la Commission) a souligné la nécessité d'évaluer la situation et les tendances dans le domaine des micro-organismes ayant une importance pour l'alimentation et l'agriculture. La Commission a notamment demandé à la FAO d'établir, en collaboration avec les organisations internationales et les institutions scientifiques pertinentes, des évaluations ciblées de la situation et des tendances en matière de conservation et d'utilisation des micro-organismes du sol, des agents de lutte biologique et des agents phytopathogènes, s'agissant en particulier des cultures importantes, devant être présentées à sa quatorzième session ordinaire¹.

2. À sa treizième session ordinaire, la Commission a réaffirmé que l'avancement de ces travaux devait se poursuivre et a demandé à ses groupes de travail techniques intergouvernementaux d'examiner les évaluations concernées dans leurs domaines de compétence respectifs².

3. Le présent document expose l'essentiel des deux études qui ont été établies dans ce contexte, à savoir:

- i) un examen de la situation et des tendances en matière de diversité des invertébrés dans les systèmes de production fondés sur le riz. Cette étude met l'accent sur les systèmes de production de riz irrigué et pluvial de bas-fonds et de montagne. La plupart des analyses fournies reposent sur des données et renseignements recueillis en Asie.
- ii) une deuxième étude, consacrée à l'état des connaissances et les tendances en matière de conservation et d'utilisation de micro-organismes et d'invertébrés dans les systèmes de culture de racines et de tubercules. Le domaine matériel de cette étude, qui couvre le monde entier, est limité aux principales racines et tubercules dont le manioc, les pommes de terre, les patates douces, les ignames, les taros et les aracées.

Dans la mesure du possible, les deux études évaluent la diversité et l'abondance des organismes les plus importants associés aux cultures, en donnant la priorité aux organismes du sol, aux agents de lutte biologique et aux agents pathogènes. La version complète de l'étude de référence sur les invertébrés dans les systèmes de production fondés sur le riz est disponible en tant qu'Étude de référence n° 62³. L'étude relative aux systèmes de production fondés sur les racines et tubercules, n'ayant pu être achevée, est encore en préparation. Ce document sera prêt pour la quatorzième session ordinaire de la Commission qui se tiendra en avril 2013.

II. CONTEXTE

4. Le riz, les racines et les tubercules font partie des cultures vivrières les plus importantes du monde. Ils sont cultivés sur tous les continents habités et constituent des aliments de base pour plus de la moitié de la population mondiale. L'Asie est le principal producteur de riz (90 pour cent de la production mondiale), ainsi que de racines et de tubercules (40 pour cent). La production et l'utilisation des différentes racines et tubercules varient sensiblement d'une région et d'un pays à l'autre. Si l'Europe assure environ 80 pour cent de la production mondiale de pommes de terre, les principaux producteurs de patates douces et d'ignames sont respectivement la Chine et le Nigéria. Du point de vue de la consommation et de l'utilisation, les principales racines et tubercules dans les différentes régions sont: la patate douce pour l'Asie, le manioc pour l'Afrique subsaharienne et l'Amérique latine et la pomme de terre, au Proche-Orient et en Afrique du Nord.

5. La croissance et l'urbanisation progressive de la population mondiale stimulent la demande d'aliments de base. La demande de riz en Asie devrait croître d'un pour cent environ par an d'ici 2025,

¹ CGRFA-12/09/Rapport, paragraphe 60.

² CGRFA-13/11/Rapport, paragraphe 91.

³ CGRFA Background Study Paper No. 62: Invertebrates in rice production systems: a status and trends review.

tandis qu'en Afrique de l'Ouest et centrale, elle progresse actuellement de 6 pour cent par an. La demande de racines et de tubercules en tant que sources d'aliments, d'amidons et de fourrage et comme substrat pour l'industrie est, elle aussi, en augmentation constante, en particulier dans les pays en développement où les racines et tubercules de production locale représentent souvent la principale source de protéines à un prix raisonnable.

6. La révolution verte de la fin des années 60 a conduit à une augmentation considérable de la production vivrière, renforçant de ce fait la sécurité alimentaire dans le monde. La production mondiale de céréales est passée de 876 millions de tonnes en 1961 à plus de 2,4 milliards de tonnes en 2010, soit une augmentation bien supérieure à la croissance démographique. Or dans certains cas, le recours à des «technologies de production de la révolution verte», telles que les engrais chimiques et les pesticides de synthèse, a fortement appauvri la base de ressources naturelles pour l'agriculture et menace la productivité pour l'avenir. De surcroît, à l'issue de 30 années d'épandage d'insecticides dans les rizières, rien ne prouve de façon incontestable que les agriculteurs en aient retiré une augmentation des rendements.

7. Compte tenu de la pression de plus en plus forte qui s'exerce sur les ressources en terres, en eau et en main-d'œuvre, il paraît extrêmement difficile de répondre à la demande croissante d'aliments de base tels que le riz, les racines et les tubercules tout en assurant la durabilité des systèmes de production. Il s'agit pour les décideurs de trouver des moyens efficaces de renforcer les pratiques agricoles durables et d'accorder la priorité à l'intensification de la production végétale durable, qui vise à augmenter les rendements d'une même superficie de terre arable tout en conservant les ressources, en réduisant les incidences négatives pour l'environnement et en améliorant le capital naturel et le flux de services écosystémiques.

III. LES MICRO-ORGANISMES ET LES INVERTEBRÉS DANS LES SYSTÈMES DE PRODUCTION DES PRINCIPALES CULTURES: ÉTAT DES CONNAISSANCES ET TENDANCES

8. Les connaissances au sujet de la complexité et de la diversité des micro-organismes et des invertébrés dans les systèmes de production des principales cultures demeurent limitées. Si ces organismes s'acquittent manifestement de fonctions différentes et utiles contribuant à la fourniture de services écosystémiques essentiels, nombre de points restent encore à élucider, comme les questions de savoir quels sont les organismes présents, quelles sont leurs fonctions et comment ils interagissent parmi eux et avec la culture qui leur est associée.

9. Dans les rizières, comme dans les systèmes de production de racines et tubercules, le rôle des micro-organismes et des invertébrés dans la fourniture de services écosystémiques de régulation et d'appui est particulièrement important. En décomposant notamment la matière organique et en s'acquittant de fonctions multiples dans le cycle des éléments nutritifs, ils entretiennent et favorisent la santé et la fertilité des sols. En tant qu'ennemis naturels des insectes nuisibles (ou «agents de lutte biologique»), les invertébrés contribuent en particulier grandement à la régulation des organismes nuisibles et des maladies. En l'absence d'invertébrés utiles, les problèmes dus aux ravageurs s'aggravaient et il serait extrêmement difficile de conduire les cultures. Or, il existe des éléments démontrant que la diversité des invertébrés utiles dans les systèmes de production fondés sur le riz est en train de diminuer à cause du recours excessif aux pesticides de synthèse.

Les organismes du sol

10. D'une manière générale, l'utilisation de matières organiques, de paillis, de fumier et d'engrais verts, le labour minimum et le recours moins intense à l'irrigation par inondation, la rotation des cultures, la diminution des apports de pesticides et la fertilisation raisonnable ont une incidence positive sur les organismes du sol. Inversement, la monoculture, le recours excessif aux pesticides, le labour fréquent et en profondeur, le brûlage des résidus de récolte et la fumigation, la solarisation et le compactage du sol ont une incidence négative sur les biotes du sol.

11. Les organismes dénommés «ingénieurs des écosystèmes» jouent un rôle crucial quant à la création, au maintien, à la modification et à la destruction des habitats dont sont tributaires les autres

espèces. En contrôlant le flux d'énergie et de matériaux, ils peuvent influencer profondément le fonctionnement d'un écosystème. Les ingénieurs des écosystèmes comprennent des végétaux, des animaux et des micro-organismes. Dans le cadre des systèmes de riziculture, les principaux ingénieurs des écosystèmes parmi les invertébrés sont les nématodes (ascarides), les annélides (par exemple les lombrics), les arthropodes (fourmis, termites) et les mollusques. Ils améliorent les propriétés du sol et ont une incidence sur la disponibilité de ressources pour les autres organismes, dont les micro-organismes et les végétaux. Cependant, la manière dont leur incidence sur le sol modifie la pression de la sélection naturelle sur eux-mêmes et sur les autres cultures n'a guère été étudiée. Il n'existe pas non plus de classement des ingénieurs des écosystèmes par type de riziculture.

12. Dans les systèmes de production de racines et tubercules, la répartition biogéographique et le rôle précis de bon nombre d'organismes du sol sont toujours inconnus, malgré une grande diversité et une abondance des formes de vie microbiennes, végétales et animales dans le sol, qui semblent de nature à influencer de plusieurs manières les fonctions de l'écosystème. Les racines ont été associées à une grande diversité de champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA) à niveau de colonisation élevé. Plusieurs études ont fait état d'effets bénéfiques de l'inoculation de champignons mycorhiziens à arbuscules dans les racines et tubercules obtenus par micropropagation, et notamment une viabilité améliorée des plants de pommes de terre durant leur transfert depuis les conditions *in vitro* et une augmentation des rendements et de la taille des pommes de terre et du manioc. L'igname obtenue par multiplication végétative *in vitro* est utilisée de plus en plus souvent comme matériel de plantation pour les centres de recherche, ainsi que dans les petits et grands systèmes de production en Afrique de l'Ouest. On estime également que les champignons mycorhiziens à arbuscules et le trichoderme ont un potentiel important en tant qu'engrais biologiques et agents de lutte biologique. Or, on sait que les pratiques agricoles intensives se traduisent par des pertes de champignons mycorhiziens à arbuscules.

13. Des isolats d'acidobactéries et de verrucomicrobes ont été récemment obtenus à partir de la rhizosphère de la pomme de terre. Les connaissances de ces deux groupes de micro-organismes et de leur rôle dans les cycles biogéochimiques sont limitées et ces deux embranchements sont sous-représentés dans les collections de cultures microbiennes. Cependant, leur abondance et leur diversité donnent à penser qu'ils pourraient avoir une importance considérable sur le plan écologique. La génomique environnementale a montré que les acidobactéries constituaient un groupe cohérent mais très varié, ayant la capacité d'utiliser le carbone organique. La culture des acidobactéries est difficile et seules de petites quantités ont pu être prélevées dans le sol extérieur à la rhizosphère.

Les agents de lutte biologique

14. La documentation disponible ne contient que peu de renseignements sur la diversité et l'abondance des ennemis naturels dans les différents systèmes de riziculture et de production de racines et tubercules. Dans le cas du riz tropical irrigué, le réseau trophique des invertébrés est très complexe. La plupart des insectes herbivores se trouvent en rapport avec le vaste ensemble d'espèces d'ennemis naturels au travers d'un réseau riche et complexe de prédateurs, parasitoïdes, parasites et détritivores vivant dans le feuillage de la plante, à la surface des eaux, dans l'eau des rizières et sur le sol gorgé d'eau ou à l'intérieur de celui-ci. Dans ces écosystèmes de production alimentaire, la lutte biologique fait intervenir de nombreuses espèces, s'étend sur plusieurs niveaux trophiques et opère le long de gradients spatio-temporels.

15. En 1996, une étude de la dynamique structurelle de la communauté d'arthropodes dans les rizières dans le nord et le centre de l'île de Java a révélé l'existence d'une communauté très variée d'ennemis naturels dans l'environnement du riz. Quelque 765 espèces d'araignées et d'insectes ont été inventoriées, dont 19 pour cent environ étaient détritivores ou se nourrissaient de plancton, 16,6 pour cent étaient herbivores et 64,4 pour cent étaient des ennemis naturels (dont 40 pour cent étaient des prédateurs et 24,4 pour cent des parasitoïdes). Il est apparu que la diversité des espèces d'invertébrés était systématiquement plus faible dans les systèmes de riziculture à recours intensif aux pesticides qu'elle ne l'était dans les systèmes de riziculture traditionnels et les systèmes de riziculture modernes à faible utilisation d'insecticides.

16. Il s'est également révélé que les ennemis naturels des insectes nuisibles n'étaient pas cantonnés dans les rizières. Les cultures autres que le riz dans l'environnement de celui-ci renforcent

la lutte biologique des ravageurs du riz en offrant un abri et de la nourriture supplémentaire et/ou de substitution aux ennemis naturels. La flore variée dans les rizières et aux alentours de ces dernières crée un environnement propice à un grand nombre d'invertébrés. Les prédateurs tels que les grillons et nombre de parasitoïdes vivent dans les habitats autres que celui du riz et visitent les rizières à la recherche de proies ou d'hôtes, tandis que de nombreux arthropodes occupent des habitats différents dans l'écosystème des rizières lors des diverses phases de leur cycle de vie. Par conséquent, la végétation autre que le riz joue un rôle important dans le maintien de la diversité des espèces d'invertébrés ainsi que dans la lutte biologique contre les ravageurs au sein de l'écosystème du riz.

17. La rotation des cultures et les mosaïques de cultures dans l'environnement du riz ont également contribué à accroître la biodiversité. La culture simultanée ou en rotation de plusieurs espèces favorise la multiplicité des organismes du sol qui, outre leur contribution à la lutte contre les pathogènes du sol et les adventices, améliorent également la structure du sol. Parmi les réservoirs importants d'ennemis naturels figurent des cultures autres que le riz telles que le dolique, le mungo, le maïs, le poivron, l'ail, l'oignon et le soja.

18. Pendant des millénaires, la lutte biologique contre les ravageurs du riz a été assurée moyennant la préservation des invertébrés dans les rizières. Ce système traditionnel et stable de «lutte biologique naturelle», reposant sur la préservation des ennemis naturels, a été perturbé au cours des 50 dernières années par les technologies dues à la révolution verte, et notamment le recours aux insecticides modernes, le passage à la monoculture du riz et le labour sur toute la surface. Au bout de quatre décennies marquées par les attaques de ravageurs depuis les années 70 et après avoir étudié plusieurs approches différentes en matière de lutte contre les ravageurs (dont notamment la lutte chimique et la résistance des végétaux), les chercheurs se rendent maintenant compte que le maintien de l'équilibre naturel de la faune dans les écosystèmes du riz, moyennant la préservation des ennemis naturels, joue un rôle crucial pour éviter les infestations graves de ravageurs.

19. Pour les cultures de plein champ à cycle court telles que le riz, la préservation des ennemis naturels indigènes représente manifestement la meilleure stratégie. On ne connaît que deux cas, peu représentatifs où l'introduction de parasitoïdes exotiques a connu un succès relatif dans la lutte contre un ravageur du riz. En 1928, les populations de tordeuses de feuilles du riz (*Marasmia exigua*) aux Îles Fidji auraient été réduites à la suite de l'introduction de *Trathala flavoorbitalis* (Cameron) (*Ichneumonidae*) en provenance d'Hawaï. Dans les années 30, trois parasitoïdes d'origine asiatique ont aidé à réduire les infestations de pyrales du riz (*Chilo suppressalis*) à Hawaï. Plusieurs autres tentatives d'introduire des parasitoïdes exotiques en vue de lutter contre des insectes ravageurs du riz locaux en Asie du Sud et du Sud-Est ont été infructueuses. Ces interventions sont coûteuses et d'une efficacité incertaine et elles ne semblent pas économiquement avantageuses pour les cultures annuelles telles que le riz.

20. Dans les années 70, la lutte contre des ennemis importants du manioc a suivi les approches classiques en matière de lutte biologique parallèlement à la sélection. La guêpe prédatrice (*Anagyrus lopezi*) a été introduite pour lutter contre la cochenille farineuse et des recherches ont été conduites sur la lutte contre le tétranyque vert du manioc moyennant le recours à des acariens prédateurs (*Typhlodromalus aripo* et *T. manihoti*) et, plus tard, à un champignon acaropathogène provenant du Brésil (*Neozygites tanajoae*).

21. La population microbienne dans la rhizosphère des racines et des tubercules diffère des populations que l'on trouve dans d'autres sols extérieurs aux rhizosphères et varie également en fonction du type de plante. Les saprophytes tels que le trichoderme et les biotrophes comme les microrhiziens, qui peuvent également se développer dans les poils radiculaires, confèrent aux plantes une résistance intrinsèque à certaines maladies. Les interactions entre les micro-organismes dans la rhizosphère, comme celles intervenant entre rhizobactéries et pathogènes et celles entre prédateurs et proies, contribuent également à la lutte contre les maladies. Le renforcement de l'abondance et de la diversité des micro-organismes dans la rhizosphère des tubercules peut également contribuer à la lutte contre les moisissures s'attaquant aux tubercules de pommes de terre.

22. Dans certains sols, l'élimination naturelle des maladies peut également être réalisée par le recours à des antagonistes tels que les *Pseudomonas*. *Pseudomonas putida*, qui est un antagoniste du

pathogène fongique du sol *Verticillium dahlia*, a été isolé à partir de la rhizosphère des pommes de terre. Dans le sol de la rhizosphère, les *Pseudomonas* (*P. Chlororaphis*, *P. fluorescens*, *P. putida* et *P. syringae*) et les *Serratia* (*S. grimesii*, *S. Plymuthica* et *S. proteamaculans*) ont joué le rôle d'antagonistes du *Plectobacterium carotovorum* (appelé auparavant *Erwinia carotovorum*) et du *Verticillium dahlia*.

Les herbivores

23. Un vaste ensemble d'invertébrés herbivores opèrent dans les systèmes rizicoles. Or, des données sur leur diversité et leur abondance ne sont pas disponibles pour certains environnements rizicoles, à l'exception du riz de montagne. La documentation actuellement disponible doit être étudiée en détail pour obtenir de plus amples renseignements. À ce jour, 527 espèces d'invertébrés herbivores ont été inventoriées au total, dont 96 pour cent sont des insectes et le reste se compose principalement de crabes, d'escargots, de nématodes et d'acariens.

24. La documentation indique qu'en Asie, la diversité des herbivores est deux fois plus importante qu'en Afrique, en Amérique du Sud et centrale et dans les Caraïbes, et neuf fois plus importante qu'aux États-Unis d'Amérique et en Europe. Cela pourrait s'expliquer par la grande étendue des rizières en Asie, dans une diversité de climats et de régions florales, ainsi que par le nombre plus important des variétés de riz cultivées. Le fait que des études plus approfondies ont été réalisées en Asie que dans les autres régions pourrait également jouer un rôle à cet égard.

L'incidence des activités d'origine humaine sur la diversité des organismes associés aux cultures

25. Le recours excessif aux insecticides et aux engrais azotés provoque, comme on le sait, une perte d'abondance et de diversité parmi les invertébrés utiles, donnant lieu à des infestations graves de delphacides et d'autres ravageurs, et rend le riz plus vulnérable aux maladies. Les insecticides tuent les invertébrés indistinctement, tant dans le feuillage végétal que dans les eaux des rizières. Dans les principaux pays producteurs de riz, l'utilisation excessive d'azote par les agriculteurs augmente de plus en plus⁴ et on sait que plusieurs pays dépassent la limite autorisée en matière d'insecticides⁵. L'utilisation moyenne d'engrais azotés et d'insecticides pourrait servir d'indicateur de la stabilité et de l'état de santé d'un système de production ainsi qu'à déterminer les zones à risque élevé de perte de diversité d'invertébrés et d'attaques de delphacides.

26. La FAO et l'IRRI encouragent les bonnes pratiques de lutte contre les ravageurs depuis les années 80, dans le cadre des écoles pratiques d'agriculture de terrain et de la «recherche agricole participative». Ces programmes ont contribué à corriger les perceptions erronées des agriculteurs quant à la nécessité d'utiliser des insecticides dans la lutte contre les ravageurs. Ils ont également encouragé des pays tels que l'Inde, les Philippines et l'Indonésie à élaborer des politiques nationales de protection intégrée (PI). En Indonésie, 57 pesticides ont été interdits et les importations de pesticides ont été réduites des deux tiers après une réorientation des politiques vers la PI au milieu des années 80. Or, bien que plusieurs programmes de grande envergure destinés à former les agriculteurs en matière de PI aient été mis en œuvre durant plus de deux décennies, l'abus d'insecticides et le recours excessif aux engrais azotés augmentent. Dans la plupart des pays asiatiques, les pesticides sont vendus au moyen de stratégies de marketing conçues pour les produits de grande consommation. La commercialisation des pesticides repose sur la publicité agressive faisant appel à l'émotion pour convaincre les riziculteurs asiatiques. Alors que les pays en développement disposent de réglementations visant à maîtriser et à limiter l'abus de pesticides, ces réglementations font défaut dans la plupart des pays asiatiques.

27. La diversité des variétés végétales joue également un rôle important s'agissant de réduire au minimum les risques liés aux attaques d'insectes ravageurs et de maladies: si une variété est infestée par des ravageurs, les agriculteurs peuvent continuer leur production vivrière en cultivant d'autres

⁴ Utilisation d'engrais azotés supérieure à 100 kg N/ha.

⁵ Les tendances en matière d'utilisation d'insecticides et les données historiques sur les attaques de delphacides révèlent que trois ou plusieurs applications par saison réduisent suffisamment la diversité des invertébrés et les services de régulation des ravageurs pour déclencher des attaques de delphacides.

variétés. Il n'en demeure pas moins que les effets de la diversité des variétés végétales sur la diversité et l'abondance des invertébrés dans les rizières restent à étudier.

IV. PRINCIPAUX DÉFICITS DE CONNAISSANCES ET DIRECTIONS POSSIBLES DES RECHERCHES FUTURES

28. Des recherches approfondies sont nécessaires pour évaluer l'importance de la diversité et de l'abondance des micro-organismes et des invertébrés aux fins de la fourniture de services écosystémiques d'appui et de régulation, tant dans les systèmes rizicoles que dans les systèmes de production de racines et tubercules. Cela facilitera la préservation et l'utilisation optimale des micro-organismes et des invertébrés au nom de systèmes de production stables, sains et durables.

29. L'abondance, la diversité et les fonctions des micro-organismes et des invertébrés dans les environnements de riz irrigué tropical n'ont été élucidées qu'en partie. Des recherches similaires dans les environnements de riz irrigué subtropical en Asie et dans les principales zones rizicoles d'Afrique et d'Amérique latine font toujours défaut. Des travaux de recherche approfondis sont nécessaires pour déterminer les organismes du sol, les agents de lutte biologique et les agents pathogènes qui sont associés aux diverses racines et tubercules. En particulier, les relations de symbiose entre les organismes du sol et les différentes variétés végétales doivent être pleinement élucidées, à la lumière de la contribution potentielle de ces organismes à la lutte contre les ravageurs et les maladies.

30. La description taxonomique exacte et fiable joue un rôle essentiel dans le cadre de toute recherche sur la biodiversité. Les compétences spécialisées et les capacités en matière de taxonomie font quasiment défaut dans la plupart des principaux pays producteurs de riz. Les taxonomistes pourraient, à l'avenir, contribuer utilement aux recherches sur la biodiversité grâce à la microscopie à distance.

31. Le riz irrigué est à l'origine de 24 à 30 pour cent environ des prélèvements d'eau douce dans le monde. Compte tenu de la pénurie croissante des eaux d'irrigation et du réchauffement planétaire, le riz aérobie et le riz cultivé en conditions humides et sèches connaîtront probablement un essor. Or, on ne sait que peu de choses de la diversité, de l'abondance et des fonctions des organismes associés aux cultures dans de telles conditions de production. Les connaissances en la matière doivent être renforcées en vue de se préparer aux défis futurs. L'analyse des systèmes de riziculture pratiquant déjà l'alternance d'humidité et de sécheresse, comme par exemple le système d'irrigation de Zhangye dans le bassin du Yangzi, en Chine, serait un bon point de départ vers l'acquisition de ce type de connaissances.

32. Grâce à l'adoption d'une politique de protection intégrée au milieu des années 80, le Gouvernement indonésien a pu économiser plus de 100 millions d'USD par an en termes d'importations de pesticides. Une étude récente conduite dans le cadre du programme vietnamien «Three Reductions, Three Grains», visant à motiver les agriculteurs à réduire la densité des semis, les apports d'engrais et le recours aux pesticides, a estimé les économies réalisées à 57 USD par hectare. Des études quantifiant l'apport de la diversité des micro-organismes et des invertébrés aux moyens d'existence des agriculteurs se traduisant, par exemple, par une diminution des dépenses liées à la santé, pourraient contribuer à promouvoir davantage les bonnes pratiques de lutte contre les ravageurs.

33. D'après les entreprises semencières privées, le riz hybride permettrait une augmentation des rendements de 15 à 20 pour cent par rapport aux variétés issues de la sélection. Or, les agriculteurs produisant du riz hybride pratiquent des apports beaucoup plus élevés d'engrais azotés et d'insecticides que ceux produisant des variétés à rendement élevé issues de la sélection. Une analyse coûts-avantages de la production de riz hybride au niveau des agriculteurs, des consommateurs et de l'environnement pourrait révéler si le remplacement des variétés issues de la sélection par des variétés hybrides est véritablement source d'avantages.

34. Dans le cadre des systèmes de production de racines et de tubercules en particulier, la lutte contre les maladies transmises par le sol, la disponibilité de substances nutritives pour les plantes et la formation de la structure des sols pourraient être améliorées par le recours à des inoculants. Les marqueurs génétiques facilitent l'étude des inoculants dans le sol, et les techniques moléculaires

éclairent l'étude du potentiel génétique des cellules microbiennes de s'adapter aux conditions prédominantes dans le sol extérieur environnant et dans la rhizosphère. Leur écologie doit néanmoins être mieux étudiée pour que l'application d'inoculants dans les systèmes de production de racines et de tubercules soit couronnée de succès.

35. L'irrigation massive, l'intensification des cultures, la réduction de la diversité génétique et l'abus d'intrants chimiques ont, les uns comme les autres, contribué à affaiblir le service «naturel» de régulation des ravageurs que l'on observe dans les systèmes traditionnels de production végétale et a conduit à des infestations massives de ravageurs secondaires et à des attaques fréquentes d'organismes nuisibles et de maladies. Ces conditions peuvent et doivent être inversées afin de rendre les environnements locaux de production végétale moins propices aux ravageurs et plus favorables aux ennemis naturels de ces derniers. Cela peut être réalisé en rétablissant des liens solides entre les ravageurs et leurs ennemis naturels au moyen de l'«ingénierie écologique».

36. L'ingénierie écologique représente une approche nouvelle visant à maximiser la lutte biologique naturelle et à réduire le recours superflu aux insecticides. Le principe essentiel de cette approche prévoit que toute modification de l'environnement doit reposer sur des principes écologiques. L'ingénierie écologique représente un cadre conceptuel particulièrement utile pour la lutte contre les arthropodes ravageurs par la manipulation de l'habitat, comme par exemple la plantation de végétaux aux fleurs riches en nectar (tels que le sésame) dans les rizières dans le but d'y attirer les parasitoïdes. L'ingénierie écologique contribue à la conservation des ennemis naturels en leur offrant un foyer et de la nourriture supplémentaire et/ou complémentaire. Les recherches futures sur la lutte contre les insectes ravageurs dans la riziculture et dans la production d'autres cultures devraient prendre ce type d'approches en considération.

37. La FAO appuie la mise au point d'un système d'octroi de licences et d'inspection pour le réseau de vente au détail de pesticides au Cambodge et en RDP lao. Les résultats de ce projet pourraient aider à renforcer des systèmes similaires dans d'autres pays d'Asie et ailleurs. La FAO élabore également diverses spécifications et lignes directrices destinées à aider les pays lors de la mise en œuvre du Code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides. Le Bureau régional de la FAO pour l'Asie et le Pacifique a élaboré cinq lignes directrices opérationnelles destinées à promouvoir la gestion réglementaire des pesticides parmi les États membres de l'Association des nations de l'Asie du Sud-Est. Cela a donné lieu à l'établissement de plans d'action nationaux destinés à renforcer la gestion réglementaire des pesticides dans cette sous-région.

38. Les données au sujet des réactions potentielles des communautés de micro-organismes et d'invertébrés au réchauffement planétaire sont actuellement limitées. Certaines études font toutefois état d'une flexibilité inhérente aux espèces, y compris celles appartenant aux communautés de micro-organismes et d'invertébrés. Certains chercheurs postulent que la hausse des températures pourrait raccourcir les cycles de vie des ravageurs en permettant à une génération de plus de naître en période de récolte, d'où des risques plus élevés de pertes de cultures. Or, une hausse des températures pourrait également raccourcir la durée de la croissance des cultures, ce qui viendrait compenser l'effet du réchauffement sur les cycles de vie des ravageurs. Étant donné que les différentes espèces ne sont pas confrontées au réchauffement planétaire de manière isolée, les réponses aux changements devraient être étudiées au niveau des communautés ou des écosystèmes.

V. ORIENTATIONS DEMANDÉES

39. Le Groupe de travail souhaitera peut-être recommander à la Commission:

- a) d'accueillir favorablement les études *Les invertébrés dans les systèmes de riziculture: examen de la situation et des tendances* et *La conservation et l'utilisation des micro-organismes et des invertébrés dans les systèmes de production intégrée de racines et de tubercules: état des connaissances, tendances et perspectives*;
- b) de réaffirmer l'importance de la diversité des microbes et des invertébrés pour la production végétale durable et pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle, en particulier à la lumière des défis mondiaux dans les domaines de l'environnement et de la santé;

-
- c) de demander à la FAO:
 - i) de procéder à des études similaires portant sur d'autres cultures vivrières essentielles telles que le blé et le maïs, en insistant en particulier sur les bonnes pratiques agricoles favorisant la fourniture de services écosystémiques par les micro-organismes et les invertébrés utiles, aussitôt que des fonds seront disponibles à cet effet, et
 - ii) de traiter, le cas échéant, l'apport des micro-organismes et des invertébrés à la fourniture de services écosystémiques pour l'alimentation et l'agriculture dans le document *L'état de la biodiversité mondiale pour l'alimentation et l'agriculture*.